

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos
Naturais**

LUIZ CARLOS DE MATOS BONATES

**ANATOMIA ECOLÓGICA DA FOLHA E DA RAÍZ E ASPECTOS
ECOFISIOLÓGICOS DE ORCHIDACEAE EPÍFITAS DE UMA CAMPINA DA
AMAZÔNIA CENTRAL**

MANAUS

2007

LUIZ CARLOS DE MATOS BONATES

**ANATOMIA ECOLÓGICA DA FOLHA E DA RAÍZ E ASPECTOS
ECOFISIOLÓGICOS DE ORCHIDACEAE EPÍFITAS DE UMA CAMPINA DA
AMAZÔNIA CENTRAL**

Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas junto ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, área de concentração em Botânica, do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia e Universidade Federal do Amazonas.

ORIENTADOR: Prof. Dr. PEDRO IVO SOARES BRAGA

MANAUS

2007

B699

Bonates, Luiz Carlos de Matos

Anatomia ecológica da folha e da raiz e aspectos ecofisiológicos de
Orchidaceae epífitas de uma Campina da Amazônia Central / Luiz
Carlos de Matos Bonates. --- Manaus : [s.n.], 2007.

2 v. : il.

Tese (doutorado)-- INPA/UFAM, Manaus, 2007

Orientador : Braga, Pedro Ivo Soares

Área de concentração : Botânica

1. Orchidaceae. 2. Epífita. 3. Anatomia. 4. Ecofisiologia. 5. Folha.
6. Raiz. 7. Campina amazônica. I. Título.

CDD 584.15

LUIZ CARLOS DE MATOS BONATES

**ANATOMIA ECOLÓGICA DA FOLHA E DA RAÍZ E ASPECTOS
ECOFISIOLÓGICOS DE ORCHIDACEAE EPÍFITAS DE UMA CAMPINA DA
AMAZÔNIA CENTRAL**

Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas junto ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, área de concentração em Botânica, do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia e Fundação Universidade do Amazonas.

Tese aprovada em 11/06/2007.

Banca examinadora:

1. Dr. **CARLOS ROBERTO BUENO** (INPA)
2. Dr. **EDUARDO LLERAS PEREZ** (EMBRAPA)
3. Dr. **HILDEBERTO CALDAS DE SOUZA** (UFOP)
4. Dr. **JEAN-LOUIS GUILLAUMET** (MHN/FRANÇA)
5. Dra. **MARIA TEREZA FERNANDEZ PIEDADE** (INPA)
6. Dra. **MARILENE MARINHO NOGUEIRA** (UFMG)
7. Dr. **ROGÉRIO GRIBEL SOARES NETO** (INPA)

DEDICO

- Marina Bonates Cândido, meu pequenino botão de flôr silvestre (*in memorian*);
- Aos meus pais Aldemar (*in memorian*) e Herlene, que com amor e firmeza, me educaram;
- Aos meus filhos Felipe e Sandra e seus adoráveis, peraltas e divertidos rebentos (Pedro, Jorge Lucas e Dylan);
- A Ana Cléia Néri Alves, minha eterna companheira;
- A Louismar de Matos Bonates (meu irmão querido) e família;
- A Frede Abreu e David Bahia em nome daqueles que, de uma forma ou de outra, sensibilizam-se diante da exuberante magia da capoeiragem.

AGRADECIMENTOS

Esta tese é uma modesta contribuição , fruto de um árduo e envolvente trabalho, cujos empecilhos somente foram minimizados a partir da colaboração de várias pessoas. A elas, minha sincera gratidão. Gostaria, no entanto, de agradecer em especial, as seguintes pessoas e instituições:

- Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e sua Coordenadoria de Pesquisas em Botânica pela oportunidade proporcionada;
- Ao Prof. Dr. Pedro Ivo Soares Braga, meu orientador, sempre atento aos meus devaneios e conflitos acadêmicos, pelo apoio, orientação, amizade e confiança em mim depositada;
- Ao Prof. Dr. Jorge Porto, Chefe da Divisão dos Cursos de Pós – Graduação (INPA), pela lisura e isenção;
- A senhora Beatriz, Secretária da Pós-Graduação e a senhora Neide, Secretária do Curso de Botânica pela competência e, principalmente, pela paciência dispensada;
- Ao Wilson Meireles, do Laboratório Temático de Microscopia Ótica e Eletrônica do INPA, pela excelência profissional;
- A Sandra Bonates, Herlene Bonates, Cléia Alves, Felipe Bonates e Élcio Barbosa pela preciosa ajuda, apoio e, principalmente, pela paciência;
- A Luizinho Coelho, João Rodrigues e Célio Cruz, amigos de todas as horas;
- Aos meus colegas da Coordenadoria de Pesquisas em Botânica do INPA;
- A Cris, ao Ulisses, ao Jorge Laborda e Jorge Antunes pela paciência e generosidade;
- Aos meus colegas do Curso de Botânica, principalmente a Odi, Izabel Reis e Welma.

RESUMO

Relaciona-se a anatomia ecológica da folha e da raiz de vinte e cinco espécies epífitas de *Orchidaceae* ocorrentes na Campina amazônica com as vias de fixação do Carbono do tipo C₃ e CAM, com a distribuição espacial e com o manejo orquidiocultural. Adicionalmente, propõe-se um modelo anatômico descritivo para as raízes absorventes e uma classificação para os feixes fibrovasculares, além de se dividir as lâminas foliares destas espécies em categorias e se fazer interpretações ecológicas e evolutivas. Assim, temos que *Brassavola martiana*, *Bulbophyllum setigerum*, *Cattleya eldorado*, *Encyclia amicta*, *Encyclia tarumana*, *Encyclia vespa*, *Epidendrum compressum*, *Epidendrum huebneri*, *Epidendrum sculptum*, *Epidendrum strobiliferum*, *Maxillaria tarumaensis* e *Maxillaria uncata*, adotam, alternadamente, em períodos quentes e secos, a via CAM, estando aptas para vegetarem em ambientes com radiação abundante, xéricos e /ou oligotróficos, como os da campina aberta e, na orquidiocultura, podem dispensar um regime rigoroso de irrigação. Por outro lado, temos que *Bifrenaria longicornis*, *Encyclia fragrans*, *Epidendrum nocturnum*, *Maxillaria* sp, *Maxillaria camaridii*, *Maxillaria pauciflora*, *Maxillaria pendens*, *Maxillaria rudolfi*, *Maxillaria villosa*, *Ornithidium parviflorum*, *Rudolfiella aurantiaca*, *Sobralia fragrans* e *Sobralia macrophylla* possuem somente a via de fixação C₃, não apresentando via alternativa para períodos quentes e secos, sendo que esta falta é compensada pela presença de pseudobulbos, graus variados de suculência ou por perda estratégica de folhas, estando bem adaptadas para a colonização de ambientes umbrófilos como os da Campina sombreada e, na orquidiocultura, necessitam de um regime mais rigoroso de irrigação. As espécies possuem em comum, porém com número diferenciado, vários caracteres anatômicos e que estão diretamente relacionados com o xeromorfismo, oligotrofismo e herbivoria, entre outros, que em conjunto, constituem uma síndrome adaptativa evolutiva para os ecossistemas amazônicos.

Palavras – chave: Epífita, *Orchidaceae*, anatomia, ecofisiologia, folha, raiz, campina amazônica.

ABSTRACT

Root and leaf ecological anatomy of twenty-five *Orchidaceae* epiphytic species occurring in the Amazonian campina is related with C₃ and CAM type carbon fixation pathways, spatial distribution and orchid growing management. Furthermore, we propose a descriptive anatomical model for the absorbing roots as well as a classification for fibrovascular bundles, in addition to dividing these species leaf blades into categories and making ecological and evolutionary interpretations. Thereby, we see that *Brassavola martiana*, *Bulbophyllum setigerum*, *Cattleya eldorado*, *Encyclia amicta*, *Encyclia tarumana*, *Encyclia vespa*, *Epidendrum compressum*, *Epidendrum huebneri*, *Epidendrum sculptum*, *Epidendrum strobiliferum*, *Maxillaria tarumaensis* and *Maxillaria uncata*, adopt the CAM pathway in hot and dry periods alternately. They are capable of living in rich light radiation, xeric and/or oligotrophic environments, such as open grassland. In orchid growing, they can do without a rigorous irrigation regime. On the other hand, we see that *Bifrenaria longicornis*, *Encyclia fragrans*, *Epidendrum nocturnum*, *Maxillaria* sp, *Maxillaria camaridii*, *Maxillaria pauciflora*, *Maxillaria pendens*, *Maxillaria rudolfi*, *Maxillaria villosa*, *Ornithidium parviflorum*, *Rudolfiella aurantiaca*, *Sobralia fragrans* and *Sobralia macrophylla* only present the C₃ fixation pathway with no other alternative in hot and dry seasons. This is offset by the presence of pseudobulbs, varying succulence degrees or leaf strategic loss, and they are well adapted for colonising environments with little light radiation such as, shaded grassland and, in orchid growing they need a more rigorous irrigation regime. The species present several anatomical characters in common, yet, in a differentiated number, which is directly related to xeromorphism, oligotrophism and herbivoria, among others, which together, comprise an evolutionary adaptive syndrome for the Amazonian ecosystems.

Key Words: Epiphyte, *Orchidaceae*, anatomy, ecofisiology, leaf, root, Amazonian campina.

LISTA DE FIGURAS

	PÁG
Figura 1 - A: Campina sombreada da Amazônia central; B: Campina aberta da Amazônia central.....	11
Figura 2 - <i>Bifrenaria longicornis</i> Lindl., em ambiente natural de Campina.....	70
Figura 3 - Aspectos da folha de <i>Bifrenaria longicornis</i>	81
Figura 4 - Vista do plano transversal da raiz de <i>Bifrenaria longicornis</i>	82
Figura 5 - <i>Brassavola martiana</i> Lindl em ambiente natural de Campina.....	83
Figura 6 - Vista frontal das epidermes de <i>Brassavola martiana</i>	94
Figura 7 - Vista em plano transversal da folha e da raiz de <i>Brassavola martiana</i>	95
Figura 8 - Detalhes das regiões da raiz de <i>Brassavola martiana</i>	96
Figura 9 - <i>Bulbophyllum setigerum</i> Lindl em ambiente natural de Campina.....	97
Figura 10 - Aspectos da folha de <i>Bulbophyllum setigerum</i>	107
Figura 11 - Aspectos da raiz de <i>Bulbophyllum setigerum</i>	108
Figura 12 - <i>Cattleya eldorado</i> Lindl., em ambiente natural de Campina.....	109
Figura 13 - Aspectos das epidermes de <i>Cattleya eldorado</i>	120
Figura 14 - Aspectos geral da folha e da raiz de <i>Cattleya eldorado</i> em plano transversal.....	121
Figura 15 - Aspectos da folha e da raiz de <i>Cattleya eldorado</i>	122
Figura 16 - Aspectos da raiz de <i>Cattleya eldorado</i>	123
Figura 17 - <i>Encyclia amicta</i> (Lindl.) Schltr., em ambiente natural de Campina...	124
Figura 18 - Aspecto geral da folha de <i>Encyclia amicta</i>	136
Figura 19 - Aspectos da raiz de <i>Encyclia amicta</i>	137
Figura 20 - <i>Encyclia fragans</i> (Sw.) Lemé., em ambiente natural.....	138
Figura 21 - Aspecto geral da folha de <i>Encyclia fragans</i>	149

	PÁG
Figura 22 - Aspectos da folha e da raiz de <i>Encyclia fragrans</i>	150
Figura 23 - Seqüência de formação de câmaras fistulosas corticais na raiz de <i>Encyclia fragrans</i>	151
Figura 24 - <i>Encyclia tarumana</i> Schltr., em ambiente natural de Campina.....	152
Figura 25 - Aspectos da folha de <i>Encyclia tarumana</i>	163
Figura 26 - Aspectos da folha de <i>Encyclia tarumana</i>	164
Figura 27 - Aspectos da raiz de <i>Encyclia tarumana</i>	165
Figura 28 - <i>Encyclia vespa</i> (Vell) Dressl., em ambiente natural de Campina.....	166
Figura 29 - Aspectos da folha de <i>Encyclia vespa</i>	177
Figura 30 - Aspectos da folha de <i>Encyclia vespa</i>	178
Figura 31 - Aspectos da raiz de <i>Encyclia vespa</i>	179
Figura 32 - <i>Epidendrum compressum</i> Griseb., em ambiente natural de Campina.....	180
Figura 33 - Aspectos da folha de <i>Epidendrum compressum</i>	190
Figura 34 - Aspectos da folha de <i>Epidendrum compressum</i>	191
Figura 35 - Aspectos da raiz de <i>Epidendrum compressum</i>	192
Figura 36 - <i>Epidendrum huebneri</i> Schltr., em ambiente natural de Campina....	193
Figura 37 - Aspectos da folha de <i>Epidendrum huebneri</i>	204
Figura 38 - Aspectos da folha de <i>Epidendrum huebneri</i>	205
Figura 39 - Aspectos da raiz de <i>Epidendrum huebneri</i>	206
Figura 40 - <i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq., em ambiente natural de Campina...	206
Figura 41 - Aspectos das epidermes foliares de <i>Epidendrum nocturnum</i>	218
Figura 42 - Aspectos da folha e da raiz de <i>Epidendrum nocturnum</i>	219
Figura 43 - Aspectos da raiz de <i>Epidendrum nocturnum</i>	220
Figura 44 - <i>Epidendrum sculptum</i> Rchb. f. em ambiente natural de Campina....	221

	PÁG
Figura 45 - Aspectos da epiderme foliar de <i>Epidendrum sculptum</i>	231
Figura 46 - Aspectos do mesofilo de <i>Epidendrum sculptum</i>	232
Figura 47 - Aspectos da raiz de <i>Epidendrum sculptum</i>	233
Figura 48 - <i>Epidendrum strobiliferum</i> Rchb. f. em ambiente natural de Campina.....	234
Figura 49 - Aspectos da epiderme foliar de <i>Epidendrum strobiliferum</i>	245
Figura 50 - Aspectos das epidermes foliares de <i>Epidendrum strobiliferum</i>	246
Figura 51 - Aspectos da folha de <i>Epidendrum strobiliferum</i>	247
Figura 52 - Aspectos da raiz de <i>Epidendrum strobiliferum</i>	248
Figura 53 - <i>Maxillaria</i> sp em ambiente natural de Campina.....	249
Figura 54 - Aspectos da epiderme foliar de <i>Maxillaria</i> sp.....	261
Figura 55 - Aspectos da folha de <i>Maxillaria</i> sp.....	262
Figura 56 - Aspectos da raiz de <i>Maxillaria</i> sp.....	263
Figura 57 - <i>Maxillaria camaridii</i> Rchb. f. em ambiente natural de Campina.....	267
Figura 58 - Aspectos da epiderme foliar de <i>Maxillaria camaridii</i>	275
Figura 59 - Aspectos da folha de <i>Maxillaria camaridii</i>	276
Figura 60 - Aspecto geral da raiz de <i>Maxillaria camaridii</i>	277
Figura 61 - <i>Maxillaria pauciflora</i> em ambiente de cultivo.....	278
Figura 62 - Aspectos da folha de <i>Maxillaria pauciflora</i>	289
Figura 63 - Aspectos da folha e da raiz de <i>Maxillaria pauciflora</i>	290
Figura 64 - Aspectos da raiz de <i>Maxillaria pauciflora</i>	291
Figura 65 - <i>Maxillaria pendes</i> Pabst., em ambiente natural de Campina.....	292
Figura 66 - Aspectos da folha de <i>Maxillaria pendes</i>	303
Figura 67 - Aspecto da raiz de <i>Maxillaria pendes</i>	304

	PÁG
Figura 68 - <i>Maxillaria rudolfi</i> Hoehne em ambiente de cultivo.....	305
Figura 69 - Aspectos da epiderme foliar de <i>Maxillaria rudolfi</i>	317
Figura 70 - Aspectos da folha de <i>Maxillaria rudolfi</i>	318
Figura 71 - Aspectos da raiz de <i>Maxillaria rudolfi</i>	319
Figura 72 - <i>Maxillaria tarumaensis</i> Hoehne em ambiente de cultivo.....	320
Figura 73 - Aspecto da epiderme foliar de <i>Maxillaria tarumaensis</i>	332
Figura 74 - Aspecto da folha de <i>Maxillaria tarumaensis</i>	333
Figura 75 - Aspectos da raiz de <i>Maxillaria tarumaensis</i>	334
Figura 76 - <i>Maxillaria uncata</i> Lindl em ambiente de cultivo.....	335
Figura 77 - Aspecto da folha de <i>Maxillaria uncata</i>	346
Figura 78 - Aspecto da folha de <i>Maxillaria uncata</i>	347
Figura 79 - Aspecto da raiz de <i>Maxillaria uncata</i>	348
Figura 80 - <i>Maxillaria villosa</i> (Barb. Rodr.) Cogn., em ambiente natural de Campina.....	349
Figura 81 - Aspectos da epiderme foliar de <i>Maxillaria villosa</i>	360
Figura 82 - Aspecto da folha de <i>Maxillaria villosa</i>	361
Figura 83 - Aspecto da raiz de <i>Maxillaria villosa</i>	362
Figura 84 - <i>Ornithidium parviflorum</i> (P& E) Rchb., em ambiente natural de Campina.....	363
Figura 85 - Aspectos da epiderme foliar de <i>Ornithidium parviflorum</i>	374
Figura 86 - Aspecto da olha de <i>Ornithidium parviflorum</i>	375
Figura 87 - Aspecto da raiz de <i>Ornithidium parviflorum</i>	376
Figura 88 - <i>Rudolfiella aurantiaca</i> (Lindl.) Hoehne em ambiente natural de Campina.....	377
Figura 89 - Aspecto da epiderme foliar de <i>Rudolfiella aurantiaca</i>	388

	PÁG
Figura 90 - Aspecto da raiz de <i>Rudolphiella aurantiaca</i>	389
Figura 91 - <i>Sobralia fragrans</i> Lindl., em ambiente natural de Campina.....	390
Figura 92 - Aspecto as epiderme foliar de <i>Sobralia fragrans</i>	401
Figura 93 - Aspecto da folha e da raiz de <i>Sobralia fragrans</i>	402
Figura 94 - <i>Sobralia macrophylla</i> Rchb.f. em ambiente natural de Campina.....	403
Figura 95 - Aspecto da epiderme de <i>Sobralia macrophylla</i>	414
Figura 96 - Aspecto da folha de <i>Sobralia macrophylla</i>	415
Figura 97 - Aspecto da raiz de <i>Sobralia macrophylla</i>	416
Figura 98 - Alguns dos fatores de características que afetam a distribuição de <i>Orchidaceae</i> dentro de um ecossistema.....	464

LISTA DE GRÁFICOS

	PÁG
Gráfico 1 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Bifrenaria longicornis</i> Lindl., relacionadas com a eficiência.....	80
Gráfico 2 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Brassavola martiana</i> Lindl., relacionadas com a eficiência.....	93
Gráfico 3 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Bulbophyllum setigerum</i> Lindl., relacionadas com a eficiência.....	106
Gráfico 4 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Cattleya eldorado</i> Lindl., relacionadas com a eficiência.....	119
Gráfico 5 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Encyclia amicta</i> (Lindl.) Schltr., relacionadas com a eficiência.....	135
Gráfico 6 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Encyclia fragrans</i> (Sw.) Lemeé., relacionadas com a eficiência.....	148
Gráfico 7 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Encyclia tarumana</i> Schltr., relacionadas com a eficiência.....	162
Gráfico 8 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Encyclia vespa</i> (Vell) Dressl., relacionadas com a eficiência.....	176
Gráfico 9 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Epidendrum compressum</i> Griseb., relacionadas com a eficiência.....	189
Gráfico 10 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Epidendrum huebneri</i> Schltr., relacionadas com a eficiência.....	203
Gráfico 11 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq., relacionadas com a eficiência.....	217

	PÁG
Gráfico 12 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Epidendrum sculptum</i> Rchb. f., relacionadas com a eficiência.....	230
Gráfico 13 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Epidendrum strobiliferum</i> Rchb. f., relacionadas com a eficiência.....	244
Gráfico 14 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria</i> sp relacionadas com a eficiência.....	260
Gráfico 15 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria camaradii</i> Rchb. f., relacionadas com a eficiência.....	274
Gráfico 16 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria pauciflora</i> Barb. Rodr., relacionadas com a eficiência.....	288
Gráfico 17 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria pendes</i> Pabst., relacionadas com a eficiência.	302
Gráfico 18 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria rudolfi</i> Hoehne., relacionadas com a eficiência.....	316
Gráfico 19 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria tarumaensis</i> Hoehne., relacionadas com a eficiência.....	331
Gráfico 20 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria uncata</i> Lindl., relacionadas com a eficiência..	345
Gráfico 21 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria villosa</i> (Barb. Rodr) Cogn., relacionadas com a eficiência.....	359
Gráfico 22 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Ornithidium parviflorum</i> (P. & E.) Rchb. f., relacionadas com a eficiência.....	372
Gráfico 23 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Rudolfiela aurantiaca</i> (Lindl.) Hoehne., relacionadas com a eficiência.....	387
Gráfico 24 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Sobralia fragrans</i> Lindl., relacionadas com a eficiência..	400

	PÁG
Gráfico 25 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de <i>Sobralia macrophylla</i> Rchb. f., relacionadas com a eficiência.....	413
Gráfico 26 - Somatório e percentual de contribuição das características anatômicas entre as raízes das <i>Orchidaceae</i> estudadas relacionadas com a eficiência.....	460
Gráfico 27 - Percentual das características anatômicas das raízes por espécie relacionadas à eficiência.....	431
Gráfico 28 - Ordem crescente dos percentuais das características ligadas a orquidocultura entre as espécies de <i>Orchidaceae</i> epifíticas de uma Campina amazônica.....	432
Gráfico 29 - Número e percentual dos tipos de folhas das espécies estudadas.....	433

LISTA DE TABELAS

	PÁG
Tabela 1 - Algumas características anatômicas das plantas e suas relações com a produção vegetal.....	39
Tabela 2 - Lista das espécies de Orchidaceae epifíticas estudadas que vegetam em uma Campina amazônica.....	61
Tabela 3 - Lista de características morfo-anatômicas específicas encontradas em <i>Bifrenaria longicornis</i> Lindl., que permitem enquadrar suas folhas como plicadas.....	77
Tabela 4 - Características anatômicas da raiz de <i>Bifrenaria longicornis</i> Lindl relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	78
Tabela 5 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual de destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Bifrenaria longicornis</i> Lindl., na produtividade para a orquidicultura.....	79
Tabela 6 - Lista de características morfo-anatômicas específicas encontradas em <i>Brassavola martiana</i> Lindl., que permitem enquadrar suas folhas como coriáceas carnosas.....	90
Tabela 7 - Características anatômicas da raiz de <i>Brassavola martiana</i> Lindl relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	91
Tabela 8 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Brassavola martiana</i> Lindl., na produtividade para a orquidicultura.....	92
Tabela 9 - Lista de características específicas encontradas em <i>Bulbophyllum setigerum</i> Lindl., que permitem enquadrar suas folhas como coriáceas carnosas.....	103
Tabela 10 - Características anatômicas da raiz de <i>Bulbophyllum setigerum</i> Lindl relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	104
Tabela 11 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Bulbophyllum setigerum</i> Lindl., na produtividade para a orquidicultura.....	105
Tabela 12 - Lista de características específicas encontradas em <i>Cattleya eldorado</i> Lindl., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura.....	116

	PÁG
Tabela 13 - Características anatômicas da raiz de <i>Cattleya eldorado</i> Lindl relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	117
Tabela 14 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Cattleya eldorado</i> Lindl., na produtividade da planta para a orquidicultura.....	118
Tabela 15 - Lista de características específicas encontradas em <i>Encyclia amicta</i> (Lindl) Schltr., que permitem enquadrar suas folhas como coriáceas duras.....	132
Tabela 16 - Características anatômicas da raiz de <i>Encyclia amicta</i> (Lindl.) Schltr., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	133
Tabela 17 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Encyclia amicta</i> (Lindl.) Schltr., na produtividade para a orquidicultura.....	134
Tabela 18 - Lista de características específicas encontradas em <i>Encyclia fragrans</i> (Sw.) Lemée, que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole.....	145
Tabela 19 - Características anatômicas d.a raiz de <i>Encyclia fragrans</i> (Sw) Lemée., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	146
Tabela 20 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Encyclia fragrans</i> (Sw) Lemée., na produtividade da planta para a orquidicultura.....	147
Tabela 21 - Lista de características específicas encontradas em <i>Encyclia tarumana</i> Schltr., que permitem enquadrar sua folha como Coriácea dura.....	159
Tabela 22 - Características anatômicas da raiz de <i>Encyclia tarumana</i> Schltr., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	160
Tabela 23 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Encyclia tarumana</i> Schltr., para produtividade na orquidicultura.....	161
Tabela 24 - Lista de características específicas encontradas em <i>Encyclia vespa</i> (Vell.) Dressl., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura.....	173

	PÁG
Tabela 25 - Características anatômicas da raiz de <i>Encyclia vespa</i> (Vell.) Dressl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	174
Tabela 26 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Encyclia vespa</i> (Vell.) Dressl., na produtividade para a orquidiocultura.....	175
Tabela 27 - Lista de características específicas encontradas em <i>Epidendrum compressum</i> Griseb, que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura...	186
Tabela 28 - Características anatômicas da raiz de <i>Epidendrum compressum</i> Griseb., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	187
Tabela 29 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Epidendrum compressum</i> Griseb., na produtividade da planta para a orquidiocultura.....	188
Tabela 30 - Lista de características específicas encontradas em <i>Epidendrum huebneri</i> Schltr., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura.....	200
Tabela 31 - Características anatômicas da raiz de <i>Epidendrum huebneri</i> Schltr., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	201
Tabela 32 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Epidendrum huebneri</i> Schltr., na produtividade da orquidiocultura.....	202
Tabela 33 - Lista de características específicas encontradas em <i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura.....	214
Tabela 34 - Características anatômicas da raiz de <i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	215
Tabela 35 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq., na produtividade da planta para a orquidiocultura.....	216
Tabela 36 - Lista de características específicas encontradas em <i>Epidendrum sculptum</i> Rchb. f., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura.....	227
Tabela 37 - Características anatômicas da raiz de <i>Epidendrum sculptum</i> Rchb. f., com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	228

	PÁG
Tabela 38 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Epidendrum strobiliferum</i> Rchb. f., na produtividade da planta para a orquidicultura.....	229
Tabela 39 - Lista de características específicas encontradas em <i>Epidendrum strobiliferum</i> Rchb. f., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura...	241
Tabela 40 - Características anatômicas da raiz de <i>Epidendrum strobiliferum</i> Rchb. f., com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	242
Tabela 41 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Epidendrum strobiliferum</i> Rchb. f., na produtividade da planta para a orquidicultura.....	243
Tabela 42 - Lista de características específicas encontradas em <i>Maxillaria</i> sp que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole.....	247
Tabela 43 - Características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria</i> sp relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	258
Tabela 44 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Maxillaria</i> sp na produtividade da orquidicultura.....	259
Tabela 45 - Lista de características específicas encontradas em <i>Maxillaria camaridii</i> Rchb. f., que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole.....	271
Tabela 46 - Características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria camaridii</i> Rchb. f., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	272
Tabela 47 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Maxillaria camaridii</i> Rchb. f., na produtividade da planta para a orquidicultura.....	273
Tabela 48 - Lista de características específicas encontradas em <i>Maxillaria pauciflora</i> Barb. Rodr. que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole.....	285
Tabela 49 - Características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria pauciflora</i> Barb. Rodr., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	286

	PÁG
Tabela 50 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Maxillaria pauciflora</i> Barb. Rodr., na produtividade da orquidiocultura.....	287
Tabela 51 - Lista de características específicas encontradas em <i>Maxillaria pendens</i> Pabst. que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole.....	299
Tabela 52 - Características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria pendens</i> Pabst., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	300
Tabela 53 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Maxillaria pendens</i> Pabst., na produtividade da planta para a orquidiocultura.....	301
Tabela 54 - Lista de características específicas encontradas em <i>Maxillaria rudolfi</i> Hoehne que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole.....	313
Tabela 55 - Características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria rudolfi</i> Hoehne, relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	314
Tabela 56 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Maxillaria rudolfi</i> na produtividade da planta para a orquidiocultura.....	315
Tabela 57 - Lista de características específicas encontradas em <i>Maxillaria tarumaensis</i> Hoehne., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura.....	328
Tabela 58 - Características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria tarumaensis</i> Hoehne, relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	329
Tabela 59 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Maxillaria tarumaensis</i> Hoehne., na produtividade da planta para a orquidiocultura.....	330
Tabela 60 - Lista de características morfo-anatômicas específicas encontradas em <i>Maxillaria uncata</i> Lindl., que permitem enquadrar suas folhas como coriáceas carnosas.....	342
Tabela 61 - Características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria uncata</i> Lindl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	343

	PÁG
Tabela 62 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Maxillaria uncata</i> Lindl., na produtividade da planta para a orquidiocultura.....	344
Tabela 63 - Lista de características específicas encontradas em <i>Maxillaria villosa</i> (Barb. Rodr.) Cogn., que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole.....	656
Tabela 64 - Características anatômicas da raiz de <i>Maxillaria villosa</i> (Barb. Rodr.) Cogn., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	657
Tabela 65 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Maxillaria villosa</i> (Barb. Rodr.) Cogn., na produtividade da planta para a orquidiocultura...	658
Tabela 66 - Lista de características específicas encontradas em <i>Ornithidium parviflorum</i> (Poepp. & Endl.) Rchb. f., que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole.....	370
Tabela 67 - Características anatômicas da raiz de <i>Ornithidium parviflorum</i> (Poepp. & Endl.) Rchb. f., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	371
Tabela 68 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Ornithidium parviflorum</i> (Poepp. & Endl.) Rchb. f., na produtividade da orquidiocultura.....	372
Tabela 69 - Lista de características morfo-anatômicas específicas encontradas em <i>Rudolfiella aurantiaca</i> (Lindl.) Hoehne., que permitem enquadrar suas folhas como plicadas.....	384
Tabela 70 - Características anatômicas da raiz de <i>Rudolfiella aurantiaca</i> (Lindl.) Hoehne., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	385
Tabela 71 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Rudolfiella aurantiaca</i> (Lindl.) Hoehne., na produtividade da orquidiocultura.....	386
Tabela 72 - Lista de características específicas encontradas em <i>Sobralia fragrans</i> Lindl., que permitem enquadrar suas folhas como plicadas.....	397
Tabela 73 - Características anatômicas da raiz de <i>Sobralia fragrans</i> Lindl. relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	398

	PÁG
Tabela 74 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Sobralia fragrans</i> Lindl., na produtividade da planta para a orquidocultura.....	399
Tabela 75 - Lista de características específicas encontradas em <i>Sobralia macrophylla</i> Rchb.f., que permitem enquadrar suas folhas como plicadas.....	410
Tabela 76 - Características anatômicas da raiz de <i>Sobralia macrophylla</i> Rchb.f., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de resistência à pressão mecânica e bloqueio de patógenos.....	411
Tabela 77 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de <i>Sobralia macrophylla</i> Rchb.f., na produtividade da planta para a orquidocultura.....	412
Tabela 78 - Quadro sinóptico com as características encontradas nas espécies epifíticas de <i>Orchidaceae</i> de uma Campina amazônica, para enquadrar suas folhas como pertencentes aos tipos.....	417
Tabela 79 - Número e percentual das principais características anatômicas das raízes absorventes relacionadas ao hábito e habitat de <i>Orchidaceae</i> epifíticas de uma Campina amazônica.....	426
Tabela 80 - Número e percentual das principais características anatômicas das raízes absorventes de <i>Orchidaceae</i> epifíticas de uma Campina amazônica relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, a pressão mecânica e de bloqueio a patógenos.....	427
Tabela 81 - Número e percentual de características anátomo-morfo-fisiológicas relacionadas com uma melhor produtividade da planta para a orquidocultura das espécies de <i>Orchidaceae</i> epifíticas de uma Campina amazônica.....	428
Tabela 82 - Vias fotossintéticas C3 e CAM e o tipo anatômico foliar de espécies de orquídeas epifíticas de uma Campina da Amazônia central.....	429
Tabela 83 - Categorização, número e percentual quanto ao ângulo e perenidade foliar entre as espécies de <i>Orchidaceae</i> epifíticas de uma Campina amazônica.....	437
Tabela 84 - Presença de hipoderme, número de camadas do mesofilo, suculência e suculência anatômica específica, tipo de via fotossintética e tipo de folha de espécies de orquídeas epifíticas de uma Campina da Amazônia central.....	438
Tabela 85 - Hipoestômatia, anfiestômatia, tipo de estômato, presença de câmara subestomática e ornamentação cuticular das folhas de <i>Orchidaceae</i> epifíticas de uma Campina amazônica.....	455

	PÁG
Tabela 86 - Número e percentual entre as espécies epifíticas de <i>Orchidaceae</i> de uma Campina amazônica, do tamanho do poro estomático e do tipo de projeção cuticular, acompanhado do tipo anatômico de folha e vias fotossintéticas C3 / CAM.....	454
Tabela 87 - Número de estômatos e de tricomas das epidermes adaxiais e abaxiais de espécies epifitas de <i>Orchidaceae</i> de uma Campina amazônica.....	453
Tabela 88 - Número e percentual da presença de leucoflavonas, ráfides, velame e de micorrizas em espécies epifíticas de <i>Orchidaceae</i> de uma Campina amazônica.....	452
Tabela 89 - Tipos de feixe fibrovascular, presença de ninhos de fibras esclerenquimáticas e de linhas de pontuação em espécies epifíticas de <i>Orchidaceae</i> de uma Campina amazônica.....	451
Tabela 90 - Caracteres anatômicos foliares de algumas <i>Orchidaceae</i> epifíticas de uma Campina amazônica que estão relacionados com xeromorfismo habitacional e/ou escleromorfismo nutricional.....	452
Tabela 91 - Esquema de distribuição da ocorrência das vias fotossintéticas C3 (menos avançada) e CAM (mais avançada) nas diversas categorias taxonômicas de espécies epifíticas de uma Campina da Amazônia central.....	461
Tabela 92 - Testes fisiológicos e análise da suculência anatômica de CO ₂ para a determinação das vias de fixação do carbono em espécies epifitas de <i>Orchidaceae</i> de uma Campina amazônica.....	462
Tabela 93 - Quadro sinóptico com o habitat, hábito, caracteres morfo-anatômicos e via de fixação do carbono de espécies epifíticas de <i>Orchidaceae</i> de um Campina amazônica.....	467

SUMÁRIO

VOLUME I	PÁG
INTRODUÇÃO	01
As <i>Orchidaceae</i>	02
<i>Orchidaceae</i> no Brasil e na Amazônia	04
O ecossistema de campina	05
Campina aberta	10
Campina sombreada	10
Campina alta	10
Considerações anatômicas, fisiológicas e ecológicas	12
Aspectos relacionados à anatomia ecológica	13
Xeromorfismo e escleromorfismo	17
Suculência	20
Caracteres anatômicos foliares de <i>Orchidaceae</i>	21
Tipos anatômicos de folhas	22
Tecido Vascular	26
Caracteres anatômicos da raiz de <i>Orchidaceae</i>	28
Região Externa (sistema dérmico)	29
Região do Córtex (sistema fundamental)	32
Região do Estelo ou Cilindro Central (sistema vascular)	34
A anatomia vegetal e relações com a orquidocultura	36
Aspectos Fisiológicos	43
Aspectos Ecológicos	44
Estratégias adaptativas	46
Oligotrofismo	46
Luminosidade	50
Dessecação	53
Adaptações morfológicas foliares	56
Adaptações da anatomia foliar de <i>Orchidaceae</i>	56
Proposições	58
METODOLOGIA	60
Área de estudo	60
Material de estudo	60
Caracterização das folhas	62
Procedimentos anatômicos	63
Procedimentos ecofisiológicos	65
Procedimentos estatísticos	68
Hipóteses de trabalho	68
RESULTADOS	70
1. <i>Bifrenaria longicornis</i> Lindl.	70
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	70
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	71
Descrição anatômica da raiz.....	73
Medidas fisiológicas.....	75
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	75

	PÁG
2. <i>Brassavola martiana</i> Lindl.	83
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	83
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	84
Descrição anatômica da raiz.....	86
Medidas fisiológicas.....	88
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	88
3. <i>Bulbophyllum setigerum</i> Lindl.	97
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	97
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	98
Descrição anatômica da raiz.....	100
Medidas fisiológicas.....	102
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	102
4. <i>Cattleya eldorado</i> Lindl.	109
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	109
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	110
Descrição anatômica da raiz.....	112
Medidas fisiológicas.....	114
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	114
5. <i>Encyclia amicta</i> (Lindl.) Schltr.	124
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	124
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	125
Descrição anatômica da raiz.....	127
Medidas fisiológicas.....	130
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	130
6. <i>Encyclia fragans</i> (Sw.) Lemée.	138
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	138
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	139
Descrição anatômica da raiz.....	141
Medidas fisiológicas.....	143
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	144
7. <i>Encyclia tarumana</i> Schltr.	152
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	152
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	153
Descrição anatômica da raiz.....	155
Medidas fisiológicas.....	157
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	158
8. <i>Encyclia vespa</i> (Vell.) Dressl.	166
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	166
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	167
Descrição anatômica da raiz.....	169
Medidas fisiológicas.....	171
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	172

	PÁG
9. <i>Epidendrum compressum</i> Griseb.	180
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	180
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	181
Descrição anatômica da raiz.....	182
Medidas fisiológicas.....	184
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	185
10. <i>Epidendrum huebneri</i> Schltr.	193
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	193
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	194
Descrição anatômica da raiz.....	196
Medidas fisiológicas.....	198
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	189
11. <i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq.	207
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	207
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	208
Descrição anatômica da raiz.....	210
Medidas fisiológicas.....	213
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	213
12. <i>Epidendrum sculptum</i> Rchb. f.	221
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	221
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	222
Descrição anatômica da raiz.....	224
Medidas fisiológicas.....	226
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	226
13. <i>Epidendrum strobiliferum</i> Rchb. f.	234
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	234
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	235
Descrição anatômica da raiz.....	237
Medidas fisiológicas.....	239
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	239
14. <i>Maxillaria</i> sp.	249
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	249
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	250
Descrição anatômica da raiz.....	253
Medidas fisiológicas.....	255
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	255
 VOLUME II	
15. <i>Maxillaria camaridii</i> Rchb. f.	264
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	264
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	265
Descrição anatômica da raiz.....	267
Medidas fisiológicas.....	269

Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	270
16. <i>Maxillaria pauciflora</i> Barb. Rodr.	278
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	278
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	279
Descrição anatômica da raiz.....	281
Medidas fisiológicas.....	284
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	284
17. <i>Maxillaria pendes</i> Pabst.	292
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	292
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	293
Descrição anatômica da raiz.....	295
Medidas fisiológicas.....	297
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	297
18. <i>Maxillaria rudolfi</i> Hoehne.	305
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	305
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	306
Descrição anatômica da raiz.....	309
Medidas fisiológicas.....	311
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	311
19. <i>Maxillaria tarumaensis</i> Hoehne.	320
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	320
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	321
Descrição anatômica da raiz.....	323
Medidas fisiológicas.....	326
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	326
20. <i>Maxillaria uncata</i> Lindl.	335
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	335
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	336
Descrição anatômica da raiz.....	338
Medidas fisiológicas.....	340
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	340
21. <i>Maxillaria villosa</i> (Barb. Rodr.) Cogn.	349
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	349
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	350
Descrição anatômica da raiz.....	352
Medidas fisiológicas.....	355
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	355
22. <i>Ornithidium parviflorum</i> (Poepp. & Endl.) Rchb. f.	363
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	363
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	364
Descrição anatômica da raiz.....	366
Medidas fisiológicas.....	369

Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	369
23. <i>Rudolfiella aurantiaca</i> (Lindl.) Hoehne.	377
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	377
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	378
Descrição anatômica da raiz.....	379
Medidas fisiológicas.....	382
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	382
24. <i>Sobralia fragrans</i> Lindl.	390
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	390
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	391
Descrição anatômica da raiz.....	393
Medidas fisiológicas.....	396
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	396
25. <i>Sobralia macrophylla</i> Rchb. f.	403
Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.....	403
Descrição anatômica da lâmina foliar.....	404
Descrição anatômica da raiz.....	406
Medidas fisiológicas.....	409
Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras	409
DISCUSSÕES E CONCLUSÕES.....	434
Considerações sobre anatomia foliar e das raízes das <i>Orchidaceae</i> epifíticas da vegetação de Campina.....	434
Metodologia.....	434
Anatomia foliar.....	434
Anatomia da raiz.....	453
Considerações sobre as vias de fixação de CO₂, dos tipos C₃ e CAM nas <i>Orchidaceae</i> epifíticas da vegetação de Campina.....	458
Subsídios para a integração dos dados anátomo-eco-fisiológicos e interpretação da distribuição espacial das <i>Orchidaceae</i> epifíticas da vegetação de Campina.....	463
Considerações sobre a orquidocultura.....	468
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	469
BIBLIOGRAFIA.....	490

INTRODUÇÃO

A palavra biodiversidade foi acrescentada ao vocabulário científico na década de 1980 e pode ser conceituada como a diversidade biológica ou a diversidade das formas de vida, sendo um processo biológico complexo e hierarquicamente organizado – do gene ao ecossistema. A acumulação de dados e o entendimento dos níveis desta complexidade são fundamentais para o estabelecimento de políticas sócio-econômicas.

