

MORFOANATOMIA DE RAÍZES ADVENTÍCIAS DAS REÓFITAS *DYCKIA BREVIFOLIA* BAKER E *D. DISTACHYA* HASSLER (BROMELIACEAE)

ADVENTITIOUS ROOTS MORPHOANATOMY OF RHEOPHYTES *DYCKIA BREVIFOLIA* BAKER AND *D. DISTACHYA HASSLER* (BROMELIACEAE)

Ghislaine Maria Lobo¹

Caroline Heinig Voltolini^{1,3}

Ademir Reis²

Marisa Santos²

RESUMO

Reófitas são espécies de plantas que na natureza estão confinadas a leitos de córregos e rios encachoeirados, ao alcance de inundações bruscas regulares. Este estudo relaciona caracteres morfoanatômicos das raízes adventícias de *Dyckia brevifolia* Baker e *D. distachya* Hassler, duas espécies de bromélias reófitas ocorrentes no Sul do Brasil. As raízes das duas espécies são anatomicamente semelhantes e constituídas por tecido de revestimento, córtex e cilindro central. A epiderme uniestratificada, com pêlos absorventes, promove o revestimento. O córtex é formado por parênquima externo, anel esclerênquimático, parênquima interno e endoderme. O número de estratos na exoderme difere entre as espécies, sendo maior em *D. distachya*. Em ambas o cilindro central é poliarco. De modo geral, as características encontradas nas raízes adventícias de *D. brevifolia* e *D. distachya* são semelhantes às de outras espécies de Bromeliaceae. Porém, tais características devem favorecer o estabelecimento e sobrevivência destas espécies no ambiente reofítico.

Palavras-Chave: Bromeliaceae, *Dyckia*, reófitas, morfoanatomia, raízes adventícias

¹ Mestrandas do Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 88 040-900, Brasil.

² Departamento de Botânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 88 040-900, Brasil.

³ Autora para correspondência: carolinevoltolini@gmail.com

ABSTRACT

Rheophytes are species of plants that occur in the nature exclusively beside swift-running streams and rivers which experience frequent and sudden floods. This study relate the morphoanatomical characteristics of the *Dyckia brevifolia* Baker and *D. distachya* Hassler two species of rheophytes bromeliad that occur at south Brazil. The roots of the two species are similar anatomically and they are constituted by ring tissue, cortex and central cylinder. The one-layer epidermis with root-hairs further covering. The cortex is constituted by outer parenchyma, sclerenchymatic ring, inner parenchyma and endodermis. The number of exodermis layers is distinct among these species, it is higher in *D. distachya*. At the general way, the features find out in the adventitious roots of *D. brevifolia* and *D. distachya* are similar at the others Bromeliaceae species. However, such characteristics must to favor the establishment and survival of these species in the rheophytic environment.

Key words: Bromeliaceae, *Dyckia*, rheophytes, morphoanatomy, adventitious roots

INTRODUÇÃO

Bromeliaceae encontra-se constituída por mais de 2.000 espécies, dispersas na América tropical e Subtropical, e por apenas uma única espécie no Oeste da África (Smith & Downs 1974). No Brasil, essa família encontra-se amplamente dispersa e muito frequente na Mata Atlântica, sendo bem representada no estado de Santa Catarina (Reitz 1983). Bromeliaceae possui três subfamílias: Pitcairnioideae, Bromelioideae e Tillandsioideae e estão distribuídas em grande variedade de habitats (Smith & Downs 1974).

Van Steenis (1987) registrou entre as reófitas duas espécies de Bromeliaceae: *Pitcairnia punicea* Scheidw. e *P. jacksonii* Hook. Ressalte-se, porém, que, em registros anteriores, Klein (1979) já havia mencionado, entre as reófitas catarinenses, três Bromeliaceae do gênero *Dyckia* Schult.: *D. brevifolia* Baker, *D. distachya* Hassler e *D. ibiramensis* Reitz.

O gênero *Dyckia*, pertencente à subfamília Pitcairnioideae, que está constituída por espécies terrestres destituídas de tanques de armazenamento e de tricomas de absorção efetivos. Em Santa Catarina ocorrem 12 espécies deste gênero, sendo algumas endêmicas ao longo de diversos vales de rios (Reitz, 1983).

As espécies *D. brevifolia* Baker e *D. distachya* Hassler têm distribuição exclusiva às ilhas ou margens rochosas das corredeiras dos rios, estas espécies são heliófitas, ou de luz difusa, e adaptadas às variações extremas de encharcamento e vazamento.

tes, com hábitat muito diversificado, sendo superúmido durante as enchentes, não raro ficando completamente submersas, e seco nos períodos de estiagem (Reitz 1983, Klein 1983).

