

## Anatomia de escapos de espécies de Bromeliaceae da Amazônia, Mato Grosso, Brasil<sup>1</sup>

Ivone Vieira da Silva<sup>2,4</sup> e Vera Lucia Scatena<sup>3</sup>

Recebido: 13.05.2010; aceito: 6.01.2011

**ABSTRACT** - (Anatomy of the scapes of species of Bromeliaceae from the Amazon, Mato Grosso, Brazil). Scapes of *Aechmea bromeliifolia*, *A. castelnavii*, *A. mertensii* (Bromelioideae), *Dyckia duckei*, *D. paraensis*, *D. racemosa* (Pitcairnioideae), *Tillandsia adpressiflora*, *T. didistachae* and *T. paraensis* (Tillandsioideae) were collected in Amazon regions (MT) to describe the anatomical characterization of the species and point out adaptations and structures useful to a taxonomic delimitation. The scapes analyzed have the epidermis, cortex and vascular cylinder distinct, with mucilage canals in the cortex, continuous endodermis and the presence of both simple and compound collateral vascular bundles. The presence of epidermis with cell walls thickened by lignin and idioblasts containing raphids are common to *Aechmea* and *Tillandsia* while the presence of a continuous sclerotic ring (pericycle) and vascular bundles concentrated in the outermost part of the vascular cylinder are common to *Dyckia* and *Tillandsia*. The occurrence of a discontinuous pericycle is an exclusive character of *Aechmea*. The presence of air canals in the cortex is an exclusive character of species of *Tillandsia*. The studied species are epiphytes and present such structures adapted to their habit as: epidermal, hypoderm and pericycle with cell walls thickened; air canals; mucilage and raphids idioblasts.

**Key words:** Bromelioideae, Pitcairnioideae, scape anatomy, Tillandsioideae

**RESUMO** - (Anatomia de escapos de espécies de Bromeliaceae da Amazônia, Mato Grosso, Brasil). Escapos de *Aechmea bromeliifolia*, *A. castelnavii*, *A. mertensii* (Bromelioideae), *Dyckia duckei*, *D. paraensis*, *D. racemosa* (Pitcairnioideae), *Tillandsia adpressiflora*, *T. didistachae* e *T. paraensis* (Tillandsioideae) foram coletados nas regiões amazônicas (MT), visando caracterizar sua anatomia e levantar dados úteis para a delimitação taxonômica e sobre as adaptações das espécies estudadas. Os escapos analisados apresentam epiderme, córtex e cilindro vascular distintos, com idioblastos contendo mucilagem no córtex, endoderme contínua, e feixes vasculares colaterais simples e compostos. Presença de células epidérmicas de paredes espessadas por lignina e idioblastos contendo ráfides são comuns nas espécies estudadas de *Aechmea* e *Tillandsia*, e presença de cordão esclerótico (periciclo) contínuo e feixes vasculares concentrados na periferia do cilindro vascular são comuns em *Dyckia* e *Tillandsia*. As *Aechmea* estudadas apresentam periciclo descontínuo como caráter exclusivo. A presença de canais de ar no córtex é um caráter exclusivo das espécies de *Tillandsia*. As espécies estudadas são epífitas e apresentam estruturas adaptativas ao hábito como: células da epiderme, hipoderme e periciclo com paredes espessadas; presença de canais de ar; idioblastos contendo mucilagem e ráfides.

**Palavras-chave:** anatomia do escapo, Bromelioideae, Pitcairnioideae, Tillandsioideae

### Introdução

Bromeliaceae compreende aproximadamente 58 gêneros e aproximadamente 3.172 espécies (Luther 2008). A família está incluída na ordem Poales (APG III 2009) e as espécies brasileiras ocorrem desde florestas úmidas mesotérmicas do sul até a caatinga

semiárida do nordeste (Medina 1990). Baseando-se no hábito, bordos foliares, características florais e morfologia de frutos e sementes Bromeliaceae foi tradicionalmente dividida em três subfamílias: Pitcairnioideae, Tillandsioideae e Bromelioideae (Smith & Downs 1974, 1977, 1979), porém apenas as duas primeiras são monofiléticas (Givinish 2007).

1. Parte da tese de doutorado da primeira autora. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, SP, Brasil
2. UNEMAT, Departamento de Biologia, Campus Universitário de Alta Floresta, Av. Perimetral Rogério Silva, Bairro Flamboyant, Caixa Postal 324, 78580-000 Alta Floresta, MT, Brasil
3. UNESP, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, Avenida 24-A, 1515, Bela Vista, 13506-900 Rio Claro, SP, Brasil
4. Autor para correspondência: ivibot@hotmail.com

Considerando as características citadas acima e acrescentados às hipóteses filogenéticas, onde os diferentes clados referentes às antigas Pitcairnioideae, são tratados como novas subfamílias, Givinish *et al.* (2007) propuseram uma nova divisão para a família Bromeliaceae: Brocchinioideae, Lindmanioideae, Tillandsioideae, Hechtioideae, Navioideae, Bromelioideae, Puyoideae e Pitcairnioideae.

Bromelioideae apresenta vários representantes terrestres e epífitos (Benzing *et al.* 1976). *Aechmea* é o maior gênero desta subfamília, apresentando cerca de 240 espécies que ocorrem na América Central e América do Sul, principalmente no leste do Brasil (Paula & Silva 2004). Representa um grupo de difícil delimitação infragenérica (Wendt 1997, Faria *et al.* 2004), com necessidade de estudos morfológicos e anatômicos (Sousa & Wanderley 2000).

Pitcairnioideae apresenta plantas terrestres na sua maioria, com cerca de 16 gêneros, 10 deles ocorrentes no Brasil (Paula & Silva 2004). O gênero *Dyckia* apresenta 125 espécies (Stevens 2008). Tillandsioideae apresenta plantas essencialmente epífitas (Smith & Downs 1977). Vivem em ambientes secos, com formas de crescimento especializadas (Paula & Silva 2004). *Tillandsia* é o gênero que apresenta maior número de espécies, com cerca de 540, sendo considerado um grupo polifilético (Stevens 2008).

