

HISTORIA NATURAL DEL CERRO MUTÚN: II. DIVERSIDAD DE BRIOFITAS

NATURAL HISTORY OF CERRO MUTÚN: II. DIVERSITY OF BRYOPHYTES

Yanina I. Inturias^{1, 4}; Daniel Villarroel^{1, 2, 3}; G. Alexander Parada¹, Steven P. Churchill^{1, 3} & Carolyn E.B. Proença²

¹ Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Universidad Gabriel René Moreno. Santa Cruz – Bolivia.
E-mail: yaninainturias@gmail.com

² Programa de Post-Grado en Botánica, Universidade de Brasilia. Brasilia, DF. – Brasil.

³ Laboratorio de botánica, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, El Vallecito Km. 9 carretera al Norte, CC. 702, Santa Cruz de la Sierra-Bolivia.

³ Missouri Botanical Garden, P.O. Box 229, St. Louis, Missouri, U.S.A.

⁴ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal de Mato Grosso, MT-Brasil

Resumen. En el presente estudio inventariamos la diversidad de la brioflora del Cerro Mutún con la finalidad de incrementar el conocimiento de la biodiversidad regional y nacional. Para este fin, realizamos inventarios de briófitos en cuatro comunidades vegetales naturales del Cerro Mutún: 1) bosque semideciduo chiquitano (*bch*); 2) bosque chiquitano edafohigrófilo (*bche*); 3) vegetación saxícola (*vs*); y 4) cerrado *sensu lato* (*csl*), que corresponde a un complejo fisionómico de campos y savanas. Con los datos obtenidos, determinamos la riqueza de especies por comunidad, y calculamos su similaridad mediante un UPGMA utilizando una matriz de *Sørensen*. Finalmente, calculamos y comparamos la diversidad taxonómica de la brioflora del Cerro Mutún en relación al de la Chiquitanía y el Pantanal. Un total de 26 especies, 21 géneros y 17 familias fueron registrados, siendo los musgos el grupo con mayor riqueza (19 spp.). La comunidad vegetal más rica fue el *csl* con 9 spp., siendo la *vs* la de menor riqueza (6 spp.). El análisis de similaridad indicó que cada comunidad vegetal posee una brioflora bastante diferente (similaridad <20%). La diversidad taxonómica calculada para el Cerro Mutún ($\Delta^+=94.02$), fue similar a la existente en toda la Chiquitanía ($\Delta^+=94.44$) y superior al del Pantanal ($\Delta^+=88.64$), por lo cual, podemos indicar que el Cerro Mutún resguarda gran parte de la variabilidad taxonómica existente en toda la región subhúmeda del Este de Santa Cruz. Entre las especies más sobresalientes destacamos a: *Erpodium biseriatum*, considerada mundialmente rara; y *Sematophyllum eurycystis*, que previamente considerada endémica del centro y sur de los Andes en Bolivia.

Palabras clave: brioflora, Chiquitanía, diversidad taxonómica, Mutún.

Abstract. In the present study we determined the bryoflora diversity of Cerro Mutún in order to increase awareness at the level of regional and national biodiversity. For this reason, we conducted inventories of bryophytes in four natural plant communities of Cerro Mutún: 1) bosque semideciduo chiquitano (*bch*); 2) bosque chiquitano edafohigrófilo (*bche*); 3)

vegetación saxícola (*vs*); and 4) cerrado *sensu lato* (*csl*). With the data obtained, we determined the species community richness, and calculate their similarity using a UPGMA. Finally, we calculate and compare the taxonomic diversity of bryoflora Cerro Mutún in relation to the Chiquitania and Pantanal. A total of 26 species, 21 genera and 17 families were recorded; mosses were the richest group (19 spp.). The richest plant community was the CSL with nine species, and the least rich *vs* (6 spp.). The similarity analysis indicated that each plant community has a very different bryoflora (similarity <20%). The taxonomic diversity calculated for the Cerro Mutún ($\Delta^+ = 9402$) was similar to the Chiquitania ($\Delta^+ = 94.44$) and least to the Pantanal ($\Delta^+ = 88.64$), so we can conclude that the Cerro Mutún protects much of the existing taxonomic variability across the Chiquitania region. Among the most notable species, include two species: *Erpodium biseriatum*, considered globally rare; and *Sematophyllum eurycystis*, which was previously considered endemic to central and southern Bolivian Andes.

Keywords: Bryoflora, Chiquitanía, taxonomic diversity.

INTRODUCCIÓN

Las briofitas son plantas no vasculares pequeñas que cumplen un importante rol en el ciclo hidrológico del agua. Se los puede encontrar en diferentes hábitats, desde lugares muy húmedos, hasta áridos (Delgadillo & Cárdenas, 1990; Gradstein *et al.*, 2001), y es considerado el segundo grupo de plantas terrestres con mayor número de especies (ca.15.000) (Gradstein *et al.*, 2001).