Nas monocotiledôneas a raiz primária é geralmente de vida curta e de existência efêmera, quando as funções de absorção e/ou fixação passam a ser desempenhadas pelas raízes adventícias (Tillich 2000). A raiz primária de Bromeliaceae se desenvolve pouco, sendo que a descrição das características anatômicas é baseada em raízes adventícias (Smith & Downs 1974). Tomlinson (1969) salienta que, frequentemente, as raízes dos representantes da família são muito modificadas, de modo a possibilitar apenas a ancoragem dos órgãos das epífitas e a proteção pelo posicionamento intracaulinar, em algumas espécies, como referido acima. As espécies de Pitcairnioideae são terrestres e têm um sistema radicular bastante desenvolvido, que desempenha as funções de absorção de água e sais minerais e de fixação da planta no substrato (Pittendrigh 1948).

As raízes adventícias de Bromeliaceae terrestres apresentam epiderme uniestratificada, com zona pelífera bem desenvolvida (Meyer 1940, Krauss 1949, Tomlinson 1969, Benzing 2000). Contudo, entre algumas espécies de Bromeliaceae, incluindo alguns representantes de *Dyckia* foi registrado a presença de velame (Pita & Menezes 2002, Segecin & Scatena 2004, Proença e Sajo 2008). A epiderme pluriestratificada, característica do velame, origina-se de divisões periclinais das iniciais da protoderme, sendo estas relevantes na absorção de nutrientes em raízes aéreas de espécies epífitas de Araceae e Orchidaceae (Eames & MacDaniels 1947, Esau 1959, Cutter 1978, Fahn 1978, Mauseth, 1988).

O córtex das raízes adventícias das Bromeliaceae, segundo Krauss (1949) e Tomlinson (1969), é delimitado por exoderme e endoderme e tem ampla região parenquimática intermediada por cilindro esclerótico. Conforme os autores, o estelo está constituído por tecido vascular poliarco, delimitado por periciclo de até dois estratos celulares e uma medula cujas células têm paredes lignificadas. Tomlinson (1969) comenta que o tecido de condução nas raízes é relativamente mais desenvolvido entre os representantes da subfamília Pitcairnioideae e que as raízes das espécies desta subfamília são adaptadas à absorção periódica de água.

O estudo da morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *D. brevifolia* e *D. distachya* poderá contribuir para o conhecimento sobre as adaptações que possibilitam o estabelecimento e a sobrevivência de espécies reófitas nesses ambientes, uma vez que trata-se do estudo de espécies endêmicas e em locais que despertam o interesse econômico voltados à construção de Usinas Hidroelétricas. Destaca-se que *D. distachya* consta da Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção pela Instrução Normativa de 19 de setembro de 2008 (Ministério do Meio Ambiente 2008).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas raízes adventícias de *Dyckia brevifolia* localizadas às margens do rio Itajaí-Açu, nos Municípios de Blumenau e Apiúna, no estado de Santa Catarina, Brasil e *Dyckia distachya* provenientes dos Rios Pelotas e Uruguai, SC, Brasil e posteriormente acondicionadas em casa de vegetação no Departamento de Botânica-UFSC. Para estudos anatômicos foram utilizadas três representantes de cada espécie. Exsicatas do material analisado foram depositados no Herbário FLOR: n° de acesso 36278, 36279 e 36870.

Raízes adventícias, em áreas basais, medianas e apicais foram seccionadas transversal e longitudinalmente. Para o estudo do meristema apical de raiz foram necessárias amostras de raízes adventícias de plantas jovens (com cerca de um ano, desenvolvidas em casa de vegetação).

Secções à mão-livre, com auxílio de lâmina de barbear, foram feitas nas amostras para confecção de lâminas semipermanentes, montadas com gelatina-glicerina (Kaiser, 1880 *apud* Kraus & Arduin, 1997). Para a detecção da natureza química foram utilizados: reativo de Steimetz, para suberina, lignina, cutina, celulose, mucilagem, amido e compostos fenólicos (Costa 1982); Sudan IV, para óleos e cutina (Costa, 1982); floroglucinol acidificado, para lignina (Costa 1982) e tionina, para mucilagem (Purvis *et al.* 1964, *apud* Kraus & Arduin, 1997).

Amostras foram fixadas em glutaraldeído 2,5%, em tampão fosfato de sódio 0,1M, em pH 7,2, por três horas. Após, o material foi lavado por três vezes no mesmo tampão e, a seguir desidratado, em série etílica gradual. Após, para confecção de lâminas permanentes, as amostras foram infiltradas em hidroxietilmetacrilato (*Jung's Historesin* – marca Leica). O material foi desidratado até etanol 96°GL, mantido por pelo menos 12 horas em solução de pré-infiltração e por mais de três horas em solução de infiltração. Posteriormente foram montados blocos utilizando a solução endurecedora, conforme instruções do fabricante. Os blocos, contendo o material, foram seccionados com 8 µm de espessura, em micrótomo de rotação Leica — RM 2125 RT. As secções foram distendidas sobre lâminas contendo água, em chapa aquecedora (42 °C). Depois da secagem das lâminas, o material foi corado com dupla coloração em azul de astra e fucsina básica (Kraus *et al.*, 1998) ou com azul de toluidina (Gahan & Onyia, 1984). Também foram feitas algumas lâminas permanentes utilizando material desidratado em série etílica e infiltrado em parafina (Johansen, 1940). Os blocos foram seccionados no mesmo micrótomo, acima citado. As secções foram aderidas às lâminas com adesivo de Bissing (Bissing, 1974) e coradas com azul de astra e fucsina básica, acidificada com ácido pícrico, conforme Luque *et al.* (1996). As observações foram feitas em microscópio óptico marca Zeiss-Jena, modelo Loboal 4. Algumas fotomicrografias foram realizadas com equipamento fotográfico acoplado ao microscópio óptico Leica MPS 30 DMLS e outras foram feitas por captura de imagens, obtidas no mesmo microscópio, com câmara digital Sony P92.

