

Relações Filogenéticas na subtribo Ecliptinae (Asteraceae: Heliantheae)

Marta Dias de Moraes¹, José L. Panero² e João Semir³

Introdução

De acordo com a circunscrição de Robinson [1], Ecliptinae tornou-se a maior e morfologicamente a mais diversa das subtribos de Heliantheae, contendo 66 dos aproximadamente 260 gêneros da tribo. O trabalho de Panero *et al.* [2] utilizando sítios de restrição do DNA de cloroplasto (cpDNA) revelou que Ecliptinae como circunscrita por Robinson [1] não é monofilética e que os membros desta subtribo encontram-se distribuídos entre quatro linhagens dentro de Heliantheae. Este resultado levou a uma circunscrição mais estreita da subtribo Ecliptinae, que em sua maior parte coincide com a circunscrição de “*Wedelia group*” de Karis & Ryding [3] baseada em micro-caracteres e morfologia de inflorescência.

Como circunscrita presentemente [2], a subtribo Ecliptinae inclui *Clibadium* L e gêneros relacionados de Clibadiinae *sensu* Robinson [1], contendo 49 gêneros com a maioria deles restritos ao México e América Central, alguns poucos endêmicos da América do Sul e outros poucos ocorrendo fora do Continente Americano.

Nós analisamos dados de seqüência de regiões de cpDNA para 38 acessos, representando 34 gêneros de Ecliptinae como delimitada por Panero [2] e dois gêneros representando o grupo externo. O principal objetivo do presente estudo é esclarecer a posição filogenética de dois gêneros endêmicos da América do Sul, *Angelphytum* G.M.Barroso e *Dimerostemma* Cass., e elucidar suas relações com os demais membros da subtribo Ecliptinae.

Material e métodos

A lista dos 38 espécimes seqüenciados neste estudo e número de acesso ao Genbank podem ser providenciados pelo primeiro autor a pedidos. DNA total foi isolado conforme procedimentos de Doyle & Doyle [4]. As regiões de cpDNA foram amplificadas utilizando *Polymerase Chain Reaction* (PCR) em reações de 50 µl. Os *primers* utilizados nas ampliações foram: gene *matK*, introns *petB*, *petD* e os espaçadores intergenéricos *ndhI-ndhG* e *accD-rbcL* projetados por Panero & Crozier [5]; intron *trnL* e os espaçadores intergenéricos *trnT-trnL* e *trnL-trnF* projetados por Taberlet *et al.* [6]; e ainda, o espaçador intergenérico *rpl20-rps12* projetado por Hamilton [7]. Análise de parcimônia máxima foi realizada utilizando o programa PAUP [8]. Todos os caracteres receberam peso igual; *gaps* foram tratados como dados ausentes.

Resultados

Análises de parcimônia máxima da matriz dos dados combinados dos cpDNA resultaram em 3.600 árvores igualmente parcimoniosas, cada uma com 1.105 passos, índice de consistência (CI) de 0,63 (excluindo autapomorfias) e um índice de retenção (RI) de 0,85. Para as seqüências de cpDNA, 551 dos 8.052 estados de caráter foram variáveis e 299 (3,7%) foram filogeneticamente informativos. A árvore de consenso obtida do *bootstrap* é mostrada na Fig. 1.

Discussão

O clado *Monactis*: A resolução deste clado incluindo *Monactis*, *Idipopappus* e *Kinganthus*, todos endêmicos dos Andes, como o grupo basal de Ecliptinae confirma os resultados de Panero *et al.* [2]. Este clado compreende espécies arborescentes com cipselas prismáticas não constrictas e com carpópódio anular a curto-cilíndrico.

O clado *Oblivia-Otopappus*: Os gêneros morfológica-mente similares *Oblivia* e *Otopappus*, um grupo de arbustos escandentes, na maioria endêmicos da América Central, formam um clado fortemente sustentado. O perfil da cipsela e a inserção do papus em ambos os gêneros são similares à maioria dos gêneros pertencentes ao clado de *Blainvillea*. Dados adicionais podem revelar este clado como grupo irmão do clado de *Blainvillea*.

