

# Morfoanatomia dos órgãos vegetativos de *Miltonia regnellii* (Lindl.) Rchb. f. (Oncidiineae, Orchidaceae)

Greta Aline Dettke<sup>1</sup>, Ângela Maria Marques Sanches-Marques<sup>2</sup>, Michelli Fernandes<sup>3</sup> e Maria Auxiliadora Milaneze-Gutierrez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. <sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

\*Autor para correspondência. E-mail: milaneze@uem.br

**RESUMO.** Com o objetivo de caracterizar os tecidos especializados que tornam *Miltonia regnellii* (Lindl.) Rchb. f. capaz de ocupação do ambiente epifítico, seus órgãos vegetativos foram analisados morfoanatomicamente. As folhas estão recobertas por cutícula relativamente fina, e os estômatos estão presentes apenas na face abaxial. A hipoderme adaxial está formada por uma camada de células e o parênquima clorofiliano é do tipo homogêneo. Nos feixes vasculares foliares, do tipo colateral, há calotas de fibras em ambos os polos de tecidos condutores, enquanto que, nos pseudobulbos e rizoma, mostram-se com calota mais evidente junto ao polo floemático. Compondo o parênquima fundamental dos pseudobulbos, estão células de dimensões variadas, sempre com paredes finas. Nas raízes, ocorrem 3-5 camadas de velame e 5-8 camadas corticais. A exoderme apresenta paredes pouco espessadas, enquanto que, na endoderme, são espessadas em “U” ou “O” quando maduras.

**Palavras-chave:** epífitas vasculares, orquídea, anatomia vegetal, órgãos vegetativos.

**ABSTRACT.** **Morphoanatomic characterization of the vegetative organs of *Miltonia regnellii* (Lindl.) Rchb. f. (Oncidiineae, Orchidaceae).** The objective of this study was to morphologically and anatomically analyze the vegetative organs of *Miltonia regnellii* (Lindl.) Rchb. f., in order to characterize the specialized tissues that enable this species to thrive in epiphytic environments. The leaves are covered by a relatively thin cuticle, with the stomata present only in the abaxial surface. A single layer of cells makes up the adaxial hypodermis, and the chlorenchyma is homogeneous. In the collateral vascular bundles, there are fiber sheaths on both poles of conductor tissues, while pseudobulbs and rhizomes present a more evident sheath of fibers only by the phloematic pole. Cells of various dimensions, with thin walls, compose the fundamental parenchyma of the pseudobulb. Roots are composed of three to seven velamen layers and five to eight cortical layers. The exodermis features thin walls, while in the endoderm they are thickened in a “U” or “O” shape when mature.

**Key words:** vascular epiphytes, orchid, plant anatomy, vegetative organs.

## Introdução

Há séculos, as orquídeas estão entre as plantas que mais chamam a atenção de colecionadores e pesquisadores, tanto pela sua beleza e diversidade de formas florais ou vegetativas, quanto pelas características singulares de sua fisiologia.

Neste grupamento vegetal, altamente especializado, há espécies de hábito epifítico, terrestre, rupícola e aquático, podendo ser encontradas em, praticamente, todas as formações vegetais do planeta, como sugerido por Dressler (1993). Desta forma, Orchidaceae está entre as maiores famílias de Angiospermas, composta por

cerca de 20.000 espécies, distribuídas em 725 gêneros (Atwood, 1986).

Uma das características comuns às espécies de orquídeas e relacionada ao epifitismo é a presença de epiderme multisseriada nas raízes, o velame, capaz de se embeber com água e sais minerais e reduzir a transpiração deste órgão (Benzing *et al.*, 1982), além de oferecer proteção mecânica (Dycus e Knudson, 1957). Da mesma forma, as porções caulinares espessadas, os pseudobulbos, armazenam água, minerais e carboidratos (Ng e Hew, 2000). Mesmo sendo epífitas, algumas espécies podem não apresentar pseudobulbo, e a função de armazenamento de água é exercida pela hipoderme

foliar (Pridgeon, 1982) ou por células especializadas do mesofilo (Pridgeon, 1982; Feldman e Alquini, 1997).

Embora existam, na literatura, muitos estudos realizados com orquídeas, ainda são relativamente escassas as análises morfoanatômica dos representantes brasileiros, destacando-se os estudos de Leite e Oliveira (1987), Oliveira e Sajo (1999 e 2001), Zanega-Godoy e Costa (2003), Silva e Milaneze-Gutierrez (2004) e Silva *et al.* (2006), envolvendo representantes terrestres, rupícolas e epifíticos.

Nesse contexto, este estudo teve por objetivo caracterizar morfoanatomicamente os órgãos vegetativos de *Miltonia regnellii* (Lindl.) Rchb. f., para indicar os tecidos especializados que a tornam capaz de sobreviver no ambiente epifítico.

### Material e métodos

*Miltonia regnellii* (Figura 1A) é uma espécie de porte médio, encontrada nos Estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Pabst e Dungs, 1977).

