UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Biociências

***Campus* de Rio Claro**

CRISTIANO PEDROSO DE MORAES

ANATOMIA DOS ÓRGÃOS VEGETATIVOS DE REPRESENTANTES BRASILEIROS DE ZYGOPETALINAE (ORCHIDACEAE) E SUA RELAÇÃO COM A TAXONOMIA DA SUBTRIBO

RIO CLARO - SP

- 2011 -

CRISTIANO PEDROSO DE MORAES

ANATOMIA DOS ÓRGÃOS VEGETATIVOS DE REPRESENTANTES BRASILEIROS DE ZYGOPETALINAE (ORCHIDACEAE) E SUA RELAÇÃO COM A TAXONOMIA DA SUBTRIBO

Tese apresentada ao Instituto de Biociências, do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal).

Orientadora: Profa. Dra. Maria das Graças Sajo

Co-Orientador: Prof. Dr. Fábio de Barros

RIO CLARO - SP
- 2011 -

584.15 Moraes, Cristiano Pedroso de
M829a Anatomia dos órgãos vegetativos de representantes brasileiros de Zygopetalinae (Orchidaceae) e sua relação com a taxonomia da subtribo / Cristiano Pedroso de Moraes. - Rio Claro : [s.n.], 2010
48 f. : il., figs., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Maria das Graças Sajo
Co-Orientador: Fábio de Barros

1. Orquídea. 2. Anatomia de Orchidaceae. 3. Epidendroideae. 4. Cymbidieae. 5. Hábito vegetativo. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

“Este trabalho, a Deus,
meu senhor e salvador...

DEDICO,

à luz do meu viver,
meu filho Vinicius...”

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À minha célula familiar, principalmente meus pais, Jorge e Marlene e minha esposa, que com seu amor, carinho, dedicação e apoio, tornaram possível a realização desta Tese.

À Profa. Dra. Maria das Graças Sajo, exímia orientadora, pela atenciosa orientação e incentivo durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Fábio de Barros, pelo fornecimento das plantas e por compartilhar preciosos conhecimentos a respeito de sistemática de orquídeas.

Aos meus superiores, na UNIARARAS e no Colégio Puríssimo Coração de Maria, que compreenderam minhas necessidades e que permitiram minha ausência em aulas e orientações para a realização de coletas e presença em disciplinas de pós-graduação durante os anos de pesquisa.

Ao Departamento de Botânica do IBUNESP e ao Técnico Ary, pelo material cedido, possibilitando condições para a realização desta Tese.

Aos amigos, Guilherme Lagazzi, Thiago de Souza Leal, Alinne Lozano Saoncela, Raquel Massaro, Germana Marcelino Cordeiro, Thamiris Porto Sipriano e Fred Cristiano Marcon pela ajuda laboratorial e tecnológica.

Aos amigos e alunos que nunca duvidaram de minha capacidade para a pesquisa e cátedra, principalmente: Marco Aurélio Marteline, Leandro Müller Gomiero, Natália Pierobon Pedro, José Alberto Diogo e Ricardo Britzki.

A todas as pessoas e instituições que, direta ou indiretamente, colaboraram para a elaboração deste trabalho.

MUITO OBRIGADO !!!!

RESUMO

As Orchidaceae, facilmente reconhecíveis pelo aspecto modificado de suas flores, compreendem mais de 20.000 espécies cosmopolitas distribuídas em cinco sub-famílias. A subtribo Zygopetalinae é um grupo tipicamente neotropical incluído na subfamília Epidendroideae e compreende cerca de 30 gêneros e 418 espécies de hábito vegetativo variado. Visando complementar as informações sobre a estrutura dos órgãos vegetativos dos representantes dessa subtribo, estudou-se a anatomia das raízes, caules e folhas de alguns táxons brasileiros, muitos deles de posição taxonômica incerta e pouco conhecidos, sob o ponto de vista anatômico. Comparando os resultados obtidos com os descritos para outros representantes da mesma subtribo, observou-se uma uniformidade anatômica entre os órgãos das espécies brasileiras e das anteriormente estudadas, corroborando a inclusão de Zygopetalinae na tribo monofilética Cymbidieae. Observou-se, também, uma uniformidade nas características anatômicas, dentro dos gêneros, indicando que muitos aspectos podem ser úteis na análise sistemática da subtribo.

Palavras-chave: Orquídeas, Epidendroideae, Cymbidieae, Hábito vegetativo.

ABSTRACT

ANATOMY OF VEGETATIVE ORGANS OF BRAZILIAN ZYGOPETALINAE (ORCHIDACEAE) REPRESENTATIVES AND ITS RELATION TO THE SUBTRIBE TAXONOMY

The Orchidaceae, easily recognized by the modified aspect of their flowers, comprises more than 20,000 cosmopolitan species distributed in five subfamilies. The Zygopetalinae subtribe is a typically neotropical group included in the Epidendroideae subfamily and comprises around 30 genera and 418 species of varied vegetative habit. Aiming to complement the information about the structure of the vegetative organs of the representatives of this subtribe, the anatomy of roots, stems and leaves of some Brazilian *taxa*, may of them of uncertain and little known taxonomic position under the anatomical point of view, were studied. Comparing the results obtained with the ones described for the other representatives of the same subtribe, an anatomical uniformity among the organs of the Brazilian species and the ones previously studied was observed corroborating the inclusion of Zygopetalinae in the Cymbidieae monofiletic tribe. It was also observed an uniformity in the anatomical characteristics, within the genera, indicating that many aspects can be useful in the systematic analysis of the subtribe.

Keywords: Orchids, Epidendroideae, Cymbidieae, Vegetative habits.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS …….……..... 10
2 MATERIAL E MÉTODOS …….. 12
3 RESULTADOS 13
4 DISCUSSÃO 19
5 COMENTÁRIOS 25
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 26
8 ANEXOS 31
8.1 Anexo A – Tabela: Características anatômicas dos órgãos vegetativos das espécies estudadas 31
8.2 Anexo B – Figuras: Aspectos morfológicos e anatomia vegetativa das espécies estudadas 32

1. Introdução e objetivos

As Orchidaceae, uma das maiores famílias de angiospermas, compreendem aproximadamente 780 gêneros e 20.000 espécies (Soltis et al. 2005). Tiveram sua origem no período Cretáceo, por época da diferenciação das angiospermas, na área geográfica que, atualmente, corresponde à Malásia e apresentam ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde a região do Círculo Polar Ártico até as proximidades da Terra do Fogo, embora se concentrem em ambientes tropicais e subtropicais (Dressler 1981). No Brasil são encontradas 2.500 espécies e aproximadamente 200 gêneros (Barros 1990, Dressler 2005, Souza e Lorenzi 2005, Campos 2008, Yamaguchi 2008).

Representam um grupo facilmente reconhecível por suas flores fortemente zigomorfas com os estames (1-3) unidos ao estilete, pelo menos na sua porção basal. Nas flores, em geral, o elemento mediano do verticilo externo do perianto ocupa posição adaxial, enquanto que a peça mediana do verticilo interno é altamente transformada formando um labelo. Também o androceu e gineceu são altamente modificados ocorrendo, em geral, apenas uma antera funcional que transporta grãos de pólen aglutinados, as polínias, e que podem ou não possuir apêndices. O filete do estame (ou estames) ao se unir ao estilete do gineceu forma a coluna ou ginostêmio. O estigma, geralmente côncavo, encontra-se separado da antera funcional por uma estrutura mais ou menos membranácea, o rostelo, que nada mais é do que um lobo do estigma modificado, cuja função principal é impedir a autofecundação. O ovário é ínfero e o fruto, uma cápsula, abre através de fendas laterais liberando numerosas e diminutas sementes (Barros 1990, Dressler e Chase 1995, Ruschi 1997, Pinheiro et al. 2004, Souza e Lorenzi 2005, Yamaguti 2008).

Também com relação ao hábitat e estruturas vegetativas, as orquídeas apresentam uma diversidade considerável embora, em geral, seus representantes possuam porte reduzido. As plantas podem ser epífitas, terrestres, rupículas e saprófitas e de crescimento simpodial ou monopodial. As monopodiais se originam a partir de uma única gema apical e exibem crescimento indeterminado, enquanto que as simpodiais crescem a partir de gemas laterais, que se desenvolvem durante um período determinado, originando um simpódio. Nas plantas com crescimento simpodial o caule apresenta, em geral, uma porção rizomatosa e outra mais ou menos ereta formada por mais de um internó, tipo homoblástico, ou por apenas um único internó, tipo heteroblástico. Ramos heteroblásticos podem se apresentar espessados formando pseudobulbos, que acumulam água e nutrientes (Braga 1977, Willians 1979, Dressler 1981, 1987, Campos 2008). As folhas são simples, com ou sem distinção entre lâmina e bainha, e se dispõem de forma alterna, espiralada ou dística no caule. Variam de membranáceas a carnosas

e possuem formas variadas. Em geral, as lâminas são dorsiventrais, mas alguns representantes possuem lâminas ensiformes e outros, cilíndricas (Schultz 1968, Souza e Lorenzi 2005). As formas epifíticas possuem raízes aéreas, geralmente com velame que absorve água e nutrientes e também evita a perda de água. Em geral, observam-se nas raízes associações do tipo endomicorrizas que aumentam a capacidade de absorção de nutrientes (Pridgeon 1986, Mauseth 1995, Souza e Lorenzi 2005).

As Orchidaceae encontram-se incluídas na ordem Asparagales (Chase et al. 2000) e as relações taxonômicas dentro da família ainda não se encontram completamente esclarecidas (Soltis et al. 2005). Alguns autores, como Dahlgren et al. (1985) chegaram a reconhecer três famílias para as orquídeas, mas as análises moleculares recentes confirmam a monofilia do grupo, representado por cinco subfamílias: Apostasioideae, Vanilloideae, Cypripedioideae, Orchidoideae e Epidendroideae (Chase et al. 2003).

A subtribo Zygopetalinae encontra-se incluída na subfamília Epidendroideae que agrupa praticamente todas as orquídeas de interesse comercial e compreende mais de 15.000 espécies distribuídas em 576 gêneros (Pridgeon et al. 2006). A maior parte delas possui hábito epifítico e apresenta pseudobulbos, embora alguns representantes sejam terrestres ou micoheterotróficos. Nessa subfamília, é comum a ocorrência de relações simbióticas mutualísticas com fungos micorrízicos que recebem das plantas foto-assimilados e fornecem água e nutrientes em troca (Dressler 1981). Epidendroideae caracteriza-se, principalmente, por apresentar três estames unidos numa coluna, onde se encontra fixada a única antera fértil, incumbente. A antera abriga polínias formadas por um agregado de massa cerosa e pólen ou apenas por pólen fortemente comprimido, apresentando ou não caudículo e viscídio (Dressler 1993).

As Zygopetalinae constituem um grupo tipicamente neotropical com cerca de 30 gêneros e 400 espécies tradicionalmente incluídas na tribo Maxillarieae (Whitten et al. 2000). Entretanto, análises moleculares recentes indicam que Maxillarieae forma junto com Cymbidiinae, Eulophiinae, Bromheadiinae e Catasetinae uma única tribo monofilética: Cymbidieae (Chase et al. 2003). Na análise de Whitten et al. (2005), Zygopetalinae aparece como um grupo monofilético que inclui também dois gêneros, morfologicamente, anômalos: *Cryptarrhena* (4 espécies) e *Dichaea* (ca. de 111 espécies).

Em Zygopetalinae, as plantas são de hábito terrestre ou epifítico (Dressler 1993) e possuem pseudobulbos de morfologia variada, geralmente portadores de apenas um entrenó (Garay 1973). As folhas variam na forma e as inflorescências são laterais e portadoras de uma a muitas flores dispostas em espiral (Dressler 1993). As flores, de tamanho variável, mostram

ou não ressupinação, e possuem coluna curta ou alongada que sempre apresenta um pé distinto na base (Dressler 1993). A antera, de dimensão reduzida, é terminal, ocasionalmente ventral, e operculada. Possui quatro polínias superpostas com um viscídio proeminente e usualmente com um estipe. O estigma é inteiro (Whitten et al. 2005).

A anatomia dos órgãos vegetativos de muitas Zygopetalinae foi descrita por Stern et al. (2004), num estudo abrangente com inúmeros representantes da tribo Maxillarieae. Entretanto, como determinados táxons brasileiros dessa subtribo ainda não são bem conhecidos sob o ponto de vista anatômico, o presente estudo analisa as raízes, caules e folhas de doze representantes e compara os resultados obtidos com os descritos por Stern et al. (2004).

2. Material e métodos

O material, proveniente da coleção viva do Orquidário do Instituto de Botânica de São Paulo (CO) e de coleções particulares, encontra-se assim especificado: *Dichaea pendula* (Aubl.) Cogn. (CO: 10448; 14816; 13461), *Dichaea trulla* Rchb. f. (CO: 12875; 14815; 18144), *Hoehneella gehrtiana* (Hoehne) Ruschi (CO: A1), *Huntleya meleagris* Lindl. (CO: 17951; 18136), *Koellensteinia tricolor* (Lindl.) Rchb.f. (CO: A1), *Paradisanthus micranthus* (Barb. Rodr.) Schltr. (CO: VC1; VC2), *Promenaea rollisonii* (Rchb. f.) Lindl. (CO: 10804; PR1; PR2), *Promenaea xanthina* Lindl. (CO: VT1; VT2; VT3), *Warczewiczella wailesiana* (Lindl) E. Morren. (CO: 13620; 3184), *Zygopetalum mackayi* Hook. (CO: 16557; AOSP), *Zygopetalum maxillare* Lodd. (CO: Rodo 1, Rodo 2) e *Zygopetalum pedicellatum* (Sw.) Garay. (CO: 16562). As exsicatas encontram-se depositadas no herbário do Instituto de Botânica de São Paulo (SP).

Para a análise anatômica, o material foi fixado em FAA 50 e preservado em álcool 50% (Jansen 1962). Três exemplares de cada órgão e para cada espécie foram seccionados à mão livre, na região mediana, com o auxílio de lâminas de barbear. Os cortes foram corados com Safra-Blaw 0,05% (Bukatsh 1972) e montados em glicerina. Para a identificação do amido, utilizou-se a solução de Lugol (Bürchel 1962); da ligninina, floroglucina clorídrica (Jansen 1962), dos lipídios, Sudan III (Johansen 1940) e dos flavonóides, hidróxido de potássio (Costa 1982).

Os aspectos mais importantes foram registrados com uma câmara digital, acoplada a um microscópio Olympus (modelo BX51).

