

Evaluación de los Musgos Endémicos de Bolivia

An Evaluation of the Endemic Mosses of Bolivia

Claudia Aldana^{1, 3}, Eliana Calzadilla^{2, 3} y Steven P. Churchill^{2, 3}

¹ Herbario Nacional de Bolivia, Campus Universitario Calle 27 s/n Cota Cota, Casilla 10077, Correo Central. Tel. (5912) 2792416, 2792582, Fax. 2770962. La Paz, Bolivia. e-mail: aldana_clau@yahoo.com. Autora para correspondencia.

² Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Av. Irala 565, Casilla No. 2489, Santa Cruz, Bolivia.

³ Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO, 63166-0299 USA

Resumen. El número de musgos endémicos registrados en Bolivia alcanza un total de 55 especies, distribuidas en 34 géneros y 18 familias. Todos los musgos endémicos están asociados con la región Andina y la mayoría se desarrollan sobre los 2000 m. Las ecoregiones más ricas en endemismos son Yungas (23 especies) y la Puna (22 especies). Los musgos terrestres (sobre suelo y rocas) están representados por 32 especies y los musgos epífitos (y sobre troncos en descomposición) están representados por 23 especies. Se han considerado 22 especies para evaluar su estado de conservación: 17 especies están Críticamente Amenazadas (CR), 2 especies están En Peligro (EN) y 3 especies son Vulnerables (VU). Las 33 especies restantes no tienen datos suficientes para ser evaluadas.

Palabras clave: musgos, endémicos, especies amenazadas, Bolivia

Abstract. The number of endemic mosses recorded for Bolivia total 55 species distributed among 34 genera and 18 families. All endemic mosses are associated with the Andean region, the majority of endemics occur above 2000 m. The richest ecoregions are the Yungas (23 species) and Puna (22 species). Terrestrial mosses (soil and rocks) are represented by 32 species and epiphytes (and logs) represented by 23 species. Considered for conservation status are 22 species: 17 species as Critically Endangered (CR), 2 species Endangered (EN), and 3 species Vulnerable (VU). There is insufficient data to rank the remaining 33 species with regard to their conservation status.

Keywords: mosses, endemics, endangered species, Bolivia

INTRODUCCIÓN

Los Andes tropicales representan una de las regiones más ricas del mundo en cuanto a musgos, con una estimación de 1376 especies (Churchill 2009). Esta región también contiene uno de los mayores niveles de endemismo, aproximadamente el 31% (428 especies). Bolivia está en segundo lugar en cuanto a riqueza de especies, con 920 musgos, después de Colombia que tiene aproximadamente 938 especies y en tercer lugar está Ecuador (807), seguido de Perú (775) y Venezuela (734). El país con mayor diversidad de géneros y especies endémicas de los Andes tropicales es Bolivia, con

55 especies, seguido de Colombia 49, Ecuador 42, Perú 31 y Venezuela 13 (Churchill 2009).

El número de especies de briofitas registradas en Bolivia representa aproximadamente el 10% de todas las especies conocidas en el mundo. En el *Catálogo de las Briofitas de Bolivia*, se brinda la primera evaluación moderna de la diversidad de briofitas del país (Churchill *et al.* 2009). Actualmente están documentadas 1402 especies de briofitas en Bolivia, las cuales están representadas por tres grupos: las hepáticas con 478 especies, los antoceros con 4 especies y los musgos con 920 especies. En los capítulos

introdutorios del catálogo se presenta un resumen con información de las briofitas respecto a la intensidad de colecciones, diversidad por ecoregiones, elevación y sustrato, sin embargo no se hace un análisis de las especies raras, endemismos o estado de conservación, mientras que en la lista sólo se mencionan las especies endémicas. Recientemente Calzadilla *et al.* (2010) presenta un sumario, con 79 briofitas endémicas para Bolivia, 16 hepáticas y 63 musgos. A pesar de esta información, existe una necesidad de brindar una estimación preliminar de las especies que puedan considerarse raras o amenazadas. Como un primer esfuerzo en este sentido se realizó una evaluación en base a la revisión de literatura (Churchill *et al.* 2009) y colectas de los herbarios de Bolivia (BOLV, HSB, LPB, USZ), obteniendo una valoración del estado de conservación de las especies y un listado específico de los musgos endémicos. Para mayor información, incluyendo características para identificar las especies, ver Churchill *et al.* (2010).

MÉTODOS

Los musgos aceptados como endémicos en Bolivia están basados principalmente en la reevaluación del catálogo de las briofitas del país (Churchill *et al.* 2009). Para elaborar la lista de las especies endémicas, se analizó minuciosamente el listado general de especies, basándose especialmente en aquellas que fueron tratadas en estudios de revisión taxonómica. Sin embargo, dichos estudios varían ampliamente desde revisiones detalladas sólo de los tipos, p. ej., Shaw (1985) sobre *Schizymerium*, a monografías de revisión completas como la publicación de Pursell (2007) sobre *Fissidens*. Otros estudios, como la revisión realizada por Malta (1926) de *Zygodon* ya quedaron desactualizados y se requiere una evaluación nueva de las especies. La literatura adicional, citada en los tratamientos individuales de familias y géneros del catálogo (Churchill *et al.* 2009), ha sido examinada, también se revisó la información de estas especies registradas en la base de datos Tropicos (<http://www.tropicos.org>).

Se utilizaron los criterios de la IUCN (2001) para asignar las categorías de conservación de las especies, así como las recomendaciones de Hallingbäck y Hodgetts (2000). El presente trabajo es un esfuerzo inicial para cumplir el plan de la Estrategia Mundial para la Conservación de las Plantas (Global Strategy for Plant Conservation <http://www.cbd.int/>

[gspc/intro.shtml](http://www.cbd.int/gspc/intro.shtml)), específicamente el inciso a(ii) de las Metas Globales para 2010 (<http://www.cbd.int/gspc/targets.shtml>): “Evaluación preliminar del estado de conservación de todas las especies de plantas conocidas, a nivel nacional, regional e internacional.”

RESULTADOS

Diversidad

Cincuenta y cinco musgos endémicos de Bolivia son aceptados actualmente, estas especies se agrupan en 34 géneros y 18 familias. Se han registrado 6 géneros monoespecíficos (géneros que contienen una sola especie) en Bolivia: *Flabellidium* (Brachytheciaceae), *Koponenia* (Amblystegiaceae), *Mandoniella* (Brachytheciaceae), *Polymerodon* (Dicranaceae), *Schroeterella* (Sematophyllaceae) y *Streptotrichum* (Pottiaceae). Las familias más diversas incluyen a Bryaceae (11 especies), Orthotrichaceae (8), Brachytheciaceae (5), Macromitriaceae (4), Pottiaceae (4) y Sphagnaceae (4). Los géneros más diversos son: *Zygodon* (6 especies), *Macromitrium* (4), *Sphagnum* (4), *Mielichhoferia* (3) y *Schizymerium* (3).

Colecciones

De los 55 musgos, más de la mitad (30) de las especies son conocidas solamente por colección original (incluyendo holotipos e isotipos). Otras 20 especies tienen de 2 a 5 colecciones, sólo 5 especies presentan ≥ 6 colecciones y finalmente *Macromitrium gigasporum* Herzog presenta un máximo de 20 colecciones.

Diversidad por departamentos

El mayor número de especies endémicas se registra en La Paz con 18 especies, seguido de Cochabamba con 15 especies, Santa Cruz con 3 especies y una especie registrada en Oruro y otra en Potosí. Estas cifras se correlacionan con el número total de musgos registrados en los diferentes departamentos y refleja, por otra parte, el muestreo (histórico y actual) más intenso realizado en los departamentos de La Paz y Cochabamba (Churchill *et al.* 2009).