Os espécimes utilizados, neste estudo, foram coletados no município de Garuva, Estado de Santa Catarina, e mantidos em cultivo no orquidário do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Estado do Paraná, estando depositados os materiais de referência, no herbário da referida universidade com o registro HUEM 11958/14-II-2006. As condições de cultivo, em vaso, incluíram a proteção dos exemplares com tela do tipo sombrite 50%, plantio em substrato poroso (carvão vegetal e cinzas) e regas diárias por microaspersão, de modo a manter a umidade relativa do ar elevada, à semelhança das condições ambientais comuns no interior da Mata Atlântica, habitat natural desta espécie de orquídea.

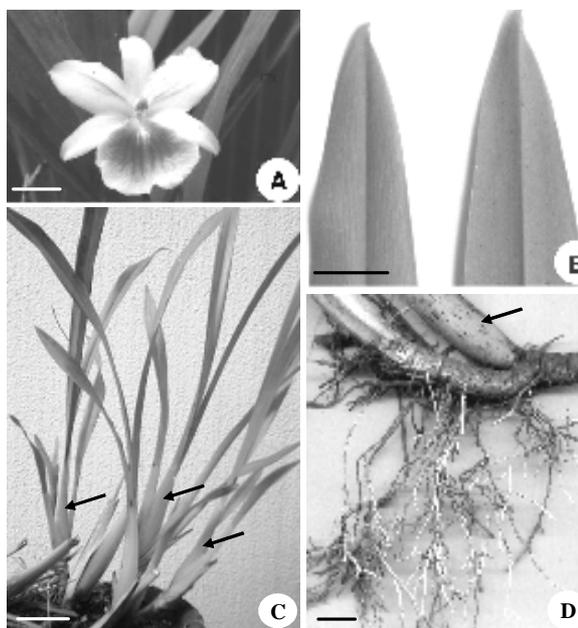
Para os estudos anatômicos, foram utilizados órgãos vegetativos desenvolvidos (folhas, pseudobulbos, rizomas e raízes) e frescos, de indivíduos em pós-floração. Para confecção das lâminas semipermanentes, foram obtidas seções histológicas, com auxílio de lâminas de barbear, as quais foram descoradas com hipoclorito de sódio (solução comercial a 30%), por aproximadamente cinco min.; e a seguir, coradas com azul de astra e safranina (soluções aquosas a 1%, na proporção 9:1 v/v) (Kraus e Arduin, 1997) por dois min. Na identificação dos carboidratos de reserva e das células, contendo mucilagem, foram utilizados, respectivamente, lugol e vermelho de rutênio 0,02% (Kraus e Arduin, 1997). Para a elaboração das ilustrações, os tecidos foram fotografados com

câmara digital, acoplada ao microscópio Olympus (modelo BX51), utilizando o software *Image Pro Express*.

### Resultados e discussão

*M. regnellii* apresenta folhas coriáceas, paralelinérveas, lineares, com ápice assimétrico, agudo-obliquo (Figura 1B), inseridas aos pares no ápice de cada pseudobulbo. Estas folhas medem, em média, 36 cm de comprimento e 1,9 cm de largura na porção mediana. Na base de cada pseudobulbo, ocorrem dois pares de folhas com bainhas equitantes, porém com limbos mais curtos que nas folhas dos pseudobulbos, tendo, em média, 27,5 e 8,75 cm, respectivamente (Figura 1C). Quando senescente, o limbo foliar destaca-se, permanecendo as bainhas que envolvem parcialmente os pseudobulbos.

Os pseudobulbos de *M. regnellii* são heteroblásticos, de formato oval-alongado e comprimidos lateralmente (Figura 1C), enquanto que o rizoma se compõe de segmentos formados por sete a nove entrenós de, aproximadamente, 0,5 cm, o que torna os pseudobulbos relativamente afastados entre si (Figura 1D). Em condições de cultivo, em vasos de cerâmica, com substrato bem drenado, as raízes mostram-se finas e abundantemente ramificadas, podendo alcançar 15 cm de comprimento (Figura 1D).



**Figura 1.** *Miltonia regnellii*. A: Flor. B: Detalhe do ápice assimétrico das folhas em vista adaxial (esquerda) e abaxial (direita). C: exemplar cultivado em vaso. D: Detalhe do rizoma e raízes. As setas indicam pseudobulbos. Barras de A, B e D: 1 cm; C: 4 cm.