De acuerdo a Churchill *et al.* (2009), la brioflora boliviana está compuesta por un total de 1399 especies, las cuales se distribuyen en 387 géneros y 106 familias, siendo los musgos el grupo con mayor diversidad taxonómica (69 familias; 275 géneros; 918 especies), y los antoceros el menos diverso (2 familias; 3 géneros; 4 especies).

En comparación a otros grupos botánicos, las briófitas en Bolivia han sido las menos estudiadas, tanto taxonómica como ecológicamente. Entre los pocos estudios realizados podemos destacar los de Sanjinés (2004), Lozano (2005), Fuentes & Churchill (2005) Aldana (2008), Mogro (2008), Churchill (2009), Churchill & Lozano (2009), Churchill & Linneo (2009) y Linneo (2011), todos estos concentrados a lo largo de la cadena oriental de la cordillera de los Andes.

Churchill *et al.* (2009), indican que la región Andina es donde se concentra la mayor diversidad de briófitas, patrón que fue determinado también en Colombia, Ecuador y Perú (Churchill, 2011). Sin embargo, si bien la región Andina en Bolivia es considerada como la de mayor diversidad de briófitas, también es donde se han concentrado los mayores niveles de esfuerzo de colecta en relación a otras regiones, tal como las denominadas *tierras bajas* del oriente boliviano (Amazonía, Chaco, Chiquitanía y Pantanal), las cuales tienen déficit de información (Churchill *et al.*, 2009).

Dentro de la región de la Chiquitanía, una de las tantas zonas consideradas con ausencia de información briológica es el Cerro Mutún, la cual por sus características geológicas, es

considerada como una de las mayores reservas de hierro y manganeso a nivel mundial (Villarroel *et al.*, 2009; Pinto-Ledezma & Villarroel, 2016). Debido a dicha riqueza mineral, entre los años 2008 y 2013 se realizó la extracción de hierro, degradando drásticamente los diferentes tipos de hábitats y la biodiversidad existente en el Cerro Mutún, la cual hasta la fecha, es considerada un vacío de información (Pinto-Ledezma & Villarroel, 2016).

Por lo cual, el presente trabajo tiene por objetivo inventariar la diversidad de la brioflora del Cerro Mutún, e identificar los hábitats donde mayormente se concentran, para así, rescatar el conocimiento taxonómico y ecológico de los briófitos de un área seriamente amenazada por la minería. Este trabajo, corresponde al segundo manuscrito que forma parte de una serie de artículos que iremos presentado como parte de lo que denominamos *HISTORIA NATURAL DEL CERRO MUTÚN*.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El Cerro Mutún se encuentra al Este de Bolivia en la provincia Germán Busch del departamento de Santa Cruz, a 36 km de Puerto Suárez, con altitudes que van de 100 a 800 msnm, cubriendo un área aproximada de 120 Km² (Pinto-Ledezma & Villarroel, 2016) (Figura 1).