Diversidad por ecoregiones

Geográficamente, todos los musgos endémicos de Bolivia están asociados a la región Andina (Figura 1). El mayor número de musgos endémicos se registra en la ecoregión

de Yungas con 23 especies, seguida de la Puna con 22 especies. Se registraron sólo dos especies en los Valles Secos Interandinos y una especie en el Tucumano-Boliviano. Cuatro especies se registraron tanto en el bosque montano de Yungas como en el Tucumano-Boliviano y una especie fue registrada tanto en Yungas como en la Puna.

Altitud

La distribución de las especies endémicas está relacionada con las ecoregiones Andinas. Para el análisis de la distribución altitudinal se utilizó rangos de elevación clasificados por intervalos de 500 metros, de 0 a 5000 o más metros sobre el nivel del mar (Calzadilla *et al.* 2010, Churchill y Linares 1995, Churchill *et al.* 2009, León-Yáñez *et al.* 2006). Un total de 17 especies crecen en más de un rango altitudinal. El número de especies presente en cada intervalo es: 0-500: 1 especie, 500-1000: 2, 1000-1500: 4, 1500-2000: 7, 2000-2500: 11, 2500-3000: 12, 3000-3500: 15, 3500-4000: 12, 4000-4500: 17, 4500-5000: 11, 5000+: 4. La mayoría de los musgos endémicos se encuentran por encima de los 2000 metros (48 especies) y a más de 3000 msnm encontramos 37 especies. Dos especies fueron encontradas debajo de los 1000 msnm. Sólo *Wilsoniella flaccida* (R.S. Williams) Broth. se encuentra en las tierras bajas de la Amazonía adyacente a los Andes y que se extiende hasta 900 msnm en la región sub-Andina.

Sustratos

El sustrato sobre el que crecen los musgos es un aspecto importante con relación a la ecología de estos organismos. La mayoría de los musgos endémicos se desarrollan sobre sustratos terrestres, p.ej., suelo y rocas. Doce especies fueron registradas sobre rocas y 9 especies sobre suelo; 10 especies crecen tanto sobre suelo como rocas. Entre los musgos endémicos asociados con bosques, 20 especies son epifitas y 3 especies están restringidas a los troncos en descomposición. Cinco especies pueden ser clasificadas como acuáticas o semi-acuáticas, frecuentemente crecen sobre rocas o taludes de suelo, asociadas con quebradas y pantanos.

Estado de conservación de algunas especies seleccionadas

Veintidós de las 55 especies de musgos endémicos fueron clasificadas de acuerdo a su estado de conservación (Tabla 1). Diecisiete especies están en la categoría de Críticamente Amenazadas (CR), 2 especies están En Peligro (EN) y 3

especies son consideradas Vulnerables (VU). Otras especies no fueron incluidas debido a que no se tiene suficiente información de su estado de conservación o presentan falencias en la investigación taxonómica (p.ej. *Macromitrium* o *Zygodon*).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Lograr comprender mejor a las briofitas, tanto hepáticas como musgos, depende mucho de los avances en taxonomía y del nivel de esfuerzos de inventario. En las regiones templadas del hemisferio norte tanto la taxonomía como el conocimiento florístico (incluyendo inventarios) están relativamente bien documentados, pero este no es el caso de los trópicos (Hallingbäck y Hodgetts 2000). Nuestro conocimiento actual de los musgos de Bolivia y de los Andes en general es incompleto, la taxonomía de más de la mitad de los grupos no está clara y los inventarios aún están en etapa de exploración (Churchill 2009).

Interesantemente, nuestros resultados muestran que el número de especies endémicas registradas en la Puna y Yungas es similar, sin embargo, la riqueza total de musgos de Yungas (640 especies) es más alta que la riqueza de especies registradas en la Puna (338). Una explicación puede ser que el ambiente extremo de la Puna sirvió como catalizador del proceso de especiación.

Para ampliar nuestro conocimiento en este tema es necesario contar con una herramienta para la identificación de las especies de musgos, a través de un tratamiento descriptivo e ilustrado de los musgos de Bolivia.

Es probable que algunas de las especies actualmente reconocidas como endémicas de Bolivia sean encontradas en países limítrofes con tipos de vegetación similares, especialmente en Perú. La distribución histórica de *Gertrudiella validinervis* es un claro ejemplo. Este género monoespecífico fue considerado previamente endémico de Bolivia y era conocido solamente por dos colecciones (sintipos) realizadas por Herzog en 1911 (Herzog 1916). En los últimos diez años por lo menos 51 colecciones han sido documentadas (ver Tropicos). La mayoría de estas colecciones provienen de Bolivia, pero su distribución se ha extendido a Perú, Argentina y Chile (Figura 1D).

Tabla 1. Clasificación preliminar del estado de conservación de 22 musgos de Bolivia.

Familia	Especie	Estado de Conservación
Amblystegiaceae	<i>Koponenia holoneuron</i> (Herzog) Ochyra	Críticamente Amenazada (CR)
Bartramiaceae	<i>Conostomum cleistocarpum</i> Herzog	Vulnerable (VU)
Brachytheciaceae	<i>Brachythecium cavifolium</i> Herzog	En Peligro (EN)
Brachytheciaceae	<i>Flabellidium spinosum</i> Herzog	Críticamente Amenazada (CR)
Brachytheciaceae	<i>Mandoniella spicatinervia</i> (R.S. Williams) Herzog	Críticamente Amenazada (CR)
Bryaceae	<i>Anomobryum steerei</i> A.J. Shaw	En Peligro (EN)
Cryphaeaceae	<i>Cryphaea hygrophila</i> Müll. Hal.	Vulnerable (VU)
Dicranaceae	<i>Polymerodon andinus</i> Herzog	Vulnerable (VU)
Fissidentaceae	<i>Fissidens incisus</i> Herzog	Críticamente Amenazada (CR)
Grimmiaceae	<i>Indusiella stellata</i> M.J. Cano & J.A. Jiménez	Críticamente Amenazada (CR)
Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum liliputanum</i> Broth.	Críticamente Amenazada (CR)
Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum psychrophilum</i> Mont.	Críticamente Amenazada (CR)
Pilotrichaceae	<i>Hypnella ambrosia</i> M. Lewis & B.H. Allen	Críticamente Amenazada (CR)
Pilotrichaceae	<i>Trachyxiphium williamsii</i> (Herzog) Vaz-Imbassahy & D.P. Costa	Críticamente Amenazada (CR)
Pottiaceae	<i>Streptotrichum ramicola</i> Herzog	Críticamente Amenazada (CR)
Pottiaceae	<i>Syntrichia boliviana</i> M.T. Gallego & M.J. Cano	Críticamente Amenazada (CR)
Pottiaceae	<i>Syntrichia buchtienii</i> (Herzog) M.J. Cano & M.T. Gallego	Críticamente Amenazada (CR)
Sematophyllaceae	<i>Schroeterella zygodonta</i> Herzog	Críticamente Amenazada (CR)
Sphagnaceae	<i>Sphagnum inretortum</i> H.A. Crum	Críticamente Amenazada (CR)
Sphagnaceae	<i>Sphagnum lapazense</i> H.A. Crum	Críticamente Amenazada (CR)
Sphagnaceae	<i>Sphagnum noryungasense</i> H.A. Crum	Críticamente Amenazada (CR)
Sphagnaceae	<i>Sphagnum priceae</i> H.A. Crum	Críticamente Amenazada (CR)

Por otro lado, nuevas especies han sido descritas recientemente, como las 3 especies de *Sphagnum* colectadas por Price en 1999 y que posteriormente fueron descritas por Crum (2001). Para conocer su distribución, así como de las otras especies, es necesario realizar colecciones en regiones inexploradas e históricas que además brinden datos sobre el estado poblacional de estos musgos.