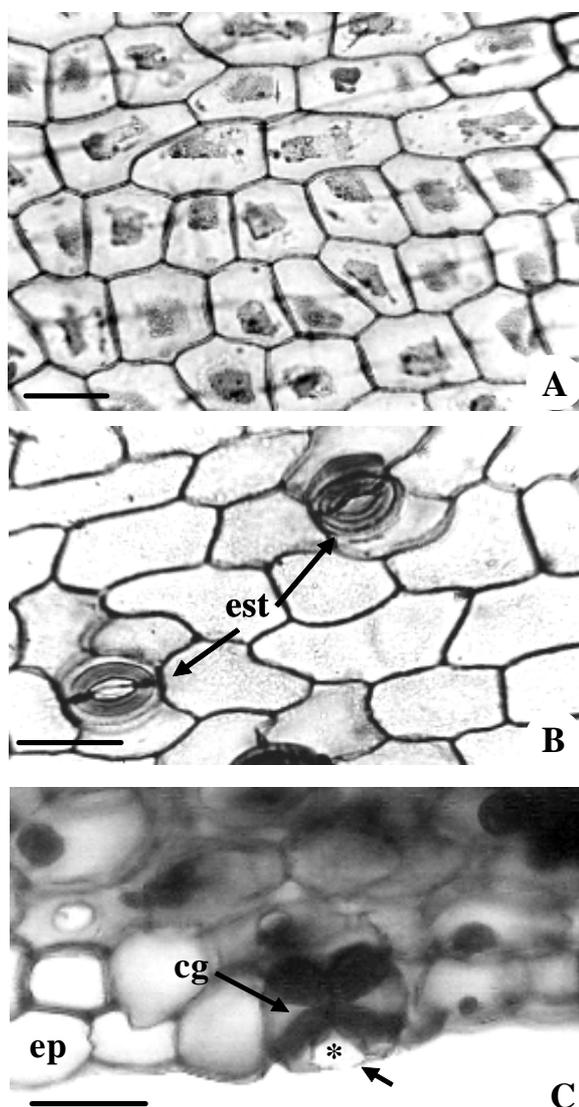
A análise anatômica revelou que o limbo desta espécie de orquídea epífita está recoberto por epiderme uniestratificada, composta por células quadrangulares a hexagonais irregulares, em vista frontal (Figuras 2A e B) e quadrangulares a pentagonais em seção transversal (Figuras 2C e 3C).

Os estômatos estão presentes somente na face abaxial, sendo dos tipos tetracíticos e anomocíticos (Figura 2B), ocorrendo no mesmo nível das demais células epidérmicas (Figura 2C). Segundo Rasmussen (1987), os estômatos das Orchidaceae raramente são aprofundados, mas exibem outros caracteres xeromórficos. Dentre estes, verifica-se, em *M. regnellii*, que a expressiva deposição de cutícula sobre o poro estomático, as cristas cuticulares, contribui para a formação de um átrio externo (Figura 2C), como também verificaram Lawton *et al.* (1992), Oliveira e Sajo (1999), Zanenga-Godoy e Costa (2003) e Silva *et al.* (2006) em outras espécies de Orchidaceae, independente do hábito de vida que apresentam. O átrio externo mantém um compartimento de ar úmido na superfície foliar, que reduz a transpiração, configurando-se como uma característica adaptativa das orquídeas que vivem em locais com alta temperatura e estresse hídrico (Rasmussen, 1987).

A cutícula que impermeabiliza o limbo de *M. regnellii* se apresenta relativamente fina, embora mais expressiva na face abaxial que na oposta, sendo mais espessa no bordo e na região da nervura principal. Holtzmeier *et al.* (1998), também, observaram diferenças de espessura nas cutículas das faces foliares entre espécies de *Maxillaria* e gêneros afins, podendo ser muito delgadas, como em *Maxillaria nasuta* (1,0 a 1,3  $\mu\text{m}$ ), ou relativamente espessadas, como em *Maxillaria endresii* (1,6 a 5,2  $\mu\text{m}$ ). Como *M. regnellii*, as espécies de orquídeas que tem folhas recobertas por cutícula delgada sobrevivem em lugares sombreados, enquanto que aquelas cujas cutículas são mais espessas conseguem sobreviver em ambientes ensolarados, como proposto por Withner *et al.* (1974), e endossado por Oliveira e Sajo (1999).

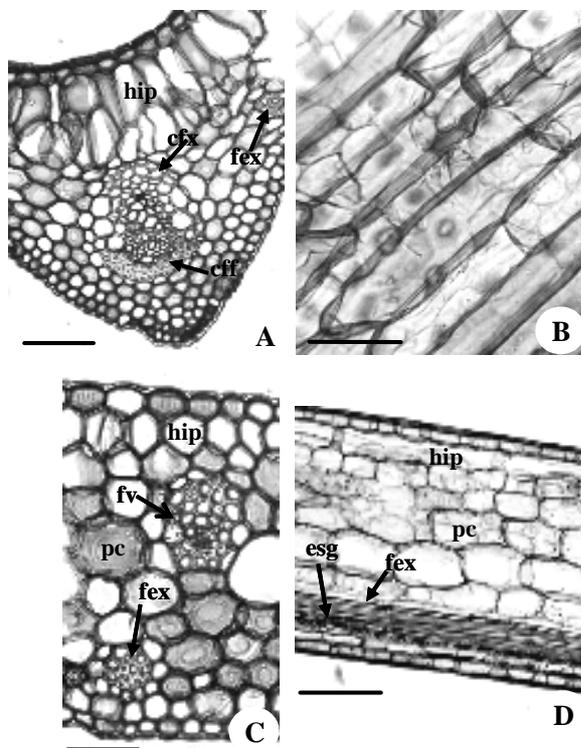
Nas folhas das Orchidaceae é comum a presença de uma ou mais camadas de células que compõem a hipoderme. Ayensu e Williams (1972) observaram apenas uma camada de células na hipoderme de espécies de Oncidiinae, enquanto que Pridgeon (1982) obteve, na maioria das 200 espécies de Pleurothallidinae analisadas, pelo menos duas camadas celulares compondo a hipoderme, embora algumas espécies a apresentassem com até 11 camadas. Tal tecido pode ocorrer adjunto à face adaxial ou a ambas as faces foliares, dependendo da

