

**ANATOMIA FOLIAR DE *Ananas ananassoides* (Baker) L.B. Sm.,
Vriesea bituminosa Wawra E *Guzmania lingulata* (L.) Mez
(Bromeliaceae) DO PARQUE ESTADUAL CRISTALINO, ALTA
FLORESTA- MT, BRASIL**

IVONE VIEIRA DA SILVA¹, DAIANE MAIA DE OLIVEIRA² E VERA LUCIA SCATENA³

Recebido em 26.08.2010 e aceito em 15.07.2011

¹ Docente do Departamento de Biologia, UNEMAT. Campus Universitário de Alta Floresta. BR 208 - Km 147 - CEP 78580-000. ivibot@hotmail.com

² Discente do Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, UNEMAT. Campus Universitário de Alta Floresta. daypiano@hotmail.com

³ Docente do Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP. Avenida 24-A, 1515, Bela Vista, CEP 13506-900, Rio Claro-SP. vscatena@rc.com.br

RESUMO: Bromeliaceae está bem representada no Parque Estadual Cristalino, localizado no norte do Estado de Mato Grosso, nos municípios Alta Floresta e Novo Mundo. A família apresenta cerca de 45 gêneros e 2000 espécies, com distribuição tropical e subtropical. Este trabalho objetiva caracterizar anatomicamente a folha de *Ananas ananassoides* (Baker) L.B. Sm. (Bromelioideae), *Vriesea bituminosa* Wawra, e *Guzmania lingulata* (L.) Mez (Tillandsioideae) ocorrentes no Parque Estadual Cristalino, procurando identificar caracteres de valor taxonômico e significado ecológico. Utilizou-se a quinta folha, retirada no sentido centro-periferia da roseta de pelo menos três indivíduos distintos de cada espécie. Os cortes anatômicos foram feitos à mão livre e/ou incluídos em metacrilato, corados e montados em lâminas permanentes e semipermanentes. As folhas de todas as espécies estudadas possuem caracteres xeromórficos mesmo pertencendo à diferentes categorias taxonômicas e diferentes micro-ambientes. Apresentam células epidérmicas com paredes espessadas, presença de escamas, parênquima aquífero desenvolvido, estômatos distribuídos nas reentrâncias da epiderme, com câmara subestomática bem delimitada e feixes de fibras extra-vasculares dispersos no mesofilo. Essas espécies apresentam um padrão estrutural semelhante àquele observado para outras espécies dos gêneros. Todas elas são epífitas e algumas das características xeromórficas podem representar adaptações ancestrais selecionadas durante a diversificação do grupo.

Termos para indexação: Epífitas, Bromelioideae, Tillandsioideae, Bromélias

LEAF ANATOMY OF *Ananas ananassoides* (Baker) L.B. Sm., *Vriesea bituminosa* Wawra AND *Guzmania lingulata* (L.) Mez (Bromeliaceae) IN CRISTALINO STATE PARK IN ALTA FLORESTA-MT, BRAZIL

ABSTRACT: Bromeliaceae is well represented in the Cristalino State Park, located in the northern state of Mato Grosso, Alta Floresta in the municipalities and the Novo Mundo. The family has about 45 genera and 2000 species, with tropical and subtropical distribution. This study analyzes anatomical sheet *Ananas ananassoides* (Baker) LB Sam (Bromelioideae), *Vriesea bituminosa* Wawra and *Guzmania lingulata* (L.) Mez (Tillandsioideae) occurring in the Cristalino State Park, trying to identify characters of taxonomic value and ecological significance. This study analyzes leaves anatomical of the *Ananas ananassoides* (Baker) L.B. Sm. (Bromelioideae), *Vriesea bituminosa* Wawra, e *Guzmania lingulata* (L.) Mez (Tillandsioideae) occurring in the Cristalino State Park, trying to identify characters of taxonomic value and ecological significance. Used the fifth leaf, taken at the center-periphery of the rosette of at least three different individuals of each species. The anatomical cuts were made freehand and / or embedded in methacrylate, stained and mounted on slides permanent and semipermanent. The leaves of all species studied have characters xeromorphic even belonging to different taxonomic categories and different micro-environments.

Show epidermal cells with thickened walls, presence of scales, parenchyma developed, stomata distributed in the recesses of the epidermis, substomatal chambers with well-defined bundles of fibers dispersed in the extra-vascular mesophyll. These species have a structural pattern similar to that observed for other species of the genera. All of them are epiphytes and some features may represent adaptations xeromorphic ancestors selected for the diversification of the group.

Index terms: Epiphytes, Bromelioideae, Tillandsioideae, Bromeliads

INTRODUÇÃO

A família Bromeliaceae está incluída entre uma das três maiores famílias das monocotiledôneas epífitas (Madison, 1977), por constituir um grupo de plantas particularmente adaptado a este hábito.

De acordo com Cronquist (1981) a família apresenta distribuição tropical e subtropical, com aproximadamente 45 gêneros, sendo que seis gêneros representam cerca de 70 % do número de espécies que compõem a família Bromeliaceae: *Tillandsia* L. (400), *Pitcarinia* L'Her. (250), *Vriesia* Lindl. (200), *Aechmea* Ruiz & Pav. (150), *Puya* Molina (140) e *Guzmania* Ruiz & Pav. (120). Outros autores atribuem a essa família números diferentes de gêneros e espécies entre eles, Smith & Downs (1979) citam 37 gêneros e 2070 espécies, Dahlgren et al. (1985) 51 gêneros e cerca de 1520 espécies, Leme & Marigo (1993) 50 gêneros e 3000 espécies e Stevens (2008) 57 gêneros e 1400 espécies.