Mientras que aquí se ha hecho énfasis en los musgos de Bolivia, se requieren más esfuerzos futuros para evaluar las especies de briofitas del país. Dado el estado de degradación de la vegetación natural de Bolivia a lo largo del tiempo, se requiere de una evaluación, incluso preliminar del conocimiento actual de las especies.

LISTA DE MUSGOS ENDÉMICOS DE BOLIVIA

Formato. Todas las familias, géneros y especies de musgos endémicos son listados en orden alfabético. Las categorías específicas para cada especie incluyen ecoregión, altitud, hábitat, estado de conservación y justificación. Siguiendo la nomenclatura de Churchill *et al.* (2010).

Amblystegiaceae

Koponenia holoneuron (Herzog) Ochyra (Figura 2D)

Ecoregión: Puna húmeda (Figura 1A). **Altitud:** 4600 msnm.

Hábitat: Asociado con sitios acuáticos, crece sobre rocas.

Estado de conservación y justificación: Críticamente

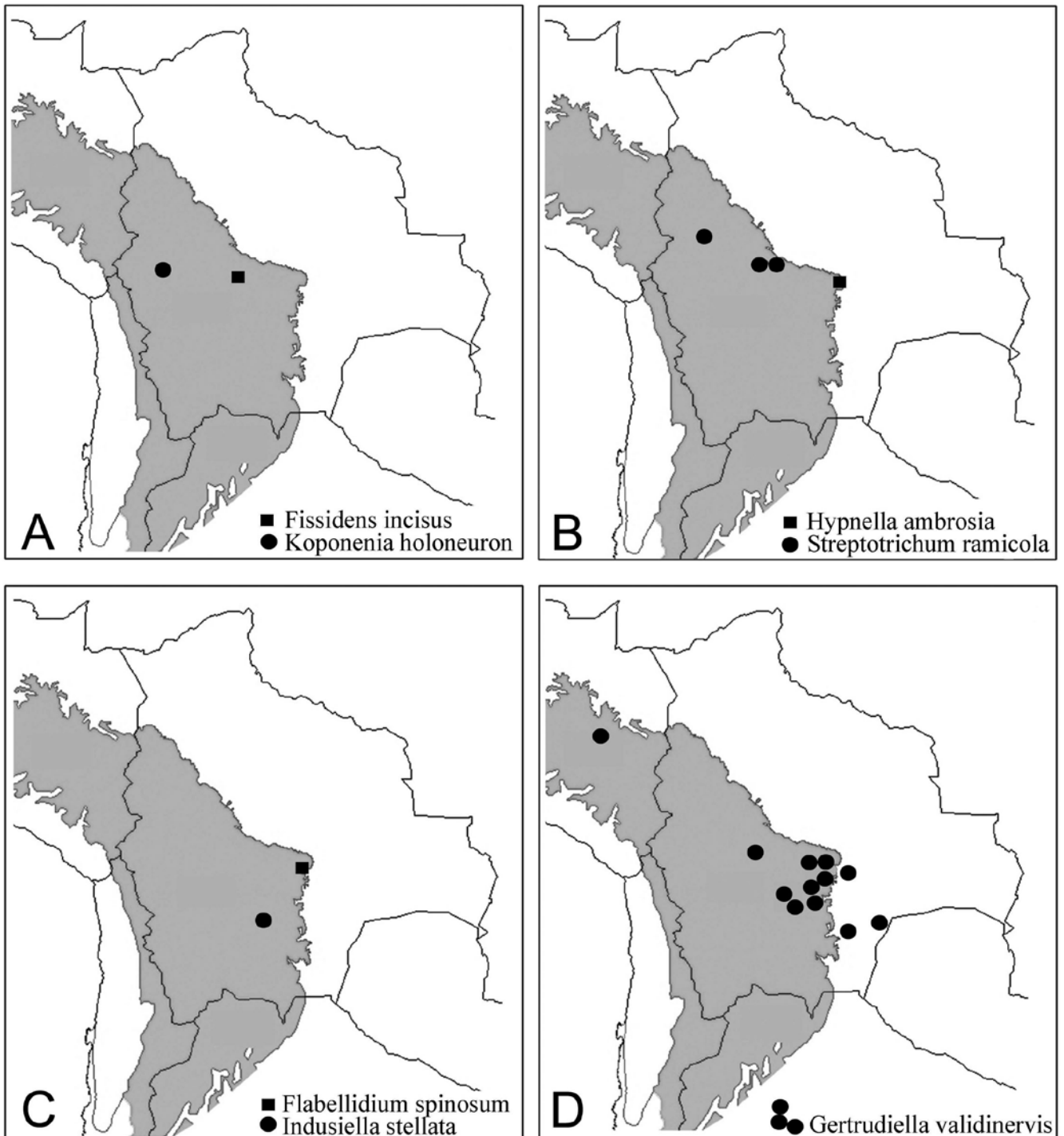


Figura 1. Mapa de distribución de algunos musgos de las principales ecoregiones. A. Especies de Puna (*Fissidens*, *Koponenia*). B. Especies de Yungas (*Hypnella*, *Streptotrichum*). C. Especies de Tucumano-Boliviano (*Flabellidium*) y valle interandino (*Indusiella*). D. Especie de Valles secos que antes se considerada como endémica de Bolivia (*Gertrudiella*).

Amenazada. Conocida sólo por la colección tipo, realizada por Herzog en 1911 en Choquecotachico, Quimzacruz (La Paz); ver Ochyra (1985).

Bartramiaceae

Bartramia pilicuspis Herzog

Ecoregión: Puna húmeda o posiblemente semi-húmeda.

Altitud: 4000 m. **Hábitat:** En sitios expuestos, sobre suelo. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie es conocida solamente por la colección realizada por Herzog en 1911, en el departamento de Cochabamba (Fransén 1996).

Conostomum cleistocarpum Herzog

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4460-5080 m. **Hábitat:** En sitios expuestos, sobre suelo que cubre las rocas. **Estado de conservación y justificación:** Vulnerable. Esta especie es conocida por la colección tipo realizada por Herzog en Hochtal, Viloco (La Paz) en 1911 y 3 colecciones recientes, ver Tropicós (Frahm *et al.* 1996).

Brachytheciaceae

Brachythecium calliergonoides Broth.

Ecoregión: Bosque montano de Yungas, Puna húmeda y semi-húmeda. **Altitud:** 1900-4350 m. **Hábitat:** Asociado con quebradas, estanques y pantanos, crece sobre suelo y rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo de la especie fue colectado por Herzog en Laguna Verde, cerca a Comarapa (Santa Cruz); se conocen 4 colecciones recientes. Aceptada en el estudio de revisión realizado por McFarland (1988).

Brachythecium cavifolium Herzog

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4600-4900 m. **Hábitat:** Asociado con sitios húmedos, crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** En Peligro. La colección tipo fue colectada por Herzog en Choquecotachico, Quimzacruz (La Paz) Esta especie fue descrita por Herzog (1916), y aceptada en el estudio de revisión realizado por McFarland (1988). Sólo se conoce una colección adicional.

