

MARINA BLANCO CATTAI

**ANATOMIA EM VELLOZIACEAE:
CARACTERES, EVOLUÇÃO E FILOGENIA**

SÃO PAULO, 2007

MARINA BLANCO CATTAI

**ANATOMIA EM VELLOZIACEAE:
CARACTERES, EVOLUÇÃO E FILOGENIA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências
da Universidade de São Paulo, para a obtenção do
título de Mestre em Ciências, na área de Botânica

Orientação: Prof. Dr. Veronica Angyalossy

SÃO PAULO, 2007

CATTAI, M. B.

ANATOMIA EM VELLOZIACEAE:
CARACTERES, EVOLUÇÃO E FILOGENIA
67 de páginas

Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade
de São Paulo, Departamento de Botânica

1. Velloziaceae 2. Anatomia caulinar 3. Anatomia radicular 4. Xilema
5. Caracteres 6. Filogenia

COMISSÃO JULGADORA

Prof(a). Dr(a).

Prof(a). Dr(a).

Profa. Dra. Veronica Angyalossy

RESUMO

Em Velloziaceae, a delimitação da família, subfamílias e gêneros é bastante controversa e as filogenias existentes são mal sustentadas. Considerando que os estudos anatômicos são extremamente importantes na delimitação de novas espécies, na classificação e em análises cladísticas de Velloziaceae, o presente trabalho tem como objetivo ampliar o conhecimento anatômico da raiz, do caule e da folha. Através de secções anatômicas e dissociação do xilema de vinte e cinco espécies da família e três representantes do grupo externo (Bromeliaceae, Cyclanthaceae e Pandanaceae) visa buscar novos caracteres a serem incorporados em análises cladísticas. O estudo dos elementos traqueais evidenciou a presença de placa de perfuração simples na raiz e uma grande diversidade de formas de elementos traqueais no caule, já que é possível observar, em uma mesma espécie, desde traqueídes muito longas, até elementos de vaso muito curtos. À exceção de *Acanthochlamys bracteata*, todas as espécies analisadas possuem traqueídes no caule, característica que confere vantagens às plantas que sofrem estresses uma vez que são mais resistentes à cavitação. Na folha, à exceção de *Talbotia elegans* que possui apenas traqueídes, todas as espécies da família apresentam elementos de vaso com placa de perfuração escalariforme. O estudo dos elementos traqueais apontou quatro novos caracteres e a análise das secções transversais e longitudinais radiculares e caulinares levantou mais oito caracteres referentes à características do córtex da raiz e do caule, forma da secção transversal caulinar, presença de feixe fibroso central e feixes vasculares caulinares, a serem incorporados em análises cladísticas baseadas em dados morfológicos e combinada para a família. A hipótese filogenética obtida revelou que, dos doze caracteres analisados, seis constituem sinapomorfias de Velloziaceae incluindo *Acanthochlamys bracteata*, duas delas homoplásticas. Além disso, uma sinapomorfia para o clado (*Nanuzia Vellozia*) e uma para *Vellozia* s.s. emergiram na análise. A hipótese filogenética obtida sustenta a inclusão de *A. bracteata* em Velloziaceae, a delimitação de *Barbacenia* e *Vellozia* proposta por Mello-Silva, e a delimitação de Smith & Ayensu para as subfamílias de Velloziaceae s.s.

ABSTRACT

The classification for family, subfamilies and genera of the Velloziaceae is controversial and the existing phylogenies are poorly supported. Considering that anatomical features are widely used in the definition of new species, classification and cladistic analyses, this paper provides a better understanding of the root, stem and leaf anatomy of the Velloziaceae. Through transverse and longitudinal sections as well as xylem maceration of 25 species of Velloziaceae and three from outgroups (Bromeliaceae, Cyperaceae and Pandanaceae), a search of new morphological characters to be added in cladistic analyses was performed. The xylem analyses showed that all Velloziaceae have simple perforation plates in roots and a huge diversity of tracheary elements in stems including long tracheids to small vessel elements in a single species. Except for *Acanthochlamys bracteata*, all species present tracheids in stems, an important feature to plants that survive dry periods of several months because they can prevent cavitation. In leaves, except for *Talbotia elegans* that possesses only tracheids, all Velloziaceae have vessel elements with scalariform perforation plates. The analysis of tracheary elements provided four new characters. The anatomical studies produced another eight characters referring to the characteristics of the cortex of the root and stem, form of the transverse stem section, presence of a central, fibrous vascular bundle and stem vascular bundles. All of these new characters were added to morphological and combined analyses of Velloziaceae. The cladistic analysis showed that six of the 12 characters described here are synapomorphies for Velloziaceae, including *Acanthochlamys bracteata*, although two are homoplastic. Furthermore, one synapomorphy of the *Nanuzia-Vellozia* clade and one of *Vellozia* s.s. emerged in the analysis. This phylogenetic hypothesis supports the inclusion of *A. bracteata* in Velloziaceae, the delimitation of *Barbacenia* and *Vellozia* as proposed by Mello-Silva, and the recognition of the subfamilies of Velloziaceae s.s. as described by Smith & Ayensu.