Para microscopia eletrônica de varredura, após a desidratação, o material foi imerso em hexametildesilazane (HMDS), por ½ hora, como meio substitutivo de ponto crítico de CO₂, que pelo processo de sublimação reduz a tensão superficial, evitando o colapso das estruturas (Bozzola & Russel, 1991). As amostras secas foram aderidas, sobre suportes de alumínio, com auxílio de fita de carbono dupla face, e cobertas com 20 nm de ouro, em metalizador marca Baltec, modelo CED030. As amostras foram observadas e documentadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), marca Phillips, modelo XL30.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As raízes de *Dyckia brevifolia* e *D. distachya* são todas adventícias, desde fases muito iniciais do desenvolvimento e geralmente apresentam-se bastante ramificadas. O termo raiz adventícia, em sentido amplo, refere-se às raízes não originárias da radícula ou de suas ramificações (Esau 1959). Essas raízes possibilitam a absorção de nutrientes e a forte fixação nas fissuras das rochas localizadas no ambiente reofítico. Como ocorre nas monocotiledôneas, em geral, é comum que, em bromeliáceas, a raiz embrionária permaneça por curto período, sendo encontrada somente no estágio de plântula (Krauss 1949). Nas monocotiledôneas, a raiz primária é geralmente de vida curta e de existência efêmera, quando as funções de absorção e/ou fixação passam a ser desempenhadas pelas raízes adventícias (Tillich 2000).

A ontogênese dos tecidos das raízes destas duas espécies revelou que a protoderme origina um tecido uniestratificado. As células protodérmicas (Fig. 1-2) sofrem apenas divisões anticlinais e alongam-se radialmente, mostrando o núcleo em posição mais basal e muitos vacúolos, mais amplos, predominando na região apical. No sentido basípeto da raiz, muitas células seguem alongando-se ainda mais, para constituir os pêlos absorventes (Fig 3). As células meristemáticas subprotodérmicas (meristema fundamental) são achatadas radialmente (Fig 2), as quais sofrem divisões anti e periclinais, com predominância desta última, o que amplia o número de camadas celulares do córtex.

As raízes adventícias de *D. brevifolia* e *D. distachya*, em regiões já diferenciadas, são constituídas por tecido de revestimento, córtex e cilindro central (Fig. 4-5).

O revestimento das raízes adventícias de ambas espécies, é feito por epiderme uniestratificada (Fig. 4-5), constituída por células isodiamétricas. Krauss (1949) descreve a epiderme de *Ananas comosus* (Bromeliaceae) como consistindo de uma única camada de células alongadas apenas longitudinalmente. Benzing (2000) refere que a rizoderme das Bromeliaceae é delgada. Pita & Menezes (2002) caracterizam a epiderme de espécies de Bromeliaceae (*Dyckia macedoi*, *D. rariflora*, *Encholirium heloisae* e *E. subsecundum*) como sendo pluriestratificada, constituindo um velame.

Em *D. brevifolia* e *D. distachya* não ocorre velame, fato constatado com base na ontogênese do tecido de revestimento.

O córtex das raízes adventícias de *D. brevifolia* e *D. distachya* está constituído por exoderme, parênquima, intercalado por um anel esclerenquimático, e endoderme (Fig. 4-5). A exoderme, tecido mais externo do córtex, em *D. brevifolia* está constituída por um único estrato de células justapostas, muito semelhantes às subjacentes corticais, por não apresentar espessamentos na parede, embora, por vezes, suas células apresentem-se achatadas radialmente (Fig. 6). A ontogênese revelou que este tecido tem origem meristema fundamental. Entretanto, em *D. distachya*, a exoderme é composta por cerca de três estratos de células isodiamétricas, quando vistas em secção transversal (Fig. 7), e alongadas longitudinalmente. Este tecido tem origem no meristema fundamental, sendo a diferenciação caracterizada pelo espessamento secundário das paredes celulares, principalmente das longitudinais. Quando *in vivo*, estas paredes celulares mostram cor acastanhada e a reação positiva a testes histoquímicos indicou que há deposição de sucessivas e alternadas camadas lignificadas e suberizadas. Paredes suberizadas na exoderme de raízes são registradas por Pita & Menezes (2002), para outras espécies de Bromeliaceae. Na superfície interna das paredes das células da exoderme, pode ocorrer deposição de suberina, com posterior acréscimo de camadas celulósicas e possível lignificação (Peterson & Perumalla 1984). A suberina é hidrofóbica (Mauseth, 1988), impedindo a via apoplástica. Portanto, as características celulares da exoderme de *D. distachya*, paredes espessadas e suberizada, são de relevância no controle do fluxo da água e sais minerais no sentido epiderme-córtex-cilindro central.