Baseando-se no hábito, nos bordos foliares, nas flores e na morfologia dos frutos e das sementes, a família Bromeliaceae foi dividida em três subfamílias: Pitcairnioideae, Tillandsioideae e Bromelioideae (Dahlgren et al., 1985). Considerando as características citadas acima e acrescentados estudos filogenéticos recentes, a família apresenta oito subfamílias: Brocchinioideae, Lindmanioideae, Tillandsioideae, Hechtioideae, Navioideae, Pitcairnioideae, Puyoideae e Bromelioideae (Givnish et al. 2007, Stevens 2008).

Pridgeon (1982) afirma que os caracteres de maior importância taxonômica estão associados com a folha. Os aspectos morfoanatômicos da folha de Bromeliaceae têm sido também empregados na tentativa de se compreender melhor as relações filogenéticas entre as espécies das três subfamílias (Varadarajan & Gilmartin, 1988). Segundo Braga (1977), a variabilidade estrutural das folhas das Bromeliaceae constitui-se em importante fonte de dados que suscitam especulações tanto de cunho filogenético e ontogenético, como fisiológico, ecológico e taxonômico.

Tendo em vista a ocorrência de espécies de Bromeliaceae nas diferentes comunidades naturais do Parque Estadual Cristalino e a importância de estudos anatômicos para a família, o objetivo deste trabalho foi caracterizar anatomicamente as folhas de *Ananas ananassoides* (Baker) L.B. Sm.-Bromelioideae, *Vriesea bituminosa* Wawra e *Guzmania lingulata* (L.) Mez -Tillandsioideae procurando identificar caracteres de valor taxonômico e significado ecológico.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As espécies ocorrem no Parque Estadual Cristalino, que possui uma área total de 184.900 ha. O Parque está situado entre coordenadas aproximadas de 9°25' e 9°43'S e de 55°09' e 56°02'W. A maior parte da sua área localiza-se no município de Novo Mundo, sendo que a porção do extremo oeste do Parque encontra-se no município de Alta Floresta. Apresenta um formato aproximado de um retângulo, com comprimento máximo aproximado de 89 km (sentido leste-oeste) e largura máxima aproximada de 32 km (sentido norte-sul). Ao norte, faz fronteira com a Base da Força Aérea Brasileira, no Estado do Pará, a qual abriga uma extensa área de vegetação nativa (Sasaki et al., 2008). O município de Alta Floresta apresenta clima quente e úmido com 4 meses secos, cuja principal característica é a frequência de temperaturas elevadas, podendo atingir nos seus dias mais quentes, temperaturas superiores a 40°C, a média térmica anual fica em torno de 26 °C. A pluviosidade pode atingir médias muito elevadas, algumas vezes superiores a 2.750 mm (Loureiro et al., 1980).

A região do Cristalino está localizada na grande Depressão Marginal Sul-Amazônica, que foi gerada por processos erosivos de intensa atuação nas bordas da Bacia Amazônica ao longo do Terciário e Quaternário (Ross, 2003). Em todo o norte do Estado de Mato Grosso, são predominantes os solos *Podzólicos Vermelho-Amarelos*, sendo álicos (ácidos, com alto teor de alumínio) ou distróficos (de média a baixa fertilidade, com baixos valores de saturação de bases). Estes são solos minerais, não-hidromórficos, profundos a pouco profundos, com uma distinta individualização de horizontes (horizonte A mais arenoso e o B mais argiloso) (Sasaki et al., 2008).

Material botânico

Exsicatas de ramos com flores dos indivíduos estudados foram identificadas pelo especialista J.F. Ramos e incorporadas no Herbário do Inpa- AM.

Ananas ananassoides (Baker) L.B. Sm. (Bromelioideae) foi amostrada em afloramento rochoso. É uma planta rupícola com folhas variando a cor de verde a púrpura, com indumentos brancos. *Guzmania lingulata* (L.) Mez e *Vriesea bituminosa* Wawra (Tillandsioideae) foram amostradas em mata de terra firme com dossel relativamente aberto e altura média de 12 metros. São epífitas em tronco de árvores, localizadas a 6- 8 metros de altura.

Metodologia

Para análise anatômica utilizou-se folhas com limbo totalmente expandido da roseta de três indivíduos de populações diferentes do mesmo local. O material foi fixado em FAA₅₀ e preservado em etanol 70% (Johansen, 1940).

As lâminas permanentes foram confeccionadas a partir da inclusão de peças da região mediana e marginal do limbo em historresina hidroxietilmetacrilato utilizando-se a série etílica de desidratação (Meira & Martins, 2003). O material foi cortado transversal e longitudinalmente com 8 µm

de espessura em micrótomo rotativo, com navalhas de aço descartáveis. Lâminas semipermanentes foram confeccionadas com cortes de material fresco à mão livre, com lâminas de barbear. As lâminas foram montadas em resina sintética (Permout) e em gelatina glicerizada respectivamente.