3. Resultados

Aspectos morfológicos

Na figura 1A observa-se um exemplar de *Dichaea pendula* (Aubl.) Cogn., espécie que apresenta um caule pendente, ramificado, com 25-40 cm de comprimento; as folhas, persistentes e oblongo lanceoladas, apresentam 0,8-1,5 cm de comprimento e de 0,3-0,5 cm de largura, com ápice acuminado ou agudo e margem ciliada na região distal. Em *Dichaea trulla* Rchb. f. (Fig. 1B), o caule é sub ereto a pendente e apresenta 16-46 cm de comprimento com a base coberta por bainhas coriáceas. As folhas, caducas, são lineares e medem 6-10 cm de comprimento por 0,2-4 mm de largura; possuem ápice acuminado e margem finamente ciliada na região distal. As plantas de *Hoehneella gerhtiana* (Hoehne) Ruschi (Fig. 1C) possuem pseudobulbos heteroblásticos, ovóides e folhas (3-6) reduzidas (7 cm de comprimento por 2,5 cm de largura), membranáceas, elíptico-ablongas e sulcado-carinadas. Em *Huntleya meleagris* Lindl. (Fig. 1D), as raízes são suculentas, espessas e se distribuem ao longo de um rizoma medindo 13-15 cm de comprimento. As folhas, 7-11 por fascículo, são equitantes e imbricadas e apresentam-se estreitamente oblongas com 7-37 cm de comprimento por 2-3,8 cm de largura; apresentam várias nervuras longitudinais proeminentes e ápice acuminado. As plantas de *Koellensteinia tricolor* (Lindl.) Rchb. f. (Fig. 2A) apresentam rizoma curto e pseudobulbos bastante reduzidos e agregados, escondidos nas baínhas foliares. Uma a três folhas, geralmente lanceoladas e com muitas nervuras proeminentes, aparecem no ápice de cada pseudobulbo; elas apresentam comprimento médio de 48 cm e largura de 4,5 cm. *Paradisanthus micranthus* (Barb. Rodr.) Schltr. (Fig. 2B) é uma espécie cespitosa, com numerosas raízes fasciculadas e carnosas; o rizoma é inconspícuo e o pseudobulbo espessado apresenta formato ovóide. As folhas crescem no ápice dos pseudobulbos e possuem forma elíptica com ápice acuminado; apresentam várias nervuras longitudinais e comprimento variando de 12-33 cm e largura de 1,5-5 cm. Em *Promenaea rollisonii* (Rchb. f.) Lindl. (Fig. 2C) as raízes são finas, os pseudobulbos pequenos e as folhas apicais são membranáceas, oblongo-lanceoladas e de ápice agudo ou acuminado; apresentam, em média, 7,5 cm de comprimento por 1,5 cm de largura. *Promenaea xanthina* Lindl. (Fig. 2D) é morfologicamente bastante semelhante à *Promenaea rollisonii*. Em *Warczewiczella wailesiana* (Lindl) E. Morren (Fig. 3A) não se observam pseudobulbos e as folhas, dispostas de forma dística, formam um leque; elas são estreito-lanceoladas e de ápice agudo e medem, em geral, 13 cm de comprimento por 2,5 cm de largura. *Zygopetalum mackayi* Hook. (Fig. 3B) é uma espécie rupícula/terrestre, portadora de pseudobulbos oblongo-ovóide que sustentam folhas elíptico-lineares de ápice agudo, com nove nervuras proeminentes e

medindo 27-65 cm de comprimento por 1,3-2,8 cm de largura. *Zygopetalum maxillare* Lodd. (Fig. 3C) é morfologicamente bastante semelhante à *Zygopetalum mackayi*. Já *Zygopetalum pedicellatum* (Sw.) Garay (Fig. 3D) apresenta porte desenvolvido de crescimento monopodial e hábito terrestre. Não possui pseudobulbos e seu caule aéreo mede até 1 m de comprimento e se apresenta envolvido por folhas decíduas lanceoladas.

Anatomia das raízes

As figuras 4 e 5 mostram cortes transversais da região mediana das raízes de diferentes espécies de Zygopetalinae. Como pode ser observado, todas elas são cilíndricas e apresentam-se bastante semelhantes em estrutura, com três regiões distintas: uma epiderme multisseriada (velame), um córtex e um cilindro vascular. Algumas exibem diâmetro desenvolvido, como *Zygopetalum mackayi* (Fig. 4D) e *Paradisanthus micranthus* (Fig. 5C), mas em outras, como em *Dichaea pendula*, *Dichaea trulla*, *Huntleya meleagris*, *Zygopetalum maxillare* e *Warczewiczella wailesiana* (Fig. 4A-C, E-F), o diâmetro é reduzido.

O velame (Fig. 6), considerado um tipo peculiar de epiderme, está presente em todas as raízes e suas células são poligonais, elípticas ou retangulares, em secção transversal. Ele é formado por duas camadas de células em *Zygopetalum maxillare* (Fig. 6A), por três camadas em *Dichaea pendula* (Fig. 6B), *Dichaea trulla* (Fig. 6C) e *Promenaea xanthina*, por quatro camadas em *Huntleya meleagris* (Fig. 6E), *Promenaea rollissonii*, *Warczewiczella wailesiana* (Fig. 6D), *Zygopetalum mackayi* (Fig. 6F) e *Zygopetalum pedicellatum*, por cinco camadas em *Hoehneella gerhtiana* e por seis camadas em *Koellensteinia tricolor* (Fig. 6G) e *Paradisanthus micranthus* (Fig. 6H). Em todas as raízes, as células do velame possuem espessamento parietal secundário, cujo padrão varia de acordo com a espécie considerada. Em *Warczewiczella wailesiana* (Fig. 6D), *Huntleya meleagris* (Fig. 6E), *Zygopetalum mackayi* (Fig. 6F), *Zygopetalum pedicellatum*, *Hoehneella gerhtiana* e *Paradisanthus micranthus* (Fig. 6H), as células do epivelame são ligeiramente menores que as das camadas internas e nas de *Dichaea pendula* e *Koellensteinia tricolor* elas são papilosas (Fig. 6B e 6G). O endovelame é formado por células isodiamétricas, portadoras de espessamentos parietais estreitos e espiralados (Fig. 6A-F), em todas as raízes. Em *Dichaea trulla* e *Promenaea rollissonii* observam-se hifas de fungo, no velame (Fig. 6B).

O córtex apresenta três regiões distintas, nas raízes estudadas: a exoderme (Fig. 4A), camada próxima ao velame, o córtex propriamente dito (Fig. 4A) e a endoderme ou camada mais interna que envolve o cilindro central. As células da exoderme, isodiamétricas e

ligeiramente maiores que as das demais camadas do córtex, possuem paredes pouco espessadas exceto pelas periclinais externas (Fig. 6). Em *Zygopetalum mackayi* e *Paradisanthus micranthus*, as células da exoderme são ligeiramente alongadas no sentido radial (Fig. 6F, H). Internamente à exoderme, o parênquima cortical é constituído de 4-5 camadas de células em *Dichaea pendula* (Fig. 4A), 8-9 camadas em *Dichaea trulla* (Fig. 4B), *Promenaea rollissonii*, *Warczewiczella wailesiana* (Fig. 4F) e *Zygopetalum maxillare* (Fig. 4E) e 10-13 camadas em *Hoehneella gehrtiana* (Fig. 5A), *Koellensteinia tricolor* (Fig. 5B), *Huntleya meleagris* (Fig. 4C), *Paradisanthus micranthus* (Fig. 5C), *Promenaea xanthina* (Fig. 5D), *Zygopetalum mackayi* (Fig. 4D) e *Zygopetalum pedicellatum*. Essas camadas são, em geral, formadas por células isodiamétricas arredondadas, de tamanhos variados e paredes finas, e apresentam pequenos espaços intercelulares (Fig. 4A-F e 5A-D). Em todas as raízes, nota-se que as células corticais das camadas mais próximas à exoderme e à endoderme são menores que as da região central (Fig. 4A-F e 5A-D). Também são comuns idioblastos com ráfides nessa região da raiz (Tabela 1) e, em *Zygopetalum mackayi* (Fig. 4D), *Paradisanthus micranthus* (Fig. 5C) e *Promenaea xanthina* (Fig. 5D), observam-se hifas de fungos.

A endoderme é unisseriada, em todas as raízes, e suas células, isodiamétricas, apresentam espessamento nas paredes anticlinais e periclinal interna, exceto pelas células de passagem, opostas aos pólos de xilema, com todas as paredes delgadas (Fig. 7A-I). Todas as raízes são poliarcas e apresentam sete pólos de protoxilema, em *Huntleya meleagris* (Fig. 7A), *Warczewiczella wailesiana* (Fig. 7B), *Dichaea trulla*, *Hoehneella gehrtiana* (Fig. 7F), *Promenaea rollissonii* e *Promenaea xanthina* (Fig. 7I), oito pólos em *Dichaea pendula* (Fig. 7C), nove pólos em *Zygopetalum maxillare*, dez pólos em *Zygopetalum mackayi* (Fig. 7E), *Zygopetalum pedicellatum* e *Koellensteinia tricolor* (Fig. 7G) e doze pólos em *Paradisanthus micranthus* (Fig. 7H). A medula é formada por células parenquimáticas de paredes espessadas em *Hoehneella gehrtiana*, *Huntleya meleagris* (Fig. 7A), *Promenaea xanthina* e *Warczewiczella wailesiana* (Fig. 7B).

Anatomia dos caules aéreos, pseudobulbos e rizomas

Na figura 8 observam-se cortes transversais, da região mediana, dos caules aéreos de *Dichaea pendula*, *Dichaea trulla* e *Zygopetalum pedicellatum* e nas figuras 9-10 cortes transversais de pseudobulbos, das demais Zygopetalinae estudadas. Os dois tipos de órgãos são revestidos por epiderme unisseriada com células de paredes delgadas e recobertos por cutícula (Figs. 8A-E e 9B-E) que, no caule aéreo de *Dichaea trulla* (Fig. 8D) e nos

pseudobulbos de *Promenaea rollissonii*, *Promenaea xanthina*, *Zygopetalum mackayi* e *Zygopetalum maxillare* (Fig. 9B-E, respectivamente), apresenta-se bastante espessada.

Tanto nos caules como nos pseudobulbos, o córtex é formado por células parenquimáticas. Nos caules aéreos de *Dichaea pendula* (Fig. 8A), *Dichaea trulla* (Fig. 8D) e *Zygopetalum pedicellatum* (Fig. 8E), o córtex é estreito e nos pseudobulbos (Fig. 9) ele se apresenta mais desenvolvido, especialmente em *Hoehneella gehrtiana* com 22-23 camadas celulares. No caule aéreo de *Dichaea trulla*, aparecem células especializadas para o armazenamento de água, denominadas células claviformes (Fig. 8D).

Tanto nos caules aéreos como nos pseudobulbos, não aparece uma delimitação morfológica nítida entre a região cortical e o cilindro vascular (Fig. 8 e 9), exceto nos casos dos caules aéreos de *Dichaea trulla* e *Zygopetalum pedicellatum* (Fig. 8C,E) com um anel de células esclerificadas nesse limite. O parênquima fundamental dos pseudobulbos é formado por células grandes, armazenadoras de água e por células pequenas ricas em amiloplastos (Fig. 9B-C).

Os feixes vasculares agrupam-se na região central dos caules aéreos (Fig. 8A,C,E) e encontram-se distribuídos de forma dispersa nos pseudobulbos (Fig. 9A). Eles são colaterais e podem se apresentar totalmente envolvidos por células esclerificadas (Fig. 10B), exibir duas calotas de fibras adjacentes ao floema e xilema (Fig. 10D) ou várias camadas de células esclerificadas apenas adjacentes ao floema (Fig. 10A,C). Nos pseudobulbos de *Huntleya meleagris* (Fig. 10B), *Zygopetalum mackayi* e *Zygopetalum maxillare* (Fig. 10D) os feixes vasculares apresentam, também, duas camadas de células esclerificadas, separando o floema do xilema. Células esclerificadas portadoras de corpos esféricos de sílica (Fig. 10-A,B e D, setas) são comumente encontradas em associação com os feixes vasculares dos caules aéreos e pseudobulbos.

Cristais de estrutura flavonoídica aparecem nos pseudobulbos de *Promenaea rollisonii*, *Promenaea xanthina*, *Warczewiczella wailesiana* e *Zygopetalum maxillare* e nos caules aéreos de *Dichaea trulla* (Fig. 10E, Tab. 1), sendo que nesta última espécie também é freqüente a presença de grãos de amido. Cristais de oxalato de cálcio aparecem nas células do parênquima fundamental de todos os pseudobulbos (Tab. 1) enquanto que células parenquimáticas de paredes espessadas e altamente pontoadas são encontradas nos pseudobulbos de *Warczewiczella wailesiana*, *Zygopetalum mackayi* e *Zygopetalum maxillare* (Fig. 10F).

As figuras 11-12 mostram cortes transversais da região mediana de rizomas. Todos eles apresentam uma região cortical bem definida revestida por uma epiderme unisseriada e

cuticularizada. O córtex, pouco desenvolvido em relação ao cilindro vascular, é formado por células aproximadamente isodiamétricas com pequenos espaços intercelulares (Fig. 11 e 12). Ráfides de oxalato de cálcio são freqüentes nessa região em todas as plantas analisadas (Tab. 1).

O cilindro central é percorrido por inúmeros feixes vasculares colaterais, que apresentam várias camadas de células esclerificadas adjacentes ao floema (Fig. 11A-E, 12A-D). Embora os feixes vasculares se agrupem na região central dos rizomas, não se observa uma delimitação morfológica específica entre o córtex e o cilindro vascular, na maioria das espécies estudadas, exceto em *Zygopetalum maxillare* (Fig. 11E), *Koellensteinia tricolor* e *Promenaea xanthina* em que tal delimitação é dada pela presença de 1-3 camadas de células de paredes esclerificadas (Fig. 12B,D). Como nos pseudobulbos e caules aéreos, é freqüente nos rizomas a presença de corpos silicosos esféricos associados aos feixes vasculares.

Cristais flavonoídicos aparecem nas células parenquimáticas dos rizomas de *Dichaea trulla*, *Huntleya meleagris*, *Koellensteinia tricolor*, *Paradisanthus micranthus*, *Promenaea xanthina* e *Warczewiczella wailesiana* (Fig. 13C) enquanto que hifas de fungos são encontradas na região cortical dos rizomas de *Promenaea xanthina* e *Promenaea rollissonii* (Fig. 13A). Em *Paradisanthus micranthus*, *Warczewiczella wailesiana*, *Zygopetalum mackayi* e *Zygopetalum maxillare* (Fig. 13E) aparecem células com espessamento parietal ramificado e anastomosado.

Anatomia das folhas

As figuras 14-17 mostram cortes transversais da região mediana de folhas adultas das Zygopetalinae estudadas. Nota-se uma semelhança estrutural entre elas, que apresentam feixes vasculares maiores intercalados aos menores, exceto por *Dichaea pendula* e *Hoehneella gehrtiana* com feixes vasculares de tamanho semelhante.

Todas as folhas são recobertas por uma cutícula contínua (Fig. 14, 15), que se apresenta delgada (3-6 μm), em *Dichaea pendula* (Fig. 14A, 16A), *Hoehneella gehrtiana* (Fig. 14C, 16C), *Huntleya meleagris* (Fig. 14D, 16D), *Koellensteinia tricolor* (Fig. 14E, 16E), *Paradisanthus micranthus* (Fig. 14F, 16F), *Promenaea rollisonii* (Fig. 14G, 16G) *Promenaea xanthina* (Fig. 14H, 16H) e *Zygopetalum mackayi* (Fig. 15B, 16J) e espessa (7-12 μm), em *Dichaea trulla* (Fig. 14B, 16B), *Warczewiczella wailesiana* (Fig. 15A, 16I), *Zygopetalum maxillare* (Fig. 15C, 16K) e *Zygopetalum pedicellatum* (Fig. 15D, 16L).

As células epidérmicas, de tamanho similar em ambas às faces foliares (Fig. 16 e 17), apresentam-se arredondadas, retangulares, elípticas ou poligonais, em corte transversal. Os estômatos estão presentes unicamente na superfície abaxial, ocorrendo no mesmo nível das demais células epidérmicas (Fig. 17G-H), ou em posição ligeiramente superior, como em *Dichaea trulla*. Apresentam espessamento parietal na região de contato entre as células guardas, conferindo um aspecto triangular ao lúmen (Fig. 17G-H).

As folhas de *Dichaea pendula* (Fig. 17A,), *Dichaea trulla* (Fig. 14B, 17B), *Hoehneela gehrtiana* (Fig. 17C) e *Promenaea xanthina* (Fig. 14H, 17H) possuem 1-2 camadas de células aclorofiladas em posição subepidérmica, na face adaxial. As células dessa(s) camada(s) são maiores que as demais do mesofilo e formam uma hipoderme. O mesofilo é, em geral, estreito (6-10 camadas celulares), não se encontra diferenciado em parênquima paliçádico e lacunoso (Fig. 14-15) e suas células são arredondadas (Fig. 14A-F e H) ou elípticas (Fig. 14G).

Os feixes vasculares são colaterais e possuem calotas de células pericíclicas esclerificadas, adjacentes ao floema e xilema (Fig. 14); os de calibre maior podem estar completamente envolvidos por células esclerificadas do periciclo (Fig. 14B, 15B-C). A nervura central é formada por um único feixe colateral que, na maioria das espécies, é deslocado abaxialmente e circundado por células esclerificadas (Fig. 14 e 15). Em algumas espécies, como *Koellensteinia tricolor* (Fig. 14E), *Paradisanthus micranthus* (Fig. 14F), *Zygopetalum mackayi* (Fig. 15B) e *Zygopetalum maxillare* (Fig. 15C), o feixe da nervura central é bastante desenvolvido e ocupa quase toda a espessura do órgão. Em todas as folhas aparecem corpos de sílica nas células esclerificadas que envolvem os feixes vasculares (Fig. 17B,I).