INTRODUÇÃO GERAL

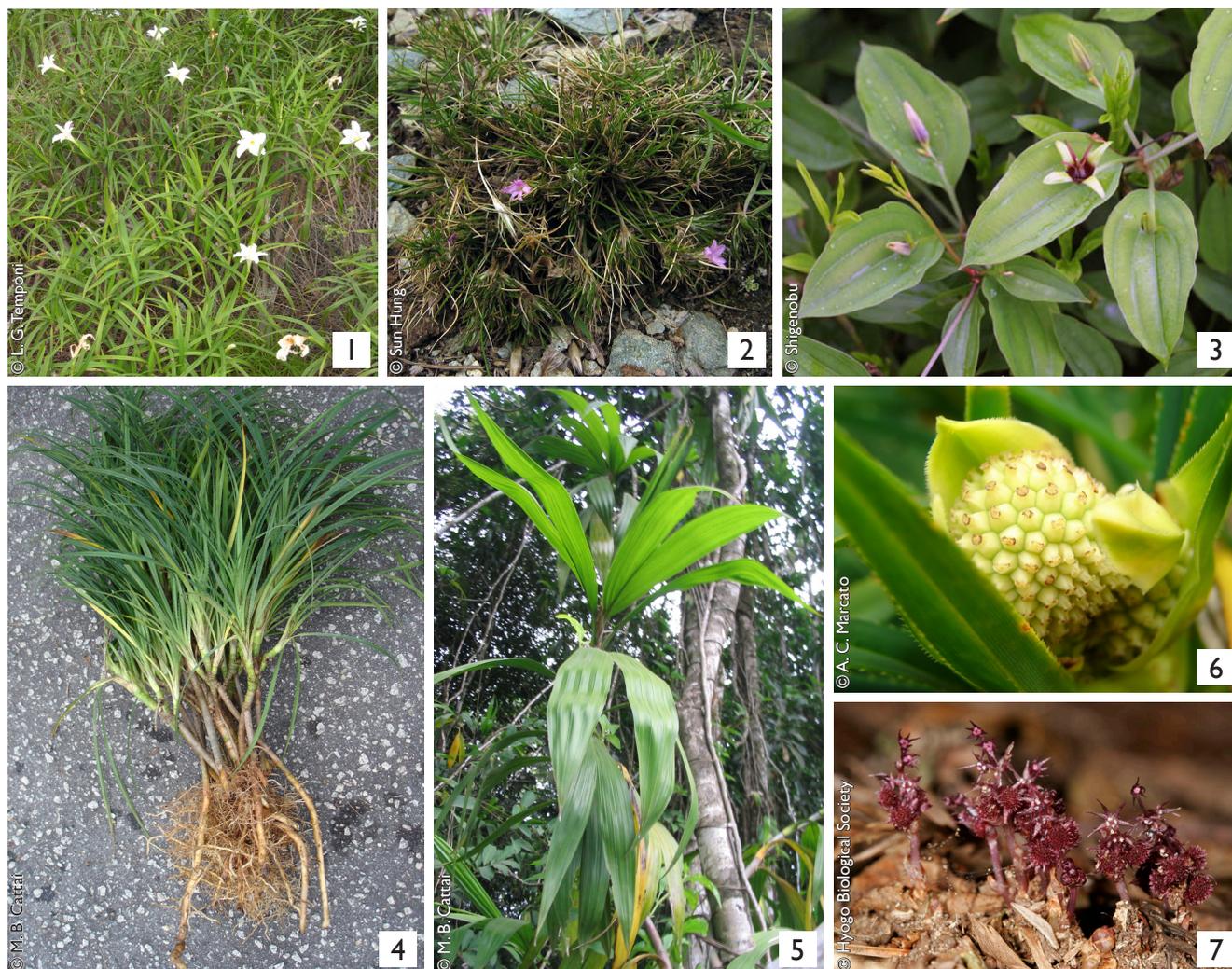
A família Velloziaceae é um grupo de monocotiledôneas essencialmente tropical com cerca de 250 espécies. A maioria ocorre na América do Sul e África (Kubitzki 1998). Muitas espécies são endêmicas e o centro de diversidade é a Cadeia do Espinhaço, no leste do Brasil central.

As afinidades de Velloziaceae com outras famílias é um tema de considerável discussão (Salatino et al. 2001) já tendo sido considerada próxima de Hypoxidaceae (Takhtajan 1969), Amaryllidaceae (Menezes 1980A), Haemodoraceae (Cronquist 1988) ou ainda Bromeliaceae (Dahlgren et al. 1985). Recentemente, Stevenson & Loconte (1995), em análise cladística com base em dados morfológicos, novamente relacionam Velloziaceae à Hypoxidaceae e as incluem na ordem Velloziales. Chase et al. (1993, 1995), com dados de *rbcL* e análise combinada, mostraram que o grupo irmão de Velloziaceae seria *Acanthochlamys*, um gênero monotípico chinês e incluíram Velloziaceae na ordem Pandanales, juntamente com *Acanthochlamys*, Cyclanthaceae, Pandanaceae, Stemonaceae e Triuridaceae (Figuras 1-7). Todavia, Kubitzki (1998) afirma que os resultados obtidos com análises moleculares não parecem estar corroborados pelos caracteres morfológicos e, quando muito, sustentam um forte isolamento de Velloziaceae. Trabalhos recentes com análises moleculares (Davis et al. 2004, Chase et al. 2006) e morfológicos (Rudall & Bateman 2006) demonstram que Velloziaceae é o grupo basal das Pandanales e *Acanthochlamys bracteata* a espécie que primeiro divergiu na ordem.