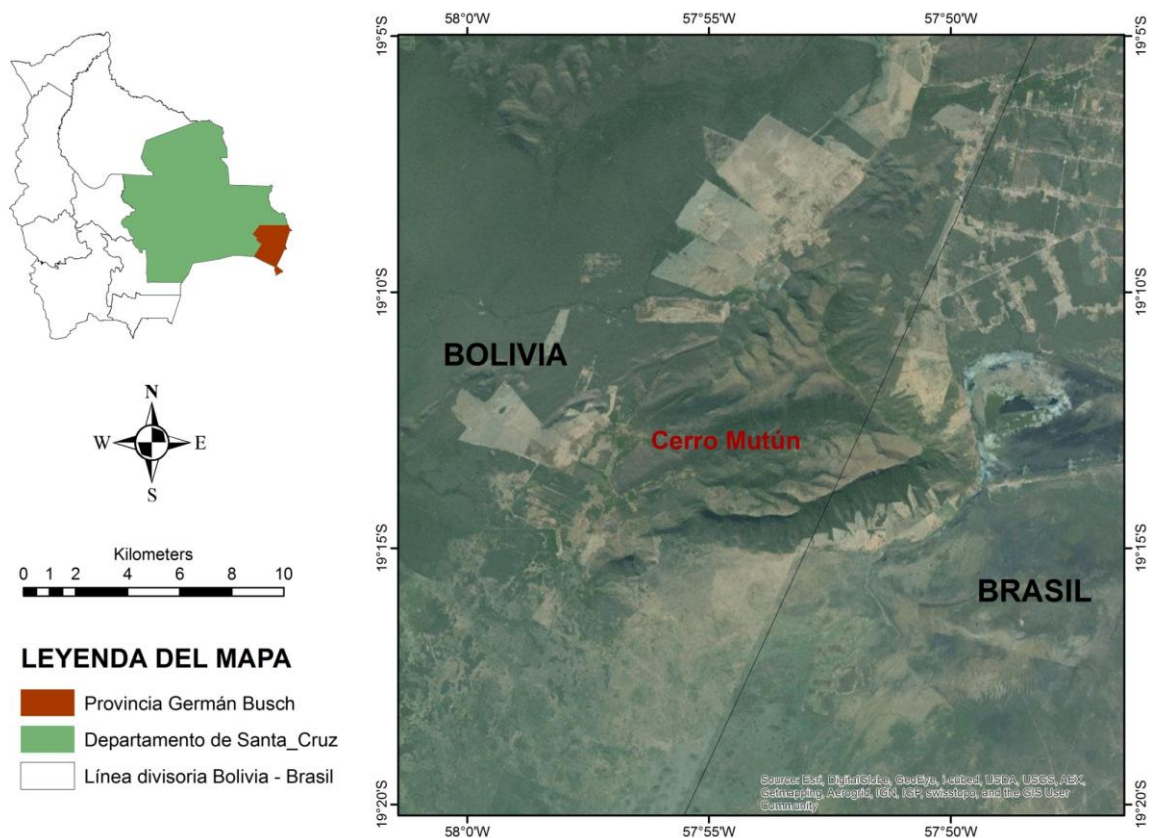


Figura 1. Mapa de ubicación del Cerro Mutún Provincia Germán Busch, Departamento de Santa Cruz, Bolivia.

Toma de datos

Se realizaron inventarios en cuatro comunidades vegetales naturales del Cerro Mutún en octubre de 2013, y febrero de 2014. Estas cuatro comunidades vegetales muestradas fueron las diferenciadas por Villarroel *et al.* (2009), y son: 1) bosque semidecíduo chiquitano (*bch*), 2) bosque chiquitano edafohigrófilo (*bche*), 3) cerrado *sensu lato* (*csl*) y 4) vegetación saxícola (*vs*). Los inventarios consistieron en colecciones generales mediante búsqueda intensiva en los diferentes sustratos existentes en cada una de las comunidades. Los sustratos identificados fueron: acuática, epífita, roca, suelo, y troncos en descomposición. La metodología de colecta, preservación y herborización fue basada en la propuesta por Yano (1984), y la determinación del tipo de sustrato fue en base a Churchill *et al.* (2009).

Identificación taxonómica

Todas las muestras colectadas fueron tratadas y depositadas en el Herbario del Oriente Boliviano (USZ) bajo el acrónimo y número de colección de *Y.I. Inturias*, con la secuencia de 1421 a 1456C. Duplicados de todos los especímenes colectados fueron enviados al herbario del Jardín Botánico de Missouri (MO).

Las muestras se identificaron utilizando las claves taxonómicas de Gradstein *et al.* (2001) y Gradstein & Costa (2003), y finalmente mediante la comparación con especímenes depositados en el herbario USZ. Todos los especímenes colectados actualmente se encuentran en la base de datos virtual de TROPICOS (MO). La designación final de los nombres científicos y su respectiva categorización taxonómica, fue realizada en base a la información disponible del *Bolivia Bryophyte Project* (<http://www.tropicos.org/Project/BMP>).

Análisis

Los datos obtenidos fueron tabulados en planillas electrónicas de *Microsoft Excel*, para su posterior depuración y organización, pudiendo así realizar los siguientes análisis:

Riqueza y composición

Fue determinada mediante la cuantificación del número de especies, géneros y familias presentes en toda el área de estudio, y por cada una de las comunidades muestradas. Los resultados fueron expresados en histogramas elaborados en el programa *Microsoft Excel*.

Similaridad

La similitud de especies entre las cuatro comunidades vegetales muestradas se calculó mediante el *Método de Agrupamiento de Enlace Promedio*, o también denominado como UPGMA por sus siglas en inglés. Este método de similaridad jerárquica, fue aplicado utilizando una matriz de similaridad cualitativa de *Sørensen*. Los resultados fueron expresados gráficamente en un dendrograma. El cálculo del UPGMA y el dendrograma, fueron realizados con el software *Past v.2.05*.

Diversidad taxonómica

Para determinar la diversidad taxonómica briológica total del Cerro Mutún, y compararla en relación a la existente en la Chiquitanía y el Pantanal, se construyó una matriz general de especies, la cual indicaba la ausencia y/o presencia de una u otra especie dentro de las tres regiones. El listado de briófitos de la Chiquitanía y el Pantanal fue obtenido de la base de datos del *Bolivia Bryophyte Project* (www.tropicos.org/Project/BMP). Así también, se construyó una segunda matriz de datos, la cual contenía las jerarquías taxonómicas de cada especie, siendo estos: 1) división, 2) clase, 3) orden, 4) familia, y 5) género. Con estas dos matrices, calculamos para cada una de las regiones la media de la diferenciación taxonómica (AvTD, Δ^+) (Clarke & Warwick, 1998) y la variación o varianza de la diferenciación taxonómica (VarTD, Λ^+) (Clarke & Warwick, 2001). Ambos análisis fueron realizados al 95% de probabilidad y graficados con el software *Primer v.5*.

