Introdução

As briófitas do Brasil

Denise Pinheiro da Costa
Andréa Pereira Luiz-Ponzo

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

COSTA, DP., and LUIZI-PONZO, AP. Introdução: as briófitas do Brasil. In: FORZZA, RC., org., *et al.* INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. *Catálogo de plantas e fungos do Brasil* [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. p. 61-68. Vol. 1. ISBN 978-85-8874-242-0. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial-ShareAlike 3.0 Unported.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos 3.0 Não adaptada.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

AS BRIÓFITAS DO BRASIL

Denise Pinheiro da Costa & Andréa Pereira Luiz-Ponzo

CARACTERIZAÇÃO DAS BRIÓFITAS

As briófitas são plantas pequenas e avasculares, cujos estudos moleculares demonstram estarem representadas por três linhagens distintas de plantas terrestres: os antóceros, as hepáticas e os musgos. Incluídas nas criptógamas, apresentam um ciclo de vida com alternância de gerações heteromórficas, sendo a geração gametofítica haploide (n) dominante, enquanto a geração esporofítica diploide ($2n$) é dependente da primeira e efêmera. Possuem clorofilas a e b, carotenos, xantofilas, amido, gorduras, celulose e hemicelulose, como os demais membros do reino Plantae.

Podem viver sobre os mais variados tipos de substrato, como troncos e ramos de árvores (corticólicas), folhas (epífilas), troncos em decomposição (epíxilas), solo (terrícolas) ou rochas (rupícolas), geralmente em locais úmidos, já que necessitam de água para possibilitar a mobilidade dos gametas masculinos flagelados (anterozoides) durante o processo de fecundação. Podem tolerar condições ambientais extremas e por isso estão amplamente distribuídas no mundo, ocorrendo assim nos mais variados ecossistemas e em uma grande quantidade de habitats. São encontradas desde o Ártico até as florestas tropicais, em desertos e ambientes submersos, mas nunca no ambiente marinho (Delgadillo & Cárdenas 1990). Pioneiras na colonização de ambientes perturbados, atuam no combate à erosão do solo e na manutenção da umidade dos ecossistemas por interceptarem a água da chuva (Pócs 1982, Schofield 2001). Também desempenham um papel importante em muitos ecossistemas tropicais, como, por exemplo, a Mata Atlântica, auxiliando na captação de água e dos nutrientes da chuva e servindo como habitat para animais (Gradstein et al. 2001).

As briófitas representam um passo fundamental na transição para o ambiente terrestre e, conseqüentemente, na evolução da vida na terra, pois compreendem as mais antigas linhagens de plantas terrestres, derivadas de algas verdes ancestrais (Goffinet et al. 2009).

Os resultados de estudos moleculares são divergentes na indicação do período em que se deu a transição para o ambiente terrestre, sugerindo ora uma origem pré-cambriana (Heckman et al. 2001), ora no Siluriano Inferior ou no Ordoviciano, há cerca de 425-490 milhões de anos (Sanderson 2003). Microfósseis do Ordoviciano Médio e do Siluriano Inferior compreendem uma evidência morfológica do surgimento das plantas terrestres (Kenrick & Crane 1997), mas a ausência de macrofósseis, sobretudo de gametófitos, associados a esses registros gera dificuldades na definição de afinidades taxonômicas (Taylor 1995; Edwards et al. 1998; Edwards 2000; Goffinet et al. 2009).

Dados mais confiáveis apontam o aparecimento das briófitas no Devoniano Inferior, cerca de 400 milhões de anos atrás (Gradstein et al. 2001; Goffinet et al. 2009; Magallón & Hilu 2009). Como as briófitas permaneceram praticamente sem mudanças e com taxas de mutação muito baixas durante o período evolutivo, são consideradas um grupo de plantas conservativas e, por essa razão, muitas características dos táxons atuais são idênticas às dos fósseis (Gradstein et al. 2001).

Segundo Gradstein et al. (2001) e Shaw & Goffinet (2000), as briófitas são o segundo maior grupo de plantas terrestres, apresentando entre 15.000-18.000 espécies no mundo, divididas entre antóceros com cerca de 100, hepáticas com cerca de 5.000 e musgos com cerca de 13.000. A maior diversidade do grupo encontra-se na região neotropical, onde ocorrem aproximadamente 4.000 espécies (Gradstein et al. 2001; Pócs 1982), das quais 1.650 foram estimadas para o Brasil (Costa et al. inéd.; Gradstein & Costa 2003), o que representaria de 9% a 11% da brioflora global e 41% daquela ocorrente na região neotropical (Gradstein et al. 2001).