A biodiversidade, em uma visão econômica, cada vez mais é considerada como um valor altamente significativo para a riqueza de uma nação. Com o desenvolvimento da economia ecológica os estudos sobre a valorização da biodiversidade apontam, sobremaneira, para o manejo da fauna e da flora como fonte importante de recursos para as populações locais e para a nação (INPA, 1998).

A diminuição ou aumento da biodiversidade está relacionado com os processos naturais da variabilidade genética e os mecanismos para que esta ocorra e se mantenha, só são possíveis na natureza ou por manipulação genética.

Em termos evolutivos, a grande diversidade de seres vivos é resultante dos acúmulos de mutações favoráveis durante milhões de anos. Assim, torna-se necessário à conservação das espécies selvagens para garantir o acesso das gerações futuras aos recursos genéticos e, conseqüentemente, a importância da conservação *in situ* torna-se a cada dia mais reconhecida - parques nacionais, reservas biológicas e extrativistas, entre outros, são importantes bancos genéticos e que necessitam de preservação e de estudos científicos (INPA, 1998).

Considerado como a maior fonte de biodiversidade terrestre do planeta, o ecossistema amazônico tem fascinado e atraído pessoas e despertando interesses diferenciados. A destruição deste patrimônio genético que abriga mais de dez por cento da biota universal (número superior a um milhão de espécies) seria desastrosa, biológica ou economicamente falando, pois nesta biota pode estar contida, por exemplo, fármacos para cura de males como o câncer e a aids, assim

como, sua destruição pode causar profundas alterações no equilíbrio climático global.

A intocabilidade desta biota, a sua exploração imediatista e pragmática ou o seu manejo sustentado, são alguns dos principais paradigmas apresentados até o momento para o usufruto desta imensa riqueza. O modelo do manejo auto-sustentável tem-se mostrado bastante exeqüível, pois parece ser a melhor forma de equacionar o paradoxo contido na trinômia “preservação-exploração-qualidade de vida”, sendo que o mesmo só pode ser viabilizado dentro de uma sólida base científica.

Faz-se necessário ampliar o leque de pesquisas interdisciplinares e de pessoal qualificado, para que se possa colaborar na apresentação de propostas e soluções adequadas para uma política de desenvolvimento racional e justa para Amazônia, que priorize a valorização da natureza, do homem e da qualidade da vida como um todo.

As Orchidaceae

Uma das famílias de plantas componentes da biodiversidade amazônica é a família ***Orchidaceae***, que é historicamente apreciada pela espetacular beleza de suas flores, pela raridade de algumas espécies e sua facilidade de hibridização, características que dão as mesmas, um grande valor comercial na floricultura. Por outro lado, a sua exploração indiscriminada e predatória, torna-as extremamente vulneráveis em seus ambientes naturais, colocando-as em risco de extinção (Madson, 1977; Braga, 1987 a; Lira, 2002).

Conforme Souza (2005), a família ***Orchidaceae*** pertence à ordem ***Asparagales*** e segundo Garay (1960) é cosmopolita, tendo seu centro de origem na Ásia, possivelmente na Malásia, durante o período Cretáceo, começando sua expansão no início do período Terciário. São plantas predominantes nas áreas tropicais possuindo distribuição pantropical, localizadas principalmente nas florestas da África equatorial, sudeste da Ásia e Brasil, onde possui inúmeras espécies com potencial ornamental (Brieger, 1962).

Orchidaceae são muito numerosas constituindo-se em uma das maiores famílias de plantas floríferas, com seus membros ocupando diversificados ecossistemas e nichos ecológicos, exceto os polares e os desérticos, mas estão aptas a explorarem áreas alagadas, barreiras rochosas, áreas sombreadas ou com alta luminosidade, assumindo hábitos subterrâneos, semi-aquáticos, epifíticos e terrestres, o que denota uma alta diversidade de formas e adaptações (Holttum, 1953; Withner, 1959; Braga, 1982a, 1987b; Braga & Mera; 1981; Heywood, 1996).

Segundo a estimativa de Dressler (1981), após considerar as inúmeras incertezas dentre as estimativas de diversos autores, a família *Orchidaceae* apresenta entre 20.000 a 25.000 espécies distribuídas em 725 gêneros.

Gentry & Dodson (1987), informam que cerca de 67% das espécies de orquídeas possuem o hábito epifítico sendo este encontrado em 460 de seus gêneros. Conforme Benzing (1987), duas em cada três espécies de epífitas vasculares são orquídeas.

Na região neotropical a família agrupa, juntamente com a família ***Bromeliaceae***, a maioria das espécies de magnoliófitas com tal hábito (Janzen, 1980), possuindo as ***Orchidaceae*** cerca de 11.000 espécies epifíticas distribuídas em 80 gêneros inteira ou predominantemente epifíticos (Gentry & Dodson, 1987).

Segundo Holttum (1955), a orquídea ancestral teria seguido o mesmo hábito simpodial de outras monocotiledôneas. Presumiu isto, pelo motivo das orquídeas menos avançadas apresentarem as seguintes características: raízes suculentas sem velame, rizomas subterrâneos delgados, caule alongado, corno ou possivelmente pseudobulbos com muitos internós e varias folhas dobradas em espiral.

Orquídeas mais avançadas, pelo contrário, mostram raízes aéreas com velame, rizomas suculentos ou sua completa ausência, hábito monopodial, caules modificados com pseudobulbos e internós simples, redução do número de folhas as quais são conduplicadas, agrupadas ou dísticas. A inflorescência pode progredir de terminal para a posição lateral ou para posição axilar. O pseudobulbo poderia derivar fileticamente de dois órgãos - de um ancestral terrestre bulboso revestido de vários nós na base do caule, tais como encontrados em *Bletia* ou *Phainus* ou de um espessamento de toda a parte aérea do caule do broto, resultando eventualmente em pseudobulbos de um único internó (Dressler & Dodson, 1960).

Orchidaceae no Brasil e na Amazônia

O maior desenvolvimento da família **Orchidaceae** deu-se no Brasil, onde se tem cerca de 198 gêneros e 2.350 espécies nativas (Pabst & Dungs, 1975, 1977). Estes autores consideram que a bacia amazônica abrange os estados do Amazonas, Pará, Acre, Rondônia, Amapá e Roraima, deixando de fora o noroeste do Maranhão e o norte do Mato Grosso. A partir desta divisão, eles informam que na bacia, encontram-se 94 gêneros de orquídeas com 352 espécies. Conforme Braga (1987a) sete destes gêneros são pantropicais e um subtropical e os demais são neotropicais. Poucos são os gêneros que como *Orleanesia*, *Duckeela* e *Xerorchis* têm seu centro de distribuição na bacia amazônica.

Quanto à penetração da família na bacia amazônica em termos geocronológicos, é bem recente, da ordem de um milhão de anos (Brieger, 1964). A sua distribuição na bacia está intimamente relacionada com as áreas geológicas, climatológicas e fitogeográficas (Braga, 1982b).

Hoehne (1949) e Lacerda (1981) mencionam que no complexo vegetacional que é a floresta amazônica, ocorre uma baixa densidade de orquídeas na floresta de terra firme. Ducke & Black (1954), citam sua profusão nos igapós e nas campinas e Braga (1982b), cita 64 gêneros, 155 espécies e 1 híbrido natural da família para as campinas da Amazônia brasileira.

Braga (1979) discorre sobre a ocorrência das **Orchidaceae** em alguns dos diversos tipos de ecossistemas amazônicos e comenta que, assim como nas florestas de várzea e igapó, as campinas amazônicas são muito ricas em espécies de orquídeas, tanto quanto no número de indivíduos como na biomassa, se comparadas aos demais tipos de vegetação, observando que das espécies encontradas na região amazônica, a maioria ocorre em campinas.

As espécies de igapó, da vegetação serrana baixa, da várzea e dos campos de terra firme, são as mesmas que ocorrem na campina aberta e sombreada, sendo que as de floresta de terra firme são igualmente características as da campina alta. O igapó tem maior importância como via de migração e a vegetação serrana baixa, como centro de evolução e dispersão de orquídeas da Amazônia.

As **Orchidaceae**, além de seu importante papel como componente florístico dos ecossistemas amazônicos, possuem um alto valor comercial na floricultura

assim como, alcalóides com potencialidades farmacológicas. São ainda utilizadas na agricultura, pesca, piscicultura, decoração, adornos, cosméticos, lubrificantes, artesanato, na produção de gomas resinas e na veterinária, sendo também importante na produção de vanilina, que é extraída do gênero *Vanilla*. Informações mais detalhadas sobre o valor econômico das orquídeas podem ser encontradas em Lawler (1984) e Nkorthen (1984).

A lista oficial de flora ameaçada de extinção do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) de 1992 conta com 107 espécies, das quais nove (9) são orquídeas, sendo oito pertencentes ao gênero *Laelia* e uma ao gênero *Cattleya* (*C. schilleriana* Rchb. f.), que estão colocadas na categoria “em perigo”.

O estudo da família ***Orchidaceae*** na região amazônica ainda é incipiente e com pouca literatura especializada. Muitas pesquisas ainda devem ser efetuadas nos diversos ramos da botânica para que se possa conhecer e explorar toda a potencialidade das espécies amazônicas desta família seja como componente florístico da biota ou como um elemento economicamente viável.

Na presente revisão bibliográfica temos os seguintes trabalhos sobre orquídeas amazônicas:

- Taxonomia e distribuição: Braga (1978, 1979, 1981a,b, 1982a,b, 1983, 1994), Braga & Lacerda (1982), Campacci (2000), Da Silva *et alli* (1995), Da Silva & Da Silva (1998, 2000), Dunsterville (1973), Lacerda (1995), Luz (2001), Miranda (1982, 1996), Pabst (1967), Salvestrini (2002).

- Biologia floral: Braga (1976, 1987a, b).

- Aspectos ecológicos com orquídeas epifíticas e terrestres: Braga (1977, 1981c, 1982 a, b), Braga & Vilhena (1981), Bonates (1987, 1993), Bonates & Braga (1992), Cruz (1994), Lacerda (1981), Lira, Bonates & Braga (1997).

- Micropropagação: Lira (2002).

O ecossistema de campina

A floresta amazônica comporta diferentes unidades fitogeográficas, condicionadas a fatores pedológicos, fisiográficos e microclimáticos, os quais contribuem para o surgimento das mais diversas formações vegetacionais, como as

campinas, as campinaranas (também chamadas de campinas altas), as florestas de terra firme, as restingas litorâneas, mangues, savanas, as formações de cerrados etc. O tipo vegetacional não florestal, regionalmente conhecido como campina, é típico da região amazônica principalmente da Amazônia central e ocidental.

Segundo Pires (1973) e Anderson (1981), essas formações não florestais que se desenvolvem sobre areia branca, ocorrem em vários pontos da Amazônia (Venezuela, Peru e Guianas), recebendo os mais diversos tipos de nomes vernaculares como em Rondônia, onde as mesmas são conhecidas como charravascal, chavascal e carrasco ou ainda, em outras localidades, mucucuzal (Lisbôa, 1975) humirizal, (Aubréville, 1961), caatinga (Spruce, 1908; Anderson, 1981) e bana (Sobrado & Medina, 1980).

Conforme Braga (1979), as diversas expressões desse tipo vegetacional, ocupam aproximadamente 64000 km², cerca de 1,7% de vegetação da Amazônia brasileira, crescendo em solos arenosos bastantes drenados e pobres em nutrientes, sendo a flora extremamente endêmica e de baixa diversidade florística. Prance (1987) e Nelson (1996) consideram estes valores maiores e que representam 5,8%.

Anderson (1981) comenta que a fisionomia escleromórfica da campina indica uma falta de nutrientes e/ou periódicas deficiências de água no solo. Condições edáficas extremas e a insularidade desses sítios provavelmente têm atuado como poderosos fatores seletivos, gerando uma biota caracteristicamente pobre em diversidade e rica em endemismos.

Vieira Salgado & Oliveira Filho (1962), comentaram que as campinaranas amazônicas estão condicionadas a dois fatores correlacionados – o solo e a água. O solo, por ser oligotrófico (pobre em nutrientes), determina a estrutura raquítica da plantas e a água, por proporcionar o desenvolvimento da vegetação, sendo esta hipótese posteriormente comprovada por Reichardt *et alli* (1975). Dentro desta concepção, Shubart (1983) informa que se na Amazônia houvesse um considerável abaixamento do lençol freático durante a estação seca, as raízes curtas não o alcançariam e, em conseqüência, a água disponível na camada enraizada do solo, seria insuficiente para manter qualquer tipo de vegetação.

Ribeiro *et alli* (1978), ao analisarem as águas coletadas no lençol freático das campinas amazônicas, concluíram que as principais fontes de nitrogênio na

água da campina são o material em decomposição (litter), chuvas, água de lavagem da floresta e produtos do metabolismo de microorganismos.

Ribeiro & Santos (1975) concluíram que não só a água e o solo seriam importantes para as campinas e campinaranas. A temperatura e a umidade relativa do ar e a temperatura do solo, influenciariam diretamente nos processos vitais do metabolismo das plantas. Estes autores estudaram a climatologia desta comunidade e obtiveram os seguintes dados para a campina: umidade relativa média entre 81.0% e 90.0%; temperatura do ar entre a mínima absoluta de 17.7^o C, máxima absoluta de 38.0^oC e temperatura média de 24.3^oC e 27.3^oC; temperatura do solo entre o solo-areia 25.6^oC e 42.3^oC, solo, areia e líquens 23.6^oC e 32.4^oC e solo com cobertura vegetal 23.3^oC e 29.4^oC.

Na campinarana obtiveram: umidade relativa média entre 91,0% e 97.0%; temperatura do ar ente a mínima absoluta de 19,0^oC, máxima absoluta de 33.0^oC e temperatura média de 23.3^oC e 26.0^oC.

Os mesmos autores comentam que a precipitação na área de campina é mais intensa no período de dezembro a maio, e nos meses de junho a novembro ocorre menor quantidade de chuva. Foram registradas cerca de 2.917,8h de insolação, ocorrendo a maior concentração de insolação nos meses de julho a outubro e quanto à radiação solar obteve-se cerca de 95.184 cal/cm², sendo que os totais mais baixos ocorreram entre janeiro e junho.

Lisbôa R. (1976) estudou a ecologia das briófitas que ocorrem nesta comunidade e fez medições da incidência luminosa sob a copa de *Aldina heterophylla* Spr. Ex Benth e *Glycoxyllum inophyllum* (Mart. Ex Miq.) Ducke, lenhosas forófitas, tendo obtido para a primeira a média de 3524,34 lux em baixo da copa, 26895,38 lux fora da copa, e 13,03% de luz filtrada; e para a segunda, obteve a média de 8220,89 lux embaixo da copa, 24464,10 lux fora da copa e 33,67% de luz filtrada. Conforme os dados, a percentagem de luz filtrada por *A. heterophylla* é bem menor que a de *G. inophyllum*, sendo este um dos fatores na manutenção de tantas epífitas nas árvores de *A. heterophylla*.

Ferreira (1997) não se sabe ao certo, quais fatores abióticos afetam o surgimento das campinas e campinaranas da Amazônia central e ocidental. A distribuição dessas formações em pontos tão eqüidistantes na floresta amazônica

implica que estas formações podem apresentar condições ecológicas bem diversificadas, causando grande diferença em sua composição florística e estrutural.

Quanto à origem da campinas e campinarana amazônica a literatura botânica possui poucas referências; temos Ducke & Black (1954) considerando que os solos dessas duas formações se originaram de antigos leitos de rios e lagos, além de estarem associadas aos rios de água preta, pobres em sedimentos. Posteriormente, essa observação foi confirmada por Sioli (1960), para quem estes ecossistemas são ocorrentes, em geral, em manchas de areia branca sobre planícies do complexo granito-gnássico do Pré-cambriano. Sakamoto (1957) afirma que surgiram no seio dos latossolos amarelos de texturas leves, médias ou pesadas, cujas gêneses se devem, provavelmente, à superposição de sedimentos do Pleistoceno sobre sedimentos de origens Terciárias mais antigas.

Shubart (1983) levantou a hipótese de que as campinas da região de Manaus e do rio Cueiras (Amazônia central) seriam de origem antrópica, pelo fato de ter sido encontrado nas mesmas, cacos de cerâmica indígena e carvão vegetal, mas considera outros tipos de gêneses. Sendo assim, os índios teriam apenas aproveitado essas áreas parcialmente limpas para a construção de suas aldeias.

Falesi *et alli* (1971), Falesi (1986), comentam que essas formações sempre ocorreram sobre solos arenosos e que estariam sofrendo um processo de podzolização.

Janzen (1974), parte da hipótese de que a origem das campinas está ligada à erosão de depósitos aluviais, derivados de arenitos da Venezuela e de rochas graníticas do norte das Guianas. Fittikau (1973) comenta que a origem das campinas da Amazônia central estaria associada não só aos rios de águas pretas que são oriundos das Guianas, mas também à geoquímica desta região.

Lleras & Kirkbride Jr. (1978), discutem que os solos das campinas do alto rio Negro na Amazônia Ocidental e as da região de Manaus (Amazônia central), foram originados pela degradação do escudo guianense que cujos sedimentos foram posteriormente transportados pelos rios que nasceram neste escudo e, em seguida, drenaram em direção norte do rio Amazonas. Analogamente, concluíram que a existência de campinas e campinaranas ao sul da Amazônia, mais precisamente na

serra do Cachimbo (PA), possuem seus solos originados pela degradação da parte norte do escudo do planalto central e não, dos escudos das Guianas.

Segundo Braga (1982 b), as razões que levam a existência de variações florísticas e fisionômicas tão bruscas e o porquê de uma flora tão especializada, com a presença de espécies que não ocorrem normalmente em outras formações, ainda estão por ser esclarecidas.

Chama-se atenção para o fato de que, principalmente as campinas circunvizinhas a Manaus e ao longo de estradas de rodagem no Amazonas ou as próximas da sede de municípios, são constantemente depredadas pela exploração sistemática e tradicional de areia destinada à construção civil e, recentemente, a areia também vem sendo utilizada como uma das matérias-primas para monitores de plasma nas fábricas de eletro-eletrônicos do Distrito Industrial de Manaus. A depredação também ocorre pela retirada de madeira para lenha e carvão, assim como, pela retirada de suas epífitas de maneira predatória, visando o comércio de plantas ornamentais (observação pessoal)

Lacerda (1982) já denunciava este fato e Anderson (1981) alertava que espécies endêmicas correm perigo de extinção devido a sucessivas queimadas das campinas e a extração de areia em áreas de desenvolvimento na Amazônia, o que impede a sucessão e a possibilidade de restabelecimento vegetacional.

Para saber sobre o valor da preservação da campina amazônica e o seu uso para atividades antrópicas, consultar Anderson (1981).

Fisionomicamente, a vegetação de campina é caracterizada por ser aberta, arbustiva, agrupada, com a ocorrência de árvores relativamente baixas, com um determinado grau de esclerofilia, casca rugosa, ramificação tortuosa, não apresentando um acúmulo significativo de serrapilheira e, de maneira geral, há profusão de epífitas, tais como briófitas, orquídeas e bromélias (Lisbôa, 1975; Braga, 1977, 1979, 1982b; Ferreira, 1997).

A denominação popular e também a científica do ecossistema de campina é relativamente extensa e diversificada (Braga, 1982b), ocorrendo, a par disto, a sua inclusão em outros tipos vegetacionais, dificultando o trabalho de quem o estuda.

No presente estudo, usou-se a terminologia apresentada por Braga (1982b) por já haver sido utilizada pelo autor da presente tese em trabalhos anteriores sobre campina amazônica.

Campina aberta

Vegetação raquítica de porte baixo, com um escleromorfismo acentuado e penetração excessiva da luz, sendo formada por ilhas e agrupamentos de plantas que começam a colonizar a área ou áreas contínuas, com a vegetação mantendo as mesmas características (figura 1b).

Campina sombreada

Apresenta um estágio mais avançado de diversidade em espécies arbóreas e herbáceas, formada de vegetação contínua e de porte mais alto (figura 1a).

Campina alta

Representa o estágio avançado do gradiente sucessional da campina, podendo ter árvores que atingem trinta metros de altura. Alguns elementos da floresta de terra firme do tipo densa podem estar presentes.

Esta classificação fitofisionômica está intrinsecamente relacionada com os tipos de solo da campina, onde os mesmos influenciam fortemente no aparecimento de subtipos vegetacionais, conforme o seguinte resumo, baseado em Braga (1982 b):

- **Areias quartzosas distróficas:** Perfis pouco evoluídos, excessivamente drenados, bastante permeáveis, de textura grosseira. São solos de profundidade média acima de dois metros, ocorrendo em relevo plano à suave ondulado, tendo como material de origem os arenitos. Por serem excessivamente drenados, podem ocorrer déficits na reserva efetiva de umidade.



Figura 1 - A: Campina sombreada da Amazônia central; B: Campina aberta da Amazônia central.

- Solos litolíticos distróficos: São solos rasos, com o perfil pouco evoluído, apresentando textura e fertilidade dependendo do material de origem. Normalmente são encontradas exposições rochosas, sobre relevo ondulado ou fortemente ondulado.

- Podzol hidromórfico: É caracterizado pela presença de iluviação acentuada de matéria orgânica e/ou sesquióxidos de ferro e alumínio não acompanhado de argila cristalina. Compreendem solos minerais muito arenosos, com a drenagem imperfeita. A textura normalmente é barro-arenosa, com predominância da areia grossa. A reserva efetiva de umidade do solo pode ser insuficiente durante a estação seca.

- Podzol vermelho amarelo álico latossólico: São solos representados por latossolos com conteúdo variável de argila. Apresentam falta de acumulação de húmus, estrutura complexa, com extratos dificilmente distinguíveis e a presença notável de elementos típicos da floresta de terra firme.

Pode-se observar, portanto, que os solos da campina, de uma maneira geral, possuem a textura pesada, são arenosos, bastante drenados e oligotróficos, sendo o solo da Campina INPA/SUFRAMA, classificado como o de areias quartzosas distróficas e ocupando sedimentos terciários, pertencentes à Formação Alter do Chão, do grupo Barreiras (Braga, 1982b; Shubart, 1983; Luizão, 1995).

Considerações anatômicas, fisiológicas e ecológicas.

Poucos trabalhos foram realizados em busca de dados anatômicos, fisiológicos e ecológicos sobre espécies típicas ocorrentes em campina da Amazônia brasileira.

Ferri (1960) trabalhou com anatomia ecológica analisando o padrão de abertura estomática, transpiração cuticular e anatomia foliar de espécies de uma “caatinga” do Rio Negro (Amazonas) e Morretes & Ferri (1972) descreveram a anatomia foliar de algumas espécies da mesma área. Braga & Braga (1975) estudaram duas espécies de *Loranthaceae* hemiparasitas das campinas com tendência a possuírem hospedeiros específicos, analisando ainda, aspectos

anatômicos e ecofisiológicos. Braga M. (1977) estudou a anatomia foliar de algumas espécies de *Bromeliaceae* e Vilhena (1978) fez a anatomia foliar de algumas espécies de *Humiriaceae* que ali ocorrem.

Com a anatomia de *Orchidaceae*, temos somente os trabalhos de Braga & Vilhena (1981) que estudaram a anatomia ecológica foliar de *Epidendrum huebneri* Schltr., e ainda os trabalhos de ecofisiologia e anatomia ecológica foliar de quatorze espécies de orquídeas que vegetam no estrato terrestre de uma campina da Amazônia central realizados por Bonates (1987,1993) e por Bonates & Braga (1992) e o estudo de nove espécies epifíticas e pseudoterrestres de campina (Bonates, Lira & Braga, em preparação) e do complexo estomático do gênero *Catasetum* de espécies nativas da Amazônia por Lira, Bonates & Braga (1997).

As epífitas apresentam estratégias diversificadas e peculiares para sobreviverem ao ambiente xérico e oligotrófico da campina. Para cultivá-las ou até comercializá-las, é necessário um conhecimento profundo da sua diversidade funcional e estrutural, para que se dê um suporte técnico correto para o seu manejo ou sua cultura intensiva, efetivada por modernas técnicas, como as demonstradas em Lira (2002). Portanto, tanto a orquidiocultura quanto o manejo sustentado de qualquer espécie vegetal, necessitam de respostas básicas sobre o ciclo vital das plantas, das condições e influências do seu local de crescimento.

A seguir, alguns destes aspectos anatômicos, fisiológicos e ecológicos que são imprescindíveis para que as plantas possam vegetar e adaptar-se aos diferentes ecossistemas e que serão levados em conta no presente estudo.

Aspectos relacionados à anatomia ecológica

O escopo da presente pesquisa, em um sentido amplo, orientou-se no sentido da biologia em buscar responder o porquê de certos tipos de organismos viverem onde vivem e por que não o fazem em outros lugares?

Segundo Epstein (1972), Strasburguer (1981), Crawley (2000a) e Nultsch (2000), o organismo é adaptado ao meio em que vive e os tipos e as distribuições atuais dos seres vivos são uma conseqüência de longos e continuados processos evolutivos. A adaptação é uma propriedade do fenótipo e é o fenótipo que está exposto diretamente à influência de um determinado estímulo do meio.

A faixa de potencialidades do fenótipo é definida pelo genótipo, sendo que as mudanças no genótipo ocorrem ao acaso, através das mutações, fato que irá modificar as potencialidades do fenótipo e essas modificações estão sujeitas ao fenômeno da seleção natural. As mutações que fazem o indivíduo mais apto ao seu meio contribuem através de sucessivas gerações, com um aumento proporcional do reservatório genético da população muito mais do que aquelas que possuem a tendência inversa (Epstein, 1972; Crawley, 2000b).

Através da evolução da diploidia e da troca sexual de material genético, ficou disponível em populações de organismos superiores, um imenso reservatório de variabilidade latente, do qual a seleção natural faz surgir novas formas em respostas as mudanças nas condições de vida. Barreiras geográficas, morfológicas, anatômicas e fisiológicas à troca de genes causam o isolamento genético e permitem adaptações muitas vezes altamente especializadas e mesmo bizarras a qualquer tipo de meio (Heywood, 1970; Crawley, 2000b; Nultsch, 2000).

Epstein (1972), Bell & Lechowicz (1994) e Hutchings (2000) reportam que o êxito adaptativo implica em que o organismo use o meio vantajosamente para suprir suas necessidades e contorne as características que lhe são impróprias. Neste aspecto, por causa das plantas não possuírem adaptações que lhes permitam locomoverem-se de um lado para outro em busca de ambientes mais favoráveis, elas se tornam sujeitas às variações do meio em que vegetam, sejam estes do ar, do solo e da água. Para adequar-se a estas variações do meio é necessário que a planta possua um bom lastro de plasticidade fenotípica. A plasticidade morfológica representa também plasticidade fisiológica, uma vez que é através dos processos fisiológicos de crescimento e desenvolvimento que as plantas ou os seus órgãos adquirem o tamanho e formas que possuem (para uma boa revisão sobre plasticidade fenotípica em plantas consultar Via 1994; Bell & Lechowicz, 1994).

Dentro de um genótipo há limites para a amplitude de respostas fenotípicas ao meio (Bradshaw, 1965). As respostas genotípicas das plantas ao habitat foram demonstradas experimentalmente por Turesson (1922), que mostrou existir uma diversificação evolucionária mesmo dentro das espécies, ao coletar plantas pertencentes à mesma espécie crescendo em áreas geograficamente separadas, sendo que as plantas mostraram aspectos característicos relacionados ao seu habitat e quando estas foram cultivadas na mesma área experimental durante vários

anos, mantiveram aspectos que as caracterizavam em seus habitats originais. A estas “variedades” ecológicas que representam a resposta genotípica da espécie ao habitat, Turesson chamou-as de ecótipos. A diferenciação ecotípica tem sido deste então reconhecida como um resultado da seleção natural.

Walter (1986) esclarece que a espécie como unidade taxonômica, é freqüentemente bastante diferenciada no sentido ecofisiológico, apresentando gradações quantitativas nas suas propriedades ecofisiológicas, caso que são chamadas de “ecocline”.

Stebbins (1974) assinala que as características vegetativas são mais sujeitas à variabilidade plástica do que as reprodutivas. A longa e contínua atividade meristemática, seguida pelo aumento gradual das células formadas, oferece ampla oportunidade para que os fatores externos exerçam sua influência, como ocorre nas lâminas foliares.

Ao contrário disso, no desenvolvimento dos órgãos reprodutivos, como as flores, as características genéticas são mais marcantes e determinantes, já que as flores possuem um tempo relativamente curto para a formação de suas estruturas e de outras delas derivadas, como o caso de estruturas pequenas como as sementes, de modo que a influência do meio e de seus estímulos é minimizada.

A folha, ao contrário da flor, tem sido freqüentemente considerada como o órgão mais plástico das plantas, o mais anatomicamente variável e o que apresenta uma maior plasticidade fenotípica. É o órgão que mais responde morfofisiologicamente a estímulos e/ou mudanças externas e internas (Esau, 1960; Heywood, 1970; Metcalfe & Chalk, 1979; Cutter, 1987; Fahn, 1997; Dickison, 2000)

A folha é o principal sítio do complexo fenômeno da fotossíntese nas plantas superiores e sua estrutura, como resultado da seleção natural, reflete esse propósito. A realização da fotossíntese é a principal função da lâmina foliar, sendo que, em algumas folhas suculentas, a folha também exerce uma segunda função que seria a de estocagem de água e de produtos de reserva (Whatley & Whatley, 1982).

Assim, em um sistema como o fotossintético, a luz incidente é um fator primordial e a máxima exposição superficial a esta, deve ser analisada como uma vantagem seletiva. Por esta exposição, a condição ótima para a fotossíntese opera

sempre sob a ameaça de dessecação, pois a facilidade de acesso à luminosidade e ao CO₂ traz consigo a facilidade de perda de vapor de água. (Gemmell, 1981; Whatley & Whatley, 1982). Segundo Kramer & Kozlowski (1979), a estrutura foliar atual da maioria das plantas desenvolveu-se numa direção que torna a transpiração inevitável, excetuando-se um número restrito delas que cujas folhas se apresentam cobertas por fortes camadas de cutina e com poucos estômatos.

Esau (1960) reporta que as monocotiledôneas possuem muitos tipos de folhas que parecem ser altamente especializadas e complexas de se interpretar do ponto de vista anatômico-morfológico, pois é fato reconhecido de que os fatores abióticos não atuam isoladamente em um ser vivo, mas de forma inter-relacionada tornando-se difícil identificar-se qual o fator que estimula um dado efeito adaptativo.

Cutter (1987) comenta que plantas que são características de certos nichos ecológicos, muitas vezes apresentam uma estrutura que se acredita estar adaptada àquele meio particular. Entretanto, a hipótese de que estas características estruturais são adaptações que evoluíram para alcançar as necessidades impostas pelos habitats e que lhes conferem vantagens, pode ser questionada à luz de experimentações, que mostram **e.g.**, que a transpiração não é necessariamente reduzida nas folhas com pêlos abundantes ou estômatos abaixo do nível da epiderme. Deve-se considerar, portanto, que pode existir uma relação causal, em vez de adaptativa, entre o meio e a estrutura, embora também se deva considerar que essas não são mutuamente exclusivas.