RESULTADOS

Riqueza y composición

De 41 colecciones realizadas en toda el área de estudio, fueron registradas un total de 26 especies (Anexo 1), de las cuales cuatro llegaron a ser identificadas hasta nivel de género, con la seguridad que no corresponden a los otros taxones ya identificados hasta especie. Estas 26 especies identificadas se distribuyen en 21 géneros, 17 familias y dos grupos (musgos y hepáticas). El grupo con mayor diversidad taxonómica fueron los musgos, con 19 especies, 17 géneros y 14 familias, siendo las hepáticas las menos diversas con 7 especies, 4 géneros y 3 familias.

Las seis primeras familias con los valores taxonómicos más altos (Figura 2), agrupan al 47.6% de los géneros y el 50.7% de las especies. Las familias con mayor número de géneros fueron Bryaceae, Hypnaceae, Lejeuneaceae y Stereophyllaceae, siendo las familias Frullaniaceae y Fissidentaceae las que presentaron la mayor riqueza de especies en comparación a las mencionadas inicialmente (Figura 2).

Las 26 especies identificadas fueron encontradas creciendo en cinco tipos de sustratos: acuática, epífita, roca, suelo y tronco en descomposición (Figura 3). El sustrato donde se registró el mayor número de especies fue el epífita con 11 especies y suelo con ocho, siendo el sustrato acuático y semiacuático la que presentó solo una especie (*Fissidens* aff. *serratus*). La especie *Entodontopsis leucostega* fue encontrada en 4 sustratos, por lo cual, asumimos que casi la totalidad de las especies son específicas de un solo tipo de sustrato.

En el cerrado *sensu lato* se registró la mayor riqueza de especies, seguido por el bosque chiquitano edafohigrófilo, donde se registró el mayor número de géneros y con la que comparten igual número de familias (Tabla 1).

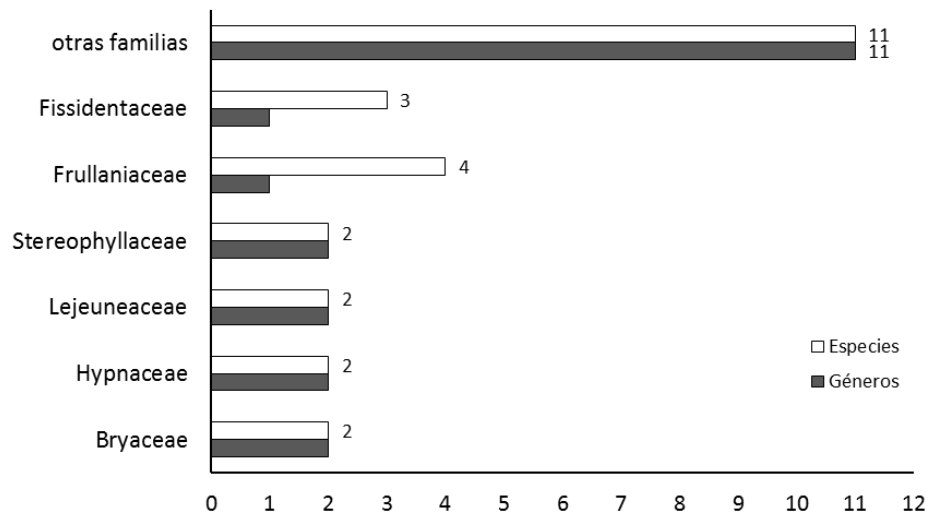


Figura 2. Las seis familias con mayor número de género y especies del Cerro Mutún, Provincia Germán Busch, Departamento de Santa Cruz, Bolivia.

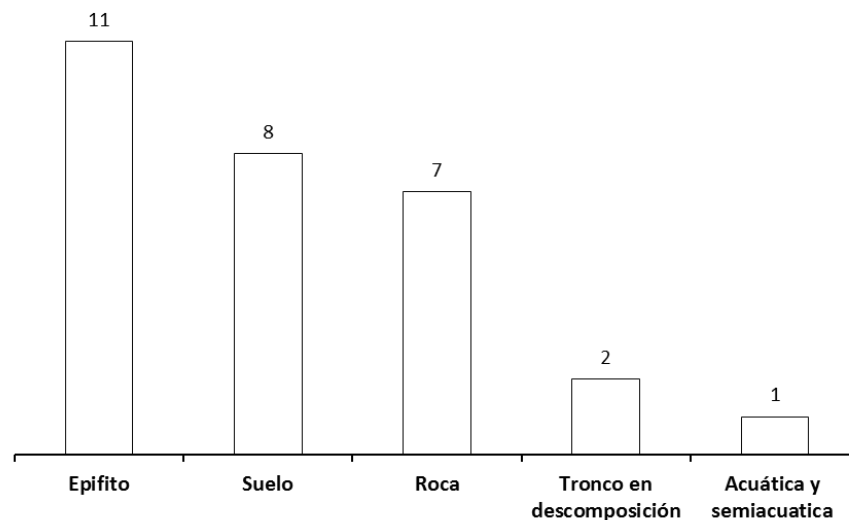


Figura 3. Riqueza de especies por tipo de sustrato presente en el Cerro Mutún, Provincia Germán Busch, Departamento de Santa Cruz, Bolivia.