Na região neotropical, as áreas montanhosas destacam-se pela presença de aproximadamente 130 gêneros endêmicos (80 de musgos e 50 de hepáticas) e pela alta diversidade de espécies. Os Andes são a região mais rica no neotrópico em termos de número de espécies e endemismo. Esse alto grau de diversidade e endemismo relaciona-se com a grande heterogeneidade ambiental encontrada nessa região (microclima e relevo), que favorece o estabelecimento de diferentes famílias e gêneros de briófitas (Gradstein et al. 2001).

AS RECENTES CLASSIFICAÇÕES PARA AS BRIÓFITAS

Desde os anos de 1980, estudos considerando caracteres bioquímicos e morfológicos indicaram que as briófitas são parafiléticas em relação às plantas vasculares (Mishler & Churchill 1984; Crandall-Stotler 1986; Kenrick & Crane 1997), enquanto análises incluindo aspectos ultraestruturais da gametogênese (Garbary et al. 1993) sugeriam a monofilia do grupo. Contudo, filogenias baseadas em caracteres moleculares, morfológicos e anatômicos demonstram que as três linhagens incluídas nas briófitas não formam um grupo monofilético e que os antóceros e musgos estão mais relacionados com as plantas vasculares do que com as hepáticas (Bremer et al. 1987; Mishler et al. 1992; Bopp & Capesius 1996; Hedderson et al. 1996).

Segundo Goffinet (2000), a maioria dos estudos demonstra que as briófitas são parafiléticas e que incluem as linhagens mais basais das plantas terrestres, mas difere na interpretação no posicionamento dos antóceros. Recentes reconstruções da filogênese das linhagens de plantas terrestres atuais demonstram que os antóceros ocupam a posição mais basal e que os musgos e as hepáticas formam um grupo monofilético e irmão das poliesporangiófitas (plantas com esporófito ramificado).

O que denominamos briófitas (termo utilizado para caracterizar um grupo de plantas com ciclo de vida com alternância de gerações heteromórficas, haploide e diploide, e dominância da geração gametofítica) são três linhagens evolutivas distintas que correspondem às seguintes divisões ou filos: Anthocerotophyta para os antóceros (Renzaglia et al. 2009), Marchantiophyta para as hepáticas (Crandall-Stotler et al. 2009) e Bryophyta para os musgos (Goffinet et al. 2009). Essas linhagens compartilham vários caracteres, alguns dos quais foram retidos por todas as outras plantas terrestres, como o embrião protegido no início do desenvolvimento, e outros que são únicos dentre as plantas atuais, como esporófito não ramificado (Vanderpoorten & Goffinet 2009).

COMPILAÇÃO DOS DADOS

O levantamento dos nomes para compor o banco de dados inicial com os táxons de briófitas do Brasil foi realizado com base nas informações atualizadas para hepáticas e antóceros da publicação de Gradstein & Costa (2003) e nas informações de musgos da Lista de musgos do Brasil elaborada pelo Núcleo de Especialistas em Briófitas (NEB) da Sociedade Botânica do Brasil. Também foram importadas para o sistema as informações provenientes da publicação *Plantas da Floresta Atlântica* (Stehmann et al. 2009).

Durante a avaliação pelos especialistas que colaboraram conferindo os dados de musgos, algumas poucas espécies foram retiradas da lista inicial, que continha aproximadamente 900 táxons (incluindo espécies, subespécies e variedades). Além disso, a partir da literatura, foram incluídos os nomes presentes em revisões de famílias ou gêneros e em floras recentemente publicadas para o Brasil.

A citação de *voucher* foi priorizada, sendo principalmente baseada em materiais depositados no herbário RB. Outros herbários citados foram: ALCB, BM, CEPEC, FH, G, GOET, ICN, INPA, MICH, MG, NY, P, PACA, SP, SV (herbário Schäfer-Verwimp, Alemanha), UB, UFP e W.

Para elaboração da lista apresentada, foram adotadas a classificação de Stotler & Crandall-Stotler (2005) para os antóceros (Divisão Anthocerotophyta), a de He-Nygrén et al. (2006) para as hepáticas (Divisão Marchantiophyta) e a de Buck & Goffinet (2009) para os musgos (Divisão Bryophyta).

