

Caracterização morfoanatômica da folha e raiz de *Brassavola tuberculata* Hook (Orchidaceae) em afloramento rochoso

Fernanda Maria Trindade da Silva¹, Wellington Marota Barbosa², Walnir Gomes Ferreira Júnior³

¹ Instituto Federal do Sul de Minas Gerais - Campus Machado, Brasil. Laboratório de Botânica e Ecologia - Herbário GERAES, graduada em Ciências Biológicas. fermaria.silva63@gmail.com

² Instituto Federal do Sul de Minas Gerais - Campus Machado, Brasil. Laboratório de Biotecnologia, docente. wellington.barbosa@ifsuldeminas.edu.br

³ Instituto Federal do Sul de Minas Gerais - Campus Machado, Brasil. Laboratório de Botânica e Ecologia - Herbário GERAES, docente. walnir.ferreira@gmail.com

Submetido em: 17/09/2021 | Aceito em: 14/01/2022

Resumo

As orquídeas possuem adaptações morfológicas e anatômicas que as tornam aptas a ocuparem os mais diferentes ambientes com as mais variadas condições. Essas adaptações, com os atributos fisiológicos, são essenciais para o estabelecimento, crescimento, reprodução e colonização das orquídeas. Sendo assim, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de descrever a anatomia foliar e radicular de *Brassavola tuberculata* Hook encontrada em forófito situado em afloramento rochoso em Campestre (MG). As amostras de folhas e raízes coletadas foram cortadas a mão livre e coradas com azul de astra e safranina. Os testes histoquímicos aplicados foram: sudan III para lipídeos e lugol para amido. As folhas são subuladas, suculentas e sulcadas, contendo uma cânula longitudinal contínua. A epiderme possui cutícula espessa, estômatos com câmara supraestomática em ambas as faces foliares e o mesofilo é homogêneo com parênquima aquífero na porção central. Na raiz, o velame e o tecido cortical são compostos por várias camadas de células que permitem o armazenamento de água. Foram observados grãos de amido na folha e na raiz. Esses caracteres xeromórficos encontrados permitem a sobrevivência da espécie nas condições restritas encontradas no forófito sobre afloramento rochoso.

Palavras-chave: Anatomia vegetal. Anatomia Ecológica. Anatomia foliar. Anatomia radicular. Orquídea.

Introdução

A família Orchidaceae abriga 7 % das espécies da flora do planeta com 26.454 espécies catalogadas e distribuídas em 735 gêneros (CHASE *et al.*, 2015). No Brasil, a família é representada por 217 gêneros e 2.443 espécies, das quais mais de 60 % são endêmicas (FLORA DO BRASIL, 2021). As espécies dessa família distribuem-se por quase todas as regiões do planeta com exceção das regiões polares e desérticas, concentrando-se em florestas úmidas de regiões tropicais e subtropicais, principalmente em florestas tropicais da Ásia e das Américas (DRESSLER, 2005). Possuem hábito terrícola, rupícola, epífita ou saprófita (MATTIUZ; RODRIGUES; MATTIUZ, 2006).

A família é reconhecida por suas flores que exibem disposição uniforme de seus verticilos florais na maioria das espécies, porém variam

com relação ao tamanho, a forma e a cor (PABST; DUNGS, 1975), ademais, exibem características altamente especializadas que servem para atrair insetos e favorecer a polinização cruzada (DRESSLER, 1993). Ao contrário das flores, a organização de suas partes vegetativas é notoriamente diversificada (DRESSLER, 1993), favorecendo a variedade de formas de crescimento (PABST; DUNGS, 1975) e proporcionando amplo poder adaptativo para diferentes ambientes a essa família, principalmente ao aéreo (BENZING *et al.*, 1982).

Todas as espécies de plantas utilizam, basicamente, os mesmos recursos: luz, dióxido de carbono (CO₂), água e nutrientes. As diferenças ecológicas entre espécies surgem a partir das diferentes formas de adquirir e usar os mesmos recursos (WESTOBY *et al.*, 2002). Essa diferença só é possível devido aos traços

funcionais que são características anatômicas e fisiológicas que podem ser determinadas e que comandam as respostas do organismo ao ambiente (STERCK *et al.*, 2011). Desta forma, a considerável riqueza de espécies e ampla distribuição encontram explicações nas diversas estratégias especializadas que essas plantas desenvolveram.

Os gêneros *Maxillaria* (FOLDATS, 1970), *Vanda* e *Epidendrum* (OLIVEIRA; SAJO, 2001), por exemplo, desenvolveram pseudobulbos, que são órgãos de armazenamento de água e carboidratos e que, geralmente, estão associados a órgãos florais altamente desenvolvidos. O gênero *Pleurothallis* (OLIVEIRA; SAJO, 1999) não possui pseudobulbos e suas folhas são as responsáveis pelas funções de armazenamento de água e nutrientes. Além dessas estruturas de reserva, as orquídeas possuem outras adaptações a ambientes xéricos, como o velame, que tem a capacidade de absorver água e nutrientes, reduzir a transpiração e oferecer proteção mecânica (PRIDGEON, 1986), associações a fungos endomicorrízicos e Metabolismo Ácido Crassuláceo (CAM) (OLIVEIRA; SAJO, 2001). Tais atributos favorecem a sobrevivência em condições limitantes (NOGUERA-SAVELLI; JÁUREGUI, 2012).