No mesofilo de todas as espécies são encontradas células armazenadoras de água (Fig. 16A-C,E-G,J,L,ca). Grupos de fibras, não associados aos feixes vasculares, aparecem no mesofilo de *Zygopetalum mackayi*, *Zygopetalum pedicellatum* (Fig. 15B,D), *Huntleya meleagris* (Fig. 16D) e *Koellensteinia tricolor* (Fig. 17E), próximos à superfície abaxial, enquanto que hifas de fungos são encontradas próximo à face adaxial, das folhas de *Dichaea pendula*, *Koellensteinia tricolor* (Fig. 17D), *Promenaea xanthina* (Fig. 17F), *Zygopetalum mackayi* e *Zygopetalum maxillare*. No mesofilo de *Dichaea trulla*, *Hoehneella gehrtiana* e *Koellensteinia tricolor* observam-se idioblastos com ráfides, enquanto que nos de *Dichaea pendula* (Fig. 17B), *Hoehneella gehrtiana*, *Warczewiczella wailesiana* (Fig. 17I) e *Zygopetalum mackayi* aparecem grãos de amido em quantidade, particularmente, nas adjacências dos feixes vasculares.

4. Discussão

Raíz

Todas as raízes, aqui estudadas, são revestidas por um velame pluriestratificado cujas células possuem paredes delgadas. Pridgeon (1987), estudando a ontogenia de raízes de orquídeas, comprovou a origem do velame a partir de células da protoderme e definiu esse tecido como formado por células mortas, portadoras de paredes de espessamentos secundários, e preenchidas por ar quando não estão hidratadas.

Além de Orchidaceae, o velame é também encontrado em outras monocotiledôneas como Araceae, Liliaceae, Dioscoreaceae, Taccaceae, Amarilidaceae e Commelinaceae (Dahlgren e Clifford 1982). Constitui um tecido especializado que protege o interior da raiz evitando o aquecimento do órgão e a conseqüente perda de água (Pridgeon 1987), podendo, também, impedir o acúmulo excessivo desse elemento no órgão (Gonzaga e Gonzaga 1996). A presença do velame está associada ao hábito epifítico (Engard 1944, Dycus e Knudson 1957), embora esse tecido também possa ocorrer em orquídeas terrestres (Porembski e Barthlott 1988, Stern et al. 1993, Kurzweil et al. 1995). Espécies de orquídeas, cujas raízes não apresentam velame, são também relatadas na literatura (Singh 1986).

Nos representantes aqui estudados, o velame é formado por duas camadas de células em *Zygopetalum maxillare*, por três camadas em *Dichaea pendula*, *Dichaea trulla* e *Promenaea xanthina* e por quatro camadas em *Promenaea rollissonii, Huntleya meleagris*, *Warczewiczella wailesiana, Zygopetalum mackayi* e *Zygopetalum pedicellatum* (Tabela 1), a semelhança do descrito por Stern et al. (2004) para a maioria da Zygopetalinae por ele estudadas. Somente em *Koellensteinia tricolor* e *Paradisanthus micranthus* o velame é mais desenvolvido e apresenta seis camadas de células (Tabela 1) fato que pode ser explicado pelo hábito de crescimento terrestre, que predomina nesses dois gêneros.

O velame é constituído por endovelame e epivelame (Sanford e Adanlawo 1973), que tem a mesma origem das camadas mais profundas e possui células sem protoplasto na maturidade (Shushan 1974, Pridgeon 1987). Nas raízes de *Hoehneella gerhtiana*, *Huntleya meleagris*, *Paradisanthus micranthus*, *Promenaea rollissonii*, *Warczewiczella wailesiana* e *Zygopetalum mackayi*, o epivelame é formado por células menores que as do endovelame, enquanto que em *Dichaea pendula* e *Koellensteinia tricolor* as células do epivelame são papilosas, característica possivelmente associada a uma melhor absorção hídrica (Sanford e Adanlawo 1973, Pridgeon 1987). O endovelame é formado por células isodiamétricas com espessamentos parietais em forma de faixas ou linhas, cuja disposição e distância variam entre as espécies estudadas, conforme descrito para as Zygopetalinae estudadas por Stern et al.

(2004). De acordo com Benzing et al. (1983), as paredes das células do velame são de natureza celulósica e apresentam impregnação de lignina e suberina, em diferentes graus, cuja função é prover suporte mecânico e evitar o colapso celular durante a dessecação (Noel, 1974). Para a maioria das espécies aqui estudadas, o teste com Sudam III revelou a presença de suberina e a reação com Safra-Blaw indicou a presença de lignina, nas células do velame. Entretanto, conforme descrito para por Oliveira e Sajo (1999a) para *Dichaea bryophila*, nas espécies desse gênero (*D. pendula* e *D. trulla*) as células do velame não possuem lignina.

Células de cobertura, que auxiliam na condensação de água e outros vapores, são comuns na camada interna do velame das orquídeas (Pridgeon 1987), mas parecem estar ausentes em Zygopetalinae, pois não foram encontradas nas espécies aqui estudadas e nem naquelas descritas por Stern et al. (2004).

No córtex das raízes estudadas, a exoderme é uni-estratificada e suas células apresentam espessamento na parede tangencial externa, como observado por Oliveira e Sajo (1999a) para *Dichaea bryophila*. Segundo Haberlandt (1914), o conjunto velame-exoderme funciona como um sistema onde as células longas suberizadas/lignificadas da exoderme protegem o parênquima cortical do dessecamento e as células de paredes finas conduzem substancias nutritivas do velame para o tecido cortical. Internamente à exoderme, o tecido parenquimático possui muitos espaços intercelulares sendo comum, em todas as espécies aqui estudadas, a presença de idioblastos com ráfides nessa região, como observado por Stern et al. (2004) para as raízes das Zygopetalinae por eles estudadas. Segundo Metcalfe (1963), ráfides são comuns nos diferentes órgãos das Orchidaceae e também aparecem em outras monocotiledôneas, como Liliaceae, Arecaceae e Commelinaceae. Como em outras Zygopetalinae (Stern et al. 2004), a endoderme é unisseriada e suas células, isodiamétricas, apresentam espessamento em U, em todas as raízes.

Hifas de fungo aparecem no velame das raízes de *Dichaea trulla* e *Promenaea rollissonii* e na região cortical das de *Paradisanthus micranthus*, *Promenaea xanthina*, *Zygopetalum mackayi* e *Zygopetalum maxillare*. Segundo Arditti (1967), as associações endomicorrízicas são comuns nas orquídeas e se estabelecem na época da germinação favorecendo o desenvolvimento e o estabelecimento da planta por auxiliar na absorção de nutrientes. Muitas orquídeas mantêm essa associação durante toda a vida enquanto que outras se tornam independentes quando adultas (Arditti 1967, Sanford 1974). Conforme Sanford (1974), as orquídeas dependentes desta associação são parcialmente saprófitas, uma vez que, compostos orgânicos são fornecidos pelos fungos, tanto por difusão como por transporte ativo.

Porembski e Barthlott (1988) classificaram as raízes das orquídeas em 12 tipos, de acordo com a combinação de ocorrência dos seguintes caracteres: presença ou não de epivelame, número de camadas celulares do velame, tipo de espessamento na parede do velame e da exoderme e organização cortical. As raízes de todas as Zygopetalinae aqui estudadas correspondem ao tipo *Cymbidium* por possuírem epivelame, exoderme com espessamento tangencial externo e até oito camadas celulares no córtex. Essa uniformidade entre as raízes coincide com o descrito por Stern et al. (2004) e por Porembski e Barthlott (1988), para outras Zygopetalinae.

O xilema e o floema têm arranjo radial nas raízes e podem estar apenas na periferia do cilindro vascular ou se estender até o centro do órgão. O xilema é poliarco e a espécie com maior número de pólos de protoxilema (*Paradisanthus micranthus*, com 12) apresenta raízes de maior diâmetro; ao contrário, *Dichaea pendula* com oito pólos de protoxilema apresenta diâmetro reduzido (Tabela 1). Segundo Rütter e Stern (1992) e Rosso (1966), é provável que exista uma estreita relação entre o diâmetro da raiz e o número de pólos de protoxilema, já que esse número varia em diferentes raízes, da mesma espécie, e numa mesma raiz, em diferentes níveis.

A medula é formada por células parenquimáticas de paredes espessadas como em outras Zygopetalinae (Stern et al. 2004).

Caule aéreo, rizoma e pseudobulbo

Como em outras monocotiledôneas (Holttum 1955), o rizoma das espécies aqui estudadas é o órgão responsável pelo crescimento contínuo da planta e forma, periódicamente, novos ramos caulinares e/ou pseudobulbos e raízes. Segundo Holttum (1955), somente plantas com crescimento simpodial apresentam rizomas e, nesses casos, uma única planta pode cobrir uma considerável área de substrato crescendo e se espalhando, de forma indefinida, para atingir novas fontes de água e substâncias nutritivas. Nas espécies aqui estudadas, a forma de crescimento é simpodial, exceto por *Zygopetalum pedicellatum* com crescimento monopodial.

Rizomas e caules aéreos aparecem em *Dichaea pendula* e *Dichaea trulla* enquanto que *Koellensteinia tricolor*, *Paradisanthus micranthus*, *Promenaea rollissonii*, *Promenaea xanthina*, *Zygopetalum mackayi* e *Zygopetalum maxillare* possuem rizomas e pseudobulbos desenvolvidos. Em *Hoehneella gehrtiana* observa-se rizoma e um pseudobulbo bastante reduzido e em *Warczewiczella wailesiana* e *Huntleya meleagris* apenas um rizoma do qual nascem tufos de folhas de espaço em espaço.

Em geral, os rizomas exibem uma estrutura anatômica bastante uniforme: são revestidos por epiderme unisseriada, apresentam córtex parenquimático e numerosos feixes vasculares colaterais, distribuídos em mais de um anel no cilindro central. Essa organização anatômica é freqüente nos rizomas de Orchidaceae epífitas (Withner et al. 1974), mas no rizoma das terrestres a epiderme aparece apenas quando a estrutura é jovem, sendo destruída pelo constante desgaste, decorrente do atrito com o substrato. Devido a esse desgaste, nas regiões mais antigas dos rizomas de *Koellensteinia tricolor*, *Paradisanthus micranthus* e *Zygopetalum mackayi*, que possuem hábito terrestre, não se observa à epiderme.

Os caules aéreos de *Dichaea pendula*, *Dichaea trulla* e *Zygopetalum pedicellatum* são herbáceos e encontram-se revestidos por epiderme unisseriada e cuticularizada. A cutícula é bastante espessada, no caule de *D. trulla* e de outras espécies do gênero (Withner et al. 1974, Oliveira e Sajo 2001). Como nos rizomas, os caules aéreos apresentam uma região cortical e um cilindro central delimitados por um anel de células esclerificadas, no caso de *Dichaea trulla* e *Zygopetalum pedicellatum* e de outros representantes da mesmo subtribo (Pridgeon e Willians 1979, Pridgeon 1982, Scatena e Nunes 1996, Oliveira e Sajo 2001).

Ráfides de oxalato de cálcio são freqüentes no córtex dos rizomas e dos caules aéreos e cristais de natureza flavonoídica aparecem no parênquima cortical e medular dos rizomas de *Dichaea trulla*, *Huntleya meleagris*, *Koellensteinia tricolor*, *Paradisanthus micranthus*, *Promenaea xanthina* e *Warczewiczella wailesiana* (Tabela 1). Como em outras Orchidaceae (Rosso 1966, Scatena e Nunes 1996), grãos de amido são comuns nos rizomas e caules aéreos servindo como fonte de reserva para crescimentos periódicos, conforme indicado por Holttum (1955).

Os pseudobulbos possuem, em geral, uma organização interna bastante similar com epiderme unisseriada, desprovida de tricomas e estômatos, e recoberta por cutícula espessada. Internamente, encontra-se um tecido parenquimático com numerosos feixes vasculares distribuídos irregularmente. Como na maioria dos rizomas, não existe um limite definido entre a região cortical e o cilindro vascular, observando-se apenas uma maior concentração de feixes menores próximos à superfície do órgão.

Em *Zygopetalum mackayi*, a epiderme do pseudobulbo possui paredes espessadas e onduladas e nos demais representantes estudados as células epidérmicas do pseudobulbo possuem paredes estreitas e retas. Khasim e Mohana Rao (1990) também observaram células epidérmicas de paredes sinuosas em pseudobulbos de *Eria braccata* (tribo Podochileae, subfamília Epidendroideae).

O tecido parenquimático dos pseudobulbos é formado por células grandes, interpretadas como células armazenadoras de água, e por células pequenas que, comumente, contêm amido, indicando uma possível função de armazenamento, conforme sugerido por Haberlandt (1914), Pridgeon (1986) e Stern e Morris (1992). As células de reserva de água podem ser globosas e hialinas e podem ou não apresentar espessamento secundário nas suas paredes. Essas células são semelhantes às células armazenadoras de água, presentes em folhas e pseudobulbos de epífitas da África, e descritas por Olatunji e Nengim (1980) como elementos traqueoidais. Pridgeon (1982) denomina essas células de idioblastos com espessamentos em espiral e descreve sua presença em hipoderme e mesofilo de certas Pleurothallidinae.

Comparando-se os pseudobulbos com os rizomas, nota-se uma menor quantidade feixes vasculares colaterais nos primeiros. Withner et al. (1974) observaram que os rizomas contêm cerca de quatro vezes mais feixes vasculares que os pseudobulbos e interpretaram esse fato como uma das razões para o aspecto lenhoso dos rizomas, quando comparado com a relativa maciez dos pseudobulbos.

Folhas

Como na maioria das Zygopetalinae estudadas por Stern et al. (2004), todas as folhas são hipoestomáticas e possuem mesofilo homogêneo, formado por poucas camadas celulares e não diferenciado em parênquima paliçádico e lacunoso. As células da epiderme unisseriada são revestidas por cutícula lisa, cuja espessura varia de 3-6 até 7-12 µm. A espessura da cutícula foi usada como caráter taxonômico por Rosso (1966) que reconheceu, na subfamília Cypripedioideae (Orchidaceae), gêneros com folhas plicadas e cutícula estreita e gêneros com folhas conduplicadas e cutícula mais espessa. Entretanto, segundo Withner et al. (1974), o grau de espessamento da cutícula é determinado pela exposição ao sol sendo que folhas mais expostas tendem a exibir uma cutícula mais espessa, nas duas faces.

No caso das espécies aqui estudadas parece não haver uma relação direta entre a espessura da cutícula foliar e o ambiente ocupado pelas plantas. Por exemplo, nas duas espécies de *Promenaea*, que são típicas de lugares sombreados e crescem como epífitas nas partes mais baixas dos troncos, as folhas são recobertas por cutícula de mesma espessura que as de *Koellensteinia tricolor*, espécie característica de ambientes abertos como os campos rupestres. Da mesma forma, as folhas de *Zygopetalum mackayi*, que vive em ambientes

campestres e abertos, possuem cutícula com espessura semelhante às de *Zygopetalum maxillare*, que cresce principalmente em ambientes sombreados do interior de florestas.

Em todas as folhas estudadas, os estômatos ocupam o mesmo nível das células epidérmicas ou são ligeiramente projetados. Em geral, as células-guarda dos estômatos possuem paredes espessadas e apresentam projeções cuticulares formando uma câmara supra-estomática reduzida, como em outras Zygopetalinae (Stern et al. 2004). Segundo Bonates (1993) e Rasmussen (1987) câmaras supra-estomáticas, que mantêm um pequeno compartimento de ar úmido reduzindo a transpiração, são comuns em orquídeas epífitas que enfrentam altas temperaturas e pouca disponibilidade de água, como muitas das espécies aqui estudadas.

Em *Dichaea trulla*, *Dichaea pendula*, *Hoehneela gehrtiana*, *Huntleya meleagris* e *Promenaea xanthina*, as folhas possuem uma hipoderme adaxial formada por células aclorofiladas e maiores que as demais do mesofilo. Hipoderme foliar com células desenvolvidas aparece em muitas Orchidaceae, tendo sido descrita para *Palumbina candida*, *Odontoglossum convallarioides* e *Odontoglossum egertonii* (Ayensu e Williams 1972), para *Bulbophyllum andersonii* (Mohana Rao e Khasim 1987), para espécies de *Dresslerella* (Pridgeon e Williams 1979) e *Myoxanthus* (Pridgeon e Stern 1982), para determinadas Bletiinae (Khasim e Mohana Rao 1990) e para algumas Zygopetalinae (Oliveira e Sajo 1999b, Stern et al. 2004). A hipoderme é considerada a estrutura mais comum para armazenamento foliar de água, estando presente em espécies epífitas de Gesneriaceae, Ericaceae, Clusiaceae, Araliaceae e Bromeliaceae (Madison 1977). Segundo Haberlandt (1914) e Madison (1977), além de armazenar água, a hipoderme exerce um papel importante na economia de calor, especialmente nas epífitas com metabolismo CAM.