espécie, como verificaram Silva *et al.* (2006). De acordo com Madison (1977), a hipoderme teria como função principal o armazenamento de água, como também verificado nas folhas de *M. regnellii*. Na região da nervura central, tal tecido dispõe-se subjacente à epiderme adaxial e compõe-se de 1-2 camadas de células hialinas, alongadas anticlinalmente, dependendo da porção foliar (Figuras 3A e 4A), e em algumas amostras foliares, a própria epiderme adaxial torna-se diferenciada e de conteúdo hialino. No limbo de *M. regnellii*, a hipoderme apresenta apenas uma camada de células (Figuras 3C e 4B), muito alongada longitudinalmente (Figuras 3B e 3D).



**Figura 2.** Aspectos anatômicos da epiderme foliar de *Miltonia regnellii*. A e B: Face adaxial e abaxial, respectivamente, em seções paradérmicas. C: Detalhe de um estômato em seção transversal mostrando as cristas cuticulares (seta menor) e o átrio externo (\*). cg: célula-guarda, ep: epiderme, est: estômato. Barras: 20  $\mu\text{m}$ .

Abaixo da hipoderme foliar, está um parênquima clorofiliano homogêneo (Figuras 3C e 4B), composto por células pouco alongadas longitudinalmente (Figura 3D), por vezes contendo ráfides de oxalato de cálcio. Este tipo de mesofilo é comum em outras espécies de orquídeas, como nas Oncidiíneas analisadas por Ayensu e Williams (1972), *Coelogyne* (Mohana-Rao e Khasim, 1987), Epidendroideae (Khasim e Mohana-Rao, 1990), além de espécies primitivas (Stern *et al.*, 1993) e Catasetíneas (Stern e Judd, 2001). A disposição deste tecido, na base do limbo foliar, assemelha-se às demais porções foliares, embora conte com até o dobro de camadas celulares para compor o mesofilo (Figura 4B).

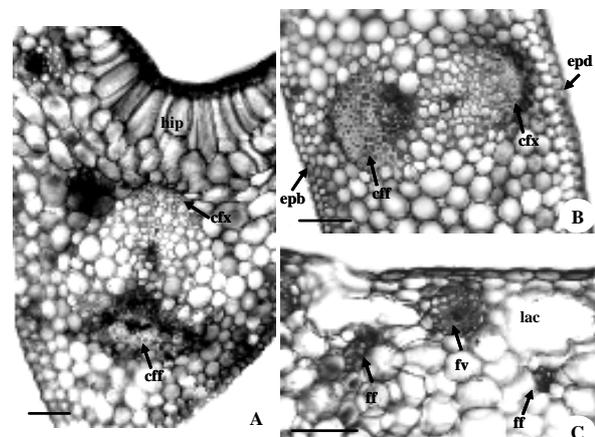


**Figura 3.** Aspectos anatômicos da folha de *Miltonia regnellii*. A: Nervura principal da região mediana, em seção transversal. B: Seção paradérmica invertida da hipoderme foliar. C e D: Mesofilo mediano em seção transversal e longitudinal, respectivamente. cff: calota de fibras do floema, cfx: calota fibras do xilema, esg: estegmata, fex: fibras extraxilemáticas, fv: feixe vascular, hip: hipoderme, pc: parênquima clorofiliano. Barra de A: 150  $\mu\text{m}$ , B e D: 50  $\mu\text{m}$ , C: 100  $\mu\text{m}$ .

Na bainha foliar de *M. regnellii*, verifica-se a presença de lacunas relativamente amplas entre os feixes vasculares, sendo formadas pela ruptura de algumas células (Figura 4C). Lacunas lisígenas, semelhantes a estas, foram também descritas por Mohana-Rao e Khasim (1987), no pecíolo de cinco espécies de *Coelogyne*.

No limbo foliar de *M. regnellii*, os feixes vasculares de maior calibre apresentam calotas de esclerênquima sobre ambos os polos de tecidos condutores (Figuras 3A e 4A e B), enquanto que, nos menores, este esclerênquima apresenta-se mais expressivo apenas junto ao polo floemático (Figura 3C). Este tipo de disposição dos tecidos condutores é comum entre os demais membros de Orchidaceae, tendo sido descrita nos estudos de Shushan (1959).

Na bainha foliar, os feixes vasculares estão muito próximos da superfície adaxial e ocorrem calotas de fibras em ambos os polos dos feixes vasculares, mesmo os de pequeno calibre (Figura 4C).

