

18. *Maxillaria rudolfi* Hoehne.



Figura 68 - *Maxillaria rudolfi* Hoehne em ambiente de cultivo.

Material estudado.

Coletor: G.T. Prance 20260 (INPA 44182).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epifítica, ocasional na Campina aberta e na Campina sombreada, perene e sempre verde, heliófila a umbrófila, uni e bifoliolada no ápice dos pseudobulbos, folhas linear-lanceoladas, subcarnosas, suberetas a arcuadas, alongadas, estreitas, persistentes cerca de 20 cm de comprimento, cerca de 2,0-2,5 cm de largura. Raízes fasciculadas, filiformes, cerca de 10-30cm de comprimento e com velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células poliédricas, anisodiamétricas, predominantemente retangulares, tetragonais, pentagonais ou hexagonais, com paredes retas, medianamente espessadas, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar e com as cutículas medianamente rugosas.

As epidermes apresentam numerosas pontuações nas paredes anticlinais e na epiderme adaxial em particular, nas paredes periclinais externas, assim como, a presença de células escleróticas é evidente nas duas epidermes.

Na microscopia de varredura, as epidermes mostram as suas superfícies ornamentadas por pequenos grânulos, cristas e vilosidades localizadas em depressões e sulcos. Em ambas as epidermes, os pólos superiores das células apicais dos tricomas se encontram no mesmo nível da cutícula e quando se rompem, formam pequenas aberturas na epiderme.

A cutícula adaxial aparenta ser pastosa granulosa e com textura reflectora. Hifa fúngicas, epífilas e grãos de pólen são evidenciados sobre esta.

A cutícula abaxial aparenta ser pastosa, com menor granulidade, com um número maior de cristas e vilosidade que a adaxial e com textura menos refletora.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células tabulares, aclorofiladas, sendo que as da adaxial são maiores e a parede periclinal externa das epidermes recebe um reforço celulósico. As epidermes estão recobertas por uma cutícula espessa, ligeiramente lisa, parcialmente suberinizada, com ranhuras perpendiculares à epiderme, sendo a cutícula da epiderme adaxial mais espessada. As epidermes possuem espaços intercelulares bem diferenciados que vão a $\frac{1}{4}$ da porção superior da parede periclinal da célula, sendo os mesmos preenchidos pela cutícula.

As folhas são hipoestomáticas (média de 83 estômatos por mm^2) com estômatos paracíticos, sendo raros deles germinados. Situam-se ao mesmo nível da epiderme, ocorrendo em suaves depressões e possuem câmaras subestomáticas medianas e supraestomáticas pequenas. Estas últimas são constituídas por uma projeção cuticular acentuada que observada em corte transversal, em primeiro plano, possui a forma de “garra” e formam um estreito poro navicular. As células-guardas são clorofiladas e possuem acentuado espessamento celulósico.

Ocorrem tricomas com relativa freqüência, desde a base até o ápice da folha, em ambas as epidermes, sendo que a maior ocorrência dá-se na epiderme abaxial (média 5 tricomas por mm^2), em comparação com a epiderme adaxial (média de 2 tricomas por mm^2). Os tricomas são em sua maioria solitários, estando os mesmos imersos em depressões na epiderme. São pluricelulares, constituídos de duas a três células, sendo a base formada por duas células e o corpo por uma grande célula, que tem as paredes reforçadas e o citoplasma mucilaginoso. Não apresentam características excretoras e são claviformes.

- **HIPODERME** – Logo abaixo das epidermes existe uma hipoderme. Esta hipoderme é constituída de uma única e descontínua camada, mas em algumas regiões, pode atingir duas camadas. Apresenta células anisodiamétricas, tetragonais a hexagonais, citoplasma incolor, com pouco ou nenhum conteúdo citoplasmático e raros cloroplastos. As paredes recebem reforço secundário de lignina e suberina e são de medianamente a fortemente espessadas.