Como nas folhas de outras Zygopetalinae (Stern et al. 2004), os feixes vasculares são colaterais e encontram-se distribuídos em uma única série; apresentam calotas de células esclerificadas, adjacentes ao xilema e floema, ou encontram-se completamente envolvidos por células de paredes espessadas. A nervura central é formada por um único feixe colateral que, na maioria das espécies, é envolvido por células esclerificadas e encontra-se deslocado abaxialmente.

Grupos de células esclerificadas não associados aos feixes vasculares ocorrem somente no mesofilo de *Huntleya meleagris*, *Kollensteinia tricolor*, *Zygopetalum mackayi* e *Zygopetalum pedicellatum*. Esse caráter parece ser incomum nas Zygopetalinae, tendo sido descrito apenas para uma *Kollensteinia* e para duas espécies de *Zygopetalum* (Stern et al. 2004).

5. Comentários

As espécies aqui estudadas exibem, em geral, caracteres anatômicos que podem ser interpretados como adaptações à economia de água, elemento escasso em ambientes epifíticos como aqueles em que vive a maioria delas (Tab. 1). Além da presença do velame, que protege o interior da raiz evitando o aquecimento do órgão e a conseqüente perda de água (Pridgeon 1987), em todas as espécies, as folhas são hipoestomáticas e os estômatos encontram-se protegidos por projeções cuticulares, que formam um compartimento úmido dificultando a perda de água (Bonates 1993, Rasmussen 1987); possuem feixes vasculares envolvidos por fibras pericíclicas, que garantem um suporte mecânico em caso de perda excessiva de água e células armazenadoras de água no mesofilo. Em alguns representantes, as folhas apresentam hipoderme (Tab. 1) para o armazenamento de água e, em outras, grupos de células esclerificadas não associado aos feixes vasculares (Tab. 1) aumentam o suporte mecânico, durante períodos de desidratação. Além disso, várias espécies possuem pseudobulbos (Tab. 1), eixos caulinares dilatados que funcionam como estruturas armazenadoras de água e reservas (Betchel et al. 1981).

Adjacente aos feixes vasculares, células esclerificadas portadoras de corpos silicosos (estegmatas) aparecem em todos os órgãos e em maior número nos pseudobulbos (Tab. 1). Embora o papel da sílica, ainda não se encontre bem estabelecido, estegmatas são freqüentes em orquídeas epífitas xerófitas, e ausentes em orquídeas mesófitas terrestres, evidenciando alguma relação entre xerofitismo e sílica (M**θ**ller e Rasmussen 1984). Também os compostos flavonoídicos encontrados nos órgãos da maioria das espécies (Tab. 1) podem estar relacionados a um estresse hídrico, já que eles se associam aos radicais livres que são freqüentes em plantas sujeitas a pressões do ambiente (Yamasaki et al. 1997).

Alguns aspectos, como raízes do tipo *Cymbidium*, na classificação de Porembenski e Barthlott (1988), portadoras de velame pouco desenvolvido e de células endodérmicas com espessamento em U e folhas hipoestomáticas de mesofilo estreito, não diferenciado em pararênquima paliçádico são comuns a todas as espécies estudadas, tendo sido também descritos para as Zygopetalinae descritas por Stern et al. (2004). Eles corroboram os resultados de Chase et al. (2003), que reconhecem a subtribo Zygopetalinae como um grupo dentro da tribo monofilética Cymbidieae.

6. Referências bibliográficas

Arditti J. 1967. Factors affecting the germination of orchid seeds. *Botanical Review 33*: 1-95.

Ayensu ES, Williams NH.1972. Leaf anatomy of *Palumbina* and *Odontoglossum*, subgenus *Osmoglossum*. *American Orchid Society Bulletin 41*: 687-696.

Barros F. 1990. Diversidade taxonômica e distribuição geográfica das Orchidaceae brasileiras. *Acta Botanica Brasilica 4*: 177-187.

Benzing DH, Friedman WE, Peterson G, Renfrow A. 1983. Shootlessness, velamentous roots, and the pre-eminence of Orchidaceae in the epiphytic biotope. *American Journal of Botany 70*: 121-133.

Betchel H, Cribb P, Launert E. 1981. *The manual of cultivated orchid species.* Cambridge: The MIT Press.

Bonates LCM. 1993. Estudos ecofisiológicos de Orchidaceae da Amazônia II. Anatomia ecológica foliar de espécies com metabolismo CAM de uma campina da Amazonia central. *Acta Amazônica 23*: 315-348.

Braga PIS. 1977. Aspectos ecofisiológicos de Orchidaceae da Amazonia II. Anatomia ecológica foliar de espécies com metabolismo CAM de uma campina da Amazonia central. *Acta Amazonica 7*:1-89.

Bücherl W. 1962. *Técnica Microscópica.* São Paulo: Polígono.

Bukatsh F. 1972. Benerkemgem zeir doppelfarbeing astrablau-safranina. *Microkosmos 61*: 255-256.

Campos FADB. 2008. Considerações sobre a Família Orquidacea: taxonomia, antropismo, valor econômico e tecnologia. *O mundo da saúde 32*:383-392.

Chase MW, Soltis de, Soltis PS, Rudall PJ, Fay MF, Hahn WJ, Sullivan S, Joseph J, Molvray M, Kores PJ, Givnish TJ, Sytsma KJ, Pires JC. 2000. Higher-level systematics of the monocotyledons: An assessment of current knowledge and a new classification. In: Wilson KL, Morrison DA, eds. *Monocots: Systematics and Evolution*. Melbourne: CSIRO.

Chase MW, Freudenstein JF, Cameron KM. 2003. DNA data and Orchidaceae systematics: a new phylogenic classification. In: Dixon KW, Kell SP, Barrett RL, Cribb PJ. *Orchid conservation.* Kota Kinabalu, Sabah: Natural History Publications.

Costa AF. 1982. *Farmacognosia.* Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Dahlgren RMT, Clifford HT, Yeo PF. 1985. *The families of the Monocotyledons: structure, evolution and taxonomy.* Berlin: Springer-Verlag.

Dahlgren RMT, Clifford HT. 1982. *The Monocotyedons: A Comparative Study*. London: Academic Press.

Dressler RL. 1981. *The Orchids: natural history and classification*. Cambridge: Harvard University Press.

Dressler RL. 1987. Cladistic analysis of the Orchidaceae: a commentary. *Lindleyana 2*: 66-71.

Dressler RL.1993. *Phylogeny and classification of the orchid family*. Portland: Dioscorides Press.

Dressler RL. 2005. How many orchid species? *Selbyana 26*: 155-158.

Dressler RL, Chase MW. 1995. Whence the orchids? In: Rudall PJ, Cribb PJ, Cutler DF, Humphries CJ ed(s). *Monocotyledons: systematics and evolution.* Vol 1. London: Royal Botanic Gardens, Kew.

Dycus AM, Knudson L. 1957.The role of the velamen of the aerial roots of orchids. *Botanical Gazette 119*: 78-87.

Engard CJ. 1944. Morphological identity of the velamen and exodermis in orchid. *Botanical Gazette 105*: 457-462.

Garay LA. 1973.El complejo *Zygopetalum*. *Orquideologia 8*: 15-51.

Gonzaga MEB, Gonzaga ALA. 1996. Estrutura das orquídeas. *Boletim Catarinense de Orquídeas e Bromélias 4*: 2-3.

Haberlandt GFJ. 1914. *Physiological plant anatomy*. London: Macmillan & Co.

Holttum R. 1955. Growth habitats of monocotyledons: variations on a theme. *Phytomorphology 5*: 399-413.

Jansen WA. 1962. *Botanical histochemistry*. San Francisco: H.H. Freeman & Co.

Johansen DA. 1940. *Plant microtechnique*. New York: Mc Graw Hill.

Khasim SM, Mohana Rao PR. 1990. Anatomy in relation to taxonomy in some members of Epidendroideae (Orchidaceae). *Phytomorphology 40*: 243-250.

Kurzweil H, Linder, HP, Stern WL, Pridgeon AM. 1995. Comparative vegetative anatomy and classification of Diseae (Orchidaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society 117*: 171-220.

Madison M. 1977. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. *Selbyana 2*: 1-13.

Mauseth JD. 1995. *Botany: an introduction to plant biology*. Philadelphia: Sauders College Publishing.

Metcalfe CR. 1963. Comparative anatomy as a modern Botanical discipline. In: Preston RD. *Advances in botanical research, VI.* New York: Academic Press.

Mohana Rao PR, Khasim SM. 1987. Anatomy of three species of *Bulbophyllum* (Orchidaceae) with comments on their ecological adaptability and taxonomy. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences 97*: 391-397.

M**ø**ller JD, Rasmussen H. 1984. Stegmata in Orchidales character state distribution and polarity. *Botanical Journal of the Linnean Society 89*: 53-76.

Noel ARA. 1974. Aspects of cell wall structure and development of the velamen in *Ansellia gigantea* Reichb. f. *Annals of Botany 38*: 495-504.

Olatunji OA, Nengim RO. 1980. Occurrence and distribution of tracheoidal elements in the Orchidaceae. *Botanical Journal of the Linnean Society 80*: 357-370.

Oliveira VC, Sajo MG. 1999a. Root anatomy of nine Orchidaceae species. *Brazilian Archives of Biology and Technology 42*: 405-413.

Oliveira VC, Sajo MG. 1999b. Anatomia foliar de espécies epífitas de orquídeas. *Revista Brasileira de Botânica 22*: 365-374.

Oliveira VC, Sajo MG. 2001. Morfo-anatomia caulinar de nove espécies de Orchidaceae. *Acta Botanica Brasílica 15*: 177-188.

Pinheiro F, Barros F, Lourenço E.A. 2004. O que é uma orquídea? In: Barros F, Kerbauy, GB. (eds). *Orquidologia sul-americana: uma compilação científica.* São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente.

Porembski S, Barthlott W. 1988.Velamen radicum micromorphology and classification of Orchidaceae. *Nordic Journal of Botany 8*: 117-137.

Pridgeon AM, Williams NH. 1979. Anatomical aspects of *Dresslerella* (Orchidaceae). *Selbyana 5*: 120-134.

Pridgeon AM. 1982. Diagnostic anatomical characters in the Pleurothallidinae (Orchidaceae). *American Journal of Botany 69*: 921-938.

Pridgeon AM, Stern WL. 1982.Vegetative anatomy of *Myoxanthus* (Orchidaceae). *Selbyana 7*: 55-63.

Pridgeon AM. 1986. Anatomical adaptations in Orchidaceae. *Lindleyana 1*: 90-101.

Pridgeon AM. 1987. The velamem and exodermis of orchid roots. In: Arditti J (ed). *Orchid biology: reviews and perspectives.* Ithaca: Cornell University Press.

Pridgeon AM, Cribb PJ, Chase MA, Rasmussen FN (Eds). 2006. *Genera Orchidacearum,* vol. 4 - Epidendroideae (part one). Oxford: Oxford University Press.

Rasmussen H. 1987. Orchid stomata-structure, differentiation, function and phylogeny. In: Arditti J (ed). *Orchid Biology: reviews and perspectives, IV*. Ithaca: Cornell University Press.

Rosso SW. 1966.The vegetative anatomy of the Cypripedioideae (Orchidaceae). *Journal of the Linnean Society (Botany) 59*: 309-341.

Ruschi, A. 1997. *Orquídeas do estado do Espírito Santo*. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura.

Rütter BE, Stern WL. 1992. An assessment of quantitative features of velamen stratification and protoxylem strands in roots of Orchidaceae. *Lindleyana 9*: 219-225.

Sanford WW, Adanlawo I. 1973.Velamen and exodermis characters of West African epiphytic orchids in relation to taxonomic grouping and habitat tolerance. *Botanical Journal of the Linnean Society 66*: 307-321.

Sanford WW. 1974. The ecology of orchids. In: Withner CL (ed). *The orchids: scientific studies.* New York: John Wiley & Sons.
Scatena VL, Nunes AC. 1996. Anatomia de *Pleurothallis rupestris* Lindl. (Orchidaceae) dos campos rupestres. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 15*: 35-43.

Schultz, A.R. 1968. *Introdução ao estudo da botânica sistemática.* Porto Alegre: Globo.

Shushan S. 1974. In: Withner CL (ed). *The orchids: scientific studies*. New York: John Wiley & Sons.

Singh H. 1986. Anatomy of roots in some Orchidaceae. *Acta Botanica 14*: 24-32.

Soltis DE, Soltis PE, Endress PK, Chase MW. 2005. *Phylogeny and evolution of Angiosperms*. Sunderland: Sinauer Associates.

Souza CV, Lorenzi H. 2005. *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa: Plantarum.

Stern WL, Morris MW. 1992. Vegetative anatomy of *Stanhopea* (Orchidaceae) with special reference to pseudobulb water-storage cells. *Lindleyana 7*: 34-53.

Stern WL, Morris MW, Judd WS. 1993. Comparative vegetative anatomy and systematics of Spiranthoideae (Orchidaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society 113*: 162-197.

Stern WL, Judd WS, Carlsward BS. 2004. Systematic and comparative anatomy of Maxillarieae (Orchidaceae), *sans* Oncidiinae. *Botanical Journal of the Linnean Society 144*: 251-274.

Withner CL, Nelson PK, Wejksnora PJ. 1974. The anatomy of orchids. In: Withner CL (ed). *The orchids: scientif studies*. New York: John Wiley & Sons.

Whitten WM, Williams NH, Chase MW. 2000. Subtribal and generic relationships of Maxillarieae (Orchidaceae) with emphasis on Stanhopeinae: Combined molecular evidence. *American Journal of Botany 87*: 1842-1856.

Whitten WM, Williams NH, Dressler RL, Gerlach G, Pupulin F. 2005.Generic relationships of Zygopetalinae (Orchidaceae: Cymbidieae): combined molecular evidence. *Lankesteriana 5*: 87-107.

Williams NH. 1979. Subsidiary Cells in the Orchidaceae: Their General Distribution with Special Reference to Development in the Oncidieae. *Botanical Journal of the Linnean Society 78*: 41-66.

Yamaguchi DR. 2008. Estudos foliares em doze espécies de Orchidaceae (Subtribo Pleurothallidinae – Gêneros *Brachionidium* Lindl., *Echinosepala* Pridgeon & M.W. Chase, *Myoxanthus* Poepp. & Endl., *Octomeria* R. Br., *Pleurothallopsis* Porto & Brade. Unpublished D. Phil. Thesis, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente.

Yamasaki H, Sakihama Y, Ikehara N. 1997. Flavonoid-peroxidase reaction as detoxification mechanism of plant cell against H_2O_2. *Plant Physiology 19*:481-486.

ANEXOS

ANEXO A – TABELA: CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DOS ÓRGÃOS VEGETATIVOS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

Tabela 1- Características observadas nas Zygopetalinae. Ambiente: CE = cerrado, FD = floresta ombrófila densa, FM = floresta ombrófila mista, FS = floresta estacionária semidecidual, RE = restinga. Ca = caule aéreo, F = folhas, Fv = feixes vasculares, M = mesofilo, P = pseudobulbo, R = raiz, Rz = rizoma.