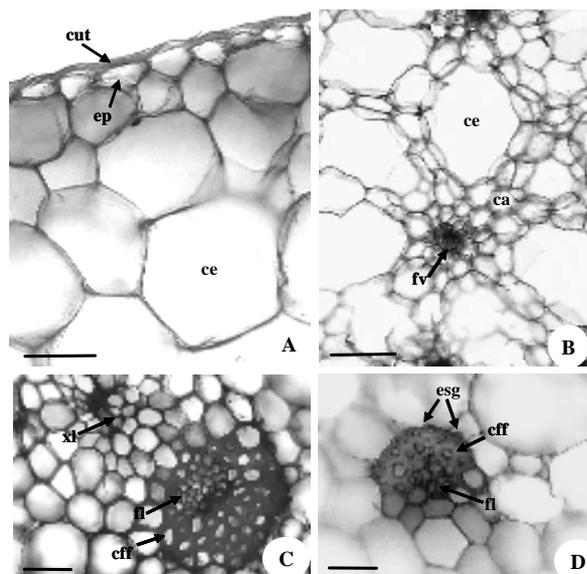


**Figura 4.** Aspectos anatômicos da folha de *Miltonia regnellii* em seções transversais. A e B: Nervura principal e limbo da base foliar, respectivamente. C: Região adaxial do mesofilo mediano da bainha foliar. cff: calota de fibras do floema, cfx: calota de fibras do xilema, epb: epiderme abaxial, epd: epiderme adaxial, ff: feixe de fibras extraxilemáticas, fv: feixe vascular, hip: hipoderme, lac: lacuna. Barra de A e B: 50  $\mu\text{m}$ , C: 100  $\mu\text{m}$ .

Para auxiliar na sustentação da lâmina foliar, estão os grupos de fibras extraxilemáticas, localizados nas proximidades da face abaxial (Figuras 3A, C e D), contando com cinco a 20 elementos nas porções apical e mediana e de seis a 50 elementos na porção basal. Estes grupos de fibras esclerenquimáticas, também, foram observados nas folhas de *Cattleya walkeriana* (Silva e Milaneze-Gutierrez, 2004) e em quatro das oito espécies de orquídeas perenes, analisadas por Silva *et al.* (2006). Na bainha foliar, tais grupos de fibras posicionam-se centralmente no mesofilo, tendo cada elemento, paredes celulares menos espessadas (Figura 4C) que no limbo.

Os pseudobulbos de *M. regnellii* estão impermeabilizados por cutícula relativamente espessa, contrastando com as células epidérmicas, cujas paredes são finas (Figura 5A) assemelhando-se às do pseudobulbo de *M. flavescens* (Oliveira e Sajo, 2001). Ao analisar, anatomicamente, os pseudobulbos de algumas espécies de *Maxillaria*,

Holtzmeier *et al.* (1998) puderem verificar a presença de epiderme com paredes finas, semelhante à de *M. regnellii*, enquanto que outras espécies a apresentavam espessada. Esta última condição foi, também, constatada nos pseudobulbos de *Catasetum fimbriatum*, *Stanhopea lietzei* (Oliveira e Sajo, 2001) e *Cattleya walkeriana* (Silva e Milaneze-Gutierrez, 2004), espécies capazes de sobreviver em ambientes xéricos; ao contrário das espécies de *Miltonia* acima citadas.



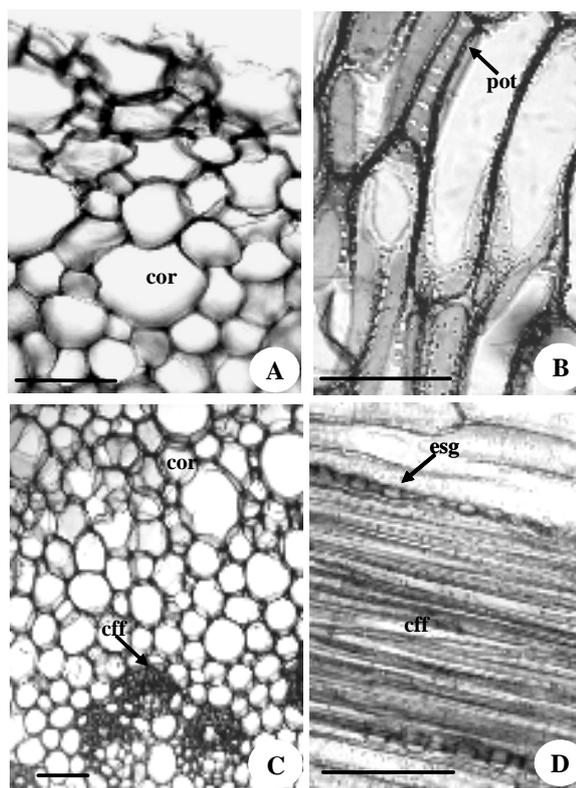
**Figura 5.** Aspectos anatômicos do pseudobulbo de *Miltonia regnellii* em seções transversais. A: Detalhe da região periférica. B: Parênquima de preenchimento. C e D: Feixe vascular de maior e menor calibre, respectivamente. ca: célula assimiladora, ce: célula de estocagem de água, cff: calota de fibras do floema, cut: cutícula, esg: estegmata, ep: epiderme, fl: floema, fv: feixe vascular, xl: xilema. Barras de A, C e D: 40  $\mu$ m e de B: 200  $\mu$ m.

