

Filogenia morfológica de *Bromelia* L. (Bromeliaceae, Bromelioideae)

Raquel Fernandes Monteiro, André Mantovani & Rafaela Campostrini Forzza

Palavras-chave: cladística, monocotiledôneas, anatomia, América Latina, sistemática.

Introdução

Bromelia inclui 56 espécies (Luther 2006) que se distribuem da região central do México até a Bacia do Prata, na Argentina. Dois centros de diversidade podem ser reconhecidos para o gênero, o primeiro na América Central, estendendo-se aos Andes; e o segundo no Escudo Brasileiro, principalmente no Domínio do Cerrado (Smith & Downs 1979, Benzing 2000).

Segundo Mez (1891) as espécies do gênero encontram-se agrupadas nos subgêneros *Distiacanthus*, *Bromelia* e *Karatas*. No primeiro, estão incluídas duas espécies cujas folhas são pecioladas. No segundo, as espécies que possuem inflorescências paniculadas, que supera em tamanho a roseta foliar devido à presença de um escapo muito desenvolvido e no terceiro são posicionadas as espécies com inflorescências subsésseis e completamente imersas na roseta foliar.

Nas filogenias realizadas para a família *Bromelia* emerge como monofilética e sempre na base de Bromelioideae (Schulte *et al.* 2005, Terry *et al.* 1997, Givinish *et al.* 2007). Apesar de seu consolidado posicionamento nas análises, apenas um dos trabalhos inclui dados morfológicos (Hornung-Leoni & Sosa 2008) e nenhuma inclui mais que duas espécies do gênero (Schulte *et al.* 2005).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo realizar uma análise filogenética de *Bromelia* buscando verificar o monofiletismo do gênero, bem como dos seus subgêneros, além de elucidar as relações interespecíficas no gênero.

Material e Métodos

Foram incluídos na análise 38 terminais, sendo 25 espécies de *Bromelia*; 11 de outros gêneros de Bromelioideae e *Encholirium spectabile* e *Puya nana* para o enraizamento da árvore. Os caracteres da morfologia externa foram retirados a partir de espécimes

depositados nos herbários nacionais e internacionais e de matérias coletados durante a realização do presente trabalho. Nos estudos da anatomia foliar de *Bromelia*, foram utilizadas amostras conservadas em etanol 70° GL, além de materiais herborizados. Os cortes transversais foram realizados à mão livre no terço mediano da lâmina foliar e tratadas segundo Kraus & Arduin (1997). Uma matriz com 120 caracteres foi elaborada com o auxílio do programa Mesquite 2.5. Análises cladísticas foram realizadas através do critério da máxima parcimônia, conduzindo uma busca heurística com 1000 replicações mantendo 10 árvores por replicação, por meio do algoritmo *branch swapping* com o método *tree bisection-reconnection*, a partir do método de otimização dos caracteres *accelerated transformation optimization*, desordenados e sem peso, e retenção de múltiplas árvores mais parcimoniosas, utilizando o programa PAUP* 4b10. O enraizamento foi realizado a partir do método do grupo externo. Os valores de suporte dos ramos foram avaliados através da replicação *bootstrap* de busca heurística com 100 replicações. Os cladogramas foram visualizados no programa Mesquite 2.5.

Resultados e Discussão

A análise cladística gerou duas árvores igualmente parcimoniosas com 796 passos, índice de consistência (IC) 0,274; índice de retenção (IR) 0,440; e índice de consistência rescalonado (CR) 0,121. Dos 120 caracteres utilizados 108 são informativos.

O baixo índice de consistência obtido reflete o grande número de caracteres homoplásticos, tal fato é recorrente em todas as filogenias de Bromeliaceae baseadas em caracteres morfológicos (Forzza 2001, Faria *et al.* 2004, Sousa *et al.* 2007, Hornung-Leoni & Sosa 2008). Contudo, filogenias morfológicas ainda são extremamente importantes na família já que caracteres

moleculares são pouco informativos no nível de espécie (Faria 2006) e mesmo em níveis hierárquicos superiores (Terry *et al.* 1997).

Os baixos valores de sustentação dos clados em Bromeliaceae também se repetem em todas as análises publicadas, tanto morfológicas quanto moleculares (Faria 2006, Faria *et al.* 2004, Horres *et al.* 2007, Schulte *et al.* 2005, Hornung-Leoni & Sosa 2008). Apenas quatro clados na árvore de consenso possuem sustentação maior que 50% de bootstrap (Fig. 1) A posição basal de *Bromelia* e *Fernseea*, e de grupo irmão das demais Bromelioideae, obtidos em estudos filogenéticos baseados em caracteres moleculares são corroboradas na presente análise.