Se as características morfológicas internas e externas consideradas como adaptativas forem comuns aos **taxa**, devem-se considerar estas adaptações como pertencentes ao padrão morfo-genético do **taxa**, pelo fato de que as mesmas podem estar bem fixadas geneticamente. Se elas aparecem somente na espécie ou variedade estudada de forma transitória e dentro de condições ambientais específicas, devem ser consideradas como morfo-adaptativas. Assim, temos que uma dada forma (um padrão) deverá pela ação da seleção natural, estar adaptada a uma função, e quanto maior for a integração positiva entre a forma e a função, é que se estabelecerá um maior grau de eficiência adaptativa geral ou particular (Heywood, 1970; Strasburguer,1981; Bonates,1987,1993; Bonates & Braga,1992; Fahn, 1997; Dickson, 2000; Larcher,2000).

As adaptações foliares têm sido historicamente usadas como indicadores de condições ambientais. Algumas plantas exibem adaptações estruturais óbvias em sua morfologia externa e estas ajudam a espécie sobreviver em um habitat particularmente adverso. Outras adaptações são menos óbvias, tais como aquelas que implicam em diversidade na estrutura do tecidos ou das células e somente podem ser visualizadas mediante cuidadoso exame microscópico.

Adaptação, *sensu lato*, seria um processo terminal de ajustamento fenotípico ou genético de organismos ou populações a condições ambientais particulares, que lhes permitam sobreviver, reproduzir e desenvolverem-se. A adaptação inclui respostas de curto prazo, aclimações e evolução genotípicas (ACIESP, 1977; Larcher, 2000).

As adaptações são consideradas especializadas se elas estão direcionadas a um subconjunto particular de características dentro da heterogeneidade ambiental e podem ser generalizadas se elas representarem especializações a uma ampla faixa de características ambientais (Dickison, 2000).

Por outro lado, os caracteres de adaptação se estabilizam hereditariamente, mas se conservam variáveis em correspondência com as alterações do ambiente (Strasburguer, 1981).

Uma visão íntima da estrutura interna da folha é efetivada pela anatomia ecológica foliar e a partir dela, pode-se estabelecer correlações entre a forma dos tecidos e células com a função dos processos metabólicos ocorridos nestes sítios, analisando-se as possíveis variações nestes tecidos e relacionando-as com diversos fatores ambientais, procurando-se com isto, contribuir para o entendimento dos processos e das respostas vitais das plantas em função das mudanças destes fatores. Por estes motivos, a anatomia ecológica é uma das abordagens mais válidas para auxiliar o estudo de ecofisiologia das plantas (Lleras, 1977; Bonates, 1987; Lüttge, 1997; Dickison, 2000)

Xeromorfismo e escleromorfismo

Na literatura sobre a variação foliar é dada grande atenção ao estudo dos caracteres xeromorfos. Isto se dá, principalmente, pelo motivo de que as

características xeromorfas (e outras, de ecótipos) mostram uma graduação variável em relação à constância e de um outro lado, fatores ambientais podem induzir um grau de xeromorfia em folhas normalmente mesomorfas ou intensificar os caracteres xeromorfos em xerófitas (Shields, 1950; Vasilevskaia, 1964; Esau, 1960).

Poucos trabalhos têm sido desenvolvidos na flora brasileira sobre o oligotrofismo, principalmente em ecossistemas complexos e ricos em biodiversidade como a Amazônia e o Cerrado e como sugere Paviani (1983), o oligotrofismo representa um valioso campo de investigação aberto às indagações de ordem anatômica, fisiológica, ecológica e edafológica.

Xerófitas são as espécies que crescem em habitats secos ou naqueles onde a água não está fisiologicamente disponível **e.g** vegetais halófitas (Ferri, 1955, 1963; Seddon, 1974)

Xeromorfa é a característica de plantas com adaptações estruturais ou funcionais que impedem ou reduzem a perda de água por transpiração e que podem estar relacionados com outras variáveis ambientais que não a água (Cutter, 1987; ACIESP, 1997).

Lleras (1978) chama atenção para os termos *escleromorfismo* ou *esclerófito* que não devem ser usados como sinônimos de xeromorfismo ou xerófito. Etimologicamente, estes termos são de origem grega e **skleros** significa duro, rígido e botanicamente designa estruturas com alto conteúdo de tecido de sustentação e **xeros** significa seco, árido e **morpho**, forma, padrão. Temos assim que, escleromorfismo ou esclerofitismo, designa características estruturais e que xerofitismo, indica adaptações ecológicas. Comenta ainda, que atualmente, no uso comum, escleromorfismo inclui caracteres além dos implícitos na definição etimológica, tais como: espessura do mesofilo, maior número de estômatos por unidade de área e maior venação por unidade de área, entre outros.

O xeromorfismo em um dado grupo de plantas pode ser interpretado como uma resposta adaptativa resultante de um processo evolutivo que resulta diretamente na melhoria da eficiência em termos de sobrevivência e indiretamente, de sucesso reprodutivo (Dickison, 2000).

Lleras (1978), Medri (1977, 1980), Lüttge (1997), Dickison (2000) chamam atenção para que caracteres aparentemente xeromórficos nem sempre indicam

xerofilia. Estes caracteres também são comuns em condições de esclerofilia, causada por fatores como a oligotrofia do solo, o que causa uma baixa produtividade orgânica assim como, pela toxicidade de uma grande quantidade de alumínio no solo (Goodland, 1971) ou então, pela severa deficiência em elementos organogênicos, principalmente nitrogênio e fósforo (Loveless, 1961,1962; Nordenkampf 1987; Medina & Cuevas 1989, 1994; Benzing 1989a, 1989b; Larcher, 2000).

Dickison (2000) reporta que folhas escleromorfas também são encontradas em muitas plantas lenhosas de pântanos. Chama a atenção para o fato de que a ocorrência relativamente comum da esclerofilia em muitas monocotiledôneas e dicotiledôneas tem sido relacionada a folhas de longa vida, que por sua vez, seriam adaptações à limitação de nutrientes ou também uma forma de tornar as folhas impalatáveis para os animais.

Lleras (1978), baseado no trabalho de Maximov (1931) lista uma série de características conhecidas como Lei de Zalenski, que são comumente relacionadas com xerofilia e esclerofilia, que são:

- Células menores, maior número de estômatos por unidade de área.
- Paredes mais espessas e menos sinuosas nas células epidérmicas.
- Diferenciação mais marcada entre tecido paliçádico e esponjoso.
- Menor espaço intercelular.
- Tecido mecânico mais desenvolvido.
- Maior venação por unidade de área.
- Tamanho menor de folha.
- Mesófilo mais espesso.

Esau (1974), Cutter (1987), Nordenkampf (1987), Fan (1997), Dickison (2000) informam que as características mais óbvias da folha xeromórfica são: uma baixa razão entre a área da superfície foliar e o volume foliar, redução no tamanho da célula, aumento interno da área de superfície livre do tecido vivo (em parte de um maior desenvolvimento do parênquima lacunoso) e uma maior densidade de sistema vascular e de estômatos. Estas características possibilitam altas taxas fotossintéticas sob condições favoráveis de suprimento de água. Outras características

xeromórficas ajudam a evitar um descontrole na perda de água durante períodos de estresses:

- para reduzir a taxa transpiratória, uma epiderme recoberta por uma cutícula grossa e ceras e possuidora de um grande número de tricomas.

- Os estômatos podem estar imersos ou agrupados em sulcos ou criptas na superfície inferior da lâmina foliar, com as margens cuticulares sobrepondo-se as depressões e em conseqüência disto, a abertura ostiolar é protegida do contato com o ar externo e conseqüentemente com a baixa umidade.

- O tecido vivo e transpirador é freqüentemente reduzido em favor de um tecido vizinho de células esclerenquimáticas mortas, o que ajuda a impedir o murchamento, pois a pressão do turgor celular nem sempre pode ser sempre mantido em níveis elevados dentro das xerófitas.

- Ocorrência de uma ou mais camadas de células intensamente lignificadas distribuídas imediatamente abaixo da epiderme, formando uma hipoderme.

- Presença de um parênquima paliçádico isobilateral.

- A lâmina da folha pode ser involuta ou dobrada.

Estas características quando ocorrem conjuntamente formam síndromes adaptativas que podem ser interpretadas sob óticas diferenciadas ou gerar indicativos para análises minuciosas, acompanhadas de medidas fisiológicas ou de testes experimentais.

Suculência

Dentro do grupo das xerófitas, existem plantas que possuem as folhas, caules e raízes do tipo suculento ou carnoso, sendo estas, adaptadas para ter capacidade de estocar uma grande quantidade de água livre e de produtos secundários.

Estas plantas são caracterizadas por também possuírem as células epidérmicas, mormente espessadas e fortemente cutinizadas, pela presença de estruturas e substâncias mucilaginosas proeminentes, assim como, células incolores, que em sua maioria, são grandes, freqüentes e com paredes delgadas. As

paredes dessas células podem ser reforçadas com espessamento secundário de celulose ou lignina. Se estes espessamentos formam faixas estreitas, elas são denominadas de estrias ou fitas e se são largas, denominadas de bandas.

Os espessamentos servem para prevenir o colapso das paredes quando o turgor celular é reduzido e contribuem para a rigidez do limbo foliar. As faixas de espessamento também podem estar associadas ao mesofilo que possui pouco ou nenhum esclerênquima (Cutter, 1987; Dickison, 2000).

A suculência é uma das condições necessária para o funcionamento da via fotossintética do tipo CAM ocorrendo, porém, que nem todas as suculentas possuem esta via fotossintética. É importante ressaltar que o tipo de suculência CAM, não implica necessariamente, em uma carnosidade aparente, mas sim em uma suculência anatomicamente detectável no clorênquima, que deverá possuir células do mesofilo grandemente vacuolizadas e incolores, com cloroplastos periféricos ou não (Coutinho, 1963; Medina, 1974,1977; Avadhani *et alli*, 1980; Wiesberg, 1981; Bonates, 1987; Nordenkampf, 1985; Dickison, 2000; Larcher, 2000).

Caracteres anatômicos foliares de Orchidaceae

Ao estudar-se a anatomia de **Orchidaceae**, nota-se que as mesmas, possuem vários caracteres que embora sejam marcadamente de natureza morfo-genética e que caracterizem um determinado **taxon**, são sensíveis a mudanças ambientais e contribuem para a adaptação da planta ao seu habitat, principalmente quando relacionados com variações micro-climáticas (Sanford, 1974a; Withner *et alli*, 1974; Bonates, 1987; Bonates & Braga, 1993). Como exemplo, pode-se citar a ocorrência de características adaptativas xeromórficas dos estômatos de um grande número de **Orchidaceae** como sugerido por Ziegenspeck (1938).

Os primeiros trabalhos anatômicos sobre folhas de orquídeas começam por Chatin (1857), Krüger (1883), Möbius (1887) e Tominski (1905). Temos ainda os estudos de Cyge (1930) com folhas e ecologia de orquídeas indígenas e o grandioso trabalho de Solereder & Meyer (1930) descrevendo folhas de 150 gêneros de **Orchidaceae** e mais recentemente, o trabalho com **Oncidiinae** realizado por Ayensu & Williams (1972). A partir destes autores citados, Withner *et alli* (1974), estabeleceram uma classificação para folhas de orquídeas, que ao contrário das

revisões anteriores, preocupa-se em analisar os caracteres anatômicos sob parâmetros evolutivos e ecológicos, buscando informar sobre o crescimento, desenvolvimento e derivações das **Orchidaceae**. Withner e seus associados, baseados em características morfológicas e anatômicas foliares dividem as folhas das **Orchidaceae** em duas categorias distintas que não significativamente absolutas, sendo que o aparecimento destas em combinação, pode bem ser a regra em vez de exceção.

A seguir, apresenta-se uma síntese das principais características apontadas por Withner *et alli* (1974) para estabelecer as categorias anatômicas das folhas de **Orchidaceae**.

Tipos anatômicos de folhas

a) Tipo Plicada: A primeira categoria seria a folha do tipo “plicada” ou com “costelas”: são folhas geralmente alongadas, podendo ser estreitas ou largas. São delgadas e membráceas e possuem nervuras ou “costelas” proeminentes que acompanham os feixes fibrovasculares. São decíduas, permanecendo somente uma estação. A retenção de água, tão importante para orquídeas epifíticas, é feita em sua maioria, por pseudobulbos, raízes carnosas, rizomas ou várias outras estruturas subterrâneas, sendo, portanto, a função básica da folha plicada, somente a fotossíntese.

- Epiderme: as duas faces da folha plicada possuem a superfície coberta por uma camada cutinosa ou apenas, em um dos lados, sendo o mais comum, o da epiderme adaxial.

Os estômatos estão geralmente restritos a superfície inferior, são ovais com distribuição paralela ao logo da folha. São isolados e podem estar submersos abaixo da superfície epidermática, podendo possuir proeminência cuticular externa, apresentam um reforço nas células-guardas e pequenos poros de ar, sendo este tipo de estômato comum para ambientes secos. Um segundo tipo de estômato pode ser encontrado em folhas que são carentes de desenvolvimento da camada cuticular ou das paredes externas. Esse tipo não possui proeminência e os poros de ar são grandes e estão presentes em epífitas e em muitos tipos terrestres de nichos relativamente úmidos.

- **Tricomas:** a ocorrência deles na superfície foliar não é comum e são freqüentemente restritas as epidermes abaxiais. Os pêlos são semelhantes para todos os tipos de folha, podendo ser unitários ou em grupos, localizados em depressões na epiderme. O ápice emergente do pêlo ou qualquer outro tipo proeminente de pêlo simples ou estruturas mais ramificadas são complexos. Os pêlos podem ser unicelulares ou pluricelulares, ásperos, compostos de feixes hastes de uma única célula e são em geral, secretores e as secreções pegajosas ou oleosas.

- **Mesofilo:** diretamente abaixo da epiderme, células isodiamétricas e em algumas espécies, tendem a ser mais alongadas. Não se encontra uma clara distinção de células em paliçada e outros tipos distintos.

- **Tecido vascular:** o feixe individual é composto de xilema e floema arrodados de fibras e separados um do outro por camadas de fibras esclerenquimáticas. A bainha do feixe pode se estender de duas até mais que oito células de espessura, com maior concentração de fibras adjacentes ao floema. O floema é inferior ao xilema.

b) **Tipo Coriácea:** A segunda categoria seria a do tipo de folhas “coriáceas”. É um grupo mais heterogêneo que inclui todas as folhas que não são plicadas. A designação coriácea é baseada em características relacionadas com a superfície da folha. Esses tipos de folhas não apresentam uma nervura central proeminente. A cutícula é espessa e muito cerosa, as folhas são mais grossas que o do tipo plicado e podem ser carnosas. Os caracteres de dureza e robustez dos membros dentro do grupo são extremamente uniformes, e o tecido de sustentação não é confinado só aos feixes vasculares. As folhas coriáceas, geralmente, racham ou estalam quando dobradas em algum ponto. Temos três subclasses de folhas coriáceas para as ***Orchidaceae***:

1) **Coriáceas duras:** São portadoras variações consideráveis em espessamentos, indo de fina para fortemente espessa. A forma da folha é, em geral, alongada, apresentando conduplicação para com a nervura central que se projeta. São plantas de hábitos predominantes epifíticos. Sua forma em V apresenta um decréscimo na superfície achatada da área diretamente exposta ao sol, adicionando também um maior suporte para a folha.

- Epiderme: as células da epiderme adaxial são usualmente maiores que as da abaxial. As superfícies das maiorias das folhas são ásperas ou rugosas ao toque, por causa do forte espessamento de suas paredes. As coriáceas duras possuem uma cobertura mais densa de cutina na epiderme adaxial ou igual em ambos os lados, dependendo da orientação da folha.

A folha é hipo-estomática e eventualmente, anfistomática. Os estômatos estão localizados em suaves depressões e alguns projetam pequenas papilas acima da superfície da folha. As células subsidiárias não são conspícuas, contudo, algumas células adjacentes podem ocorrer, câmaras subestomáticas estão presentes e a presença de pêlos não é comum.

O mesofilo é constituído de células isodiamétricas, e as do mesofilos superiores, ligeiramente maiores ou estas podem ter diferenciação para alongamentos, fato que as deixam parecidas com células em paliçada. Espessamentos secundários nas ligações das paredes das células podem ocorrer e são orientados em sua maioria na direção da nervura. Ocasionalmente, as células do mesofilo podem apresentar estrias de Caspary.

A respeito da presença de estrias de Caspary em folhas ou até mesmo de uma endoderme foliar é um fato incomum em angiospermas, embora tenha sido documentado em certas monocotiledôneas por Van Fleet, 1942; Haberlandt, 1965 e em *Bonnetiaceae* (dicotiledônea) por Dickison & Weitzan (1996). Estes últimos avisam que muitas vezes é difícil visualizar a estria de Caspary, por isso, alguns autores preferem chamar tais células de “endodermóides” ou chamar o conjunto de células foliares que apresentam estrias de Caspary, de camada endodermal. A função presumível destas células seria a de controlar o fluxo de água e íons entre o mesofilo e o feixe vascular.

As folhas coriáceas duras diferem das coriáceas mole por terem a paredes da epiderme mais espessas, maior cobertura de cutina, presença de uma série de feixes de fibras esclerenquimáticas ocorrentes por todo o mesofilo e/ou células esclerenquimáticas distintas ocorrentes perto ou na superfície da folha. O número de células destes feixes varia de 4 a mais de 20 células. Os feixes fortalecem estruturalmente a folha e por estarem na periferia, proporcionam uma maior proteção para o mesofilo de pressões mecânicas advindas do meio externo.

2) Coriácea Mole: são folhas delgadas, moles, às vezes quase coriáceas carnosas e estão presentes em orquídeas terrestres e epífitas. São flexíveis e sem firmeza. O limbo é arredondado ou alongado e a folha não é equitante.

- Epiderme: é composta de células alongadas e achatadas com tendência para terem paredes delgadas, um frágil e volumoso espessamento da parede pode ser identificado na periclinal externa. Podem-se encontrar cloroplastos em grandes concentrações nas células epidérmicas adaxiais.

- Estômatos: A folha é hipo-estomática ou anfistomática, neste último caso, com o maior número de estômatos na epiderme adaxial, são isolados e situados em suaves depressões ou superficiais, com pequenas proeminências, grandes poros de ar e com câmaras subestomáticas.

As células subsidiárias não estão presentes, em geral.

- Tricomas: podem estar presentes nas duas faces da lâmina ou em uma só face, geralmente, a abaxial.

- Mesofilo: As células são arredondadas. As células das camadas superiores são maiores, mas não chegam a formar uma camada paliçada. Cloroplastos estão presentes em grande número na metade superior do mesofilo, mas as células deste contêm menos cloroplastos do que as folhas plicadas. De maneira contrária, os mesofilos das coriáceas moles são mais envolvidos em armazenagem do que o do tipo plicado de folha. O limbo das coriáceas mole pode ser, ocasionalmente, expandido por espaços intracelulares.

- Feixes fibrovasculares: Estão presentes algumas vezes em camadas ao longo do eixo longitudinal da folha. A variação no tamanho do feixe, sendo quase que um padrão um feixe grande precedidos por três feixes menores de tamanhos iguais ou diferentes. Os feixes são iguais aos da folha plicada e a capa de fibras do floema tende a ser maior que a da plicada. Os cordões de fibras podem estar presentes sem estarem associados a algum tecido de condução. Estes cordões aparecem como suportes naturais e são encontrados em camadas acima e abaixo do tecido condutivo ou dispersos entre as nervuras. A ocorrência de tais feixes de fibras está estritamente correlacionada com a rigidez da folha e deve ser notada uma gradação de mole e delgado, para duro e rígido, ou de caída para ereta sendo que a

gradação mencionada é relacionada ao número de cordões extravasculares e sua posição com a superfície da folha.

3) Coriácea Carnosa: este subgrupo inclui folhas que são quase que completamente eretas. Exibem uma certa robustez e são mais amolecidas do que folhas coriáceas duras. Estas folhas possuem espessamento cuticular e paredes espessas na epiderme, o que lhes conferem a robustez. A combinação de muitas células espessadas do mesofilo com a deficiência de um grande número de fibras extravasculares conferem-lhes a carnosidade. Folhas eretas deste tipo tendem a enrolar e fundir o seu limbo em forma de um cilindro, formando uma estrutura conduplicada, com um sulco visível onde aparece à margem da folha. Como consequência do enrolamento, a face adaxial do limbo não entra em contato com o ambiente externo. A face abaxial é robusta e recoberta com uma cutícula espessa. A face adaxial interna (somente a calha ou canal) não é evidente a algumas carnosas e possui a cobertura fraca e flexível. A superfície externa é comparável funcionalmente com a superfície superior de folhas coriáceas duras, onde a superfície interior apresenta características que levam ao desenvolvimento da carnosidade.

Tecido Vascular

Uma outra característica anatômica das orquídeas é o arranjo e os tipos de células que formam o tecido vascular. A estrutura de um feixe vascular é comum aos das outras monocotiledôneas, com floema e xilema circundados por bainha de fibras esclerenquimáticas de paredes espessas e algumas vezes, parênquima esclerificado. Diversos tipos de células fibróticas constituem a bainha do feixe vascular, a saber:

a) A fibra pode circundar o feixe inteiro ou ser um tanto restrito ao lado do floema. Está sempre presente como se fosse uma capa ao redor do lado externo do floema e pode, às vezes, separar o floema do xilema. Estas fibras são denominadas como fibras da capa do floema e estas capas podem constituir uma bainha de até seis células espessadas, embora de duas a três células seja mais comum. A região de ligação entre o floema e o xilema pode ter somente de uma a duas células espessas. As fibras são longas, com diâmetro de 20 - 50 μm e suas terminações

são arredondadas. As paredes densamente lignificadas e com espessamento secundário de até cinco camadas distintas, numa média de 3,5 - 5 μm de espessura.

Numerosas pontuações pontilham as paredes das fibras. Estas pontuações ou “buracos” são proeminentes e grandes com diâmetro de até 35 μm . Eles possuem uma borda reforçada e as aberturas variam de 12 – 19 μm . A borda da pontuação forma uma aréola com uma projeção em forma de um mamilo que se prolonga na direção de cima por cerca de 7 - 10 μm . Esta projeção pode ser levemente pontuda ou arredondada ou ainda, ter a aparência de ter sido quebrada. O ponto central é possivelmente um engrandecimento ou espessamento da membrana da pontuação. A projeção pode ser empurrada para fora por pressão externa ou interna através da abertura. Inúmeras outras famílias apresentam tais pontuações em graus variáveis e sua presença parece ser comum na vascularização das ***Orchidaceae*** em geral.

b) Um segundo tipo de fibra é encontrada ao redor do xilema. Ela ocorre unindo as fibras da capa do floema ou do parênquima esclerificado ou ainda ser o único membro da bainha. Estas fibras chamadas de fibra da capa do xilema possuem de 70 – 110 μm de largura e são bastantes longas. Suas paredes são lignificadas, suas terminações afuniladas e com pontuações terminais simples e paredes mais finas do que as fibras da capa de fibras do floema.

c) Um terceiro tipo de célula que entra na composição da bainha do feixe fibrovascular, é a do parênquima esclerificado. São células parenquimáticas que se lignificaram e ficam no meio termo entre fibras esclerenquimáticas e parênquima comum. São oblongas e chatas. Algumas células, particularmente aquelas que tocam o xilema são alongadas e mais finas, atingindo o comprimento de até 2000 μm . As paredes são finas e lignificadas e são profusamente pontilhadas pelas pontuações ovais simples. Estas pontuações são grandes e distribuídas uniformemente pelas paredes. Estas células parenquimáticas esclerificadas estão geralmente restritas a área do xilema e não estão em contato direto com as células condutoras.

A distribuição destes três tipos de fibras componentes da bainha esclerenquimática se apresenta de forma homogênea em torno do floema e só constituem as capas de fibras, enquanto que ao lado do xilema, podem mostrar os

três tipos de células com pouco ou nenhum padrão consistente, ora na distribuição, ora na organização.

O xilema em cada feixe consiste geralmente de cinco a dez células e possui vasos com reforços das paredes escalariformes ou helicoidais. Estes dois tipos são encontrados juntos e não formam nenhum padrão particular. Dentro do feixe, fibras xilemáticas podem ser encontradas enroladas com a massa de vasos, mas estas, entretanto, estão geralmente restritas às bordas externas do xilema.

O floema é separado do xilema por uma faixa de esclerênquima e é composto de oito a dez células de elementos de tubos crivados e células companheiras.

Caracteres anatômicos da raiz de *Orchidaceae*

Pridgeon (1982) considera que o sucesso das *Orchidaceae* em colonizar a maior parte dos ecossistemas terrestres pode em parte ser explicado pelas adaptações para a estocagem de água e de nutrientes sendo que estes recursos, via de regra, estão disponíveis de forma transitória e escassa no hábito epífítico. Algumas destas adaptações estão associadas com as suas raízes.

O referido autor informa ainda que não existe descrito na literatura, um tipo “padrão” de raiz de *Orchidaceae*, existindo sim, uma diversidade morfológica e fisiológica de tipos paralelos aos diferentes graus dos microsítios ecológicos explorados pelas diferentes espécies de *Orchidaceae* e cita alguns exemplos:

- raízes aéreas que nunca penetram ou se acoplam ao substrato, onde algumas são geotrópicas negativas.
- raízes estritamente terrestres com alguns tipos modificando-se em órgãos de estocagem.
- raízes de várias espécies são cilíndricas, entretanto algumas delas podem apresentar estrutura morfológica e anatômica dorsiventral. As raízes dorsiventrais podem ser excepcionalmente verdes em certos brotos em latência de orquídeas e podem substituir as folhas como órgão fotossintético.

Garay (1972) estabelece uma distinção entre tipos de raízes de epífitas e raízes terrestres: o velame ou epiderme multisseriada é uma característica epífítica

enquanto a raízes com pelos presentes é uma possibilidade para ambas. Garay nota que algumas espécies de orquídeas terrestres podem ter até mais de três camadas em sua epiderme, sendo que Holm (1904) e Moss (1923) descreveram raízes terrestres com velame. Garay também reporta que a estrutura poliestélica é ocorrente em raízes tuberosas de **Orchidoideae**.

Bell (1991), Pridgeon & Chase (1995), definem como “raízes absorventes”, aquelas dotadas de uma epiderme simples ou velame e exoderme, sendo que este conjunto forma o tecido dermal de absorção da raiz das **Orchidaceae**.

Ainda Pridgeon (1982) estabelece que a maioria das orquídeas epífitas e de muitas terrestres pode ter sua anatomia descrita de forma simplificada como a seguir:

“a camada mais externa é uma epiderme especializada de uma ou mais camadas chamada de velame. Interior ao velame, encontra-se o córtex composto basicamente de células parenquimáticas com paredes pouco espessadas e clorofiladas. A camada mais externa do córtex é especializada e denomina-se de exoderme e a camada mais interna deste, denomina-se endoderme sendo também especializada. Interior ao córtex, encontra-se o estelo ou cilindro central que é composto de um periciclo unisseriado e de tecidos vasculares (floema e xilema primários)”.

Para um melhor entendimento da constituição anatômica das raízes maduras de orquídeas epífitas com a função precípua de absorção e tendo como base os trabalhos de Shushan (1959), Sanford & Adanlawo (1973), Withner **et alli** (1974), Pridgeon (1982), Benzing **et alli** (1982, 1983), Bell (1991), Pridgeon & Chase (1995), Pita & Menezes (2002), Glória & Guerreiro (2003) descreve-se aqui, de forma generalizante, a organização anatômica dos tecidos da estrutura primária, revelando a nítida separação entre os sistemas dérmico, fundamental e vascular, comentando-se algumas de suas funções ligadas ao fluxo de água e nutrientes, a saber:

Região Externa (sistema dérmico)

É derivada do dermatogênio e pode ser constituída de epiderme simples (como em **Diurideae** nos gêneros *Acianthus*, *Corybas*, *Cyrtostylis* e *Townsonia*) ou de uma epiderme especializada, uni ou multiestratificada, denominada de velame (Pridgeon & Chase, 1995).

- Epiderme unisseriada: O formato das suas células comuns em vista transversal podem ser elípticas, retangulares, isodiamétricas, poligonais a elípticas

anticlinalmente. As paredes externas podem ser levemente espessadas ou mais, sendo que todas elas tendem para um espessamento uniforme. Pode-se identificar uma fina cutícula junto à epiderme. Algumas células podem sofrer expansão tubular e se diferenciarem em pêlos radiculares e aumentar a superfície de absorção. As paredes das células oferecem pouca resistência à passagem de água e sais minerais, conferindo a estas células, a função de absorção e proteção.

- Velame: É uma epiderme multisseriada, especializada, dando proteção mecânica ao córtex e atua na absorção de água e ainda diminui a sua perda, sendo ocorrentes em raízes de plantas terrestres e epífitas de ***Orchidaceae***, ***Araceae***, ***Liliaceae***, ***Dioscoreaceae***, ***Taccaceae***, ***Amarallydaceae*** e ***Commelinaceae***. (Engard 1944, Dycus & Knudson 1957, Esau 1966, Cutter 1969 e 1971, Fahn 1974, Withner *et alli* 1974, Dahlgren & Clifford 1982, Pridgeon 1982, Mauseth 1988).

O velame é composto de células, maduras ou mortas e apresenta um número variável de camadas de células **e.g.** vinte e quatro camadas em *Cyrtopodium punctatum* sendo, porém, o mais comum são duas, três, quatro e cinco camadas originadas de divisões periclinais das iniciais da protoderme (Pridgeon 1982, Pridgeon 1983).

Em plano transversal, as células podem ser isodiamétricas a elípticas, irregularmente poligonais e periclinalmente longas, podendo ocorrer espessamentos secundários das paredes. Estes espessamentos podem constituir um fino e espesso retículo envolvendo as paredes e estas podem apresentar poros pequenos e/ou grandes, regular ou irregularmente distribuídos (Pridgeon, 1982).

A camada de células mais externa, às vezes, se diferencia das camadas mais internas no padrão de desenvolvimento e é formada por células, na maioria das vezes, de diâmetro menor que as células das demais camadas. Devido a essas distinções, Sanford & Adalawo (1973) sugeriram o termo epivelame para esta camada externa.

Sob condições ambientais apropriadas, a camada externa pode desenvolver pêlos radiculares (Dycus & Knudson 1957 e Benzing *et alli* 1982).

Sanford & Adalawo (1973) observaram a presença de pêlos em orquídeas epífitas de coqueiros. Entretanto, não foi observada a presença desses pêlos em raízes de uma espécie rupícola de *Pleurothallis rupestris* Lindl. por Scatena & Nunes (1996).

O velame das orquídeas funciona como uma esponja (a entrada de água é puramente passiva), permitindo que a raiz mobilize uma reserva temporária, mas altamente acessível, de água e sais minerais (Benzing *et alli* 1982). Uma vez em contato com esses fluidos, os mesmos penetram no velame por capilaridade (Esau 1966, Benzing 1990). Este último autor atribui ao velame uma função de proteção, quando ele se encontra vazio, isto é, com células cheias de ar.

Por outro lado, Dycus & Knudson (1957) verificaram que na região apical da raiz, onde o velame apresenta células vivas, ocorre absorção de água e nutrientes, mas como essa região é reduzida, sua capacidade de absorção é insignificante.

A composição histoquímica das paredes do velame maduro varia consideravelmente entre as espécies, especialmente com respeito à quantidade de lignina e da suberina (Noel, 1974 e Benzing *et alli* 1983). A lignificação pode ser mais intensa nas camadas inferiores e nas camadas mais externas, mais freqüentemente espessadas e mais fortemente suberizadas que as outras (Sanford & Adanlawo, 1973).

Duas hipóteses foram levantadas para explicar a função dos espessamentos das paredes do velame. A primeira é que os espessamentos aumentam a área para a condensação do vapor de água (Mulay & Panikkar, 1956) e a segunda é que os espessamentos servem meramente de suporte e de prevenção para o colapso celular (Link 1851, Kraft 1954 e Noel 1974).

- Tilossomos: São excrescências internas nas paredes das células e podem ser encontrados nas camadas mais profundas do velame, sendo estas adjacentes as células de passagem da exoderme. O termo tilossomo (do grego *tilos* = fibra + *soma* = corpo) é proposto por Pridgeon *et alli* (1983) em substituição a termos anteriormente aplicados (pequenos corpos ou corpos esféricos). O citado autor considera estes termos inapropriados, imprecisos e inconsistentemente aplicados.

Benzing *et alli* (1982) estudou a ultraestrutura de tilossomos e células de passagem de *Sobralia macrantha* e observou que as paredes tangenciais externas das células de passagem desenvolvem-se desigualmente, que há abundância de mitocôndrias e que plasmodesmos são comuns nas paredes compartilhadas pelas células de passagem e células corticais adjacentes. Adicionalmente observou que os tilossomos encompridam o caminho da água a ser transpirada e criou a “hipótese do tampão” – os tilossomos atuam como uma barreira para a transpiração. Eles constituem elementos altamente compactos quando secos e quando umedecidos,

umentam a sua superfície tornando-se frouxos. Atuam como válvulas promovendo o movimento da água dentro do córtex enquanto está é absorvida pelo velame.

Segundo (Pridgeon 1994a) e Pridgeon & Chase (1995), pêlos da raiz (tricomatas) podem estar presentes, sendo unicelulares, multicelulares-uniseriados ou multicelulares-multiseriados:

- Os unicelulares são filamentosos, não glandulares, crescem para fora das células da epiderme ou velame.

- Os multicelulares são geralmente encontrados contíguos às camadas mais externas do córtex, não são ramificados e não são glandulares.

- Os uniseriados são compostos de uma célula apical alongada, suportada por uma base de 4 a 5 células.

- Os multiseriados são constituídos por mais de 5 camadas de células, formando bases em forma de circunferências com composição acima de 20 células.

Pridgeon (1982) notifica que os tilossomos e estrias de Caspary da endoderme podem servir de bloqueio para vários patógenos. Cianobactérias, algas verdes, fungos e endomicorrizas têm sido reportadas em velames de orquídeas.

Região do Córtex (sistema fundamental)

Corresponde à região compreendida entre a epiderme ou velame e o cilindro vascular. É constituído por várias camadas de células parenquimáticas que, normalmente, não apresentam cloroplastos e podem conter amido. Divide-se em três áreas – a exoderme, o parênquima cortical e a endoderme, sendo as três derivadas de uma ou duas camadas oriundas da periblema, que está logo abaixo do dermatogênio.

As células do córtex apresentam, geralmente, disposições radiadas, podendo-se algumas vezes, se verificar a diferenciação entre o córtex externo e o interno. Os espaços intercelulares são proeminentes no córtex radicular (Glória & Guerreiro, 2003).

- Exoderme: Segundo a maioria dos autores (Engard 1944, Esau 1966, Cutter 1969, 1971, Fahn 1974, Pridgeon 1982, Rudall 1987), é uma camada uniseriada ou bisseriada, e a mais externa do córtex, subjacente ao velame e tem sua origem no meristema fundamental.

Outros autores chamam a exoderme de hipoderme (Barnabas 1996, Seago *et alli* 1999 a, b), denominação esta usada, mais comumente, apenas para folha e caule, também adotada por Pita & Menezes (2002).

No plano transversal, as células são retangulares, elípticas a poligonais, com espessamento suberizado e/ou lignificado relativamente uniforme distribuído pelas paredes das células. Porém este espessamento pode variar e está correlacionado com a tolerância ao habitat. Um núcleo e um fino citoplasma podem estar presentes na maturidade (Sanford & Adanlawo 1973, Pridgeon, 1982).

Células de passagem são ocorrentes, absorvem e transferem água e solutos. Estas células são regularmente isodiamétricas, com paredes finas, não lignificadas, protoplastos conspícuos e com plasmodesmos presentes entre as paredes das células de passagem e das células corticais adjacentes. Em situações de aridez acentuada, as células de passagem assim como as do velame enchem-se de ar e diminuem a transpiração da raiz (Sanford & Adalawo 1973, Benzing *et alli* 1982, Pridgeon 1982, Benzing *et alli* 1983, Pita & Menezes 2002).