O gênero *Brassavola*, originário da América, está entre os principais da família Orchidaceae. Sua distribuição ocorre desde o norte do México até o norte da Argentina (NOGUERA-SAVELLI; JÁUREGUI, 2011). Esse gênero caracteriza-se por possuir plantas epífitas, caules teretos (FIGURA 1B) de uma só folha suculenta subulada e inflorescências, geralmente, racemosas de uma a três flores. A maioria das plantas detém aspecto similar em suas características vegetativas e florais, o qual tem causado conflitos na delimitação das espécies e nos sistemas de classificação propostos (NOGUERA-SAVELLI; JÁUREGUI, 2011).

A espécie *Brassavola tuberculata* Hook popularmente conhecida como “chuva de prata, cebolinha, rabo de rato e orquídea dama-da-noite” possui floradas abundantes e duradouras (junho até setembro), tendo, assim, alto valor ornamental. Suas inflorescências de cinco a sete flores possuem coloração branca levemente amarela (FIGURA 1C) e exalam odor levemente adocicado ao anoitecer (RECH; ROSA; MANENTE-BALESTIERE, 2010). Essa planta possui hábitos epifíticos ou rupícolas e uma ampla distribuição geográfica, ocorrendo nas cinco regiões da divisão geográfica brasileira. São encontradas nos domínios fitogeográficos da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, sendo componentes das vegetações do Cerrado (*lato sensu*), Floresta Ciliar, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila, Restinga e a vegetação sobre Afloramentos Rochosos (FLORA DO BRASIL, 2021).

Os afloramentos rochosos, também conhecidos por *inselberg* (“ilha de rocha”), são fragmentos territoriais que apresentam isolamento geográfico, condições edafoclimáticas peculiares e relativo grau de endemismo específico (POREMBSKI; BARTHLOTT, 2000). Os afloramentos rochosos são frequentes no Brasil (ESGARIO *et al.*, 2008) e apresentam severas características ambientais, tais como solo pobre, altas insolações, grande oscilação de temperatura entre o dia e a noite (POREMBSKI *et al.* 1998), baixa retenção de água e nutrientes, poucas alternativas para fixação de sementes, propágulos ou raízes de plantas adultas, além de frequentemente acentuarem a exposição aos ventos, à luminosidade e ao calor (LARSON *et al.*, 2005). Esse conjunto de características ambientais tornam a flora presente neste ambiente peculiar e distinta da flora presente em seu entorno (LIMA, 2018).

A caracterização anatômica das plantas, com o passar do tempo, adquiriu grande importância

para a taxonomia (NOGUERA-SAVELLI; JÁUREGUI, 2012). Com a caracterização morfológica ou molecular possibilitam melhor embasamento para desvendar as relações filogenéticas e compreender como os fatores ambientais influenciam a distribuição e o funcionamento das plantas (BENZING, 2000).

Sabe-se que os fatores ambientais podem influenciar a morfologia, a anatomia e a fisiologia das plantas. Assim, os estudos anatômicos e ecofisiológicos contribuem para compreender a dinâmica das espécies e as estratégias que essas apresentam e que as capacitam para sobreviver em determinados ambientes. Tais informações são de grande importância para a conservação da biodiversidade de plantas, pois permitem a ampliação do conhecimento sobre os mecanismos adotados pelas espécies diante das alterações ambientais, tornando maiores as possibilidades de preservá-las. Por isso, este trabalho foi desenvolvido com objetivo de descrever a anatomia foliar e radicular de *Brassavola tuberculata* Hook encontrada em afloramento rochoso da Pedra Grande em Campestre (MG), servindo como base para futuros estudos ecofisiológicos sobre as estratégias adaptativas dessa espécie.

Material e métodos

Foram coletadas amostras foliar e radicular da espécie *Brassavola tuberculata* Hook pertencente à família Orchidaceae. As amostras foram obtidas de um forófito situado no afloramento rochoso denominado de Pedra Menor (FIGURA 1A), componente da pequena cadeia montanhosa, Serra da Pedra Grande, que está localizado às margens da Rodovia Vital Brasil/BR-267, a 15 km da sede do município de Campestre em direção ao município de Machado, no sul de Minas Gerais, Brasil. A região integra o bioma Mata Atlântica (IBGE, 2004) e a paisagem local é predominantemente agrícola e severamente fragmentada, possuindo apenas

9 % da cobertura florestal original e 51 % de pastagens (OLIVETTI, 2015). A vegetação da região é classificada como Floresta Estacional Semidecídua Montana (IBGE, 2004).