Internamente à exoderme, ocorrem células parenquimáticas, tecido que neste estudo será tratado como parênquima externo (Fig. 7). Este parênquima está formado por células de paredes delgadas e reduzidos espaços intercelulares, com forma aproximadamente isodiamétrica, quando vistas em secção transversal (Fig. 7), porém são mais tabulares longitudinalmente.

Um anel constituído por tecido esclerenquimático (Fig. 7) divide o córtex em duas regiões: centrifugamente, o parênquima externo e a exoderme, e, centripetamente, o parênquima interno e a endoderme. No sentido basal da raiz, este anel torna-se mais desenvolvido, ou seja, com maior número de células. As células que constituem este tecido têm paredes espessas (Fig. 6). Krauss (1949) salienta que, em *Ananas comosus* (Bromeliaceae), nas porções mais velhas da raiz, as paredes celulares deste tecido são naturalmente coloridas de marrom avermelhado. Este fato também foi observado em *D. brevifolia* e *D. distachya* e testes histoquímicos revelaram a presença de lignina e suberina. Estas células, em Bromeliaceae, apresentam uma lamela lignificada, uma segunda lamela de suberina e uma terceira de lignina (Meyer 1940). Estas células, em ambas espécies caracterizam-se como fibras, pois sua forma é alongada, em relação ao eixo, e as extremidades são, geralmente, afiladas (Fig. 8).

Entre o anel esclerenquimático e a endoderme está o parênquima interno (Fig. 4-5). Em regiões mais próximas ao ápice, este tecido mostra-se compacto, ou seja, com poucos espaços intercelulares esquizógenos. Basipetamente, surgem espaços intercelulares amplos. Posteriormente, estes espaços ampliam-se formando lacunas conspícuas, constituindo um aerênquima (Fig. 4-5). Entretanto, algumas células mais periféricas mantêm-se justapostas (Fig. 4-5).

A origem lisígena destas lacunas é descrita por Krauss (1949) para outra espécie de Bromeliaceae (*Ananas comosus*). Conforme a autora, células contendo ráfides, arranjadas em uma única fileira longitudinal, na região cortical das raízes rompem-se e formam os canais de ar. Tomlinson (1969) menciona que o córtex interno, em Bromeliaceae, tipicamente lacunoso, é produzido pelo colapso celular. Próximo ao ápice de raízes de *D. brevifolia* e *D. distachya* ocorrem fileiras de células corticais contendo ráfides (Fig. 3), correspondendo ao descrito por Krauss (1949).

A endoderme é o limite interno do córtex, constituindo-se numa barreira ao fluxo apoplástico (Haberlandt 1928, Eames & MacDaniels 1947, Esau, 1959, Fahn 1978, Mauseth 1988). As células endodérmicas de *D. brevifolia* e *D. distachya* têm estrias de Caspary e paredes espessadas em "U" (Fig. 9-10). Em *D. distachya* podem ocorrer espessamentos em forma de "O" nas paredes das células endodérmicas (Fig. 11). Nas paredes celulares espessadas da endoderme de *D. distachya* ocorre impregnação de lignina e de suberina. Lamelas de suberina na endoderme têm sido registradas por diversos autores (Enstone *et al.* 2002, Arias & Sánchez 2004, Rodrigues & Estelita 2004), estando envolvida com restrição da translocação radial de íons do córtex para o estelo (Ferguson & Clarkson 1976). Cabe ressaltar que as estrias são visíveis, em microscopia óptica, somente quando as paredes ainda não apresentam espessamento. As características observadas na endoderme de *D. brevifolia* e *D. distachya* são similares àquelas para *Ananas comosus*, por Krauss (1949b). Em *D. distachya* a presença de indícios de divisões periclinais (Fig. 12), caracterizam a endoderme como meristemática.

O cilindro central de *D. brevifolia* e *D. distachya* está constituído por periciclo, sistema vascular e medula (Fig 9). O periciclo é unisseriado (Fig. 9), formado por células isodiamétricas, conservando a capacidade meristemática. Este tecido é responsável pela formação das raízes laterais (Mauseth 1988), fato constatado nas duas espécies estudadas. O sistema vascular, originado do procâmbio, inicialmente triarco, torna-se poliarco (Fig. 9), aumentando o número de arcos no sentido basípeto. Vasos de metaxilema amplos e numerosos, em raízes poliarcas, são de grande importância para a condução do xilema nas monocotiledôneas, tendo em vista que elas não têm formação vascular secundária (Mauseth 1988). Nas duas espécies ocorrem amplos vasos de metaxilema (Fig. 9 e 12).