- **CLORÊNQUIMA** – Situado logo abaixo das hipodermes sendo compacto e de aspecto heterogêneo, composto em média por quinze camadas de células poliédricas, anisodiamétricas, esféricas a longas, tetragonais, pentagonais ou hexagonais, com paredes finas, não sendo as células paralelas com as da epiderme. Encontram-se idioblastos formados por células solitárias, aclorofiladas e que apresentam um espessamento secundário de lignina e estão dispersas por todo o mesofilo.

O mesofilo é formado de um clorênquima com espaços intercelulares bem diferenciados do tipo meato. As células constituintes do mesofilo não mostram uma clara distinção entre células paliçádicas e lacunosas, embora que algumas sejam alongadas como as que envolvem os feixes fibrovasculares ou as localizadas em alguns pontos do mesofilo superior, como as da região da nervura central, onde as células tendem a se tornarem alongadas e perpendiculares à epiderme, dando um aspecto de paliçada, mas por toda a folha, as células do mesofilo inferior são bem mais arredondadas.

Os cloroplastos aparentam não possuir dimorfismos, estando agrupados ou não dentro do citoplasma e distribuídos de maneira uniforme por todo o clorênquima.

- CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO – Os feixes fibrovasculares formam uma única camada mediana a partir da nervura central, com pequenos e grandes feixes intercalados entre si.

Nestes feixes o xilema é superior ao floema, podendo ser separados por um cordão de fibras esclerenquimáticas fortemente espessadas (tipo I) ou podem ser contíguos entre si (tipo II). O tipo I é maior e seu floema é envolto numa capa de fibras esclerenquimáticas intensamente espessadas que formam um anel que o envolve em forma de meia-lua, sendo este anel maior e mais evidente que o xilemático, aonde as fibras não chegam a se tornar escleróticas, pois seus espessamentos são de suaves a medianos. O tipo II é menor e o xilema e floema, além de contíguos, pode estar rodeado por células parenquimáticas suavemente espessadas por lignina.

Os dois tipos de feixes vasculares estão arrodoados por células endodermóides, sendo estas incolores e com pouco ou nenhum conteúdo citoplasmático. Os feixes apresentam elementos de vasos com reforço helicoidal, e escalariforme, sendo que este domina sobre aquele.

Foram observadas quatro camadas de ninhos esféricos de fibras esclerenquimáticas. Duas destas camadas estão logo abaixo das epidermes, onde seus feixes se intercalam com as células das hipodermes.

Os ninhos da epiderme adaxial são maiores e mais numerosos que os da abaxial. São compostos em média, por trinta e cinco a quarenta fibras, distribuídas em cinco fileiras, com as duas primeiras filas contíguas com as células epidérmicas completamente obliteradas por lignina e as outras três restantes, são medianamente espessadas.

Os da epiderme adaxial são compostos em média, por seis a quinze fibras, distribuídas em cinco fileiras, com as duas primeiras filas contíguas com as células epidérmicas completamente obliteradas por lignina e as outras três restantes, são medianamente espessadas.

As outras duas camadas ninhos são formadas em média, por três a seis células medianamente espessadas. Uma camada é situada no mesófilo superior e a outra no mesófilo inferior.

A grande maioria das fibras que compõem os ninhos e os feixes fibrovasculares, principalmente as periféricas, possuem pontuações areoladas por onde parte do citoplasma se projeta para a célula vizinha.

Nas demais regiões da folha, ocorrem à mesma disposição dos tecidos descritos anteriormente.

Descrição anatômica da raiz

REGIÃO EXTERNA (SISTEMA DÉRMICO)

- Velame - A região mais externa é um velame constituído de quatro a cinco camadas em média de células vivas e maduras (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São anisodiamétricas, curtas a médias, poligonais irregulares (a maioria é pentagonal ou hexagonal) com paredes de fina a medianamente espessadas e são impregnadas com suberina e/ou lignina em graus variados. Finos e numerosos espessamentos reticulares envolvem as paredes e estas, apresentam pequenas pontuações e ângulos celulares com reforço de lignina e suberina.

O epivelame é constituído por células isodiamétricas e com tamanho igual ou menor que as camadas mais internas. São tetragonais curtas ou ovaladas com as paredes periclinais externas de leve a medianamente espessadas. Não foram observados focos de infecção de micorrizas.