Vandelli (1788) foi o primeiro a descrever espécies da família, a partir de exemplares brasileiros e reconheceu dois gêneros, *Vellozia*, com 15 estames e estigma capitado, e *Barbacenia*, com seis estames e estigma oval-acuminado. Um ano depois, Jussieu (1789) descreveu o gênero *Xerophyta* baseado em espécie de Madagascar com seis estames e estigma oblongo. Martius (1823) ampliou a delimitação de *Vellozia*, incluindo espécies com seis estames, mas Schultes & Schultes f. (1829) e Sprengel (1827) transferem todas as espécies de *Vellozia* com seis estames para o gênero *Xerophyta*.

Baker (1875) valorizando novamente apenas o caráter número de estames, considerou as espécies brasileiras de *Vellozia* com seis estames como pertencentes ao gênero *Xerophyta* e, em 1898, considerando exclusivamente o comprimento do hipanto sobre o ovário, transferiu todas as espécies africanas para *Vellozia*. Bentham & Hooker (1883) tratam *Vellozia* e *Barbacenia* como pertencentes à tribo Vellozieae da família Amaryllidaceae baseando-se no comprimento do hipanto para distinguir os gêneros.

Pax (1888) volta a enfatizar o número de estames e divide a família nos gêneros originais: *Vellozia* com mais de seis estames e *Barbacenia* com seis estames, subdividido na seção *Xerophyta* com filetes lineares e na seção *Barbacenia* com filetes aplanados. Baillon (1895) reuniu todas as espécies de Velloziaceae no gênero *Barbacenia*, dividindo-o em quatro seções (*Barbacenia*, *Radia*, *Vellozia*, *Xerophyta*) distintas pelo comprimento do hipanto e número de estames.



Figuras 1 a 7: Espécies representativas das famílias da ordem Pandanales: **1:** *Vellozia candida* (Velloziaceae), **2:** *Acanthochlamys bracteata*, **3:** *Stemona japonica* (Stemonaceae), **4:** *Pandanus racemosus* (Pandanaceae), **5:** *Thoracocarpus bissectus* (Cyclanthaceae), **6:** Detalhe da inflorescência de *Pandanus racemosus*, **7:** *Sciaphila tosaensis* (Triuridaceae)

Perrier (1930, 1946) restabeleceu o gênero *Xerophyta* para as espécies de Madagascar e reconheceu *Vellozia* e *Barbacenia* segundo a delimitação de Vandelli (1788) levando em conta características do hipanto, número de estames e formato dos estigmas. Seubert (1847) faz a primeira revisão para Velloziaceae reconhecendo dois gêneros: *Barbacenia* e *Vellozia*, sendo que este último permanece com a ampla delimitação proposta por Martius (1823).

A moderna taxonomia da família iniciou-se

com a revisão de Smith (1962), que reconheceu três gêneros, *Vellozia*, *Barbaceniopsis* e *Barbacenia*, baseando-se em caracteres morfológicos florais. Menezes (1971A) por sua vez, dividiu a família em duas subfamílias, Vellozioideae e Barbacenioideae, baseando-se na presença e ausência de corona e no número de camadas de células na bainha do feixe foliar e restabelece o gênero *Xerophyta*. Assim, a subfamília Vellozioideae *sensu* Menezes compreende os gêneros *Vellozia* e *Xerophyta*, enquanto que *Barbacenia* e *Aylthonia* (Menezes 1971A) compõem as Barbacenioideae.

Smith & Ayensu (1976) reconhecem as subfamílias criadas por Menezes (1971A) porém, modificando-as quase completamente. Estes autores descrevem o gênero *Nanuzia* e o incluem, juntamente com *Vellozia* na subfamília Vellozioidae. Reconhecem ainda *Barbacenia*, *Barbaceniopsis*, *Talbotia* (Balf 1868) e *Xerophyta* incluídos em Barbacenioidae.

Menezes reavaliou sua classificação em 1980A e delimitou novos gêneros para suas subfamílias. Vellozioidae permaneceu com os gêneros *Vellozia* e *Xerophyta*, enquanto que, em Barbacenioidae, a autora incluiu *Barbacenia*, *Aylthonia*, *Burlemarxia* (Menezes & Semir 1991) e *Pleurostima* (restabelecido por Menezes 1980B), sendo os três últimos segregados de *Barbacenia*. Os gêneros *Barbaceniopsis*, *Talbotia* e *Nanuzia* não foram aceitos por Menezes (1980A) e suas espécies foram incluídas em *Xerophyta*, juntamente com outras espécies de *Vellozia*, *sensu* Smith & Ayensu (1976), da América do Sul.