A região medular inicialmente é preenchida por tecido que apresenta características parenquimáticas, porém depois as paredes das células tornam-se espessadas

e lignificadas (Fig. 9), iniciando este processo do centro para a periferia. Segundo Krauss (1949), em *A. comosus*, o interior do cilindro vascular está ocupado por uma medula caracterizada por células com paredes fortemente espessadas que são profusamente pontoadas.

Dyckia brevifolia e *D. distachya*, no ambiente natural, encontram-se exclusivamente nas margens de rios turbulentos e com regime de vazante e cheia. Estas possuem adaptações que permitem sua sobrevivência às condições peculiares do hábitat reofítico. Durante os períodos de cheias do rio, nos quais *D. distachya* encontra-se submersa, os fatores limitantes estão relacionados com a força das correntezas e com a difusão de gases. As características das raízes também são relevantes neste período. Estas permeando fissuras e aderindo-se fortemente às rochas, auxiliam na fixação da planta, quando submetida à força da água durante as cheias. A sustentação mecânica é propiciada, ainda, pela histologia do órgão, ou seja, pelo anel esclerenquimático, exoderme e parênquima medular, os quais têm células de paredes espessadas e lignificadas. Os grandes espaços intercelulares localizados no parênquima interno permitem reserva e circulação gasosa intra e inter órgãos. A presença de exoderme, parênquima, anel de fibras, endoderme e medula impregnadas por suberina, substância hidrofóbica, são importantes barreiras hídricas, tanto impedindo a infiltração excessiva de água via apoplástica, tão bem como evitando a perda de água durante os períodos de vazante.

De modo geral as características encontradas nas raízes adventícias de *D. brevifolia* e *D. distachya* são semelhantes às outras espécies de Bromeliaceae. Porém, tais características devem favorecer o estabelecimento e sobrevivência destas espécies no ambiente reofítico.

Agradecimentos

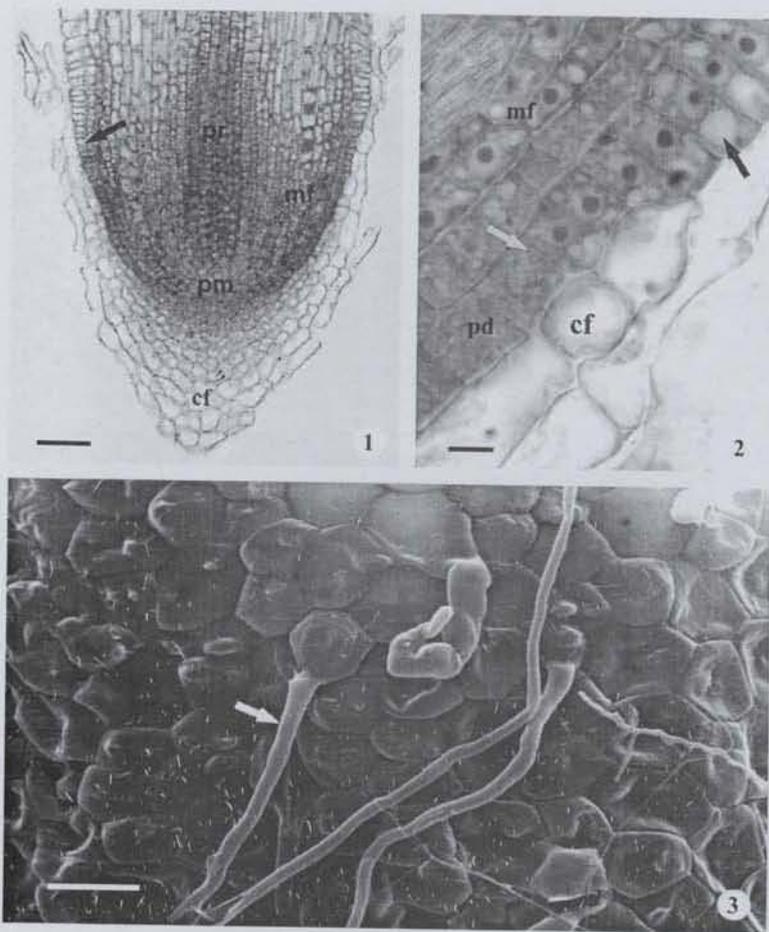
À Tractebel Energia S.A pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