DIVERSIDADE DAS BRIÓFITAS NO BRASIL

Gradstein & Costa (2003) e Costa et al. (inéd.) estimaram uma diversidade de aproximadamente 1.650 espécies de briófitas para o Brasil, sendo cerca de 750 espécies de antóceros e hepáticas e cerca de 900 de musgos. Esse montante foi reavaliado e apresentamos neste catálogo 109 famílias, 395 gêneros e 1.521 espécies, das quais 275 (18%) são endêmicas do Brasil. Desse total, 11 espécies são de antóceros, 625 de hepáticas e 885 de musgos.

O Domínio Fitogeográfico brasileiro com o maior número de espécies de briófitas é a Mata Atlântica, com 1.333, seguido pela Amazônia, com 561, Cerrado, com 433, Pantanal com 179 e Pampa com 107 (fig. 1). A Região Sudeste é a mais diversa, com 1.205 espécies, seguida pela Sul com 796, Nordeste com 609, Norte com 585 e Centro-Oeste com 460 (fig. 2).

Figura 1
Número de espécies de briófitas por Domínio Fitogeográfico.

Figura 2
Número de espécies de briófitas por Região.

Os estados com maior riqueza são: Rio de Janeiro (873 spp.), São Paulo (840 spp.), Minas Gerais (687 spp.), Rio Grande do Sul (526 spp.), Santa Catarina (512 spp.), Paraná (469 spp.), Bahia (468 spp.), Amazonas (440 spp.), Espírito Santo (419 spp.), Pernambuco (321 spp.), Pará (320 spp.), Mato Grosso (307 spp.) e Goiás (277 spp.). Os demais estados possuem menos de 200 táxons e os menos diversos são: Rio Grande do Norte (16 spp.), Sergipe (50 spp.), Tocantins (56 spp.), Piauí (57 spp.), Maranhão (72 spp.), Alagoas (77 spp.), Paraíba (82 spp.) e Amapá (94 spp.) (tab. 1). Esses números refletem o conhecimento atual desse grupo de plantas no Brasil e os estados com menor número de táxons, possivelmente, apresentam uma diversidade maior do que se conhece hoje, visto que, nos últimos anos, os números vêm aumentando, principalmente nas regiões Nordeste e Centro-Oeste, em função dos estudos realizados por novos especialistas e seus grupos de alunos.

ESTADO	NÚMERO DE ESPÉCIES
Rio de Janeiro	873
São Paulo	840
Minas Gerais	687
Rio Grande do Sul	526
Santa Catarina	512
Paraná	469
Bahia	468
Amazonas	440
Espírito Santo	419
Pernambuco	321
Pará	320
Mato Grosso	307
Goiás	277
Mato Grosso do Sul	191
Roraima	188
Acre	169
Distrito Federal	163
Ceará	158
Rondônia	150
Amapá	94
Paraíba	82
Alagoas	77
Maranhão	72
Piauí	57
Tocantins	56
Sergipe	50
Rio Grande do Norte	16

Tabela 1
**Número de espécies de briófitas
por unidade da Federação.**

Dentre as hepáticas, as 10 famílias com maior diversidade no Brasil são: Lejeuneaceae (270 spp.), Lepidoziaceae (48 spp.), Frullaniaceae (38 spp.), Plagiochilaceae (36 spp.), Ricciaceae (33 spp.), Metzgeriaceae (26 spp.), Radulaceae (26 spp.), Geocalycaceae (23 spp.), Jungermanniaceae (18 spp.) e Aneuraceae (14 spp.). Juntas, concentram 84% (532 spp.) do total de táxons de hepáticas conhecidos para o país (fig. 3).

Figura 3
As 10 famílias mais diversas de hepáticas ocorrentes no Brasil, mostrando o total de espécies e o número de endêmicas.

Os gêneros de hepáticas mais diversos no Brasil são: *Lejeunea* (42 spp., Lejeuneaceae), *Frullania* (38 spp., Frullaniaceae), *Plagiochila* (36 spp., Plagiochilaceae), *Riccia* (32 spp., Ricciaceae), *Metzgeria* (26 spp., Metzgeriaceae), *Radula* (26 spp., Radulaceae), *Cololejeunea* (21 spp., Lejeuneaceae), *Drepanolejeunea* (19 spp., Lejeuneaceae), *Aphanolejeunea* (17 spp., Lejeuneaceae), e *Diplasiolejeunea* (14 spp., Lejeuneaceae). Estes 10 gêneros concentram 44% (275 spp.) do total de táxons de hepáticas conhecidos para o país.

