

El rol de los musgos en la germinación de especies leñosas: Implicancias de la heterogeneidad de micro-sitios para la restauración

Graciela M. Calabrese^{1*}, Adriana E. Rovere²

¹Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina. Mitre 630, San Carlos de Bariloche (8400), Río Negro, Argentina. ²CONICET. Laboratorio Ecotono, Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad Nacional del Comahue. *Autor de correspondencia: gcalabrese@unrn.edu.ar.

RESUMEN

Los musgos cumplen un rol importante en los ecosistemas. Son pioneros en suelos inestables, controlan la erosión, colonizan sitios alterados, y actúan como reservorio de agua, esto último es sustancial para las plantas vasculares de los bosques templados en la época estival de mayor déficit hídrico. El objetivo de este trabajo fue analizar la riqueza de musgos que se desarrollan sobre el suelo en sectores de bosque nativo con diferente grado de alteración, su capacidad de retención de agua y su papel como facilitadores de la germinación de especies leñosas. El estudio se realizó en un área bajo restauración en la Reserva Nacional Lago Puelo. Se muestrearon tres sectores distintos: a) área remanente de bosque maduro de *Nothofagus dombeyi*, b) bosque secundario de *Austrocedrus chilensis* y c) matorral dominado por especies exóticas. Se registraron las especies de musgos sobre el suelo y sus formas de vida. Se analizó la capacidad de retención de agua de los musgos y la facilitación en la germinación de *Maytenus boaria* durante la primavera. Los resultados evidencian una reducción de especies de musgos presentes a mayor grado de alteración. Se encontraron diferencias significativas entre los valores de retención de agua de los musgos (515%) con respecto del suelo sin musgos (46%). La germinación de semillas de *Maytenus boaria* se vio facilitada por la presencia de musgos en el sustrato. Se resalta el papel de los musgos como reservorio de agua a microescala, facilitando el establecimiento de plántulas. Estos resultados demuestran la factibilidad de utilizar los musgos del bosque nativo como material en actividades de restauración.

Palabras clave: biodiversidad, briófitas, conservación, heterogeneidad de micro-sitios, manejo, propagación, restauración.

ABSTRACT

The role of mosses in ecosystems is important. They are pioneers in unstable soils, where they control erosion, colonize disturbed sites, and act as a water reservoir, which is substantial for vascular plants in temperate forests in summer, with higher water deficit. The aim of this work was to evaluate the richness of mosses growing on soil in native forests with different levels of degradation, as well as the water retention values and their function as facilitators of germination of woody species. This study was carried out in a sector undergoing restoration at Lago Puelo National Reserve. Samples were collected in three different sectors: a) a remnant of mature *Nothofagus dombeyi* forest, b) secondary *Austrocedrus chilensis* forest and c) scrubland dominated by exotic species. Species and life forms of mosses on soil were registered. The water retention capacity of mosses and the facilitation of the *Maytenus boaria* germination during spring were analyzed. The results show less moss species to higher level of alteration. Significant differences were found between the water retention values of mosses (515%) and the soil without mosses (46%). The germination of seeds of *Maytenus boaria* was facilitated in the substrate with mosses. The importance of mosses as water reservoir at micro-scale, facilitating seedling establishment is the special interest. These results demonstrate the feasibility of using mosses from native forest as material in restoration activities.

Key-words: biodiversity, bryophytes, conservation, micro-site heterogeneity, management, propagation, restoration.

INTRODUCCIÓN

Los musgos cumplen funciones importantes en los ecosistemas. Se encuentran entre los primeros organismos que colonizan suelos inestables, sitios alterados o áreas recientemente expuestas controlando la erosión (Gerson, 1982;

Calabrese, 1995; Gariboti y Calabrese, 2008). Por otro lado, reducen la tasa de pérdida de nutrientes y disminuyen el contenido de sedimentos en el agua de escurrimiento en suelos desnudos (e.g., producto de incendios), retienen agua y permiten su liberación lentamente en su

entorno (Gerson, 1982; Calabrese, 1995; Gariboti y Calabrese, 2008; Calzadilla et al., 2010; Morales et al., 2010). Asimismo, sirven de hábitat y alimento de invertebrados, son utilizados por aves y mamíferos para la construcción de nidos y madrigueras y como sustrato de semillas de otras plantas (Calvelo et al., 2006; Cifuentes-Ampuero, 2006; Rovere y Calabrese, 2011). El papel funcional de los musgos en áreas de bosque es similar al documentado para las costras biológicas en ecosistemas áridos, dado que éstas aumentan la estabilidad del suelo, brindan protección frente a la acción erosiva de la lluvia y el viento, e incrementan la capacidad de retención de agua, carbono y nitrógeno (Maestre, 2003; Calabrese et al., 2013).