A grande diferença entre os dois sistemas de classificação propostos para Velloziaceae é que Menezes priorizou a presença ou ausência de corona e a constituição das bainhas dos feixes em sua classificação e Smith & Ayensu deram prioridade à morfologia do estigma e filete e para a posição dos apêndices florais em relação aos filetes (Mello-Silva 1991A). Ambas as classificações são intransigentes na escolha de caracteres enfatizados e na tentativa de classificar espécies do Novo Mundo nos gêneros do Velho Mundo e vice-versa (Mello-Silva 1991B).

Foram descritos nove gêneros de Velloziaceae

(figuras 8 a 16): *Aylthonia*, *Barbacenia*, *Barbaceniopsis*, *Burlemarxia*, *Nanuzia*, *Pleurostima*, *Talbotia*, *Vellozia* e *Xerophyta*, ainda que este número seja bastante controverso (Kubitzki 1998).

No que diz respeito à classificação infragenérica, também há divergências na literatura. Em *Vellozia* Smith & Ayensu (1976) reconhecem três seções, *Vellozia*, *Radia* e *Xerophytoides*, baseadas no comprimento do hipanto e na forma da lâmina foliar, e Menezes (1980A) reconhece duas seções, *Vellozia* e *Radia*, baseadas no comprimento do hipanto. Menezes (1980A) considera que as espécies incluídas na seção *Xerophytoides*, todas com seis estames, pertencem ao gênero *Xerophyta*. O único ponto comum entre as classificações é a seção *Radia* de *Vellozia*. Mello-Silva (1991B) reconhece a delimitação do gênero *Vellozia* de Smith & Ayensu (1976), redelimita a seção *Xerophytoides*, incluindo uma nova espécie com 12 estames e, em 2000, sinonimiza a seção *Radia* em *Vellozia*.

Segundo Salatino *et al.* (1989), o estudo dos alcanos epicuticulares das folhas de Velloziaceae apóia a existência de duas subfamílias. Além disso, no primeiro trabalho de cladística com a família (Menezes *et al.* 1994), os autores apontam que a subfamília Barbacenioidae, *sensu* Menezes (1980A) é monofilética e melhor sustentada que Barbacenioidae *sensu* Smith & Ayensu (1976). O monofilismo de Barbacenioidae *sensu* Menezes (1980A) também foi corroborado em trabalho utilizando dados macromoleculares (Salatino *et al.* 2001). Já Melo *et al.* (1997) em estudo citogenético verificaram que as espécies de Barbacenioidae



Figuras 8 a 16: Gêneros descritos para Velloziaceae. **8:** *Aylthonia* sp. **9:** *Barbacenia flava* **10:** *Barbaceniopsis* sp. **11:** *Burlemarxia pungens* **12:** *Nanuzia plicata* **13:** *Pleurostima purpurea* **14:** *Talbotia elegans* **15:** *Vellozia epidendroides* **16:** *Xerophyta pinifolia*.

sensu Menezes possuem um número de cromossomos exclusivo. A subfamília Velloziioideae *sensu* Menezes mostrou-se parafilética, tanto no trabalho de Menezes et al. (1994) quanto no de Salatino et al. (2001). Williams (1991) por sua vez, utilizando flavonóides foliares, observou que apenas espécies da subfamília Velloziioideae *sensu* Menezes (1980A) possuem flavo-

na mono-C-glicosídeos, única característica presente apenas nos gêneros desta subfamília. Já as subfamílias como foram circunscritas por Smith & Ayensu (1974, 1976) são parafiléticas em todas as análises cladísticas já realizadas com a família (Menezes et al. 1994, Mello-Silva 2000, Behnke et al. 2000, Salatino et al. 2001, Mello-Silva 2005).

A delimitação dos gêneros, bastante controversa na história da família, foi discutida com base na sistemática filogenética por Mello-Silva (2005) que apresenta análise cladística baseada em dados morfológicos, anatômicos e químicos com 47 espécies da família. Neste trabalho, *Aylthonia* emergiu monofilético, *Barbaceniopsis* mono ou parafilético e *Pleurostima* parafilético. O autor, baseado no monofiletismo dos grupos, optou por reconhecer somente os gêneros *Barbacenia* (incluindo espécies pertencentes aos gêneros *Aylthonia*, *Burlemarxia* e *Pleurostima*), *Talbotia*, *Vellozia* (incluindo a única espécie do gênero *Nanuzia*) e *Xerophyta* (incluindo as espécies pertencentes a *Barbaceniopsis*). Nesta análise, *Acanthochlamys* também aparece como grupo irmão de Velloziaceae e, por ser monotípico, foi incluído na família que fica, assim, composta por cinco gêneros. Nesta mesma análise, a subfamília Barbacenioidae *sensu* Menezes emerge monofilética mas Vellozioidae permanece parafilética, assim como as seções estabelecidas para o gênero *Vellozia*. Apesar desta proposta de classificação, a filogenia e, conseqüentemente a classificação das Velloziaceae não estão ainda bem definidas (Mello-Silva 2006). O complexo histórico da classificação da família encontra-se resumido na tabela I.