Epidermes foliares foram dissociadas pelo método de Jeffrey (Johansen, 1940), coradas em azul de astra e fucsina básica (Kraus & Arduin, 1997) e montadas em gelatina glicerizada. Algumas secções de material fresco foram utilizadas para testes microquímicos, com lugol para identificar amido, Sudan IV para as gotículas lipídicas, solução de floroglucina em meio ácido e safranina para lignina, azul de astra para celulose (Johansen, 1940).

As ilustrações foram obtidas por meio do capturador de imagens, acoplado ao fotomicroscópio Leica DMLB, com o auxílio do programa Leica IM50 no Laboratório de Biologia Vegetal (Unemat).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

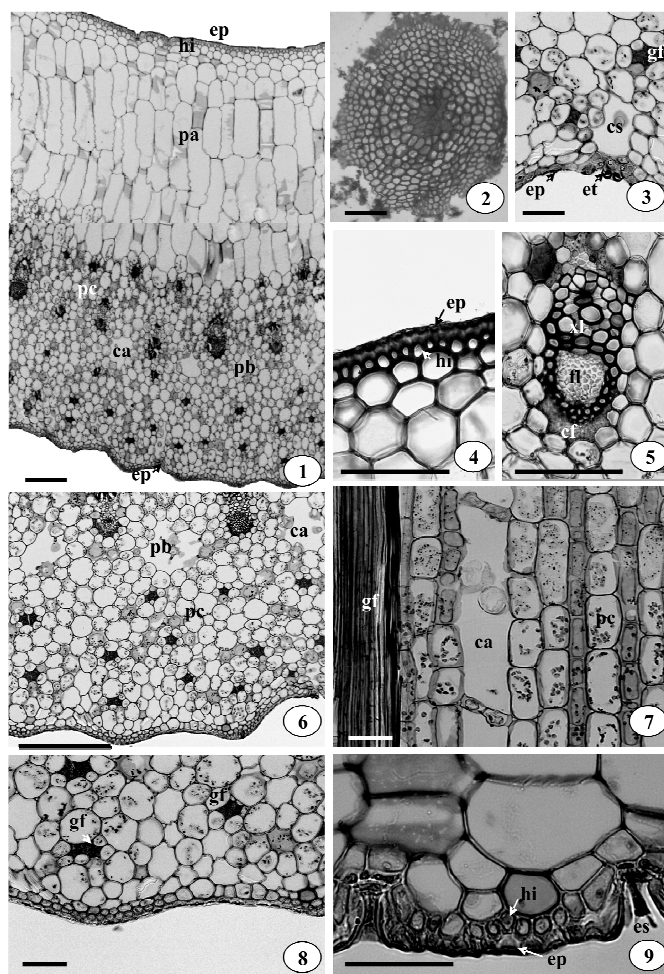
Em vista frontal, as células epidérmicas das três espécies estudadas exibem contorno reto nas suas paredes (Fig. 19, 20). Em corte transversal, observa-se que o limbo de todas as espécies são revestidos por epiderme unisseriada contendo células diminutas tanto na face abaxial quanto na adaxial (Fig. 1, 3, 9, 10, 12, 21, 23). As paredes das células epidérmicas são espessadas e lignificadas, com o espessamento acentuado nas faces anticlinais e periclinais internas, tornando o lume reduzido (Fig. 4, 9, 12, 13, 23, 24, 25).

As folhas, em todas as espécies estudadas apresentam escamas revestindo as duas faces da epiderme, como em *Guzmania lingulata* (Fig. 11) e ocorrem com maior frequência na abaxial. As escamas foliares observadas nessas espécies exibem as mesmas características descritas por Tomlinson (1969) para vários representantes da família.

Em *Ananas ananassoides* as escamas se distribuem em fileiras longitudinais, nas duas superfícies foliares, como também observado por Braga (1977) e Proença & Sajo (2007) ao analisarem a mesma espécie ocorrente na amazônia (Manaus) e no cerrado (São Paulo), respectivamente. Strehl (1983) sugere que tricomas em fileiras seja um caráter plesiomórfico para a família. Em *Guzmania lingulata* e *Vriesea bituminosa* as escamas se distribuem de maneira esparsa. A distribuição aleatória das escamas nos representantes de Tillandsioideae é um caráter considerado derivado para o grupo (Benzing et al., 1985).

As escamas foliares das Bromeliaceae têm sido consideradas relevantes na adaptação dos táxons, independentemente do ambiente onde eles ocorrem (Benzing & Renfrow 1980). *Vriesea bituminosa* apresenta escamas com disco central formado por quatro células circundadas por dois anéis, sendo o interno constituído por oito células denominadas pericentraes, e o externo por dezesseis células denominadas subperiféricas, como observado na figura 18. As demais células periféricas formam a ala que é constituída por numerosas células alongadas e dispostas radialmente.

Em *Ananas ananassoides* (Fig. 2) e *Guzmania lingulata* (Fig. 11) as escamas apresentam escudo constituído pelo disco central e pela ala (células periféricas). Segundo Tomlinson (1969), as escamas apresentam dupla função, sendo absorção rápida de água e sais minerais, quando úmidas, e redução da transpiração e dos efeitos da insolação, quando secas.