Estudos anatômicos de escapos com representantes de Poales foram realizados em Eriocaulaceae (Scatena & Menezes 1996, Scatena & Moraes 1996, Scatena *et al.* 1998, Oriani *et al.* 2005) e Cyperaceae (Prata *et al.* 2007), onde alguns caracteres foram considerados importantes na taxonomia do grupo.

Para Bromeliaceae, Tomlinson (1969) apresenta a organização anatômica de escapos com a distribuição dos feixes vasculares em várias espécies. Para *Tillandsia*, Segecín & Scatena (2004) apresentam anatomia dos escapos de onze espécies que ocorrem nos Campos Gerais no Paraná e propõe uma chave dicotômica de identificação. Proença e Sajo (2008) apresentam doze espécies de Bromeliaceae do Cerrado, pertencentes às três subfamílias sensu Smith & Downs (1974, 1977, 1979) e verificam variações na epiderme, córtex e cilindro vascular dos escapos.

As espécies estudadas neste trabalho apresentam ampla distribuição nas diferentes formações vegetais brasileiras e as delimitações dos grupos não são satisfatórias, sendo frequentes novas propostas de

circunscrição dos gêneros e subfamílias (Leme 1998, Givinish 2007). O estudo anatômico do escapo pode subsidiar especulações taxonômicas e ecológicas. Neste contexto, o trabalho busca caracterizar anatomicamente os escapos, levantando estruturas que auxiliem na delimitação taxonômica e evidenciem estratégias adaptativas em espécies de *Aechmea* (Bromelioideae), *Dyckia* (Pitcairnioideae) e *Tillandsia* (Tillandsioideae) ocorrentes na Amazônia, Mato Grosso, Brasil.

### Material e métodos

As espécies de Bromeliaceae foram coletadas no Parque Estadual Cristalino e no seu entorno, em regiões amazônicas do Estado de Mato Grosso. As espécies de *Aechmea* e *Tillandsia* estudadas são epífitas de árvore localizadas em clareiras, as espécies de *Dyckia* são rupícolas. Todos os indivíduos coletados ficam expostos completamente ao sol. Parte do material coletado foi herborizada e parte foi fixada em FAA<sub>50</sub> e estocada em etanol 70% (Johansen 1940).

As exsiccatas estão depositadas no Herbário da Universidade Estadual de Mato Grosso (HERBAN). As espécies estudadas são: *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker, *Aechmea castelnavii* Baker, *Aechmea mertensii* (Meyer) Schult., *Dyckia duckei* L.B. Smith, *Dyckia paraensis* L.B. Smith, *Dyckia racemosa* Baker, *Tillandsia adpressiflora* Mez, *Tillandsia didistachae* (E. Morren) Baker e *Tillandsia paraensis* Mez.

Para o estudo anatômico, as amostras foram retiradas da região mediana dos escapos de pelo menos três indivíduos diferentes. Secções transversais foram obtidas à mão livre, com auxílio de lâmina de barbear, coradas com azul de astra e fucsina básica (Roeser 1962) e montadas em lâminas histológicas semipermanentes com gelatina glicerinada (Kaiser 1880).

Algumas secções de material fresco foram utilizadas para os testes microquímicos com lugol para identificar amido, Sudam IV para as gotículas lipídicas, solução de floroglucina em meio ácido e safranina para lignina, azul de astra para celulose (Johansen 1940) e solução de azul de metileno para verificar presença de mucilagem (Langeron 1949).

As ilustrações foram obtidas por meio do capturador de imagens, acoplado ao fotomicroscópio Leica DMLB, com o auxílio do programa Leica IM50.

## Resultados

Os escapos das espécies estudadas, em secção transversal, apresentam forma cilíndrica, com epiderme, córtex e cilindro vascular distintos (figuras 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25). A epiderme é uniestratificada, com células de tamanho reduzido quando comparadas às células corticais, e apresentam cutícula delgada (figuras 6, 15, 24, 28). Nas espécies de *Dyckia* (figuras 12, 15, 18) e *Tillandsia paraensis* (figura 27) ocorrem corpos silicosos (setas) no interior das células epidérmicas. A maioria das espécies apresenta células epidérmicas com parede periclinal interna e anticlinal muito espessada e lignificada, com lume reduzido e forma lenticular (figuras 3, 6, 9, 12, 15, 21, 24, 27), com exceção de *Dyckia racemosa* (figura 18) cuja epiderme apresenta células com paredes espessadas por celulose. Ocorrem estômatos em todas as espécies estudadas e estes estão situados no mesmo nível das demais células epidérmicas em *Aechmea castelnavii* e *Tillandsia didistachae* (figura 24) ou se projetam pouco acima do nível nas outras espécies estudadas.

O córtex apresenta células parenquimáticas de forma variada, desde arredondadas até hexagonais, com paredes finas, reduzidos espaços intercelulares e vários idioblastos contendo mucilagem (figuras 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22). A extensão do córtex de *Aechmea castelnavii* (figura 4), *A. mertensii* (figura 7), *Tillandsia adpressiflora* (figura 19) e *T. paraensis* (figura 25) é maior do que a das demais espécies estudadas (figuras 1, 10, 13, 16, 22). O número de camadas das células do córtex varia entre as espécies e pode ser observado na tabela 1.