Após a coleta, as amostras do limbo foliar foram submetidas a medições com auxílio de régua, foi mensurado o comprimento e, com uso de paquímetro, os diâmetros menor e maior das regiões da base, terço médio e a 5 cm do ápice. Depois das medições, procedeu-se à montagem das lâminas para a realização das análises anatômicas da folha e da raiz. Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) – Campus Machado.

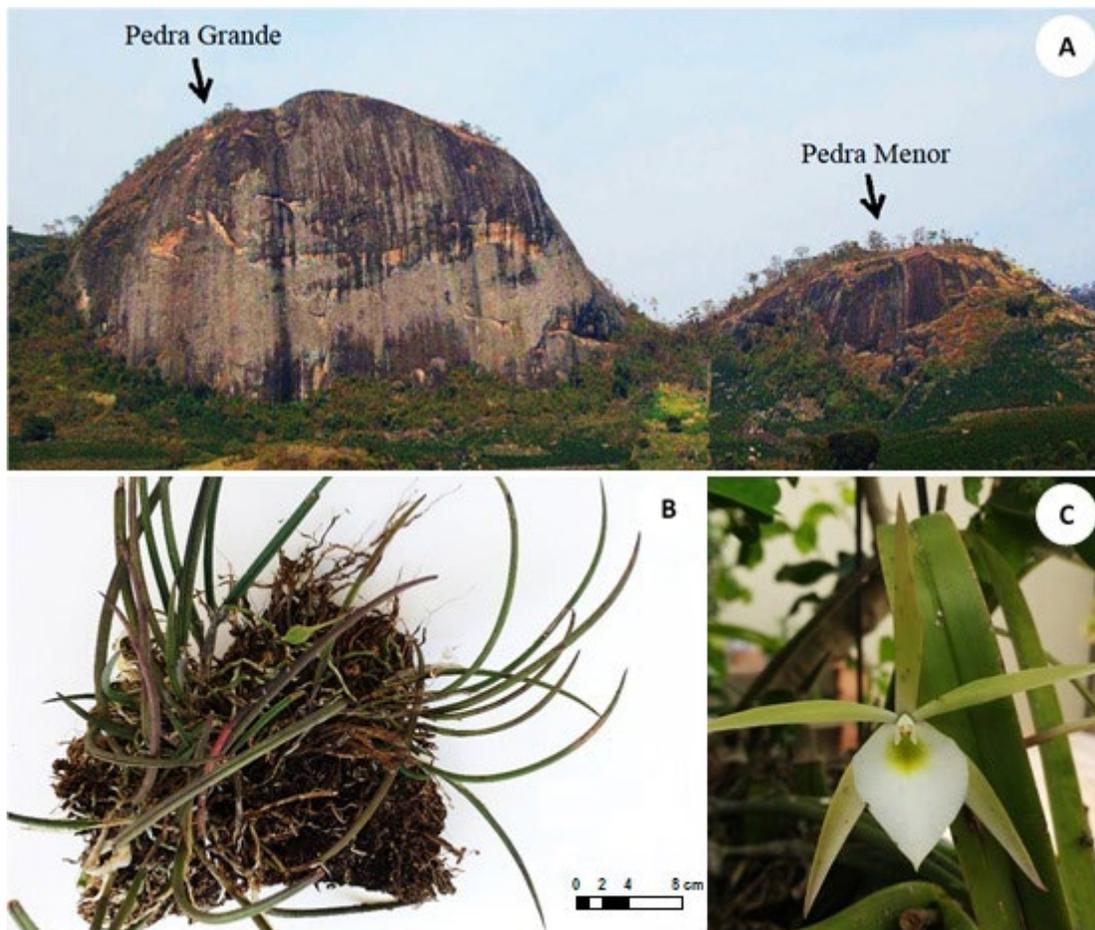
As amostras foram selecionadas da raiz e da porção mediana do limbo de folhas adultas e fixadas em FAA 70 (JOHANSEN, 1940), por 48 horas e, posteriormente, estocadas em etanol 70 %. Dessas amostras, foram obtidos cortes histológicos a mão livre e cortes paradérmicos corados com Azul de Astra e Safranina (ROESER, 1962). Os testes histoquímicos realizados foram lugol para amido (BÜCHERL, 1962) e Sudam III para lipídeos (JOHANSEN, 1940). Os resultados foram registrados por meio de fotomicrografias, obtidas em fotomicroscópio Leica EC3 e software Leica LAS EZ.

Resultados e discussão

Caracterização foliar

A folha de *Brassavola tuberculata* estudada é subulada, suculenta e sulcada, com uma cânula longitudinal contínua (FIGURA 1B), cujo limbo possui as seguintes dimensões médias: 22,3 cm de comprimento, diâmetro da base 0,5 cm x 0,39 cm (diâmetro maior e menor, respectivamente); diâmetro do terço médio 0,52 cm x 0,41cm (diâmetro maior e menor, respectivamente); ápice 0,34 cm x 0,26 cm (diâmetro maior e menor, respectivamente).