Tabla 1. Riqueza por comunidad vegetal del Cerro Mutún Provincia Germán Busch, Departamento de Santa Cruz, Bolivia.

Vegetación	Familia	Género	Especie
cerrado <i>sensu lato</i>	7	7	9
boque chiquitano edafohigrófilo	7	8	8
vegetación saxícola	6	6	6
bosque chiquitano semideciduo	5	5	5

Similaridad

La similitud de especies entre comunidades vegetales fue bastante baja (Figura 4). La similitud entre el *bch*, *csl* y *vs* fue inferior al 20%, siendo *Entodontopsis leucostega* la especie que estuvo presente en todos estos ambientes muestreados. Así también, identificamos un alto contraste de composición de especies del *bche* en relación a las otras, ya que, no compartió ninguna especie. Por lo cual, podemos indicar que, cada una de las comunidades estudiadas posee una brioflora específica.

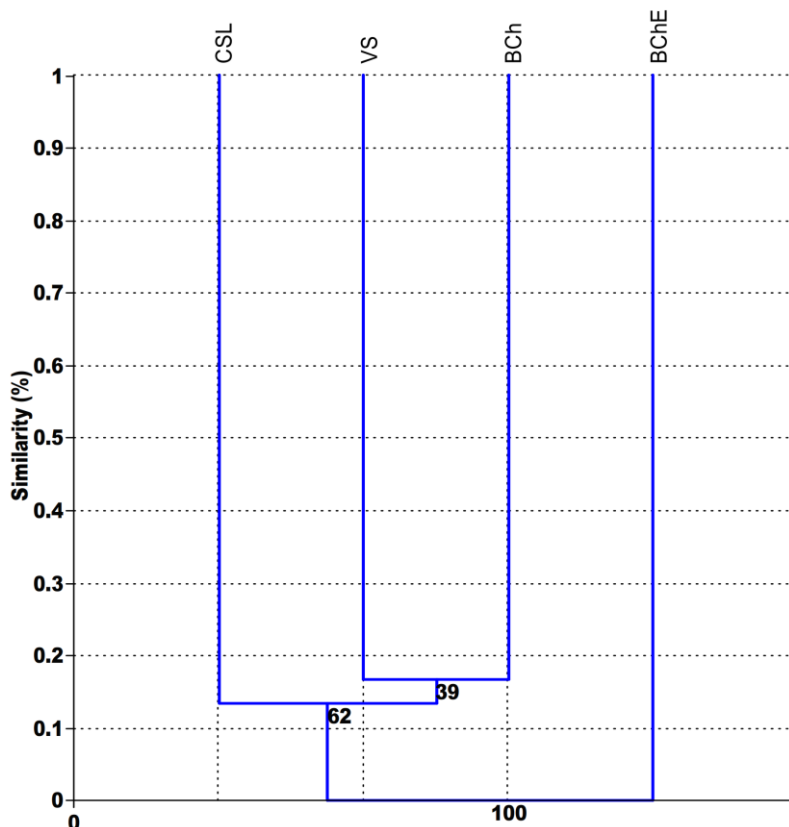


Figura 4. Dendrograma de similitud mediante el índice de Sørensen. *bch*= bosque chiquitano semidecíduo, *bche*= bosque chiquitano edafohidrófilo, *csl*= cerrado sensu lato, *vs*= vegetación saxícola.

Diversidad taxonómica

La base de datos elaborada a partir del inventario del Cerro Mutún, y lo reportado por *The Bolivia Bryophyte Project* para la región de la Chiquitanía y Pantanal estuvo conformada taxonómicamente por un total de 120 especies, 70 géneros, 42 familias, 15 órdenes y 4 clases. La mayor riqueza de especies se registra para la Chiquitanía, con un total de 105 especies.

Sin embargo, si bien la Chiquitanía posee el mayor número de especies, su diversidad taxonómica total ($\Delta^+=94.44$) es similar a la que posee el Cerro Mutún ($\Delta^+=94.02$) (Figura 5).

La diversidad taxonómica de briófitos del Cerro Mutún es superior a la registrada en todo el Pantanal boliviano ($\Delta^+=88.64$). Los valores obtenidos para la Chiquitanía y el Mutún, poseen un bajo agrupamiento taxonómico, lo cual estaría dentro de lo esperado según Λ^+ (Figura 5). Este patrón nos indica la existencia de una buena distribución de las especies en relación a los distintos niveles de jerarquías taxonómicas utilizadas.

Por lo cual, pese a su reducida superficie que posee el Cerro Mutún en relación a la Chiquitanía y el Pantanal, ésta posee una alta representatividad taxonómica, convirtiéndola así, en una zona con una elevada heterogeneidad filogenética de briófitos.