Tilossomos são ocorrentes a partir das camadas medianas e inferiores do velame. Na parede periclinal interna das células e nas porções inferiores das anticlinalis das células da última camada do velame, que é fronteira a exoderme, visualiza-se um grande número de tilossomos.

Não foram observadas hifas fúngicas por todo velame.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – Unisseriada, com células isodiamétricas, pentagonais, largas, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes de finas a fortemente espessadas e impregnadas com lignina e suberina. As paredes periclinais externas e anticlinalis são as mais espessadas e recebem um reforço adicional de lignina e as periclinais internas são menos espessadas, o que conferem ao espessamento da célula exodermal o aspecto da letra U, isso nas regiões mais novas da raiz. Nas mais maduras, o espessamento pode acentuar-se nas periclinais internas e o espessamento passa a acompanhar o formato das células.

Nota-se a presença de células de passagem exodermis que são isodiamétricas, menores, nucleadas, com material citoplasmático, paredes menos

espassadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de cinco a sete células normais da exoderme.

Existem pontuações simples localizadas nas porções inferiores das paredes periclinais e numa mesma direção em todas as células exodermais formando uma “linha de pontuação” que parece fazer parte do controle de fluxo hídrico entre as células.

- Parênquima cortical – É estreito, constituído em média por cinco camadas de células isodiamétricas, esféricas, ovaladas ou achatadas, clorofiladas ou não, incolores em sua maioria, grandemente vacuoladas, com espaços intercelulares do tipo meato e paredes celulósicas finas a suavemente espessadas. As células diminuem de diâmetro nas extremidades do córtex, sendo que as da última camada da extremidade interna são os menores.

Não foram vistas células do parênquima cortical com reforço de fitas ou barras de lignina envolvendo-lhes as paredes assim como, não foi visualizado amiloplastos.

- Endoderme – Situada logo após o parênquima cortical encontra-se uma endoderme envolvendo o estelo. É uniestratificada, compacta, com poucos espaços intercelulares, com células isodiamétricas, pentagonais ou tetragonais, largas, curtas a médias, menores que as do parênquima cortical, de medianamente a fortemente espessadas, incolores, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático.

Os espessamentos das paredes são distribuídos de forma uniforme entre as paredes anticlinais e periclinais internas, sendo diminuído nas periclinais externas, dando ao espessamento o formato da letra U. Os espessamentos permitem separar as células endodermais em dois tipos:

- As que possuem as paredes mais espessadas, com pouco ou nenhum citoplasma e estão situadas opostas a grupos de protofloema formando blocos lineares que variam de três a cinco células.

- O segundo tipo (células de passagem) possui paredes menos espessadas, podendo ser menores em tamanho e largura mais, possuem núcleo e citoplasma aparente e ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema.

Estrias de Caspary são evidentes nas regiões mais jovens da raiz.

REGIÃO DO ESTELO OU CILINDRO CENTRAL (SISTEMA VASCULAR)

Monoestélico e constituído por um periciclo, xilema, floema e medula.

- Periciclo - Localizado logo após a endoderme, é unisseriado, delimitado e descontínuo, alternando-se com grupos de xilema e floema primários. É constituído de células parenquimáticas, medianamente espessadas e possuidoras de pontuações simples.

- Xilema - É primário com o protoxilema periférico e vasos de espessamento espiralado. O metaxilema apresenta-se mais central e com vasos de espessamento escalariformes e / ou reticulados. É exarco, poliarco (contém de vinte a vinte e dois arcos de xilema em média direcionados ao periciclo) e alternado com os cordões de floema e separados deste por numerosas fibras substitutas densamente esclerificadas.

- Floema - O floema é primário, oposto ao xilema, com o protofloema não diferenciado das células adjacentes do anel do periciclo e com metafloema central.