Si bien son importantes en términos funcionales y de biodiversidad, debido a la dificultad para su identificación y su pequeño tamaño, han sido desestimados tanto en trabajos botánicos como ecológicos (Calzadilla et al., 2010; Rovere y Calabrese, 2011). Comúnmente el concepto de biodiversidad se utiliza en restauración ecológica para definir sus objetivos y evaluar el éxito de su implementación (Mayer, 2006), dado que el objetivo de la restauración consiste en recuperar la composición de especies, aspectos estructurales y función ecológica a niveles similares a los presentes antes de que ocurriera una perturbación (SER, 2004). Con frecuencia se consideran las plantas vasculares, siendo pocos los trabajos que abordan la microbiodiversidad -hongos, líquenes, hepáticas, musgos, microorganismos- como un atributo de los ecosistemas a recuperar (Barrett et al., 2009; Wrigley de Basanta et al., 2010; Rovere y Calabrese, 2011). En los bosques templados, la disponibilidad de distintos tipos de micro-hábitats es fundamental ya que de ellos depende la diversidad y formas de vida de los musgos presentes, esto relacionado a la estructura del bosque y su grado de conservación. A medida que aumenta la degradación del bosque se reduce el número de sustratos

(micro-hábitats) para los musgos, como así también el número de especies y las formas de vida (Rovere y Calabrese, 2011). Ello modifica la micro-heterogeneidad de paisaje a escala de sitio, y las condiciones de su entorno para el establecimiento de plantas vasculares. Diferentes estudios de campo como así también experimentos en invernadero, han demostrado que los musgos y líquenes afectan la germinación de plantas vasculares, en algunos casos favoreciéndola y en otros casos inhibiéndola según hábitat y especie (Zamfir 2000; Hanssen 2002; Díaz y Armesto 2007). El objetivo general de este trabajo es analizar la riqueza de musgos del suelo en sectores de bosque nativo de Patagonia Norte con diferente grado de alteración, su capacidad de retención de agua y su papel como facilitadores de la germinación de especies leñosas.

MÉTODOS

El trabajo se realizó en un sector de la Reserva Nacional Lago Puelo zona norte, en el oeste de la provincia de Chubut (Argentina). En esa área se está desarrollando un proyecto de restauración ecológica. La zona de restauración abarca una superficie de 11 hectáreas, ubicada a los 42°05' LS, 71°37' LO, y a una altitud de 150-200 m s.n.m. La zona fue históricamente afectada por la extracción de madera, pastoreo y cultivo de forraje. Tras un cambio en el uso de la tierra se suprimió el pastoreo, sucediéndose incendios que provocaron el reemplazo del bosque por matorrales de especies exóticas (Rovere et al., 2008). Actualmente en el sector se están desarrollando trabajos de restauración activa mediante la plantación de diferentes especies leñosas nativas (Namiot et al., 2012). Se identificaron tres sectores con diferentes niveles de perturbación: (i) área remanente de bosque de *Nothofagus dombeyi* (Nothofagaceae), (ii) bosque secundario de *Austrocedrus chilensis* (Cupressaceae), (iii) matorral dominado por arbustos exóticos, como por ejemplo *Rosa rubiginosa* (Rosaceae),

Rubus ulmifolius (Rosaceae) y *Cytisus scoparius* (Fabaceae).

Se realizaron muestreos intensivos para la recolección de los musgos de suelo en los tres sectores mencionados, registrando datos en el campo sobre la forma de vida y microhábitats (por ejemplo pequeños taludes, próximos a rocas, bajo troncos caídos, etc.). Los ejemplares se estudiaron en el laboratorio empleando las técnicas tradicionales de micromorfología y microanatomía, y se identificaron mediante el empleo de material bibliográfico y especímenes de referencia. A partir de la composición florística de los musgos en cada sector, se calculó el coeficiente de similitud de Jaccard (Matteucci y Colma, 1982).