O clado de *Blainvillea*: A maior parte das espécies anuais e ruderais de Ecliptinae estão incluídas neste clado. As cipselas da maioria do grupo apresentam um perfil estreitamente oblanceolado, atenuado em direção a base e papus constituído de duas aristas (ausentes em *Damnaxanthodium* e *Delilia*). Os ápices das cipselas deste grupo são obscuramente coroniforme, exceto em *Blainvillea* que apresenta um rostró distinto.

O clado de *Eclipta*: este clado agrupa táxons bastante heterogêneos, apresentando três subclados em uma tricotomia: 1) *Eclipta*, 2) o grupo de *Dimerostema/ Angelphytum* e 3) um subgrupo mais amplo, contendo a maioria dos gêneros de Ecliptinae que são endêmicos de florestas úmidas, exemplificados por *Zexmenia*, *Clibadium* e *Lundellianthus*.

Nosso estudo sugere que o gênero pantropical *Eclipta* é proximamente relacionado e talvez seja o grupo mais proximamente relacionado ao grupo *Dimerostema/ Angelphytum*, cujos membros são em sua maioria endêmicos do Brasil.

As páleas filiformes de *Eclipta*, suas flores do raio

1. Professora adjunta do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Campus Floresta, Universidade Federal do Acre, Rua Paraná 4016, CEP 69980-000, Cruzeiro do Sul, AC. E-mail: mdmoraes@yahoo.com.br

2. Associate Professor of Botany, Section of Integrative Biology, 1 University Station A6700, The University of Texas, Austin, TX 78712, USA.

3. Professor Adjunto do Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, CEP 13083-970, Campinas, SP.

estreitas, brancas e em várias séries em *Eclipta prostrata* são características únicas em Ecliptinae. Estes caracteres distintos contribuíram para a colocação deste gênero entre os táxons não classificados em subtribo [3]. Entretanto, existem alguns caracteres morfológicos que são compartilhados entre *Eclipta* e o grupo *Dimerostemma/ Angelphytum*, incluindo cipselas levemente comprimidas ou 4-anguladas, geralmente tuberculadas. Em algumas espécies de *Dimerostemma*, as alas ou o papus ou ambos são bastante reduzidos ou ausentes, o que é exemplificado pelas cipselas de *D. virgosum* H. Rob., *D. bishopii* H. Rob., e a maioria dos espécimes de *D. annuum* (Hassl.) H. Rob., todas parecidas com as cipselas de *Eclipta*.

Os resultados apóiam o relacionamento próximo de *Angelphytum* e *Dimerostemma*. *Angelphytum* foi formalmente separado de *Dimerostemma* principalmente pelas flores do raio fértil, em oposição as flores do raio estéreis de *Dimerostemma* [9,10]. As espécies deste grupo compartilham um invólucro com uma série mais externa de brácteas involucrais semelhantes às folhas e papus coroniforme não constricto, constituído por aristas robustas e contínuas com a margem das cipselas.

O gênero monoespecífico *Trigonopterum*, um arbusto endêmico das áridas ilhas Galápagos, é irmão de *Sphagneticola*, um grupo de quatro espécies de ervas perenes, comuns nas baixadas litorâneas dos trópicos [11]. O estudo de Panero *et al.* [2] produziu este mesmo resultado levando os autores a hipótese da evolução de *Trigonopterum* nas Ilhas Galápagos como resultado de um evento de dispersão a longa distância de um parental proveniente da América tropical, provavelmente grupo irmão ou uma espécie de *Sphagneticola*.

Estes dois gêneros compartilham várias similaridades florais, tais como invólucro urceolado, flores do disco com corola infundibuliforme, cipselas clavadas a piriformes, atenuadas em direção a base e papus constituído por uma coroa fimbriada bem desenvolvida.