- Medula: Compacta, não fistulosa, com paredes de medianamente a fortemente espessadas, levando-a a uma esclerificação. É situada no centro do cilindro central e composta por células isodiamétricas de tamanho irregular, com raros espaços intercelulares do tipo meato, grandemente vacuolizadas, incolores, sem cloroplastos e amiloplastos evidentes.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO PH – Não houve fixação noturna CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração amarelo-vivo indicando respiração celular sem fixação de CO₂. Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou-se ácido, com o pH médio de 5,6.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $13_C/12_C \pm 0,2\%$ - Não foi feita por ausência de material foliar.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 54 lista-se em resumo, algumas características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Maxillaria rudolfi* Hoehne como pertencentes ao grupo de folhas coriáceas moles, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli* (1974), com um percentual de 69 % como indica a tabela 78.

Na tabela 55 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Maxillaria rudolfi* Hoehne., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 18 mostram-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Maxillaria rudolfi* Hoehn., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 56 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Maxillaria rudolfi* Hoehne., relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 69, 70 e 71 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Maxillaria rudolfi* Hoehne.

Tabela 54 - Lista de características específicas encontradas em *Maxillaria rudolfi* Hoehne que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Folhas moles, quase coriácea carnosa.
2. Flexíveis
3. Alongadas
4. Não são equitantes
5. Cutícula da epiderme adaxial mais espessa

ESTÔMATOS

6. Hipoestomáticos
7. Solitários
8. Situados ao mesmo nível das células da epiderme
9. Ocorrem em suaves depressões
10. Câmaras subestomáticas

OUTRAS

11. Com tricomas
 12. Células do mesofilo superior tendendo a alongadas
 13. Espaços intercelulares
 14. Ninhos de fibras esclerenquimáticas próximos à superfície
 15. Epiderme esclerificada
-

Tabela 55 - Características anatômicas da raiz de *Maxillaria rudolfi* Hoehne, relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

CARACTERÍSTICAS DOS TECIDOS DA RAIZ DE <i>Maxillaria rudolfi</i> .	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofíticas.	não					X
2. Endomicorrizas presentes	não					X
3. Velame com cinco ou mais camadas	sim	X			X	X
4. Tilossomos presentes	sim	X				
5. Células exodermis fortemente espessadas	sim	X			X	X
6. Parênquima cortical estreito	sim	X				
7. Parênquima cortical largo	não					
8. Células parenquimáticas corticais grandemente vacuoladas e incolores.	sim	X		X		X
9. Células do córtex com muitos cloroplastos	não					
10. Células do córtex com muitos amiloplastos	não					
11. Fibras esclerenquimáticas, barras ou fitas de espessamento presentes.	não					
12. Células endodermis fortemente espessadas	sim	X			X	X
13. Periciclo esclerificado	sim	X			X	X
14. Medula esclerificada	sim	X			X	X
15. Células medulares com paredes finas, com vacúolos grandes e incolores.	não					
16. Células medulares com cloroplastos	não					
17. Células medulares com amiloplastos	não					
18. Pelos radiculares presentes	não					
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		8	0	1	5	8

Tabela 56 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Maxillaria rudolfi* na produtividade da planta para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Maxillaria rudolfi</i>
1. Cutícula espessa.	+
2. Cutícula lisa.	+
3. Epiderme esclerificada.	+
4. Abertura estomática diurna tardia.	-
5. Projeção cuticular supra-estomática.	+
6. Estômatos abaixo do nível da epiderme.	+
7. Maior número de estômatos por mm ² .	+
8. Baixa densidade tricomas por mm ² .	+
9. Alta densidade de tricomas por mm ² .	-
10. Tricomas glandulares.	-
11. Redução do espaço intercelular.	+
12. Maior quantidade de parênquima clorofiliano.	+
13. Ninhos de fibras superficiais.	+
14. Pseudobulbos presentes.	+
15. Folhas coriáceas.	+
16. Metabolismo CAM.	-
17. Raiz com velame.	+
18. Tilossomos.	+
19. Hipoderme	+
20. Tecidos condutores com capas de fibras	+
% de características relacionadas a um melhor desempenho: 80 %	