Dentre os musgos, as 10 famílias com maior diversidade no Brasil são: Sphagnaceae (93 spp.), Fissidentaceae (61 spp.), Pottiaceae (61 spp.), Bryaceae (54 spp.), Dicranaceae (52 spp.), Orthotrichaceae (52 spp.), Pilotrichaceae (51 spp.), Sematophyllaceae (51 spp.), Calymperaceae (48 spp.) e Hypnaceae (27 spp.). Juntas concentram 62% (550 spp.) do total de táxons de musgos conhecidos para o país (fig. 4).

Figura 4
As 10 famílias mais diversas de musgos ocorrentes no Brasil, mostrando o total de espécies e o número de endêmicas.

Os gêneros de musgos mais diversos no Brasil são: *Sphagnum* (93 spp., Sphagnaceae), *Fissidens* (61 spp., Fissidentaceae), *Campylopus* (30 spp., Dicranaceae), *Syrrhopodon* (25 spp., Calymperaceae), *Macromitrium* (18 spp., Orthotrichaceae), *Sematophyllum* (18 spp., Sematophyllaceae), *Calymperes* (15 spp., Dicranaceae), *Philonotis* (13 spp., Bartramiaceae), *Bryum* (13 spp., Bryaceae), e *Schlotheimia* (13 spp., Orthotrichaceae). Esses concentram 43% (299 spp.) do total de táxons de musgos conhecidos para o país.

GÊNEROS	TOTAL DE ESPÉCIES	ESPÉCIES ENDÊMICAS
<i>Sphagnum</i>	93	65
<i>Fissidens</i>	61	3
<i>Lejeunea</i>	42	5
<i>Frullania</i>	38	5
<i>Plagiochila</i>	36	5
<i>Riccia</i>	32	11
<i>Campylopus</i>	30	7
<i>Radula</i>	26	1
<i>Metzgeria</i>	26	6
<i>Syrrophodon</i>	25	1
<i>Cololejeunea</i>	21	4
<i>Drepanolejeunea</i>	19	4
<i>Macromitrium</i>	18	4
<i>Sematophyllum</i>	18	6
<i>Bazzania</i>	17	1
<i>Aphanolejeunea</i>	17	0
<i>Cheilolejeunea</i>	16	1
<i>Calymperes</i>	15	0
<i>Diplasiolejeunea</i>	14	2
<i>Philonotis</i>	13	0

Tabela 2

Os 20 gêneros mais diversos de briófitas ocorrentes no Brasil, mostrando o total de espécies e o número de endêmicas.

Quando analisamos por Domínio Fitogeográfico, no Pantanal as famílias mais diversas são: Lejeuneaceae (34 spp.), Fissidentaceae (15 spp.), Ricciaceae (9 spp., 1 endêmica), Hypnaceae (8 spp.), Frullaniaceae (7 spp.), Bryaceae (7 spp.), Dicranaceae (7 spp.), Pottiaceae (6 spp.), Sematophyllaceae (6 spp.), Stereophyllaceae e Calymperaceae (5 spp. cada uma). Essas 11 famílias concentram 7% do total de espécies do Brasil e 61% desse Domínio.

Já na Mata Atlântica, Lejeuneaceae (217 spp., sendo 17 endêmicas), Sphagnaceae (79 spp., 48 endêmicas), Pottiaceae (53 spp., 4 endêmicas), Dicranaceae (51 spp., 7 endêmicas), Fissidentaceae (51 spp., 2 endêmicas), Bryaceae (50 spp., 3 endêmicas), Sematophyllaceae (47 spp., 13 endêmicas), Orthotrichaceae (46 spp., 10 endêmicas) Pilotrichaceae (46 spp., 1 endêmica) e Lepidoziaceae (38 spp., 1 endêmica), são as 10 famílias mais diversas, concentrando 45% do total de espécies do Brasil e 51% do Domínio.