Se estimó la capacidad de retención de agua, a partir de 15 muestras de suelo libre de musgos y de hojarasca obtenidas de los primeros 5 cm de profundidad en el sector de bosque secundario de *A. chilensis* y 15 muestras de musgos libres de suelo. Para ello se hidrataron las muestras hasta saturación y se pesaron con balanza a capacidad de campo. Luego se secaron hasta peso constante en estufa durante 72 horas a 40°C. Se calculó para cada muestra la capacidad de retención restando el peso seco de la muestra al peso de la muestra hidratada. Los resultados se analizaron por medio del test de Mann-Whitney.

Se realizó un ensayo de germinación con *Maytenus boaria* (Celastraceae) dado que es una planta leñosa que comúnmente se encuentra presente como especie pionera en matorrales post-fuego (Donoso, 1994). Para el ensayo de germinación se utilizaron 20 macetas de 2 litros con suelo extraído del bosque de *A. chilensis*. A diez de ellas se les agregó una capa de musgos de aproximadamente 2 cm de espesor. Los musgos se obtuvieron de muestras de suelo en condiciones de vivero bajo riego durante 12 meses, desarrollándose en forma densa a partir de esporas o propágulos contenidos en el suelo del bosque de *A. chilensis*. Durante la primavera se realizó la siembra de 30

semillas de maitén por maceta, estratificadas 45 días a bajas temperaturas y en condiciones de humedad y escarificadas previo a la siembra (Rovere, 2006). Las semillas se apoyaron sobre el sustrato, simulando la dispersión natural. Las macetas se dispusieron dentro del invernadero y se aplicó un riego diario, respetando el régimen hídrico de la región. Cada quince días se realizaron controles de germinación y deshierbe. Se analizó el porcentaje de germinación ocurrido en primavera entre los tratamientos con musgos o sin musgos con el test de Mann-Whitney.

RESULTADOS

Se registraron para el área de estudio un total de 11 especies de musgos creciendo sobre suelo. Se evidenció una reducción en el número de especies de musgos en bosque secundario (5 especies) y matorral (4 especies) con respecto al bosque maduro (9 especies) (Tabla 1). En matorral predominan los céspedes y se desarrollan especies adaptadas al déficit hídrico, siendo *Tortula* y *Pilopogon* dos de los géneros más conspicuos. Por otro lado, se observa la aparición de especies cosmopolitas como *Bryum argenteum*. En el bosque maduro se da la mayor riqueza de musgos, y muchas especies crecen en sitios con alto contenido de humedad, como es el caso de *Breutelia plicata*, otras como *Acrocladium auriculatum* se desarrollan sobre pequeños taludes. Los musgos presentes en el bosque secundario representan una submuestra de aquellos registrados en el bosque maduro. Las formas de vida cespitosas son predominantes, como la de *Bartramia stricta*, aunque también se observaron tapices como los formados por *Brachythecium paradoxum*. El mayor coeficiente de similitud se registró entre el bosque maduro y el bosque secundario, mientras que el menor valor se encontró entre el bosque maduro y el matorral (Tabla 2). Sólo *Polytrichum juniperinum* se registró en los tres sectores estudiados.

Tabla 1. Especie (familia) y forma de vida de los musgos recolectados en tres tipos de ambiente con diferente nivel de alteración (bosque maduro, bosque secundario y matorral), en la Reserva Nacional Lago Puelo (zona norte), Chubut.

Especie (Familia)	Forma de vida	Bosque maduro	Bosque secundario	Matorral
<i>Acrocladium auriculatum</i> (Mont.) Mitt. (Amblystegiaceae)	Tapiz	X		
<i>Bartramia stricta</i> Brid. (Bartramiaceae)	Césped bajo	X	X	
<i>Brachythecium paradoxum</i> (Hook. F. y Wilson) A. Jaeger (Brachytheciaceae)	Tapiz	X	X	
<i>Breutelia plicata</i> Mitt. (Bartramiaceae)	Césped alto	X		
<i>Bryum argenteum</i> Hedw. (Bryaceae)	Cojín			X
<i>Catagonium nitens</i> var. <i>myurum</i> (Cardot y Thér.) S.H. Lin (Catagoniaceae)	Tapiz	X	X	
<i>Cratoneuropsis chilensis</i> (Lorentz) Ochyra (Amblystegiaceae)	Césped bajo	X	X	
<i>Pilopogon schilleri</i> Herzog y Thér. (Dicranaceae)	Césped bajo	X		
<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw. (Polytrichaceae)	Césped alto	X	X	X
<i>Pyrrobryum mnioides</i> (Hook.) Manuel (Rhizogoniaceae)	Césped alto	X		
<i>Tortula</i> sp. (Pottiaceae)	Césped alto			X

Adaptado de Rovere y Calabrese (2011).