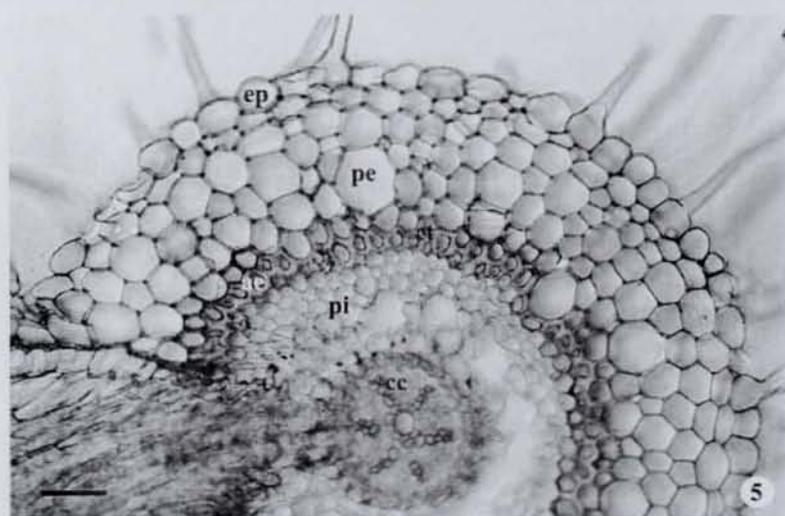
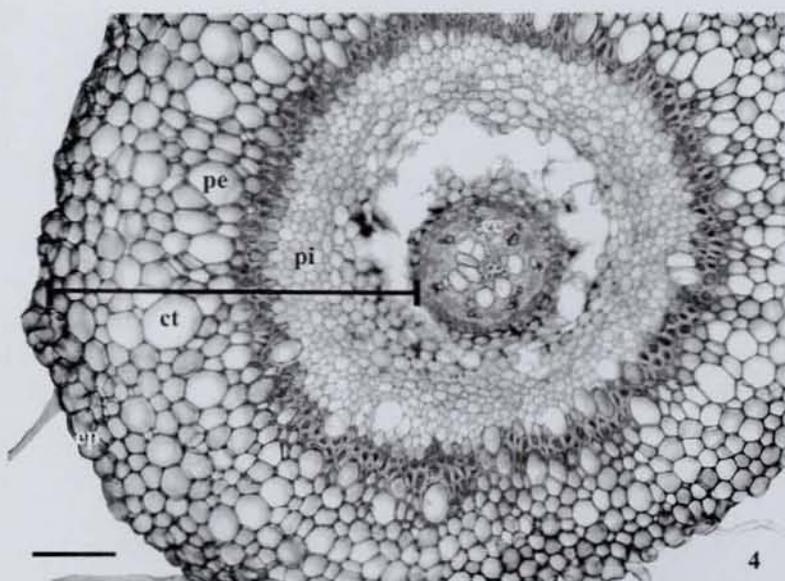
- Arias, R.L.; Sánchez, J.C.E. 2004. Características de la endodermis en la raíz de *Coespeletia* (Asteraceae). *Caldasia* **26**: 53-60.
- Benzing, D.H. 2000. **Bromeliaceae: Profile of an Adaptive Radiation**. USA, Cambridge University Press.
- Bissing, D.R. 1974. Haupt's Gelatin Adhesive Mixed with Formalin for Affixing Paraffin Sections to Slides. *Stain Technology* **49**: 116-117.
- Bozzola, J.J. & Russel, L.D. 1991. **Electron Microscopy**. Principles and Techniques for Biologists. Boston, Jones and Barlett Publishers.

- Costa, A.F. 1982. **Farmacognosia**. Vol.III. Farmacognosia Experimental. 2ª ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.
- Cutter, E.G. 1978. **Plant Anatomy**. Part 1: Cells and tissues. 2a Ed. London, William Clowes & Sons.
- Eames, A.J. & MacDaniels, L.H. 1947. **An Introduction to Plant Anatomy**. London, MacGraw-Hill Books.
- Enstone, D.E.; Peterson, C.A.; Fengshan, M.A. 2002. Root endodermis and exodermis: Structure, function, and responses to the environment : Root structure and function. **Journal of plant growth regulation** **21**: 335-351.
- Esau, K. 1976. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher Ltda.
- Fahn, A. 1978. **Anatomia Vegetal**. Madrid, H. Blume Ediciones.
- Ferguson, I.B.; Clarkson, D.T. 1976. Ion uptake in relation to the development of a root hypodermis. **New Phytologist** **77**: 11-14.
- Gahan, P.B. & Onyia, G.O.C. 1984. Esterase activity in tubers of various species of *Dioscorea* and the effects of chilling. **Saussurea** **15**: 61-69.
- Haberlandt, G. F. J. 1928. **Physiological Plant Anatomy**. Reedição. London, Macmillan.
- Ministério do Meio Ambiente. **Lista Oficial de Flora Ameaçada de Extinção: Instrução Normativa de 19 de setembro de 2008**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/arquivos/83_19092008034949.pdf. Acesso em: 20 de setembro 2008.
- Johansen, D.A. 1940. **Plant Microtechnique**. New York, McGraw Hill Book.
- Klein, R.M. 1979. **Reófitas no Estado de Santa Catarina, Brasil**. Anais da Sociedade Botânica do Brasil. XXX Congresso Nacional de Botânica, Campo Grande, MS-21 a 27 de janeiro, 1979. p.159-169.
- Kraus, J.E & Arduin, M. 1997. **Manual Básico de Métodos em Morfologia Vegetal**. Seropédica, RJ, Editora Universidade Rural.
- Kraus, J.E., Sousa, H.C., Resende, M.H. Castro, N.M., Vecchi, C. & Luque, R. 1998. Astra blue and basic fuchsin double staining of plant material. **Biotechnic & Histochemistry** **73**: 235-243.
- Krauss, B.H. 1949. Anatomy of the vegetative organs of the pineapple, *Ananas comosus* (L) Merr. (concluded) II. The root and the cork. **Botanical Gazette** **110**: 555-587.
- Luque, R.; Sousa, H.C. & Kraus, J.E. 1996. Métodos de coloração de Roeser (1972) - modificado e Kropp (1972) visando a substituição do azul de astra por azulão 8 GS ou 8GX. **Acta Botanica Brasilica** **10**: 199-212.
- Mauseth, J.D. 1988. **Plant Anatomy**. USA, The Benjamin/Cummings.
- Meyer, L. 1940. Zur anatomie und entwicklungsgeschichte der Bromeliaceenwurzeln. **Planta** **31**: 492-522.