Benzing & Ott (1981) estabeleceram uma analogia entre célula de passagem exodermal e a célula-domo do tricoma bromelioide:

- absorção passiva e contenção temporária de umidade.
- dispersão da luminosidade, reduzindo a proporção da incidência de irradiância fotossinteticamente ativa disponível para fotoassimilação ou capaz de causar fotoinibição ou descoloração.
- em xerófitas é possível uma redução da carga de aquecimento do órgão utilizando uma pequena evaporação refrigeradora.

- Parênquima Cortical: Visto em vista transversal é constituído de células elípticas, ovaladas, isodiamétricas a poligonais, clorofiladas ou não, altamente vacuoladas e com numerosos espaços intercelulares presentes.

Freqüentemente possuem hifas e “novelos” de endomicorrizas, ambas nas camadas mais externas ou distribuídas amplamente por todo o córtex. Solereder & Meyer (1930) notam que as micorrizas podem destruir a epiderme e algumas das células corticais.

Idioblastos contendo ráfides, grãos de amido e outras substâncias ergásticas, podem estar presentes por todo parênquima cortical (Benzing *et alli* 1982 e Pridgeon 1982).

- **Endoderme:** Ao contrário do restante do córtex, a camada mais interna, a endoderme, possui um arranjo compacto e carece de espaços intercelulares (Glória & Guerreiro, 2003). Suas células são isodiamétricas, alongadas, menores que as do córtex externo e do periciclo, sendo vacuoladas.

Glória & Guerreiro (2003) informam que a endoderme é caracterizada pela presença de estrias de Caspary em suas paredes anticlinais (radiais e transversais). A estria, que lembra uma fita, está presente na porção média da parede primária, que é impregnada de suberina, sendo que às vezes lignificada.

Sendo a endoderme compacta e as estrias de Caspary impermeáveis à água e íons, todas as substâncias que entram e saem do cilindro vascular devem passar pelos protoplastos das células da endoderme. Portanto, estas células desviam o fluxo de solutos do apoplasto (via espaços intercelulares e paredes celulares) para o simplasto (através da membrana plasmática ou de numerosos plasmodesmos que fazem conexão entre as células).

A endoderme envolve o estelo em forma de um anel segmentado de células de paredes espessadas com suberina alternadas com camadas de ceras nas paredes tangenciais. Há também deposição de celulose que podem tornar-se lignificadas. Se isto só acontece na parede interna forma-se um espessamento em “U” e se ocorre na parede externa e interna, forma-se um espessamento em “O” (Glória & Guerreiro, 2003).

Células endodermis espessadas e nucleadas podem ocorrer opostas a cada grupo de células floemáticas, enquanto células endodermis de paredes finas e nucleadas ocorrem opostas a grupos de protoxilema. Estas últimas retêm as estrias de Caspary e não sofrem espessamentos adicionais. A elas, dá-se o nome de células de passagem endodermis (Pridgeon 1982; Glória & Guerreiro, 2003).

Região do Estelo ou Cilindro Central (sistema vascular)

É constituído pelo periciclo, xilema, floema e medula.

Conforme o conceito clássico de Van Tienghem e Douliot, o estelo (palavra que significa coluna) expressa a unidade de estrutura do eixo da planta (raiz e caule).

Segundo Esau (1960, 1974), a classificação do estelo em vários tipos baseia-se principalmente na distribuição relativa dos tecidos vasculares e não-

vasculares quando examinados no estágio primário do desenvolvimento do eixo. Assim temos:

a) Protostelo – é considerado o menos avançado filogenicamente e o tecido vascular forma uma coluna sólida. O floema pode circundar o xilema com uma camada relativamente uniforme, ou os tecidos vasculares podem entremear-se na forma de feixes ou placas. São comuns em plantas inferiores, mas também ocorrem em alguns caules de plantas aquáticas de angiospermas. O cilindro vascular das raízes das plantas com sementes são classificados como protostelo.

b) Sifonostelo ou estelo tubular – o tecido vascular se dispõe ao redor de um centro não-vascular, a medula. O sifonostelo e suas variações são característicos das Pteropsidas e também de raízes adventícias de monocotiledôneas.

c) Eustelo - o estelo é seccionado, tanto por lacunas foliares quanto por outras regiões fasciculares. São os estelos comuns as gimnospermas, dicotiledôneas e de algumas monocotiledôneas.

d) Atactostelo – é o estelo de muitas monocotiledôneas. O sistema vascular consiste de uma rede de feixes amplamente distribuídos.

Em raízes não especializadas de orquídeas, a sua grande maioria são monoestélicas (cilindro vascular único constituído somente de xilema e floema) sendo que a poliestelia (vários estelos sendo cada um provido de uma endoderme própria, com a medula presente ou ausente) ocorre em poucas espécies (Pridgeon & Chase, 1995). Ogura (1953), interpreta o surgimento da poliestelia não como uma bifurcação de um estelo simples, como White (1907) sustentou, mas como uma separação de traços da raiz originados ao nó proximal logo abaixo do primórdio meristemático.

- Periciclo: Localizado entre a endoderme e os tecidos vasculares composto de uma ou duas camadas de células, sendo a parte mais externa do estelo. Geralmente unisseriado, pode ser constituído de parênquima ou conter esclerênquima. Suas células alternam-se com grupos de xilema e floema primários (Glória & Guerreiro, 2003).

Pridgeon (1982) relata que o periciclo exhibe um desenvolvimento similar ao da endoderme. Suas células tornam-se lignificadas e na maturidade são arranjadas alternando segmentos de células de paredes finas e/ou espessas com células

nucleadas. Suas células de paredes finas, usualmente de 3 a 4 por segmento, estão situadas entre os segmentos de células de passagem endodermiais do lado de fora e o protoxilema do lado de dentro. As de paredes espessas, os elementos lignificados do periciclo, são diretamente centrípetos as células da endoderme de paredes espessas. Em todas as paredes, ocorrem pontuações simples, grandes e circulares.

Como parte do periciclo podem-se encontrar células fortemente espessadas denominadas de fibras substitutas, que são derivadas de divisões anticliniais.

Withner *et alli* (1974) informa que a endoderme e o periciclo não são bem limitados nas raízes de orquídeas.

- Xilema: É primário com o protoxilema periférico com vasos de espessamento espiralado. O metaxilema apresenta-se mais central e com vasos de espessamento escalariformes e / ou reticulados. Forma um maciço provido de projeções (arcos) que se dirigem ao periciclo, conferindo solidez ao cilindro vascular. Os cordões de floema se alternam com os arcos do xilema.

O número de arcos xilemáticos é variável, e as raízes podem ser classificadas em diarcas (dois arcos), triarcas (três arcos), tetrarcas (quatro arcos) e poliarcas (cinco ou mais arcos). O xilema é exarco, pois sua maturação ocorre centripetamente, com os elementos do protoxilema voltados para a periferia do órgão e os elementos do metaxilema para o interior deste. Separando o xilema do floema temos fibras substitutas pesadamente espessadas (Esau 1974, Withner *et alli* 1974, Pridgeon 1982, Bowes 1997).

- 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: Composto por células cilíndricas, vivas, podendo conter cloroplastos e abundante quantidade de amido. As paredes possuem pontuações simples. Lignificação evidente nas primeiras células periféricas e subseqüentemente as células mais centrais menos lignificadas. Ocorrem numerosos espaços intercelulares distribuídos simetricamente por toda a medula.

A anatomia vegetal e relações com a orquidiocultura

Em monoculturas não há diversidade vegetal e conseqüentemente, não há diversidade animal. É prática comum o uso de agrotóxicos e fertilizantes para resolver problemas relacionados a estes cultivos. Entretanto, pesquisas sobre a

resistência estrutural do corpo do vegetal vêm revelando aspectos muitos interessantes que colaboram com a possibilidade de minimizar o uso de agrotóxicos e otimizar o uso de fertilizantes, além de expressarem a preocupação de um melhor entendimento do dinamismo do vegetal frente às condições impostas pelos manejos (Marschner, 1995; Alves de Brito & Rodella, 2001).

Enfim, técnicas de propagação vegetativa como a micropropagação, a qualidade de forragens, a nutrição mineral e outras características como condições do solo, da água, da luminosidade, da temperatura exercem influência e/ou estão ligadas às características estruturais do vegetal e conseqüentemente afetam a sua produtividade.

Segundo Silva *et alli* (2005), em excelente trabalho de revisão bibliográfica sobre o tema em pauta, as estruturas de revestimento do corpo do vegetal também estão diretamente relacionadas com a fitotecnia, sendo que as relações entre os tecidos de revestimento e a produção vegetal expressam-se principalmente na fitopatologia, na forragicultura e na propagação vegetativa. Substâncias são geralmente depositadas nas estruturas de revestimento dos vegetais, tanto na superfície, quanto no interior das células de revestimento, principalmente nas folhas. Muitas das substâncias como as resinas, ceras, celulose, cortiça, dentre outras são matéria-prima para diversos usos, sendo que elas também expressam peculiaridades nas diversas áreas da fitotecnia.

Silva *et alli* (2005) apresentam uma lista de várias características anatômicas e suas relações com a produção vegetal e com a fitotecnia (Tabela 1). Comenta que o comportamento dos vegetais não permite uma padronização devido à dinamicidade e complexidade de suas diferentes espécies, dos variados ambientes e de suas inter-relações.

Conforme Morin (1999), a complexidade sistêmica aumenta, por um lado, com o aumento do número e da diversidade dos elementos e, por outro lado, com o caráter cada vez mais flexível, cada vez mais complicado e menos determinista das inter-relações. Uma planta pode manifestar sua resistência sob determinadas condições e manter ou não este caráter em outras condições. Assim, entende-se que o resultado da condição da estrutura do vegetal muitas vezes é uma razão indireta de dada situação, fato que inviabiliza também as análises reducionistas e padronizadas.

Silva *et alli* (2005) também comenta e cita exemplos da especificidade e da relatividade existente nas interfaces da anatomia vegetal com a produção vegetal. Eis alguns:

a) A qualidade da cutícula em maçã é fator importante para a sua comercialização. A síntese da cera da cutícula acontece até a senescência do fruto. Se ocorrer um ferimento, placas de cera são formadas para reparar e/ou proteger. Porém, a umidade, a temperatura, a saúde da planta e as substâncias aplicadas podem interferir nesse processo. Sem o reparo com a cera os frutos ficam expostos à dessecação na região da ferida (Curry, 2001).

b) A cutícula como uma estrutura de resistência aos patógenos e a pastagem dos insetos deve ser analisada com prudência, pois depende da quantidade e da composição química desta estrutura além das características do agente de inter-relação. Microorganismos considerados patógenos podem depender ou não de pressão mecânica para entrar na planta hospedeira. Além disso, a cutícula possui regiões descontínuas como em células secretoras de tricomas glandulares, em papilas de certas flores e até mesmo em poros (Cutter 1986; Agrios 1977).

c) Os estômatos são estruturas importantes para a produção vegetal, pois representam a porta de entrada e escoamento dos gases da fotossíntese, além de serem também porta de entrada para microrganismos. As diferentes espécies de plantas variam quanto ao número, forma e mobilidade dos estômatos, o que conseqüentemente interfere na capacidade fotossintética destas. Além disso, o comportamento dos estômatos sofre influências abióticas diretas (Larcher, 2000).

d) Os tricomas também se manifestam de diferentes maneiras de acordo com as condições oferecidas às plantas. A importância comercial do algodão, da paina, hortelã e tantas outras plantas de interesse medicinal ou condimento, estão diretamente relacionados aos tricomas (Cutter 1986).

Tabela 1 - Algumas características anatômicas das plantas e suas relações com a produção vegetal (Modificada e resumida de Silva *et alli* 2005).

CARACTERÍSTICAS

CUTÍCULA

Espessura.

A cutícula mais espessa pode:

- reduzir a digestibilidade por microrganismos ruminais.
- limitar a saída e entrada de inóculos de plantas infectadas;
- reduzir a exsudação de nutrientes e outras substâncias requeridas nos estágios iniciais de desenvolvimento de patógenos.

A cutícula menos espessa pode:

- dificultar a aclimação de plantas micropropagadas.

Cera epicuticular

- pode proporcionar resistência a patógenos que dependem da água para a germinação ou multiplicação, pois às vezes, impede a formação de um filme de água contínuo sobre a superfície celular.
- variações genéticas na forma da cera têm sido associadas com a resistência à seca;
- a cutícula lisa desprovida de cera tem pouca resistência às pulverizações.

ESTÔMATOS

Adição de fitormônios e o ambiente controlado em experimentos:

- ausência do mecanismo de fechamento;
- aumento no número de estômatos e no tamanho das células-guarda;
- aumento em número e redução do tamanho;
- redução do número de estômatos.

Incidência de menor intensidade luminosa (50% e 30% da luz solar total):

- pode ocorrer uma redução média de 20% e 40% do número de estômatos por mm².
-

Tabela 1 - Algumas características anatômicas das plantas e suas relações com a produção vegetal. (Modificada e resumida de Silva *et alli* 2005). continuação

Incidência de menor intensidade luminosa (50% e 30% da luz solar total):

- pode ocorrer uma redução média de 20% e 40% do número de estômatos por mm².

Estrutura estomática na relação com os microrganismos:

- estômatos podem ser facilitadores do acesso de microrganismos ao mesofilo foliar;
- estômatos que se abrem tardiamente durante o dia podem proporcionar resistência a esporos de certos fungos;
- morfologia da crista cuticular do estômato, peculiar a algumas espécies, pode impedir a entrada de bactérias;
- maior densidade estomática pode proporcionar resistência, apesar do patógeno penetrar na planta através destes.

Estresse hídrico:

- pode ocorrer um acréscimo de cerca de 50% do número de estômatos, porém, com redução significativa de tamanho (dessecação do protoplasma);
- pode ocorrer a redução do número dos estômatos;
- estômatos abaixo do nível das células epidérmicas ou ainda restritos às cavidades das superfícies das folhas;
- ao primeiro sinal de deficiência hídrica as plantas conservam os estômatos fechados.

Deficiência de nitrogênio:

- sob deficiência de nitrogênio, geralmente, desenvolvem-se folhas pequenas, com estômatos com problemas no mecanismo de abertura e fechamento.

Estrutura estomática na relação com a fotossíntese, respiração e transpiração:

- maior número de estômatos por área ajudam a explicar as maiores taxas de condutância estomática, transpiratória e fotossintética das plantas.
 - cultivares da mesma espécie e espécies do mesmo gênero podem diferenciar quanto à densidade estomática.
-

Tabela 1 - Algumas características anatômicas das plantas e suas relações com a produção vegetal. (Modificada e resumida de Silva *et alli* 2005). continuação

TRICOMAS

Morfologia e densidade:

- alta densidade pode interferir na continuidade do filme de água sobre a superfície da planta, dificultando a germinação dos esporos, a multiplicação de bactérias, a ovoposição de insetos adultos, a nutrição e a mobilidade de larvas;
- alta densidade é preferência para ovoposição de alguns insetos;
- tricomas em forma de gancho ou anzol podem contribuir como resistência a insetos nocivos;
- exsudados de tricomas glandulares podem matar microrganismos ou insetos por envenenamento, colando-o, repelindo-o ou impedindo o crescimento.
- tricomas calcificados e silificados podem ser resistentes aos insetos.

Densidade dos tricomas mediante as condições oferecidas

O aumento da densidade (dependendo da espécie) pode estar ligado a:

- ausência de Fe (ferro);
- ambiente seco e locais ensolarados (estresse hídrico);
- presença de umidade elevada.

A redução da densidade (dependendo da espécie) pode estar ligada a:

- deficiência de zinco (Zn);

LIGNINA

- as folhas de sombra podem ter menor proporção de tecido esclerenquimático;
 - a proporção de lignina pode aumentar com o acréscimo de temperatura;
 - o excesso de nitrogênio pode reduzir compostos fenólicos, conseqüentemente, a lignina das folhas;
 - a área ocupada pelos tecidos lignificados pode aumentar com o crescimento das plantas, tanto em folhas quanto em caules.
-

Tabela 1 - Algumas características anatômicas das plantas e suas relações com a produção vegetal. (Modificada e resumida de Silva *et alli* 2005). continuação

PARÊNQUIMA CLOROFILIANO

- em casos de micropropagação, os parênquimas clorofilianos podem apresentar alterações celulares causando vulnerabilidade à transferência das plantas para as condições externas.

Estresse hídrico

- pode ocorrer o aumento da densidade, redução dos espaços intercelulares e no tamanho das células do mesofilo.

Luz

- plantas umbrófilas submetidas a pleno sol podem apresentar redução de parênquima nas folhas que surgem.

Eficiência fotossintética

- maior proporção de tecido parenquimático pode estar relacionado com maior eficiência fotossintética;
 - pode ocorrer uma variação na quantidade dos tecidos parenquimáticos em folhas no sentido da posição inferior para a posição superior das plantas.
-

Estudos de anatomia vegetal ecológica que se relacionam com a orquidicultura de espécies amazônicas de orquídeas ainda são em número bastante reduzido, tendo apenas os trabalhos de Braga & Vilhena (1981); Bonates & Braga (1992); Lira, Bonates & Braga (1997) que a partir da análise de algumas relações anátomo-eco-fisiológicas sugerem tratos orquidoculturais relacionados à irrigação, radiação e nutrição.

Lira (2002) pesquisou a propagação *in vitro* de *Cattleya eldorado* utilizando diferentes meios de cultura.

Aspectos Fisiológicos

- Vias de assimilação do carbono: São conhecidos três modelos fotossintéticos essenciais, pelos quais as plantas verdes superiores fixam o dióxido de carbono e conforme Medina *et alli* (1976), Szarek & Troughton (1976), Medina (1977), Osmond (1978), Lüttge (1997), Larcher (2000) teriam, em síntese, as seguintes características:

1) Via Calvin-Benson (C₃): o mais comum entre as plantas. Possui um alto ponto de compensação de CO₂, fotorrespiração, ausência de bainha vascular com cloroplastos desenvolvidos e mesofilo estratificado ao redor do feixe vascular no clorênquima, cloroplastos granais (tilacóides empilhados) fixação diurna de CO₂, sendo a ribulose-disfosfato (RUDP) o carbono acceptor.

2) Via Hatch-Slack (C₄): Possui baixo ponto de compensação de CO₂, sem fotorrespiração detectável, com anatomia “Kranz” (mesofilo radial arranjado ao redor dos feixes vasculares no clorênquima), cloroplastos granais ou agranais (tilacóides em lamelas), fixação diurna de CO₂, sendo o fosfoenolpiruvato (PEP) o carbono acceptor e o produto estável é o oxaloacetato, que é convertido em malato ou aspartato. O malato é descarboxilado para produzir CO₂, onde é refixado pela RUDP carboxilase. O caminho C₄ ocorre primariamente em plantas de origem tropical, que crescem sob altas intensidades luminosas e altas temperaturas.

3) Via CAM (no idioma inglês, Crassulaceam Acid Metabolism). No português, CAM – (Metabolismo Ácido das Crassuláceas). Possui ponto de compensação do CO₂ e fotorrespiração variáveis, tecido assimilatório suculento,

vacúolos grandes, cloroplastos granal, fixação diurna e noturna de CO₂ e a presença de suculência anatomicamente detectável. A reação inicial de fixação de CO₂ é pelo malato, sendo semelhante ao caminho C₄ que é realizado sob escuridão. Durante períodos de iluminação, o malato é descarboxilado para a produção de CO₂, onde é fixado pela via C₃.

Medina & Troughton (1974), Medina *et alli* (1977), Arditti (1982), Larcher (2000) reportam que nas plantas CAM, a intensidade e a duração da fixação do CO₂ no escuro e na luz depende da espécie, do grau de desenvolvimento e condições do ambiente, mas em cactos suculentos, agave, aloés e muitas espécies de ***Orchidaceae*** e ***Bromeliaceae***, os ritmos dos ácidos carboxílicos são mantidos sob quaisquer circunstâncias.

Nas ***Orchidaceae***, ***Bromeliaceae*** e ***Cactaceae*** o metabolismo CAM evoluiu nas espécies terrestres vegetando em habitats xéricos. A adaptação para habitats sombreados, úmidos ou epifíticos é então um fenômeno secundário, sendo que o metabolismo CAM permanece como uma propriedade fisiológica não deletéria (Medina, 1996).

Evans (1971) considera que a distribuição taxonômica e os mecanismos fisiológicos conhecidos sugerem que o ciclo de Calvin-Benson (C₃) seja a via menos avançada de fotossíntese e, que as vias fotossintéticas CAM e C₄ sejam um suplemento à antiga via C₃.

Aspectos Ecológicos

De acordo com Avadhani *et alli* (1978,1980), um grande número de adaptações morfológicas, anatômicas e fisiológicas relacionadas ao estabelecimento em um dado habitat, podem ser encontradas nas ***Orchidaceae***.

Autores como Sanford (1974a, 1974b), Waechter (1980), Pridgeon (1983), Braga (1987a) informam que a adaptação ao hábito epifítico pela família ***Orchidaceae*** deu-se pela seleção evolutiva de caracteres tais como:

A) raízes com epiderme multisseriada (velame) – uma epiderme multisseriada que consegue absorver em apenas 15 minutos, de 30 a 70 % do próprio peso (Braga, 1987b; Larcher, 2000).

Sanford & Adanlawo (1973) informam que quanto mais seco o ambiente maior o número de camadas da epiderme multisseriada. A função das várias camadas de células periféricas das raízes de epífitas, principalmente a exoderme, seria a de conservação da água no meio interno, através da prevenção da transpiração e evaporação do tecido cortical. As raízes algumas vezes formam grandes emaranhados nidiformes capazes de colher e conservar detritos vegetais úteis para a planta. Segundo Hoehne, (1945), essa função também pode ser desempenhada em conjunto com as folhas e os pseudobulbos. Went (1940), Pridgeon (1983) reportam que os velames estocam também minerais.

B) suculência: as orquídeas freqüentemente apresentam suculência, podendo armazenar água e outras substâncias em raízes (carnosas), folhas (carnosas ou coriáceo-carnosas) e caules modificados denominados de pseudobulbos. (Witnher *et alli*, 1974; Benzing, 1986; Braga, 1987b).

As folhas suculentas e coriáceas das orquídeas epifíticas são bem mais resistentes à dessecação e proporcionam dificuldades para a herbivoria (Janzen, 1980).

C) desenvolvimento da via CAM (Witnher 1974).

D) sementes: muito pequenas leves e numerosas, podem ser transportadas pelo vento ou pela água de uma parte para outra, em qualquer época, transpondo muitas barreiras fitogeográficas. (Sanford, 1974a; Braga, 1987a).

E) associação mimercófila: As sementes da orquídea germinam nos detritos orgânicos dos formigueiros onde, além de existir o pH ideal para germinação, encontram-se acumulados os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento. Atraindo as formigas, as plantas conseguem uma proteção biológica contra os herbívoros que, eventualmente, viriam a causar-lhes danos (Braga & Lacerda, 1982).

Braga (1983) chama atenção para o fato de que as epífitas verdadeiras, além de terem adaptações especiais, geralmente germinam sobre uma determinada planta (hospedeiro) e nela permanecem durante todo o seu ciclo de vida, sem entrarem em contato com o solo. Entretanto, existem plantas epífitas que podem ser encontradas ocasionalmente vivendo no substrato terrestre, o que seria um hábito secundário ocasional.

Situação semelhante à descrita foi encontrada por Braga (1977, 1982b), Bonates (1987; 1993) e Bonates & Braga (1992), ao estudarem espécies de ***Orchidaceae*** ocorrentes no substrato terrestre da vegetação de campina aberta e campina sombreada da Reserva Biológica INPA/SUFRAMA. Os autores encontram nove espécies de epífitas secundariamente terrestres ocasionais, três pseudoterrestres e duas terrestres e pseudoepífitas em uma amostragem de quatorze espécies. Eles reportam que muitas destas orquídeas possuem o hábito primário epifítico, mas por vários fatores, caem do substrato e encontram no estrato terrestre da campina, condições ideais de sobrevivência, tais como drenagem e intensidade luminosa.

Estratégias adaptativas

A maioria dos trabalhos que tratam de aspectos ecológicos das orquídeas epífitas e/ou outras epífitas vasculares na região neotropical, restringem-se a habitats de montanha (Consultar Holttum, 1960; Sanford, 1974a, 1974b; Walter, 1983 para uma revisão).

Na presente pesquisa, analisou-se, a partir de parâmetros morfo-anatômicos e ecofisiológicos (**e.g.**, o escleromorfismo), aspectos das estratégias adaptativas que orquídeas nativas da campina amazônica, de hábito primário epifítico e secundariamente, utilizam perante as condições rigorosas de oligotrofismo, de luminosidade e dessecação, assim como, deu-se ênfase a algumas características foliares morfo-anatômicas que são importantes para a sobrevivência das orquídeas neste ecossistema.

A seguir, uma breve retrospectiva sobre as citadas estratégias adaptativas.

Oligotrofismo

Kummerow (1973) *apud* Marín & Medina (1981), reconhece as esclerófilas como um grupo “fitoplástico”, adaptável a uma ampla gama de condições.

Oppenheimer (1970) Morrow & Mooney (1974), consideram que o baixo requerimento de N e P juntamente com a resistência a déficits hídricos, são requisitos preponderantes na distribuição das esclerófitas e que estas características

estão fixadas geneticamente e lhes conferem a possibilidade de explorar ambientes oligotróficos.

A esclerofilia pode ser interpretada como uma consequência evolucionária da pressão seletiva imposta por solos oligotróficos, principalmente com deficiência de P, em regiões úmidas ou com invernos e verões secos (Beadle, 1966; Loveless, 1961, 1962).

Medina *et alli* (1978) e Sobrado & Medina (1980), interpretam a esclerofilia como uma resposta da planta a solos arenosos oligotróficos e com grande variação no nível de água. Plantas esclerófilas seriam bem adaptadas a tais ambientes porque tem um metabolismo que funciona em baixos níveis de P e N e por possuírem uma estrutura foliar que presumivelmente reduz ou tolera a perda de água.

Lange & Lange (1963); Sobrado & Medina (1980) e Marín & Medina (1981) comentam que as folhas esclerófitas possuem maior termostabilidade e são mais resistentes ao déficit hídrico do que as mesófitas, sendo que as folhas esclerófitas não são restritas a habitats secos, encontrando-se distribuídas em todo o gradiente de precipitação das zonas tropicais e que este fato indica que, a seleção de folhas esclerófitas não está associada primariamente com o déficit hídrico. Mooney & Dunn (1970b) dizem que elas fotossintetizam por todo o ano.

Em ambientes oligotróficos uma das estratégias utilizadas pelas plantas para contornar a baixa disponibilidade de nutrientes, pode ser a construção de novos órgãos por meio de retranslocação dos minerais absorvidos e que já haviam sido empregados em outras partes da planta. Essa reutilização possibilita a conservação dos nutrientes por mais tempo no corpo da planta. Para isso a abscisão foliar é reduzida e individualizada reduzindo a produção de matéria seca.

A programação endógena (genotípica, morfo-genética ou hormonal) de um crescimento reduzido, facilita a manutenção de uma concentração suficiente de substâncias minerais nos tecidos, possibilitando ma melhor utilização do suprimento de nitrogênio e fósforo através das diminuições harmônicas das taxas metabólicas. (Larcher, 2000).

Medina *et alli* (1990) estudaram o conteúdo nutricional, área foliar específica e espessura foliar de espécies esclerófilas do alto rio Negro, nos

seguintes ecossistemas; terra firme, caatinga amazônica alta e bana, comparando-as com esclerófilas do Mediterrâneo. Apesar de sua estrutura esclerófila, as folhas das espécies estudadas são relativamente intolerantes à seca. Durante períodos sem chuva, a condutância estomatal foliar diminui acentuadamente evitando o desenvolvimento de uma grande pressão xilemática negativa. O superaquecimento é evitado por muitas espécies por uma pronunciada inclinação da superfície foliar.

O referido autor conclui que a estrutura esclerófila não é necessariamente uma adaptação para seca, mas é, provavelmente, uma seleção para ambientes pobres. Esta conclusão leva a confirmar a evidência relatada por vários autores de que esclerófilas podem ganhar predominância em solos deficientes em P não só em áreas úmidas, mas também semi-áridas. Chama atenção ainda, para o fato de que florestas fisionomicamente similares as campinas amazônicas perto de São Carlos do Rio Negro tem sido descritas nas Guianas (Richards, 1957) e na Ásia (Brünig, 1970; Specht & Womersley, 1979).

Klinge (1985) estudando os níveis de nutrientes foliares e o comprimento foliar de 14 espécies lenhosas de campina comparou-as com outras áreas geoquimicamente ricas como as várzeas, concluiu que a campina está muito abaixo e que os níveis de bioelementos são próximos aos da terra firme.

Herrera *et alli* (1978) esclarece que as florestas úmidas do alto rio Negro, tanto as do tipo de terra firme quanto à do complexo de caatinga Amazônica crescem em solos que podem ser considerados como extremamente oligotróficos. Cuevas & Medina (1986) comenta que este oligotrofismo resulta, entretanto, de causas diferenciadas, a saber:

- Florestas de terra firme que nunca são inundadas, possuem quantias relativamente altas de P imobilizadas nos horizontes superiores do solo, são relativamente ricas em N e notadamente pobres em Ca e Mg.

Cuevas (1983) informa que florestas altas de caatinga são freqüentemente encharcadas durante e depois de pesadas chuvas. A decomposição da matéria orgânica é mais lenta que a da terra firme, devido à anaerobiose e a qualidade da folha, conseqüentemente, o N do solo é muito pouco aproveitável. A Floresta de Bana possui um nível alto de água após chuvas pesadas e o teor de todos os nutrientes do solo é mais baixo, especialmente N e P.

Por um outro lado, Rizzini (1997) não concorda com a influência dos nutrientes sobre a morfogênese vegetal. A base de sustentação de seus argumentos se apóia nas premissas de que “Uma coisa são dados experimentalmente obtidos e outra, muito diversa, é a implicação ecológica dos mesmos” e ainda “. A transferência do laboratório para a Natureza (ou passagem da Fisiologia para a Ecologia) pode tropeçar em barreiras impostas pela ação modificadora (ou prevalecente) de fatores outros, interferentes”.

Comenta ainda que sob uma vegetação em equilíbrio natural, As concentrações de nutrientes pouco variam em vista dos sistemas de reincorporação ao solo dos minerais retirados pelas raízes, devolvidos pela massa de resíduos decompostos na superfície ou na profundidade e pela lavagem do ar e das copas pela água pluvial. Explica que os nutrientes são basicamente importantes para a economia orgânica, mas sua ação sobre a morfogênese é indireta, através da nutrição. Somente em condições extremas de excesso ou de ausência é que influem diretamente – mas essas condições não são encontradas na natureza, senão localmente.

A respeito da relação entre características escleromórficas e a influência do N e do P, o citado autor opina, em síntese, o seguinte:

- Os dados experimentais gerados em ensaios laboratoriais sobre a ação dos sais solúveis de N, tanto na carência ou excesso deste, tem aplicabilidade reduzida. O conceito de oligotrofismo edáfico que se tem é restrito, visto depender de plantas cultivadas, dotadas de elevadas exigências nutritivas porque são relacionadas com a produção. Rizzini *op. cit.* chama atenção para as afirmações de Bonner & Galston (1955) comentam que “O nitrogênio contido em um determinado solo tende a permanecer constante e com valor característico para cada complexo particular de condições ambientais e para cada tipo especial de vegetação”

Considera que é impossível acreditar na influência morfo-genética da deficiência nitrogenada em condições naturais – quando é patente que os sais de N são mais copiosos nas regiões de vegetação “xeromórfica” ou “xerofítica”.

Rizzini *op.cit.* considera que as características esclerófilas devam ser classificadas como heliomórficas, separando de sua origem, a seca e o oligotrofismo. P é um nutriente geralmente escasso, particularmente em solos

tropicais – bem entendidos hoje como solos pobres em geral não podendo, portanto, sua escassez utilizada como fator para explicar a esclerofilia.

Rizzini *op. cit.* evoca os experimentos de Dasonville (1898). Medisch (1966b), Atkinson (1973) e Atkinson & Davison (1973) entre outros, para sedimentar sua opinião. Os dois últimos autores estudaram os efeitos da carência do P sobre numerosas ervas de habitats muito diversos, usando soluções nutritivas sem e com (40ppm) P, onde os resultados foram notavelmente uniformes. Os autores examinaram o crescimento, a hidratação, o conteúdo de água, o déficit hídrico, o peso seco, etc., e deixaram as plantas sem rega para observarem as diferenças concernentes à resistência à seca. O crescimento, principalmente o foliar, foi severamente afetado pela carência de P, exibindo um aspecto suculento, devido a um aumento da matéria sólida e não de hidratação, que chega a reduzir-se de 81% em relação ao controle. O déficit hídrico era maior nas plantas deficientes. Estas, sem regas, levavam de duas a cinco vezes mais tempo para revelarem sinais de falta de água e não murchavam como os controles, mas secavam sem flacidez dos limbos. A redução do conteúdo hídrico, diminuindo as células e concentrando a matéria sólida, faz as folhas se tornarem rígidas.

O fato dos espécimes crescidos sem P serem um pouco mais resistentes, em confronto com os fatos relatados, torna para Rizzini, bastante remotas a possibilidade de a carência fosfórica explicar a esclerofilia.

Luminosidade

Dentro de uma determinada comunidade os gradientes microclimáticos são bem evidenciados. A parte aérea das plantas recebe radiação de vários tipos e por todos os lados:

- radiação solar direta espalhada na atmosfera;
- radiação difusa em dias nublados;
- radiação refletida da superfície do solo.

Por este motivo, a maioria das plantas ordena sua superfície de assimilação de forma que poucas folhas recebam radiação solar direta permanentemente, ficando a maioria dos limbos foliares parcialmente sombreados, recebendo radiação

difusa. Como estratégia para atenuação da luminosidade, as folhas adotam vários ângulos em direção ao horizonte. Assim temos, folhas eretas, suberetas, arcuadas, folhas posicionadas em perfil, folhas com o ápice voltado para baixo com se estivessem penduradas, folhas em forma de cilindro, folhas escamiformes, entre outras (McMillen & McClendon, 1979; Whatley & Whatley, 1982; Juniper & Jeffrey, 1983; Jones, 1992; Larcher, 2000).

Quando a radiação incide sobre as folhas, uma parte é refletida e outra é absorvida e o restante é transmitido. A radiação total que retorna da folha é composta pela radiação refletida pela superfície foliar e parte pela radiação espalhada pelo interior do limbo. A capacidade de reflexão foliar depende da natureza da superfície *e. g.*, pilosa, cutinosa, rugosa, *etc.* (Lyshede, 1982; Juniper & Jeffrey, 1983; Karabourniotis *et alii*; Larcher, 2000).

No interior do mesofilo, a maior parte da radiação é absorvida, sendo que durante sua passagem pela folha à radiação atravessa sucessivas camadas de células e sua intensidade declina exponencialmente (Terashima & Saeki, 1985). Nos espaços intercelulares, a radiação é totalmente refletida e, dependendo da estrutura e quantidade de cloroplastos, a folha absorve em média, 60% a 80% da radiação fotossinteticamente ativa. Os idioblastos (em algumas suculentas) e os feixes de fibras (em esclerófilas) facilitam a passagem da luz pelas camadas de mesofilos espessos. (Vogelmann & Björn, 1986). Muitas herbáceas das florestas tropicais úmidas que vivem em ambientes sombreados, têm em sua epiderme superior células no formato de lentes que concentram a fraca radiação em grupos de cloroplastos no mesofilo (Dickson, 2000).

A radiação ultravioleta é detida em grande parte pela cutícula e pela parede externa suberizada da epiderme, bem como pelos compostos fenólicos do suco celular das camadas mais externas.

Larcher (2000) reporta que a planta responde a radiação exibindo em seu metabolismo, desenvolvimento e morfologia, diversos tipos de adaptações ambientais (modulativas e modificativas) e genéticas (evolutivas), a saber:

a) Adaptações modulativas - ocorrem rapidamente e são temporárias *e. g.*, movimentos de fotomodulação em folhas, movimentos fototrópicos, fotonásticos e fototáticos.

b) Adaptações Modificativas – adaptam as plantas às condições de pressão do ambiente, durante o período de crescimento, mantendo as características estruturais da planta, **e.g.**, adaptações estruturais e metabólicas entre folhas de sol e de sombra.

c) Adaptações evolutivas – são de caráter genotípico e determinam as diferenças, às vezes muito notáveis, que aparecem na ecologia de distribuição de várias espécies e ecótipos de plantas. Assim, as plantas de sol podem adaptar-se a sombra e as plantas de sombra exibem comportamento análogo (porém inverso).