En relación a la capacidad de retención hídrica, se hallaron diferencias significativas entre el porcentaje de agua retenida por el suelo ($46,47 \pm 3,33$ %) y la retenida por los musgos ($515,37 \pm 300,09$ %), ($n=15$; $U=0$; $Z=-4,66628$; $p<0,005$). En relación a la capacidad de germinación de

Maytenus boaria, se detectaron diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de germinación de semillas ($n=10$; $Z=-1,998$; $U=24,5$; $p=0,04$), la cual fue mayor en las macetas con musgos (9,0%), que en aquellas sin musgos (2,7%).

Tabla 2. Coeficientes de similitud de Jaccard entre los tres tipos de ambientes con diferente nivel de alteración (bosque maduro, bosque secundario y matorral), en la Reserva Nacional Lago Puelo (zona norte), Chubut.

	Bosque secundario	Matorral
Bosque maduro	0,63	0,10
Bosque secundario		0,14

DISCUSIÓN

Nuestros resultados demuestran que la degradación del bosque conlleva una pérdida de la riqueza de especies de musgos desde el sector de bosque maduro al sector de matorral. Los valores de similitud de musgos entre ambientes en el área de trabajo, reflejan la misma tendencia que los valores registrados en la composición de especies de plantas vasculares (Rovere et al., 2008). Considerando las plantas vasculares, el coeficiente de similitud entre el bosque maduro y el bosque secundario (0,76) fue mayor que para bosque secundario y

matorral (0,35) y entre el bosque maduro y el área de matorral (0,35) (Rovere et al., 2008). La fisonomía de cada uno de los ambientes producto de la composición florística de plantas vasculares presentes, de la heterogeneidad de sitios y de las perturbaciones pasadas, generan un mosaico de situaciones en que la estructura, cobertura vegetal, humedad del sitio y condiciones de luz son marcadamente diferentes entre ambientes. Calzadilla et al. (2010) afirman que a medida que se pierden hábitats también desaparecen grupos de organismos incluyendo las briófitas. Galloway (1997)

destaca la riqueza y funciones ecológicas de los musgos en el mantenimiento integral de los procesos ecosistémicos del bosque y su biodiversidad. Se ha registrado que los musgos pueden absorber agua rápidamente, reteniendo entre 5 y 25 veces su peso seco (Calzadilla et al., 2010). En este trabajo resaltamos la importancia de los musgos en la retención de agua, obteniendo valores entre 2 y 8 veces su peso seco. Estas superficies húmedas brindan micrositios adecuados para el establecimiento y desarrollo de otras especies de plantas (Galloway, 1997). En los bosques templados de Patagonia Norte se ha documentado la presencia de plántulas de *Austrocedrus chilensis* y *Nothofagus dombeyi* asociadas a la cobertura de musgos (Rovere et al., 2005; Rovere y Calabrese, 2011). Esta función de los musgos como facilitadores de la germinación se ha observado tanto en ambientes semiáridos (Maestre, 2003; Calabrese et al., 2013), en ambientes húmedos (Schofield, 2000; Díaz y Armesto, 2007), como también en bosques boreales de coníferas (Simard et al., 1998). En matorrales postfuego de bosque lluvioso del sur de Chile, la germinación sobre cojines del género *Sphagnum magellanicum* se vio facilitada para *Embothrium coccineum*, pero no para *Nothofagus nitida* y *Drymis winteri* (Díaz y Armesto 2007). En bosques boreales de Canadá, se encontró una asociación positiva entre el número de plantas reclutadas y el sustrato con musgos del suelo para *Abies balsamea* y *Picea glauca*, pero negativa para *Thuja occidentalis* (Simard et al., 1998). Otros trabajos no sólo analizan la germinación sino también evalúan el vigor de las plantas vasculares que se desarrollan sobre sustratos con briófitas (Equihua y Usher, 1993; Soudzilovskaia et al., 2011). Se documentó que las briófitas gobiernan el reclutamiento de plantas vasculares sólo en la etapa de germinación y supervivencia temprana, pero no en el vigor de las plántulas establecidas (Soudzilovskaia et al., 2011). Por el contrario, otro experimento en el que

se evaluó la germinación y establecimiento de *Calluna vulgaris*, una especie pionera postfuego, en sustratos con y sin el musgo *Campylopus introflexus*, demostró que reduce significativamente la germinación pero mejora el vigor y rendimiento de las plantas que se establecen (Equihua y Usher, 1993).