Na Amazônia as famílias mais diversas são: Lejeuneaceae (166 spp., 14 endêmicas), Calymperaceae (42 spp.), Fissidentaceae (31 spp.), Lepidoziaceae (26 spp., 2 endêmicas), Sematophyllaceae (25 spp.), Pilotrichaceae (21 spp.), Orthotrichaceae (18 spp.), Dicranaceae (17 spp.), Sphagnaceae (15 spp., 7 endêmicas), Plagiochilaceae e Bryaceae (14 spp. cada uma). Essas 11 famílias concentram 26% do total de espécies para o Brasil e 70% da diversidade do Domínio no país.

No Cerrado, Lejeuneaceae (56 spp.), Fissidentaceae (29 spp.), Bryaceae (23 spp.), Pottiaceae (21 spp., 1 endêmica), Dicranaceae (19 spp.), Sematophyllaceae (19 spp.), Calymperaceae (18 spp.), Hypnaceae (17 spp.), Pilotrichaceae (16 spp.) e Orthotrichaceae (16 spp., 1 endêmica) são as 10 famílias mais diversas, concentrando 15% do total de espécies para o país e 54% para o Domínio.

Na Caatinga destacam-se as famílias Fissidentaceae (19 spp.), Ricciaceae (9 spp., 1 endêmica), Pottiaceae (8 spp., 1 endêmica), Dicranaceae (8 spp.), Lejeuneaceae (8 spp.), Calymperaceae (6 spp.), Frullaniaceae (4 spp.), Bartramiaceae (4 spp.), Archidiaceae (3 spp.), Sematophyllaceae e Bryaceae (3 spp. cada uma). Essas 11 famílias representam 5% do total de espécies do Brasil e 81% deste Domínio.

Finalmente, no Pampa as mais diversas são: Fissidentaceae (12 spp.), Pottiaceae (11 spp.), Ricciaceae (9 spp., 1 endêmica), Sphagnaceae (7 spp., 1 endêmica), Dicranaceae (6 spp.), Hypnaceae (6 spp.), Funariaceae (5 spp.), Lejeuneaceae (5 spp.) e Archidiaceae (4 spp.). Essas nove famílias equivalem a 5% do total de espécies do Brasil e 61% deste Domínio.

É preciso destacar que estes resultados representam o estágio atual de conhecimento da brioflora brasileira e que podem mudar conforme áreas reconhecidas como lacunas no conhecimento forem inventariadas.