A camada externa do córtex, situada logo abaixo da epiderme apresenta células de paredes espessadas com lignina ou celulose, constituindo tecido mecânico. Em *Aechmea castelnavii* (figura 6), *A. mertensii* (figura 9), *Dyckia paraensis* (figura 15) e *Tillandsia adpressiflora* (figura 21) ocorre uma camada de células hipodérmicas mecânica com paredes anticlinal e periclinal externas espessadas por lignina. Em *Dyckia racemosa* (figura 18), *Tillandsia didistachae* (figura 24) e *T. paraensis* (figura 27) ocorre uma camada de células hipodérmicas com paredes espessadas por celulose. *Aechmea bromeliifolia* (figura 3) e *Dyckia duckei* (figura 12) apresentam duas camadas de células hipodérmicas, com espessamento de parede de lignina e celulose respectivamente.

Na região cortical ocorrem feixes vasculares que representam traços vasculares de brácteas, como pode ser observado em *Aechmea bromeliifolia* (figura 1), em *A. mertensii* (figura 7) e nas *Tillandsia* (figuras 19, 22, 25). Observam-se canais de ar conspícuos nas espécies de *Tillandsia* (figuras 19, 22, 25).

Na região cortical dos escapos das espécies de *Aechmea* e *Tillandsia* estudadas é frequente a ocorrência de idioblastos contendo ráfides de oxalato de cálcio (figura 24), que não foi observada nas espécies de *Dyckia*.

As espécies estudadas se diferenciam de acordo com a estrutura do periciclo e do cilindro vascular dos escapos. As *Dyckia* (figuras 10-11, 13-14, 16-17) e *Tillandsia* (figuras 19-20, 22-23, 26) apresentam periciclo contínuo, formando um cordão fibroso, esclerótico, onde estão imersos os feixes vasculares. As *Aechmea* apresentam feixes vasculares isolados, com distribuição homogênea no cilindro, cujos feixes vasculares periféricos não estão imersos no cordão esclerótico e situam-se mais próximos uns dos outros, sem a formação de pericíclico contínuo (figuras 1, 2, 4, 7, 8).

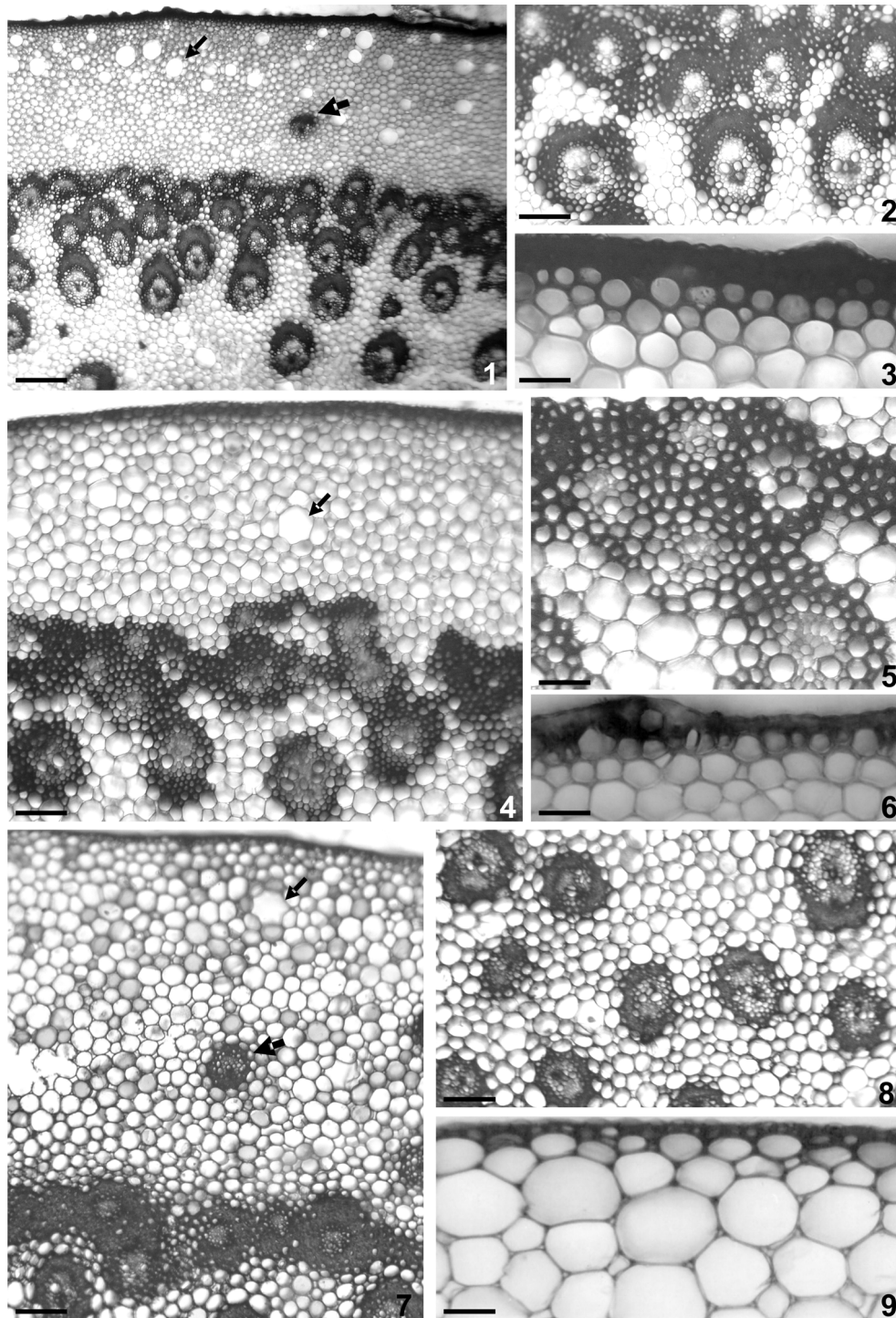
Os feixes vasculares dos escapos são envolvidos pela endoderme e por periciclo esclerificado (figuras 1, 4, 7, 11, 14, 17, 20, 23, 26). A endoderme é constituída por uma camada de células de paredes finas. Todas as espécies estudadas apresentam feixes vasculares colaterais simples e compostos. Os feixes vasculares compostos possuem fibras pericíclicas e estão situados na periferia do cilindro vascular (figuras 5, 11, 14, 23, 26).