	Ambiente	**Hábito de crescimento**	**Tipo de caule**	**Raiz**		**Folha**			**Idioblasstos**					
				Velame camadas	**Endoderme espessamento**	**Comprimento X largura**	**Cutícula (µm)**	**Hipoderme**	**Células esclerificadas**	**Ráfides**	**Flavonóides**	**Amido**	**Estegmata**	**Célula armazenadora de água**
Dichaea pendula	FD, FM	Epífita	Ca	3	U	1,5 x 0,5	3-6	Presente	Fv	R	Ausente	Ca	Ca, F	Ca, F
Dichaea trulla	FD, FM	Epífita	Ca	3	U	7 x 0,2	7-12	Presente	Fv	F, R	Ca	Ca	Ca, F	F
Hoehneella gerhtiana	FD	Epífita	Rz, P	5	U	7 x 2,5	3-6	Presente	Fv	F, P, R, Rz	Ausente	P, Rz	F, P, Rz	F, P
Huntleya meleagris	FM, FS	Epífita	Rz	4	U	10 x 2,5	3-6	Presente	Fv, M	R, Rz	Rz	Rz	F, P	F
Koellensteinia tricolor	FD	Terrestre	Rz, P	6	U	49,5 x 4,3	3-6	Ausente	Fv, M	F, P, R, Rz	Rz	Rz	F, P, Rz	F, P
Paradisanthus micranthus	FD, RE	Terrestre	Rz, P	6	U	44 x 5,4	3-6	Ausente	Fv	P, R, Rz	Rz	P, Rz	F, P, Rz	F, P
Promenaea rollisonii	FM, FS	Epífita	Rz, P	4	U	7,5 x 1,5	3-6	Ausente	Fv	P, R, Rz	P	P, Rz	F, P, Rz	F, P
Promenaea xanthina	FD	Epífita	Rz, P	3	U	9,5 x 1,5	3-6	Presente	Fv	P, R, Rz	P, Rz	Rz	F, P, Rz	F, P
Warczewiczella wailesiana	FD	Epífita	Rz	4	U	13 x 2,5	7-12	Ausente	Fv	R, Rz	P, Rz	P, Rz	F, Rz	F
Zygopetalum mackayi	FM, CE	Terrestre Rupícula	Rz, P	4	U	25 x 3,8	3-6	Ausente	Fv, M	P, R, Rz	Ausente	Rz	F, P, Rz	F, P
Zygopetalum maxillare	FM	Epífita	Rz, P	2	U	12 x 3,0	7-12	Ausente	Fv	P, R, Rz	P	Rz	F, P, Rz	F, P
Zygopetalum pedicellatum	FD	Terrestre	Ca	4	U	15 x 3,0	3-6	Ausente	FV, M	F, R	Ausente	Ca	Ca, F	Ca, F

ANEXO B

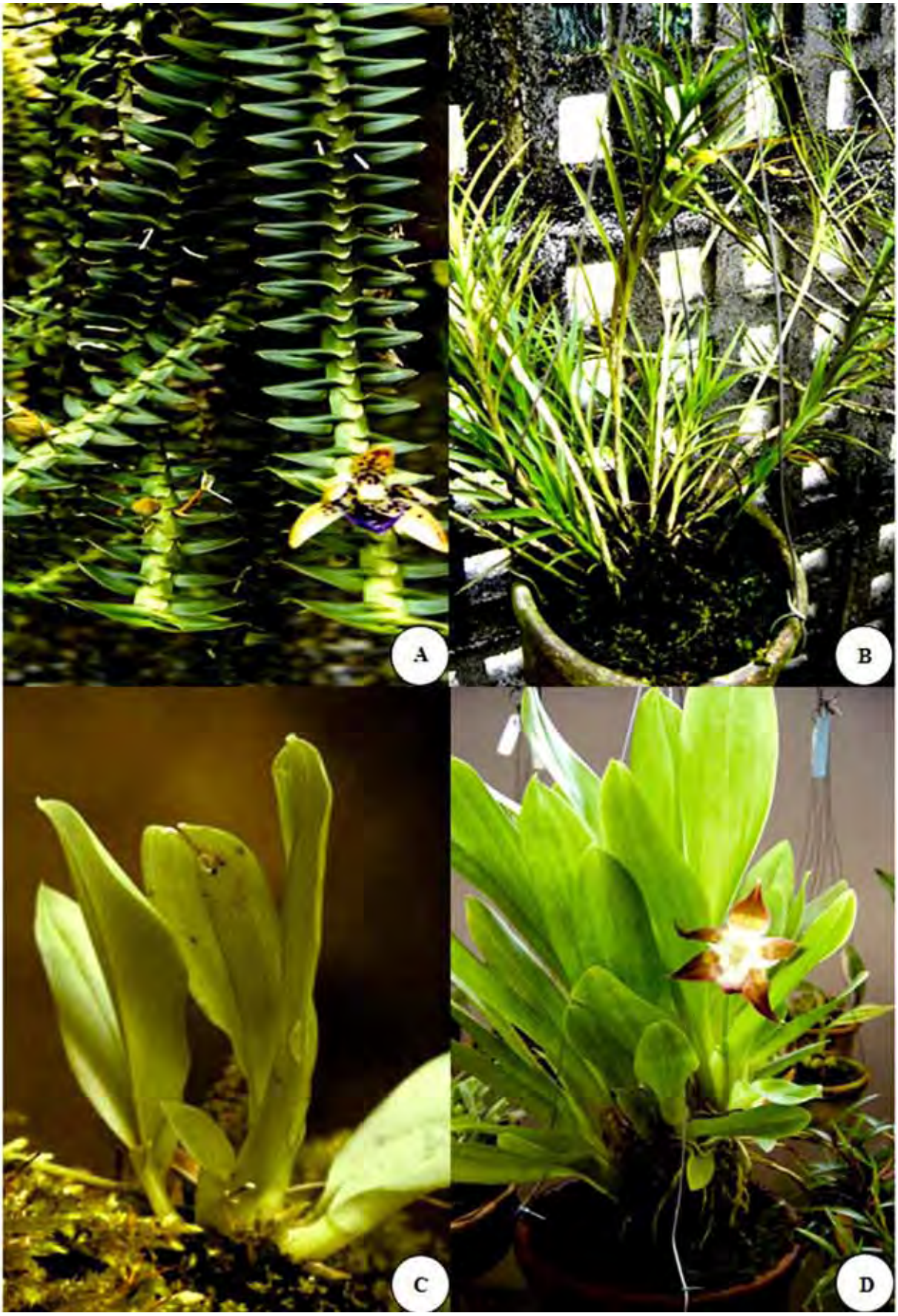

Figura 1. Aspectos morfológicos das espécies estudadas. A. *Dichaea pendula*, B. *Dichaea trulla*, C. *Hoehneella gerhtiana*, D. *Huntleya meleagris*.

Figura 2. Aspectos morfológicos das espécies estudadas. A. *Koellensteinia tricolor*, B. *Paradisanthus micranthus*, C. *Promenaea rollisonii*, D. *Promenaea xanthina*.

Figura 3. Aspectos morfológicos das espécies estudadas. A. *Warczewiczella wailesiana*, B. *Zygopetalum mackayi*, C. *Zygopetalum maxillare*, D. *Zygopetalum pedicellatum*.

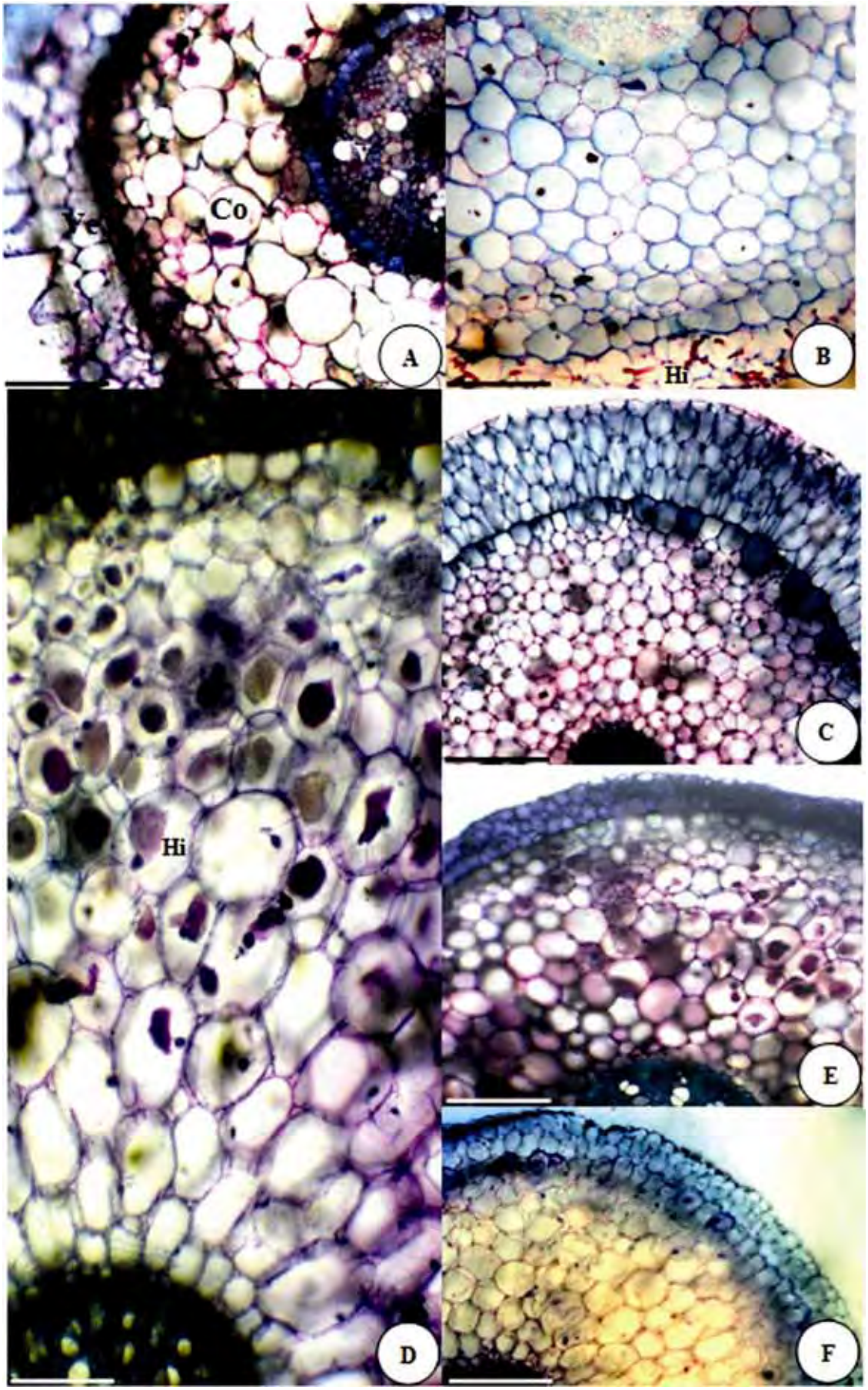

Figura 4. Cortes transversais de raízes mostrando a estrutura geral (A, B, D, F) e a região do velame e córtex (C, E). A. *Dichaea pendula*, B. *Dichaea trulla*, C. *Huntleya meleagris*, D. *Zygopetalum mackayi*, E. *Zygopetalum maxillare*, F. *Warczewiczella wailesiana.* Ve = velame, Co = córtex; Cv = cilindro vascular; Hi = Hifas de fungos. Barras: A e B = 100 μm; C, E e F = 200 μm; D = 50 μm.

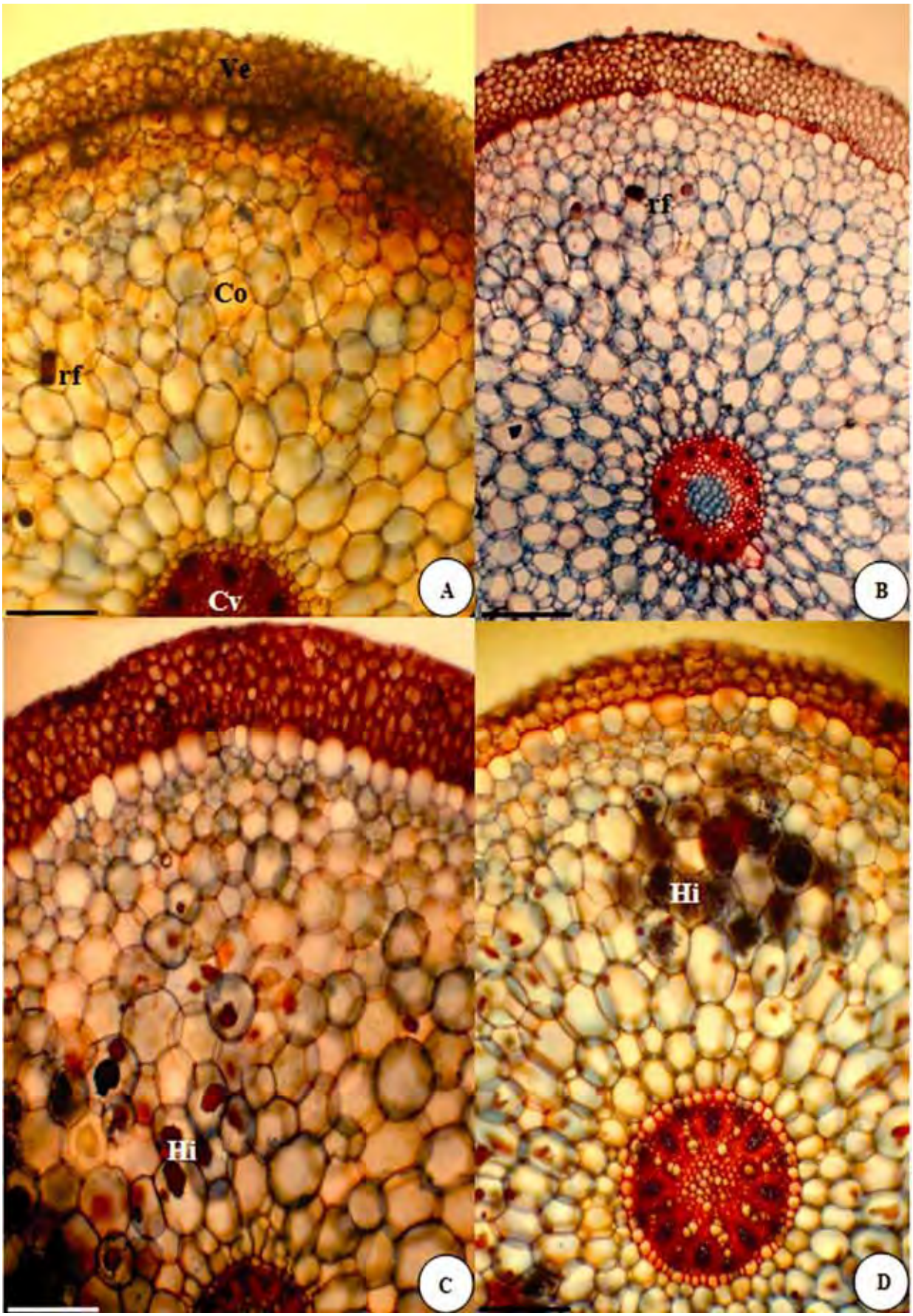

Figura 5. Cortes transversais de raízes mostrando a estrutura geral. A, *Hoehneela gehrtiana* B, *Koellensteinia tricolor*. C, *Paradisanthus micranthus*. D, *Promenaea xanthina*. Ve = velame; Co = córtex; Cv = cilindro vascular; Hi = Hifas de fungos; rf = ráfides. Barras: A, C e D = 50 µm; B = 200 µm.