FIGURAS 1 a 9. Aspectos anatômicos da lâmina foliar de *Ananas ananassoides* (Baker) L.B. Secções transversais e longitudinais (Fig. 6). Fig. 1- Faces da epiderme e mesofilo; Fig. 2- Escama. Fig. 3- Detalhe da face abaxial da epiderme, estômato, câmara subestomática e grupos de fibras; Fig. 4- Face adaxial da epiderme e hipoderme; Fig. 5- Detalhe de um feixe vascular; Fig. 6- Parênquima clorofiliano, parênquima braciforme e canais de ar; Fig. 7- Detalhe de canal de ar; Fig. 8- Detalhe dos grupos de fibras próximos a face abaxial; Fig. 9- Detalhe de local de inserção de tricoma. (ca- canais de ar, cf- calotas de fibras, cs- câmara subestomática, ep- epiderme, et- estômatos, es- escama, fl- floema, gf- grupos de fibras, hi- hipoderme, pa- parênquima aquífero, pb- parênquima braciforme, pc- parênquima clorofiliano, xl- xilema). (Fig. 1- barra = 300 µm; Fig. 2- barra = 60 µm; Fig. 3-5; 7-9- barra= 100 µm; Fig. 6- barra= 200 µm).

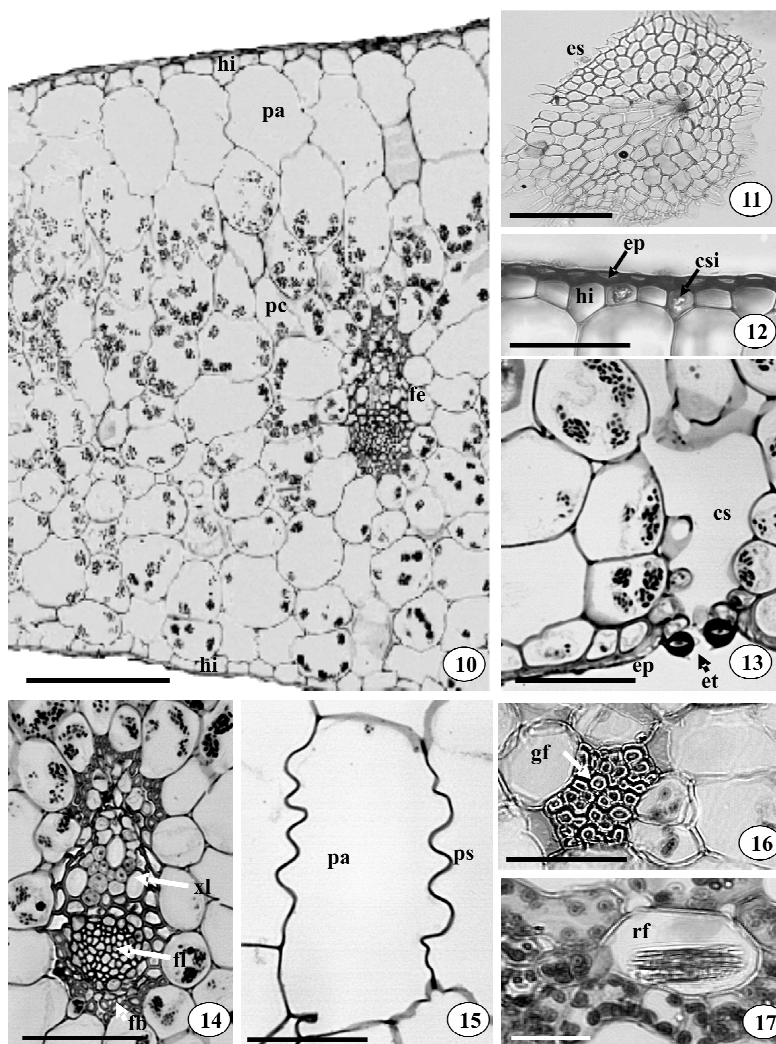
As folhas de todas as espécies são hipoestomáticas (Fig. 3, 13, 23, 24), característica que de acordo com Fahn & Cutler (1992), é mais comum em plantas de regiões úmidas do que secas, predominando folhas anfiestomáticas em regiões secas. Em *Ananas ananassoides* os estômatos se distribuem em sulcos ao longo da lâmina e em *Guzmania lingulata* e *Vriesea bituminosa* se distribuem em fileiras longitudinais de forma irregular. Os estômatos em *Ananas ananassoides* localizam-se abaixo do nível das demais células epidérmicas (Fig. 3) e em *Vriesea bituminosa* localizam-se acima das demais células da epiderme (Fig. 24). Proença & Sajo (2004) sugerem que a localização dos estômatos em sulcos ao longo da folha deve evitar o excesso de transpiração, embora apareça tanto em espécies terrestres quanto em epífitas.

Em todas as espécies, as células-guarda dos estômatos apresentam paredes celulares periclinais espessadas (Fig. 3, 13, 23, 24). Acredita-se que o espessamento pronunciado dessas paredes constituem uma estrutura rígida e indeformável, corroborando com Widholzer (1993). Câmaras subestomáticas desenvolvidas como ocorrem nas espécies estudadas (Fig. 3, 13, 23, 24) aumentam a distância que a água tem de seguir até ser totalmente difundida, o que promove certa resistência à sua difusão. No caso de *Ananas ananassoides*, as células da epiderme, vizinhas do estômato, penetram pela região polar dos mesmos, de forma que fecham parcialmente a entrada da câmara subestomática. O mesmo padrão foi observado por Tomlinson (1969), ao estudar *Ananas bracteatus*.