As adaptações modulares, modificativas e evolutivas não se excluem mutuamente, mas se superpõem de tal modo, que permitem ajustamentos precisos, garantido assim, uma melhor adaptabilidade.

As plantas também podem ser divididas, segundo Richards (1952); Walter (1971), quanto a sua necessidade de luz em: umbrófilas – as que crescem no chão e nos troncos das árvores; semi-heliófilas – as que crescem margeando a vegetação ou nos galhos; heliófitas – as que crescem em pleno sol.

Segundo Davidson (1967), a luz é um dos mais importantes fatores ambientais que influenciam no desenvolvimento das orquídeas.

Withner (1959) relata que exemplares nativos de *Cattleya* da América do Sul criados em casa de vegetação, quando comparados com exemplares nativos criados no seu habitat natural mostraram os seguintes efeitos formativos influenciados pelos níveis de luz:

a) Plantas nativas no ambiente natural. – são pequenas, roliças com folhas duras e coriáceas, com uma distinta cor amarelo-esverdeada e as folhas estalam quando curvadas.

b) Plantas nativas cultivadas em casa de vegetação – plantas altas e mais suculentas, com folhas estreitas, com tons verdes escuro e pobres em produção de flores.

Salvestrini, (2002) estudando a distribuição espacial e o comportamento de forrageio de *Encyclia mapuerae* e *Epidendrum huebneri* na Reserva Biológica de Campina do INPA/SUFRAMA conclui que a luminosidade explica a distribuição espacial das duas espécies.

Medina *et alli* (1978,1990) informa que várias espécies esclerófilas de floresta tropical chuvosa e do tipo vegetacional bana na Amazônia, evitam o superaquecimento causado pela abundância de incidência luminosa com uma pronunciada inclinação da superfície da folha. Na bana, 55% das espécies estudadas, apresentaram ângulos (relativo ao eixo vertical) menores que 45°. O alto grau de inclinação foliar em todas espécies da bana é uma característica desta vegetação.

Dessecação

A dessecação nas plantas é adiada por todos mecanismos que capacitam a planta a manter um conteúdo hídrico favorável nos tecidos por maior tempo possível, apesar do déficit hídrico do substrato e da atmosfera. A capacidade de estocagem água e os mecanismos para evitar a dessecação, alcançam um máximo de eficiência quando estão acoplados aos mecanismos de redução da superfície transpirante e da alta resistência à transpiração pela via epidérmica (Kramer & Kozlowksi, 1979; Turner & Kramer, 1980; Salisbury, 1996; Larcher 2000).

Coutinho (1964), Jones (1992), Lütge (1997), chamam a atenção para o fato de que epífitas e algumas herbáceas terrestres vivem em condições edáficas e microclimáticas que com relativa facilidade podem tornar-se áridas. Por isto, muitas destas plantas se comportam como espécies altamente homeohídricas, apresentando grande controle de seu balanço hídrico. Notadamente, as plantas CAM ocupam, principalmente, lugares com secas periódicas ou pobres em substratos. Segundo Larcher (2000), entre as ***Bromeliaceae*** e ***Orchidaceae*** epífitas, cerca de 50 a 60 % destas, são plantas com metabolismo CAM.

Mais de 20.000 espécies de plantas pertencentes a 25 famílias possuem a assimilação CAM. Entre elas, temos representantes com hábitos epifíticos e aquáticos de pteridófitas, mono e dicotiledôneas, assim como, foi detectado que esta capacidade de efetuar o metabolismo CAM pode se restringir somente a um determinado órgão de uma planta (Szarek & Thing, 1977; Griffiths, 1989). Em orquídeas **e.g.**, Arditti & Dueker (1968) informam que as flores verdes de *Cymbidium*, especialmente as sépalas, fixam CO₂ tanto na luz quanto na obscuridade.

Medina (1996) comenta que nas florestas úmidas, as famílias **Orchidaceae** e **Bromeliaceae** possuem um grande número de gêneros com representantes C₃ e CAM. Nas **Orchidaceae**, no gênero *Bulbophyllum* (com mais de 1000 espécies epifíticas) e *Dendrobium* (900 espécies epifíticas) existe uma variação quase que contínua nos valores da $\delta^{13}\text{C}$ menor do que -30% à -12% . A atividade CAM nestes gêneros é correlacionada com o desenvolvimento da suculência (Withner *et alli*, 1986).

A larga distribuição das plantas CAM entre os vegetais e a multiplicidade de variações desse processo, permite supor, que o mecanismo de assimilação de CO₂ se estabeleceu em diferentes linhas evolutivas. A característica comum mais marcante destas plantas é a sua baixa exigência, que permite a ocupação de variados nichos. A ocupação deste nicho se dá por uma passagem evolutiva gradual (que é mais facilmente detectada dentro de um gênero) da via C₃ para o tipo intermediário C₃/CAM, até o tipo completamente dependente do metabolismo CAM, ou por meio de uma diferenciação bastante específica diretamente conduzida para a via CAM, como o ocorrente para algumas plantas de ambientes aquáticos oligotróficos (Lösch, 1987).

Bonates (1987, 1982) reporta que das quatro subfamílias da família **Orchidaceae** que ocorrem no Brasil, de acordo com Pabst & Dungs (1975, 1997), foram notadas a presença de representantes das subfamílias **Neottioideae** e **Epidendroideae** vegetando no estrato terrestre da campina. Dentro das **Neottioideae**, o gênero *Sobralia*, com as espécies *Sobralia fragrans* Lindl. e *Sobralia macrophylla* Rchb. f. enquadram-se como plantas de via C₃. Nas **Epidendroideae**, na tribo **Epidendreae**, a distribuição das vias C₃ e CAM estiveram indistintamente distribuídas. Na mesma subfamília, na tribus **Vandaeae**, apenas ocorreu à via de fixação de CO₂ do tipo C₃.

É interessante assinalar, segundo Pabst & Dungs (1975, 1977), que a subfamília **Neottioideae**, tribo **Neottieae**, subtribo **Sobralinae** e o gênero *Sobralia* são menos avançados evolutivamente do que a subtribo **Epidendroideae** e seus representantes anteriormente citados (Bonates, 1987, 1992).

Black (1973), Osmond *et alli* (1973), Medina *et alli*, (1977), Lüttge (1997), Larcher (2000) informam que plantas CAM são ambientalmente sensíveis e podem

usar facultativamente os caminhos fotossintéticos do CO₂, de acordo com o desenvolvimento das condições ambientais **e.g.** suculentas que são convencionalmente C₃ ao passarem por períodos de estresse hídrico, adotam facultativamente a via CAM, retornando ao modo C₃ quando cessa o mesmo.

De acordo com as condições ambientais, suculentas CAM, entre elas, as ***Orchidaceae***, utilizam como estratégia adaptativa de sobrevivência a períodos de estiagem, acompanhados de temperaturas elevadas e de grande intensidade luminosa durante o dia e de baixas de temperatura à noite, o seguinte comportamento: Durante as horas de temperaturas elevadas da parte clara do dia, com as raízes e os córtexes das árvores secos e uma baixa umidade relativa, os estômatos se fechariam, conservando a água absorvida nos tecidos; à noite, com a umidade relativa alta e com a temperatura baixa, os estômatos se abririam e a relação temperatura/umidade relativa não induziria um “déficit” hídrico “, sendo que nesta oportunidade é que ocorreria a assimilação do CO₂, que seria estocado nos vacúolos e, com a presença da luminosidade durante o próximo dia, seria descarboxilado e sintetizado. Na literatura, se denomina como “Efeito de Saussure” este fenômeno (Coutinho, 1963, 1969, 1970; Medina, 1987,1974; Wiesberg,1981; Braga, 1981c; Bonates, 1987, 1992).

Como foi visto anteriormente, as ***Orchidaceae*** que vegetam na campina também convivem periodicamente, durante o ano, com uma situação edáfica e microclimática semelhante à descrita acima, como comprovado por Bonates (1987, 1992), Bonates & Braga (1993) que registraram a citada estratégia para orquídeas que vegetam no estrato terrestre da campina ao fazerem correlações entre a anatomia foliar e tipos de fixação de CO₂. Das quatorze espécies estudadas, seis adotam, facultativamente, em períodos quentes e secos, a via CAM, possuindo vários caracteres anatômicos xeromórficos, tais como estômatos protegidos por projeção cuticular, cutícula espessa, hipoderme esclerificada, ninhos de fibras esclerenquimáticas e suculência anatômica. Oito espécies possuem somente a via C₃, não apresentando uma via alternativa para períodos quentes e secos. Esta falta é compensada pela presença de pseudobulbos, raízes carnosas e com velam e pela perda estratégia das folhas.

Raghavendra & Das (1978), reportam que a via C₄ já foi demonstrada em aproximadamente 18 famílias de plantas e, fortuitamente, Nuernbergk (1963), Kluge

& Ting (1978), Arditti (1979), sugerem a possibilidade de que a via C₄ possa existir em ***Orchidaceae***, sendo que as fotossínteses C₃ e CAM já foram bem comprovadas neste táxon.

Adaptações morfológicas foliares

A redução de tamanho e a rigidez das folhas são características de resistência à seca. Devido a isto, autores como Walter (1968) e Seddon (1974), informam que folhas esclerófilas são descritas como xeromórficas e esclarecem que em climas iguais ao do Mediterrâneo (seco e quente), existem plantas com folhas de comprimento mediano.

Em climas com verões secos e invernos úmidos, as folhas escleromorfas sempre-verdes tem sido interpretadas como uma estratégia ecológica bem sucedida para longos períodos de seca do verão (Di Castri, 1973). Para Mooney & Dunn, (1970b) isto é aceitável, mas ressalvam que, aparentemente, o sistema de raízes profundas é menos importante para a resistência a seca do que a estrutura da folha, já que estas plantas são mais capazes de explorar solos com uma reserva de água abundante do que as raízes superficiais das espécies decíduas.

Estudos sobre relações hídricas em plantas de clima Mediterrâneo mostram a importância da transpiração para evitar a temperatura foliar extremamente alta. Essas plantas são termo-estáveis, porque não permitem a redução da transpiração durante a escassez hídrica no verão (Lange & Lange, 1963; Dunn, 1975). Como citado anteriormente, o impedimento da alta temperatura foliar pode ser também atingido pela redução da quantidade de energia absorvida da luz incidente pela folha, sendo esta redução alcançada pelo progressivo ajuste do ângulo foliar a radiação incidente, principalmente durante períodos de fluxos de maior densidade de luz e temperatura do ar (Medina *et alli* 1978; Larcher, 2000).

Adaptações da anatomia foliar de *Orchidaceae*

Withner *et alli* (1974) chama atenção para as seguintes considerações sobre as adaptações ecológicas relacionadas com a anatomia foliar de ***Orchidaceae***:

Os tipos de folha de orquídeas devem ser relacionados com o ambiente que vegetam e as modificações dos tipos coriáceas, carnosas e plicadas estão diretamente relacionadas com a ecologia do indivíduo e não com um gênero determinado.

É fato freqüente que diversas orquídeas que compartilham o mesmo nicho ecológico possuam tipos similares de folhas, quer estas espécies estejam estreitamente relacionadas ou não.

Os tipos de folhas de orquídeas são um resultado direto de modificações que as capacitam a suportar um micro-habitat específico e devem ser vistas com tais.

A folha plicada proporciona uma grande área de superfície para exposição à luz visando à otimização fotossintética, particularmente em locais úmidos e sombreados. A desidratação não chega a ser um problema crucial, pois a estocagem de alimento e água é efetuada em raízes, cormos e rizomas carnosos ou caules suculentos.

Pode-se considerar que as orquídeas evoluíram vegetativamente a partir do desenvolvimento do hábito epifítico e das folhas plicadas juntamente com pseudobulbos, o que as capacitou a habitar novos nichos.

A evolução e proliferação de orquídeas têm sido acompanhadas por respostas aos ambientes onde as precipitações e as temperaturas são sazonais, e o sol e o calor são mais diretos do que em florestas úmidas sombreadas. Estas condições mais xéricas, implicam como pré-requisito para a sobrevivência, uma grande capacidade de estocar e reter água. As folhas coriáceas moles e carnosas são exemplos de esplêndidas modificações para estocagem de água, mas dependem de um ambiente um tanto sombreado ou fresco; as folhas coriáceas duras representam o máximo de eficiência em estocagem hídrica. As células epidérmicas fortemente espessadas e, o mais importante, as camadas de fibras esclerenquimáticas, são excelentes proteções contra a desidratação.

Proposições

Este estudo é a continuidade das pesquisas realizadas por Braga & Bonates iniciadas em 1987 em ecossistema de campina amazônica, que buscam correlacionar dados de anatomia ecológica, ecofisiologia, ecologia, fitossociologia e evolução de orquídeas nativas.

Espera-se contribuir para o aumento da compreensão sobre a biologia das **Orchidaceae** em geral e, em particular, para as da Amazônia brasileira, com um substancial incremento de conhecimento, pois como foi mostrado anteriormente, existe uma carência de conhecimento básico sobre as mesmas.

As informações geradas ajudarão ainda a compor um banco de dados sobre as espécies de **Orchidaceae** das campinas da Amazônia brasileira, que por sua vez, beneficiará o Banco de Germoplasma de Plantas Ornamentais da Amazônia Brasileira do Departamento de Biologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amazonas.

Possivelmente estas espécies serão umas das poucas **Orchidaceae** que possuem a possibilidade de ter seu germoplasma (Reserva Biológica de Campina do INPA) totalmente caracterizado, pois está sendo estudada conjuntamente a sua fitossociologia, biologia reprodutiva, biologia molecular, anatomia ecológica, ecofisiologia, cultura de tecidos e fungos endofíticos, proporcionando condições para a reconstrução e/ou conservação destes ecossistemas e ainda, para a orquidicultura e manejo auto-sustentado das mesmas.

A pesquisa aqui desenvolvida, em sua forma ampla, visa, a partir da integração de dados anátomo-eco-fisiológicos, fornecer subsídios que contribuam para o entendimento das estratégias de ocupação e sobrevivência no ecossistema de Campina por diversas espécies de orquídeas amazônicas.

De forma mais específica, procura:

a) Descrever e classificar morfo-anatomicamente a lâmina foliar das espécies estudadas, dando-se ênfase as características ligadas diretamente ao fluxo hídrico, luminosidade e nutrientes na planta.

b) Indicar caracteres anômicos foliares de natureza morfo-genética e os de natureza morfo-adaptativa nas espécies estudadas.

c) Verificar a existência de síndromes adaptativas morfo-anatômicas e ecofisiológicas nas espécies em estudo.

d) Discriminar as vias metabólicas de assimilação do carbono das espécies estudadas.

f) Sugerir tratamentos culturais e/ou de manejo para as espécies estudadas.

METODOLOGIA

Área de estudo

A pesquisa foi realizada com material botânico coletado na Reserva Biológica de Campina do INPA-SUFRAMA, Br 174 (rodovia Manaus - Caracaraí), km 45, entre as coordenadas geográficas 2^o 30' 00" de latitude Sul e 60^o 00' 00" de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 44 metros sobre o nível do mar (Ribeiro & Santos, 1975).

Selecionou-se este local por ser o mesmo de fácil acesso, ter segurança e por ser uma reserva que já possui uma razoável informação científica **e.g.** estudos realizados por Anderson (1981), Anderson **et alli** (1975,1981), Bonates (1987,1992) Bonates & Braga (1993), Braga (1977, 1979, 1982b), Braga & Braga (1975), Ferreira (1977), Lisboa (1975), Lisboa R. (1976) Luizão (1995), Prance (1975), Ribeiro & Santos (1975) Ribeiro **et alli** (1978), Salvestrini, 2002; Santos & Ribeiro (1975), Schubart (1983), entre outros.

Material de estudo

Folhas e raízes absorventes completas e totalmente distendidas de espécies de **Orchidaceae** de hábito primário epifítico ocorrentes na vegetação de Campina da Reserva Biológica do INPA, conforme Braga (1977).

Para aferição de todos os parâmetros foliares desta pesquisa, foram analisadas e coletadas folhas perfeitamente desenvolvidas das espécies selecionadas, na quantidade de dez a trinta folhas, de sete a cinquenta indivíduos por espécie, conforme a quantidade média de folhas de cada uma.

A partir de Braga (1977) foram escolhidas e estudadas cerca de vinte e cinco (25) espécies epifíticas de **Orchidaceae** e estas, se encontram ordenadas na tabela 2. Contudo, muitas dessas espécies são uni ou bifolioladas, ou são micrófilas ou então não possuíam um número abundante de indivíduos que permitisse a retirada de muitas folhas para serem processadas anatomicamente e principalmente, para os

Tabela 2 - Lista das espécies de *Orchidaceae* epifíticas estudadas que vegetam em uma Campina amazônica. (de acordo com Pabst & Dungs, 1975, 1977; Braga, 1977, 1982b).

SUBFAMÍLIA	TRIBUS	SUBTRIBUS	GÊNERO E ESPÉCIE
<i>Neottioideae</i>	<i>Neottieae</i>	<i>Sobrallinae</i>	<i>Sobralia fragrans</i> Lindl <i>Sobralia macrophylla</i> Rchb. f.
<i>Epidendroideae</i>	<i>Epidendreae</i>	<i>Dendrobiinae</i>	<i>Bulbophyllum setigerum</i> Lindl. <i>Encyclia amicta</i> (Lindl.) Schltr. <i>Encyclia fragrans</i> (Sw.) Lemée. <i>Encyclia tarumana</i> Schltr. <i>Encyclia vespa</i> (Vell.) Dressl. <i>Epidendrum compressum</i> Jacq. <i>Epidendrum huebneri</i> Schltr. <i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq. <i>Epidendrum sculptum</i> Rchb. f. <i>Epidendrum strobiliferum</i> Rchb. <i>Cattleya eldorado</i> Lindl. <i>Brassavola martiana</i> Lindl.
	<i>Vandeeae</i>	<i>Zygopetalinae</i>	<i>Bifrenaria longicornis</i> Lindl. <i>Maxillaria</i> sp. <i>Maxillaria camaridii</i> Rchb. f. <i>Maxillaria pauciflora</i> Barb. Rodr. <i>Maxillaria pendes</i> Pabst. <i>Maxillaria rudolfi</i> Hoehne. <i>Maxillaria tarumaensis</i> Hoehne. <i>Maxillaria uncata</i> Lindl. <i>Maxillaria villosa</i> Barb. Rodr. <i>Ornithidium parviflorum</i> (P & E) Rchb. F. <i>Rudolfiella aurantiaca</i> (Lindl.) Hoehne.

testes fisiológicos, sem que isto afetasse a população da espécie na Reserva Biológica de Campina. Por este motivo, algumas poucas espécies não foram contempladas em alguns testes fisiológicos que exigiam em sua execução, uma grande quantidade de material foliar.

O material estudado foi identificado por Pedro Ivo Soares Braga, especialista na família Orchidaceae, sendo o material testemunho depositado no Herbário do INPA.

Das espécies selecionadas, quatorze tiveram suas folhas anteriormente pesquisadas por Bonates (1987, 1992) e Bonates & Braga (1993) em estudos anatômicos, fisiológicos e de distribuição espacial de espécies do estrato terrestre da Reserva Biológica de Campina do INPA-SUFRAMA, por possuírem indivíduos vegetando no referido estrato, o que motivou a inclusão das citadas espécies naquele trabalho.

Para folhas e raízes dos indivíduos epifíticos das vinte e cinco espécies aqui elencadas todos os dados gerados na presente pesquisa são inéditos.

Caracterização das folhas

- Morfofisiológica – Foi utilizada classificação de Marín & Medina (1981) que ao estudarem a duração foliar em bosques secos tropicais, estabeleceram os seguintes critérios para separar folhas decíduas (caducas) de folhas sempre-verdes (perenifólias):

a) Decíduas: Possuem duração foliar média de seis meses e comuns à maioria das espécies sendo mais delgadas. A sua taxa fotossintética é maior e são chamadas freqüentemente de mesófilas, num sentido fisiológico, ou seja, transpiram sem restrição durante todo o dia seguindo o curso da capacidade evaporativa do ar.

b) Sempre-Verdes: Possuem duração foliar média de onze a treze meses e são restritas a poucos ecossistemas. São grossas e com textura coriácea, possuem uma taxa fotossintética menor e são chamadas freqüentemente de esclerófilas. Em climas com verões secos e invernos úmidos, as folhas escleromorfas sempre-verdes tem sido interpretadas como uma estratégia ecológica bem sucedida para longos períodos de seca do verão (Di Castri, 1973).

Para Mooney & Dunn, (1970b) isto é aceitável, porém ressalvam que, aparentemente, o sistema de raízes profundas é menos importante para a resistência a seca do que a estrutura da folha, já que estas plantas são mais

capazes de explorar solos com uma reserva de água abundante do que as raízes superficiais das espécies decíduas.

- Morfo-anatômica: O estudo da anatomia ecológica foi feito pela "abordagem florística", na qual o investigador examina e caracteriza um conjunto inteiro de espécies relacionadas ou não ocupando o mesmo habitat (Dikson, 2000).

A caracterização anátomo-ecológica das folhas teve como base a classificação de Withner *et alli* 1974 que as divide em Plicada e Coriácea (mole, dura e carnosas). Utilizou-se como suporte os trabalhos de Bonates 1987, que introduziu pequenas modificações nas características classificatórias de Withner *et alli* 1974, com o intuito de adaptá-la para a realidade do ecossistema de campina amazônica e ainda os de Braga 1982b e Lleras 1978.

A classificação dos estômatos foi feita segundo Rasmussen 1987. Este autor, revisando as classificações estomáticas de ***Orchidaceae***, baseadas no número e na organização de células subsidiárias, concluiu que o número delas varia de zero (estômato anomocítico) a sete (estômato ciclocítico). Informa que a condição tetracítica é freqüente, assim como são numerosos os casos de duas células subsidiárias, os paracíticos, como observados por Williams (1979) em ***Oncidieae***. Quanto à densidade estomática verificou que o número médio de estômatos por unidade de área (mm²) varia numa faixa de 8 – 180 e que densidades baixas foram encontradas em folhas suculentas e densidades mais altas em folhas de espécies de ambientes pantanosos.

As interpretações do desempenho morfofisiológico e ecológico dos estômatos foram fundamentadas em Meidner & Mansfield (1968), Rasmussen (1987) e Willmer & Fricker (1966).

Procedimentos anatômicos

O material coletado das folhas e raízes foram fixados em álcool 70% glicerinado ou guardados *in natura* em freezers. A folha histologicamente processada foi dividida, dependendo da área de seu limbo, em quatro regiões (meio-base, meio-meio, meio-margem e meio-ápice), retirando-se destas, segmentos de 1cm².

As raízes foram divididas em duas regiões (zona de distensão e zona de maturação) para efeito comparativo, retirando-se de cada região, segmentos de 3 cm de comprimento.

- Dissociação das epidermes - Segmentos das epidermes foliares foram dissociados com mistura de Jeffrey (uma parte de ácido crômico / uma parte de ácido nítrico), lavados em água, corados com Astrablau-Fucsina, desidratados em série alcoólica e montados em gelatina glicerinada (Johansen, 1940).

- Cortes histológicos – Segmentos de limbos foliares e de raízes foram incluídos em parafina, posteriormente desparafinados, corados em Astrablau-Fucsina, desidratados em série alcoólica e montados em bálsamo do Canadá ou Verniz-Cristal. Adicionalmente, foram feitos cortes a mão livre dos segmentos de limbo foliar e raízes com lâminas de barbear, os quais foram descorados com hipoclorito de sódio e posteriormente corados em Astrablau-Fucsina, imersos em série alcoólica para desidratação e montados em gelatina glicerinada, como utilizado em Bonates 1987.

Para a microscopia eletrônica de varredura, os segmentos *in natura* de folha e raiz foram cortados e desidratados em estufa, afixados em suportes (stub) com fita dupla face e observados em um aumento máximo de cinco mil vezes.

- Aferições anatômicas - No Laboratório de Anatomia Vegetal da Coordenação de Pesquisas em Botânica e no Laboratório Temático de Microscopia Óptica e Eletrônica do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) foram realizadas as seguintes tarefas:

- Observações: Em microscópio ótico Zeiss e microscópio eletrônico de varredura LEO - 435 VP em diversos aumentos.

- Testes histoquímicos para cutina e lignina foram baseados em Johansen, 1940; Patiño, 1986 e Ruzin, 1999.

- Testes óticos com luz polarizada para visualização de inclusões cristalinas foram baseados em Pridgeon 1998 e Lacey, 1999.

- Contagens e medições com régua micrometrada, desenhos esquemáticos em câmara clara e eletrofotomicrografias de varredura e fotomicrografias digitais em diversos aumentos foram fundamentados em Reynolds, 1999 e em Ruzin, 1999 e realizadas em microscópio ótico Zeiss com câmara clara Zeiss adaptada, régua micrometrada Zeiss, Axion Photo 2 Zeiss com capturador de imagem e, finalmente, com um microscópio eletrônico de varredura LEO 435 VP em diversos aumentos.

- Descrições - Os tecidos componentes do limbo foliar e da raiz foram descritos em detalhes sendo que as peculiaridades de cada tecido foram resumidas

em forma de tabelas ao final da descrição de cada espécie e estas apresentadas em ordem alfabética. Foi dada uma maior ênfase para as características anatômicas diretamente relacionadas com o fluxo hídrico, com nutrientes e radiação.

Procedimentos ecofisiológicos

- Discriminação da via metabólica do carbono - A discriminação das vias C_3 e CAM foi feita pela análise da razão $^{13}C / ^{12}C$ e adicionalmente, por separação colorimétrica (Troughton *et alli* 1978; Medina *et alli* 1977; Wiesberg, 1981; Bonates, 1987; Bonates & Braga, 1992; Osmond *et alli* 1991, Barbosa, 1995).

Wiesberg (1981), Medina (1996), Larcher (2000) comentam que a variação dos valores da $\delta^{13}C$ em plantas CAM é dependente das condições ambientais, pelo fato das mesmas serem ambientalmente sensíveis, principalmente ao fator temperatura onde o metabolismo CAM ocorre a partir de temperatura inferior a 20^0 C, sendo que em temperaturas maiores que 20^0 C há uma redução drástica de fixação de CO_2 . Por causa desta sensibilidade CAM, usou-se neste trabalho, o método colorimétrico de Kauko (um método qualitativo) como um auxiliar na confirmação das plantas discriminadas como CAM pelo método da $\delta^{13}C$ (um método quantitativo). Esta combinação de métodos tem sido feita com sucesso por diversos autores tais como Medina & Troughton (1974); Medina *et alli* (1977); Bonates (1987); Holthe *et alli*, (1987) e Bonates & Braga (1992).

- Análise da razão (δ) isotópica do carbono - Para a análise de discriminação de relação do Carbono $^{13}C / ^{12}C$, foi usada a espectrometria de massa, de acordo com a metodologia discutida por Ducatti *et alli* (1979) para a determinação de plantas C_3 e CAM com uma margem de erros analíticos de 0,2%.

O dióxido de carbono atmosférico contém aproximadamente 1,1% do isótopo do ^{13}C e 98,9 % do ^{12}C . Durante a fotossíntese, as plantas discriminam fortemente o ^{13}C , devido a pequenas diferenças nas propriedades físico-químicas combinadas com diferenças nas suas massas. Esta discriminação pode ser usada para designar os vários grupos de plantas em função dos seus metabolismos fotossintéticos (Ehleringer *et alli*, 1991).

O padrão de referência utilizado é o convencionado internacionalmente pela rocha calcária fóssil de *Belemnitella americana* do "Cretaceous Pee Dee" (PDB), onde o valor de ^{13}C foi fixado em partes por mil (‰), sendo sua razão absoluta fixada com o valor de 0,0112372 conforme Craig (1957). O sinal ao lado do valor da ^{13}C

indica se a amostra analisada tem maior ou menor razão $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ em relação ao PDB. Por exemplo, uma amostra com um valor da ^{13}C de $-10,00\%$ tem uma razão $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ de 10 partes por mil menores que o padrão PDB (Boutton, 1991).

A marcante diferença entre as enzimas carboxilantes que regulam a fixação primária em vegetais superiores mostram variações na proporção dos isótopos estáveis do Carbono, que se incorporam como CO_2 na matéria orgânica sintetizada. A RUDP-carboxilase-oxigenase (C_3) utiliza preferencialmente o tipo molecular CO_2 de massa 44 (^{12}C), sendo que a PEP-carboxilase (CAM e C_4) utiliza igualmente o CO_2 de massa 44 e 45 (^{13}C). A relação entre $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ no material vegetal permite determinar qual a via de entrada do carbono na planta, sendo a discriminação do ^{13}C expressa por $\delta^{13}\text{C}$ (Barbosa, 1995).

Segundo O'leary (1981) e Ehleringer *et alli*, 1991, a $\delta^{13}\text{C}$ de plantas pode variar em uma faixa -7 à -35% . As plantas de ciclo C_4 atuam no intervalo de -7 a -15% ; as plantas com ciclo C_3 atuam no intervalo de -20 à -35% e as plantas com o ciclo CAM (Crassulaceam Acid Metabolism) no intervalo -10 a -22% .

Foram coletadas folhas dos indivíduos na campina, no período de seca, compreendido entre os meses de junho a novembro, sob condições de déficit hídrico. Após a coleta, as folhas foram desidratadas em estufa, moídas e pesadas cinqüenta gramas de cada espécie, que foram enviadas para análise no Laboratório de Isótopos Estáveis do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA-USP).

- Teste colorimétrico de Kauko - Consiste na verificação das variações do Ph da solução de Kauko, conforme a atmosfera apresente maiores ou menores teores de CO_2 graças às modificações da cor da solução.

Quando o teor de CO_2 livre no meio diminui, a solução torna-se mais alcalina e adquire uma cor púrpura com a faixa de pH entre 8,2 a 9,2 indicando que houve uma fixação de CO_2 no meio. Quando o teor de CO_2 livre aumenta no meio, a solução torna-se mais ácida e adquire uma coloração amarelo-vivo com um pH na faixa de 5,3 a 6,5 indicando que não houve fixação de CO_2 , e sim a ocorrência de respiração celular, comprovando-se desta forma o aumento do teor de CO_2 livre no meio.

Temos então:

planta C₃ 
 planta CAM 

Para este teste, foram coletados na Campina, três indivíduos adultos de cada espécie, sendo os mesmos posteriormente cultivados em casa de vegetação, onde foram submetidos a condições de deficiência hídrica e a altas taxas de radiação luminosa, procurando-se com isso, reproduzir as condições xéricas daquele ecossistema.

Folhas destes indivíduos foram retiradas e trazidas para o laboratório em câmara úmida, sendo feita uma verificação da ausência de epífilas com auxílio de uma lupa, pois se presentes, ao respirarem, poderiam mascarar o resultado.

Após o exame, foram cortados segmentos no sentido transversal do eixo foliar, preservando-se a maior quantidade de limbo possível, sendo os segmentos então colocados em tubos de ensaio contendo solução de Kauko em equilíbrio com atmosfera. Os referidos tubos foram então envolvidos com papel alumínio e lacrados com tampas de borracha e colocados numa câmara de temperatura (marca Precizion, modelo CCA) controlada a 18⁰ C.

A escolha desta faixa de temperatura se dá pelo fato de que a mínima absoluta na Campina é de 17,7⁰ C (Ribeiro & Santos, 1975) e, segundo Medina *et alli* (1977), a fixação noturna de CO₂ começa a partir de 20⁰ C, sendo seu ótimo na faixa de 15⁰ C, procurando-se assim simular as condições de temperatura encontradas na Campina.

Foi feita para cada espécie, uma bateria de dez tubos de ensaio e um controle (de acordo com Coutinho, 1963, 1964, 1969,1970; Medina *et alli* 1977; Braga & Vilhena, 1981; Bonates, 1987; Bonates & Braga, 1992).

- Incidência de radiação - As espécies também foram classificadas visualmente quanto à necessidade de luz, segundo Richards (1952) e Walter (1971), que as dividiram em:

- a) umbrófilas – as que crescem no chão e nos troncos das árvores.
- b) semi-heliófilas – as que crescem margeando a vegetação ou nos galhos.
- c) heliófitas – as que crescem em pleno sol.

- Inclinação da folha - Como dito anteriormente, muitas plantas evitam o superaquecimento causado pela abundância de incidência luminosa com uma pronunciada inclinação da superfície da folha.

Segundo Nobel & Long (1987), a inclinação da folha é medida pelo ângulo (α) entre o eixo da folha e o horizonte e pode-se classificar as folhas baseando-se nos intervalos entre estes ângulos, a saber:

- a) Planófilas: folhas com α de 0° a 29° .
- b) Extremófilas: folhas com α de 30° a 69° .
- c) Erectófilas: folhas com α de 69° a 90° .

As medidas do ângulo foliar foram feitas no local da coleta com um inclinômetro portátil (Ehleringer, 1991).

As folhas também foram classificadas morfológicamente quanto ao formato do limbo foliar (arcuada, ereta ou subereta) em relação ao ângulo visual de inserção foliar no caule, como utilizado por Braga (1977).

Procedimentos estatísticos

O presente trabalho buscou fundamentalmente descrever e qualificar as espécies estudadas. Porém, em algumas interpretações, realizou-se uma estatística descritiva para alguns parâmetros.

Hipóteses de trabalho

Foram testadas as seguintes hipóteses:

1) As folhas de Orchidaceae epífitas que habitam as campinas amazônicas respondem com variações morfo-fisiológicas (diferenciadas ou não) aos diferentes nichos da campina. As integrações destas variações formam síndromes adaptativas nas espécies e contribuem para que as mesmas habitem e colonizem o ecossistema.

2) As folhas das orquídeas epífitas apresentam algumas estruturas morfo-anatômicas bem diferenciadas e que são reconhecidas como estruturas xeromórficas, oligotróficas ou herbivóricas. Algumas destas estruturas podem fazer parte da expressão morfo - genética do taxon e não da expressão morfo-adaptativa.

3) As **Orchidaceae** possuidoras da via de fixação do carbono tipo CAM estão mais adaptadas para a colonização de ambientes epifíticos ou terrestres mais xéricos, como os da Campina aberta, do que as que possuem via de fixação tipo C_3 .

Estas últimas estão bem mais adaptadas para a colonização de ambientes epifíticos ou terrestres menos xéricos e umbrófilos, como os da Campina sombreada.

RESULTADOS

1. *Bifrenaria longicornis* Lindl.



Figura 2 - *Bifrenaria longicornis* Lindl., em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2759 (INPA 49732).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epifítica na Campina aberta e sombreada, planta perene e sempre verde, heliófila a umbrófila. Folha única em cima do pseudobulbo, ereta, coriácea, decídua, oblongo lanceolada, larga, alongada, delgada, margem inteira, nervuras proeminentes, cerca de 20-25 cm de comprimento por cerca de 5-6 cm de largura. Raízes numerosas, subfasciculadas, filiformes, com cerca de 50cm comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica da lâmina foliar

- EPIDERMES – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células anisodiamétricas, com paredes retas a ligeiramente curvas, de espessuras médias, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar e com as cutículas com as superfícies suavemente ornamentadas.

Na microscopia de varredura, as duas epidermes aparentam suas as superfícies cuticulares densas, pastosas e profusamente adornadas por espículas de aparência reflectora.

Em vista transversal às epidermes são uniestratificadas, com células tabulares, aclorofiladas, sendo que as da adaxial são ligeiramente maiores nas paredes periclinais e com a periclinal externa recebendo reforço celulósico bem maior em todas as suas paredes do que nas outras regiões.

As epidermes estão recobertas por uma cutícula espessa e levemente ondulada e com ranhuras sendo que a da epiderme adaxial é mais grossa e menos ondulada. Nos ângulos formados entre as porções superiores das anticlinais com as periclinais externas, nota-se pequenos espaços intercelulares que penetram até $\frac{1}{4}$ da parede anticlinal e que são preenchidos pela cutícula.

As folhas são hipoestomáticas, os estômatos são paracíticos (média de 35 estômatos por mm^2), com uma distribuição paralela à nervura, são esféricos ou ovais e solitários. Estão localizados em depressões na epiderme e apresentam câmaras subestomáticas e supraestomáticas, estas com acentuadas projeções cuticulares que, observadas em corte transversal e em primeiro plano, possuem a forma de “garra” que formam pequenos poros assim como, um acentuado espessamento celulósico no pólo inferior das células-guardas.