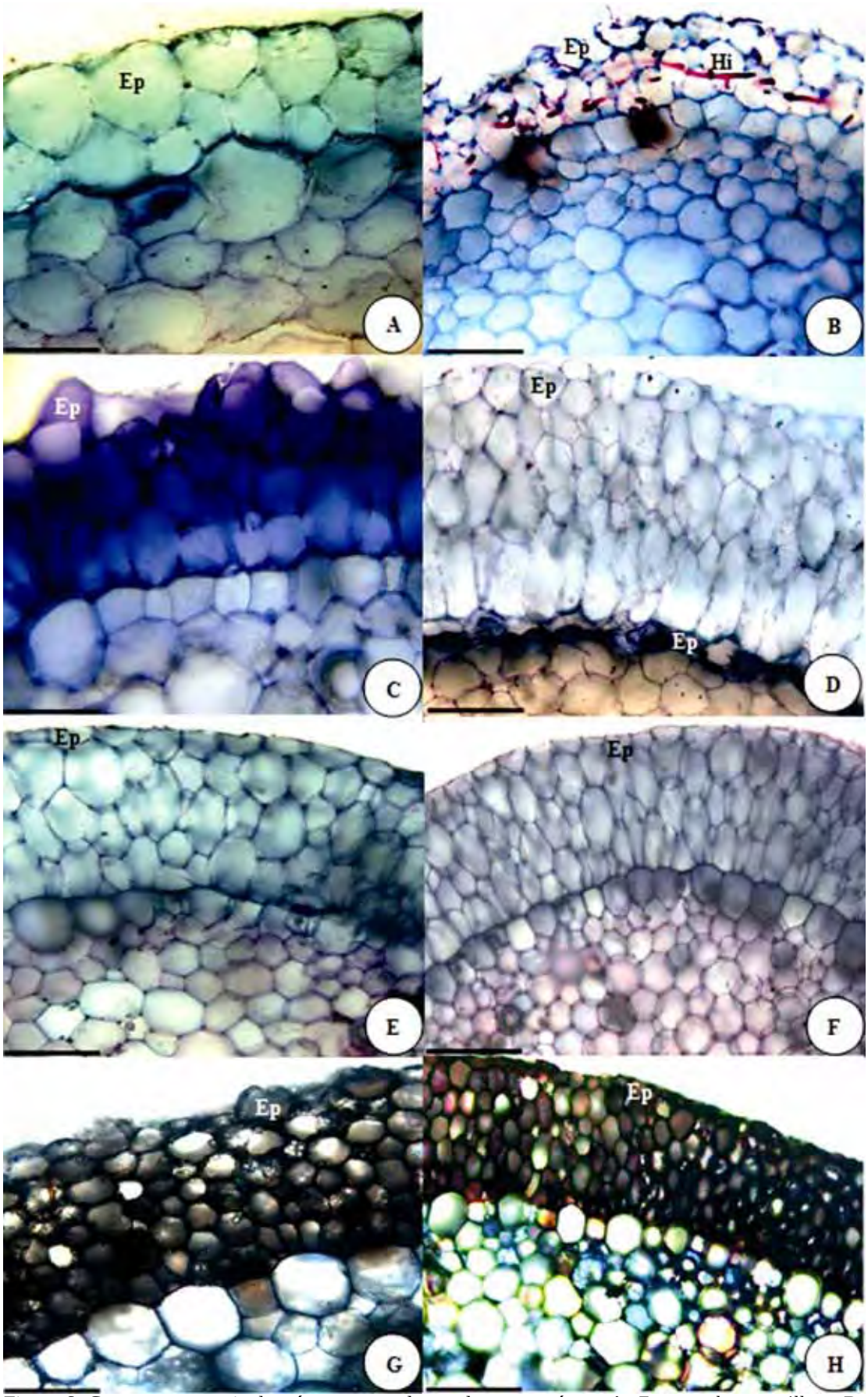

Figura 6: Cortes transversais de raízes mostrando o velame e o córtex. A. *Zygopetalum maxillare*, B. *Dichaea pendula*, C. *Dichaea trulla*, D. *Warczewiczella wailesiana*, E. *Huntleya meleagris*, F. *Zygopetalum mackayi*, G. *Koellensteinia tricolor*, H. *Paradisanthus micranthus* Ep = Epivelame; Hi = Hifas de fungos. Barras: A e C = 50 μm; B, D-H = 100 μm.

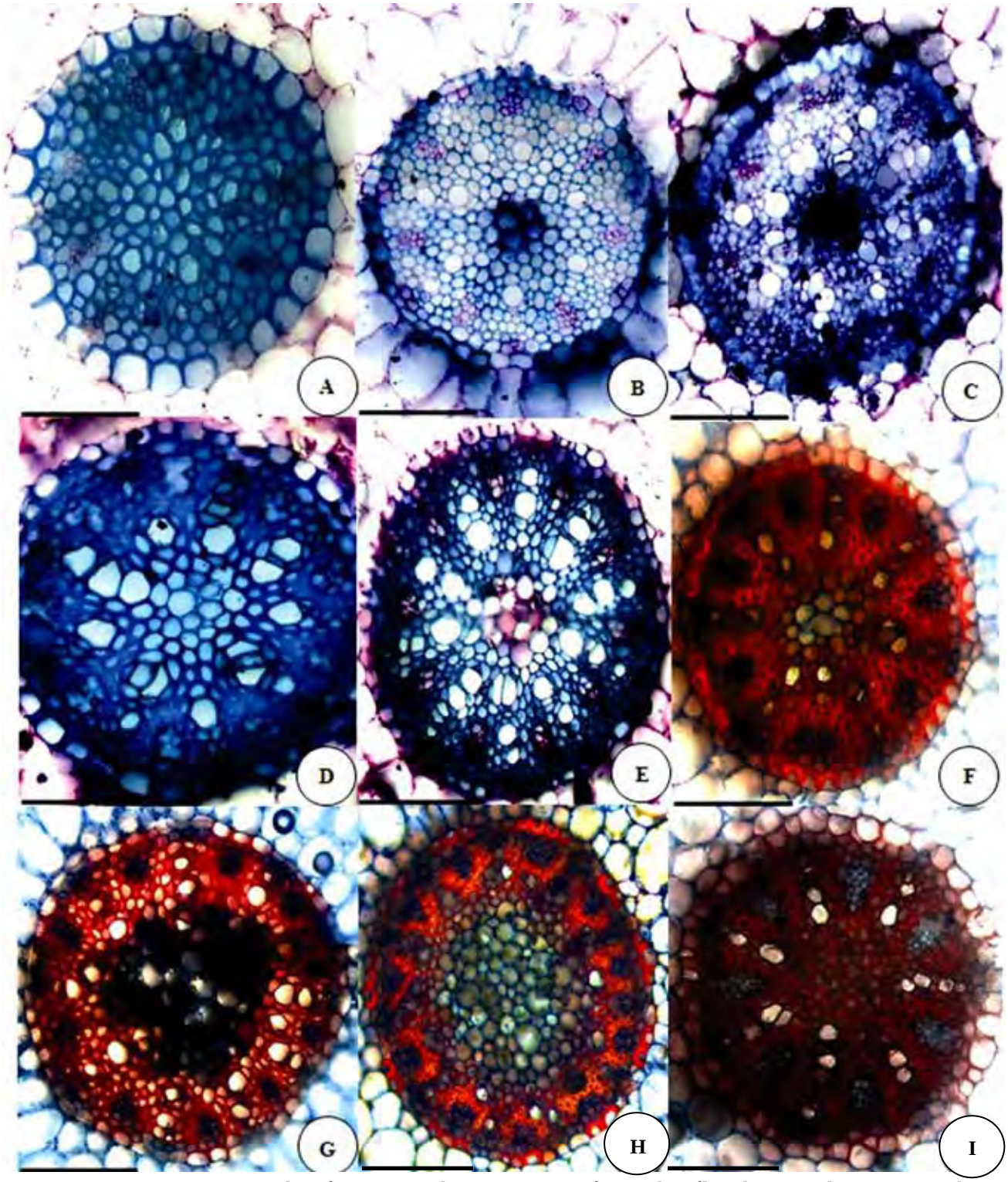

Figura 7: Cortes transversais de raízes mostrando variação no número de pólos de protoxilema. A. *Huntleya meleagris* B. *Warczewiczella wailesiana*, C. *Dichaea pendula*, D. *Zygopetalum maxillare*, E. *Zygopetalum mackayi*, F. *Hoehneela gerhtiana*, G. *Koellensteinia tricolor*, H. *Paradisanthus micranthus*, I. *Promenaea xanthina*. Barras: A-I = 100 μm.

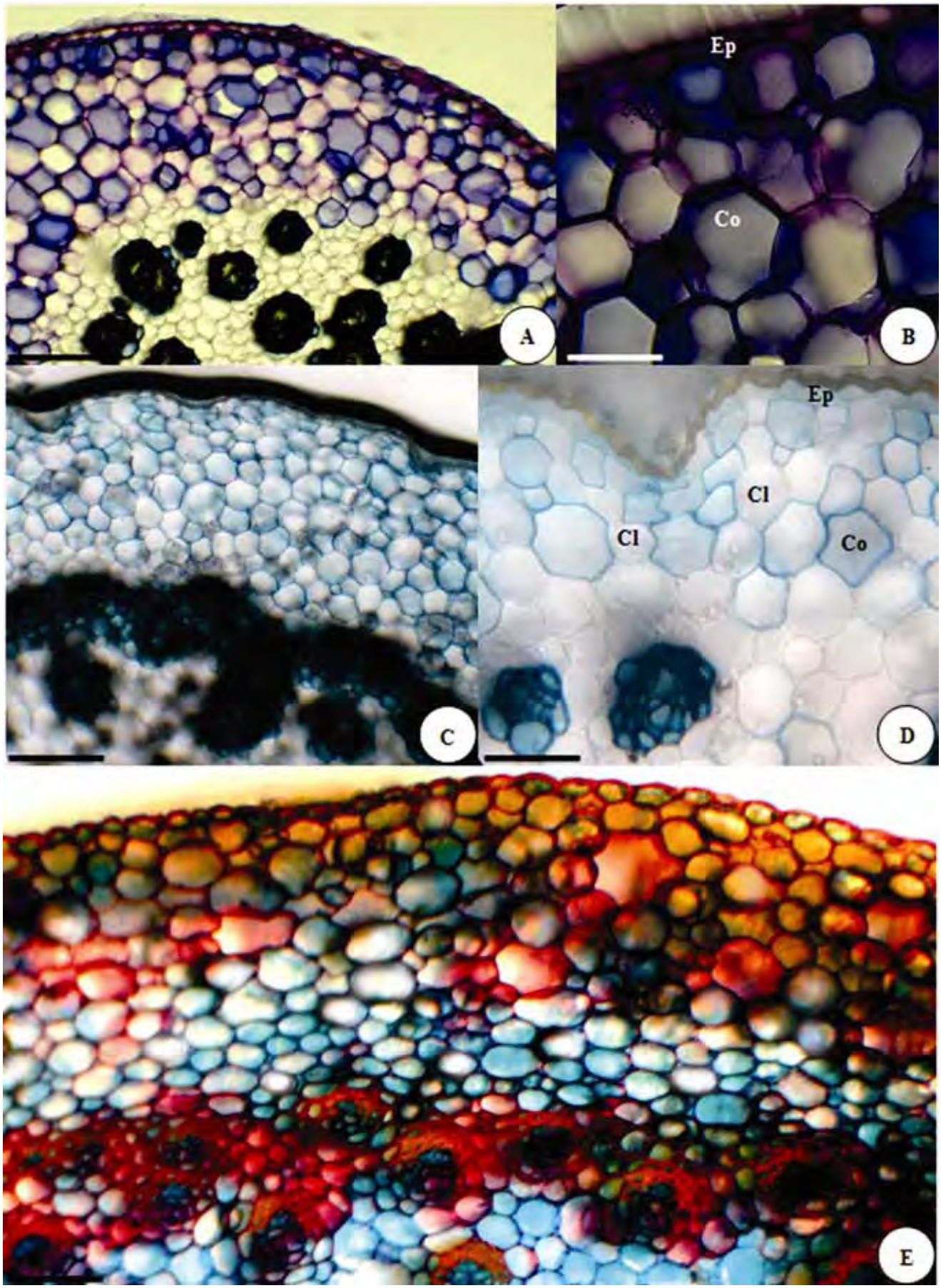

Figura 8: Cortes transversais dos caules aéreos. A,B, *Dichaea pendula*. C,D, *Dichaea trulla*. C, *Zygopetalum pedicellatum*. Ep = epiderme; Cl = célula claviforme; Co = córtex. Barras: A, C e E = 150 μm; B e D = 50 μm.

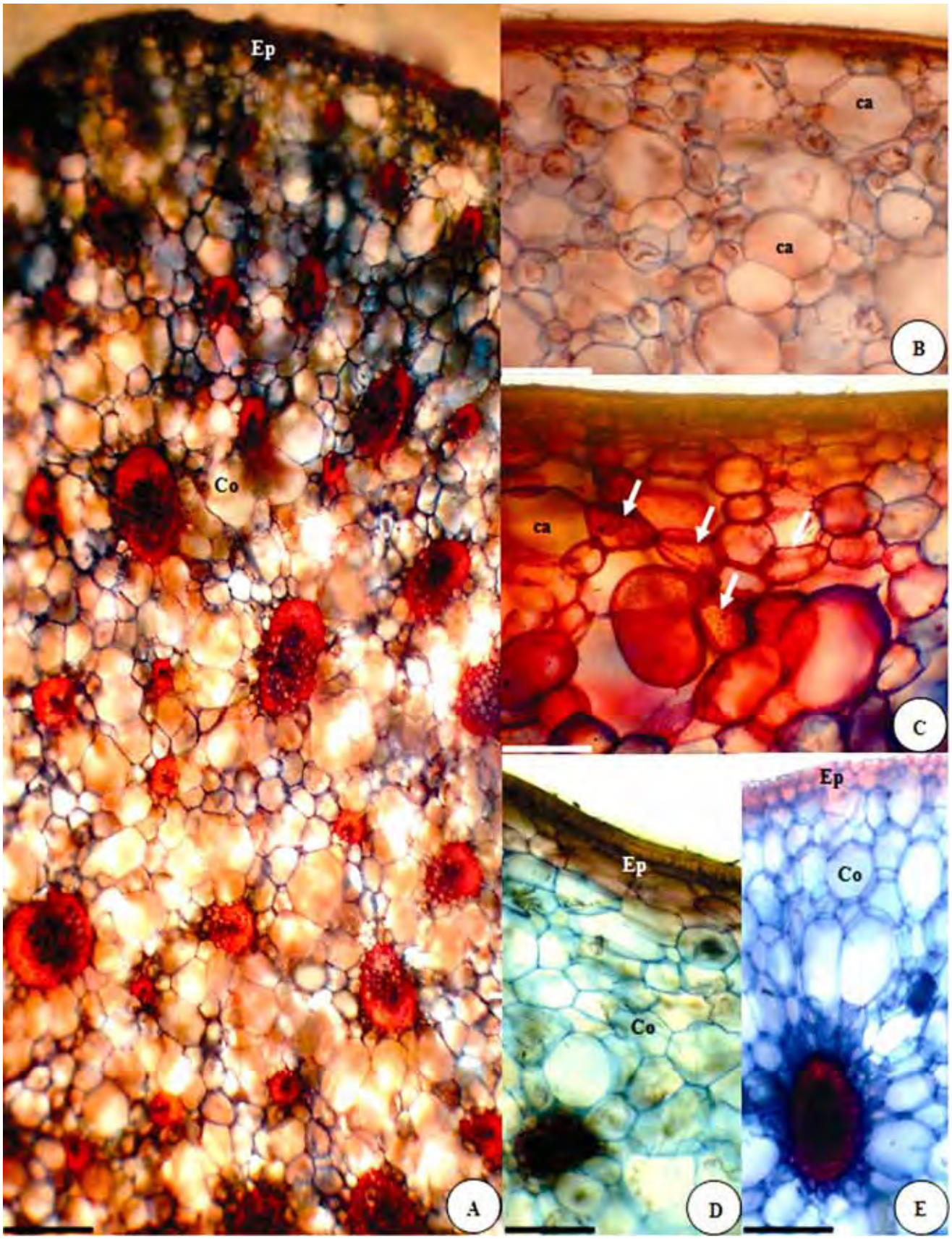

Figura 9: Cortes transversais de pseudobulbos na região mediana. A, *Paradisanthus micranthus*. B, *Promenaea rollisonii.* C, *Promenaea xanthina*.. D, *Zygopetalum mackayi*. E. *Zygopetalum maxillare*. ca = células armazenadoras de água; Ep = epiderme; Co = Córtex; Setas = células de paredes pontuadas Barras: A-E = 100 μm;