Abaixo da epiderme de ambas as faces foliares de *Ananas ananassoides* ocorre hipoderme mecânica formada por 1 a 2 camadas celulares de aspecto regular, com forma hexagonal, paredes espessadas e lume reduzido (Fig. 4, 9). A terceira e quarta camada é composta por células arredondadas, podendo variar quanto ao tamanho, com paredes menos espessadas (Fig. 4). A hipoderme em *Guzmania lingulata* e *Vriesea bituminosa* apresenta uma camada de células de tamanho médio, forma retangular, hexagonal ou irregular, paredes um pouco espessadas, lume grande (Fig. 10, 12, 21, 22, 25), muitas vezes com corpos silicosos (Fig. 12). De acordo com Krauss (1949), a hipoderme esclerificada tem importância mecânica, pois atua reforçando a estrutura foliar. Além disso, o complexo epiderme-hipoderme protege a planta contra a perda de água. Concorde-se aqui com a interpretação de Krauss (1949) e Yoshida et al. (1962) que a presença de corpos silicosos 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.

As espécies apresentam parênquima aquífero com número de camadas e forma de células diferentes. O parênquima aquífero em *Ananas ananassoides* organiza-se com três ou quatro camadas de células de paredes finas, que ocupam a metade superior da folha. Essas células são alongadas anticlinalmente, geralmente tem a altura duas ou três vezes maior que o diâmetro (Fig. 1). Em *Vriesea bituminosa* e *Guzmania lingulata* o parênquima aquífero é composto por uma a duas

camadas de células arredondadas (Fig. 10, 21, 22, 23) de paredes sinuosas (Fig. 10, 15). A hipoderme aquífera é, segundo Pridgeon (1982), uma importante estratégia anatômica que possibilita a conquista do hábito epifítico, carente de suprimento regular de água. De acordo com Madison (1977) além de armazenar água ela ainda exerce papel importante na economia de calor.



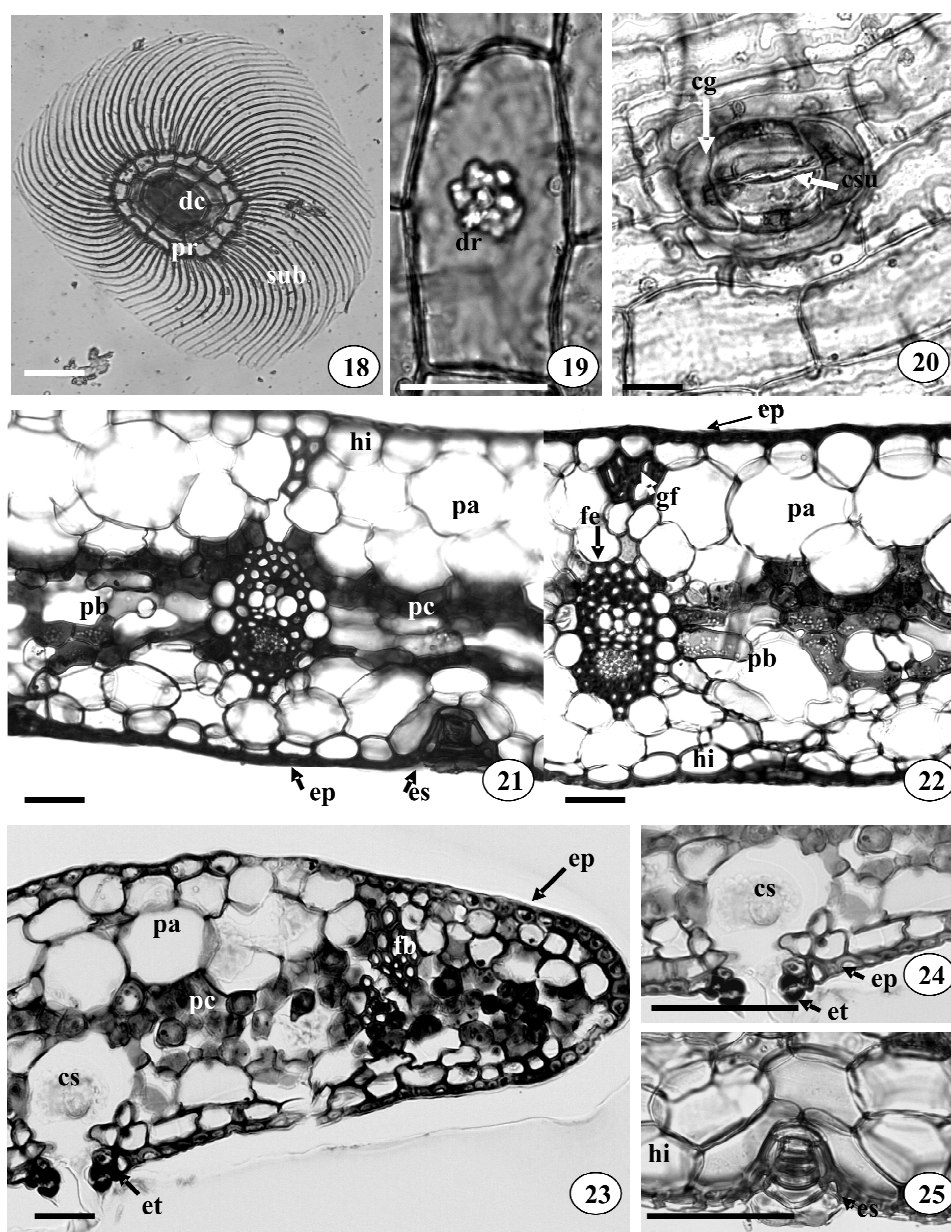
FIGURAS 10 a 17. Aspectos anatômicos da lâmina foliar de *Guzmania lingulata* (L.) Mez. em seções transversais e em vista frontal (Fig. 11). Fig. 10- Faces da epiderme e mesofilo; Fig. 11- Detalhe de uma escama; Fig. 12- Evidência de epiderme adaxial e hipoderme com corpos silicosos; Fig. 13- Detalhe da face abaxial da epiderme, estômato e câmara subestomática; Fig. 14- Detalhe de um feixe vascular; Fig. 15- Detalhe das paredes das células do parênquima aquífero; Fig. 16- Detalhe de um grupo de fibras; Fig. 17- Idioblasto de ráfides. (cs- câmara subestomática, csi- corpos silicosos, ep- epiderme, es- escama, et- estômato, fb- fibras, fe- feixe vascular, fl- floema, gf- grupos de fibras, hi- hipoderme, pa- parênquima aquífero, pc- parênquima clorofiliano, ps- células de paredes sinuosas, rf- ráfides, xl- xilema,). (Fig. 10-11- barra = 200 µm; Fig. 12-17- barra = 100 µm).