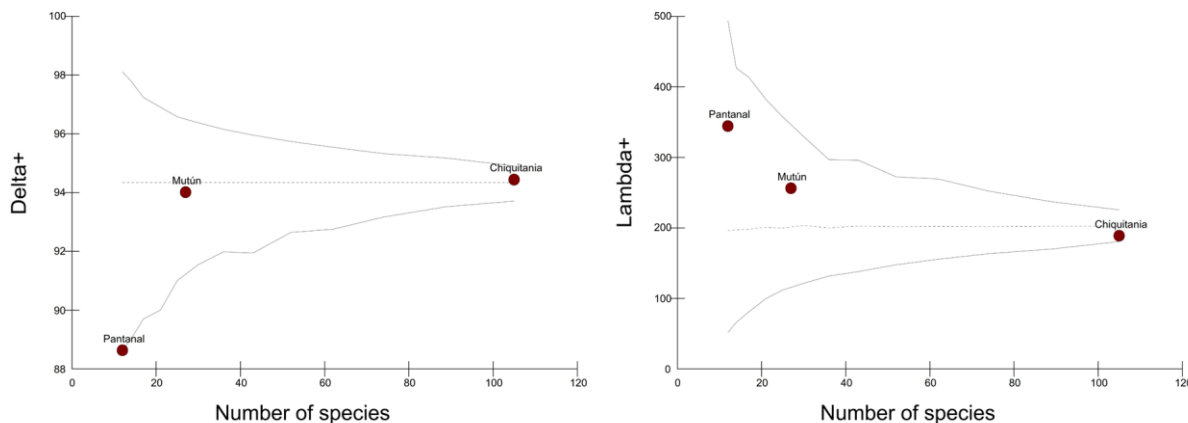


Figura 5. Promedio ($\Delta^+=\Delta^+$) y varianza ($\Lambda^+=\Lambda^+$) de la diversidad taxonómica del Cerro Mutún en relación a la región de la Chiquitanía y Pantanal.

DISCUSIÓN

Riqueza y composición

Las familias Fissidentaceae y Frullaniaceae determinadas como las que presentan la mayor cantidad de especies en el Cerro Mutún, están consideradas a nivel general entre las más ricas de todo Bolivia (Churchill *et al.* 2009), más específicamente dentro de los bosques montanos (Linneo 2011). De estas dos familias, en la región de la Chiquitanía, solo Fissidentaceae aparece como la más rica, y Frullaniaceae se reporta con una sola especie (*Frullania ericoides*) (Churchill *et al.* 2015), por lo que, la especies *Frullania kunzei* y *F. gibbosa* estarían siendo consideradas como nuevos registros para la región.

Ninguna de estas dos familias fue reportada en la región del Pantanal boliviano. Sin embargo, en el Pantanal brasileiro, Camara & Vital (2006) reportaron estas dos familias, cada una con dos especies respectivamente, valores que estarían por debajo de lo que determinamos en el presente estudio.

El género *Frullania*, el cual se presentó con el mayor número de especies, es considerado como la hepática más rica en especies del neotrópico (Gradstein *et al.* 2001), y en Bolivia como el segundo genero más rico (Churchill *et al.* 2015). Así mismo, *Fissidens*, que dentro del área de estudio presentó tres especies, es reportado como el género de musgo más rico de

Bolivia. Por lo cual, la riqueza de especies por géneros del Cerro Mutún, presenta un patrón similar al determinado en Bolivia y el neotrópico.

Así también, la riqueza de especies por tipo de sustrato, los resultados obtenidos reflejan el mismo patrón determinado a nivel general en Bolivia, donde el sustrato más colonizado es de tipo epífita (Churchill *et al.* 2009). De todas las especies registradas, *Entodontopsis leucostega* estuvo presente en cuatro tipos de sustratos, y las 25 especies restantes fueron exclusivas en un único tipo sustrato, lo cual demuestra una alta especificidad.

Fitogeográficamente, 30.8% de la brioflora del Cerro Mutún posee una amplia distribución, tanto a nivel neotropical (*Frullania kunzei*, *F. gibbosa*, *Isopterygium tenerum*, *Vesicularia vesicularis*, *Cyclodictyon albicans* y *Entodontopsis leucostega*), como pantropical (*Philonotis hastata*, *Syrhodon incompletus* y *Octoblepharum albidum*).

Entre las especies fitogeográficamente importantes, se destaca el hallazgo de *Sematophyllum eurycystis*, la cual es una especie endémica de Bolivia y previamente considerada con distribución restringida a los bosques tucumano-boliviano y posiblemente los yungas de acuerdo a Churchill *et al.* (2009; 2015). Otra especie con particularidades fitogeográficas es *Erpodium biseriatum*, la cual reportamos por segunda vez en Bolivia, y *Brachymenium coarctatum*, especie considerada rara, poco frecuente y previamente solo reportada en el bosque Amazónico y Pantanal (Churchill *et al.* 2009). Estas dos especies no fueron reportadas por Câmara & Vital (2004; 2006) para la región del Pantanal brasileño.