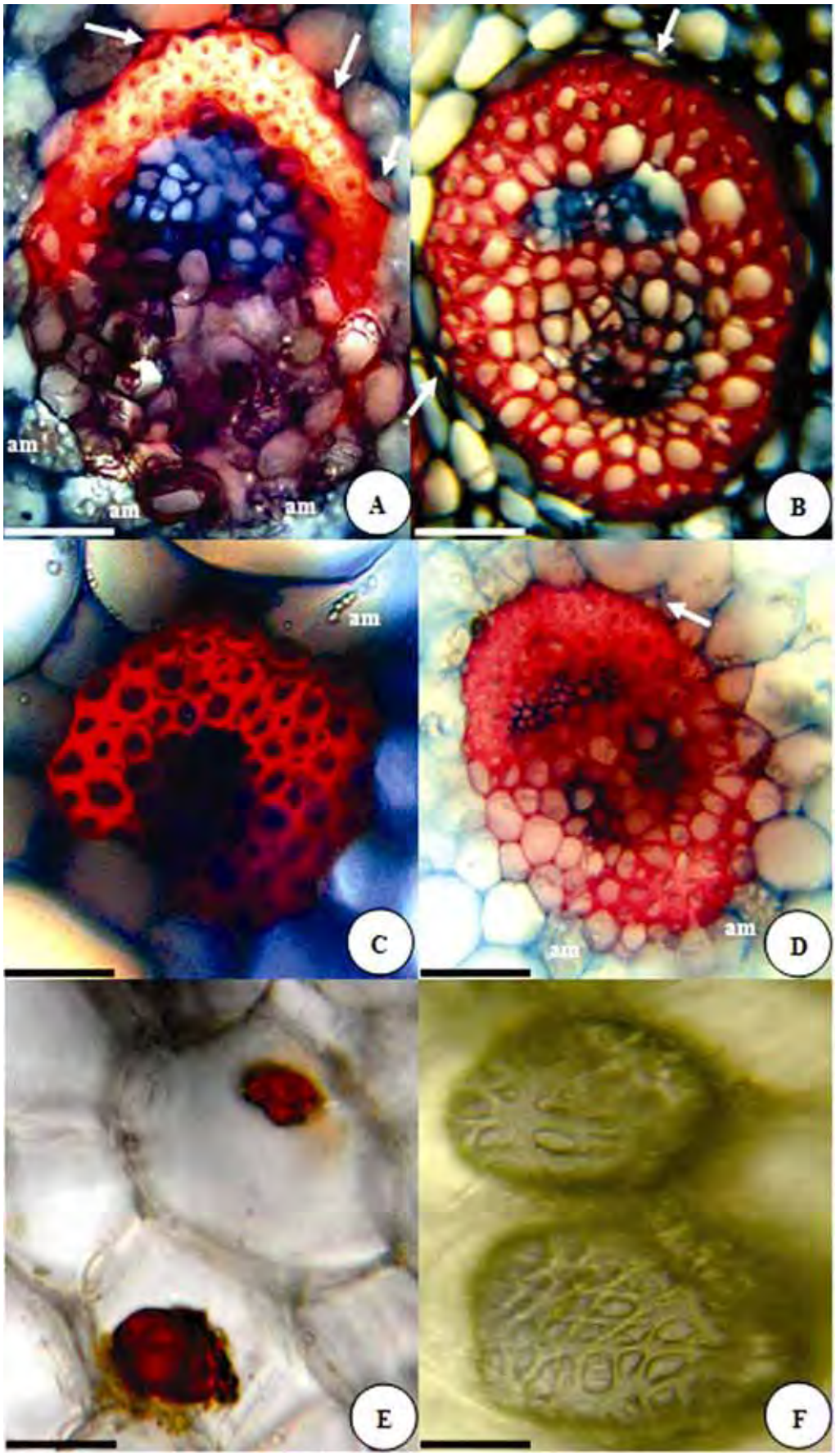

Figura 10: Cortes transversais de pseudobulbos e caule aéreo na porção mediana. Em, A. *Hoehneela gehrtiana*, B. *Huntleya meleagris*, C. *Paradisanthus micranthus*, D. *Zygopetalum maxillare* feixes vasculares. E, *Dichaea trulla*, cristais flavonoídicos, F, *Zygopetalum maxillare*, células parenquimáticas com paredes espessadas e pontoadas. am = amido; setas = estegmatas. Barras: A-B, D-E = 100 μm; C-F = 50 μm.

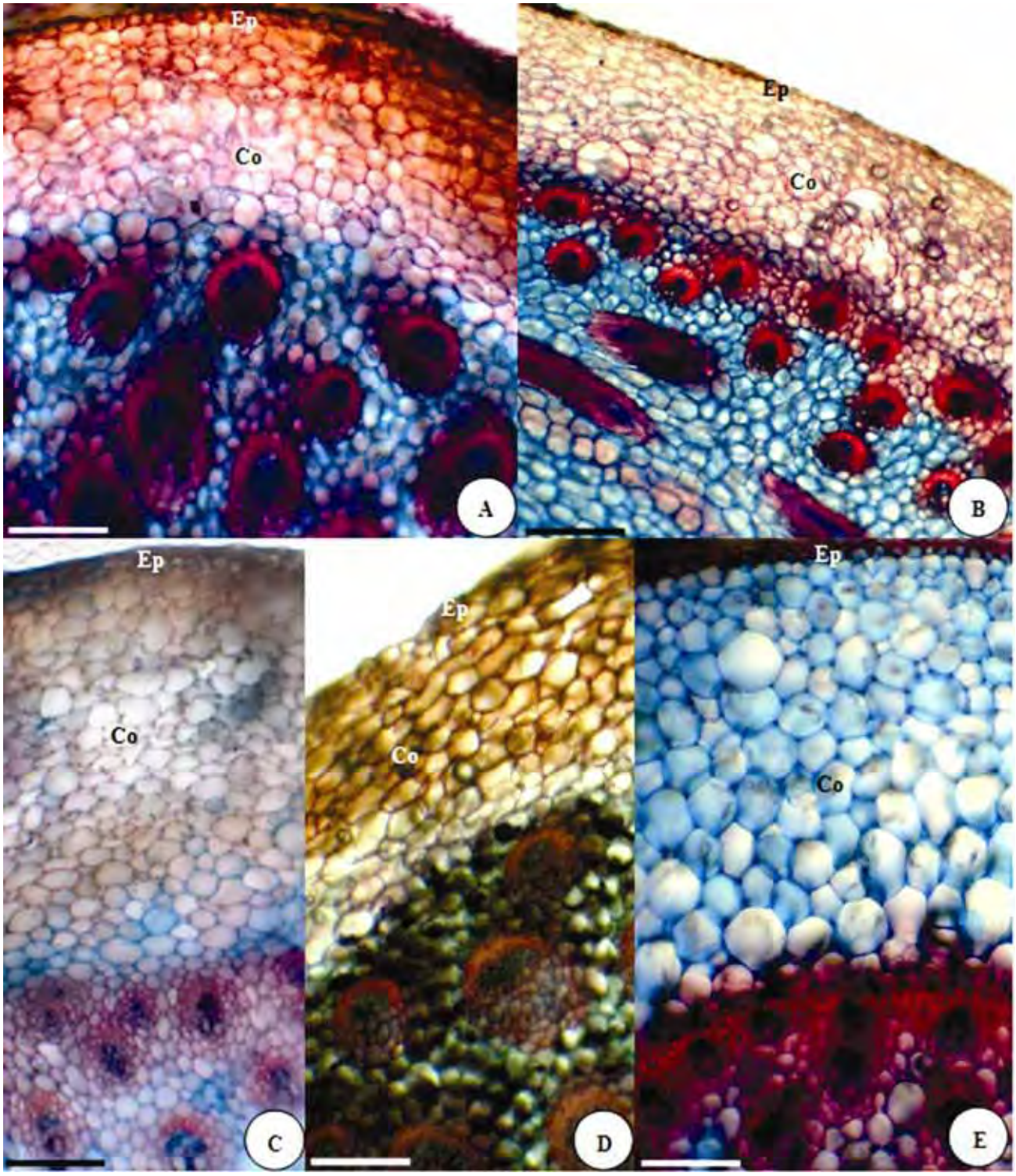

Figura 11: Cortes transversais de rizomas. A, *Promenaea rollissonii*. B, *Warczewiczella wailesiana*. C, *Huntleya meleagris*. D, *Zygopetalum mackayi*. E. *Zygopetalum maxillare*. Ep = epiderme; Co = Córtex. Barra = 100 μm.

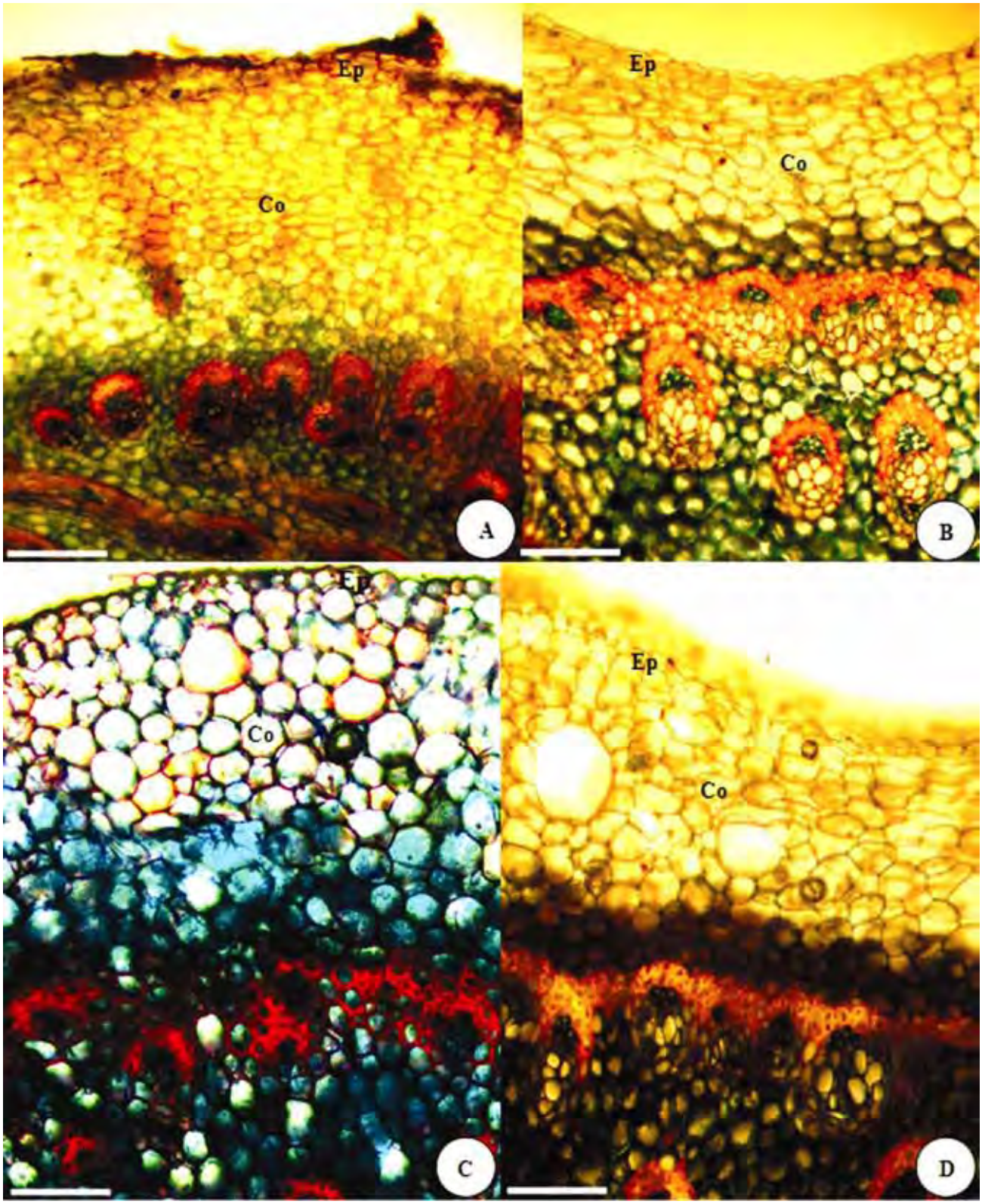

Figura 12: Cortes transversais de rizomas. A, *Hoehneella gehrtiana*. B, *Koellensteinia tricolor*. C, *Paradisanthus micranthus*. D, *Promenaea xanthina*. Ep = epiderme; Co = Córtex. Barra = 100 μm.

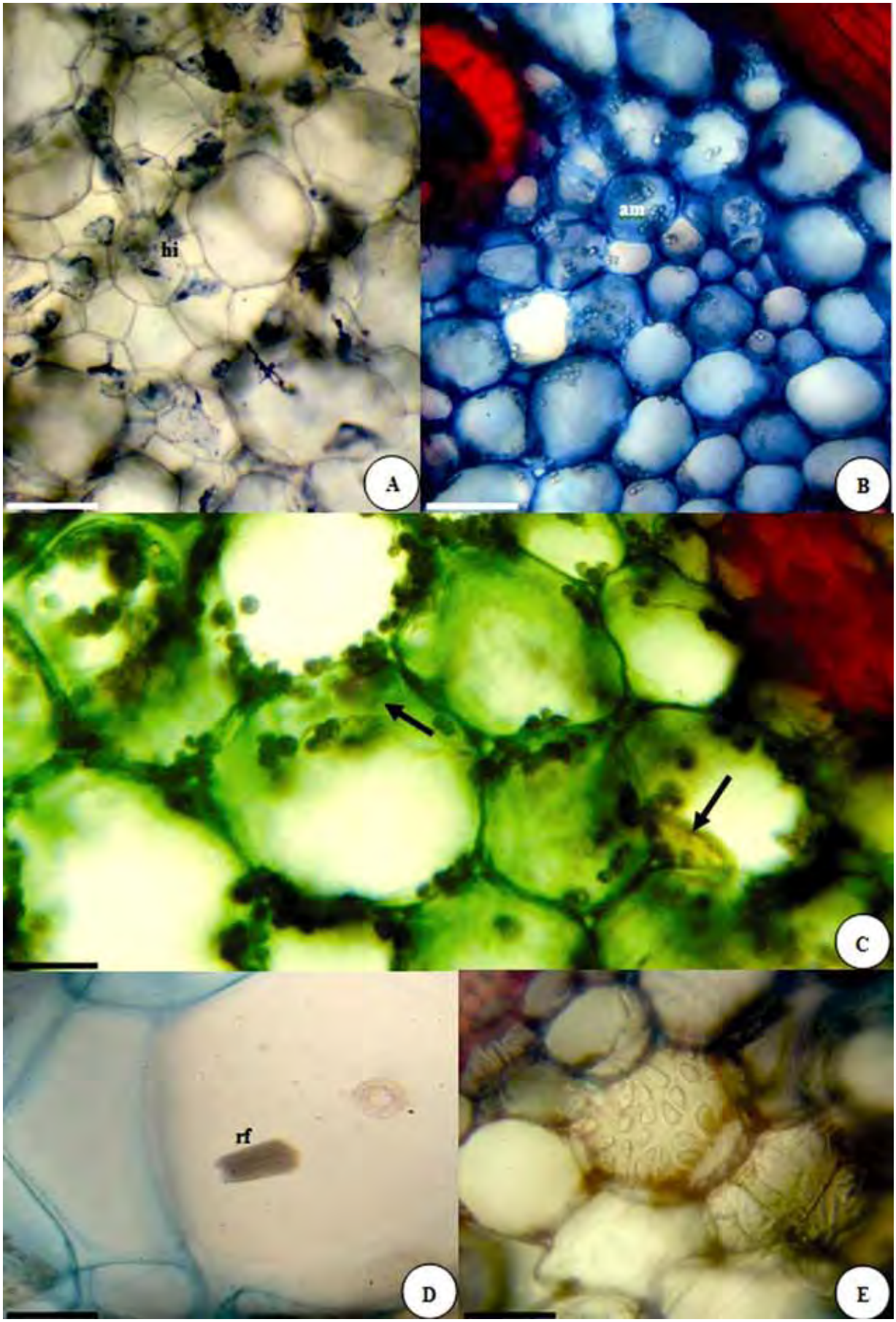

Figura 13: Cortes transversais de rizomas na região central. A, *Promenaea rollissonii*, hifas de fungos. B-C, *Warczewiczella wailesiana*, grãos de amido e cristais flavonoídicos, respectivamente. D, *Zygopetalum mackayi*, ráfides. E, *Zygopetalum maxillare*, células parenquimáticas com paredes espessadas e pontoadas. am = amido; hi = hifas de fungos; rf = ráfides; setas = cristais flavonoídicos. Barra: A e C = 50 μm; B-E = 10 μm.