Flabellidium spinosum Herzog (Figura 3A)

Ecoregión: Bosque montano Tucumano-Boliviano (Figura

1C). **Altitud:** 1400 m. **Hábitat:** Crece en la base de los árboles. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Este género monoespecífico es conocido solamente por la colección tipo realizada por Herzog en enero de 1911 en Tres Cruces, cerca de Bermejo (Santa Cruz); esta zona presenta una vegetación muy intervenida y en proceso de mayor degradación. *Flabellidium* fue revisada recientemente por Enroth (1995), confirmando su estado taxonómico y su inclusión en la familia Brachytheciaceae. Esta especie fue catalogada como extinta (Hallingbäck & Hodgetts 2000), sin embargo, esta categorización parece prematura sin realizar mayores esfuerzos en localizarla en la zona de Tres Cruces o en la región norte del bosque montano Tucumano-Boliviano.

Mandoniella spicatinervia (R.S. Williams) Herzog

Ecoregión: Bosque montano semi seco de Yungas y Tucumano-Boliviano. **Altitud:** 1700-3350 m. **Hábitat:** Crece sobre árboles. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Este género monoespecífico solamente es conocido en dos localidades, ambas en áreas muy intervenidas. El tipo fue colectado en 1902 por Williams (1909) en Pelechuco (La Paz) y por Herzog (1916) en Samaipata (Santa Cruz). Buck (1981) aceptó este taxón en una revisión de numerosos taxa con cápsulas erectas.

Platyhypnidium validum (Herzog) Ochyra

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4200-4350 m. **Hábitat:** Asociado con quebradas, crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie fue descrita originalmente por Herzog (1916) como *Hygrohypnum validum*, luego fue transferida a *Platyhypnidium* por Ochyra (1999); Hedenäs (2003) confirmó la ubicación genérica de este taxón.

Bryaceae

Acidodontium lonchotrachylon (Müll. Hal.) Broth.

Ecoregión: Bosque montano de Yungas y Tucumano-Boliviano. **Altitud:** 1470-2600 m. **Hábitat:** Sitios con semi sombra, crece sobre troncos y ramas de árboles. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Este taxón fue descrito originalmente como *Bryum* por Müller (1897). *Bryum lonchotrachylon* Müll. Hal. y *B. brachypodium* Müll. Hal., son sinónimos, colectados por Germain en 1889

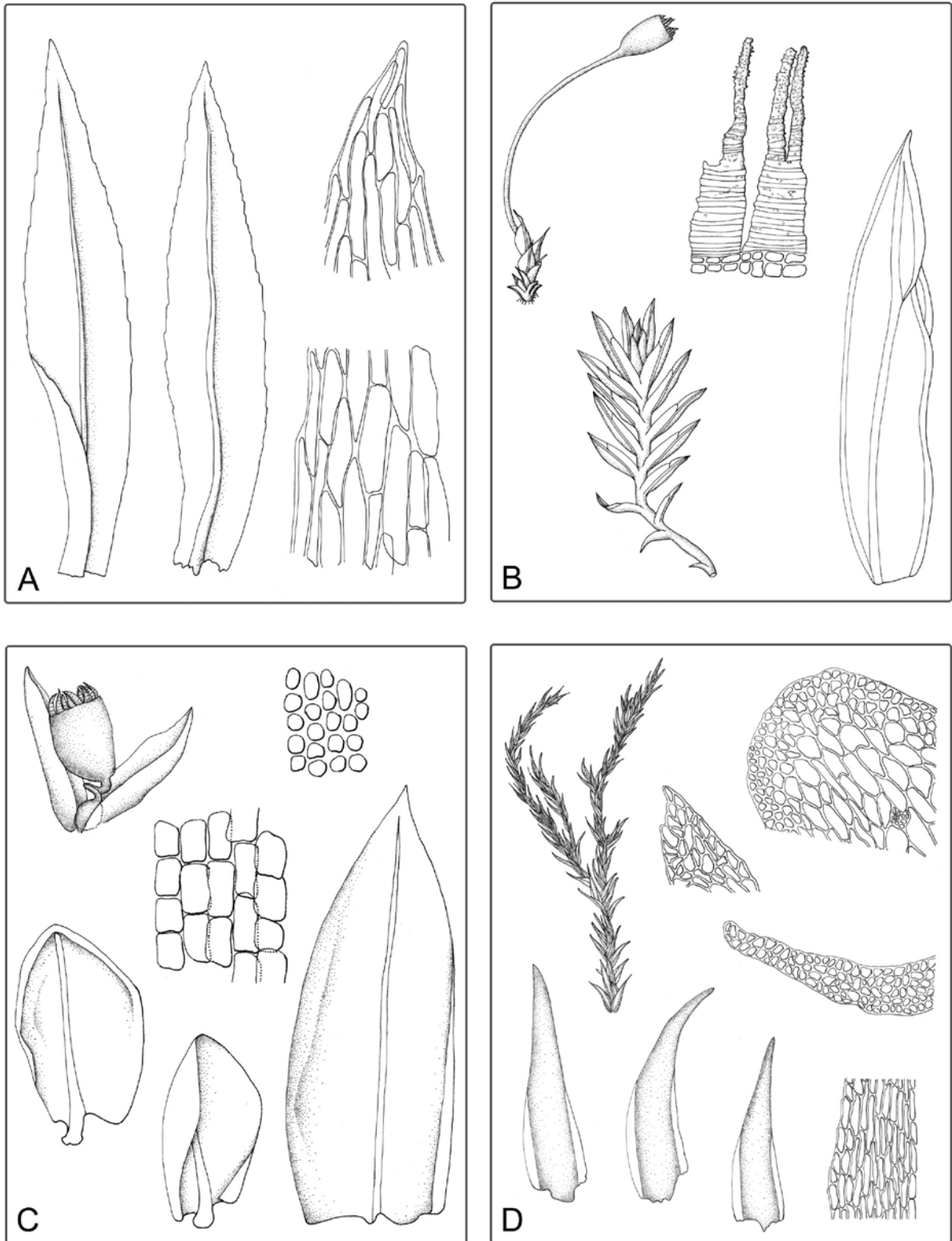


Figura 2. Ilustraciones de algunos musgos endémicos de la Puna. A. *Entosthodon subaloma* (Herzog) S.P. Churchill. B. *Fissidens incisus* Herzog. C. *Grimmia squamatulum* Herzog. D. *Koponenia holoneuron* (Herzog) Ochyra.

en Choquecamata (Cochabamba). Esta especie fue aceptada por Ochi (1980).

Anomobryum albo-imbricatum (Ochi) T.J. Kop. & D.H. Norris

Ecoregión: Bosque montano abierto de Yungas. **Altitud:** 2200 m. **Hábitat:** Sitios expuestos, crece sobre suelo. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Conocida solamente por el tipo colectado por Herzog en Incacorral (Cochabamba). Esta especie fue descrita originalmente como *Bryum albidum* Broth. (Brotherus en Herzog 1916) nom. illeg., y fue re denominada y validada por Ochi (1980) como *Bryum albo-imbricatum* Ochi.

Anomobryum steerei A.J. Shaw

Ecoregión: Puna seca. **Altitud:** 3880 m. **Hábitat:** Sitios expuestos, crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** En Peligro. La colección tipo fue realizada por Lewis (79-2014B, holotipo F) en 1979 en la región de Laguna Coipasa en laderas del Cerro Tata Sabaya (Oruro) y fue descrita por Shaw (1987).

Bryum challaense Broth.

Ecoregión: Puna. **Altitud:** 3600-5200 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo, aparentemente asociado con sitios húmedos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo fue colectado por Herzog en Challa (La Paz); y se conocen 4 colecciones recientes. Esta especie fue descrita por Brotherus (en Herzog 1916), y fue aceptada por Ochi (1980).