REFERÊNCIAS

- Bopp, M. & Capesius, I.** 1996. New Aspects of Bryophyte Taxonomy Provided by a Molecular Approach. *Botanica Acta* 109: 368-372.
- Bremer, K.; Humphries, C.J.; Mishler, B.D. & Churchill, S.P.** 1987. On Cladistic Relationships in Green Plants. *Taxon* 36: 339-349.
- Buck, W.R. & Goffinet, B.** 2009. Morphology and Classification of Mosses. In: Shaw, A.J. & Goffinet, B. (eds.). *Bryophyte Biology*. New York: Cambridge University Press, p. 55-138.
- Costa, D.P.; Pôrto, K.C.; Luiz-Ponzo, A.P. Anna Luiza Ilkiu-Borges, Cid José Passos Bastos, Paulo Eduardo Aguiar Saraiva Câmara, Denilson Fernandes Peralta, Silvana B. Villas Bôas-Bastos, Caio Amitrano Alencar Imbassahy, Diego Knop Henriques, Hellen Cássia dos Santos Gomes, Lucas Matheus da Rocha, Nívea Dias dos Santos, Tatiana Silva Siviero, Thaís de Freitas Vaz-Imbassahy & Steven P. Churchill.** Synopsis of the Brazilian Moss Flora: Checklist, Synonyms, Distribution and Conservation. Inédito.
- Crandall-Stotler, B.** 1986. Morphogenesis, Developmental Anatomy and Bryophyte Phylogenetics: Contraindications of Monophyly. *Journal of Bryology* 14: 1-23.
- Crandall-Stotler, B.; Stotler, R.E. & Long, D.G.** 2009. Morphology and Classification of the Marchantiophyta. In: Goffinet, B. & Shaw, A.J. (eds.). *Bryophyte Biology*. New York: Cambridge University Press, p. 1-54.
- Delgadillo M., C. & A. Cárdenas S.** 1990. *Manual de briofitas*. 2ª ed. México: Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Edwards, D.** 2000. The role of Mid-Palaeozoic Mesofossils in the Detection of Early Bryophytes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 355: 733-55.
- Edwards D.; Wellman C.H. & Axe, L.** 1998. The Fossil Record of Early Land Plants and Interrelationships Between Primitive Embryophytes: Too Little Too Late? In: Bates, J.W.; Ashton, N.W. & Duckett, J.G. (eds.). *Bryology for the 21st Century*. UK: Maney Publisher. British Bryological Society, p. 15-43.
- Garbary, D.J.; Renzaglia, K.S. & Duckett, J.G.** 1993. The Phylogeny of Land Plants: a Cladistic Analysis based on Male Gametogenesis. *Plant Systematics and Evolution* 188: 237-69.
- Goffinet, B.** 2000. Origin and Phylogenetic Relationships of Bryophytes. In: Shaw A.J. & Goffinet, B. (eds.). *Bryophyte Biology*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 124-149.
- Goffinet, B.; Buck, W.R. & Shaw, A.J.** 2009. Morphology and Classification of the Bryophyta. In: Goffinet, B. & Shaw, A.J. (eds.). *Bryophyte Biology*. New York: Cambridge University Press, p. 55-138.
- Gradstein, S.R.; Churchill, S. P. & Salazar-Allen, N.** 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 87: 1-301.
- Gradstein, S.R. & Costa, D.P.** 2003. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 87: 1-301.
- Heckman, D.S. et al.** 2001. Molecular Evidence for the Early Colonization of Land by Fungi and Plants. *Science* 293: 1129-33.
- Hedderon, T. A.; Chapman, R. L. & Rootes, W. L.** (1996). Phylogenetics of Bryophytes Inferred from Nuclear-encoded rRNA Gene Sequences. *Plant Systematics and Evolution* 200: 213-24.
- He-Nygrén, X.; Juslén, A.; Gelnny, D. & Piippo, S.** 2006. Illuminating the Evolutionary History of Liverworts (Marchantiophyta) – Towards a Natural Classification. *Cladistics* 22: 1-31.
- Kenrick, P. & Crane, P.R.** 1997. The Origin and Early Evolution of Plants on Land. *Nature* 389: 33-39.
- Longton, R.E.** 1976. Reproductive Biology and Evolutionary Potential in Bryophytes. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 41: 205-223.
- Magallón, S. & Hilu, K.W.** 2009. Land Plants (Embryophyta). In: Hedges S.B. & Kumar, S. (eds.). *The Timetree of Life*. Oxford: Oxford University Press, p. 133-137.
- Mishler, B.D. & Churchill, S.P.** 1984. A Cladistic Approach to the Phylogeny of the Bryophytes. *Brittonia* 36: 406-424.
- Mishler, B.D.; Thrall, P.H.; Hoppole, J.S. Jr.; De Luna, E. & Vilgalys, R.** 1992. A Molecular Approach to the Phylogeny of Bryophytes: Cladistic Analysis of Chloroplast-encoded 16S and 23S Ribosomal RNA Genes. *The Bryologist* 95: 172-80.
- Pócs, T.** 1982. Tropical Forest Bryophytes. In: Smith, A.J.E. (ed.). *Bryophyte Ecology*. New York: Chapman and Hall, p. 59-103.
- Renzaglia, K.S.; Villareal, J.C. & Duff, R.J.** 2009. New Insights into Morphology, Anatomy, and Systematic of Hornworts. In: Goffinet, B. & Shaw, A.J. (eds.). *Bryophyte Biology*. New York: Cambridge University Press, p. 138-171.
- Sanderson, M.J.** 2003. Molecular Data from 23 Proteins do not support a Precambrian Origin of Land Plants. *American Journal of Botany* 90: 954-6.
- Schofield, W.B.** 2001. *Introduction to Bryology*, 2ª ed. New Jersey: The Blackburn Press.
- Shaw A.J. & Goffinet, B.** 2000. *Bryophyte Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stehmann, J.R., Forzza, R.C., Salino, A., Sobral, M., Costa, D.P. & Kamino, L.H.Y. (Eds.).** 2009. *Plantas da Floresta Atlântica*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

- Stotler, R. E. & Crandall-Stotler, B. 2005.** A Revised Classification of the Anthocerotophyta and a Checklist of the Hornworts of North America, North of Mexico. *The Bryologist* 108: 16-26.
- Taylor, W.A. 1995.** Spores in Earliest Land Plants. *Nature* 373: 391-392.
- Vanderpoorten, A. & Goffinet, B. 2009.** *Introduction to Bryology*. New York: Cambridge University Press.