Os estudos anatômicos em Velloziaceae iniciaram-se com Warming (1893) e se intensificaram a partir de Ayensu (1968), que descreveu a anatomia da raiz, caule e folha de duas espécies de *Barbaceniopsis*. O autor realizou outros estudos com anatomia foliar de diversas espécies de Velloziaceae, sendo os primeiros trabalhos (1969A, 1969B) referentes à anatomia foliar das espécies africanas e o terceiro, e mais extenso (1974), à anatomia

foliar das espécies americanas. Menezes (1971B) estudou a ontogenia do caule de quatro espécies de *Vellozia*, no intuito de avaliar a saída dos traços foliares e constatou que nestes, assim como nos feixes foliares, ocorre a presença de traqueídes de transfusão. Menezes (1975) constatou a presença destas mesmas traqueídes nas folhas de espécies de Barbacenioidae.

A anatomia foliar foi extensamente utilizada por diversos autores na descrição de novas espécies (e.g. Menezes & Semir 1991, Mello-Silva 1991B, Mello-Silva & Menezes 1988, 1999, McPherson *et al.* 1997, Alves 2002), e foi utilizada com grande importância nas análises cladísticas (Menezes *et al.*, 1994, Mello-Silva 2000, 2005). Mello-Silva (2000, 2005) aponta diversas características da anatomia foliar úteis para a análise cladística como por exemplo, tipos de estômatos, distribuição estomática, células subsidiárias, células especializadas na face adaxial da folha (células epidérmicas com maior diâmetro em relação às demais), organização do parênquima aquífero, presença de vasos na folha e reentrâncias na lâmina foliar. A anatomia do pedicelo também foi utilizada por Mello-Silva (2000, 2005) com o uso de caracteres como a forma da secção transversal do pedicelo, o número de feixes vasculares e a presença de células esclerificadas.

Considerando que os estudos anatômicos são extremamente importantes para a caracterização da família e em análises cladísticas, o presente trabalho tem como objetivo ampliar o conhecimento anatômico da raiz e do caule através de seções anatômicas e dissociação do xilema. Assim, será possível avaliar novos

Tabela I: Resumo do histórico das classificações de Velloziaceae

AUTOR	CLASSIFICAÇÃO
Vandelli (1788)	<i>Barbacenia</i> : 6 estames, estigma oval-acuminado <i>Vellozia</i> : 15 estames estigma capitado
Jussieu (1789)	<i>Xerophyta</i> : 6 estames, estigma oblongo e cálice tubuloso
Martius 1823	<i>Barbacenia</i> : 6 estames e anteras dorsifixas <i>Vellozia</i> : 6 e 15 estames a anteras basifixas
Shultes (1829) e Sprengel (1827)	<i>Xerophyta</i> : incluem no gênero todas as espécies com seis estames
Baker (1875)	<i>Xerophyta</i> : transfere as espécies brasileiras de <i>Vellozia</i> com 6 estames para o gênero
Baker (1898)	<i>Vellozia</i> : transfere espécies africanas para o gênero valorizando o comprimento do hipanto
Bentham & Hooker (1883)	Transferem Velloziaceae para a tribo Vellozie de Amaryllidaceae baseando-se no comprimento do hipanto para distinguir <i>Barbacenia</i> e <i>Vellozia</i>
Pax (1888)	<i>Barbacenia</i> : 6 estames - seção <i>Xerophyta</i> : filetes lineares, seção <i>Barbacenia</i> : filetes aplanados. <i>Vellozia</i> : mais de 6 estames
Bailon (1895)	<i>Barbacenia</i> : abrange todas as espécies da família. 4 seções: <i>Barbacenia</i> , <i>Radia</i> , <i>Vellozia</i> e <i>Xerophyta</i> distintas pelo comprimento do hipanto
Balf 1868	Descreve o gênero <i>Talbotia</i> para Amaryllidaceae
Perrier (1930, 1946)	<i>Barbacenia</i> : 6 estames, estigma oval-acuminado <i>Vellozia</i> : 15 estames e estigma capitado <i>Xerophyta</i> : espécies de Madagascar
Seubert (1947)	<i>Barbacenia</i> : 6 estames, estigma oval-acuminado <i>Vellozia</i> : 15 e 6 estames
Smith (1962)	<i>Barbacenia</i> : anteras dorsifixas, filete achatado <i>Barbaceniopsis</i> : descreve o gênero que possui anteras dorsifixas com filete cilíndrico <i>Vellozia</i> : anteras basifixas

caracteres para a utilização em análises cladísticas, bem como analisar essas características em *Acanthochlamys bracteata* e em duas espécies da ordem Pandanales, representantes do grupo externo. Paralelamente, este estudo possibilitará a avaliação da evolução destes caracteres nas filogenias já existentes da família e da ordem.