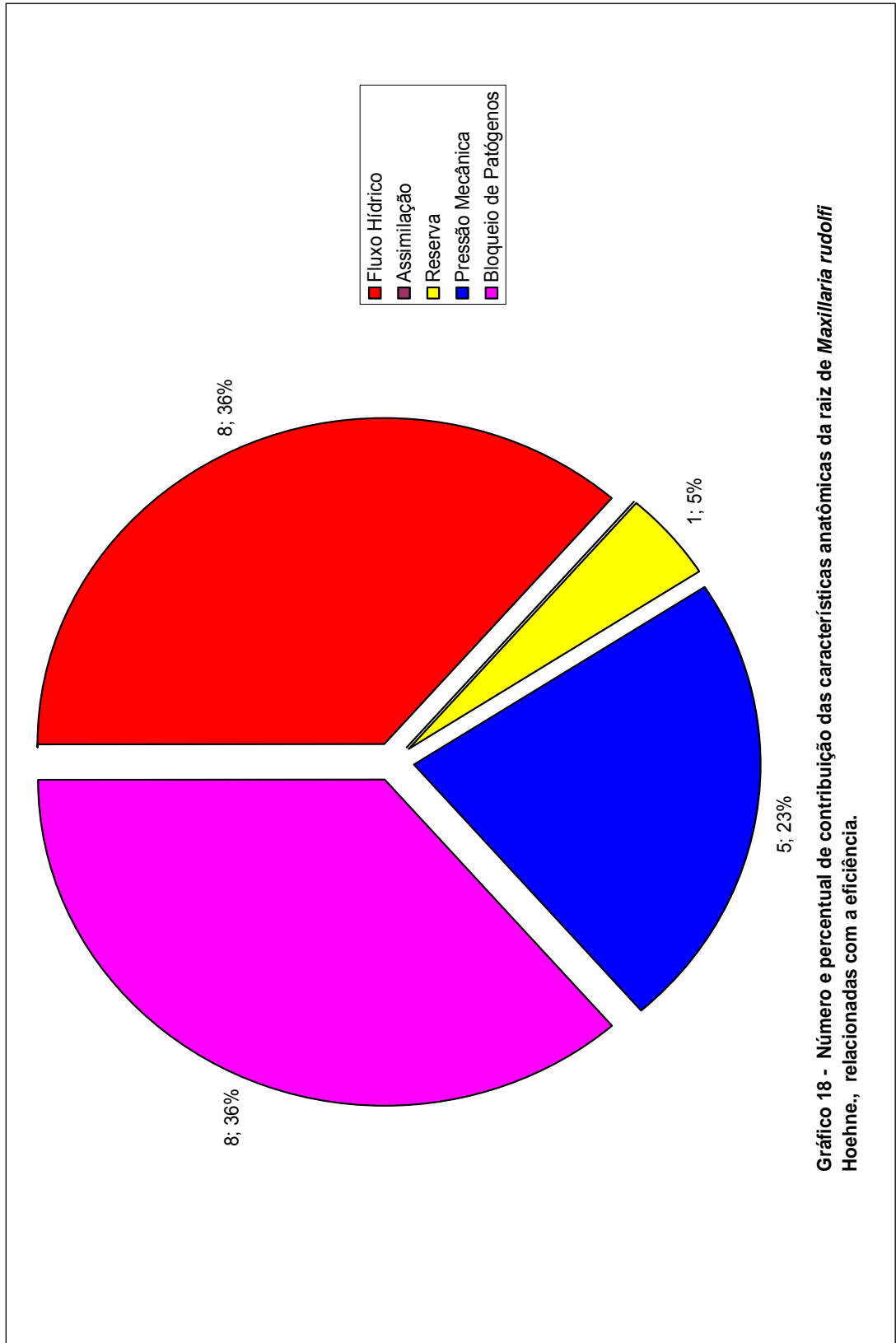


Gráfico 18 - Número e percentual de contribuição das características anatómicas da raiz de *Maxillaria rudolfi* Hoehne., relacionadas com a eficiência.