Figura 1. Caracterização da área e da espécie estudada. **A.** Área de trabalho, Pedra Menor, vista da margem da rodovia Vital Brasil; **B.** Folhas e raízes sobre periderme do forófito da *Brassavola tuberculata* Hook e **C.** Flor da *Brassavola tuberculata* Hook.



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

A análise anatômica revelou que as folhas são anfiestomáticas (FIGURAS 2C; 2D), com a maioria dos estômatos do tipo tetracíticos distribuídos aleatoriamente na epiderme, com ostíolos (poros) sempre alinhados paralelamente com maior eixo da folha (FIGURA 2E). Quando considerados os subgrupos da família Orchidaceae, geralmente, as folhas são hipoestomáticas, possuem estômatos apenas na face abaxial (SILVA; MILANEZE-GUTIERRE, 2004), mas algumas espécies de *Neuwiedia* e *Apostasia*, consideradas primitivas dentro da família também têm folhas anfiestomáticas (STERN *et al.*, 1993). No estudo de Noguera-Savelli e Jáuregui (2011), sobre o gênero *Brassavola*, todas as espécies estudadas possuíam folhas anfiestomáticas. Quanto à

disposição das células subsidiárias, Withner *et al.* (1974) concluíram que os estômatos típicos das Orchidaceae são os anomocíticos, porém os resultados observados coincidem com os de Stern e Carlsward (2009) que apontaram o tipo tetracítico como o mais comum nas Laeliinae.

Não foi observado nenhum tipo de tricoma em *B. tuberculata*, corroborando o estudo de Noguera-Savelli e Jáuregui (2011) que não encontraram tricomas em nenhuma das espécies do gênero. A análise dos cortes transversais demonstrou que o sistema dérmico é composto por células epidérmicas isodiamétricas, uniestratificadas, retangulares de paredes anticlinais retas e finas, paredes periclinais externas levemente convexas e finas (FIGURA 2C).

Sobre a epiderme foliar de *B. tuberculata*, há espessa cutícula lisa (FIGURA 2D). Essa característica, na maioria das espécies, é considerada um caráter xeromórfico (FAHN; CUTLER, 1992) e é determinado pelo grau de exposição do órgão ao sol, sendo essa uma das características das orquídeas de ambientes ensolarados (WITHNER *et al.*, 1974; OLIVEIRA; SAJO, 1999; SILVA; MILANEZE-GUTIERRE, 2004).

Análises das seções transversais da folha de *B. tuberculata* demonstraram que a cutícula forma uma proeminência expressiva sobre o poro estomático, contribuindo para a formação de uma câmara supraestomática (FIGURA 2D) semelhante às observadas por Oliveira e Sajo (1999) e Silva e Milaneze-Gutierre (2004). Para Rasmussen (1987), essa câmara é comum nas orquídeas epífitas que enfrentam altas temperaturas e pouca disponibilidade de água, contribuindo para a redução da transpiração foliar.

A folha possui mesofilo homogêneo, composto por 4-8 camadas de células parenquimáticas poliédricas e 18-22 camadas de células parenquimáticas isodiamétricas (FIGURA 2A). Algumas dessas células têm barras de espessamento (FIGURA 2B). De acordo com Pridgeon (1986), as células com espessamento, comuns em orquídeas que não apresentam pseudobulbos, têm como função armazenar água e evitar o colapso do tecido durante a seca, caracterizando, assim, a ocorrência de parênquima aquífero. Noguera-Savelli e Jáuregui (2012) observaram essa adaptação em várias espécies de *Brassavola* (*B. acaulis* Lindl. & Paxton, *B. ceboletta* Rchb.f. e *B. grandiflora* Lindl.), porém, não a encontrou em *B. tuberculata*.

O mesofilo também é permeado por grande quantidade de feixes de fibras extravascular (FIGURA 2F) dispostas tanto na face abaxial quanto na adaxial da folha. Noguera-Savelli e