Bryum crassinervum (Herzog) A.J. Shaw

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4400 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo, probablemente en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie es conocida solamente por dos sintipos colectados por Herzog en Tunariseen (Cochabamba). Originalmente fue descrita como *Haplodontium crassinervum* por Herzog (1916), luego fue transferida a *Bryum* por Shaw (1987).

Mielichhoferia bryocarpa Broth.

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4200-4450 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Los dos sintipos de esta especie (Brotherus en Herzog 1916) fueron

colectados por Herzog en Llavetal (Cochabamba). Se conoce una colección reciente de La Paz.

Mielichhoferia cuspidata (Herzog) A.J. Shaw & H.A. Crum

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 3500-4200 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Originalmente esta especie fue descrita por Herzog (1916) como *Haplodontium cuspidatum*; el tipo fue colectado por Herzog en Mocoayabach, Aracatal (La Paz).

Mielichhoferia splendida Broth.

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4350-5200 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Conocida solamente por la colección tipo (Brotherus 1913) realizada por Edith Knoche en Aguila, Cordillera Real (La Paz).

Schizymerium latifolium (Herzog) A.J. Shaw

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** aprox. 4000 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo, probablemente en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Conocida solamente por el tipo colectado por Troll en Chacaltaya (La Paz). La descripción original fue realizada por Herzog (1934) como *Mielichhoferia latifolia*, luego fue aceptada y transferida a *Schizymerium* por Shaw (1985).

Schizymerium subglobosum (R.S. Williams) A.J. Shaw

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4500-5000 m. **Hábitat:** Crece en grietas de las rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo de *Mielichhoferia subglobosa* fue colectado por Williams en 1902 en Sorata (La Paz). También se incluye aquí a *Mielichhoferia rigidula* Schimp. en Müll. Hal., un nomom nudum (fide Shaw); aparentemente esta colección está basada en un espécimen de Mandon (1652) proveniente de La Paz. Esta especie fue aceptada y transferida de *Mielichhoferia* a *Schizymerium* por Shaw (1985).

Schizymerium submacrodonum (Broth.) A.J. Shaw

Ecoregión: Bosque montano de Yungas abierto y alto. **Altitud:** 3400 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo, probablemente en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie sólo es

conocida por los dos sintipos colectados por Herzog en Tablas (Cochabamba). Originalmente, fue descrita como *Mielichhoferia* por Brotherus (Herzog 1916), luego fue aceptada y transferida a *Schizymenium* por Shaw (1985).

Cryphaeaceae

Cryphaea hygrophila Müll. Hal.

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2600-3770 m. **Hábitat:** Crece sobre arbustos y troncos de árboles.

Estado de conservación y justificación: Vulnerable. El tipo fue colectado por Germain en 1889 en Choquecamata (Cochabamba). Esta especie está relativamente bien representada, con 14 colecciones de Cochabamba, La Paz y Santa Cruz. Esta especie fue aceptada por Rao (2001).

Dicranaceae

Camptodontium fallax (Herzog) Broth.

Ecoregión: Puna húmeda y semi húmeda. **Altitud:** 4330-4400 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo y rocas en sitios expuestos. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Especie conocida por los sintipos colectados por Herzog en Tunarisee (Cochabamba), y Hochtal - Viloco (La Paz); 3 colecciones recientes han sido registradas. *Dicranoweisia fallax* fue descrita por Herzog (1916) y luego fue transferida por Brotherus a *Camptodontium*.

Polymerodon andinus Herzog

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 3600-4620 m. **Hábitat:** Asociado a sitios húmedos, crece sobre suelo y rocas.

Estado de conservación y justificación: Vulnerable. Género monoespecífico; la colección tipo fue realizada por Herzog en 1908 en Valle de Llave (Cochabamba) y descrita por él en 1909; 3 colecciones recientes han sido registradas.

Ditrichaceae

Wilsoniella flaccida (R.S. Williams) Broth.

Ecoregión: Bosque montano abierto de Yungas y bosque Amazónico contiguo. **Altitud:** 190-900 m. **Hábitat:** Sitios expuestos, crece sobre suelo. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo fue colectado por Williams en 1902 en Río Cocos (La Paz); recientemente se conoce otra colección de la misma región. Este taxón fue

descrito originalmente como un género nuevo, *Teretidens* en la familia Pottiaceae, por Williams (1903).

Fissidentaceae

Fissidens incisus Herzog (Figura 2B)

Ecoregión: Puna húmeda (Figura 1A). **Altitud:** 4200 m.

Hábitat: Crece sobre el suelo en depresiones. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Esta especie es conocida solamente por la colección tipo realizada por Herzog en Llavetal (Cochabamba). Esta especie fue aceptada por Pursell (2007).

Funariaceae

Entosthodon subaloma (Herzog) S.P. Churchill (Figura 2A)

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4700 m. **Hábitat:** Probablemente en quebradas, creciendo sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie es conocida solamente por la colección tipo realizada por Troll en el nevado Illampu (La Paz). La descripción fue realizada originalmente por Herzog (1934) como *Goniobryum*;

posteriormente fue transferida a *Entosthodon* por Churchill y Fuentes (2005), sin embargo, la identidad de este taxón permanece dudosa.

Grimmiaceae

Grimmia bicolor Herzog

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 3600-5180 m. **Hábitat:** Crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo fue colectado en 1908 por Herzog en Llavetal (Cochabamba) y fue descrito también por él en 1909. Esta especie fue aceptada en el estudio de revisión de Muñoz (1999). *Grimmia subquatricuris* Broth., colectada también por Herzog en Huallattanisee (La Paz) es un sinónimo.

Grimmia squamatula Herzog (Figura 2C)

Ecoregión: Puna semi húmeda y posiblemente en Puna húmeda. **Altitud:** 3786-4000 m. **Hábitat:** Crece sobre suelo y rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. La especie fue descrita por Herzog (1916) como *Grimmia squamatula*, el tipo fue colectado por el autor en Yanakakabastion (Cochabamba). Previamente fue reconocida como *Schistidium squamatulum* (Herzog) Ochyra & J. Muñoz.

Cuatro colecciones recientes fueron realizadas en Oruro y Potosí.

Indusiella stellata M.J. Cano & J.A. Jiménez

Ecoregión: Valles secos interandinos (Figura 1C). **Altitud:** 2680 m. **Hábitat:** Crece sobre rocas cubiertas por suelo. **Estado de conservación y Justificación:** Críticamente Amenazada. *Indusiella stellata* fue descrita recientemente por Cano y Jiménez (2009), basándose en sus propias colecciones de Potosí; en un valle interandino muy degradado. El descubrimiento de *Indusiella* fue también el primer registro para América del Sur (Cano & Jiménez 2009).

Hypnaceae

Isopterygium subglobosum Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 1600 m. **Hábitat:** En sitios sombreados, crece sobre hojarasca. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Especie conocida solamente por la colección tipo realizada por Herzog en inmediaciones del Sillar en el camino a Santa Rosa del Chapare (Cochabamba). Esta especie fue aceptada por Ireland (1992).

Macromitriaceae

Macromitrium amboaicum Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 1100-1300 m. **Hábitat:** Crece sobre troncos de los árboles. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie fue descrita por Herzog en 1909, el tipo fue colectado por el autor en 1907 en el Cerro Amboró (Santa Cruz); también es conocida por una colección reciente.

Macromitrium gigasporum Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2400-3700 m. **Hábitat:** Sitios sombreados a expuestos, sobre tronco y ramas de arbolitos y árboles. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. La especie fue descrita originalmente por Herzog (1916) como *Macromitrium macrosporum*, un nomen nudum, en base a 4 sintipos. Están registradas por lo menos 25 colecciones de esta especie en los departamentos de Cochabamba, La Paz y Santa Cruz.