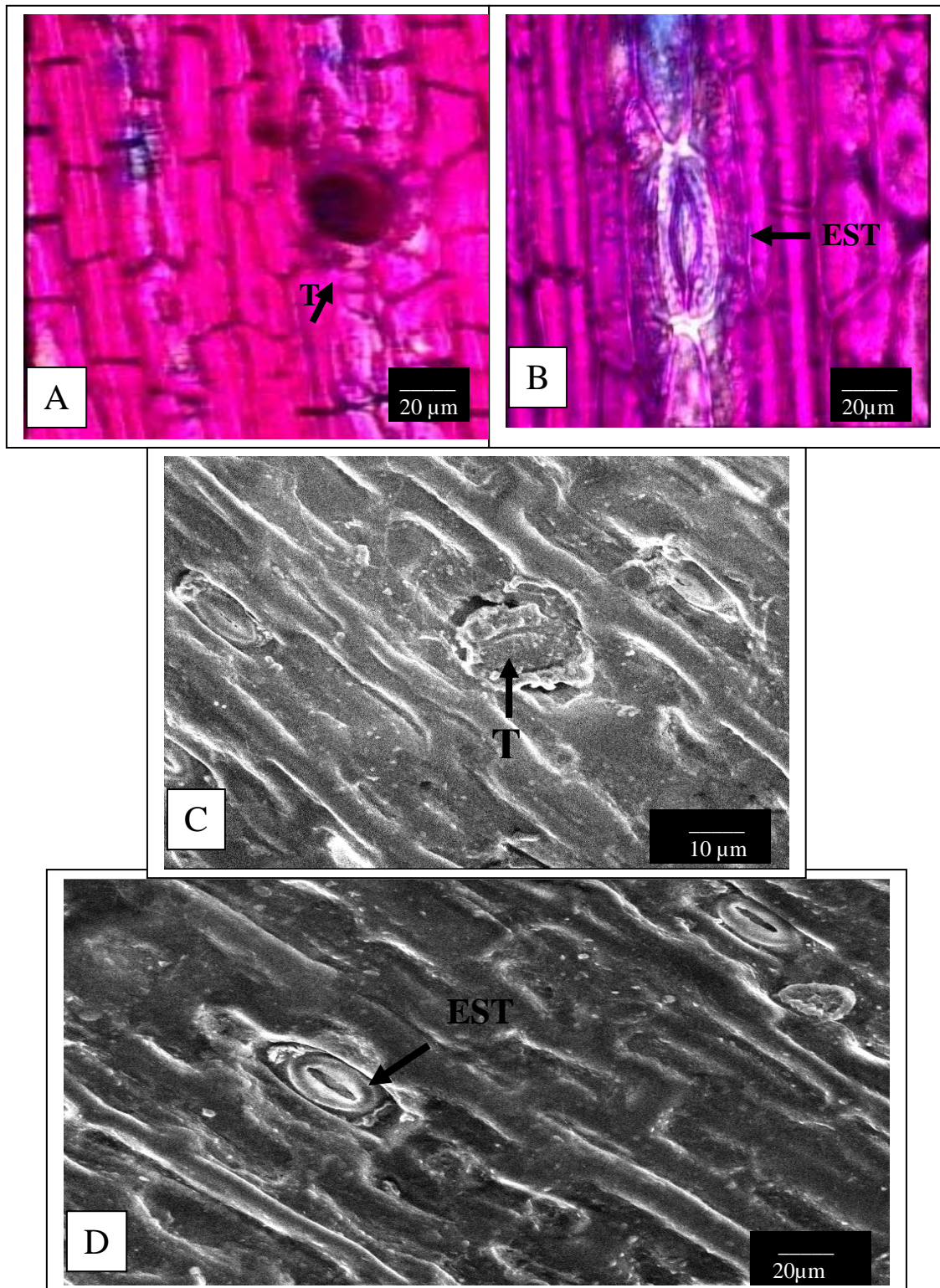


Figura 69 – Aspectos da epiderme foliar de *Maxillaria rudolfi*. A e C: Epiderme adaxial com Tricomas (T). B e D: Epiderme abaxial com estômatos paracíticos (EST).