Similaridad

La única especie compartida entre las comunidades vegetales estudiadas excepto el *bche* fue *Entodontopsis leucostega*, la cual es considerada una especie que habita diversos tipos de sustratos (tronco en descomposición, epífita, roca y suelo), y que se distribuye ampliamente en todo el neotrópico. En Bolivia, se la ha reportado creciendo en las regiones como la Amazonía, Chiquitanía, Chaco, Valles Secos Interandinos, Yungas y Tucumano-Boliviano (Churchill *et al.* 2009).

Así también estudios realizados por Linneo (2011), Decker (2004) y Sanjinés (2004) obtuvieron datos muy similares a los reportados en el presente estudio, donde la similaridad resultante de la comparación entre comunidades vegetales en diversas regiones de Bolivia fue menor al 40%. La alta disimilaridad de la brioflora entre las comunidades evaluadas, también es un patrón determinado en la flora fanerofítica dentro en el Cerro Mutún (Villaruel *et al.* 2009, Aramayo 2015). Esta baja similaridad de briófitos, puede ser atribuida a la especificidad de las especies por tipo de sustrato, humedad relativa, presencia de cuerpos de agua, y variaciones de la cobertura arbórea, la cual caracteriza a cada una de las comunidades vegetales evaluadas.

Diversidad taxonómica

Los resultados obtenidos sobre la diversidad y variabilidad taxonómica de las briofitas del Cerro Mutún en relación a la Chiquitanía y Pantanal, indica que el área de estudio resguarda una representatividad similar a la existente en toda la región. Esto indica que, si bien en esta área existe una riqueza específica baja, ésta posee una buena representatividad de los

principales linajes de toda la región Oriental, y por ende, una buena representación genética (pool genético) de las diferentes jerarquías taxonómicas.

CONCLUSIÓN

El presente trabajo es el primer inventario de briofitas del Cerro Mutún y sus alrededores, con el cual se genera una base para continuar con más estudios referentes a este grupo de plantas muy poco estudiadas en Bolivia. Las cuatro comunidades vegetales evaluadas del Cerro Mutún poseen una brioflora propia, las cuales en su conjunto resguardan altos valores de toda la variabilidad taxonómica existente en toda la región Oriental de Santa Cruz (Chiquitanía y Pantanal). Entre las especies más sobresalientes registradas en el inventario, destacamos a *Erpodium biseriatum* (Austin) Austin (Erpodiaceae), la cual es considerada una especie rara a nivel mundial, y que recientemente fue reportada para la brioflora Boliviana.

AGRADECIMIENTOS

Estamos profundamente agradecidos a las Carreras de Biología y Ciencias Ambientales de la Universidad Gabriel Rene Moreno y PCA Ingenieros Consultores S.A. por el apoyo logístico. Este estudio fue financiado por la *Rufford Small Grants Foundation* (Proyecto RSG 13513-1).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDANA, M.C.E. 2008. Briofitas de los bosques de *Polylepis pepeii* (Provincia Murillo, La Paz-Bolivia): comunidades y ecología. Tesis licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- ARAMAYO, G.M. 2015. Diversidad alfa y beta de la vegetación del Cerro Mutún (Prov. Germán Busch, Santa Cruz-Bolivia). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.
- CÂMARA, P.E. & VITAL, D.M. 2004. Briófitas do município de Poconé, Pantanal de Mato Grosso, MT, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18(4):881–886
- CÂMARA, P.E. & VITAL, D.M. 2006. Briófitas de Cáceres, Pantanal de Mato Grosso, Brasil, con nuevos registros para el estado y el país. *Tropical Bryology* 27:1–8.
- CHURCHILL, S. P. 2009. Bryophytes of Alarachi Natural Reserve, departament of Tarija, Bolivia. *Tropical Bryology* 30:85–91
- CHURCHILL, S.P. 2011. Diversity of mosses in the tropical Andes. Pp. 224-227. En: S.K. HERZOG, R. MARTÍNEZ, P.M. JØRGENSEN & H. TIESSEN (eds.). *Climate Change and Biodiversity of the Tropical Andes*. MacArthur Foundation, Inter-American Institute of Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). São Paulo, Brasil.
- CHURCHILL, S. P. & R. LOZANO. 2009. Bryophytes of the Tucuman-Bolivian montane forest, Bolivia. *Tropical Bryology* 30:19-42