Aunque no fue uno de los objetivos principales de este trabajo, los ensayos realizados en vivero permitieron verificar la factibilidad de propagación de musgos a partir de esporas y propágulos presentes en el suelo del bosque. Otros trabajos han destacado la importancia de conocer la biología de los musgos a fin de proponer alternativas de conservación y manejo, y la posibilidad de reproducción de musgos en laboratorio (Tacoronte et al., 2009). Delgadillo (2013) señala la importancia de evaluar su papel ecológico y su utilidad como material de experimentación.

Este estudio también resalta el importante papel de los musgos tanto por su aporte a la biodiversidad de los bosques de Patagonia Norte, como así también por sus funciones ecosistémicas, al actuar como facilitadores del establecimiento de *Maytenus boaria*. En este trabajo se evaluó la germinación sobre sustratos de musgos de diferentes especies presentes en el bosque secundario, por lo cual se plantea el interrogante si todas las especies de musgos facilitan la germinación. Este aspecto ha sido abordado por otros autores, quienes evalúan la germinación sobre diferentes sustratos mono-específicos (Soudzilovskaia et al., 2011) y no sobre un sustrato mixto compuesto por varias especies como el empleado en el presente ensayo. Es necesario profundizar los estudios en la temática y abordar investigaciones que permitan evaluar el posible manejo de musgos para la recuperación de ambientes degradados del bosque templado mediante técnicas de restauración.

AGRADECIMIENTOS

A los revisores, que con sus comentarios permitieron mejorar el manuscrito. A la

Universidad Nacional de Río Negro PI 40B-156, Universidad Nacional del Comahue, CONICET y Proyecto de Investigación Plurianual PIP 11420100100258.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrett, G., J.M. Trappe, A. Drew, J. Stol, D. Freudenberger. 2009. Fungus diversity in revegetated paddocks compared with remnant woodland in a south-eastern Australian agricultural landscape. *Ecological Management and Restoration* 10: 200-209.
- Calabrese, G.M. 1995. Flora muscinal de Puerto Blest y alrededores (Parque Nacional Nahuel Huapi, Argentina). Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche.
- Calabrese, G.M., A.E. Rovere, J.M. Zeberio. 2013. Costras biológicas en sitios de Monte con diferentes niveles de perturbación. En: D.R. Pérez, A.E. Rovere, M.E. Rodríguez Araujo (Eds.) *Rehabilitación en la Diagonal Árida de la Argentina*. Vázquez Mazzini, Buenos Aires, Argentina. Pp. 122-130.
- Calvelo, S., A. Trejo, V. Ojeda. 2006. Botanical composition and structure of hummingbird nests in different habitats from northwestern Patagonia (Argentina). *Journal of Natural History* 40: 589-603.
- Calzadilla, E, C. Aldana, S. Churchill. 2010. Las briófitas. *Bolivia Ecológica* 59: 1-28.
- Cifuentes-Ampuero, S.K. 2006. Caracterización de los nidos de aves en ambientes urbanos y periurbanos de Bariloche y no alterados de sus alrededores. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Comahue, San Carlos de Bariloche, Argentina.
- Delgadillo, C.M. 2013. Sociedad Latinoamericana de Briología. www.briolat.org/briofitas.
- Díaz, M.F., J.J. Armesto. 2007. Limitantes físicos y bióticos de la regeneración arbórea en matorrales sucesionales de la Isla Grande de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 13-26.
- Donoso Zegers, C. 1994. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. *Ecología Forestal*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, Chile.
- Equihua, M., M.B. Usher. 1993. Impact of carpets of the invasive moss *Campylopus introflexus* on *Calluna vulgaris* regeneration. *Journal of Ecology* 81: 359-365.
- Galloway, D. 1997. Los líquenes del bosque templado de Chile. En: J.J. Armesto, C. Villagrán, M.K. Arroyo (editores) *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. Pp. 101-112.
- Gariboti, I. y G.M. Calabrese. 2008. Comunidades vegetales en superficies recientemente expuestas por el retroceso de glaciares en los Andes patagónicos: estudios de sucesión primaria y liquenometría. IV Congreso Latinoamericano de Micología (CLAM). Noviembre, Mar del Plata, Argentina.
- Gerson, U. 1982. Bryophyte and invertebrates. En: Smith, A. (Ed.) *Bryophyte ecology*. Chapman y Hall, London, UK. Pp. 291-332.
- Hanssen, K.H. 2002. Effects of seedbed substrates on regeneration of *Picea abies* from seeds. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 511-521.
- Maestre, F.T. 2003. Variaciones en el patrón espacial a pequeña escala de los componentes de la costra biológica en un ecosistema mediterráneo semiárido. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 35-46.