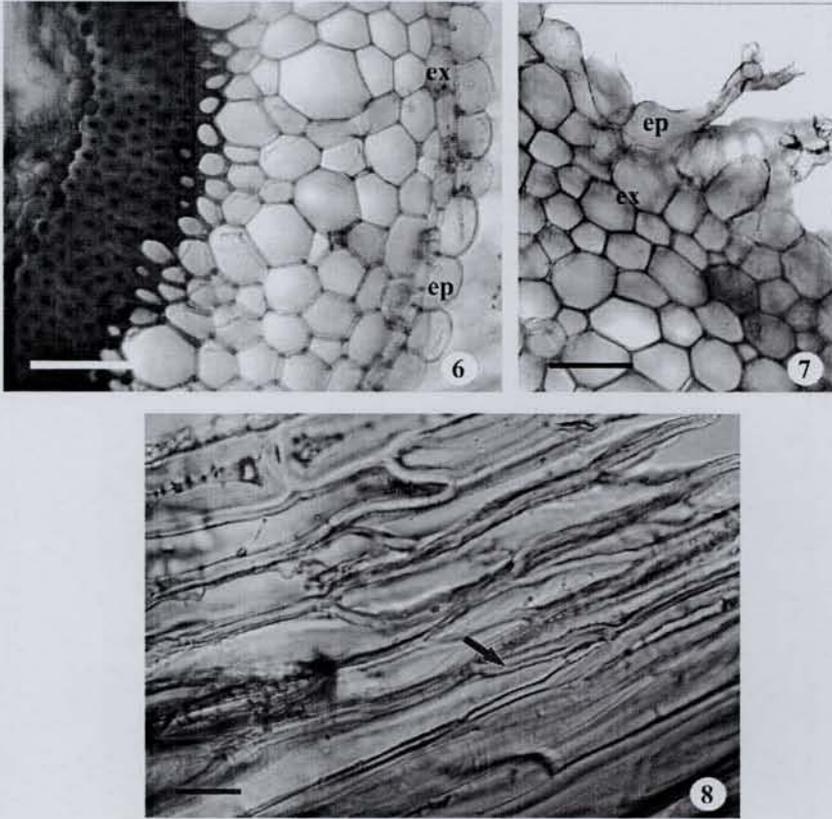
- Peterson, C.A.; Perumalla, C.J. 1984. Development of the hypodermal Casparian band in corn and onion roots. **Journal of Experimental Botany** 35: 51-57.
- Pita, P.B.; Menezes, N.L. 2002. Anatomia da raiz de espécies de *Dyckia* Schult. f. e *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult. f. (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) da Serra do Cipó (Minas Gerais, Brasil), com especial referência ao velame. **Revista Brasileira de Botânica** 25: 25-34.
- Pittendrigh, C. S. 1948. The bromeliad-anopheles-malaria complex in Trinidad. I-The bromeliad flora. **Evolution** 2: 58-89.
- Proença, S. L.; Sajo, M.G. 2008. Rhizome and root anatomy of 14 species of Bromeliaceae. **Rodriguésia** 59: 113-128.
- Reitz, R. 1983. Bromeliáceas e a Malária-Bromélia Endêmica. In: **Flora Ilustrada Catarinense**. Parte I. Fascículo Bromélia.
- Rodrigues, A.C.; Estelita, M.E. 2004. Anatomia da raiz de *Cyperus giganteus* Vahl (Cyperaceae) em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Botânica** 27: 629-638.
- Segecin, S. & Scatena, V.L. 2004. Morfoanatomia de rizomas e raízes de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, PR, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 18: 253-260.
- Smith, L.B. & Downs, R. J. 1974. Pitcairnioideae (Bromeliaceae). **Flora Neotropica** 1. New York, Hafner Press.
- Tillich, H.J. 2000. **Ancestral and derived character states in seedlings of Monocotyledons**. In: Wilson, K.L. & Morrison, D.A. (Eds.) 2000. **Monocots: Systematics and Evolution**. Melbourne, Csiro. p. 221-229.
- Tomlinson, P.B. 1969. **Anatomy of the monocotyledons: III Commelinales-Zingiberales**. Oxford, Oxford University Press.
- Van Steenis, C.G.G.J. 1987. Rheophytes of the world: supplement. **Allertonia** 4: 267-330.