Bromelia com a atual circunscrição é parafilético devido ao posicionamento de *Fernseea itatiaiae* dentro do gênero. Três sinapomorfias suportam o clado *Bromelia* + *Fernseea*: indumento flocoso na face abaxial da bainha foliar, ovário oblongo e hipoderme mecânica na face abaxial com quatro camadas de células.

Distiacanthus emerge como monofilético (Fig. 1) sendo sustentado por três sinapomorfias: presença de pecíolo, bráctea floral diminuta e células do parênquima braciforme com braços curtos. Porém, as duas espécies deste subgênero emergem aninhadas dentro de um clado maior que também abriga três espécies de folhas não pecioladas, *B. aff. tubulosa*, *B. tubulosa* e *B. auriculata*, pertencentes ao subgênero *Karatas*. Nossos resultados indicam ainda que os subgêneros *Karatas* e *Bromelia* são parafiléticos e que a inflorescência nidular, completamente imersa na roseta foliar, surgiu duas vezes na evolução de *Bromelia* e a inflorescência que supera em tamanho a roseta foliar devido a presença de um escapo é uma simpleisiomorfia.

Nota-se a redução nos ramos e pedúnculos ao longo da evolução do clado A. Na base deste clado encontram-se espécies de inflorescência ampla e laxa (e.g. *B. arenaria*, *B. binotii*, *B. antiacantha* e *B. pinguin*). Nas ramificações subseqüentes, as espécies ainda possuem inflorescência ampla, com pedúnculo emergindo a roseta, no entanto, suas flores passam a ter uma disposição

congesta (*B. balansae*, *B. reversacantha*, *B. interior*, *B. serra*, *B. goyazensis*, *B. horstii*). No ápice do clado A emergem dois clados menores com espécies que possuem a inflorescência completamente inserida na roseta foliar. No primeiro, *B. mínima*, *B. macedoi* e *B. lindevaldae*, espécies de pequenas dimensões e de ocorrência quase que simpátrica em Goiás, emergem como um grupo, mesmo sem a utilização de dados métricos. No segundo clado, *B. lagopus*, *B. villosa*, *B. grandiflora* e *B. karatas*, surgem unidas, confirmando sua proximidade anteriormente sugerida por Leme & Siqueira Filho (2006).

Bromelia arenaria, *B. binotii* e *B. antiacantha*, espécies de inflorescência laxa que habitam principalmente regiões costeiras da floresta atlântica, surgem juntas em um clado. Logo acima, emerge *B. pinguin*, que intercala seu habitat entre regiões costeiras e desérticas. Vale destacar também que no clado A, estão agrupadas as espécies de ocorrência no cerrado, principal centro de diversidade do gênero. O clado B inclui espécies restritas à ambientes florestais, *B. morreniana*, *B. scarlatina* e *B. tubulosa* da floresta amazônica, e, *B. aff. tubulosa* e *B. auriculata* da floresta atlântica (Fig. 1).

Referências Bibliográficas

- BENZING, D.H. 2000. *Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation*. Cambridge University Press, 590p.
- FARIA, A.P.G.; WENDT, T. & BROWN, G. K. 2004. Cladistic relationship of *Aechmea* (Bromeliaceae, Bromelioideae) and allied genera. *Annals of Missouri Botanical Garden* 91: 303-319.
- FARIA, A.P.G. 2006. *Revisão taxonômica e filogenia de Aechmea Ruiz & Pav. subg. Macrochordion (De Vriese) Baker (Bromelioideae – Bromeliaceae)*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 199p.
- FORZZA, R.C. 2001. *Filogenia da tribo Puyeeae Wittm. e revisão taxonômica do gênero Encholirium Mart. ex Schult. & Schult. f. (Pitcairnioideae – Bromeliaceae)*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 208p.
- GIVNISH, T.J.; MILLAM, K. C.; BARRY, P. E. & SYTSAM, K. J. 2007.

Phylogeny, adaptive radiation and historical biogeography of Bromeliaceae inferred from *ndhF* sequence data. In: Columbus, J.T.; Friar, E.A.; Porter, J.M.; Prince, L.M. & Simpson, M.G. (Eds.) *Monocots: Comparative Biology and Evolution-Poales*. Rancho Santa Ana Botanic Garden, Claremont, CA, pp. 3-26.

HORNUNG-LEONI, C.T. & SOSA, V. 2008. Morphological phylogenetics of *Puya* subgenus *Puya* (Bromeliaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 156: 93-110.

HORRES, R.; SCHULTE, K.; WEISING, K. & ZIZKA, G. 2007. Systematics of Bromelioideae (Bromeliaceae) – evidence from molecular and anatomical studies. *Aliso* 23: 27–43

KRAUS, J.E. & ARDUIM, M. 1997. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Edur. Seropédica, 198p.