Ocorrem tricomas desde a base até o ápice da folha em ambas as epidermes, sendo mais freqüentes na epiderme adaxial (média de 3 tricomas por mm^2) em relação à abaxial (média de 2 tricoma por mm^2), não sendo observada uma constância dos mesmos na nervura central.

Os tricomas, em ambas as epidermes são pluricelulares e unisseriados, 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. Localizam-se em depressões, não apresentam características excretoras e são caliciformes, sendo que os da epiderme abaxial parecem ser maiores que os da adaxial.

- CLORÊNQUIMA – Situado logo abaixo das epidermes, é homogêneo, constituído por oito camadas em média de células isodiamétricas, poliédricas, não havendo uma clara distinção entre células paliçádicas e lacunosas. O mesofilo é constituído de um clorênquima com espaços intercelulares bem diferenciados do tipo meato embora existam algumas câmaras.

As células do mesofilo tendem a serem paralelas com as da epiderme. Possuem paredes finas, com espessamento paralelo às paredes periclinais das células epidérmicas, sendo que no mesofilo inferior, as paredes periclinais são maiores que as do superior.

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

Não foi notada a ocorrência de idioblastos e de tecidos secretores.

- CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO – Os feixes fibrovasculares estão situados em um mesmo nível na região mediana do mesofilo, sendo que alguns apresentam quase o mesmo calibre daquele que compõem nervura principal.

Os feixes são colaterais, com o xilema superior ao floema, sendo ambos separados por um cordão de fibras (tipo VI) ou contíguos (tipo IV) tendo ainda nos seus pólos, capas de fibras fortemente espessadas, onde a capa do xilema é bem mais desenvolvida que a do floema. O xilema mostra vasos com reforço escalariforme, predominando intensamente sobre o tipo helicoidal.

Encontra-se no mesofilo inferior, bem próximo à epiderme, uma contínua camada de pequenos ninhos de fibras esclerenquimáticas, constituídos em média de seis a vinte células possuidoras de grandes pontuações.

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

Descrição anatômica da raiz

REGIÃO EXTERNA (SISTEMA DÉRMICO)

- Velame – A região mais externa é um velame constituído de cinco camadas, em média, de células vivas (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São isodiamétricas, poligonais irregulares com paredes anticlinais de três a quatro vezes maiores que as periclinais.

As paredes são de fina a medianamente espessadas e são impregnadas por suberina em variados graus. Espessamentos reticulares em forma de fios envolvendo as paredes estão presentes, sendo que estes não são muito evidentes.

O epivelame é constituído por células menores que as camadas mais internas. Não foi notada a presença de pelos radiculares e de tilossomos

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – unisseriada, mas em algumas regiões, pode-se encontrar uma segunda e curta camada. As células exodermas são isodiamétricas, poligonais curtas, com pouco conteúdo citoplasmático aparente, levemente espessadas, sendo que suas paredes periclinais externas que ficam em contato direto com a periclinal interna das células da última camada do velame, têm o seu espessamento diminuído. Todas as paredes são relativamente impregnadas de forma uniforme com lignina e suberina.

Nota-se a presença de células de passagem que são isodiamétricas, menores que as células comuns da exoderme, possuem paredes finas, com pouca ou nenhuma lignificação, são nucleadas e com citoplasma evidente. As células de passagem podem formar agrupamentos de até três elementos e se alternam com cada grupo de cinco a sete células comuns da exoderme.

- Parênquima cortical – É compacto, constituído de sete a nove camadas de células isodiamétricas, ovaladas ou não, tetra ou pentagonais, com poucos ou sem cloroplastos, incolores em sua maioria, altamente vacúoladas, com espaços intercelulares do tipo meato e paredes finas de celulose. As células diminuem de diâmetro nas extremidades do córtex, sendo que as da última camada da extremidade interna, são as menores e possuem as suas paredes periclinais internas e parte das anticlinais espessadas por impregnações de suberina e/ou lignina.

Não foi notada a presença de hifas ou novelos fúngicos no córtex ou células do velame assim como, amiloplastos, idioblastos contendo ráfides e outras substâncias ergásticas.

É comum à presença de fibras com espessamento mediano e uniforme de celulose e em menor grau, de lignina, na região mediana e periférica do córtex.

- Endoderme – Situada logo após o parênquima cortical, encontra-se uma endoderme envolvendo o estelo. Ela é uniestratificada, compacta, sem espaços intercelulares, com células isodiamétricas, poliédricas (tetraédricas em sua maioria) menores que as do córtex externo, vacuoladas. As paredes são fortemente espessadas por suberina e/ou celulose lignificada e os espessamentos, em sua maioria, tomam a forma da letra U, pois a parede periclinal interna é suavemente espessada, não sendo detectada a presença de ceras nas paredes tangenciais.

O espessamento permite separar as células da endodermais em dois tipos:

- As que possuem as paredes mais espessadas e são nucleadas ou não e situam-se opostas aos grupos de células floemáticas, formando blocos lineares que variam de cinco a sete células.

- O segundo tipo (células de passagem) possui paredes mais finas, são nucleadas, ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a pólos de protoxilema. Apresentam estrias de Caspary não muito evidentes e não sofrem espessamentos adicionais.

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, pouco delimitado, alternando-se com grupos de protoxilema e protofloema. É constituído de células parenquimáticas reforçadas com lignina que se esclerificam totalmente ou não e são possuidoras de pontuações simples, grandes e circulares.

- 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 quinze arcos de xilema, em média, direcionados ao periciclo) e alternado com os cordões de floema e separados destes 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 - Situada no centro do cilindro central é composta por células isodiamétricas, de tamanho irregular, vivas, vacuolizadas, com pontuações e com paredes suavemente espessadas. A medula possui poucos amiloplastos e cloroplastos, sendo que algumas células centrais sofreram a lise de suas paredes formando uma câmara fistulosa.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DO PH – Não houve fixação noturna de CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração amarelo-vivo, indicando respiração celular sem fixação noturna de CO₂. Com a medida adicional de pH, observou-se que o meio apresentou-se ácido, com o pH médio de 5,3.
- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $13C/12C \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou valor de -30,5 enquadrando-a na amplitude de valores de plantas C₃.

Estes dados caracterizam *Bifrenaria longicornis* Lindl como uma planta C₃.

Dados apresentados em formas de tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 3 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Bifrenaria longicornis* Lindl., como sendo pertencentes ao grupo de folhas plicadas, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 64 % como indica a tabela 78.

Na tabela 4 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Bifrenaria longicornis* Lindl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

No gráfico 1 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Bifrenaria longicornis* Lindl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 5 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Bifrenaria longicornis* Lindl., que podem ser relacionadas

a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

A figura 3 e 4 mostra aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Bifrenaria longicornis* Lindl.

Tabela 3 - Lista de características morfo-anatômicas específicas encontradas em *Bifrenaria longicornis* Lindl., que permitem enquadrar suas folhas como plicadas (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS
1. Pseudobulbos
2. Alongadas
3. Largas
4. Delgadas
5. Persistentes
6. Eretas
7. Nervuras proeminentes
ESTÔMATOS
8. Hipoestomática
9. Paracíticos
10. Paralelos à nervura
11. Solitários
12. Localizados em depressões
13. Com projeção cuticular
14. Poros esféricos e pequenos
15. Reforço nas células-guardas
16. Ovais ou esféricos
TRICOMAS
17. Maior frequência na epiderme abaxial
18. Pluricelulares
19. Bases em depressões
OUTRAS
20. Células da epiderme adaxial maiores
21. Clorênquima uniforme
22. Xilema e Floema separados por um cordão de fibras esclerenquimáticas

Tabela 4 - Características anatômicas da raiz de *Bifrenaria longicornis* Lindl 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>Bifrenaria longicornis</i> .	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofticas.	não					X
2. Endomicorizas presentes	não					X
3. Velame com cinco ou mais camadas	sim	X			X	X
4. Tilossomos presentes	não					
5. Células exodermais fortemente espessadas	não				X	X
6. Parênquima cortical estreito	não					
7. Parênquima cortical largo	sim	X		X		X
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.	sim	X			X	
12. Células endodermais fortemente espessadas	sim	X			X	X
13. Periciclo esclerificado	sim	X			X	X
14. Medula esclerificada	não			X		
15. Células medulares com paredes finas, com vacúolos grandes e incolores.	sim			X		
16. Células medulares com cloroplastos	sim		X			
17. Células medulares com amiloplastos	sim			X		
18. Pelos radiculares presentes	não					
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		6	1	5	5	8

Tabela 5 – Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Bifrenaria longicornis* Lindl., na produtividade para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Bifrenaria longicornis</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: 50 %	

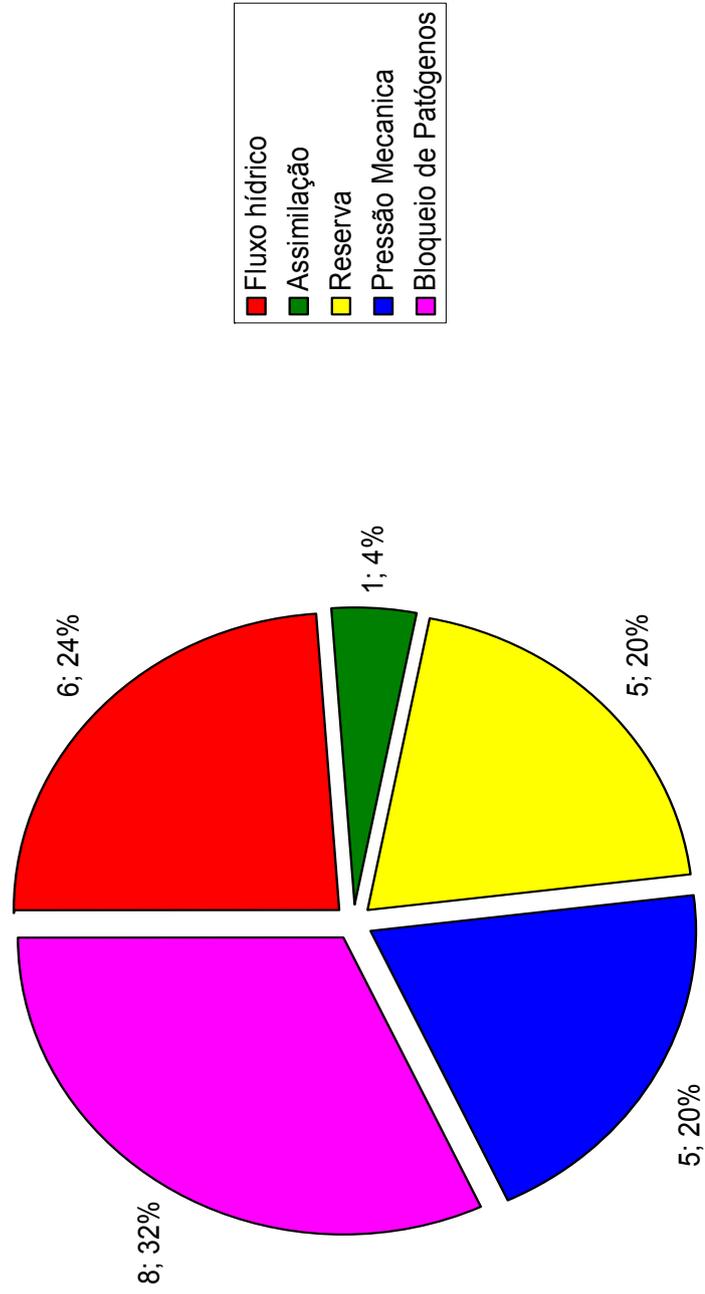


Gráfico 1 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Brifrenaria longicornis* Lindl., relacionadas com a eficiência.

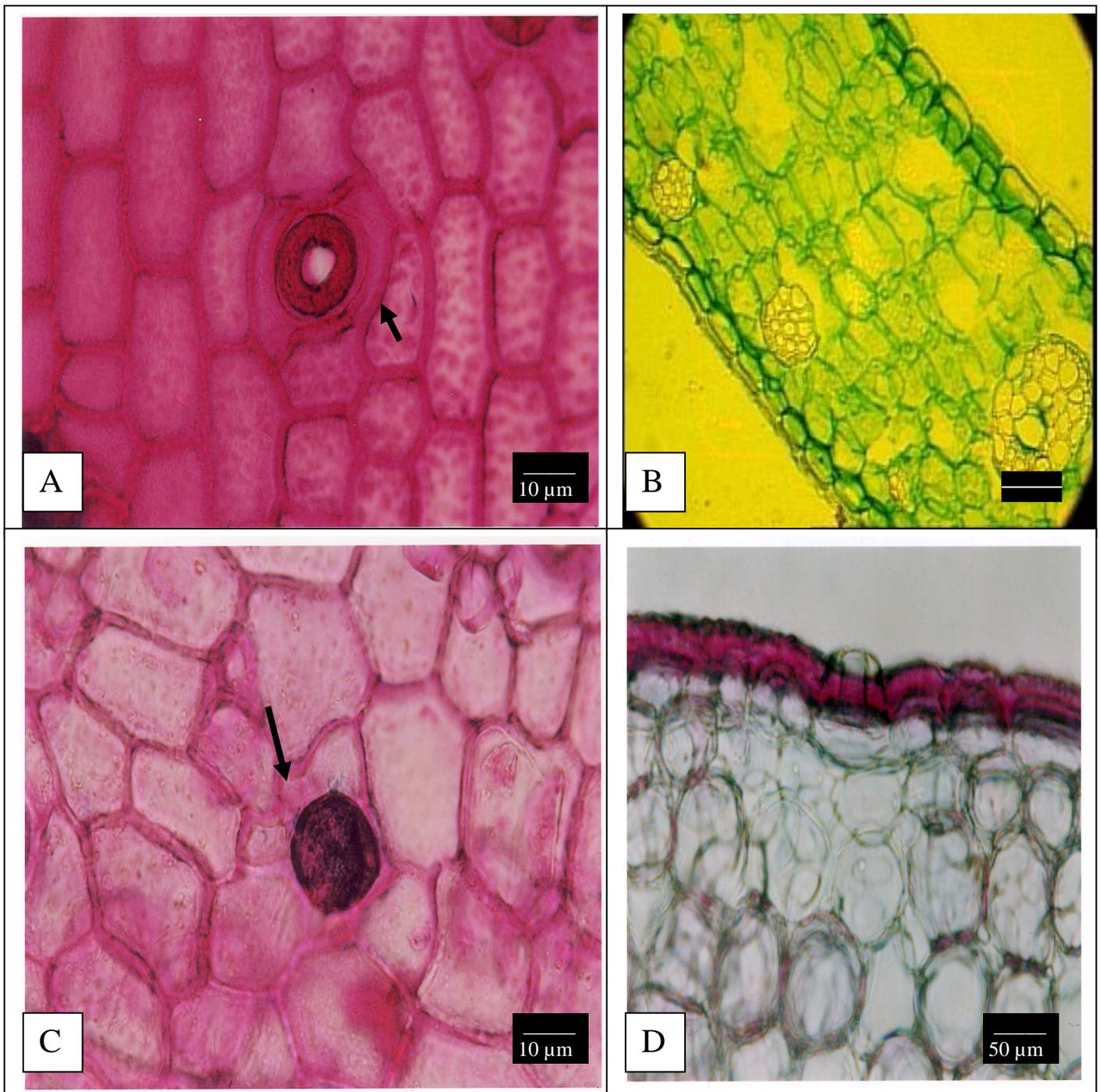


Figura 3 – Aspectos da folha de *Bifrenaria longicornis*. A: Epiderme abaxial. (seta = estômato paracítico). B: Mesofilo. C: Epiderme adaxial (seta = tricoma). D: Mesofilo inferior.

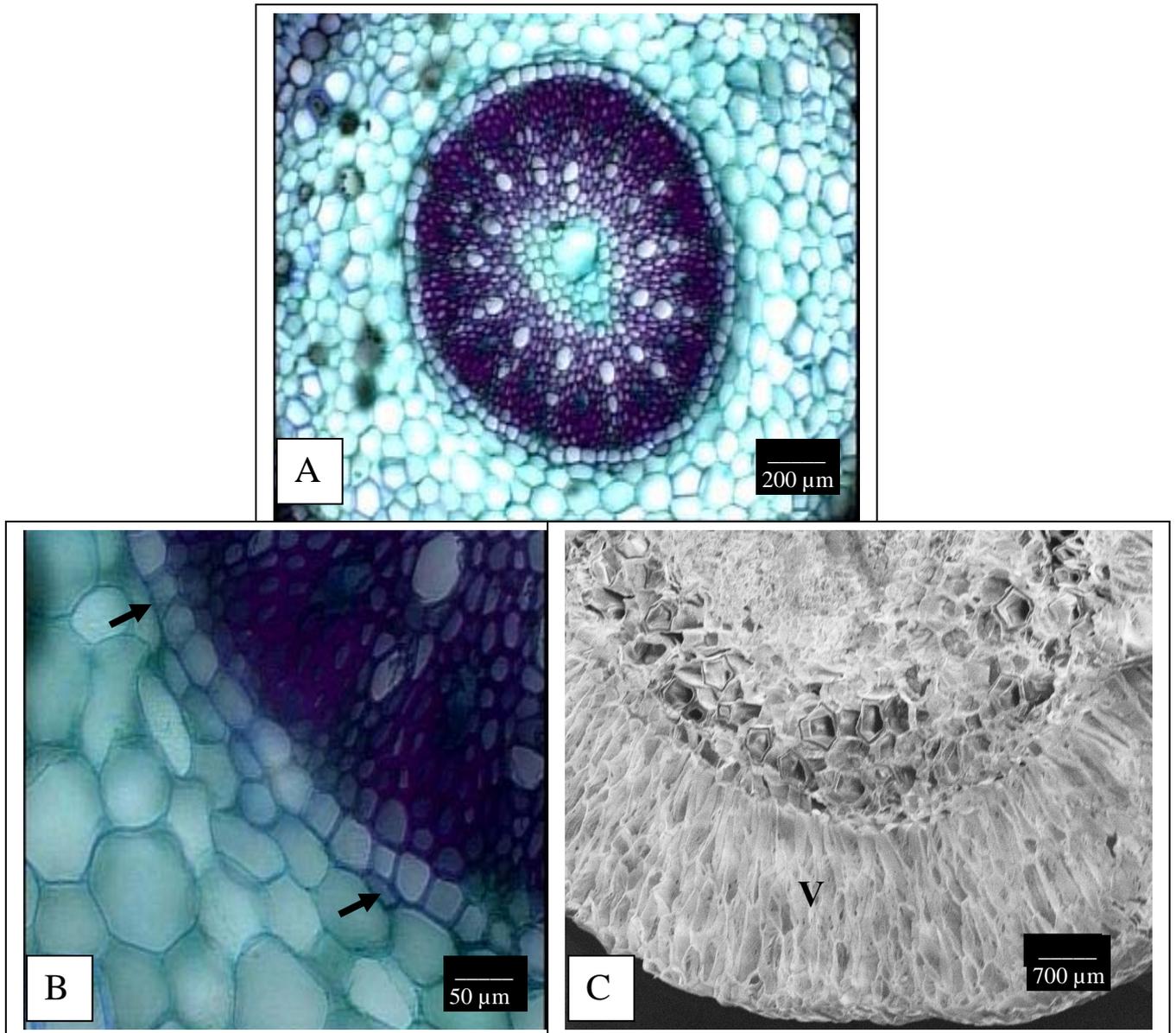


Figura 4 – Vista do plano transversal da raiz de *Bifrenaria longicornis*. A: Córtex e cilindro central. B: Endoderme e células de passagem (seta). C: Velame (V).

2. *Brassavola martiana* Lindl



Figura 5 - *Brassavola martiana* Lindl em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2951 (INPA 51125).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epífita a terrestre secundária na Campina sombreada e Campina aberta, perene e sempre verde, heliófila a semi-umbrófila. Folha única disposta no ápice de pseudobulbo roliço e quase imperceptível, arcuada, subereta e ereta, persistente, filiforme, sulcada, alongada, estreita, cerca de 23-30 cm de comprimento, cerca de 0,5-1 cm de altura. Raízes esparsas, subfasciculadas, filiformes, com cerca de 1 m comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERMES – AMBAS as epidermes (adaxial e abaxial), em vista frontal, são constituídas de células anisodiamétricas, com paredes retas a suavemente curvas, medianamente espessadas, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar e cutículas com superfícies medianamente ornamentadas e de aspecto rugoso.

Na microscopia de varredura, a superfície cuticular epidérmica é de aspecto denso, pastoso e profusamente adornado por cristas e espículas de aparência reflectora.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células tabulares, aclorofiladas, apresentando fortes espessamentos celulósicos e providas de algumas células contendo vacúolos-ráfides, assim como células esclerificadas.

As epidermes estão recobertas por espessa uma cutícula, contínua por toda a folha, ondulada e com ranhuras perpendiculares à epiderme. As epidermes possuem ainda, pequenos espaços intercelulares pouco diferenciados que são preenchidos pela cutícula.

Ambas as epidermes apresentam uma contínua “linha de pontuações” situadas na região das porções inferiores das paredes anticlinais sendo que, as periclinais internas destas células possuem profusos campos de pontuações simples com as paredes periclinais externas das células do clorênquima.

As folhas são anfiestomáticas, com maior predominância estomática na epiderme abaxial (14 estômatos por mm^2) em relação à adaxial (11 estômatos por mm^2). Os estômatos são paralelos à nervura, paracíticos, esféricos, solitários ou germinados, sendo que estes últimos apresentam-se com certa freqüência. Os estômatos estão situados no mesmo nível das células epidérmicas comuns e possuem câmaras subestomáticas e supraestomáticas, estas últimas com acentuadas projeções cuticulares que, observadas em corte transversal e em primeiro plano, possuem a forma de “garra” que formam pequenos poros assim como, um acentuado espessamento celulósico no pólo inferior das células-guardas.

Não foi notada a presença de tricomas.

- CLORÊNQUIMA – Situado logo abaixo das epidermes, é homogêneo e com posto, em média, por vinte camadas de células poliédricas e anisodiamétricas.

As células não são paralelas às da epiderme e possuem grandes vacúolos, ocorrendo ainda várias camadas de células incolores, sem cloroplastos, dispersas pelo mesofilo, relacionadas com a reserva de água.

Não apresentam uma clara distinção entre células paliçadas e lacunosas, sendo que na região da nervura central, as células tendem a alongar suas paredes anticlinais e, na região do mesofilo inferior por toda a folha, as células são mais isodiamétricas, constituindo-se o mesofilo por um compacto clorênquima, com espaços intercelulares do tipo meato.

As paredes anticlinais possuem um espessamento celulósico acentuado quando comparadas às paredes periclinais

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

• CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO – Os feixes fibrovasculares formam três camadas medianas com a seguinte configuração:

- uma camada intermediária que ocupa o meio do mesofilo e onde está contida à nervura central e também os maiores feixes. Estes diminuem paulatinamente o diâmetro à medida que se aproximam da periferia.

- As duas camadas restantes, uma superior e a outra inferior à camada do meio, possuem a mesma configuração, sendo que nelas, os feixes são praticamente do mesmo diâmetro.

As camadas de feixes tendem a acompanhar o formato conduplicado da folha.

Os feixes fibrovasculares são do tipo I e III, com o xilema superior ao floema e contíguos no tipo I e separados no tipo III. Estão envolvidos de parênquima esclerificado, células endodermóides e por fibras esclerenquimáticas densamente espessadas, que nos pólos dos feixes formam capas, apresentando-se a do floema maior que a do xilema. O xilema apresenta vasos com reforço escalariforme, em predominância ao reforço helicoidal.

Encontram-se por toda periferia da folha, duas camadas de fibras esclerenquimáticas sendo uma mais externa e que possui ninhos em torno de onze fibras e a outra, que é mais interna, localiza-se três camadas de células abaixo da primeira e que possui ninhos constituídos de dezoito células com os espessamentos

pouco desenvolvidos. As duas camadas intercalam-se e, suas fibras, tais como as fibras periféricas dos feixes fibrovasculares, possuem grandes e conspícuas pontuações.

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 cinco camadas, em média, de células vivas (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São isodiamétricas, poligonais irregulares com paredes anticlinais de três a quatro vezes maiores que as periclinais, de fina a medianamente espessadas. Finos espessamentos reticulares envolvendo as paredes estão presentes, sendo que estes não muito evidentes e ainda, as paredes são impregnadas por suberina em variados graus.

Apresenta um epivelame constituído por células isodiamétricas, poliédricas e menores que as camadas mais internas.

Tilossomos ocorrem nas camadas mediana e interna do velame, alguns ocupando às vezes metade do lúmen celular e sempre estabelecido entre as paredes periclinais internas e anticlinais inferiores.

Não foi notada a presença de pelos radiculares e nem de hifas exofíticas ou endofíticas.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme - unisseriada, mas em algumas regiões, pode-se encontrar uma segunda e curta camada. As células exodermis são isodiamétricas, poligonais curtas, possuem pouco conteúdo citoplasmático e são fortemente espessadas nas paredes anticlinais e periclinais externas, sendo que as paredes periclinais internas que ficam em contato direto com a periclinal externa das células da primeira camada do córtex, têm o seu espessamento diminuído. Todas as paredes são relativamente impregnadas de forma uniforme com lignina e suberina.

Nota-se a presença de células de passagem que são isodiamétricas, hexagonais, com paredes finas, nucleadas, com pouca ou nenhuma lignificação.

Estas células podem ser solitárias ou em duplas e se intercalam com grupos de cinco células normais da exoderme.

- Parênquima cortical - É constituído de nove a dez camadas de células isodiamétricas, ovaladas, clorofiladas ou não, incolores em sua maioria, altamente vacuoladas, com inúmeros espaços intercelulares do tipo meato e paredes finas de celulose.

As células diminuem de diâmetro nas extremidades do córtex, sendo que as da última camada da extremidade interna, são as menores e possuem as suas paredes periclinais internas e parte das anticlinais reforçadas por barras de espessamento de suberina e/ou lignina.

Nas camadas mais externas e em algumas células do velame, ocorrem poucas quantidades de hifas e/ou novelos de micorrizas.

Não apresenta idioblastos contendo ráfides e outras substâncias ergásticas, mas grãos de amido estão presentes em grande quantidade por todo parênquima cortical.

- Endoderme – Situada logo após o parênquima cortical, encontra-se uma endoderme envolvendo o estelo. É uniestratificada, podendo ter em algumas regiões ter adição centrífuga de duas ou três células, compacta, sem espaços intercelulares, com células isodiamétricas, poliédricas, menores que as do córtex externo, com pouco ou nenhum citoplasma. As paredes são fortemente espessadas e totalmente esclerificadas, impregnadas de suberina e/ou celulose lignificada e os espessamentos, em sua maioria, tomam a forma da letra O.

Foi detectada a presença de cera nas paredes tangenciais.

O espessamento das paredes permite separar as células da endodermais em dois tipos:

- As que possuem as paredes mais espessadas e que possuem protoplasma ou não e situam-se opostas aos grupos de células floemáticas, formando blocos lineares que variam de cinco a sete células.

- Um segundo tipo (células de passagem) possui paredes mais finas e são nucleadas e ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema. Apresentam estrias de Caspary pouco evidentes e sofrem espessamentos adicionais.

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, muito pouco delimitado, alternando-se com grupos de protoxilema xilema e protofloema. É constituído de células parenquimáticas esclerificadas e possuidoras de pontuações simples, grandes e circulares.

- 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 quinze 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: Situada no centro do cilindro central. Composta por células isodiamétricas, de tamanho irregular, vivas, vacuolizadas, sem cloroplastos aparentes e grande quantidade de amido. As paredes possuem pontuações simples, são medianamente espessadas, com lignificação evidente nas primeiras células periféricas e subseqüentemente as células mais centrais menos lignificadas. Ocorrem poucos espaços intercelulares do tipo meato por toda a medula.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO PH – Houve fixação noturna de CO₂, uma vez que os tubos com as amostras adquiriram a coloração púrpura, indicando a fixação de CO₂. Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou-se básico, com pH de 8,2.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $13C/12C \pm 0,2\%$ - Apresentou o valor de -17,5 enquadrando-a na amplitude de valores de plantas CAM.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 6 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Brassavola martiana* Lindl., como sendo pertencentes ao grupo de folhas coriáceas carnosas, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli* (1974), com um percentual de 67 % como indica a tabela 78.

Na tabela 7 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Brassavola martiana* Lindl relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 2 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Brassavola martiana* Lindl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 8 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Brassavola martiana* Lindl., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 6, 7e 8 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Brassavola martiana* Lindl.

Tabela 6 - Lista de características morfo-anatômicas específicas encontradas em *Brassavola martiana* Lindl., que permitem enquadrar suas folhas como coriáceas carnosas. (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Folhas não plicadas
 2. Superfície áspera ou rugosa ao tato
 3. Cilíndricas
 4. Mais moles que as Coriáceas duras
 5. Paredes epidérmicas com forte espessamento celulósico
 6. Cutícula espessa
 7. Células epidérmicas esclerificadas
 8. Espessamento secundário em células de mesofilo
 9. Ninhos de fibras esclerenquimáticas em torno de vinte fibras
 10. Ninhos de fibras esclerenquimáticas com fibras não muito desenvolvidas
 11. Ninhos de fibras esclerenquimáticas periféricos
 12. Grupo de células relacionados com o armazenamento da água
-

Tabela 7 - Características anatômicas da raiz de *Brassavola martiana* Lindl., 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>Brassavola martiana</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	sim		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	não					
7. Parênquima cortical largo	sim	X		X		X
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	sim			X		
11. Fibras esclerenquimáticas, barras ou fitas de espessamento presentes.	sim	X			X	
12. Células endodermis fortemente espessadas	sim	X			X	X
13. Periciclo esclerificado	sim	X			X	X
14. Medula esclerificada	não			X		
15. Células medulares com paredes finas, com vacúolos grandes e incolores.	não					
16. Células medulares com cloroplastos	não					
17. Células medulares com amiloplastos	sim			X		
18. Pelos radiculares presentes	não					
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		8	1	5	5	7

Tabela 8 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Brassavola martiana* Lindl., na produtividade para a orquidocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Brassavola martiana</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: 60 %	

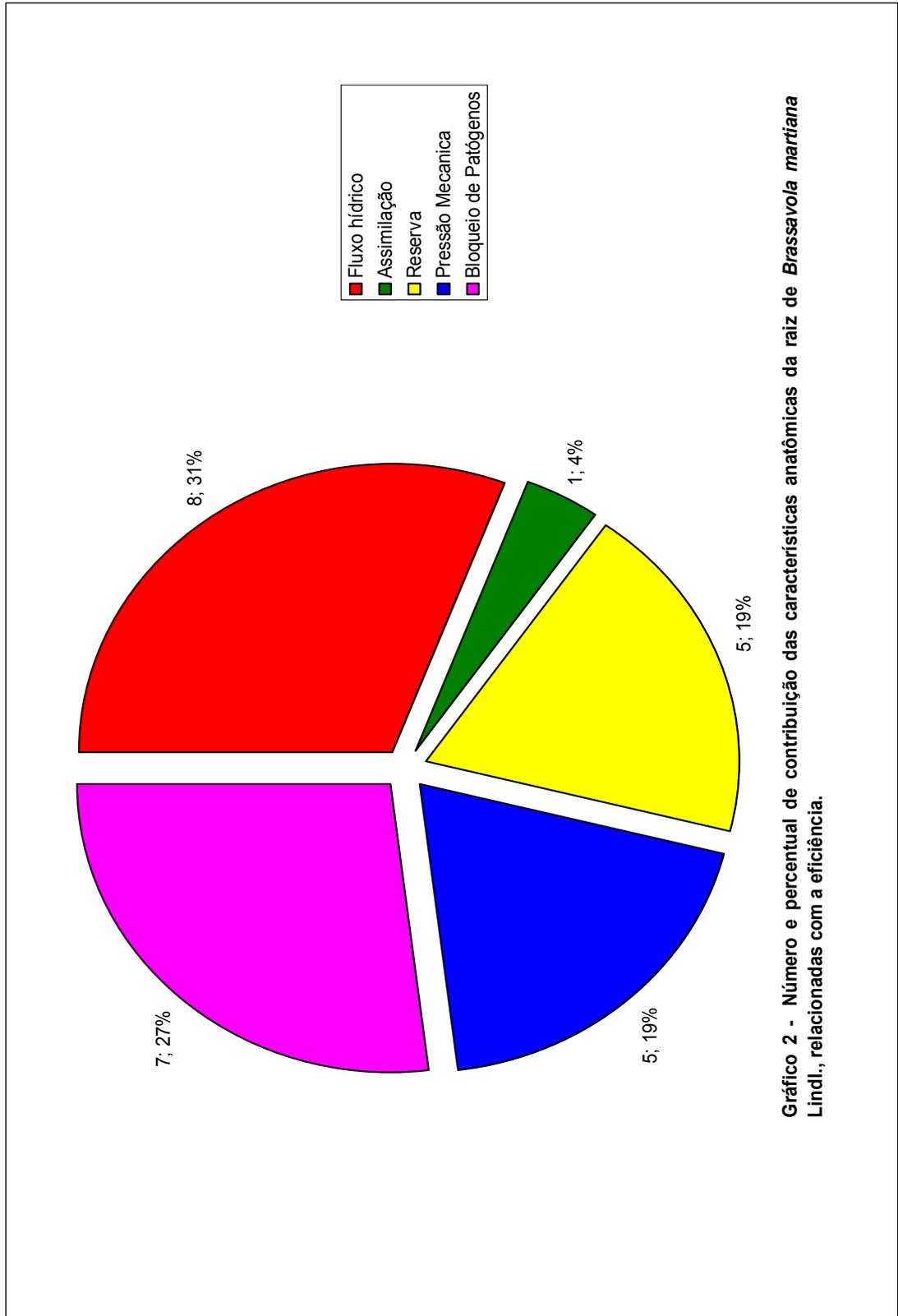


Gráfico 2 - Número e percentual de contribuição de características anatômicas da raiz de *Brassavola martiana* Lindl., relacionadas com a eficiência.

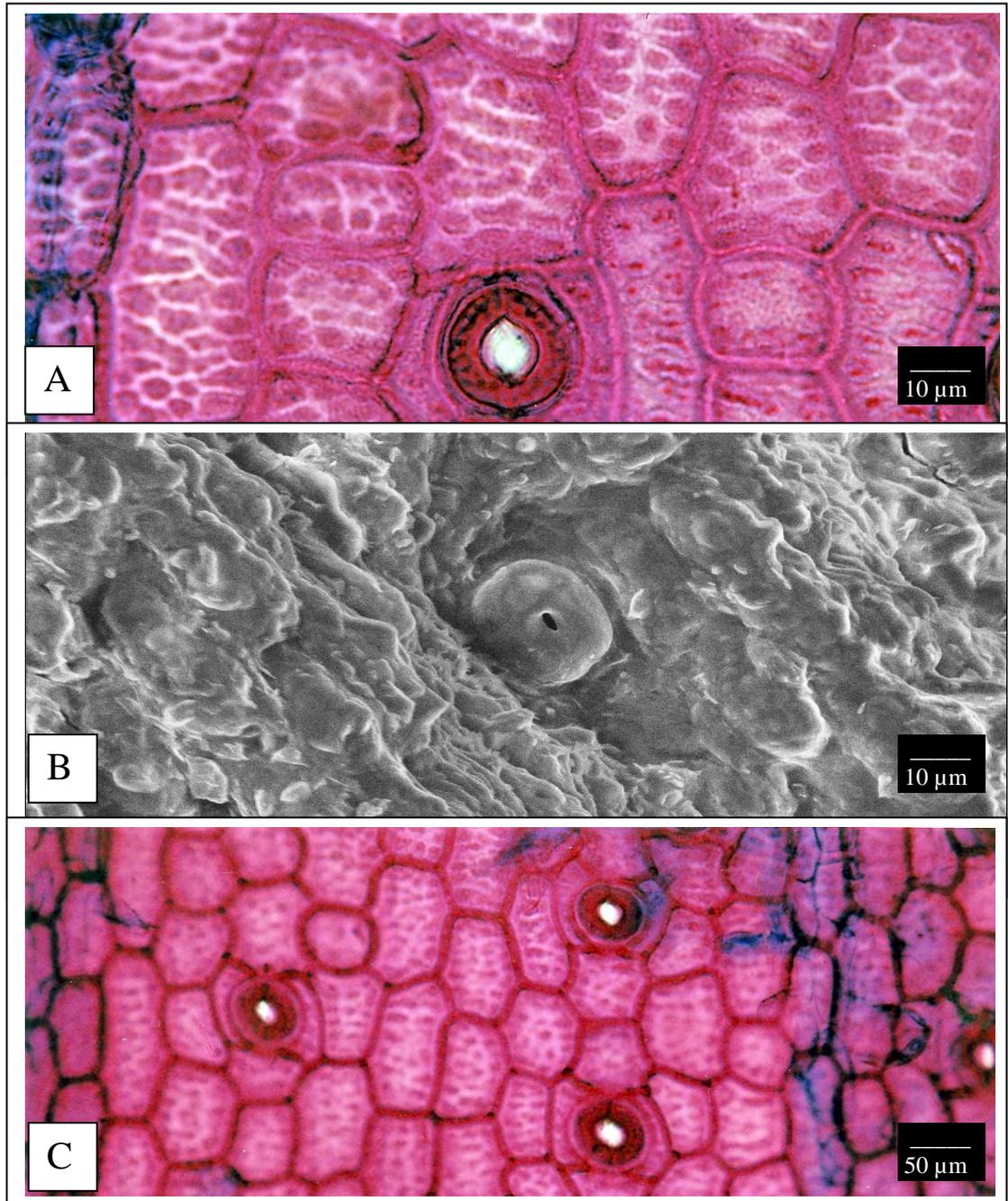


Figura 6 - Vista frontal das epidermes de *Brassavola martiana*. A e C: Epiderme abaxial. B: Epiderme adaxial.