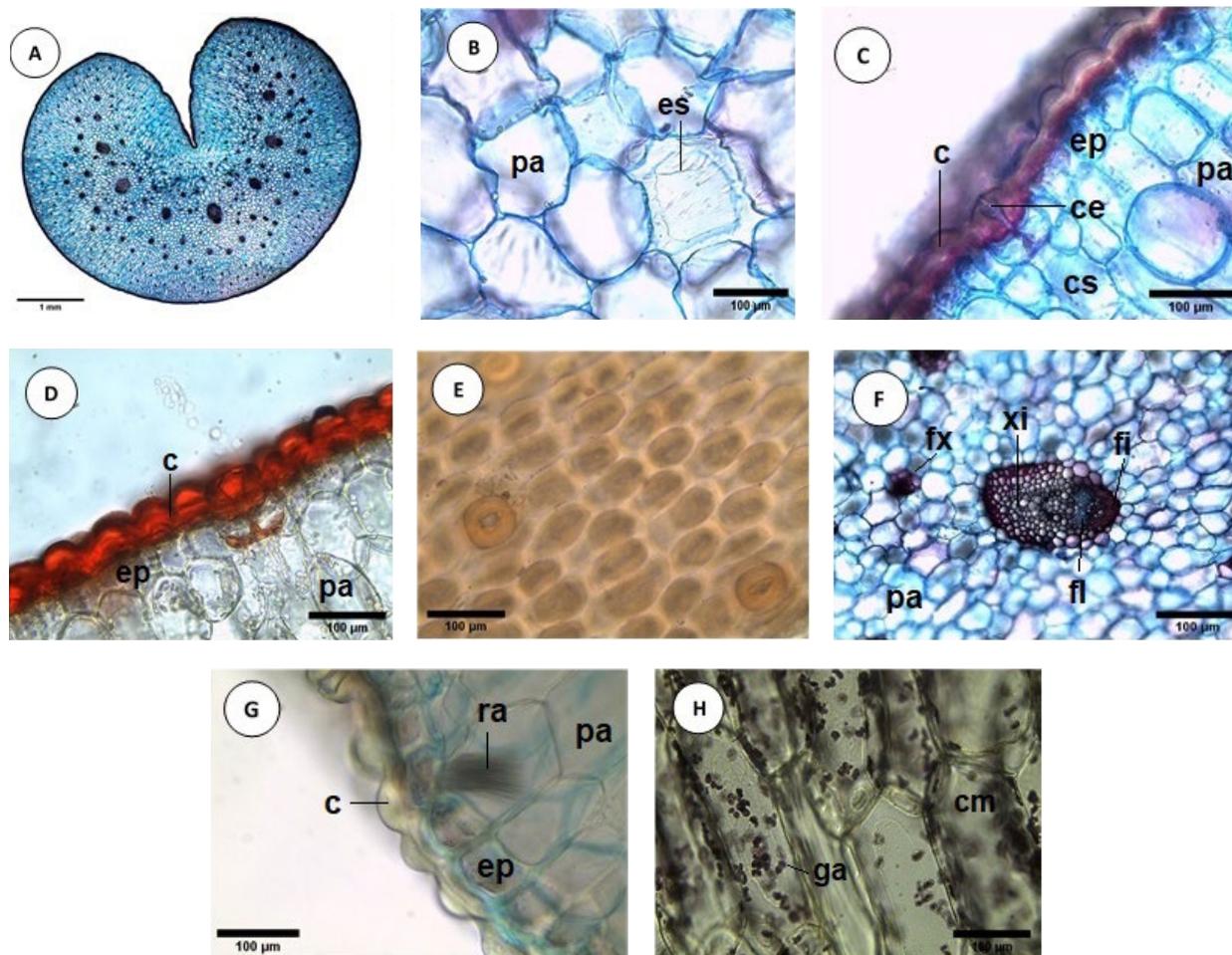
Jáuregui (2012) também observaram que as 11 espécies de *Brassavola* estudadas apresentaram feixes de fibras extravasculares em ambas as faces foliares, diferindo do presente estudo na quantidade e na disposição. Essas células esclerificadas, com as demais, conferem resistência mecânica em caso de desidratação (OLIVEIRA; SAJO, 1999) e contribuem para o aspecto coriáceo das folhas exercendo a função de sustentação da lâmina foliar (SILVA; MILANEZE-GUTIERRE, 2004).

O sistema vascular é composto por feixes colaterais fechados dispostos em arco central. Os feixes principais e os quatro arcos de feixes vasculares secundários, sendo três subjacentes e um sobrejacente ao arco central, encontram-se espalhados em zig-zag pelo mesofilo (FIGURA 2A). O xilema está orientado para superfície adaxial e o floema abaxial e a bainha de fibras são mais desenvolvidas ao lado do floema (FIGURA 2F). Este tipo de feixe vascular, rodeado por fibras, também é comumente encontrado em muitas espécies de orquídeas, tendo sido observadas por Pridgeon (1982), Oliveira e Sajo (1999), Stern e Judd (2001) e Silva e Milaneze-Gutierre (2004).

Foram observadas inclusões celulares do tipo de cristais de oxalato de cálcio presente na forma de ráfides em células próximas à epiderme (FIGURA 2G). De acordo com Silva e Milaneze-Gutierre (2004), essa é outra característica muito comum entre as orquídeas, porém suas funções ainda são desconhecidas, acreditando-se que os cristais atuem como mecanismo de proteção contra animais ou, alternativamente, como mecanismo de remoção do excesso de ácido oxálico do sistema vegetal.

O teste de lugol evidenciou a presença de amido nas células parenquimáticas do mesofilo (FIGURA 2H). Viera (2005) em seu estudo observou essa mesma característica em orquídeas do gênero *Pleurothallis* encontradas em condições semelhantes.

Figura 2. Cortes anatómicos da folha de *Brassavola tuberculata* Hook situada em forófito arbóreo sobre afloramento rochoso na Serra da Pedra Grande, Campestre, Minas Gerais.