O conceito de *Melanthera* foi ampliado por Wagner & Robinson [12], incluindo *Wollastonia* e *Lipochaeta* sect. *Aphanopappus* (*sensu* Gardner [13], contendo *Lipochaeta integrifolia* que é amostrada no presente trabalho). Nossos resultados mostram *Melanthera* (*M. nivea* Small) fracamente sustentada como grupo irmão de *Lipochaeta* e *Wollastonia*, sugerindo que algumas das transferências propostas por Wagner & Robinson podem necessitar maiores ajustes.

Membros do subclado contendo *Zexmenia* e grupos relacionados compartilham um conjunto de caracteres, incluindo em sua maioria invólucros campanulados com 2-3 séries de brácteas involucrais, corolas das flores do disco estreitamente infundibuliforme e cipselas terminadas em rostro curto, providas na base com um carpópódio relativamente grande (pequeno ou ausente em *Elaphandra*), e ainda, papus constituído por uma coroa fimbriada, providas de aristas ou cerdas.

Uma abordagem molecular para elucidar a filogenia da subtribo Ecliptinae é imperativa devido a homoplasia em características chaves tradicionalmente utilizadas na classificação de Ecliptinae. Por exemplo, a redução do ápice da cipsela em um rostro, um caráter bastante utilizado para separar gêneros, parece ter evoluído em paralelo três vezes, em *Blainvillea*; no subclado *Trigonopterum* e *Sphagneticola* e no subclado de *Zexmenia* e táxons relacionados.

A presença ou ausência de flores do disco estaminadas, caráter utilizado para delimitar grupos dentro de Heliantheae, parece ter evoluído independentemente duas vezes em Ecliptinae, pois encontra-se presente em *Baltimora*, *Clibadium*, *Riencourtia* e *Rensonia*, todos incluídos como linhagens separadas dentro do clado de *Eclipta*, e em *Delilia*, membro do subclado de *Blainvillea*.

Para obter uma idéia clara sobre a sistemática e evolução de Ecliptinae, torna-se necessário adicionarmos mais dados e um maior número de táxons.

Agradecimentos

A FAPESP pela bolsa concedida. Apoio para os estudos moleculares foi providenciado por NSF para JLP.

Referências

- [1] ROBINSON H. 1981. A revision of the tribal and subtribal limits of the Heliantheae (Asteraceae). *Smithsonian Contribution to Botany* 51: 1-102.
- [2] PANERO JL, JANSEN RK, CLEVINGER JA. 1999. Phylogenetic relationships of subtribe Ecliptinae (Asteraceae: Heliantheae) based on chloroplast DNA restriction site data. *American Journal of Botany* 86: 413-427.
- [3] KARIS PO, RYDING O. 1994. Tribe Heliantheae. In: BREMER K, ed. *Asteraceae, cladistics and classification*. Oregon: Timber Press, 559-624.
- [4] DOYLE JJ, DOYLE JL. 1987. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical Bulletin* 19: 11-15.
- [5] PANERO JL, CROZIER BS. 2003. Primers for PCR amplification of Asteraceae chloroplast DNA. *Lundellia* 6: 1-9.
- [6] TABERLET P, GIELLY L, PATOU G, BOUVET J. 1991. *Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA*. *Plant. Mol. Biol.* 17: 1105-1109.
- [7] HAMILTON, MB. 1999. Four primer pairs for the amplification of chloroplast intergenic regions with intraspecific variation. *Molecular Ecology* 8: 521-523.
- [8] SWOFFORD DL. 2001. PAUP*: phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods). Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA.
- [9] BARROSO, GM. 1980. Um gênero novo da tribo Heliantheae (Compositae). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 19: 8-11.
- [10] ROBINSON H. 1984. Studies in Heliantheae (Asteraceae). XXXIV. Redelimitation of the genus *Angelphytum*. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 97: 961-969.