Macromitrium rusbyanum E. Britton

Ecoregión: Bosque montano de Yungas alto. **Altitud:** 3650 m. **Hábitat:** Epífita. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Especie descrita por Britton (1896), se la conoce solamente por el tipo colectado por Rusby en los alrededores de Unduavi (La Paz).

Macromitrium validum Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2000-2500 m. **Hábitat:** Epífita. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Este musgo fue colectado por Herzog en 1911 y descrito por él en 1916, entre San Mateo y Sunchal (Cochabamba/Santa Cruz); hay una colección reciente del departamento de La Paz.

Orthotrichaceae

Orthotrichum liliputanum Broth.

Ecoregión: Bosque de Yungas. **Altitud:** 2000 m. **Hábitat:** Epífita. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Conocida solo por el tipo colectado por Herzog en 1911 (Brotherus en Herzog 1916) en la región del Chapare en el Sillar (Cochabamba), en una zona muy intervenida y en proceso de mayor degradación. Esta especie fue aceptada por Lewinsky (1984) en la revisión del género para Sud América.

Orthotrichum psychrophilum Mont.

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4400-5000 m. **Hábitat:** Crece sobre rocas. **Justificación para el estado de conservación:** Críticamente Amenazada. El tipo fue colectado por Orbigny en "Lagunas de Potosí," alrededor de 1830. *Orthotrichum parvum* Herzog, colectado por el autor en Tunarisee (Cochabamba) es un sinónimo (Lewinsky 1987). Recientemente se colectó esta especie en punas impactadas de La Paz. Esta especie fue aceptada por Lewinsky (1987) en la revisión del género para Sud América.

Zygodon brevipes Müll. Hal.

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 3400 m. **Hábitat:** Epífita. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Müller (1897) describió los dos tipos de esta especie; incluyendo el tipo de *Z. liliputanus* Müll. Hal., un sinónimo de *Z. brevipes*; ambas colecciones fueron realizadas por Germain en 1889 en las laderas de Choquecamata (Cochabamba). Malta (1926) cita colecciones adicionales de

Bolivia realizadas por Herzog (sub. no. 3227) en Río Saujana (La Paz).

Zygodon macrophyllus Herzog

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 4400 m. **Hábitat:** Sitios expuestos, sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Herzog en 1908 colectó el tipo en Tunarisse (Cochabamba) y lo describió en 1916. Esta especie fue aceptada posteriormente en la revisión del género realizada por Malta (1926).

Zygodon perichaetialis Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2900 m. **Hábitat:** Epífita. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Herzog en 1908 colectó el tipo en Tunarisse (Cochabamba) y lo describió en 1916. Esta especie fue aceptada posteriormente en la revisión del género realizada por Malta (1926).

Zygodon ramulosus Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2600 m. **Hábitat:** Crece sobre troncos de árboles. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Especie conocida solamente por la colección tipo realizada por Herzog en Coranital (Cochabamba). Fue descrita por Herzog (1916) y luego aceptada en la revisión de Malta (1926).

Zygodon subrecurvifolius Broth. var. ***subrecurvifolius***

Ecoregión: Bosque montano de Yungas y Tucumano-Boliviano. **Altitud:** 2265-3500 m. **Hábitat:** Crece principalmente en sitios sombreados, sobre árboles y troncos en descomposición. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Este musgo fue descrito por Brotherus (Herzog 1916), el tipo fue colectado por Herzog entre Cocapata y Choro (La Paz). *Zygodon rigens* Broth., también colectado por Herzog en Chocayatal (Cochabamba), es un sinónimo. Sólo se conoce una colección reciente.

Zygodon vestitus R.S. Williams

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2250 m. **Hábitat:** Crece en sitios sombreados, sobre árboles. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. En 1901 Williams colectó el tipo en Sorata (La Paz) y lo describió en 1903. Posteriormente la especie fue aceptada en el tratamiento genérico de Malta (1926).

Pilotrichaceae

Cyclodictyon angustirete Herzog

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2000-2800 m. **Hábitat:** Sitios con sombra, crece en la base de los troncos de los árboles. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo fue colectado por Herzog en el Río Paracti cerca a Tablas (Herzog 1916), región superior del Chapare (Cochabamba); dos colecciones de la misma región han sido registradas recientemente.

Hypnella ambrosia M. Lewis & B.H. Allen

Ecoregión: Bosque submontano de Yungas (Figura 1B). **Altitud:** 900 m. **Hábitat:** Aparentemente en sitios con sombra, crece sobre suelo y rocas cerca de quebradas. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. *Hypnella ambrosia* es conocida por el tipo y dos paratipos (Lewis & Allen. 1992), colectados por Lewis en 1990 en el Cerro Amboró, área muy intervenida citada como la región volcánica.

Trachyxiophium williamsii (Herzog) Vaz-Imbassahy & D.P. Costa

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 1800 m. **Hábitat:** Crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Conocida por la colección tipo, en una zona muy intervenida del Chapare y en proceso de mayor degradación. Esta especie fue descrita originalmente por Herzog (1916) como *Hookeriopsis williamsii* y fue aceptada por Vaz-Imbassahy & Costa (2009). El epíteto específico hace honor a Robert S. Williams (1859-1945), el primer briólogo que colectó en Bolivia.

Pottiaceae

Gertrudiella validinervis var. ***serratopungens*** (Herzog) R.H. Zander

Ecoregión: Valles secos interandinos. **Altitud:** 2200-3200 m. **Hábitat:** Crece sobre el suelo y las rocas cubiertas por suelo. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo fue colectado por Herzog a 3200 m de Teneria, Aracatal (La Paz). Esta variedad fue aceptada por Zander (1993) en su tratamiento de los géneros de Pottiaceae.