Legendas: A. Limbo foliar inteiro; B. Células do parênquima aquífero do mesófilo com espessamento; C. Epiderme evidenciando estômato; D. Cutícula corada com Sudam III; E. Estômatos em corte paradérmico, corados com Sudam III; F. Mesófilo e feixe vascular; G. Ráfides; H. Grãos de amido corados com lugol; pa = parênquima aquífero; es = espessamento; c = cutícula; ep = epiderme; ce = câmara supra-estomática; cs = câmara subestomática; fx = fibra extravascular; fi = fibras; xi = xilema; fl = floema; ra = ráfides; cm = célula mesófilo; ga = grão de amido.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Caracterização da Raiz

A raiz estudada, por ser aderente, possui superfície irregular (FIGURA 3A). As raízes são longas, relativamente grossas e muito ramificadas (FIGURA 1B). Do sentido da periferia para a porção central, a raiz de *B. tuberculata* compõem-se de: i) velame, ii) córtex com exoderme e endoderme claramente diferenciada e iii) cilindro central envolto pelo periciclo também diferenciado (FIGURA 3A). Essa organização dos tecidos é comum às

demais espécies de orquídeas, como verificaram Benzing *et al.* (1982), Pridgeon (1987) e Morales *et al.* (2002).

O velame das raízes de *B. tuberculata* está constituído por 4 a 5 camadas de células com paredes espessadas irregularmente, configurando as estrias longitudinais e por vezes entrelaçadas (FIGURA 3C), comuns a muitas espécies de orquídeas (POREMBSKI; BARTHLOTT, 1988). Logo abaixo do velame, a exoderme está formada por células alongadas longitudinalmente e com

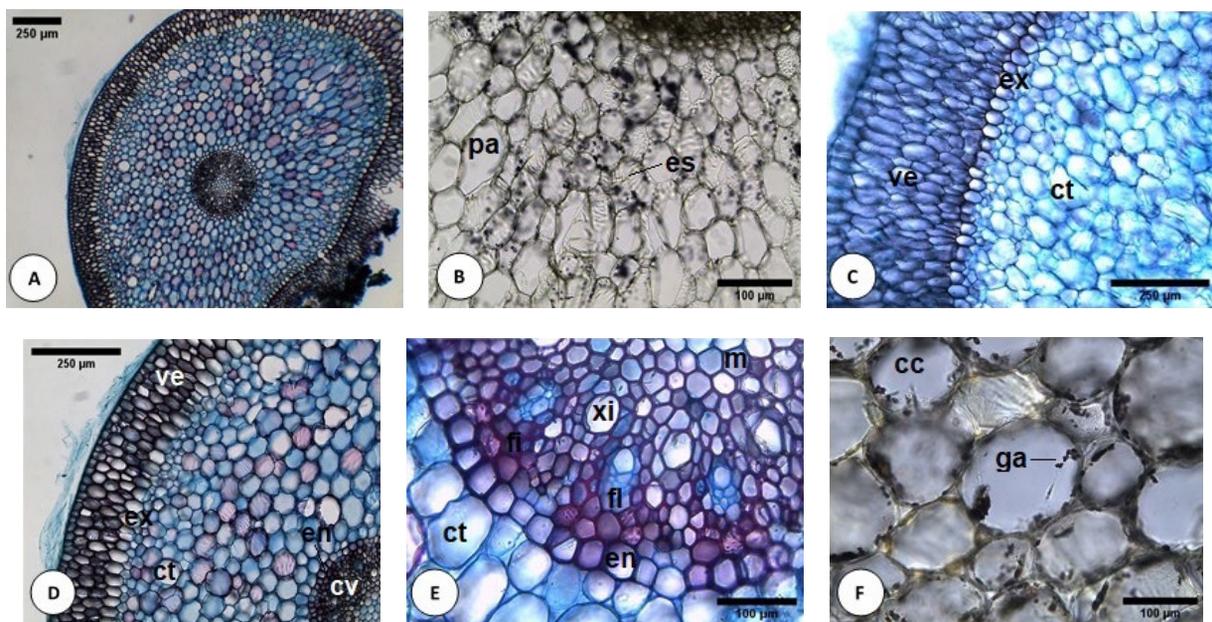
espessamento nas paredes anticlinais e periclinal externa, formando um espessamento de parede no formato de “U” (FIGURA 3C). Para esse complexo velame-exoderme é conferida a função de proteção mecânica das raízes e prevenção da perda de água pelo córtex (DYCUS; KNUDSON, 1957). Benzing *et al.* (1982) evidenciaram a contribuição desse complexo na nutrição mineral nas espécies epífitas ao relatarem a capacidade do velame se embeber com soluções que se depositam sobre as raízes e os solutos conseguirem atravessar pelas células de passagem da exoderme.

Abaixo da exoderme, formando o córtex, estão de 10 a 13 camadas de células arredondadas de tamanhos variados apresentando paredes finas (FIGURA 3D). Algumas dessas células possuem barras de espessamento de celulose (FIGURA 3B). Por meio do teste de lugol, foi detectada a presença de amido nas células corticais (FIGURA 3F), evidenciando o caráter de

reserva da raiz. Vieira *et al.* (2010) em sua tese também descreve esse caráter em *Acianthera teres* (Lindl.) Borba. e *Epidendrum xanthinum* Lindl. encontrados no campo de altitude do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (MG).