Internamente, o pseudobulbo de *M. regnellii* encontra-se preenchido por parênquima de reserva do tipo misto (aquífero e amilífero), cujas células são de dimensões variadas, mas sempre com paredes muito finas e sem espessamentos (Figura 5B). Nas proximidades dos feixes vasculares, as células deste tecido são menores e isodiamétricas (Figura 5B), contendo grãos de amido em abundância, tendo sido denominadas células assimiladoras, por Stern e Carlswald (2006). Em contraposição, as células de dimensões maiores são alongadas, longitudinalmente, e de conteúdo hialino, não sendo nelas detectada a presença de mucilagem, tratando-se de células de armazenamento de água, conforme também concluíram Oliveira e Sajo (2001) para *M. flavescens*, dentre outras espécies portadoras de pseudobulbo. Mohana-Rao e Khasim (1987), Khasim e Mohana-Rao (1990) e Silva e Milaneze-Gutierrez (2004), também, observaram as variações

de tamanho e conteúdo, acima citadas, em outras espécies de orquídeas. Neste tecido caulinar, especialmente na região periférica do órgão, ocorrem idioblastos com ráfides.

Nos pseudobulbos, como nas folhas, os feixes vasculares são colaterais e de calibres distintos, mas sempre com calota mais expressiva de fibras junto ao polo floemático (Figuras 5C e D), comportando estegmatas com corpos silicosos (Figura 5D). A presença de fibras junto aos feixes vasculares das orquídeas parece ser mais uma das características comum aos membros da família, assim como os estegmatas com corpos silicosos, como relatado por Holtzmeier *et al.* (1998), Freudenstein e Rasmussen (1999), Stern e Judd (2001), Oliveira e Sajo (2001) e Stern e Carlswald (2006), dentre outros.

O rizoma de *M. regnellii* encontra-se revestido por uma única camada de células epidérmicas, as quais, nas porções mais velhas do órgão, degradam-se, permanecendo apenas algumas camadas de células parenquimáticas corticais para realizar a função de proteção externa do órgão (Figura 6A).



**Figura 6.** Aspectos anatômicos do rizoma de *Miltonia regnellii*. A: Seção transversal da região periférica. B: Seção longitudinal do córtex. C: Seção transversal da região cortical e de feixes vasculares. D: Seção longitudinal na região da calota de fibras de um feixe vascular. cff: calota de fibras do floema, cor: córtex, esg: estegmata, pot: pontuações. Barras: 50  $\mu$ m.

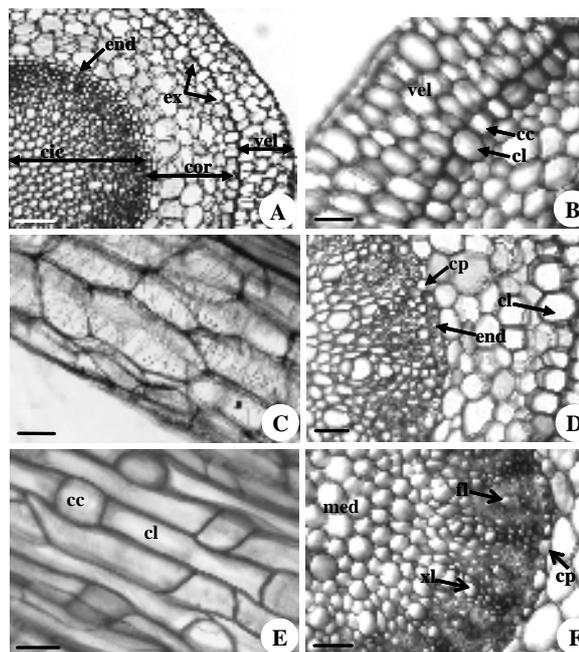
Quando em seção longitudinal, as células corticais apresentam-se alongadas longitudinalmente e com paredes espessadas, deixando evidente as pontuações (Figura 6B). Como nas espécies analisadas por Oliveira e Sajo (2001), também em *M. regnellii* não ocorre delimitação nítida entre a região cortical e central dos rizomas, onde se concentram os feixes vasculares (Figura 6C). Estes são muito semelhantes aos de pequeno calibre encontrados nos pseudobulbos, inclusive com a calota de fibras junto ao polo floemático (Figura 6C), portadoras de estegmatas em abundância (Figura 6D).