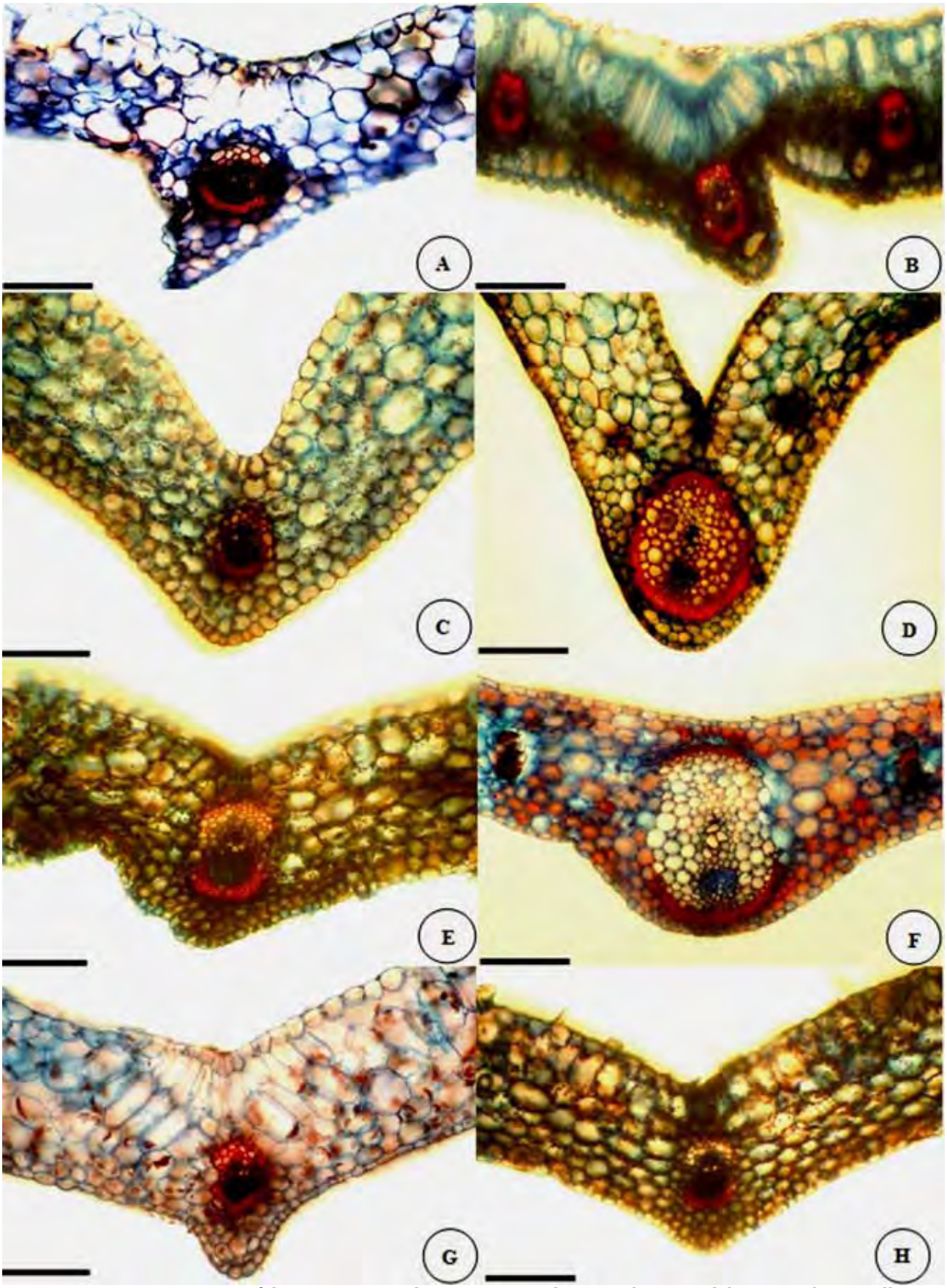

Figura 14: Cortes transversais foliares na região da nervura central. A, *Dichaea pendula*. B, *Dichaea trulla*. C, *Hoehneela gehrtiana*. D, *Huntleya meleagris*. E, *Koellensteinia tricolor*. F, *Paradisanthus micranthus*. G, *Promenaea rollisonii*. H, *Promenaea xanthina*. Barra = 100 µm.

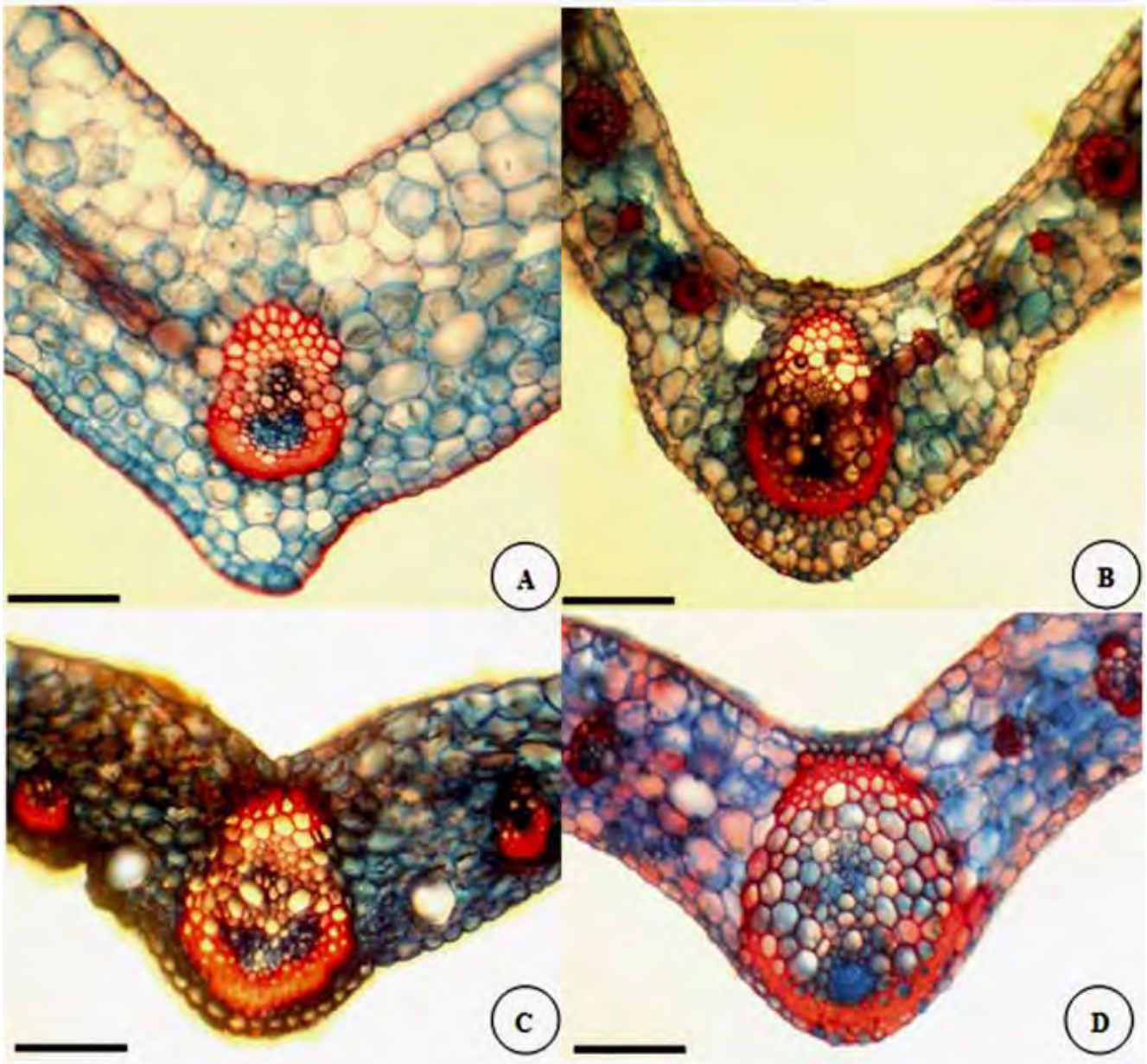

Figura 15: Cortes transversais foliares na região da nervura central. A, *Warczewiczella wailesiana*. B, *Zygopetalum mackayi*. C, *Zygopetalum maxillare*, D, *Zygopetalum pedicellatum*. Barra = 100 µm.

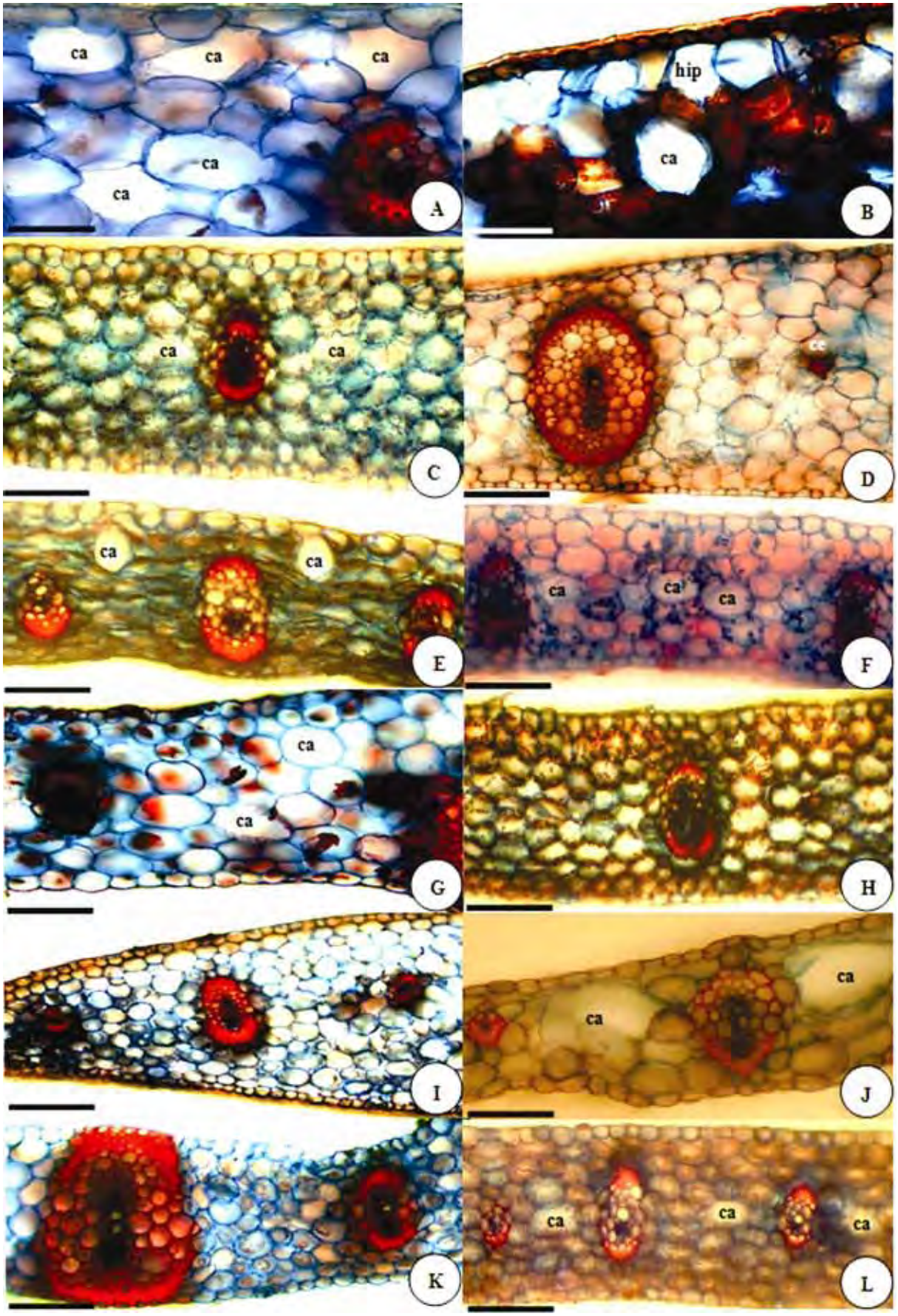

Figura 16: Cortes transversais foliares na região lateral. A, *Dichaea pendula*. B, *Dichaea trulla*. C, *Hoehneela gehrtiana*. D, *Huntleya meleagris*. E, *Koellensteinia tricolor*. F, *Paradisanthus micranthus*. G, *Promenaea rollisonii*. H, *Promenaea xanthina*. I, *Warczewiczella wailesiana*. J, *Zygopetalum mackayi*. K, *Zygopetalum maxillare*. L, *Zygopetalum pedicellatum*. Ca = células armazenadoras de água, ce = células esclerificadas. Barra = A-B e J = 50 µm; C-I, K-L = 100 µm.

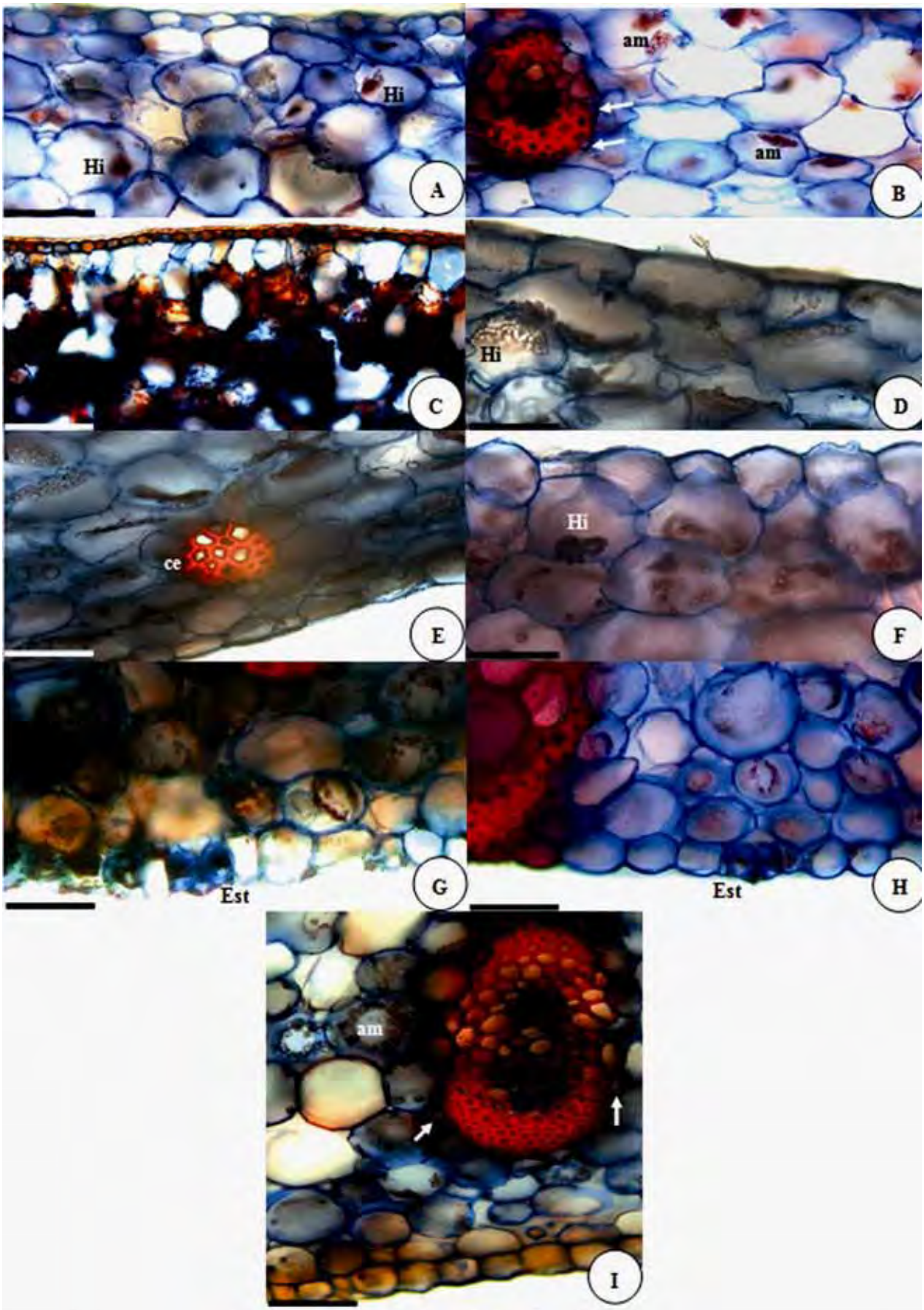

Figura 17: Cortes transversais foliares mostrando a face adaxial, abaxial, idioblastos, características xeromórficas e feixes condutores. A e B *Dichaea pendula*. C, *Dichaea trulla*. D e E *Koellensteinia tricolor*. F, *Promenaea xanthina*. G, *Zygopetalum mackayi*. H, *Zygopetalum maxillare*. I, *Warczewiczella wailesiana*. am = amido; Ce = células esclerificadas; Est = estômato; Hi = hifas de fungos; Setas = estegmatas. Barra = 100 µm.