Algumas características dos escapos das espécies estudadas foram agrupadas na tabela 1, para facilitar a comparação entre elas e auxiliar na discussão.

## Discussão

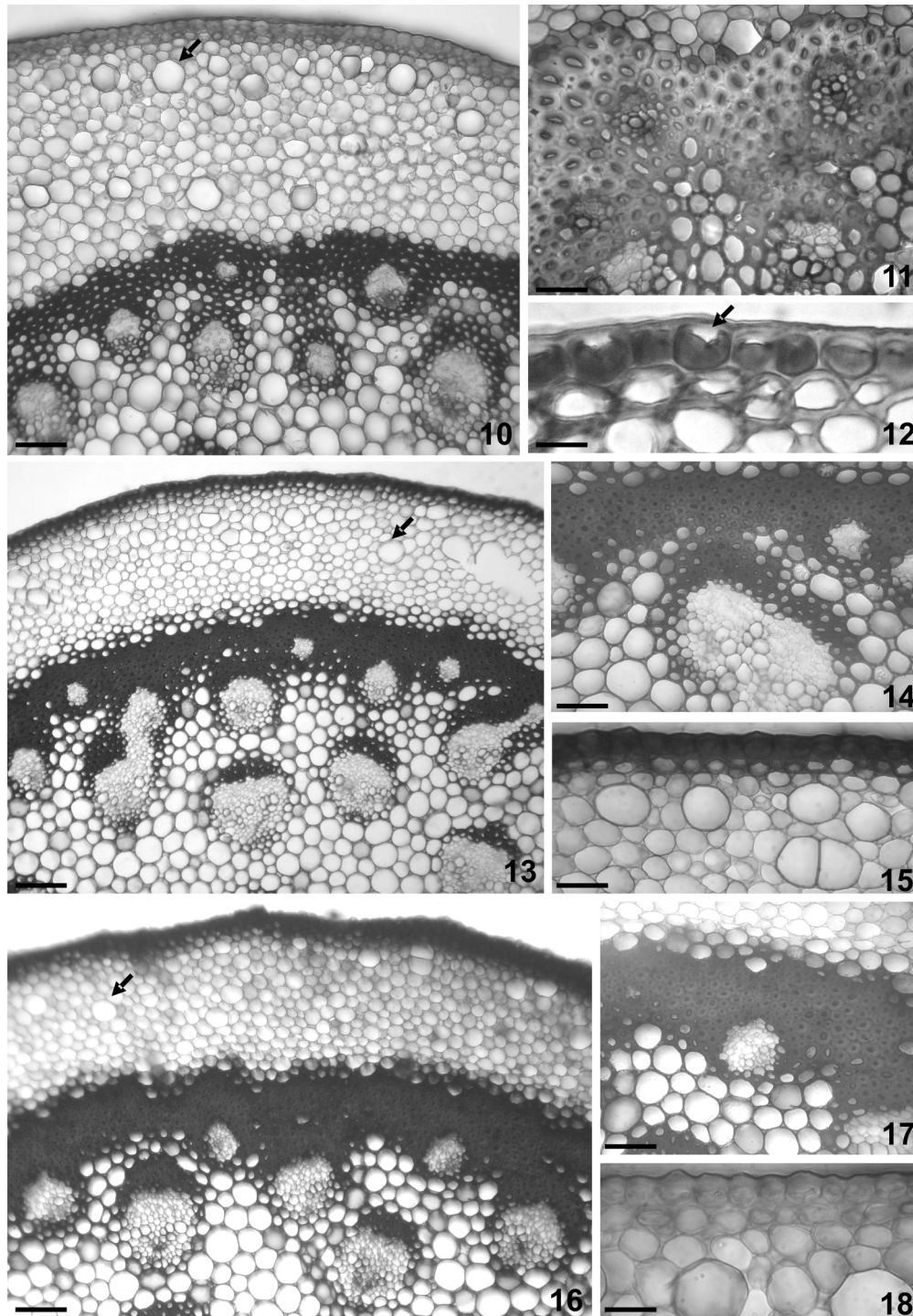
As espécies de Bromeliaceae estudadas são epífitas e rupícolas e conseqüentemente ficam expostas à insolação e à ação dos ventos. A presença de células epidérmicas de paredes espessadas nos escapos corrobora as descrições anatômicas de Pittendrigh (1948), Segecin & Scatena (2004) e Proença & Sajo (2008) para escapos de outros representantes da família e pode ser considerada resposta adaptativa contra a transpiração excessiva, bem como suporte mecânico contra ação dos ventos.

Nas células epidérmicas dos escapos de *Dyckia* estudadas e de *Tillandsia paraensis* é comum a presença de corpos silicosos isolados. Concorda-se