As raízes desta espécie de orquídea apresentam-se com 3-5 camadas de velame (Figuras 7A e B), cujas células se apresentam alongadas longitudinalmente e com espessamentos semelhantes a uma dupla hélice (Figura 7C). Composto o tecido cortical desta raiz, estão de 5-8 camadas de células de paredes finas e aproximadamente isodiamétricas em seção transversal (Figura 7D). A camada mais externa do córtex, a exoderme, mostra-se pouco espessada, sendo composta por células alongadas longitudinalmente, alternadas por células curtas (Figura 7E), as células de passagem da exoderme. Estas mantêm seus protoplastos vivos na maturidade, com mitocôndrias e sistemas de membrana bem desenvolvidos, além de plasmodesmos com as células corticais adjacentes, servindo, portanto, para a entrada de água e nutrientes nas raízes das orquídeas (Benzing *et al.*, 1982). Em adição, o complexo velame-exoderme pode servir como caráter taxonômico e/ou ecológico para delimitar os grupamentos de orquídeas (Pridgeon, 1987), tendo Sanford e Adanlawo (1973) concluído que o velame, aliado à exoderme, tem importante função na retenção de água nas raízes das orquídeas, portanto, correlacionam-se à tolerância destas espécies a seus habitats naturais.

Circundando o cilindro central está a endoderme, contando com 5-7 células espessadas em “U” ou “O”, dependendo do grau de desenvolvimento da raiz analisada, intercaladas por 1-2 células de passagem, não espessas e posicionadas sobre os polos xilemáticos (Figuras 7D e 7F), e que permitem a entrada de água e nutrientes nos elementos xilemáticos.

O cilindro central das raízes de *M. regnellii* é do tipo poliarco, com as células floemáticas intercaladas com as xilemáticas. Neste órgão, a medula radical encontra-se parcialmente lignificada (Figura 7F). Tanto este quanto os demais tecidos radicais de *M. regnellii* são estruturalmente semelhantes aos

encontrados em outras espécies de Orchidaceae. Entretanto, podem ocorrer amplas variações no número de estratos e na capacidade de sofrerem deposições secundárias, dependendo da espécie e das condições de cultivo nas quais se desenvolve, como salientado por Alconero (1968), Pridgeon (1987) e Porembski e Barthlott (1988). Em adição, tais características podem servir como ferramentas para a caracterização taxonômica das orquídeas, especialmente o complexo exoderme-velame, conforme proposto por Pridgeon (1987).



**Figura 7.** Aspectos anatômicos da raiz de *Miltonia regnellii*. A: Aspecto geral da raiz e B: detalhe dos tecidos periféricos, em seções transversais. C: Velame em seção longitudinal. D: Córtex e cilindro central em seção transversal. E: Seção longitudinal tangencial da exoderme. F: Detalhe do cilindro central em seção transversal. cc: célula curta da exoderme, cic: cilindro central, cl: célula longa da exoderme, cp: células de passagem da endoderme, cor: córtex, end: endoderme, ex: exoderme, fl: floema, med: medula, vel: velame, xl: xilema. Barras de A: 100  $\mu$ m e as demais: 50  $\mu$ m.

## Conclusão

*Miltonia regnellii* apresenta características morfoanatômicas comuns à maioria das espécies epífitas de Orchidaceae. A presença de várias camadas de velame que revestem as raízes, além de tecidos especializados para o armazenamento de água, como a hipoderme foliar e o parênquima de preenchimento dos pseudobulbos, indicam que esta espécie esteja adaptada a sobreviver no ambiente epífítico. Entretanto, a presença de cutícula relativamente fina que recobre as folhas, o mesofilo pouco suculento e a ausência de células espessadas

na epiderme do pseudobulbo e na exoderme radical, capazes de impermeabilizar os tecidos internos, indica que *M. regnellii* esteja adaptada às condições ambientais próprias do interior das formações vegetais, onde a incidência de luz solar seja limitada pelas espécies do dossel e a umidade relativa do ar se mantenha elevada na maior parte do ano, como nas encostas da serra do mar.

### Agradecimentos

As autoras agradecem ao CNPq, pelo apoio financeiro na aquisição do fotomicroscópio do Laboratório de Zooplâncton do Nupelia (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura – Universidade Estadual de Maringá).