A presença de parênquima aquífero confere suculência. Tietze (1906 *apud* Tomlinson, 1969) observou nas espécies de Tillandsioideae de folhas estreitas, que o parênquima aquífero é pouco desenvolvido, em virtude da água ser absorvida pelas escamas epidérmicas. A relação suculência/quantidade de parênquima aquífero também pode ser estabelecida para as espécies aqui estudadas. *Ananas ananassoides* é a única espécie com folhas suculentas e totalmente exposta à irradiação luminosa, possuindo mais camadas de parênquima aquífero e inclusive células mais volumosas. De acordo com Brighigna et al. (1984), a água absorvida pelas escamas é armazenada no parênquima aquífero, que protege a região clorofiliana contra a intensa luminosidade, favorecendo a fotossíntese e evitando a perda de água através dos canais de aeração. Canais de aeração interrompidos por diafragmas de células braciformes estão presentes no mesofilo de *Ananas ananassoides* (Fig. 6, 7) e *Vriesea bituminosa* (Fig. 21, 22).

O parênquima clorofiliano em *Ananas ananassoides* é constituído por dois tipos de parênquimas: parênquima clorofiliano regular e parênquima braciforme (Fig. 1, 6). As células do parênquima clorofiliano regular são pequenas, com paredes delgadas (Fig. 1). As do parênquima braciforme possuem de seis a oito braços curtos, de forma que as lacunas que ficam entre as células são pequenas. Em *Vriesea bituminosa* o parênquima clorofiliano é constituído, principalmente, por células braciformes alongadas que se localizam na região central e abaxial (Fig. 21, 22, 23), entre os feixes vasculares e se estendem até os estômatos. Em *Guzmania lingulata* o parênquima clorofiliano ocupa quase toda a lâmina foliar com células de paredes delgadas e sinuosas (Fig. 10).

A diferenciação entre os dois parênquimas clorofiliano e aquífero nas espécies analisadas pode ser, segundo Loeschen et al. (1993), um indício de que apresentam metabolismo CAM, que se constitui numa adaptação à ambientes sujeitos à desidratação, devido à abertura estomática preferencialmente a noite, com conseqüências positivas para a economia hídrica.

Nas espécies estudadas ocorrem feixes de fibras esclerenquimáticas extravasculares (Fig. 1, 6, 8, 16, 21) e vasculares. Nestas espécies pode ser feito relação entre a espessura da lâmina foliar e o tipo de distribuição dessas fibras. *Ananas ananassoides* que apresentam folhas mais suculentas, este reforço é constituído por feixes de fibras (Fig. 3, 8), com aspectos dispersos pelo parênquima clorofiliano. Em *Vriesea bituminosa* (Fig. 21, 22) e *Guzmania lingulata* (Fig. 16) que possui folhas menos espessas o reforço apresenta-se sob a forma de fibras isoladas ou agrupadas em cordões, principalmente como um esqueleto de sustentação sobre e, às vezes, sob o parênquima braciforme e no parênquima aquífero superior. Grupos de fibras extravasculares na região adaxial do mesofilo de Bromeliaceae, próximos a epiderme, foi observado por outros autores como, Braga (1977), Souza & Neves (1996), Arruda & Costa (2003), Proença & Sajo (2007) e Scatena & Segecin (2005).



FIGURAS 18 a 25. Aspectos anatômicos da lâmina foliar de *Vriesea bituminosa* Wawra em seções transversais e paradérmicas. Fig. 18- Escama foliar. Fig. 19- Vista frontal das células epidérmicas, mostrando drusas; Fig. 20- Detalhe de um estômato; Fig. 21-22- Faces da epiderme e mesofilo; Fig. 23- Bordo foliar evidenciando faces da epiderme e mesofilo; Fig. 24- Detalhe da face abaxial da epiderme, estômato e câmara subestomática; Fig. 25- Detalhe da face abaxial da epiderme e parte de uma escama. (cg- célula-guarda, csu- célula subsidiária, cs- câmara subestomática, dc- disco central, et- estômatos, ep- epiderme, es- escama, fe- feixe vascular, gf- grupos de fibras, hi- hipoderme, pa- parênquima aquífero, pb- parênquima braciforme, pc- parênquima clorofiliano, pr- pericentral, rf- ráfides, sub-subperiférica). (Fig. 18-25- barras= 100 µm).