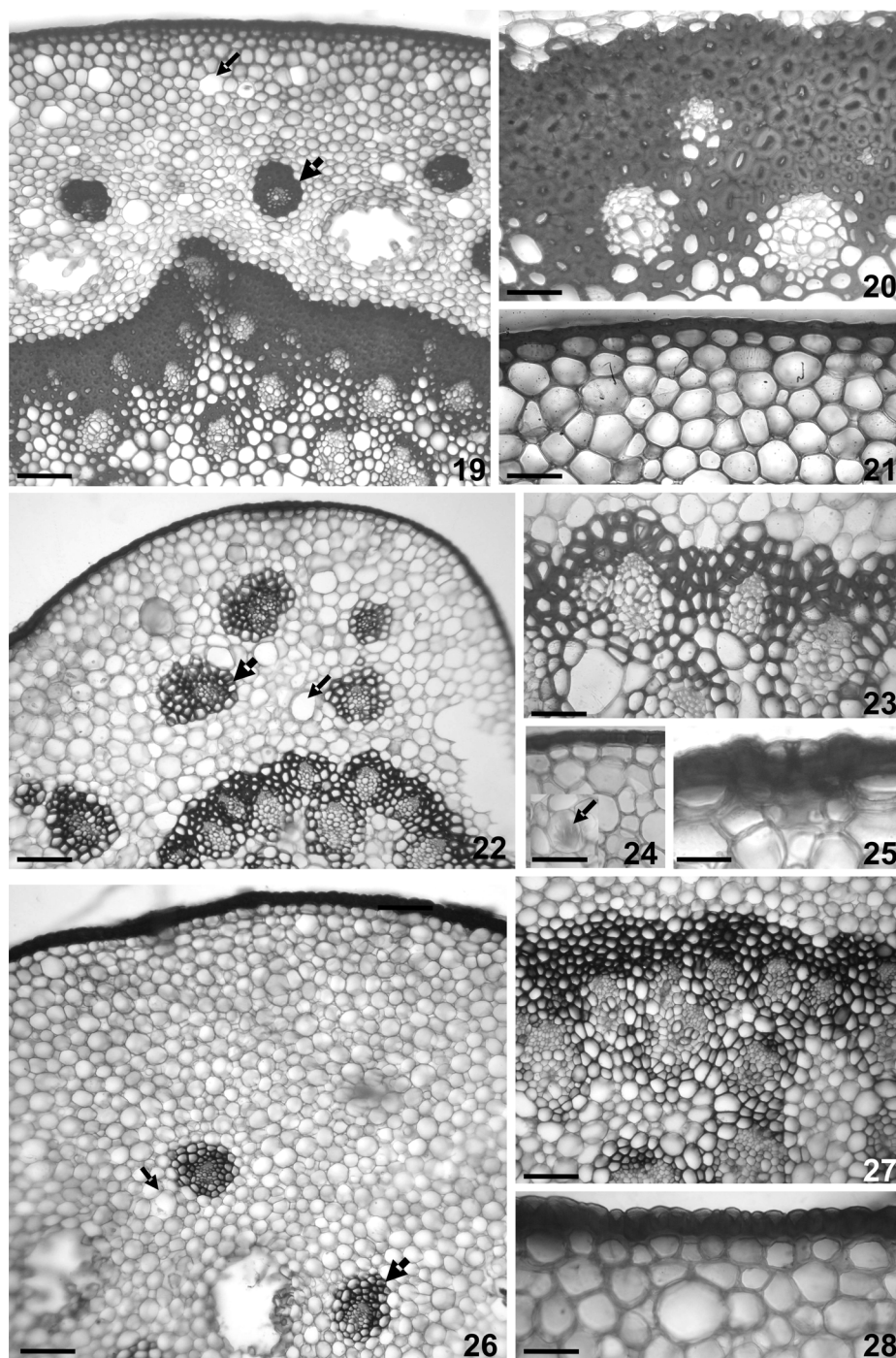
Figuras 1-9. Aspectos anatômicos de seções transversais de escapos de Bromeliaceae (Bromelioideae). 1-3. *Aechmea bromeliifolia*. 1. Aspecto geral. 2. Detalhe do cilindro vascular. 3. Epiderme e hipoderme. 4-6. *Aechmea castelnavii*. 4. Aspecto geral. 5. Detalhe do cilindro vascular. 6. Epiderme e hipoderme. 7-9. *Aechmea mertensii*. 7. Aspecto geral. 8. Detalhe do cilindro vascular. 9. Detalhe do espessamento de parede das células epidérmicas e hipoderme. (setas espessas - feixes vasculares corticais; setas finas - idioblastos contendo mucilagem). Barras = 150  $\mu\text{m}$  (1, 4, 7); 60  $\mu\text{m}$  (2, 8); 30  $\mu\text{m}$  (3, 5, 6, 9).

Figures 1-9. Anatomical aspects of transversal sections of median regions of scapes of Bromeliaceae (Bromelioideae). 1-3. *Aechmea bromeliifolia*. 1. General aspects. 2. Detail of the vascular cylinder. 3. Epidermis and hypodermis. 4-6. *Aechmea castelnavii*. 4. General aspects. 5. Detail of the vascular cylinder. 6. Epidermis and hypodermis. 7-9. *Aechmea mertensii*. 7. General aspects. 8. Detail of the vascular cylinder. 9. Detail of wall thickening of the epidermal cells and hypodermis. (thick arrows - cortical vascular bundles; thin arrows - mucilage canals). Bars = 150  $\mu\text{m}$  (1, 4, 7); 60  $\mu\text{m}$  (2, 8); 30  $\mu\text{m}$  (3, 5, 6, 9).



Figuras 10-18. Aspectos anatômicos de secções transversais de escapos de Bromeliaceae (Pitcairnoideae). 10-12. *Dyckia duckei*. 10. Aspecto geral. 11. Detalhe do cilindro vascular. 12. Epiderme com corpos silicosos e hipoderme. 13-15. *Dyckia paraensis*. 13. Aspecto geral. 14. Detalhe do cilindro vascular. 15. Detalhe do espessamento de parede das células epidérmicas e hipoderme. 16-18. *Dyckia racemosa*. 16. Aspecto geral. 17. Detalhe do cilindro vascular. 18. Detalhe do espessamento de parede das células epidérmicas e hipoderme. (setas - idioblastos contendo mucilagem). Barras = 150  $\mu\text{m}$  (10, 13, 16); 60  $\mu\text{m}$  (14, 17); 30  $\mu\text{m}$  (11, 12, 15, 18).