AUTOR	CLASSIFICAÇÃO
Menezes (1971A)	<i>Aylthonia</i> : Barbacenioidae <i>Barbacenia</i> : Barbacenioidae <i>Vellozia</i> : Vellozioidae <i>Xerophyta</i> : Redelimita o gênero incluindo espécies brasileiras, pertence à Vellozioidae
Smith & Ayensu (1974, 1976)	<i>Barbacenia</i> : Barbacenioidae <i>Barbaceniopsis</i> : Barbacenioidae <i>Nanuzia</i> : Descrevem o gênero e o incluem em Vellozioidae <i>Talbotia</i> : Barbacenioidae <i>Vellozia</i> : Vellozioidae. 3 seções: <i>Vellozia</i> , <i>Radia</i> e <i>Xerophytoides</i> <i>Xerophyta</i> : Barbacenioidae. 3 seções: <i>Xerophyta</i> , <i>Vellozioides</i> e <i>Barbacenioides</i>
Menezes (1980A, 1980B, 1991)	<i>Aylthonia</i> : Barbacenioidae <i>Barbacenia</i> : Barbacenioidae <i>Barbaceniopsis</i> : <i>Xerophyta</i> sect. <i>Xerophyta</i> <i>Burlemarxia</i> : descreve o gênero, único de Barbacenioidae cujas anteras não são sésseis <i>Nanuzia</i> : <i>Xerophyta</i> sect. <i>Talbotia</i> <i>Pleurostima</i> : reestabelece o gênero. 2 seções: <i>Pleurostima</i> e <i>Graziela</i> - Barbacenioidae <i>Talbotia</i> : <i>Xerophyta</i> sect. <i>Talbotia</i> <i>Vellozia</i> : Vellozioidae. 2 seções: <i>Vellozia</i> e <i>Radia</i> . <i>Xerophyta</i> : Vellozioidae. 2 seções: <i>Xerophyta</i> e <i>Talbotia</i>
Mello-Silva (2005)	<i>Acanthochlamys</i> : inclui o gênero na família <i>Barbacenia</i> : inclui espécies de <i>Aylthonia</i> , <i>Barbacenia</i> , <i>Burlemarxia</i> e <i>Pleurostima</i> <i>Talbotia</i> : Aceita o gênero <i>Vellozia</i> : Inclui <i>Nanuzia</i> e <i>Vellozia sensu</i> Smith & Ayensu <i>Xerophyta</i> : inclui espécies de <i>Xerophyta sensu</i> Smith & Ayensu e <i>Barbaceniopsis</i>

Este trabalho enfoca os órgãos vegetativos de vinte e cinco espécies de Velloziaceae e três espécies representantes do grupo externo e está dividido em dois capítulos que abordam os elementos traqueais e novos caracteres anatômicos para utilização em análises cladísticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R. J. V. 2002. Two new species of *Nanuza* (Velloziaceae) from Brazil. *Novon* 12: 12-17.
- AYENSU, E. S. 1968. The anatomy of *Barbaceniopsis*, a new genus recently described in the Velloziaceae. *American Journal of Botany* 55: 399-405.
- AYENSU, E. S. 1969A. Leaf-anatomy and systematics of Old World Velloziaceae. *Kew Bulletin* 23: 315-335.
- AYENSU, E. S. 1969B. The identity of *Vellozia uiapanensis*. Anatomical evidence. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 18: 291-298.
- AYENSU, E. S. 1974. Leaf anatomy and systematics of the new world Velloziaceae. *Smithsonian Contributions to Botany* 15: 1-125.
- BAILLON, H. E. 1895. *Histoire des plantes*. Vol.3. Hachette et Cie, Paris.
- BAKER, J. G. 1875. *Journal of Botany* 13: 231-236.
- BAKER, J. G. 1898. Amaryllidaceae in: Thiselton-Dyer, W. T. *Flora of Tropical Africa*. Lovell Reeve & Co. London.
- BALF, J. H. 1868. Amaryllidaceae: *Talbotia*. *Trans. Bot. Soc. Edinb* 9: 192.
- BEHNKE, H.-D., TREUTLENIN, J., WINK, M., KRAMER, K., SCHNEIDER, C. & KAO, P. C. 2000. Systematics and evolution of Velloziaceae, with special reference to sieve-element plastids and *rbcl* sequence data. *Botanical journal of the Linnean Society* 134: 93-129.
- BENTHAM, G., HOOKER, J. D. 1883. Amaryllidaceae. In: *Genera Plantarum* 3(2). L. Reeve & Co., London, 739-740.
- CHASE, M. W., SOLTIS, D. E., OLMSTEAD, R. G., MORGAN, D., LES, D. H., MISHLER, B. D., DUVAL, M. R., PRICE, R. A., HILLS, H. G., QIU, Y.-L., KRON, K. A., RETTIG, J. D., MANHART, J. R., SYTSM, K. J., MICHAELS, H. J., KRESS, W. J., KAROL, K. G., CLARK, W. D., HEDRÉN, M., GAU, B. S., JANSEN, R. K., KIM, K.-J., WIMPEE, C. F., SMITH, J. F., FURNIER, G. R., STRAUSS, S. H., XIANG, Q.-Y., PLUNKETT, G. M., SOLTIS, P. S., SWENSEN, S. M., WILLIAMS, S. E., GADEK, P. A., QUINN, C. J., EGUIARTE, L. E., GOLENBERG, E., LEARN JR., G. H., GRAHAM, S. W., BARRETT, S. C. H., DAYANANDAN, S., ALBERT, V. A. 1993. Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcl*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 529-580.
- CHASE, M. W., STEVENSON, D. W., WILKIN, P., RUDALL, P. J. 1995. Monocot systematics: a combined analysis. In: *Monocotyledons: systematic and evolution* (P. J. Rudall, Cribb, P. J., Cutler, D. F., Humphries, C. J., ed). Royal Botanic Gardens, Kew, p. 685-730.
- CHASE, M. W., FAY, M. F., DEVEY, D. S., MAURIN, O., RØNSTED, N., DAVIES, J., PILLON, Y., PETERSEN, G., SEBERG, O., TAMURA, M. N., ASMUSSEN, C. B., HILU, K., BORSCH, T., DAVIS, J. I., STEVENSON, D. W., PIRES, C., GIVNISH, T. J., SYTSM, K. J., MCPHERSON, M. M., GRAHAM, S. W., RAI, H. S. 2006. Multigene analyses of monocots relationships: a summary. In: (Eds.) J. T. Columbus, E. A. Friar, J. M. Porter, L. M. Prince, M. G. Simpson. *Monocots: comparative biology and evolution*. Claremont California: Rancho Santa Ana Botanic Garden. *Aliso* (1): 62-74.
- CRONQUIST, A. 1988. *The evolution and classification of flowering plants*. New York Botanical Garden, New York.
- DAHLGREN, R. M., CLIFFORD, H. T., YEO, P. E. 1985. *The families of the monocotyledons*. Springer-Verlag, Berlin.
- DAVIS, J. I., STEVENSON, D. W., PETERSEN, G., SEBERG, O., CAMPBELL, L. M., FREUDENSTEIN, J. V., GOLDMAN, D. H., HARDY, C. R., MICHELANGELO, F. A., SIMMONS, M. P., SPECHT, C. D., VERGARA-SILVA, F., GANDOLFO, M. 2004. A phylogeny of the monocots inferred from *rbcl* and *atpA* sequence variation, and a comparison of methods for calculating jackknife and bootstrap values. *Systematic Botany* 29 (3): 467-510.
- JUSSIEU, A. L., 1789. *Genera plantarum*. Hérissant & Barrois Paris.