### Referências

- ALCONERO, R. *Vanilla* root anatomy. *Phyton*, Buenos Aires, v. 25, p. 103-110, 1968.
- ATWOOD, J.T. The size of the Orchidaceae and the systematic distribution of epiphytic orchids. *Selbyana*, Sarasota, v. 9, n. 1, p. 171-86, 1986.
- AYENSU, E.S.; WILLIAMS, N.H. Leaf anatomy of *Palumbina* and *Odontoglossum* subgenus *Osmoglossum*. *Am. Orchid Soc. Bull.*, West Palm Beach, n. 41, v. 8, p. 687-696, 1972.
- BENZING, D.H. *et al.* Roots of *Sobralia macrantha* (Orchidaceae): structure and function of the velamen-exodermis complex. *Am. J. Bot.*, Columbus, v. 69, n. 4, p. 608-614, 1982.
- DRESSLER, R.L. *Phylogeny and classification of the orchid family*. Portland: Dioscorides Press, 1993.
- DYCUS, A.M.; KNUDSON, L. The role of the velamen of the aerial roots of orchids. *Bot. Gaz.*, Chicago, v. 119, p. 78-87, 1957.
- FELDMAN, A.R.; ALQUINI, Y. Anatomia de orquídeas nativas na região metropolitana de Curitiba (Paraná, Brasil). *Fontqueria*, Madrid, v. 48, p. 11-23, 1997.
- FREUDENSTEIN, J.V.; RASMUSSEN, F.N. What does morphology tell us about orchid relationships? - A cladistic analysis. *Am. J. Bot.*, Columbus, v. 86, n. 2, p. 225-28, 1999.
- HOLTZMEIER, M.A. *et al.* Comparative anatomy and systematics of Senghas's cushion species of *Maxillaria* (Orchidaceae). *Bot. J. Linn. Soc.*, London, v. 127, p. 43-82, 1998.
- KHASIM, S.M.; MOHANA-RAO, P.R. Anatomy in relation to taxonomy in some members of Epidendroideae (Orchidaceae). *Phytomorphology*, Delhi, v. 40, n. 3-4, p. 243-250, 1990.
- KRAUS, J.; ARDUIN, M. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Seropédica: EDUR, 1997.
- LAWTON, J.R. *et al.* Morphology and ultrastructure of the leaf of three species of *Paphiopedilum* (Orchidaceae). *Lindleyana*, West Palm Beach, v. 7, n. 4, p. 199-205, 1992.
- LEITE, V.M.C.; OLIVEIRA, P.L. Morfo-anatomia foliar de *Cattleya intermedia* (Orchidaceae). *Napea*, Porto Alegre, v. 2, p. 1-10, 1987.
- MADISON, M. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. *Selbyana*, Sarasota, v. 2, p. 1-13, 1977.
- MOHANA-RAO, P.R.; KHASIM, S.M. Anatomy of some members of Coelogyninae (Orchidaceae). *Phytomorphology*, Delhi, v. 37, n. 2-3, p. 191-199, 1987.
- NG, C.K.Y.; HEW, C.S. Orchid pseudobulbs: "false" bulbs with a genuine importance in orchid growth and survival? *Sci. Hort.*, Amsterdam, v. 83, p. 165-172, 2000.
- OLIVEIRA, C.V.; SAJO, M.G. Anatomia foliar de espécies epífitas de Orchidaceae. *Rev. Bras. Bot.*, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 365-374, 1999.
- OLIVEIRA, C.V.; SAJO, M.G. Morfo-anatomia caulinar de nove espécies de Orchidaceae. *Acta Bot. Bras.*, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 177-188, 2001.
- PABST, G.F.J., DUNGS, F. *Orchidaceae brasiliensis*. Hildesheim: Brucke-Verlag, 1977. v. 2.
- POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. Velamen radicum micromorphology and classification of Orchidaceae. *Nord. J. Bot.*, Copenhagen, v. 8, n. 2, p. 117-137, 1988.
- PRIDGEON, A.M. Diagnostic anatomical characters in the Pleurothallidinae (Orchidaceae). *Am. J. Bot.*, Columbus, v. 69, p. 921-938, 1982.
- PRIDGEON, A.M. The velamen and exodermis of orchid roots. In: ARDITTI, J. (Ed.). *Orchid 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.
- SANFORD, W.W.; ADANLAWO, I. Velamen and exodermis characters of West African epiphytic orchids in relation to taxonomic grouping and habitat tolerance. *Bot. J. Linn. Soc.*, London, v. 66, p. 307-321, 1973.
- SHUSHAN, S. Development anatomy of an orchid, *Cattleya* x *Trimos*. In: WHITHNER, C.L. (Ed.). *The Orchids: a scientific survey*. New York: Ronald Press, 1959. p. 45-72.
- SILVA, C.I.; MILANEZE-GUTIERRE, M.A. Caracterização morfo-anatômica dos órgãos vegetativos de *Cattleya walkeriana* Gardner (Orchidaceae). *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 26, n. 1, p. 91-100, 2004.
- SILVA, I.V. *et al.* Estratégias anatômicas foliares de treze espécies de Orchidaceae ocorrentes em um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB) - MG, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 741-750, 2006.
- STERN, W.L.; CARLSWARD, B.S. Comparative vegetative anatomy and systematics of the Oncidiinae (Maxillarieae, Orchidaceae). *Bot. J. Linn. Soc.*, London, v. 152, p. 91-107, 2006.
- STERN, W.L.; JUDD, W.S. Comparative anatomy and systematics of Catasetinae (Orchidaceae). *Bot. J. Linn. Soc.*,

London, v. 136, p. 153-178, 2001.

STERN, W.L. *et al.* Apostasiads, systematic anatomy, and the origins of Orchidaceae. *Bot. J. Linn. Soc.*, London, v. 111, p. 411-455, 1993.

WITHNER, C.L. *et al.* The anatomy of orchids. *In*: WITHNER, C.L. (Ed.). *The orchids: scientific studies*. New York: Wiley-Interscience, 1974. p. 267-347.

ZANENGA-GODOY, R.; COSTA, C.G. Anatomia foliar

de quatro espécies do gênero *Cattleya* Lind. (Orchidaceae) do Planalto Central Brasileiro. *Acta Bot. Bras.*, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 101-119, 2003.

*Received on March 07, 2007.*

*Accepted on November 30, 2007.*