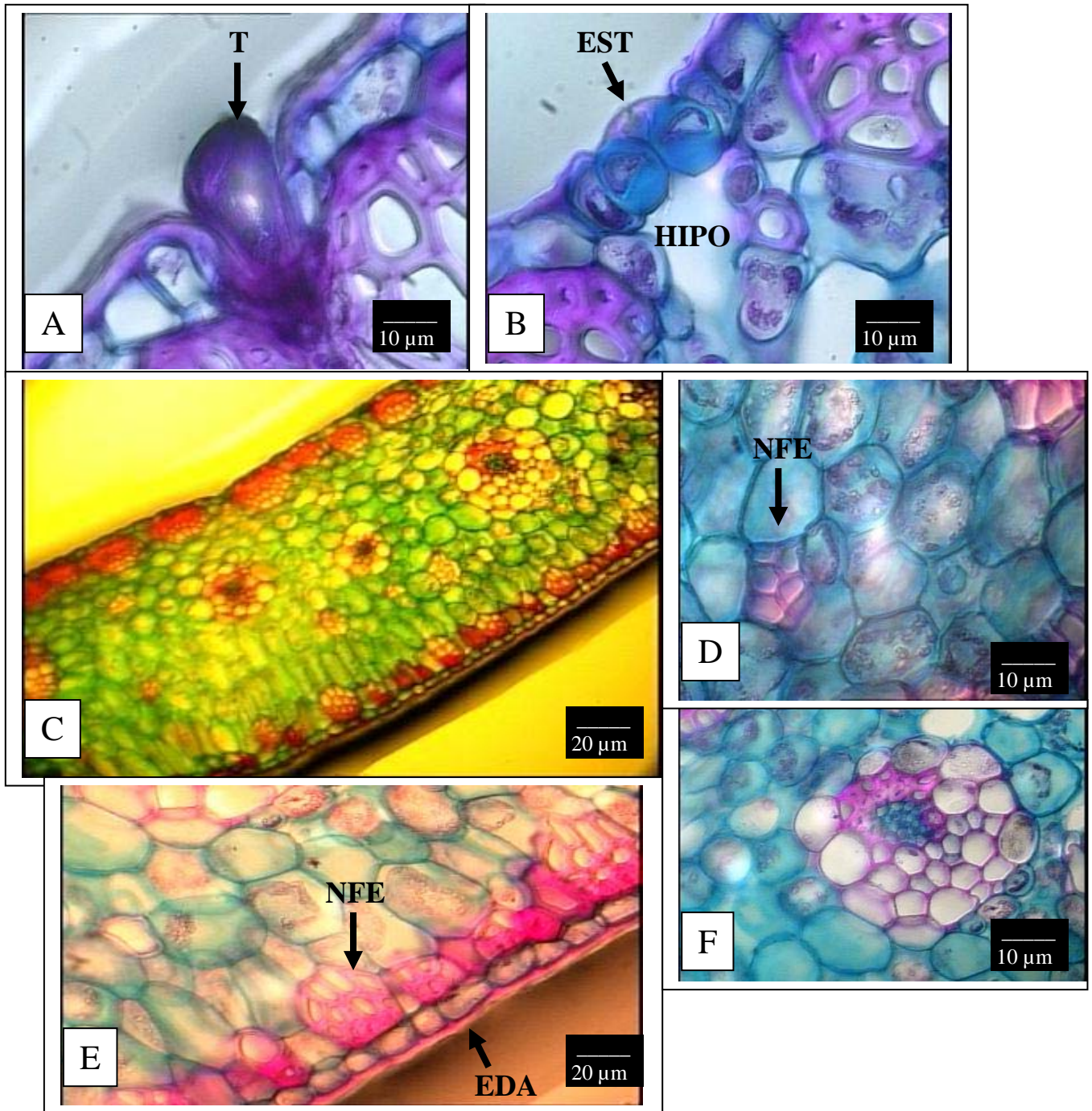


Figura 70 – Aspectos da folha de *Maxillaria rudolfi* em corte transversal. A: Tricoma (T). B: Estômato (EST), Câmara hipoestomática (HIPO). C: Mesofilo. D: Ninho de fibra esclerenquimática. E: Mesofilo superior, epiderme adaxial (EDA) e Ninho de fibras esclerenquimáticas (NFE). F: Feixe fibrovascular do tipo II