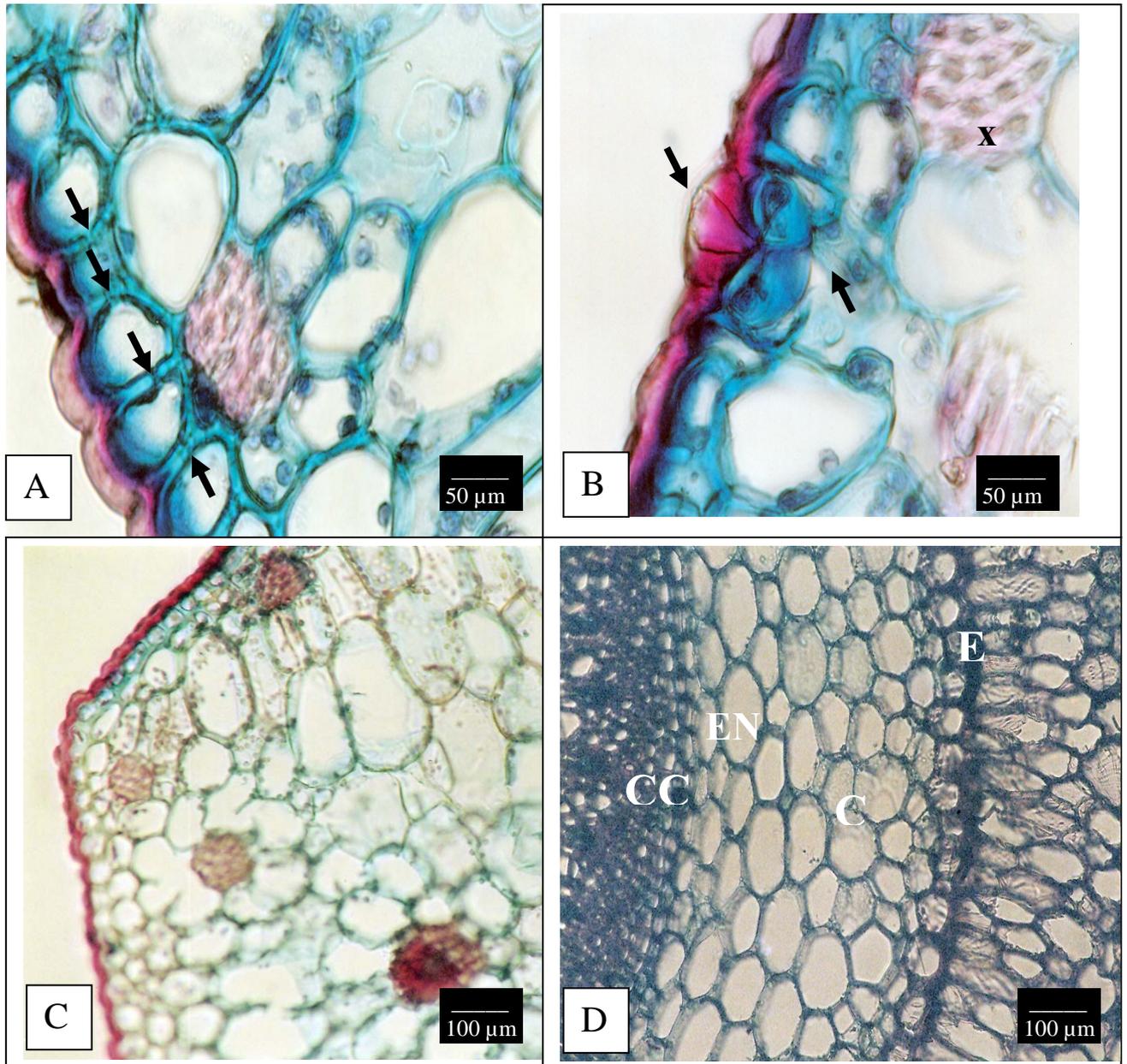


Figura 7 - Vista em plano transversal da folha e da raiz de *Brassavola martiana*. A: Linha de pontuações nas células epidérmicas. B: Câmaras EPI e Hipoestomáticas (setas) e ninho de fibras esclerênquimáticas (X). C: Mesófilo. D: Regiões da raiz, Velame (V), Exoderme (E), Córte (C), Endoderme (EN), Cilindro central (CC).

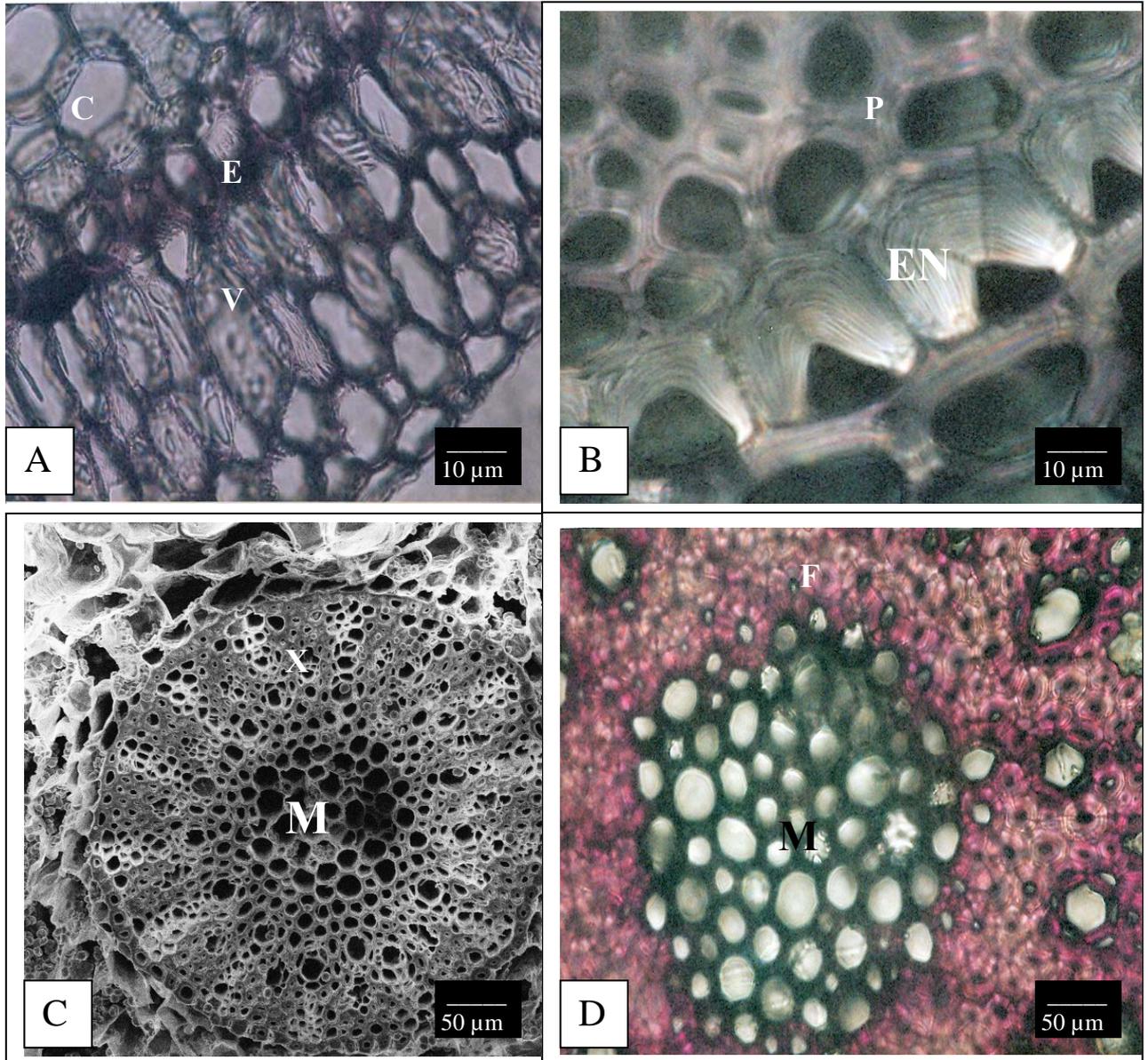


Figura 8 – Detalhes das regiões da raiz de *Brassavola martiana*. A: Velame (V), Exoderme (E), Córte (C). B: Endoderme (EN), Periciclo (P). C: Arcos Xilemáticos (X), Medula (M). D: Fibras (F), Medula (M).

3. *Bulbophyllum setigerum* Lindl.



Figura 9 - *Bulbophyllum setigerum* Lindl., em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2915 (INPA 49749).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epifítica na Campina aberta e sombreada, freqüente em *Pagamea duckei* Standl., perene, sempre verde, umbrófila a semi-umbrófila. Unifoliolada no ápice do pseudobulbo, ereta, coriácea carnosa, persistente, lanceolada, inteira, cerca de 4-8 cm de comprimento por cerca de 6-10 mm de largura. Raízes esparsas, subfasciculadas, flexuosas, com cerca de 10cm comprimento e sem velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células anisodiamétricas, com paredes retas a curvas, medianamente espessadas e orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar. As cutículas possuem aspecto liso e sem ornamentações e existem campos de pontuações nas paredes externas.

Na microscopia de varredura as cutículas epidermáticas mostram-se densas, consistentes, de aspecto pouco reflectivo, ornamentadas por suaves cristas e vilosidades, estas últimas acentuadas, algumas incrustações e grúmulos. Hifas fúngicas e epífilas são profusas.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células tabulares, alongadas, isodiamétricas, poliédricas, tetragonais ou pentagonais, aclorofiladas, com as da adaxial de tamanho maior.

As duas epidermes possuem as paredes periclinais internas e anticlinais um reforço de celulose suberina em suas paredes periclinais externas, sendo estas recobertas por uma cutícula espessa que se apresenta com aspecto liso a ligeiramente ondulado em ambas epidermes, sendo que o espessamento é maior na adaxial e apresenta nas duas, ranhuras perpendiculares. As epidermes apresentam ainda pequenos espaços intercelulares pouco diferenciados que são preenchidos pela cutícula.

As folhas são hipoestomáticas (média de 29 estômatos por mm^2). Os estômatos são tetracíticos e com distribuição paralela à nervura central, esféricos e solitários. Localizam-se ao mesmo nível das células da epiderme, possuindo câmaras subestomáticas e supraestomáticas, estas últimas formadas por uma acentuada projeção cuticular que, observada em corte transversal, em primeiro plano, possui a forma de “garra” e é formadora de um pequeno poro de ar.

Ocorrem tricomas com baixa frequência, desde a base até o ápice da folha, na epiderme adaxial (7 tricomas por mm^2) e na abaxial (15 tricomas por mm^2). Os tricomas são solitários ou agrupados estando os mesmos imersos em depressões na epiderme. São pluricelulares e constituídos de duas a quatro células, sendo a base formada por duas ou três células e o ápice, por uma grande célula alongada que tem as paredes reforçadas e o citoplasma mucilaginoso. O pólo superior desta célula apical situa-se no mesmo nível da célula epidermática e não ultrapassa a cutícula.

Os tricomas não apresentam características excretoras e são claviformes ou caliciformes.

- CLORÊNQUIMA – Situado logo abaixo das epidermes. É homogêneo, com células isodiamétricas, poliédricas, com paredes finas a suavemente espessadas e, em sua grande maioria, são paralelas com as da epiderme. As células não mostram uma distinção entre células paliçádicas e lacunosas e suas paredes possuem numerosos campos de pontuações primárias.

O mesofilo constitui-se de um compacto clorênquima e é composto de treze a quinze camadas de células em média, com poucos espaços intercelulares do tipo meato e com inúmeras células incolores grandemente vacuolizadas.

Idioblastos ocorrem em forma de células solitárias com paredes secundárias reforçadas por celulose.

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 de pequenos e grandes feixes que se intercalam. Os feixes fibrovasculares são do tipo II, onde o xilema é superior ao floema sendo os dois contíguos. Tanto o floema quanto o xilema são circundados por células e/ou fibras endodermóides e parênquima esclerificado que não chegam a formar capas nos pólos dos feixes.

O xilema mostra vasos com reforço escalariforme predominando sobre o helicoidal. As fibras periféricas dos feixes fibrovasculares possuem grandes pontuações com as células das paredes do clorênquima envolvente e pequenas porções citoplasmáticas destas fibras se projetam para o interior da célula clorofiliana vizinha.

Não foi observada a presença de ninhos de fibras esclerenquimáticas por todo o mesofilo.

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

Descrição anatômica da raiz

REGIÃO EXTERNA (SISTEMA DÉRMICO)

- Epiderme – A região mais externa é constituída por uma única camada epidérmica de células maduras, com conteúdo citoplasmático presente. São isodiamétricas, tetragonais irregulares, de leve a medianamente espessadas. As paredes anticlinais são mais espessas que as periclinais. As periclinais externas são recobertas por uma densa, grossa e descontínua cutícula.

Não foi notada a presença de pelos radiculares ou de tilossomos sendo que agregados de fungos exofíticos são pouco incidentes.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – Situada logo abaixo da epiderme, é unisseriada, compacta e sem espaços intercelulares. As células exodermas são isodiamétricas, tetra a pentagonais curtas, com pouco ou nenhum conteúdo citoplasmático e fortemente espessadas. As paredes anticlinais são de celulose lignificada e com espessamento uniforme e as periclinais externas são as mais espessas, pois recebem um visível reforço de suberina. Já as paredes periclinais internas que ficam em contato direto com a periclinal externa das células da primeira camada do córtex, têm o seu espessamento de suberina diminuído.

Nota-se a presença de células de passagem que são isodiamétricas, tetragonais, nucleadas, com paredes periclinais menos espessadas e menos suberificadas. Estas células podem ser solitárias ou em duplas e se intercalam com grupos de cinco a três células normais da exoderme.

- Parênquima cortical - É compacto, constituído de quatro a cinco camadas de células isodiamétricas, ovaladas, clorofiladas ou não, incolores em sua maioria, altamente vacuoladas, com inúmeros espaços intercelulares do tipo meato e paredes finas de celulose. As células diminuem abruptamente de diâmetro nas extremidades do córtex, sendo que as da primeira camada da extremidade externa são os menores e possuem as suas paredes periclinais internas e parte das anticlinais reforçadas por um espessamento de suberina e/ou lignina.

Foram visualizados raros e solitários fibroblastos. Não foram observadas ráfides, grãos de amido e outras substâncias ergásticas ou ainda, endomicorrizas.

- Endoderme – Situada logo após o parênquima cortical, encontra-se uma endoderme envolvendo o estelo. É uniestratificada, compacta, sem espaços intercelulares, com células isodiamétricas, poliédricas, menores que as do córtex externo, com pouco ou nenhum citoplasma. As paredes são fortemente espessadas a totalmente esclerificadas, impregnadas de suberina e/ou celulose lignificada e os espessamentos, tomam a forma da letra O.

Foi detectada a presença de cera nas paredes tangenciais.

O espessamento das paredes permite separar as células da endodermais em dois tipos:

- As que possuem as paredes mais espessadas e que possuem protoplasma ou não e situam-se opostas aos grupos de células floemáticas, formando blocos lineares que variam de três a cinco células.

- O segundo tipo (células de passagem) possui paredes mais finas e são nucleadas e ocorrem solitárias e são opostas a grupos de protoxilema. Não apresentam estrias de Caspary evidentes e sofrem espessamentos adicionais.

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, alternando-se com grupos de protoxilema xilema e protofloema. 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 cinco 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: Não fistulosa e situada no centro do cilindro central. Composta por células isodiamétricas, de tamanho irregular, vivas, vacuolizadas, sem cloroplastos e amiloplastos aparentes. As paredes possuem pontuações simples, são de medianamente a fortemente espessadas.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO PH – Houve fixação noturna de CO₂, uma vez que os tubos com as amostras adquiriram a coloração púrpura, indicando a fixação de CO₂. Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou-se básico, com pH de 8,2.
- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $13_C/12_C \pm 0,2\%$ - Não foi efetuada devido a escassez de material foliar.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 9 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Bulbophyllum setigerum* Lindl., como pertencentes ao grupo de folhas coriáceas carnosas de acordo com a classificação modificada de Withner *et alii*, (1974), com um percentual de 58 % como indica a tabela 78.

Na tabela 10 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Bulbophyllum setigerum* Lindl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 3 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Bulbophyllum setigerum* Lindl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 11 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Bulbophyllum setigerum* Lindl., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alii*, 2005).

As figuras 10 e 11 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Bulbophyllum setigerum* Lindl.

Tabela 9 - Lista de características específicas encontradas em *Bulbophyllum setigerum* Lindl., que permitem enquadrar suas folhas como coriáceas carnosas (classificação modificada de Withner et alli, 1974).

FOLHAS

1. Folhas não plicadas
 2. Superfície áspera ou rugosa ao tato
 3. Mais moles que as coriáceas duras
 4. Cutícula espessa
 5. Paredes epidérmicas com reforço celulósico
 6. Espessamento cuticular mais acentuado na epiderme adaxial
 7. Espessamento secundário em células de mesófilo
 8. Grupo de células relacionados com o armazenamento da água
-

Tabela 10 - Características anatômicas da raiz de *Bulbophyllum setigerum* Lindl., 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>Bulbophyllum setigerum</i> .	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofíticas.	sim	X				X
2. Endomicorrizas presentes	não					X
3. Velame com cinco ou mais camadas	não					
4. Tilossomos presentes	não					
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.	sim	X			X	
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			X		
18. Pelos radiculares presentes	não					
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		8	0	2	5	7

Tabela 11 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Bulbophyllum setigerum* Lindl., na produtividade para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Bulbophyllum setigerum.</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: 60%	

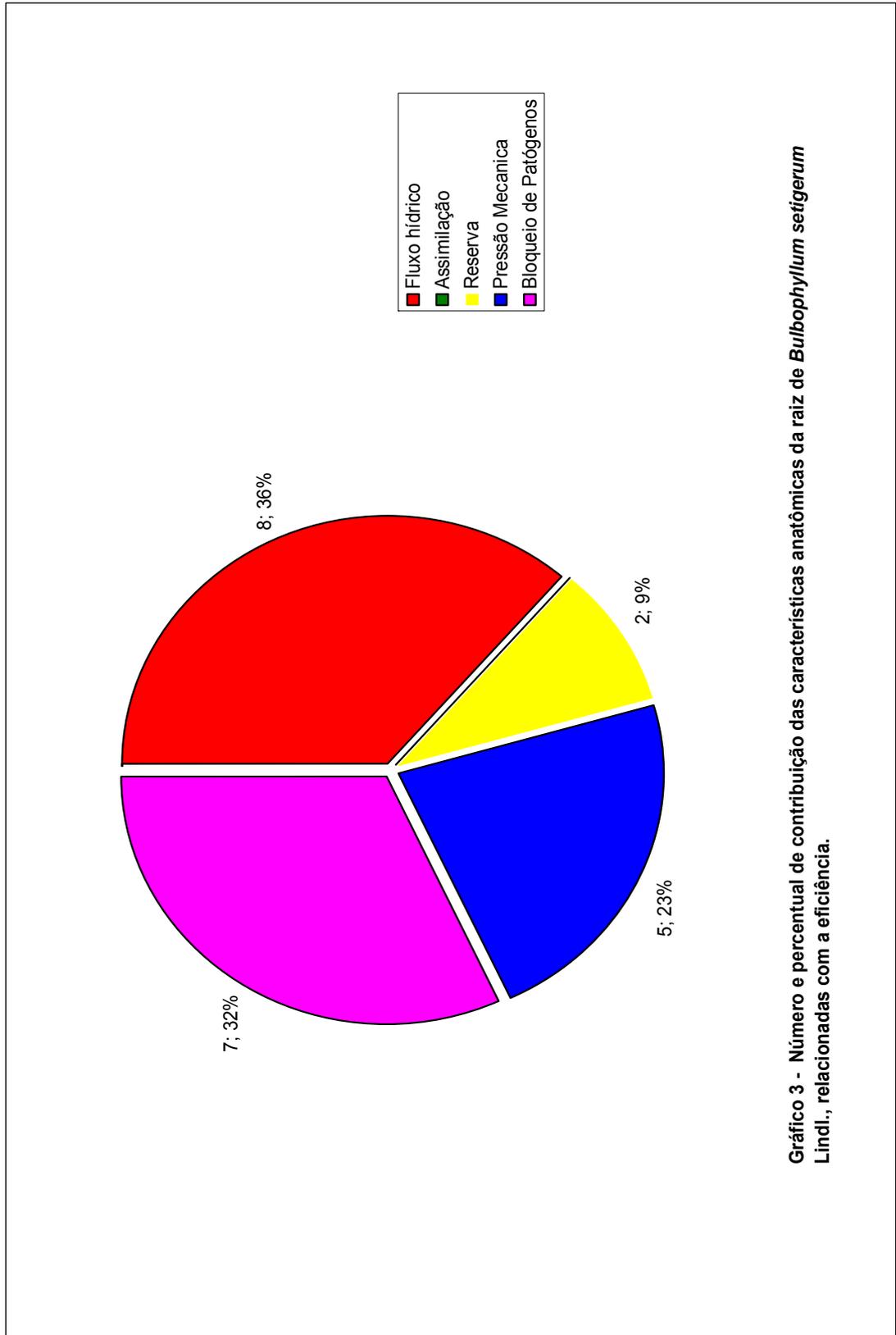


Gráfico 3 - Número e percentual de contribuição de características anatômicas da raiz de *Bulbophyllum setigerum* Lindl., relacionadas com a eficiência.

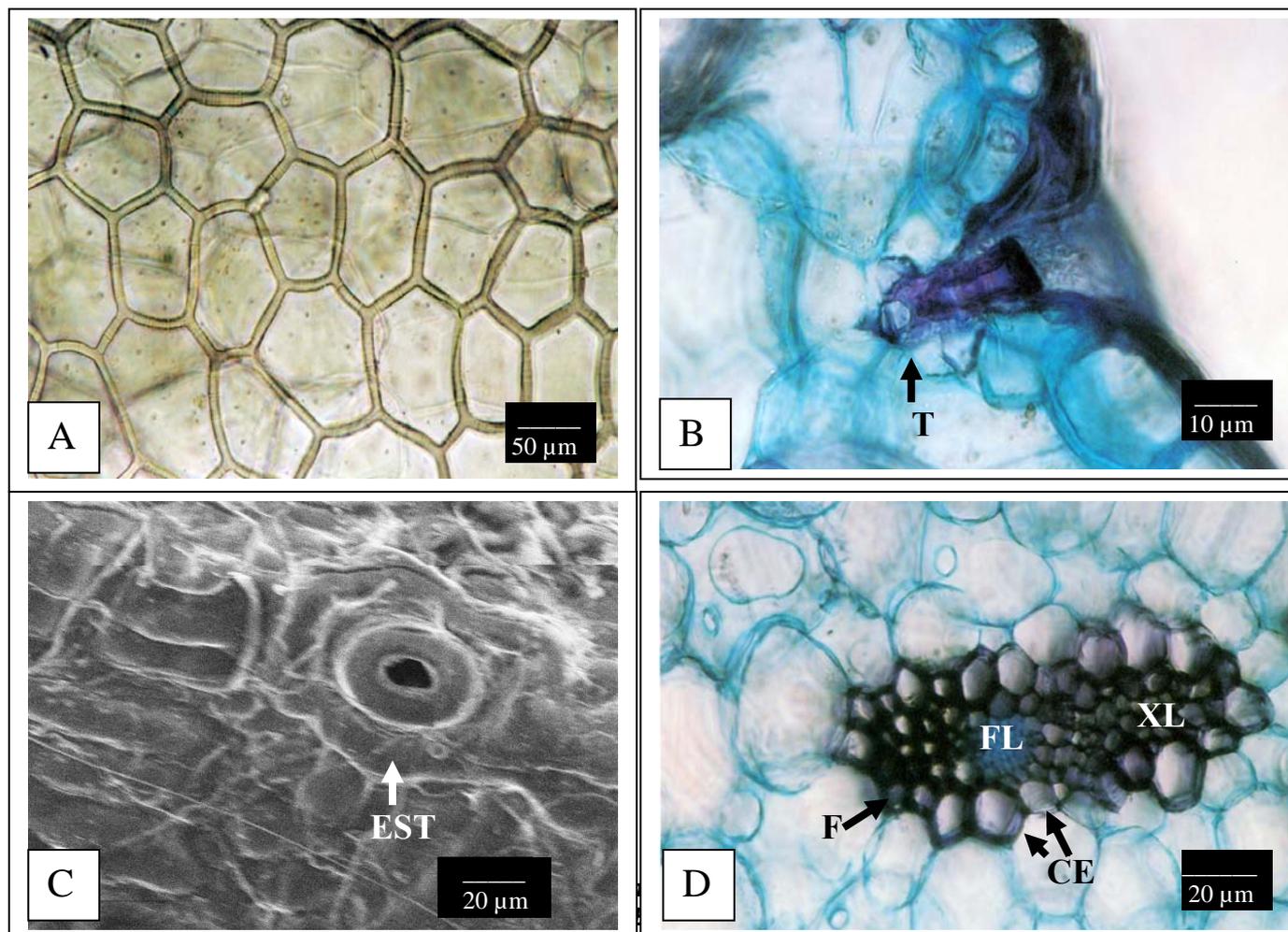


Figura 10 - Aspectos da folha de *Bulbophyllum setigerum*. A: Epiderme adaxial. B: Epiderme adaxial com detalhe de um tricoma (T). C: Epiderme abaxial com estômato (EST). D: Feixe fibrovascular, Fibras (F), Floema (FL), Xilema (XL), Células endodermóides (CE).

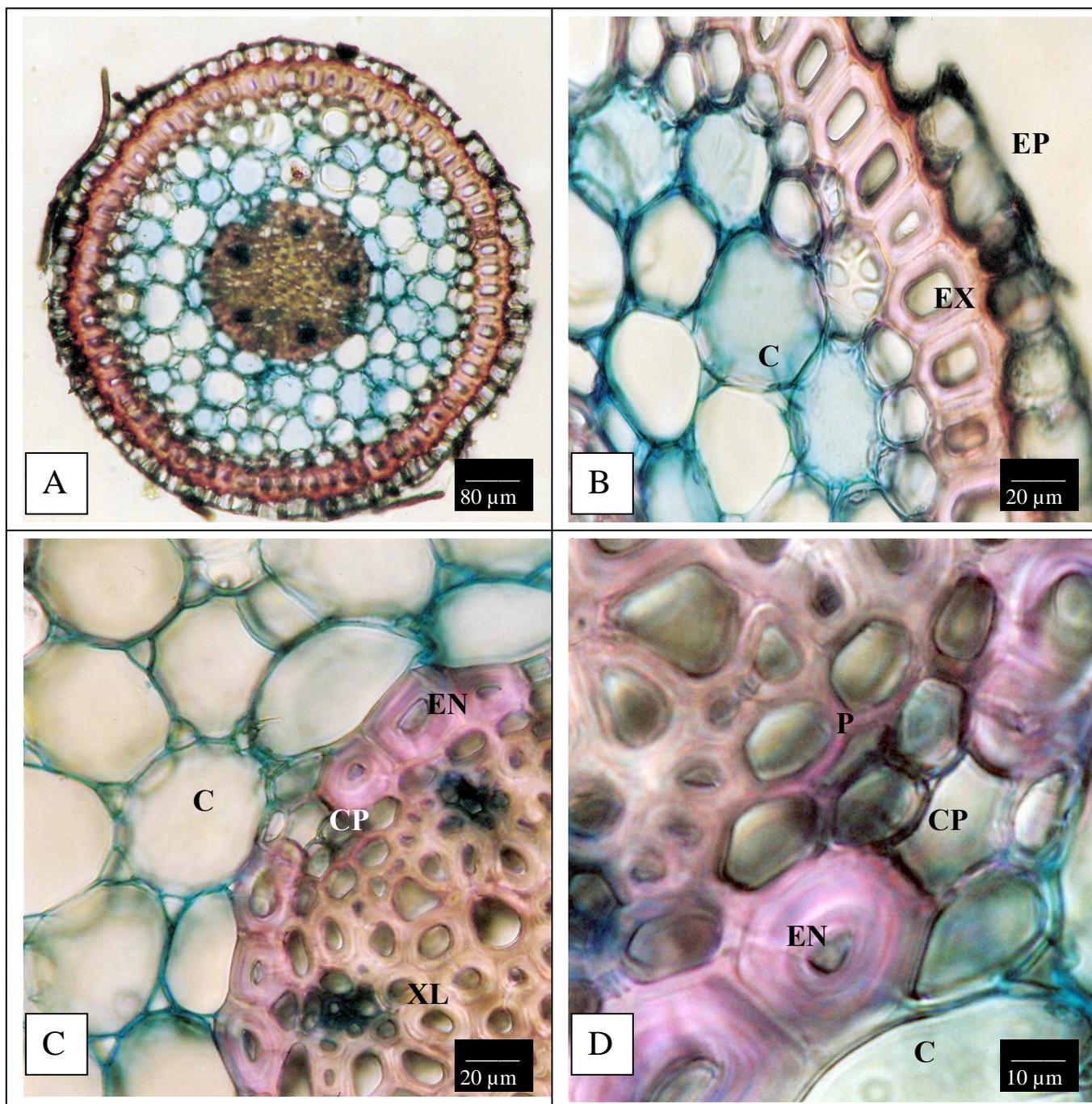


Figura 11 - Aspectos da raiz de *Bulbophyllum setigerum*. A: Visão geral da raiz. B: Epiderme (EP), Exoderme (EX), Córteex (C). C: Córteex (C), Endoderme (EN), Célula de passagem (CP), Xilema (XL). D: Endoderme (EN), Célula de passagem (CP), Periciclo (P).

4. *Cattleya eldorado* Lindl.



Figura 12 – *Cattleya eldorado* Lindl., em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2803 (INPA 49736).

Habitat da espécie, morfologia da lâmina foliar e da raiz.

Epífita a terrestre secundária na campinas aberta e sombreada, perene e sempre verde, umbrófila a heliófila. Folha disposta no ápice do pseudobulbo uniu ou bifoliadas, eretas, persistentes, coriáceo-carnosas, oblongas, alongadas, largas, cerca de 5-25 cm de comprimento, cerca de 3-4 cm de largura, raízes numerosas, subfasciculadas, filiformes, com cerca de 70-100 cm comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células anisodiamétricas, com paredes retas, medianamente espessadas, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar e com cutículas levemente enrugadas.

Na microscopia de varredura das epidermes, a cutícula mostra-se com aspecto pastoso, denso e reflectivo, ornamentada de pequenas e esparsas espículas. É comum a presença de algas epífilas *Phycopeltis* sp ou *Cephalleuros* sp que podem ser confundidas com escamas bromelióides à primeira vista.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células tabulares, aclorofiladas e de paredes espessadas. As células da epiderme adaxial são maiores e possuem um espessamento mais acentuado na parede periclinal externa do que as da epiderme abaxial.

As epidermes estão recobertas por uma grossa cutícula ondulada, com ranhuras perpendiculares à epiderme, sendo a adaxial mais espessa e cheia de fendas. Existem espaços intercelulares pouco diferenciados, que podem ir desde $\frac{1}{4}$ das paredes anticlinais até a total separação das células, o que é mais raro. A porção da cutícula que entre em contato com a parede periclinal externa das células apresenta um reforço de suberina. Nota-se que algumas células epidérmicas se esclerificam e que inexistem tricomas em ambas as epidermes.

As folhas são hipoestomáticas, com estômatos paracíticos (média de 51 estômatos por mm^2), esféricos, situados ao mesmo nível das células da epiderme e com projeção cuticular acentuada que, em vista transversal, em primeiro plano, apresenta a forma de garra e forma um pequeno poro de ar.

Possuem câmaras supra e subestomáticas sendo que as células estomáticas possuem cloroplastos e apresentam um forte reforço celulósico. Os estômatos obedecem a uma difusa orientação paralela ao comprimento foliar e estão distribuídos heterogeneamente no limbo e não foi notada a presença de tricomas.

- HIPODERME - Situada logo abaixo das duas epidermes, suas paredes anticlinais e, esporadicamente, as periclinais externas, apresentam-se esclerificadas e com barras de espessamento de lignina. As hipodermes apresentam-se constituídas de uma a três camadas de células, sendo que o espessamento secundário diminui gradativamente nas camadas mais internas (na face abaxial, esta

gradação penetra até aproximadamente a quinta camada do mesofilo), sendo seus citoplasmas incolores e com algumas células apresentando cloroplastos.

- CLORÊNQUIMA – Situado logo abaixo das hipodermes é composto em média, por quinze camadas de células, sendo que as da periferia do mesofilo se intercalam com as da hipoderme.

O clorênquima é homogêneo, porém com células poliédricas de tamanho irregular, variando de curtas a longas, com paredes finas, algumas com espessamento secundário e com conspícuas pontuações nas paredes periclinais. As células do clorênquima não são paralelas, em sua maioria, com as da epiderme.

Não apresentam uma clara distinção entre células lacunosas e paliçadas, sendo que na região da nervura central as células do mesofilo superior tendem a alongar suas paredes anticlinais e, na região do mesofilo inferior, por toda a folha, as células são mais isodiamétricas, constituindo-se o mesofilo de um compacto clorênquima, com espaços intercelulares do tipo meato.

Os cloroplastos não aparentam possuir dimorfismos, estando agrupados ou não dentro do citoplasma e distribuídos de maneira uniforme por todo o clorênquima. Existem ainda células, em grupos ou não, incolores, sem cloroplastos, grandemente vacuolizadas, dispersas pelo mesofilo e situadas em geral próximas a algum grande feixe fibrovascular e que estão relacionados com a armazenagem de água. Nota-se ainda a presença sempre constante de vacúolos com cristais de oxalato de cálcio em forma de ráfides, dispersos por todo o mesofilo, assim como a presença de algumas células do clorênquima próximas à hipoderme que apresentam barras de espessamento de lignina.

- CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO – Os feixes fibrovasculares são do tipo I e do tipo II e formam duas camadas medianas com a seguinte configuração: as duas são paralelas e oblíquas em relação à nervura central (localizadas no mesofilo inferior, cinco camadas acima da epiderme abaxial). Os feixes de maior diâmetro (tipo I) estão voltados para a epiderme abaxial e os menores para a adaxial (tipo II), sendo que as duas camadas estão bem próximas e seus elementos intercalam-se em relação ao eixo transversal da folha.

Os feixes apresentam o xilema superior ao floema e estes são separados por um fino cordão de células esclerenquimáticas no tipo I e contíguos no tipo II. O xilema apresenta elementos traqueais com reforços escalariformes predominando sobre o helicoidal. Os feixes possuem ainda parênquima esclerificado e fibras

fortemente espessadas que no tipo I formam densas capas, sendo a do floema bem mais acentuada que a do xilema que na maioria das vezes, não chega a ser caracterizada como tal.

Intercala-se com a hipoderme abaxial, uma superficial camada de ninhos de fibras esclerenquimáticas composto em média de vinte fibras. Estes ninhos e os feixes fibrovasculares possuem em suas fibras periféricas, grandes e conspícuas pontuações.