- KUBITZKI, J. G. 1998. Velloziaceae. In: Kubitzki, J. G., Huber, H., Rudall, P. J., Stevens, P. S., Stützel (eds.). *The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering plants – Monocotyledons. Liliaceae (except Orchidaceae)*, 459-467. Springer-Verlag, Berlin.
- MARTIUS, C. F. P. 1823. *Nova Genera et species plantarum brasiliensium Vol. I*, Wolf, München.
- MCPHERSON, G., VAN DER WERFF, H., KEATING, R. C. 1997. A new species of *Xerophyta* (Velloziaceae) from Madagascar. *Novon* 7: 387-394.
- MELLO-SILVA, R. 1991A. A new species of *Vellozia* from the Espinhaço Range Brazil, with some considerations on the section *Xerophytoides*. *Kew Bulletin* 46: 321-326.
- MELLO-SILVA, R. 1991B. The infra-familial taxonomy circumscription of the Velloziaceae. A historical and critical analysis. *Taxon* 40: 45-51.
- MELLO-SILVA, R. 2000. Partial cladistic analysis of *Vellozia* and characters for the phylogeny of Velloziaceae. in: K. L. Wilson, Morrison, D. A. [eds.], *Monocots systematic and evolution*, 505-522. CSIRO, Melbourne.
- MELLO-SILVA, R. 2005. Morphological analysis, phylogenies and classification in Velloziaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 148: 157-173.
- MELLO-SILVA, R. 2006. Roxo é Velloziaceae: uma história natural em construção. Tese de Livre-Docência. Universidade de São Paulo. São Paulo.
- MELLO-SILVA, R., MENEZES, N. L. 1988. Duas espécies novas de Velloziaceae de Minas Gerais. *Acta Botanica Brasilica* 1 (supl.): 195-207.
- MELLO-SILVA, R., MENEZES, N. L. 1999. Two new brazilian Velloziaceae, *Vellozia auriculata* and *Vellozia gigantea*, and a key to the related dracenoid species of *Vellozia*. *Novon* 9: 536-541.
- MELO, N. F., GUERRA, M., BENKO-ISEPPON, A. M., MENEZES, N. L. 1997. Cytogenetics and cytotaxonomy of Velloziaceae. *Plant Systematics and Evolution* 204: 257-273.
- MENEZES, N. L. 1971A. New taxa and new combinations in Velloziaceae. *Ciência e Cultura* 23: 421-422.
- MENEZES, N. L. 1971B. Traqueídes de transfusão no gênero *Vellozia* Vand. *Ciência e Cultura* 23: 389-409.
- MENEZES, N. L. 1975. Presença de traqueídes de transfusão e bainha mestomática em Barbacenioideae (Velloziaceae). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 3: 29-60.
- MENEZES, N. L. 1980A. Evolution in Velloziaceae, with special reference to androecial characters. In: Brickell C.D., Cutler D.F. & Gregory M. (eds.), *Petaloid monocotyledons: Horticultural and botanical research*. 117-139. Academic Press. London.
- MENEZES, N. L. 1980B. Re-establishment of genus *Pleurostima* Rafinesque (Velloziaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 3: 37-47.
- MENEZES, N. L., SEMIR, J. 1991. *Burlemarxia*, a new genus of Velloziaceae. *Taxon* 40: 413-426.
- MENEZES, N. L., MELLO-SILVA, R., MAYO, S. J. 1994. A cladistic analysis of the Velloziaceae. *Kew Bulletin* 49: 71-92.
- PAX, F. 1888. Velloziaceae in: Engler, A., Prantl, K. *Die Natürlichen Pflanzfamilien* 2(5): 125-127.
- PERRIER, H. 1930. Les *Xerophyta* de Madagascar. *Archives de Botanique* 4(6): 65-75.
- PERRIER, H. 1946. Au sujet de la systematique des Velloziacées et du genre *Xerophyta* Juss. *Notulae Systematicae* 12: 146-148.
- RUDALL, P. J., BATEMAN, R. M. 2006. Morphological phylogenetic analysis of Pandanales: testing contrasting hypothesis of flora evolution. *Systematic Botany* 31(2): 223-238.
- SALATINO, M. L. F., SALATINO, A., MENEZES, N. L., MELLO-SILVA, R. 1989. Alkanes of foliar epicuticular waxes of Velloziaceae. *Phytochemistry* 28: 1105-1114.