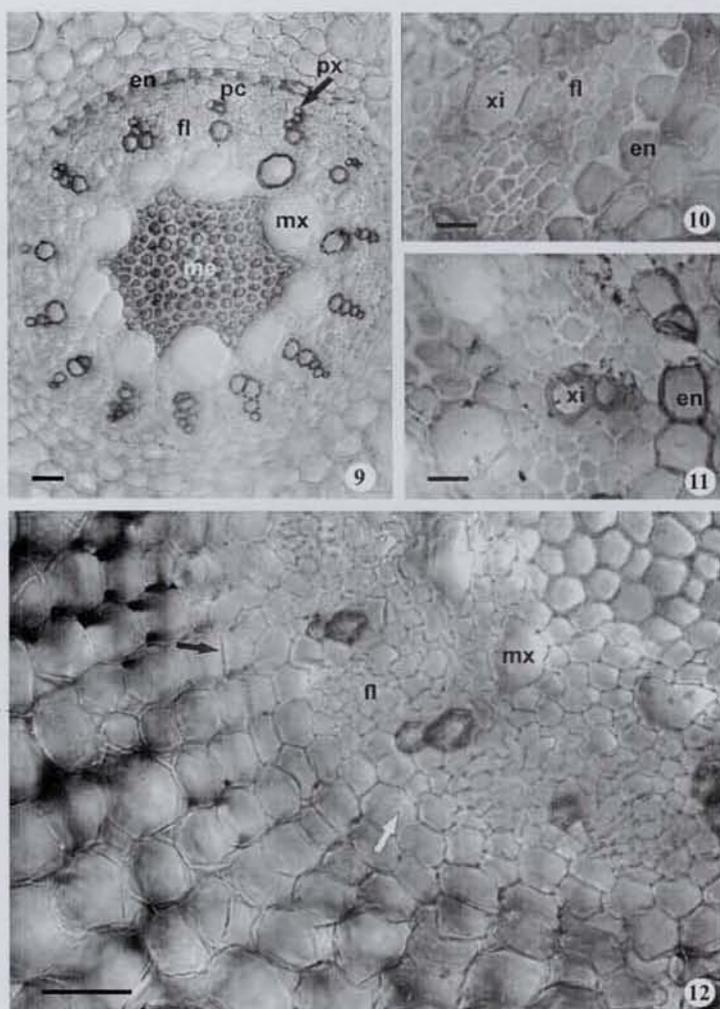
Figuras 1-3. Raízes de espécies de *Dyckia* Schult. f. 1-2. Seções longitudinais do ápice da raiz adventícia de *Dyckia brevifolia* Baker, em Microscopia Óptica. 1. Aspecto geral; seta indica protoderme uniestratificada. Barra= 30 μ m. 2. Detalhe de tecidos periféricos; nas células da protoderme observam-se indícios de divisões anticlinais (seta branca) e amplos vacúolos (seta preta). Barra= 10 μ m. 3. Vista frontal da superfície de raiz adventícia de *D. distachya* Hassler, com pêlos absorventes (seta), em Microscopia Eletrônica de Varredura. Barra= 50 μ m. Legenda: cf- coifa; mf- meristema fundamental; pd- protoderme; pm- promeristema.; pr- procâmbio.



Figuras 4-5. Secções transversais de raízes adventícias, em Microscopia Óptica. **4.** *D. distachya* Hassler. Barra= 200 µm. **5.** *Dyckia brevifolia* Baker. Barra= 50 µm. Legenda: ae- anel esclerenquimático; cc- cilindro central; ct- córtex; ep- epiderme; pe- parênquima externo; pi- parênquima interno.



Figuras 6-8. Raízes adventícias de *Dyckia brevifolia* Baker e *D. distachya* Hassler, em Microscopia Óptica. **6-7.** Secções transversais. **6.** Exoderme uniestratificada em *D. brevifolia*. Barra= 50µm. **7.** Exoderme pluriestratificada em *D. distachya*. Barra= 50 µm. **8.** Secção longitudinal de *D. brevifolia*. Fibras do anel esclerênquimático (seta). Barra= 25 µm. Legenda: ep- epiderme; ex- exoderme.



Figuras 9-12. Secções transversais de raízes adventícias de *Dyckia brevifolia* Baker e *D. distachya* Hassler, em Microscopia Óptica. **9.** Vista geral da região central em *Dyckia distachya*. Barra= 30µm. **10.** Detalhe da endoderme em *D. brevifolia*. Barra= 10 µm. **11.** Detalhe da endoderme em *D. distachya*. Barra= 10 µm. **12.** Indícios de endoderme meristemática (seta preta); periciclo (seta branca) em *Dyckia distachya*. Barra= 30 µm. Legenda: en- endoderme; fl-floema; me-medula; mx-metaxilema; pc- periciclo; px-protóxilema; xi-xilema.