Figures 10-18. Anatomical aspects of transversal sections of median regions of scapes of Bromeliaceae (Pitcairnoideae). 10-12. *Dyckia duckei*. 10. General aspects. 11. Detail of the vascular cylinder. 12. Epidermis with silica bodies and hypodermis. 13-15. *Dyckia paraensis*. 13. General aspects. 14. Detail of the vascular cylinder. 15. Detail of wall thickening of the epidermal cells and hypodermis. 16-18. *Dyckia racemosa*. 16. General aspects. 17. Detail of the vascular cylinder. 18. Detail of wall thickening of the epidermal cells and hypodermis. (arrows - mucilage canals). Bars = 150  $\mu\text{m}$  (10, 13, 16); 60  $\mu\text{m}$  (14, 17); 30  $\mu\text{m}$  (11, 12, 15, 18).



Figuras 19-28. Aspectos anatômicos de secções transversais de escapos de Bromeliaceae (Tillandsioideae). 19-21. *Tillandsia adpressiflora*. 19. Aspecto geral. 20. Detalhe do cilindro vascular. 21. Detalhe do espessamento de parede das células epidérmicas e hipoderme. 22-25. *Tillandsia didistachae*. 22. Aspecto geral. 23. Detalhe do cilindro vascular. 24. Detalhe da epiderme, hipoderme e idioblasto com ráfides. 25. Epiderme com estômato. 26-28. *Tillandsia paraensis*. 26. Aspecto geral. 27. Detalhe do cilindro vascular. 28. Epiderme com corpos silicosos e hipoderme. (setas espessas - feixes vasculares corticais; setas finas - idioblastos contendo mucilagem). Barras = 150  $\mu\text{m}$  (19, 22, 26, 27); 60  $\mu\text{m}$  (20, 23); 30  $\mu\text{m}$  (21, 24, 28); 25  $\mu\text{m}$  (25).

Figures 19-28. Anatomical aspects of transversal sections of median regions of scapes of Bromeliaceae (Tillandsioideae). 19-21. *Tillandsia adpressiflora*. 19. General aspects. 20. Detail of the vascular cylinder. 21. Detail of wall thickening of the epidermal cells and hypodermis. 22-25. *Tillandsia didistachae*. 22. General aspects. 23. Detail of the vascular cylinder. 24. Detail of the epidermis, hypodermis and idioblasts with raphides. 25. Epidermis with stomata. 26-28. *Tillandsia paraensis*. 26. General aspects. 27. Detail of the vascular cylinder. 28. Epidermis with silica bodies and hypodermis. (thick arrows - cortical vascular bundles; thin arrows - mucilage canals). Bars = 150 $\mu\text{m}$  (19, 22, 26, 27); 60  $\mu\text{m}$  (20, 23); 30  $\mu\text{m}$  (21, 24, 28); 25  $\mu\text{m}$  (25).

Tabela 1. Características anatômicas de escapos de Bromeliaceae: 1 = *Aechmea bromeliifolia*; 2 = *A. castelnavii*; 3 = *A. mertensii*; 4 = *Dyckia duckei*; 5 = *D. paraensis*; 6 = *D. racemosa*; 7 = *Tillandsia adpressiflora*; 8 = *T. didistachae*; 9 = *T. paraensis*.

Table 1. Anatomical characters of scapes of Bromeliaceae: 1 = *Aechmea bromeliifolia*; 2 = *A. castelnavii*; 3 = *A. mertensii*; 4 = *Dyckia duckei*; 5 = *D. paraensis*; 6 = *D. racemosa*; 7 = *Tillandsia adpressiflora*; 8 = *T. didistachae*; 9 = *T. paraensis*.

Características	<i>Aechmea</i>			<i>Dyckia</i>			<i>Tillandsia</i>		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Epiderme com espessamento celulósico nas paredes anticlinais e periclinal interna						X			
Epiderme com espessamento lignificado nas paredes anticlinais e periclinal interna	X	X	X	X	X		X	X	X
Hipoderme com 1 camada de células		X	X		X	X	X	X	X
Hipoderme com 2 camadas de células	X			X					
Córtex com 22 a 28 camadas de células		X	X				X		X
Córtex com 10 a 18 camadas de células	X			X	X	X		X	
Presença de canais de ar no córtex							X	X	X
Presença de idioblastos contendo mucilagem	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Presença de feixes vasculares no córtex	X		X				X	X	X
Presença de idioblasto com ráfides	X	X	X				X	X	X
Endoderme contínua	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Periciclo contínuo				X	X	X	X	X	X
Periciclo descontínuo	X	X	X						
Feixes vasculares concentrados na periferia do cilindro vascular				X	X	X	X	X	X
Feixes vasculares distribuídos homogeneamente no cilindro vascular	X	X	X						
Presença de feixes compostos	X	X	X	X	X	X	X	X	X

aqui com a interpretação de Krauss (1948) e Yoshida *et al.* (1962) no qual esse caráter está associado com a redução da transpiração por serem altamente refrativos e, além disso, aumentam a resistência da planta ao ataque de insetos e fungos, por serem indigestos. Prychid *et al.* (2004) consideram os corpos silicosos como um caráter plesiomórfico para a ordem, pois ocorre em Bromeliaceae e em outras Poales, principalmente em Poaceae, Cyperaceae, Thurniaceae, Rapateaceae, Centrolepidaceae, Ecdeiocoleaceae e Joinvilleaceae. As autoras indicam que a forma e a localização desses cristais, embora controlados geneticamente e poucos influenciados por fatores ambientais, podem apresentar potencial taxonômico para certos grupos de monocotiledôneas. Uma vez que as Bromeliaceae estudadas ocorrem no mesmo ambiente e, apenas as *Dyckia* e *Tillandsia* apresentam corpos silicosos nas células epidérmicas, esse caráter pode ser mais controlado geneticamente, do que influenciado por fatores ambientais.