- Matteucci, S., A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C.
- Mayer, P. 2006. Biodiversity-The appreciation of different thought styles and values helps to clarify the term. *Restoration ecology* 14: 105-111.
- Morales, D., C.M. Rostagno, L. La Manna. 2010. Impacto del fuego sobre el comportamiento hidrológico del suelo en un bosque de ciprés. *Patagonia Forestal* 2: 23-24.
- Namiot, G.H., G. Basil, M.D. De Errasti, L. Contardi, A.E. Rovere. 2012. Producción de plantines de arbóreas nativas. Experiencias con ciprés de la cordillera. En: Mazzarino, M.J., P. Satti (Eds.) *Compostaje en la Argentina: experiencias de producción, calidad y uso*. Universidad Nacional de Río Negro-Orientación Gráfica Editora S.R.L. Buenos Aires, Argentina. Pp. 195-207.
- Rovere, A.E., M. Gobbi, A. Relva. 2005. Regeneración de *Austrocedrus chilensis*. En: M. F. Arturi, J.L. Frangi, J.F. Goya (Eds.) *Ecología y Manejo de Bosques de la Argentina*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. Pp. 1-15.
- Rovere, A.E. 2006. Cultivo de Plantas Nativas Patagónicas: árboles y arbustos. Editorial Caleuche. Buenos Aires, Argentina.
- Rovere, A.E., G.H. Namiot, M. Ocampo. 2008. Caracterización de un área de referencia de *Nothofagus dombeyi* para la restauración en un área aledaña, Parque Nacional Lago Puelo. Segunda Reunión de *Nothofagus* en la Patagonia: *Eco-nothofagus*. Abril, Esquel, Argentina.
- Rovere, A.E., G.M. Calabrese. 2011. Diversidad de musgos en ambientes degradados sujetos a restauración en el Parque Nacional Lago Puelo (Chubut, Argentina). *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 571-580.
- SER, 2004. The SER Primer on Ecological Restoration. Science and Policy Working Group, Society for Ecological Restoration International, Tucson, Arizona, US. www.ser.org.
- Schofield, W. 2000. Classification and number of bryophytes species. En: T. Hallingbäck, N. Hodgetts (Eds.) *Mosses, liverworts, and hornwort: Status survey and conservation action plan for bryophytes*. IUCN, Gland, Switzerland.
- Simard, M.J., Y. Bergeron, L. Sirois. 1998. Conifer seedling recruitment in a southeastern Canadian boreal forest: the importance of substrate. *Journal of Vegetation Science* 9(4): 575-582.
- Soudzilovskaia, N.A., B.J. Graae, J.C. Douma, O. Grau, A. Milbau, A. Shevtsova, L. Wolters, J.H.C. Cornelissen. 2011. How do bryophytes govern generative recruitment of vascular plants? *New Phytologist* 190(4): 1019-1031.
- Tacoronte, B.M., Y.V. León, A. Olivo, M.A. Vielma. 2009. Crecimiento *in vitro* de musgos del bosque nublado andino de Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana* 24(2): 69-89.
- Wrigley de Basanta, D., C. Lado, A. Estrada-Torres, S.L. Stephenson. 2010. Biodiversity of myxomycetes in subantarctic forests of Patagonia and Tierra del Fuego, Argentina. *Nova Hedwigia* 90: 45-79.
- Zamfir, M. 2000. Effects of bryophytes and lichens on seedling emergence of alvar plants: evidence from greenhouse experiments. *Oikos* 88: 603-611.