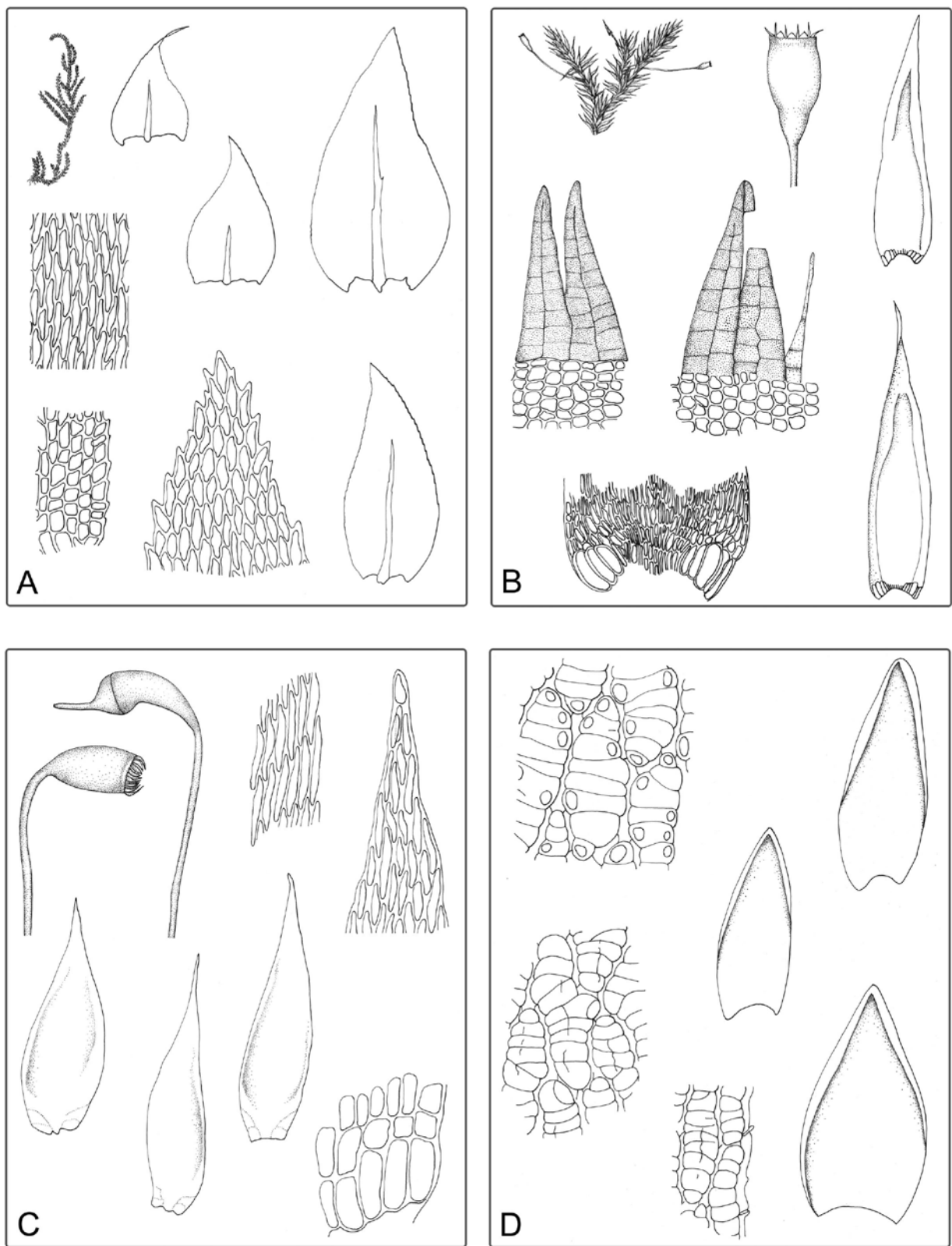


Figura 3. Ilustraciones de algunos musgos endémicos de bosque montano. A. *Flabellidium spinosum* Herzog. B. *Schroeterella zygodonta* Herzog. C. *Sematophyllum eurycystis* (Herzog) S.P. Churchill. D. *Sphagnum lapazense* H.A. Crum.

Streptotrichum ramicola Herzog

Ecoregión: Bosque montano superior de Yungas (Figura 1B).

Altitud: 3140-3400 m. **Hábitat:** Encontrado solamente sobre nudos de bambú (*Chusquea*). **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Conocida por la colección tipo y dos colecciones recientes (Cochabamba y La Paz), en bosques montañosos impactados. La colección tipo fue realizada por Herzog en Tablas (Cochabamba) durante su segundo viaje a Bolivia. Sólo se conoce una colección dentro un área protegida, el Parque Nacional Carrasco. Este género monoespecífico fue descrito por Herzog (1916) y aceptado por Zander (1993) en un tratamiento genérico de Pottiaceae.

Syntrichia boliviana M.T. Gallego & M.J. Cano

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 3470 m. **Hábitat:** Epífita.

Estado de conservación y justificación: Críticamente Amenazada. Esta especie fue descrita recientemente (Gallego & Cano 2009) y sólo se la conoce por la colección tipo realizada por Lewis en las aguas termales de Urmiri (La Paz); zona muy intervenida.

Syntrichia buchtienii (Herzog) M.J. Cano & M.T. Gallego

Ecoregión: Puna húmeda. **Altitud:** 3900-4800 m. **Hábitat:** Aparentemente es un musgo epífita y crece sobre rocas.

Estado de conservación y justificación: Críticamente Amenazada. El tipo fue colectado por Otto Buchtien en 1908 en Cacaltaya (La Paz) en una zona muy intervenida. Descrita originalmente por Herzog (1910), esta especie fue aceptada por Gallego & Cano (2009).

Rhacocarpaceae***Rhacocarpus chlorotus*** Herzog

Ecoregión: Bosque montano abierto de Yungas. **Altitud:** 1800-3560 m. **Hábitat:** Sitios expuestos, crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. El tipo fue colectado por Herzog en 1911 en el Locotal, en la región del Chapare (Cochabamba), se conocen dos colecciones adicionales. Aceptada por Frahm (1996).

Sematophyllaceae***Schroeterella zygodonta*** Herzog (Figura 3B)

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 2200 m. **Hábitat:** Probablemente en sitios con sombra, crece

sobre lianas, asociada con *Leskeodon andicola* (Spruce ex Mitt.) Broth. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Este género monoespecífico (Herzog 1916) es conocido solamente por la colección tipo realizada por Herzog en el valle del Río Tocorani (Cochabamba).

Sematophyllum eurycystis (Herzog) S.P. Churchill (Figura 3C)

Ecoregión: Bosque montano de Yungas y Tucumano-Boliviano. **Altitud:** 1300-2650 m. **Hábitat:** Sitios parcialmente sombreados, crece sobre roca, troncos de árboles y troncos en descomposición. **Estado de conservación y justificación:** Datos Insuficientes. Esta especie fue descrita originalmente por Herzog (1916) como *Rhaphidostegium eurycystis* en base a dos sintipos del departamento de Santa Cruz (Florida de San Mateo y Cordillera de Santa Cruz). Se han registrado cuatro colecciones recientes, incluyendo una de Chuquisaca.

Sphagnaceae***Sphagnum inretortum*** H.A. Crum

Ecoregión: Bosque montano de Yungas. **Altitud:** 3100 m. **Hábitat:** Sitios parcialmente sombreados, crece sobre humus. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente Amenazada. Crum (1990) describió esta especie y la ubicó en la nueva sección de *Sphagnum*, *Inretorta*. Se la conoce solo por el tipo colectado por Feuerer en 1981 entre Unduavi y Coroico (La Paz) que es una región muy intervenida.

Sphagnum lapazense H.A. Crum (Figura 3D)

Ecoregión: Bosque montano secundario alto de Yungas. **Altitud:** 3100-3300 m. **Hábitat:** Sitios parcialmente sombreados, crece sobre rocas húmedas con humus. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente amenazada. *Sphagnum lapazense* (sección *Sphagnum*) es conocida solamente por la colección tipo realizada por Price en 1999 en un bosque perturbado cerca a un campo minero (La Paz) y posteriormente fue descrita por Crum (2001). Es considerada una de las dos especies tropicales (la otra proviene del sureste de Asia) pertenecientes a los taxa basales y forma un grupo hermano de todas las otras especies reconocidas de *Sphagnum* en base a estudios de

secuencias de DNA (Shaw *et al.* 2003).

Sphagnum noryungasense H.A. Crum

Ecoregión: Bosque montano secundario de Yungas.

Altitud: 3100-3300 m **Hábitat:** Sitios parcialmente

sombreados, crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente amenazada. *Sphagnum noryungasense* (sección *Subsecunda*) fue descrita por Crum en 2001. Esta especie es conocida solamente por la colección tipo realizada por Price en 1999 proveniente de un bosque perturbado cerca a un campo minero (La Paz).

Sphagnum priceae H.A. Crum

Ecoregión: Bosque montano secundario de Yungas.

Altitud: 3100-3300 m. **Hábitat:** Sitios parcialmente

sombreados, crece sobre rocas. **Estado de conservación y justificación:** Críticamente amenazada. *Sphagnum priceae* (sección *Acutifolia*) fue descrita por Crum en 2001 y solamente es conocida por la colección tipo realizada por Price en 1999 en un bosque perturbado cerca a un campo minero (La Paz).