A endoderme é formada por grupos de 4 a 5 células com espessamento em “O”, alternados com 2 a 3 células de paredes finas, denominadas células de passagem endodérmicas (SILVA; MILANEZE-GUTIERRE, 2004), posicionadas sobre as células do periciclo, também não esclerificadas e sobre os elementos xilêmicos (FIGURA 3E). Morales *et al.* (2002) diagnosticaram esse padrão alternado de células ao redor do cilindro central em todas as espécies de orquídeas analisadas, entretanto, ressaltaram que podem ocorrer deposições de parede secundária também nas células de passagem com o amadurecimento das raízes, impedindo sua distinção das demais.

Figura 3. Cortes anatômicos da raiz de *Brassavola tuberculata* Hook situada em forófito arbóreo sobre afloramento rochoso na Serra da Pedra Grande, Campestre, Minas Gerais.



Legendas: A. Raiz inteira; B. Células com barras de espessamento; C. Velame; D. Córtex; E. Cilindro vascular; F. Grãos de amido corados com lugol; pa = parênquima aquífero; es = espessamento; ve = velame; ex = exoderme; ct = córtex; em = endoderme; cv = cilindro vascular; fi = fibras; xi = xilema; fl = floema; m = medula; cc = célula cortical; ga = grão de amido.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

O cilindro central das raízes de *B. tuberculata* conta com 12 a 15 grupos de células floemáticas intercaladas com células xilemáticas, configurando uma raiz poliarca. Na porção central da raiz, o tecido medular encontra-se formado por células de paredes finas (FIGURA 3E). As orquídeas são caracterizadas por raízes poliarcas (SILVA; MILANEZE-GUTIERRE, 2004). Sendo assim, as raízes de *B. tuberculata* contribuem para a economia de água, tendo em vista as várias camadas de velame e de tecido cortical que possuem.

Considerações finais

Foram observadas as seguintes características xeromórficas na folha e na raiz de *B. tuberculata*: folha suculenta, estômato com câmara supraestomática, cutícula espessa, grande quantidade de feixes de fibras no mesofilo, parênquima aquífero com espessamento na folha e raiz, feixes vasculares envolvidos por fibras e o velame pluriestratificado.

Essas características possibilitam a sobrevivência de *B. tuberculata* nas condições ambientais restritas do afloramento rochoso.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS pelo suporte técnico e apoio financeiro para publicação. O apoio financeiro foi fornecido pela agência do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

- BENZING, D. H. **Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation**. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- BENZING, D. H.; OTT, D. W.; FRIEDMAN, W. E. Roots of *Sobralia macrantha* (Orchidaceae): structure and function of the velamen-exodermis complex. **American Journal of Botany**, v. 69, p. 608-614, 1982.
- CHASE, M. W.; CAMERON, K. M.; BARRETT, R. L.; FREUDENSTEIN, J. V.; PRIDGEON, A. M.; SALAZAR, G.; VAN DEN BERG, C.; SCHUITEMAN, A. An updated classification of Orchidaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 177, n. 2, p. 151-174, 2015.
- DRESSLER, R. L. **Phylogeny and classification of the orchid family**. Dioscorides Press, Portland, 1993.
- DRESSLER, R. L. How many orchids species? **Selbyana**, v. 26, n. 1, p. 155-158, 2005.
- DYCUS, A. M.; KNUDSON, L. The role of the velame of aerial roots orchids. **Botanical Gazette**, v. 119, n. 2, p. 78-87, 1957.
- ESGARIO, C. P.; RIBEIRO, L. F., SILVA, A. G. O Alto Misterioso e a vegetação sobre rochas em meio à Mata Atlântica, no Sudeste do Brasil. **Natureza on line**, v. 6, n. 1, 55-62, 2008.
- FAHN, A.; CUTLER, D. F. **Xerophytes**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1992.
- FLORA DO BRASIL 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 1º maio 2021.
- FOLDATS, E. *Catasetum*. Flora de Venezuela. **Instituto de Botanica**, v. 15, n. 4, p. 8-109, 1970.
- IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil**: primeira aproximação. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2004.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. 1st ed. McGraw-Hill, New York, 1940.