Acredita-se que o espessamento das paredes das células epidérmicas, hipodérmicas e pericíclicas têm como prováveis funções evitar altas temperaturas internas, diminuindo a evaporação de água dos tecidos, e evitando assim, o colapso das células pelo

murchamento, bem como, aumentando a sustentação do escapo contra a ação dos ventos, conforme sugerido por Segecin & Scatena (2004) e Proença & Sajo (2008) para outros representantes da família. Segundo Krauss (1948), Pyykkö (1966), Esau (1977) e Brighigna *et al.* (1984) essas adaptações estão relacionadas à economia hídrica que geralmente está associada ao epifitismo e são características marcantes de plantas que vivem em ambientes estressantes.

De acordo com a distribuição dos feixes vasculares e da estrutura do periciclo dos escapos de alguns representantes de Bromeliaceae, Mez (1896 *apud* Tomlinson 1969) classifica-os em dois padrões: aquele com feixes vasculares isolados e com distribuição homogênea, cujos feixes periféricos ficam próximos uns dos outros, e não forma um cilindro esclerótico. O outro padrão é aquele em que os feixes vasculares periféricos ficam imersos num cilindro esclerótico.

No primeiro padrão encaixam-se as *Aechmea* estudadas neste trabalho. Proença & Sajo (2008) estudaram *Aechmea bromeliifolia* ocorrentes no Cerrado do Estado de São Paulo e também descrevem a mesma organização estrutural. Ainda neste padrão encaixam-se *Tillandsia gardneri*, *T. geminiflora*,

*T. stricta* e *T. tenuifolia* (Segecin & Scatena 2004).

As *Dyckia* e *Tillandsia* aqui estudadas se enquadram no segundo padrão proposto por Mez (1896 *apud* Tomlinson 1969). Também nesse padrão se encaixam *Tillandsia crocata*, *T. mallemontii*, *T. lorentziana*, *T. linearis*, *T. recurvata*, *T. streptocarpa* e *Tillandsia* sp. (Segecin & Scatena 2004) e *Tillandsia loliacea*, *T. recurvata*, *T. tricholepis*, *Vriesea* sp. e *Dyckia* sp. (Proença & Sajo 2008). Com isso, acredita-se que a organização do cilindro vascular dos escapos não é um caráter consistente para separar espécies e gêneros de Bromeliaceae.

Canais de ar foram observados apenas nas *Tillandsia* estudadas. Segecin & Scatena (2004) observaram esse caráter nas onze espécies de *Tillandsia* por elas estudadas. Segundo as autoras, possivelmente a presença desses canais esteja relacionada à função de transportar água por capilaridade, conforme descrito por Meyer (1940). Nas espécies de *Tillandsia* estudadas foram observados restos de paredes celulares nesses canais, sugerindo que sejam lisígenos.

A presença de idioblastos contendo ráfides nos escapos de *Aechmea* e *Tillandsia* sugere ação na neutralização do ácido oxálico, conforme demonstrado para as folhas de representantes de Bromeliaceae (Brighigna *et al.* 1984). O mesmo foi sugerido para os escapos de *Tillandsia* dos Campos Gerais do Paraná por Segecin & Scatena (2004) e escapos de espécies de Bromeliaceae de Cerrado por Proença & Sajo (2008). Segundo Fahn & Cutler (1992), a ocorrência de idioblastos com ráfides é considerada adaptação das plantas às condições xerofíticas.

Todos os escapos das espécies estudadas apresentam idioblastos contendo mucilagem. Essa característica também foi observada nas *Tillandsia* estudadas por Segecin & Scatena (2004). A mucilagem é uma substância vegetal macromolecular, de natureza glicídica, hidrófila, com textura de goma, que na presença de água intumescer e fica com aspecto viscoso (Esau 1977). Segundo a autora, é considerada produto normal do metabolismo de algumas plantas e sua presença, além de evitar a dessecação, também atua na troca iônica possibilitando a quelagem de nutrientes. De acordo com Fahn & Cutler (1992), a ocorrência de idioblastos com ráfides e mucilagem é considerada adaptação das plantas às condições xerofíticas. A presença de idioblastos contendo mucilagem nas espécies estudadas pode estar

associada ao hábito epifítico. Inclusive sugere-se que, juntamente com o espessamento das paredes das células epidérmicas e hipodérmicas, a mucilagem pode atuar também na economia hídrica.

Os escapos das Bromeliaceae estudadas apresentam estruturas anatômicas consistentes para caracterizar as espécies como os idioblastos contendo mucilagem no córtex, endoderme contínua e presença de feixes vasculares colaterais simples e compostos.

Variação na constituição e espessamento de paredes das células epidérmicas, na extensão do córtex e, na organização do cilindro vascular podem ser consideradas importantes na identificação das espécies. *Aechmea* e *Tillandsia* apresentam em comum feixes vasculares corticais e idioblastos contendo ráfides. *Dyckia* e *Tillandsia* têm em comum periciclo contínuo e feixes vasculares concentrados na periferia do cilindro vascular. Esses caracteres indicam importância taxonômica à nível infrafamiliar.

Entre os caracteres anatômicos dos escapos, pode-se sugerir alguns com potencial importante para delimitação genérica. As *Aechmea* apresentam epiderme com células de paredes espessadas por lignina, periciclo descontínuo e feixes vasculares distribuídos homogeneamente no cilindro vascular; enquanto as espécies de *Dyckia* apresentam córtex com 10 a 18 camadas de células e as *Tillandsia* canais de ar no córtex.

A nível infragenérico, *Aechmea bromeliifolia* se diferencia das demais por apresentar número diferente de camadas de células corticais e de células hipodérmicas e *A. castelnavii* por não apresentar feixes vasculares corticais na região mediana do escapo. *Dyckia racemosa* difere das demais por apresentar epiderme com células de paredes espessadas por celulose e *D. duckei* por apresentar duas camadas de células hipodérmicas. As espécies de *Tillandsia* se distinguem por apresentar diferentes números de camadas de células do córtex.

Características como presença de epiderme, hipoderme e periciclo com células de paredes espessadas, canais de ar, idioblastos contendo ráfides e mucilagem são consideradas adaptativas ao hábito epifítico.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), pelo auxílio à pesquisa (732482/2008). Ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa à segunda autora (Processo n. 302105/2007-7).