- SALATINO, A., SALATINO, M. L. F., MELLO-SILVA, R., SLUYS, M. A. 2001. Phylogenetic inference in Velloziaceae using chloroplast *trnL-F* sequences. *Systematic Botany* 26: 92-103.
- SCHULTES, J. A., SCHULTES, J. H. 1829. *Barbacenia, Xerophyta, Vellozia*. In: Roemer, J. J. & Schultes, J. A. (eds.), *Systema vegetabilium*. Vol. 7(1). 284 - 293 J. G. Cotta. Stuttgart.
- SEUBERT, M. 1847. Vellozieae. In: Martius C. F. P. (ed.), *Flora brasiliensis*. Vol. 3(1): 65-84, t. 8-10. Friedrich Fleischer. Leipzig.
- SMITH, L. B. 1962. A synopsis of the American Velloziaceae. *Contributions from the United States National Herbarium* 35:251-292.
- SMITH, L. B., AYENSU, E. S. 1974. Classification of old world Velloziaceae. *Kew Bulletin* 29 (1): 181-205.
- SMITH, L. B., AYENSU, E. S. 1976. A revision of American Velloziaceae. *Smithsonian Contributions to Botany* 50:1-172.
- SPRENGEL, K. 1827. *Systema vegetabilium*. Vol. 4(2). Göttingen: Dieterich.
- STEVENSON, D. W. & LOCONTE, H. 1995. Cladistic analysis of monocot families. in: *Monocotyledons: systematics and evolution* (P. J. Rudall, Cribb, P. J., Cutler, D. F., Humphries, C. J., ed). Royal Botanic Gardens, Kew, London, p. 543-578.
- TAKHTAJAN, A. 1969. Flowering plants, origin and dispersal. Oliver & Boyd, Edinburg.
- VANDELLI, D. 1788. *Florae lusitanicae et brasiliensis specimen*. Typografia Academico-Regia. Coimbra.
- WARMING, E. 1893. Note sur la biologie et l'anatomie de la feuille des Velloziacées. *Overs. K. Danske Vidensk. Selsck Forh.*:57-100.
- WILLIAMS, C. A., HARBORNE, J. B., MENEZES, N. L. 1991. The utility of leaf flavonoids as taxonomy markers in the subfamily and generic classification of the Velloziaceae. *Biochemical Systematics and Ecology* 19: 483-495.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados é possível destacar os aspectos mais relevantes deste trabalho que foi importante por:

- ☞ Estabelecer, pela primeira vez, a diversidade dos elementos traqueais de Velloziaceae.
- ☞ Determinar caracteres do xilema que podem ser utilizados em análises cladísticas de Velloziaceae e aplicados à outros grupos de monocotiledôneas.
- ☞ Redelimitar o caráter presença de elementos de vaso em folhas de Velloziaceae, mal estabelecido em filogenias anteriores.
- ☞ Contribuir para um melhor conhecimento da anatomia radicular e caulinar de Velloziaceae, pouco descrita na literatura.
- ☞ Esclarecer que a porção externa do córtex radicular de Velloziaceae não constitui um velame.
- ☞ Identificar que as fibras associadas aos feixes vasculares caulinares localizam-se junto ao xilema, característica observada pela primeira vez dentre as monocotiledôneas.
- ☞ Identificar quatro novas sinapomorfias não homoplásticas que sustentam a inclusão de *Acanthochlamys bracteata* em Velloziaceae, melhorando a sustentação da família.
- ☞ Identificar uma sinapomorfia não homoplástica para o clado *Vellozia sensu* Mello-Silva
- ☞ Determinar novos caracteres anatômicos que serão incorporados à análise de evidência total de Velloziaceae que está sendo elaborada.