- LARSON, D. W.; MATTHES, U.; KELLY, P. E. **Cliff Ecology: Pattern and Process in Cliff Ecosystems**. 2ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- LIMA, D. O. C. **Florística da vegetação rupícola da Serra da Pedra Grande, Campestre, Minas Gerais e o endemismo florístico nos inselbergues brasileiros**. 2018. 121 p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro / Escola Nacional de Botânica Tropical, Rio de Janeiro, 2018.
- MATTIUZ, C. F. M.; RODRIGUES, T. J. D.; MATTIUZ, B. Aspectos fisiológicos de orquídeas cortadas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 12, n. 1, p. 21-30, 2006.
- MORALES, S. TAKEDA, G. M.; MILANEZE-GUTIERRE, M. A. Anatomia das raízes de sessenta e cinco espécies de orquídeas nativas do Brasil. **Arquivos da APADEC**, v. 6, n. 2, p. 116, 2002.
- NOGUERA-SAVELLI, E.; JÁUREGUI, D. Anatomía foliar comparada y relaciones filogenéticas de 11 especies de Laellinar con énfasis en *Brassavola* (Orchidaceae). **Revista de Biología Tropical**, v. 59, n. 3, p. 1047-1059, 2011.
- NOGUERA-SAVELLI, E.; JÁUREGUI, D. **Anatomía foliar comparada de *Brassavola* y *Rhyncholaelia* (Orchidaceae)**. Saarbrücken: Editorial Académica Española, 2012.
- OLIVEIRA, V. C.; SAJO, M. G. Anatomia foliar de espécies epífitas de Orchidaceae. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, p. 363-374, 1999.
- OLIVEIRA, V. C.; SAJO, M. G. Morfo-anatomia caulinar de nove espécies de Orchidaceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 2, p. 177-188, 2001.
- OLIVETTI, D.; MINCATO, R. L.; AYER, J. E. B.; SILVA, M. L. N.; CURI, N. Modelagem espacial e temporal da erosão hídrica em Latossolo vermelho distrófico com uso agropecuário numa sub-bacia hidrográfica do sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, p. 58-67, 2015.
- PABST, G. F. J.; DUNGS, F. **Orchidaceae Brasiliensis**. Hildesheim: I. Kurt Schmiersow, 1975.
- POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. Velamen radicum micromorphology and classification of Orchidaceae. **Nordic Journal of Botany**, v. 8, n. 2, p. 117-137, 1988.
- POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. **Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions**. 1ed. Berlin: Springer-Verlag, 2000.
- POREMBSKI, S.; MARTINELLI, G.; OHLEMÜLLER, R.; BARTHLOTT, W. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. **Diversity and Distributions**, v. 4, p. 107-119, 1998.
- PRIDGEON, A. M. Anatomical adaptations in Orchidaceae. **Lindleyana**, v. 1, p. 90-101, 1986.
- PRIDGEON, A. M. Diagnostic anatomical characters in the Pleurothallidinae (Orchidaceae). **American Journal of Botany**, v. 69, p. 921-938, 1982.
- PRIDGEON, A. M. The velamen and exodermis of orchids roots. In: ARDITTI, J. (ed). **Orchids biology: reviews and perspectives IV**. New York: Cornell University Press, 1987. p. 139-192.
- RASMUSSEN, H. Orchid stomata – structure, differentiation, function and phylogeny. In: ARDITTI, J. (Ed.). **Orchid biology: reviews and perspectives IV**. New York: Cornell University Press, 1987. p. 105-138.

RECH, A. R.; ROSA, Y. B. C. J.; MANENTE-BALESTIERE, F. C. L. Aspects of the reproductive biology of *Brassavola cebolleta* Rchb.f. (Orchidaceae). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 32, n.4, p. 335-341, 2010.

ROESER, K.R. Die nadel der schwarzkiefer und kunstwerk der natur. **Mikrokosmos**, v. 61, p. 33-36, 1962.

SILVA, C. I.; MILANEZE-GUTIERRE, M. A. Caracterização morfo-anatômica dos órgãos vegetativos de *Cattleya walkeriana* Gardner (Orchidaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p. 91-100, 2004.

STERCK, F.; MARKESTEIJN, L.; SCHIEVING, F.; POORTER, L. Functional traits determine trade-offs and niches in a tropical forest community. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 51, 20627-20632, 2011.

STERN, W. L.; CHEADLE, V. I.; THORSCH, J. Apostasiads, systematic anatomy, and the origins of Orchidaceae. **Botanical Journal of Linnean Society**, London, v. 111, n. 4, p. 411-455, 1993.

STERN, W. L.; JUDD, W. S. Comparative anatomy and systematics of Catasetinae (Orchidaceae). **Botanical Journal of Linnean Society**, v. 136, n. 2, p. 153-178, 2001.

STERN, W.; CARLSWARD, B. Comparative vegetative anatomy and systematic of Laeliinae (Orchidaceae). **Botanical Journal of Linnean Society**, v.160, n. 1, 21-41, 2009.

VIEIRA, I. S.; MEIRA, R. M. S. A.; AZEVEDO, A. A. Anatomia de raízes de espécies de Orchidaceae do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais. **Hoehnea**, v. 37, n. 1, p. 147-161, 2010.

WESTOBY, M.; FALSTER, D. S.; MOLES, A. T.; VESK, P. A.; WRIGHT, I. J. Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. **Annual Review in Ecology and Systematics**, v. 33, p. 125-159, 2002.

WITHNER, C. L.; NELSON, P. K.; WEJKSNORA, P. J. **The Anatomy of Orchids**. In: the Orchids: scientific studies (C.L. Withner, ed.). New York: John Wiley, 1974, p. 267-334.