[11] STROTHER JL. 1991. Taxonomy of *Complaya*, *Elaphandra*, *Iogeton*, *Jefea*, *Wamalchitamia*, *Wedelia*, *Zexmenia*, and *Zyzyxia* (Compositae-Heliantheae-Ecliptinae). *Systematic Botany Monographs* 33: 1-111.
 [12] WAGNER WL, ROBINSON H. 2001. *Lipochaeta* and *Melanthera* (Asteraceae: Heliantheae

subtribe Ecliptinae): establishing their natural limits and a synopsis. *Brittonia* 53: 539-561.

[13] GARDNER RC. 1979. Revision of *Lipochaeta* (Compositae: Heliantheae) of the Hawaiian islands. *Rhodora* 81: 291-343.

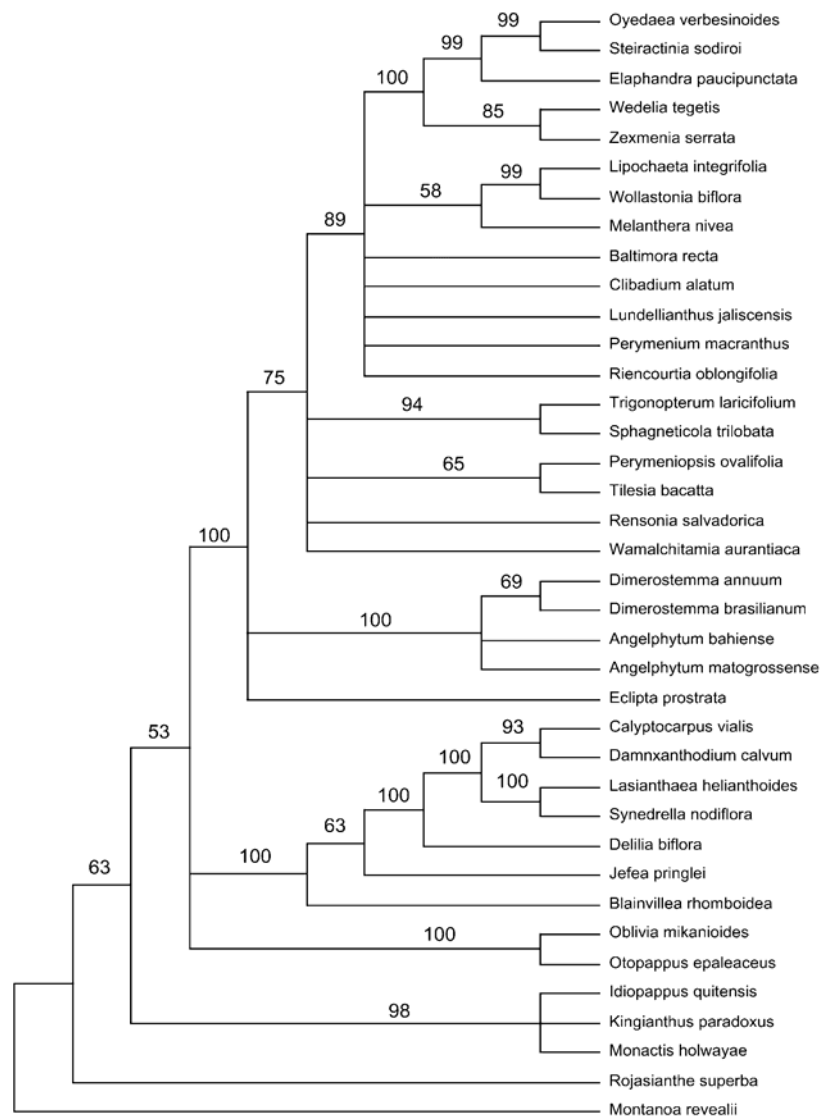


Figure 1

Figura 1. Árvore de consenso de bootstrap da subtribe Ecliptinae e grupos externos baseada em dados de seqüências de cpDNA. Números acima dos ramos indicam valores de bootstrap maiores que 50 %. O cladograma apresenta 1.105 passos, índice de consistência (CI) de 0,63 (excluindo autapomorfias) e um índice de retenção (RI) de 0,85.