AGRADECIMIENTOS

A Mayte Gallego y Juan Jiménez que brindaron la información para la familia Pottiaceae. El proyecto en general, Musgos de Bolivia, ha sido financiado por fondos de National Science Foundation (DEB-9626747 y DEB-0542422) a través del Missouri Botanical Garden.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Britton, E.G. 1896. An enumeration of the plants collected by H. H. Rusby in Bolivia, 1885-1886. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 23: 471-499.

Brotherus, V.F. 1913. Musci frondosi. Páginas 174-179. *En: J. Perkins (Ed.). Beiträge zur Flora von Bolivia. Botanische Jahrbücher für systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie* 49: 170-233.

Buck, W.R. 1981. The taxonomy of *Eriodon* and notes on other South American genera of Brachytheciaceae with erect capsules. *Brittonia* 33: 556-563.

Calzadilla, E., C. Aldana & S. Churchill. 2010. Las Briofitas. *Bolivia Ecológica* 59: 1-28. Fundación Simón I. Patiño.

Cano, M.J. y J.A. Jiménez. 2009. *Indusiella* (Ptychomitriaceae) in South America. *The Bryologist* 112: 308-314.

Churchill, S.P. 2009. Moss diversity and endemism of the tropical Andes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 96: 434-449.

Churchill, S.P. y A. Fuentes C. 2005. Additions, combinations, and synonyms for the Bolivian moss flora. *Tropical Bryology* 26: 119-132.

Churchill, S.P. y E. Linares C. 1995. *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis. Introducción a la Flora de Musgos de Colombia.* Biblioteca José Jerónimo Triana. 12: 1-924.

Churchill, S.P., C. Aldana M. y E. Calzadilla. Acceso Sep 2010. Bryophytes of Bolivia. <http://www.tropicos.org/Project/BMP>

Churchill, S.P. N. Sanjines A. y C. Aldana. 2009. *Catálogo de las Briofitas de Bolivia: Diversidad, Distribución y Ecología.* Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado y Missouri Botanical Garden. La Rosa Editorial, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Crum, H. 1990. *Sphagnum inretortum*, a new species in a new section from Bolivia. *Bryologist* 93: 283-285.

Crum, H. 2001. Miscellaneous notes on the genus *Sphagnum*- 11. *Contributions from the University of Michigan Herbarium* 23: 107-114.

Enroth, J. 1995. Commentary on the moss genus *Flabellidium* (Brachytheciaceae). *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 40: 743-747.

Frahm, J.-P. 1996. Revision der gattung *Rhacocarpus* Lindb. (Musci). *Cryptogamie: Bryologie, Lichénologie* 17: 39-65.

Frahm, J.-P., H. Börner, N. Streiber, B. Wallau y S. Weitkus. 1996. Revision der Gattung *Conostomum* (Musci, Bartramiaceae). *Tropical Bryology* 12: 97-114.

Fransén, S. 1996[1995-1996]. A taxonomic revision of neotropical *Bartramia* Sección *Vaginella* C. Müll. *Lindbergia* 20: 147-179.

Gallego, M.T. y M.J. Cano 2009. *Syntrichia boliviana* (Pottiaceae, Bryophyta), a new species from the tropical Andes. *Systematic Botany* 34: 245-251.

Hallingbäck, T. y N. Hodgetts (Eds.). 2000. *Mosses, Liverworts and Hornworts: A Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes.* IUCN, Gland.

Hedenäs, L. 2003. Amblystegiaceae (Musci). *Flora Neotropica* Mongraph 89: 1-108.

- Herzog, T. 1909[1910]. Beiträge zur Laubmoosflora von Bolivia. Beihefte Botanischen Centralblatt 26: 45-102.
- Herzog, T. 1910. Weitere Beiträge zur Laubmoosflora von Bolivia. Beihefte Botanischen Centralblatt 27: 348-358.
- Herzog, T. 1916. Die Bryophyten meiner zweiten Reise durch Bolivia. Bibliotheca Botanica 87:1-347.
- Herzog, T. 1934. Die Bryophyten der Andenreisen von C. Troll (Bolivia, Colombia, Panama). Hedwigia 74: 79-114.
- Ireland, R.R. 1992. The moss genus *Isopterygium* (Hypnaceae) in Latin America. Tropical Bryology 6: 111-132.
- IUCN. 2001. IUCN Red List Categories and Criteria Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, United Kingdom.
- Lewinsky, J. 1984. *Orthotrichum* Hedw. in South America 1. Introduction and taxonomic revision of taxa with immersed stomata. Lindbergia 10: 65-94.
- Lewinsky, J. 1987. *Orthotrichum* (Orthotrichaceae) in South America 2. Taxonomic revision of taxa with superficial stomata. Memories of the New York Botanical Garden 45: 326-370.
- Lewis, M. y B. Allen. 1992. *Hypnella ambrosia* (Bryopsida: Hookeriaceae), a new species from Bolivia. Novon 2: 355-357.
- León-Yáñez, S., S.R. Gradstein y C. Wegner. 2006. *Hepáticas (Marchantiophyta) y Antoceros (Anthocerotophyta) del Ecuador: Catálogo*. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Malta, N. 1926. The genus *Zygodon* Hook. et Tayl. Latvijas Univeritates Botaniska Darza Darbi 1: 1-185.
- McFarland, K.D. 1988. Revision of *Brachythecium* (Musci) for Mexico, Central America, South America, Antarctica, and Circum-Subantarctic Islands. Ph. D. Dissertation, University of Tennessee.
- Müller, C. 1897. Prodrömus bryologiae boliviana. Nuovo Giornale Botanico Italiano 4: 5-50, 113-168.
- Muñoz, J. 1999. A revision of *Grimmia* (Musci: Grimmiaceae) in the Americas. 1: Latin America. Annales Missouri Botanical Garden 86: 118-191.
- Ochi, H. 1980. A revision of the neotropical Bryoideae, Musci (First Part). Journal of the Faculty of Education, Tottori University, Natural Sciences 29: 49-154.
- Ochyra, R. 1985. *Koponenia* a new pleurocarpous moss genus from Bolivia. Journal of Bryology 13: 479-486.
- Ochyra, R. 1999. New combinations in neotropical mosses. Fragmenta Floristica et Geobotanica 44: 255-259.
- Pursell, R.A. 2007. Fissidentaceae. Flora Neotropica Monograph 101: 1-278.
- Rao, P. 2001. Taxonomic studies on *Cryphaea* (Cryphaeaceae, Bryopsida) 3. Revision of European, African, Australian and Oceanian, and American species. Bryobrothera 7: 37-111.
- Shaw, J. 1985. Nomenclatural changes in the Bryaceae, subfamily Mielichhoferioideae. The Bryologist 88: 28-30.
- Shaw, J. 1987. Systematic studies on the Bryaceae. Memoirs of the New York Botanical Garden 45: 682-690.
- Shaw, A.J., C.J. Cox y S.B. Boles. 2003. Polarity of peatmoss (*Sphagnum*) evolution: Who says bryophytes have no roots. American Journal of Botany 90: 1777-1787.
- Vaz-Imbassahy, T. y D.P. Costa. 2009. New combinations and new synonyms in Pilotrichaceae (Bryophyta) II. Nova Hedwigia 88: 465-474.
- Williams, R.S. 1903. Bolivian mosses, I. Bulletin of the New York Botanical Garden 3: 104-134.
- Williams, R.S. 1909. Bolivian mosses, II. Bulletin of the New York Botanical Garden 6: 227-261.
- Zander, R.H. 1993. Genera of the Pottiaceae: Mosses of harsh environments. Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences 32: vi + 1-378.