## Literatura citada

- Angiosperm Phylogeny Group (APG III).** 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the order and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Benzing, D.H., Henderson, K., Kessel, B. & Sulak, J.** 1976. The absorptive capacities of bromeliad trichomes. *American Journal of Botany* 63: 1009-1014.
- Brighigna, L., Fiordi, A.C. & Palandri, M.R.** 1984. Structural characteristics of mesophyll in some *Tillandsia* species. *Phytomorphology* 34: 191-200.
- Esau, K.** 1977. *Anatomy of seed plants*. 2 ed. John Wiley & Sons, New York.
- Fahn, A. & Cutler, D.F.** 1992. Xerophytes. *Encyclopedia of plant taxonomy*. Gebruder Borntraeger, Berlin.
- Faria, A.P.G., Wendt, T. & Brown, G.K.** 2004. Cladistic relationships of *Aechmea* (Bromeliaceae, Bromelioideae) and allied genera. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 91: 303-319.
- Givnish, T.J., Millam, K.C., Berry, P.E. & Sytsma, K.J.** 2007. Phylogeny, adaptive radiation and historical biogeography of Bromeliaceae inferred from *ndhF* sequence data. *Aliso* 23: 3-26.
- Johansen, D.A.** 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill, New York.
- Kaiser, E.** 1880. Verfahren zur Herstellung Einer Tadellosen Glycerin-Gelatine. *Botanische Zentralblatt* 1880: 25-26.
- Krauss, B.H.** 1948. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple, *Annanas comosus* (L.) Merr. *Botanical Gazette* 110: 159-217.
- Langeron, M.** 1949. *Precis de Microscopie*. Masson et Ciencie, Paris.
- Leme, E.M.C.** 1998. *Canistropsis*. Bromélias da Mata Atlântica. Salamandra, Rio de Janeiro.
- Luther, H.E.** 2008. An alphabetical list of bromeliad binomials. 11 ed. The Bromeliad Society International, Sarasota.
- Medina, J.C.** 1990. Eco-fisiología y evolución de las Bromeliaceae. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 59: 71-100.
- Meyer, L.** 1940. Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Bromeliaceenwurzeln. *Planta* 31: 492-522.
- Oriani, A., Scatena, V.L. & Sano, P.T.** 2005. Anatomia das folhas, brácteas e escapos de *Actinocephalus* (Koern.) Sano (Eriocaulaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 28: 229-240.
- Paula, C.C. & Silva, H.M.P.** 2004. Cultivo prático de bromélias. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Pittendrigh, C.S.** 1948. The bromeliad-anopheles-malaria complex in Trinidad. I. The bromeliad flora. *Evolution* 2: 58-89.
- Prata, A.P., Menezes, N.L., Mazzoni-Viveiros, S.C., Wanderley, M.G.L. & Thomas, W.W.** 2007. Anatomia do escapo e rizoma de espécies brasileiras de *Bulbostylis* Kunth (Cyperaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 30: 245-256.
- Proença, S.L. & Sajo, M.G.** 2008. Scape anatomy of Bromeliaceae. *Revista Brasileira de Botânica* 31: 399-408.
- Prychid, C.J., Rudall, P.J. & Gregory, M.** 2004. Systematics and biology of silica bodies in monocotyledons. *Botanical Review* 69: 377-440.
- Pykkö, M.** 1966. The leaf anatomy of east Patagonian xeromorphic plants. *American Journal of Botany* 68: 64-71.
- Roeser, K.R.** 1962. Die Nadel der Schwarzkiefer-Masenprodukt und Keinstwert der Natur. *Microkosmos* 61: 33-36.
- Scatena, V.L. & Menezes, N.L.** 1996. Anatomia de escapos e folhas de *Syngonanthus* Ruhl. (Eriocaulaceae) de Campos Rupestres. *Revista Brasileira de Biologia* 56: 317-332.
- Scatena, V.L. & Moraes, A.R.S.** 1996. Anatomia de raízes, folhas e escapos de *Paepalanthus* subgênero *Platycaulon* (Eriocaulaceae) da Serra do Cipó - MG. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 39: 1021-1035.
- Scatena, V.L., Giulietti, A.M. & Cardoso, V.A.** 1998. Anatomia do escapo floral de espécies brasileiras de *Paepalanthus* subgênero *Platycaulon* (Eriocaulaceae). *Acta Botanica Brasílica* 2: 121-133.
- Segecin, S. & Scatena, V.L.** 2004. Anatomia de escapos de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 515-525.
- Smith, L.B. & Downs, R.J.** 1974. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica Monograph* 14: 1-662.
- Smith, L.B. & Downs, R.J.** 1977. Tillandsioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica Monograph* 14: 663-1492.
- Smith, L.B. & Downs, R.J.** 1979. Bromelioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica Monograph* 14: 1493-2142.
- Sousa, G.M. & Wanderley, M.G.L.** 2000. *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) do Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 14: 77-97.
- Stevens, P.F.** 2008. Angiosperm Phylogeny Website. Version 9, June 2008. [and more or less continuously updated since]. will do. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/apweb/>.
- Tomlinson, P.B.** 1969. Comelinales - Zingiberales. In: C.R. Metcalfe (ed.). *Anatomy of the monocotyledons*: III. Clarendon Press, Oxford. Pp. 193-294.
- Wendt, T.** 1997. A review of the subgenus *Pothuava* (Baker) Baker of *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) in Brazil. *Botanical Journal of the Linnean Society* 125: 245-271.
- Yoshida, S., Ohnishi, Y. & Kitagishi, K.** 1962. Histochemistry of silicon in rice plant. III. The presence of cuticle-silica double layer in the epidermal tissue. *Soil Science and Plant Nutrition* 8: 1-5.