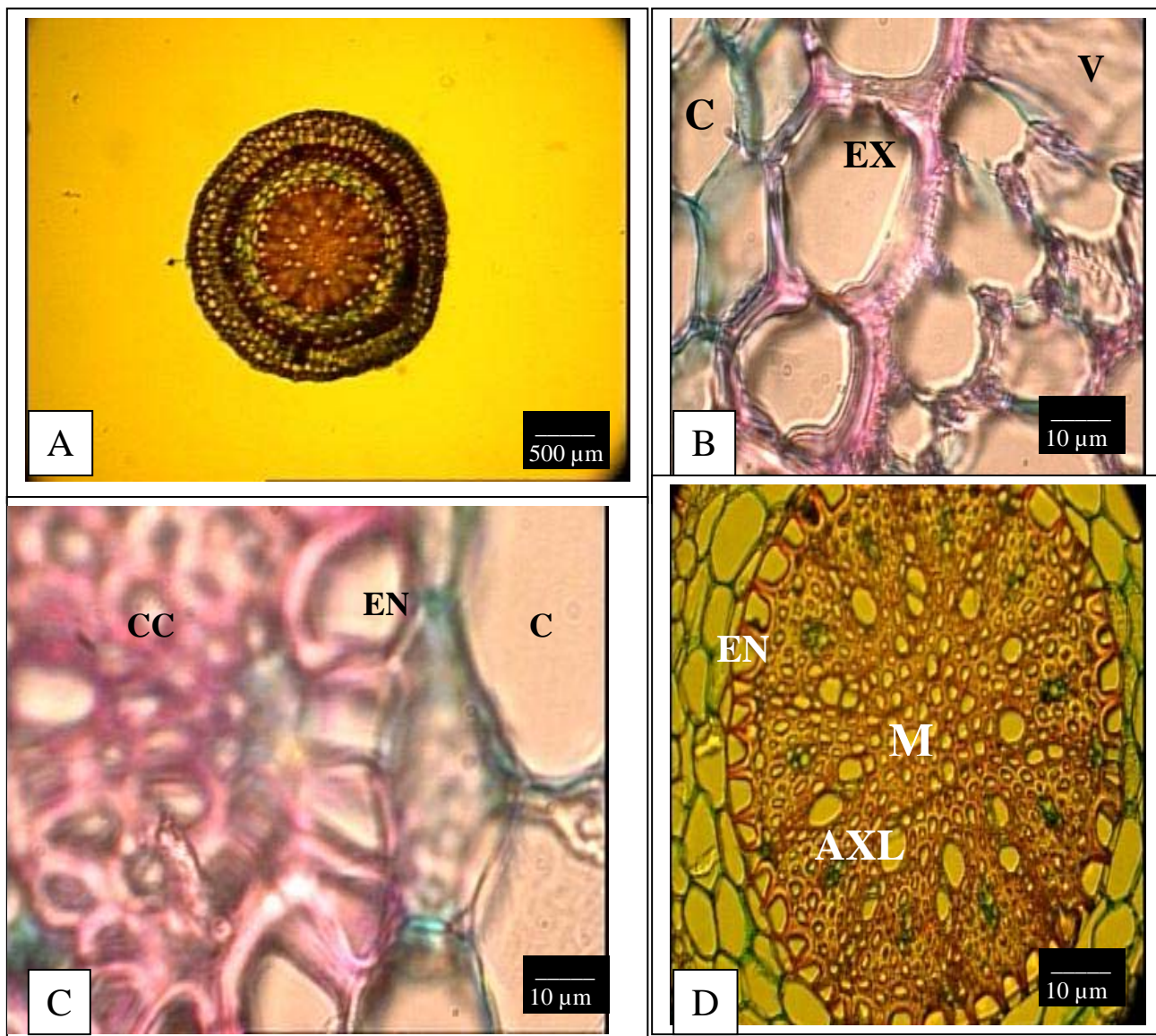


Figura 71 - Aspectos da raiz de *Maxillaria rudolfi*. A: Raiz. B: Velame (V), Exoderme (EX), Córtex (C). C: Córtex (C), Endoderme (EN), Cilindro central (CC). D: Córtex (CC), Endoderme (EN), Arco xilemático (AXL), Medula (M).