LEME, E.M.C & SIQUEIRA FILHO, J.A. 2006. *Fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste. Biodiversidade, Conservação e suas Bromélias*. Andrea Jakobson Estúdio, Rio de Janeiro, 360p.

LUTHER, H.E. 2006. *An alphabetical list of bromeliad binomies*. The Bromeliad Society International. 10ed. The Marie Selby Botanical Gardens. Sarasota, Florida USA. 116p.

MEZ, C. 1891. Bromeliaceae. In: Martius, C. F. P. von; Eichler, A.W. & Urban, I. (Eds.), *Flora brasiliensis, vol. 3, part. 3*. München, Wien, Leipzig, pp. 173-634.

O'BRIEN, T.P. & McCULLY, M.E. 1981. *The study of plant structure: principles and selected methods*. Thermancarphi. Melbourne, 316p.

SCHULTE, K.; HORRES, R. & ZIZKA, G. 2005. Molecular phylogeny of Bromelioideae and its implications on biogeography and the evolution of CAM in the family (Poales, Bromeliaceae). *Senckenbergiana biologica* 85: 113-125.

SMITH, L.B. & DOWNS, R.J. 1979. *Bromelioideae (Bromeliaceae)*. *Flora Neotropica Monograph*. Hafner Press, New York, 14(3): 1493-2141.

SOUSA, L.O.F.; WENDT, T.; BROWN, G.K.; TUTHILL, D.E. & EVANS, T.M. 2007. Monophyly and phylogenetic relationships in *Lymania* (Bromelioideae – Bromeliaceae) based on morphology and chloroplast DNA sequences. *Systematic Botany* 32(2): 264-270.

TERRY, R.G.; BROWN, G.K. & OLMSTEAD, R.G. 1997. Examination of subfamilial phylogeny in Bromeliaceae using comparative sequencing of the plastid locus *ndhF*. *American Journal of Botany* 84 (5): 664-670.

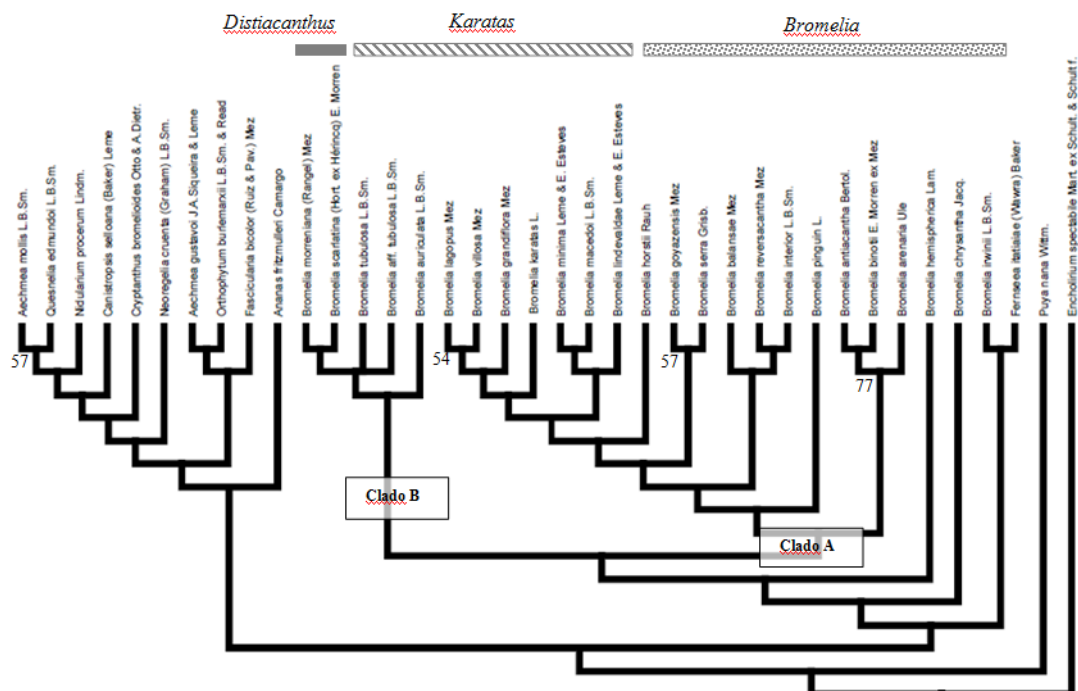


Figura 1. Consenso estrito de duas árvores igualmente parcimoniosas com 796 passos. Números nos ramos mostram o valor do “bootstrap”. CI= 0,274; RI= 0,440, RC= 0,121.



60^o Congresso Nacional de Botânica

32^a Reunião Nordestina de Botânica

29^o Encontro Regional de Botânicos – MG, BA, ES

Feira de Santana - BA - Brasil
28 de JUNHO a 03 de JULHO de 2009