Idioblastos contendo cristais do tipo ráfides (Fig. 17) ocorrem nas três espécies. Em seções longitudinais, esses idioblastos são bastante alongados e as ráfides estão agrupadas em feixes (Fig. 17), geralmente orientadas paralelamente ao eixo longitudinal da folha, próximos a epiderme. Acredita-se que a presença desses idioblastos contribua para tornar as plantas menos palatáveis aos animais (Mauseth, 1988, 1995). Segundo Bonates (1993) que encontrou idioblastos de ráfides em *Encyclia calamaria* (Orchidaceae) infere que provavelmente eles estejam relacionados ao balanço iônico e osmoregulação da planta. Ainda é atribuída ao oxalato de cálcio a função de neutralizar e armazenar a grande quantidade de ácido oxálico produzido nas folhas (Brighigna et al., 1984). Pode inclusive ocorrer reabsorção do oxalato de cálcio por ocasião da necessidade de cálcio (Sunell & Healey, 1979). Nas espécies estudadas as ráfides são amplamente distribuídas e acredita-se realizar essas funções sugeridas acima.

Os feixes vasculares são colaterais (Fig. 5, 14, 21, 22) e possuem disposição paralela localizando-se em uma única série, onde encontram-se feixes de maior e menor calibre. Xilema e floema são delimitados por uma bainha de fibras pericíclicas, cujas paredes são espessadas (Fig. 14, 15, 21, 22). Fibras pericíclicas também formam calotas e concentram-se no pólo do floema, sendo mais pronunciado em *Ananas ananassoides* (Fig. 5). A quantidade e disposição dos feixes vasculares e, especialmente, de elementos fibrosos a eles associados são elementos importantes na determinação do grau de xeromorfia e rigidez foliar (Withner et al., 1974). Rudall (1986) também considera a presença de calotas de fibras no floema um caráter xeromórfico.

CONCLUSÃO

Ananas ananassoides mantém padrão estrutural semelhante ao observado para a espécie e, também, para as outras espécies de *Ananas* estudadas (Braga 1977, Souza & Neves 1996, Arruda & Costa 2003, Proença & Sajo 2007). Apresenta estruturas que garantem sua sobrevivência em ambientes xerofíticos, principalmente pela presença de células epidérmicas com paredes espessadas, escamas, parênquima aquífero desenvolvido, de estômatos em cavidades com câmara subestomática parcialmente obstruídas por células hipodérmicas e de grupos de fibras extravasculares.

Vriesea bituminosa e *Guzmania lingulata* também apresentam caracteres xeromórficos. *Vriesea bituminosa* apresenta-se bastante similar a *Guzmania lingulata*, diferindo apenas pela ocorrência de canais de aeração e parênquima bractiforme no mesófilo.

As três espécies estudadas independente do grupo taxonômico a que pertencem e do micro ambiente, possuem folhas com caracteres xeromórficos. Essas espécies são epífitas e rupícola e muitos desses caracteres xeromórficos podem representar adaptações ancestrais selecionadas durante a diversificação do grupo.

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 302105/2007-7).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, R.C.O.; COSTA, A.F. Foliar anatomy of five *Vriesea* Sect. *Xiphion* (Bromeliaceae) species. **Selbyana**, v.24, n.2, p.180-189, 2003.
- BENZING, D.H. Bromeliad trichomes: structure, function, and ecological significance. **Selbyana**, v.1, p. 330-348, 1976.
- BENZING, D.H.; RENFROW, A. The nutritional dynamics of *Tillandsia circinata* in southern Florida and the origin of the air plant strategy. **Botanical Gazette**, v.141, p.165-172, 1980.
- BENZING, D.H.; GIVNISH, T.J.; BERMUDEZ, D. Absorptive trichomes in *Brocchinia reducta* (Bromeliaceae) and their evolutionary and systematic significance. **Systematic Botany**, v.10, p.81-91, 1985.
- BONATES, L.C.M. Estudos ecofisiológicos de Orchidaceae da Amazônia II. Anatomia ecológica foliar de espécies com metabolismo CAM de uma campina de Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v.23, p.315-348, 1993.
- BRAGA, M.M.N. Anatomia foliar de Bromeliaceae da campina. **Acta Amazonica**, Manaus, v.7, n.3, p.1-74, 1977.
- BRIGHIGNA, L.; FIORDI, A.C.; PALANDRI, M.R. Structural characteristics of mesophyll in some *Tillandsia* species. **Phytomorphology**, v.34, p.191-200, 1984.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262p.
- DAHLGREN, R.M.T.; CLIFFORD, H.T.; YEO, P.F. **The families of the monocotyledons**. Berlin: Springer-Verlag, 1985. 520p.
- ESAU, K. **Plant anatomy**. 2ed. Tokyo: Toppan Printing, 1960. 767p.
- FAHN, A. **Plant anatomy**. 4ed. Oxford: Blutterworth-Heinemann Ltd., 1990. 588p.
- FAHN, A.; CUTLER, D. F. **Xerophytes**. Encyclopedia of plant taxonomy. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1992. p.87-98.
- GIVNISH, T. J.; MILLAM, K. C.; BERRY, P. E.; SYSTMA, K. J. Phylogeny, adaptive radiation and historical biogeography of *Bromeliaceae* inferred from ndhF sequence data. **Aliso**, v.23, p.3-26, 2007.
- JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc., 1940. 198p.
- KRAUSS, B.H. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple, *Ananas comosus* (L.) Merr. II - The leaf. **Botanical Gazette**, v.110, n.3, p.333-404, 1949.

KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR, 1997. 198p.

LEME, E.M.C.; MARIGO, L.C. **Bromélias na natureza**. Rio de Janeiro: Marigo Comunicação Visual Ltda., 1993. 183p.

LOESCHEN, V.S.; MARTIN, C.E.; SMITH, M.; EDER, S.L. Leaf anatomy and CO₂ recycling during crassulacean acid metabolism in twelve epiphytic species of *Tillandsia* (Bromeliaceae). **International Journal of Plant Sciences**, v.154, n.1, p.100-106, 1993.

LOUREIRO, A.A.; DIAS, A.A.; MAGNANO, H. **Vegetação e Hidrografia**. In: Projeto RADAMBRASIL.V. CS-21, Juruena: MME/DNPM. 1980. 20p.

MADISON, M. Vascular epyphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana**, v.2, n.1, p.1-13, 1977.

MAUSETH, J.D. **Plant anatomy**. California: The Benjamin Cummings Publishing Company Inc., 1988. 560p.

MAUSETH, J.D. **Botany**: An introduction to plant Biology. 2ed., Menlo Park: Sanders College Publishing, 1995. 794p.

MEIRA, R.M.S.A.; MARTINS, F.M. Inclusão de material herborizado em metacrilato para estudos de anatomia vegetal. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.109- 112, 2003.

OLIVEIRA, V. DEL C.; SAJO, M.G. Anatomia foliar de espécies epífitas de Orchidaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v.22, n.3, p.365-374, 1999.

PRIDGEON, A.M. Diagnostic anatomical characters in the *Pleurothallidinae* (Orchidaceae). **American Journal of Botany**, v.69, n.6, p.921-938, 1982.

PROENÇA S.L.; SAJO M.G. Estrutura foliar de espécies de *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n.2, p.319-331, 2004.

PROENÇA S.L.; SAJO, M.G. Anatomia foliar de bromélias ocorrentes em áreas de cerrado do Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.21, n.3, p.657-673, 2007.

ROSS, J.L.S. Os fundamentos da geografia da natureza. In: ROSS, J.L.S. (Org.). **Geografia do Brasil**. Edusp, São Paulo. p.13-65. 2003.

RUDALL, P. Taxonomic significance of leaf antomy in Australasian *Iridaceae*. **World Journal of Botany**, v.6, p.277-289, 1986.

SASAKI, D.; ZAPPI, D.; MILLIKEN, W. **Vegetação do Parque Estadual Cristalino Novo Mundo-MT**. Relatório Preliminar. Programa Flora Cristalino. Fundação Ecológica Cristalino e Royal Botanic Gardens, Kew. Mato Grosso. 2008. 58p.

SCATENA, V.L.; SEGECIN, S. Anatomia foliar de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.3, p.635-649, 2005.

SINCLAIR, R. Water relations in Orchids. In: ARDITTI, J. **Orchid Biology**: Reviews and Perspectives. London: Cornell University. v. 5, 1990. p.100-119.

SMITH, L.B.; DOWNS, R.J. *Bromelioideae* (Bromeliaceae). **Flora Neotropica Monograph**, v.14, n.3, p.1604-1724, 1979.

SOUZA, R.C.O.S.; NEVES, L.J. Leaf anatomy of four *Tillandsia* species. **Bromélia**, v.3, n.2, p. 28-39, 1996.

STEVENS, P.F. 2008. Angiosperm Phylogeny Website. Version 9. [and more or less continuously updated since]." will do. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/Apweb/>. Acesso em: 25 jun. 2008.

STREHL, T. Forma, distribuição e flexibilidade dos tricomas foliares usados na filogenia de Bromeliáceas. **Iheringia, Série Botânica**, v.31, p.105-11, 1983.

SUNELL, L.A.; HEALEY, P.L. Distribution of calcium oxalate crystal idioblasts in corms of taro (*Colacasia esculenta*). **American Journal of Botany**, v.66, p.1029-1032, 1979.

TOMLINSON, P.B. III- Commelinales-Zingiberales. In: METCALFE, C.R. (Ed.) **Anatomy of the Monocotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1969. 446p.

WIDHOLZER, C.F.N. **Morfo-anatomia foliar de espécies do gênero *Sophranitis* Ldl. (Orchidaceae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil**. 1993.146f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

WITHNER, C.L.; NELSON, P.K.; WEJKNORA, P.J. The anatomy of Orchids. In: WITHER, C.L. **The Orchids Cientific Studies**. New York: John Wiley, 1974. p.267-347.

VARADARAJAN, G.S.; GILMARTIN, A.J. Taxonomic realignments within the subfamily *Pitcairnioideae* (Bromeliaceae). **Systematic Botany**, v.13, n.2, p.294-299, 1988.

YOSHIDA, S.; OHNISHI, Y.; KITAGISHI, K. Histochemistry of silicon in rice plant. III. The presence of cuticle-silica double layer in the epidermal tissue. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 8, p.1-5, 1962.