- CHURCHILL, S.P. & I. LINNEO. 2009. Los Briofitos. En: L. Arroyo & S.P. Churchill (eds). Estudio botánico en la región de Bella Vista del Departamento de Santa Cruz, Bolivia: Una base para la conservación. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado y Missouri Botanical Garden. Santa Cruz, Bolivia.
- CHURCHILL, S.P., N. SANJINES & C. ALDANA. 2009. Catálogo de las briofitas de Bolivia: diversidad, distribución y ecología. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado y Missouri Botanical Garden. Santa Cruz, Bolivia.
- CHURCHILL, S.P., C. ALDANA, E. CALZADILLA, I. LINNEO, S. CARREÑO & Y. INTURIAS. 2007-2015. Bryophytes of Bolivia. Bolivia Moss Project. <http://www.tropicos.org/Project/BMP>.
- CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK. 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology* 35:523-531
- CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine Ecology Progress Series* 216:265-278
- DECKER, M. 2004. Composición y diversidad de comunidades de musgos en tres localidades de la Siberia (Santa Cruz-Bolivia). Tesis de licenciatura. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- DELGADILLO, M.C. & A. CÁRDENAS S. 1990. Manual de briofitas. Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- FUENTES, A. & S.P. CHURCHILL. 2005. Catalogo preliminar de las briofitas de la región de Madidi. Bolivia. *Ecología en Bolivia* 40:170-198
- GRADSTEIN, S.R. & D.P. COSTA. 2003. The hepaticae and anthocerotae of Brazil. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 87(1):1-301
- GRADSTEIN, S.R., S.P. CHURCHILL & N. SALAZAR ALLEN. 2001. Guide to the bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 86:1-557
- LINNEO, I. 2011. Composición y distribución de briofitas en dos ambientes ecológicos, a tres niveles altitudinales en la región Yungueña del municipio de Independencia, Cochabamba-Bolivia. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.
- LOZANO, A.R. 2005. Aporte al conocimiento de la riqueza y composición de la flora de musgos del bosque tucumano-boliviano, comunidad de Nuevo Mundo: Provincia Belisario Boeto, Dep. de Chuquisaca. Tesis de licenciatura. Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia.

- MOGRO, C.F.I. 2008. Diversidad de musgos en un gradiente altitudinal Parque Nacional Carrasco (PNC) Cochabamba-Bolivia. Tesis de licenciatura. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- PINTO-LEDEZMA, J.N. & D. VILLARROEL. 2016. Historia natural del cerro Mutún I: síntesis geográfica, geofísica, climática y socioeconómica. *Kempffiana* 11(2):29-38.
- SANJINÉS, A.N.N. 2004. Briofitos terrestres en el páramo yungueño del Cerro Hornuni-Catapata: Especies y comunidades. Tesis de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- VILLARROEL, D., J.N. PINTO-LEDEZMA, T. CENTURIÓN & A. PARADA. 2009. Relación de la cobertura leñosa y la riqueza herbácea en tres fisionomías del Cerrado sensu lato (Cerro Mutún, Santa Cruz, Bolivia). *Ecología en Bolivia* 44(2):88-98.
- YANO, O. 1984. BRIOFITAS. PP. 27-30. EN: O. FIDALGO & V.L.R. BONONI (EDS.). *Técnicas de colecta, preservação e herborização de material Botânico. Manual n4.* Instituto de Botânica. São Paulo, Brasil.

Anexo 1. Riqueza de las especies de briofitas por comunidad del Cerro Mutún (bch= bosque chiquitano semideciduo, bche= bosque chiquitano edafohidrófilo, csl= cerrado sensu lato, vs= vegetación saxícola.

Grupo	Familia	Especie	bch	bche	csl	vs	
Marchantiophyta	Frullaniaceae	<i>Frullania kunzei</i>	--	--	x	--	
		<i>Frullania sp.1</i>	--	--	x	--	
		<i>Frullania ericoides</i>	x	--	--	--	
		<i>Frullania gibbosa</i>	--	--	x	--	
	Lejeuneaceae	<i>Lejeunea sp.</i>	--	x	--	--	
		<i>Microlejeunea sp.</i>	--	--	x	--	
	Ricciaceae	<i>Riccia sp.</i>	--	--	--	x	
	Bryophyta	Bartramiaceae	<i>Philonotis hastata</i>	--	--	--	x
		Bryaceae	<i>Brachymerium coarctatum</i>	--	--	--	x
			<i>Bryum capillare</i>	--	--	x	--
<i>Bryum capillare</i>			--	--	x	--	
Calymperaceae		<i>Syrrhopodon incompletus</i> var. <i>incompletus</i>	--	x	--	--	
Dicranaceae		<i>Campylopus surinamensis</i>	--	--	x	--	
Erpodiaceae		<i>Erpodium biseriatum</i>	x	--	--	--	
Fissidentaceae		<i>Fissidens leptophyllus</i>	--	--	x	--	
		<i>Fissidens pallidinervis</i>	x	--	--	--	
		<i>Fissidens aff. serratus</i>	--	x	--	--	
Helicophyllaceae		<i>Helicophyllum torquatum</i>	x	--	--	--	
Hypnaceae		<i>Isopterygium tenerum</i>	--	x	--	--	
		<i>Vesicularia vesicularis</i>	--	x	--	--	
Octoblepharaceae		<i>Octoblepharum albidum</i>	--	x	--	--	
Pilotrichaceae		<i>Cyclodictyon albicans</i>	--	x	--	--	
Pottiaceae		<i>Hyophila involuta</i>	--	--	--	x	
Racopilaceae		<i>Racopilum tomentosum</i>	--	x	--	--	
Sematophyllaceae	<i>Sematophyllum eurycystis</i>	--	--	x	--		
Stereophyllaceae	<i>Entodontopsis leucostega</i>	x	--	x	x		
	<i>Eulacophyllum cultelliforme</i>	--	--	--	x		