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 seis a sete camadas em média de células maduras (com conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São anisodiamétricas, poligonais irregulares com paredes anticlinais de três a quatro vezes maiores que as periclinais, de fina a medianamente espessadas e com as paredes impregnadas por suberina em graus variados e alguma lignina.

Finos, numerosos e evidentes espessamentos reticulares envolvem as paredes e estas, apresentam pequenas pontuações e ângulos celulares com reforço de lignina. Nestes ângulos encontram - se alojados tilossomos que são mais numerosos nas camadas mediana e interna do velame.

O epivelame é constituído por células isodiamétricas e poliédricas, menores que as camadas mais internas, não sendo notada a presença de pelos radiculares e hifas de fungos exofíticos.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – unisseriada, com células isodiamétricas, hexagonais, curtas, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes de mediana a fortemente espessadas e relativamente impregnadas de forma uniforme com lignina e suberina.

Nota-se a presença de células de passagem exodermis que são isodiamétricas, nucleadas, com densa matéria citoplasmática, paredes finas e com pouca lignificação e/ou suberização.

- Parênquima cortical - É constituído de nove a dez camadas de células isodiamétricas, ovaladas, clorofiladas ou não, incolores em sua maioria, grandemente vacúoladas, com inúmeros espaços intercelulares do tipo meato e paredes finas de celulose. As células diminuem de diâmetro nas extremidades do córtex, sendo que as da última camada da extremidade interna são os menores.

Longa, larga e numerosa barra de espessamento de lignina envolvem as células e na região medial de várias paredes anticlinais ou em ângulos celulares, encontram-se reforços de lignina.

Nas camadas mais externas ou distribuídas amplamente por todo o córtex e células do velame, ocorrem hifas e/ou novelos de micorrizas. Algumas células chegam a ter todo o espaço intercelular tomado o que provoca em muitas das vezes, o rompimento das paredes, principalmente nas camadas do parênquima cortical superior fronteiriças a exoderme, formando longas e profundas câmaras fistulosas.

Vacúolos-ráfides são raros, grãos de amido numerosos e profusos estão dispersos por todo o parênquima cortical.

- Endoderme – Situada logo após o parênquima cortical, encontra-se uma endoderme envolvendo o estelo. Ela é uniestratificada, compacta, com poucos espaços intercelulares, com células isodiamétricas, poliédricas, menores que as do córtex externo, com pouco ou sem lúmem celular.

As paredes são fortemente espessadas por suberina, celulose lignificada e ceras e os espessamentos tomam a forma da letra O. Os espessamentos permitem separar as células endodermis em dois tipos:

- As que possuem as paredes fortemente espessadas, com conteúdo citoplasmático presente ou não e situam-se opostas ao protofloema, formando blocos lineares que variam de cinco a sete células.

- O segundo tipo (células de passagem) possui paredes mais finas, são nucleadas e podem ocorrer solitárias, em duplas ou tríades sendo opostas a grupos de protoxilema. Apresentam estrias de Caspary não evidentes e não sofrem espessamentos adicionais.

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, pouco delimitado, alternando-se com grupos de xilema e floema primários. É constituído de células parenquimáticas esclerificadas possuidoras de pontuações simples, grandes e circulares.

- Xilema - É primário com o protoxilema periférico e vasos de espessamento espiralado. O metaxilema apresenta-se mais central e com vasos com espessamentos escalariformes e / ou reticulados. É exarco, poliarco (contém dez 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: Situada no centro do cilindro central. É totalmente esclerificada, composta por células isodiamétricas, de tamanho irregular e com lúmen reduzido. As paredes possuem pontuações simples, são fortemente espessadas e lignificadas.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO PH – Houve fixação noturna de CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração púrpura, indicando fixação de CO₂. Com a medida adicional do pH de 8,8 observou-se que o meio apresentou-se alcalino.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $13_c/12_c \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou o valor de - 15,3 enquadrando-a na amplitude dos valores das plantas CAM.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 12 lista-se em resumo, as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Cattleya eldorado* Lindl., como sendo pertencentes ao grupo de folhas coriáceas duras, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 72 % como indica a tabela 78.

Na tabela 13 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Cattleya eldorado* Lindl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 4 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Cattleya eldorado* Lindl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 14 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Cattleya eldorado* Lindl., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 13, 14, 15 e 16 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Cattleya eldorado* Lindl.

Tabela 12 - Lista de características específicas encontradas em *Cattleya eldorado* Lindl., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Folhas não plicadas
2. Racham ou estalam quando dobradas
3. Superfície áspera ou rugosa ao tato
4. Cutícula espessa
5. Células da epiderme adaxial maiores
6. Espessamento cuticular mais acentuado na epiderme adaxial
7. Células epidérmicas esclerificadas
8. Sem tricomas

ESTÔMATOS

9. Hipoestomáticos
10. Câmaras subestomáticas

OUTRAS

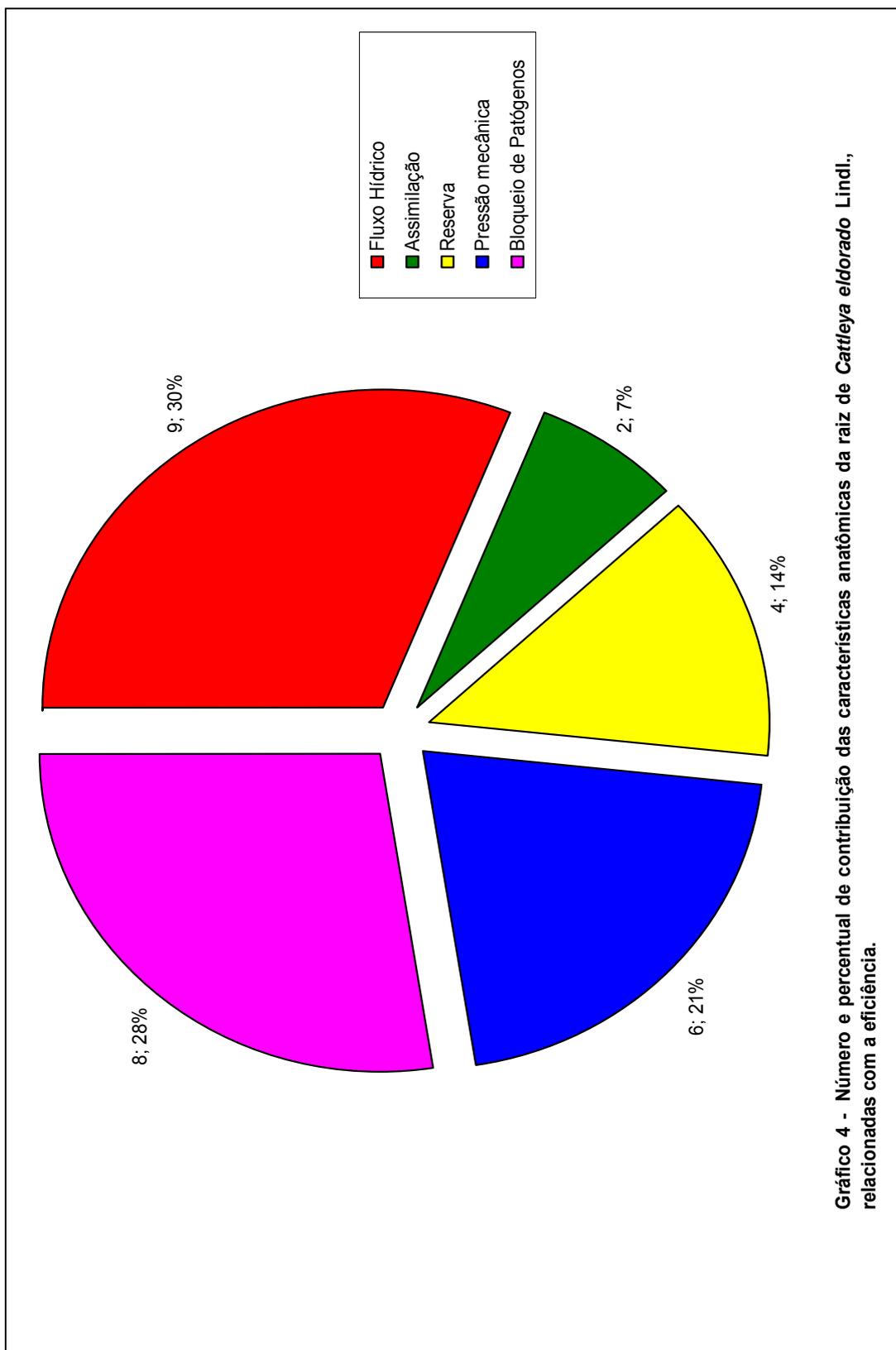
11. Hipoderme
 12. Células do mesofilo superior tendendo alongadas
 13. Espessamento secundário em células do mesofilo
 14. Barras de espessamento de lignina em células do mesofilo
 15. Ninhos de fibras esclerenquimáticas em média de vinte fibras
 16. Ninhos de fibras superficiais
 17. Células esclerificadas no mesofilo
-

Tabela 13 - Características anatômicas da raiz de *Cattleya eldorado* Lindl., 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>Cattleya eldorado</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	Sim		X			
3. Velame com cinco ou mais camadas	Sim	X			X	X
4. Tilossomos presentes	Sim	X				
5. Células exodermais fortemente espessadas	Sim	X			X	X
6. Parênquima cortical estreito	Não					
7. Parênquima cortical largo	Sim	X		X		X
8. Células parenquimáticas corticais grandemente vacuoladas e incolores.	Sim	X		X		X
9. Células do córtex com muitos cloroplastos	Sim		X			
10. Células do córtex com muitos amiloplastos	Sim			X		
11. Fibras esclerenquimáticas, barras ou fitas de espessamento presentes.	Sim	X			X	
12. Células endodermais 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			X		
18. Pelos radiculares presentes	não					
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		9	2	4	6	8

Tabela 14 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Cattleya eldorado* Lindl., na produtividade da planta para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005)

CARACTERÍSTICA	<i>Cattleya eldorado</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: 75 %	



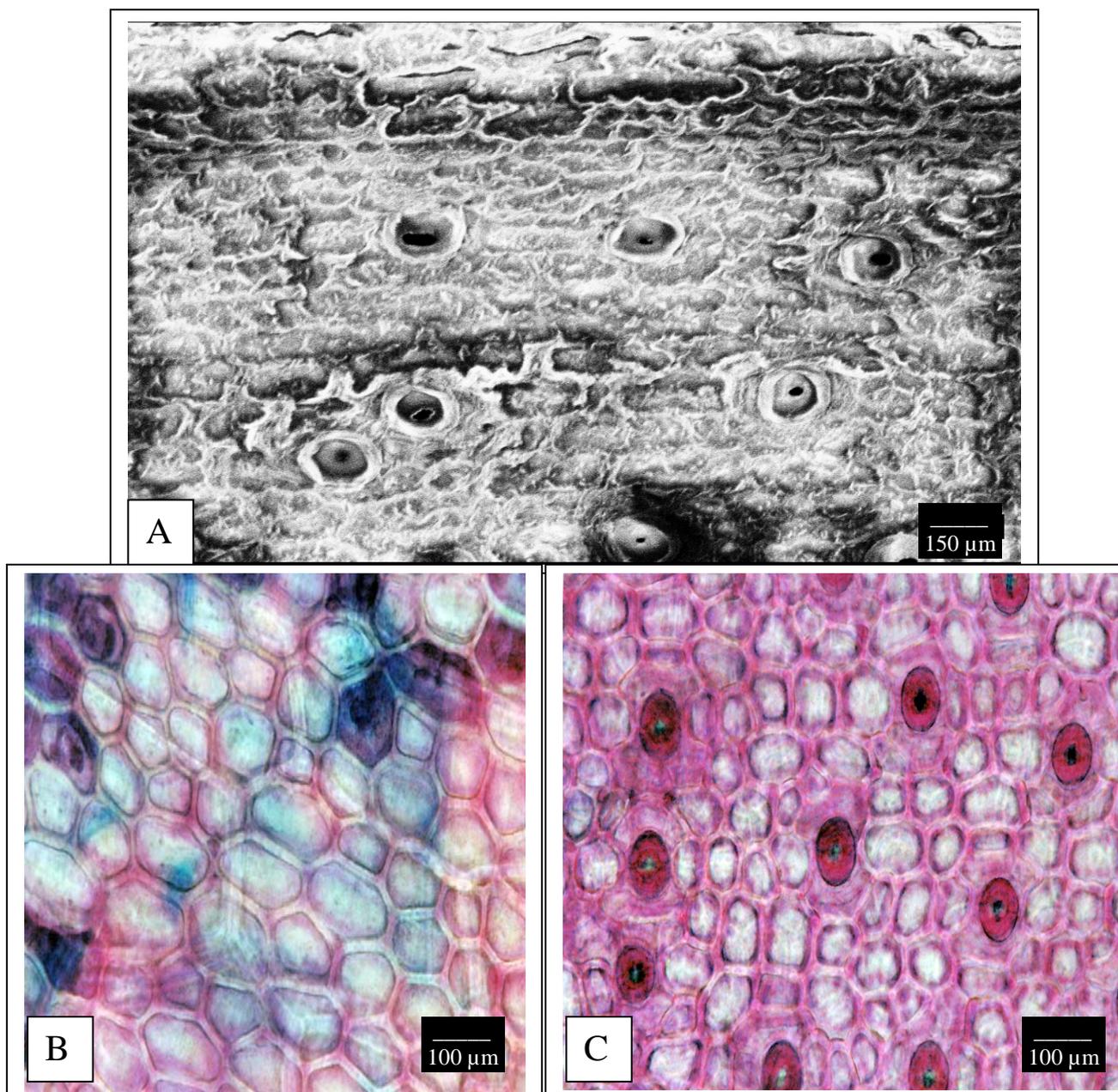


Figura 13 - Aspectos das epidermes de *Cattleya eldorado*. A e C: Epiderme abaxial com estômatos paracíticos. B: Epiderme adaxial.

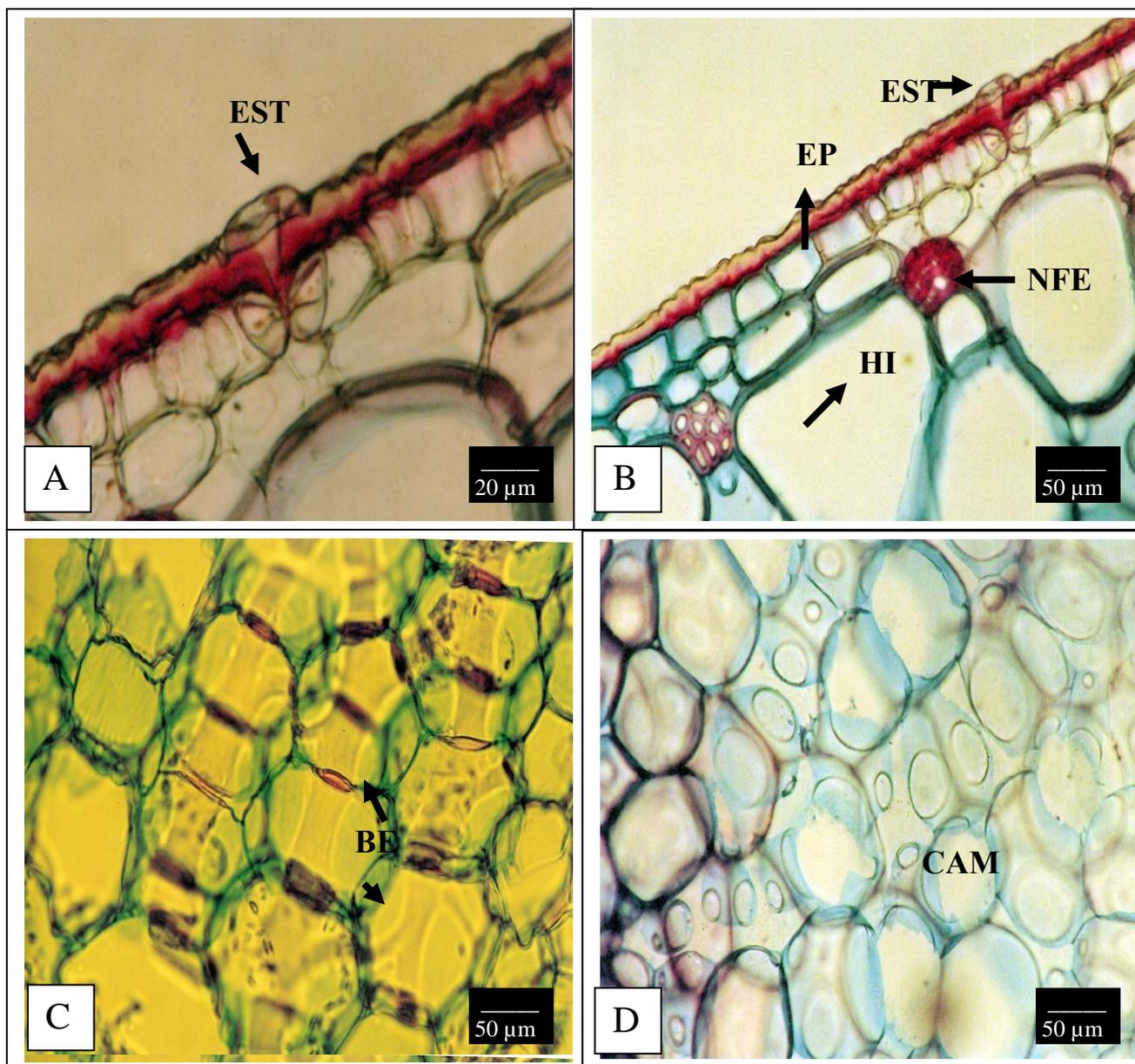


Figura 14 - Aspectos geral da folha e da raiz de *Cattleya eldorado* em plano transversal.

A: Mesofilo inferior, Estômato (EST). B: Mesofilo inferior, Estômato (EST), Epiderme (EP), Hipoderme (HI) Ninho de fibras esclerenquimáticas (NFE). C: Barras de espessamento (BE) mesofilo. D: Células de armazenagem de H_2O que conferem ao tecido a capacidade de realização da via fotossintética CAM.

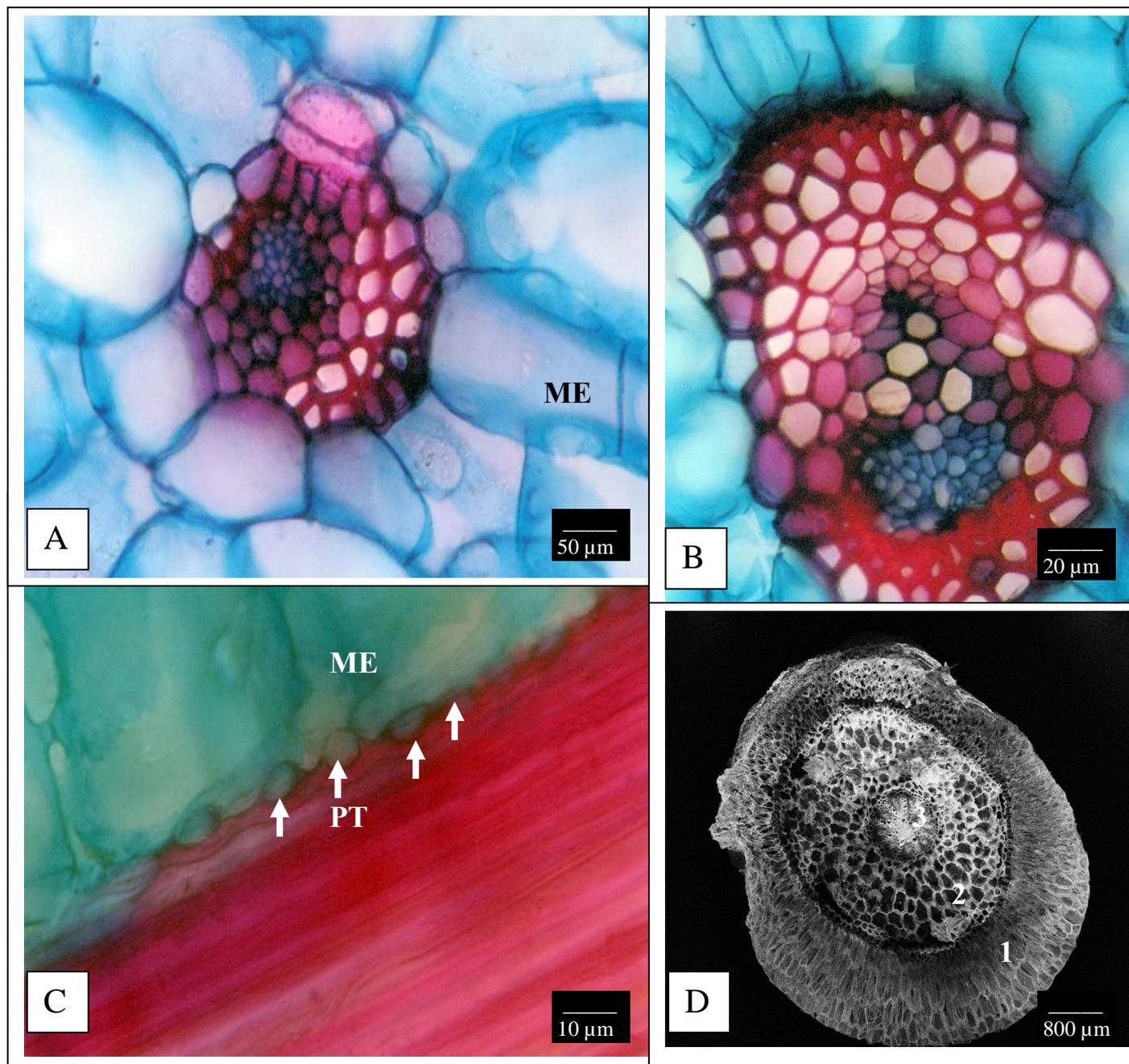


Figura 15 - Aspectos da folha e da raiz de *Cattleya eldorado*. A: Feixe fibrovascular do tipo II. B: Feixe fibrovascular do tipo III. C: Pontuações periféricas das fibras esclerenquimáticas (PT), Mesofilo (ME). D: Visão geral da raiz 1. velame 2. parênquima cortical 3. cilindro central.

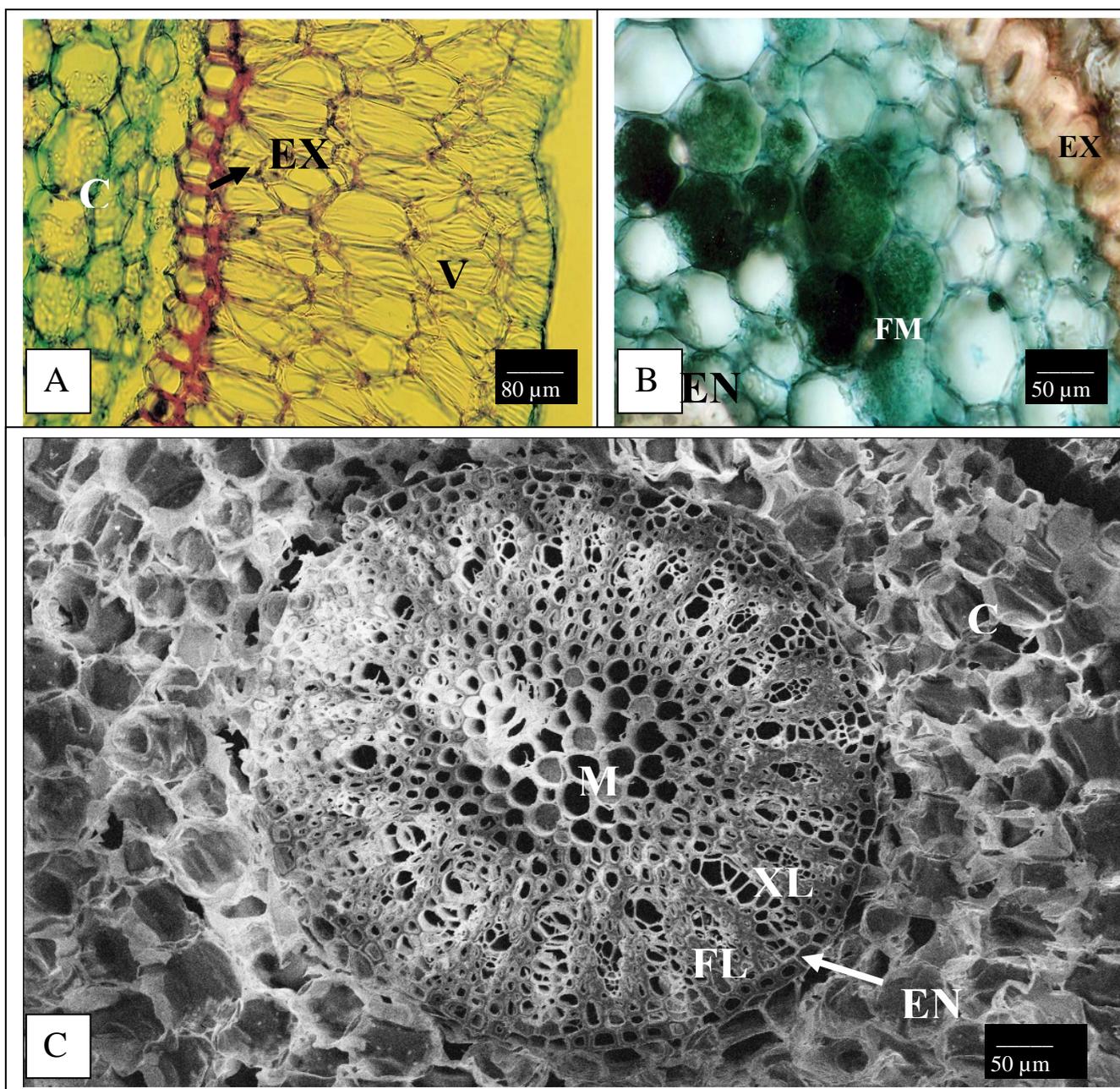


Figura 16 - Aspectos da raiz de *Cattleya eldorado*. A: Velame (V), Exoderme (EX), CórteX (C). B: Exoderme (EX) Foco de endomicoriza (FM), Endoderme (EN). C: CórteX (C), Endoderme (EN), Floema (FL), Xilema (XL), Medula (M).

5. *Encyclia amicta* (Lindl.) Schltr.



Figura 17 - *Encyclia amicta* (Lindl.) Schltr., em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2809 (INPA 49738).

Habitat, morfologia da lâmina foliar e da raiz.

Epífita na campina aberta e sombreada, perene e sempre verde, umbrófila, pseudobulbos presentes, bifoliada, folhas coriáceo-carnosas, oblongo-ensiformes, verdes, eretas a arcuadas, persistentes, alongadas, estreitas, cerca de 0,5-1,5 cm de largura, cerca de 20-25 cm de comprimento, raízes numerosas, subfasciculadas, filiformes, com cerca de 10-20 cm comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

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

Nota-se nas epidermes a presença de grandes e numerosas pontuações areoladas em contato com as paredes periclinais internas e nas anticlinais, inúmeros plasmodesmos.

Na microscopia de varredura, as epidermes mostram as suas superfícies ornamentadas por pequenas cristas e vilosidades localizadas em depressões e sulcos.

A cutícula adaxial aparenta ser pastosa, densa, rugosa e com textura reflectora e nota-se a presença de hifas fúngicas e epífilas.

A cutícula abaxial aparenta ser pastosa com suas vilosidades e enrugamentos menores que a da epiderme adaxial e com textura menos reflectora.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células anisodiamétricas, com paredes periclinais retas e as anticlinais e periclinais externas curvas, sendo que as células da adaxial são maiores e as paredes periclinais externas das epidermes recebem pequeno reforço celulósico.

As epidermes estão recobertas por uma cutícula espessa e suavemente 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 células epidermáticas comuns são aclorofiladas.

As folhas são hipoestomáticas (média de 74 estômatos por mm^2) com estômatos paracíticos, sendo raros deles geminados e ocorrendo em suaves depressões. As células-guardas situam-se um pouco abaixo das células comuns da epiderme, mas a projeção cuticular que forma uma câmara supra-estomática fica com o seu pólo superior ao mesmo nível da cutícula. As câmaras subestomáticas são bem maiores que as supraestomáticas e 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 poro grande e redondo. As células-guardas são clorofiladas e possuem acentuado espessamento celulósico.

Ocorrem tricomas em baixa quantidade desde a base até o ápice da folha tanto na epiderme abaxial (2 tricomas por mm^2) quanto na adaxial (2 tricomas por mm^2). Os tricomas são pluricelulares e 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. Localizam-se em depressões, não apresentam características excretoras e são caliciformes. Os da epiderme abaxial parecem ser maiores que os da adaxial.

- **HIPODERME** – Logo abaixo das epidermes existem hipodermes que são constituídas de uma única e descontínua camada, mas em algumas regiões, pode atingir a duas camadas. Apresentam células tetragonais em sua maioria, anisodiamétricas, citoplasmas incolores, com pouco ou nenhum conteúdo citoplasmático e sem cloroplastos. As suas paredes recebem suave reforço de lignina e são medianamente espessadas.

- **CLORÊNQUIMA** – Situado logo abaixo das hipodermes, é compacto e de aspecto heterogêneo, composto em média por vinte camadas de células poliédricas, anisodiamétricas, esféricas a longas, tetragonais, pentagonais ou hexagonais e com paredes finas, não sendo as células paralelas com as da epiderme.

Encontram-se idioblastos, formado por células solitárias, aclorofiladas e que apresentam um espessamento secundário de lignina estando 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 várias endodermóides que envolvem os feixes fibrovasculares ou algumas células comuns do clorênquima localizadas em vários 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 são numerosos e 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 (tipo III) e grandes feixes (tipo IV) intercalados entre si.

Nos feixes o xilema é superior ao floema e ambos possuem capas de fibras esclerenquimáticas fortemente espessadas. O xilema pode ser contíguo ao floema (feixes tipo III) ou pode ser separado por um cordão de fibras esclerenquimáticas de medianamente a fortemente espessadas (feixes IV). 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 apresenta maior número que aquele.

Foram observadas quatro camadas de ninhos de formato esférico 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 menores e menos numerosos que os da abaxial. São compostos em média, por vinte a vinte e cinco fibras, distribuídas em cinco fileiras de células fortemente espessadas e obliteradas por lignina.

Os da epiderme adaxial são compostos em média, por trinta e cinco fibras, distribuídas em cinco ou sete fileiras de células fortemente espessadas e obliteradas por lignina.

As outras duas camadas de 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.

Onde uma porção 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 cinco camadas em média de células vivas e maduras (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São anisodiamétricas, poligonais

irregulares com paredes anticlinais de três a quatro vezes maiores que as periclinais, de fina a medianamente espessadas e com as paredes impregnadas com suberina 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.

Nas paredes anticlinais inferiores de várias células do velame superior e mediano encontram-se tilossomos e na última camada de células do velame, fronteira a exoderme, encontra-se incrustados nas paredes anticlinais internas e porções inferiores das anticlinais, tilossomos, que chegam algumas vezes a ocuparem metade do lúmen celular.

O epivelame é constituído por células de formato tabular e de tamanho menor que as camadas mais internas e hifas fúngicas estão presentes por todo velame.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – unisseriada, com células isodiamétricas, pentagonais, curtas, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes de mediana a fortemente espessadas e relativamente impregnadas de forma uniforme com lignina e suberina. As paredes periclinais externas são as mais espessadas e recebem um reforço adicional de suberina.

Nota-se a presença de células de passagem exodermis que são isodiamétricas, nucleadas, com densa matéria citoplasmática, paredes finas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situada entre grupos de três a cinco células normais da exoderme.

- Parênquima cortical - É constituído em média por cinco camadas de células, sendo um tecido proporcionalmente curto quando comparado com os demais. As suas células são isodiamétricas, ovaladas a achatadas, clorofiladas ou não, incolores em sua maioria, grandemente vacuoladas, com espaços intercelulares do tipo meato e paredes finas suavemente suberizadas. As células diminuem de diâmetro nas extremidades do córtex, sendo que as da última camada da extremidade interna são os menores.

Nas duas camadas posteriores a exoderme, a suberificação das paredes é presente na maioria das células embora que de maneira mais suave que nas células exodermis.

Distribuídas por todo o córtex, ocorrem hifas e alguns novelos de micorrizas. Algumas células chegam a ter todo o espaço intercelular tomado o que provoca em muitas das vezes, o rompimento das paredes, principalmente nas camadas do parênquima cortical superior fronteira a exoderme, formando longas e profundas câmaras fistulosas.

Em poucas células do parênquima cortical podem ser visualizadas algumas impregnações celulares de estrutura leucoflavonóica. Vacúolos-ráfides são raros e se confundem com as estruturas leucoflavonóicas e grãos de amido estão presentes em pequeno número.

- Endoderme – Situada logo após o parênquima cortical, encontra-se uma endoderme envolvendo o estelo. É uniestratificada e compacta, com poucos espaços intercelulares, com células isodiamétricas e pentagonais menores que as do córtex externo, de medianamente a fortemente espessadas e com pouco ou nenhum lúmen celular.

As paredes são fortemente espessadas por suberina e/ou celulose lignificada e os espessamentos, tomam a forma da letra U, sendo que as paredes periclinais externas possuem o espessamento bastante reduzido.

Não foi detectada a presença de ceras nas paredes.

O espessamento das paredes permite separar as células endodermis em dois tipos:

- As que possuem as paredes mais espessadas, com pouco ou nenhum citoplasma 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 mais finas, possuem núcleo aparente e ocorrem solitárias, em duplas ou tríades e são opostas a grupos de protoxilema. As estrias de Caspary não muito evidentes e não sofrem espessamentos adicionais.

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, pouco delimitado, alternando-se com grupos de xilema e floema primários. É constituído de células parenquimáticas, de leve a medianamente esclerificadas 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 oito a dez 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, esclerificada e situada no centro do cilindro central. É composta por células anisodiamétricas e são grandemente vacuolizadas, incolores, sem cloroplastos evidentes e raros espaços intercelulares do tipo meato. As paredes são espessadas por celulose e lignina e possuem pontuações simples. As células da medula também possuem uma quantidade ínfima de amiloplastos e de estruturas leucoflavonóicas.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO pH – Houve fixação noturna CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração púrpura, indicando assim fixação noturna de CO₂. Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou-se alcalino, com o pH de 8,0.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} \pm 0,2\%$ - Não foi feita por ausência de material foliar.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 15 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Encyclia amicta* (Lindl) Schltr como sendo pertencentes ao grupo de folhas coriáceas, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli* (1974), com um percentual de 67 % como indica a tabela 78.

Na tabela 16 apresentam-se as características anatômicas da raiz *Encyclia amicta* (Lindl) Schltr relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 5 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Encyclia amicta* (Lindl) Schltr., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 17 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Encyclia amicta* (Lindl) Schltr que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 18 e 19 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Encyclia amicta* (Lindl) Schltr.

Tabela 15 - Lista de características específicas encontradas em *Encyclia amicta* (Lindl) Schltr que permitem enquadrar suas folhas como coriáceas com um percentual de (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS
1. Folhas não plicadas
2. Racham ou estalam quando dobradas
3. Superfície áspera ou rugosa ao tato
4. Folha alongada
5. Cutícula espessa
6. Células da epiderme adaxial maiores
7. Espessamento cuticular mais acentuado na epiderme adaxial
ESTÔMATOS
8. Hipoestomática
9. Projeção cuticular
TRICOMAS
10. Tricomas presentes
11. Pluricelulares
12. Bases em depressões
OUTRAS
13. Ninho de fibras esclerenquimáticas numerosos
14. Ninhos de fibras esclerenquimáticas superficiais
15. Ninhos de fibras esclerenquimáticas pequenos
16. Capas de fibras nos feixes fibrovasculares
17. Hipoderme

Tabela 16 - Características anatômicas da raiz de *Encyclia amicta* (Lindl.) Schltr., 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>Encyclia amicta</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	sim		X			
3. Velame com cinco ou mais camadas	sim	X			X	X
4. Tilossomos presentes	sim	X				
5. Células exodermais 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	sim		X			
10. Células do córtex com muitos amiloplastos	não					
11. Fibras esclerenquimáticas, barras ou fitas de espessamento presentes.	não					
12. Células endodermais 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			X		
18. Pelos radiculares presentes	não					
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		8	2	1	5	7

Tabela 17 – Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Encyclia amicta* (Lindl.) Schltr., na produtividade para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Encyclia amicta</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 %	

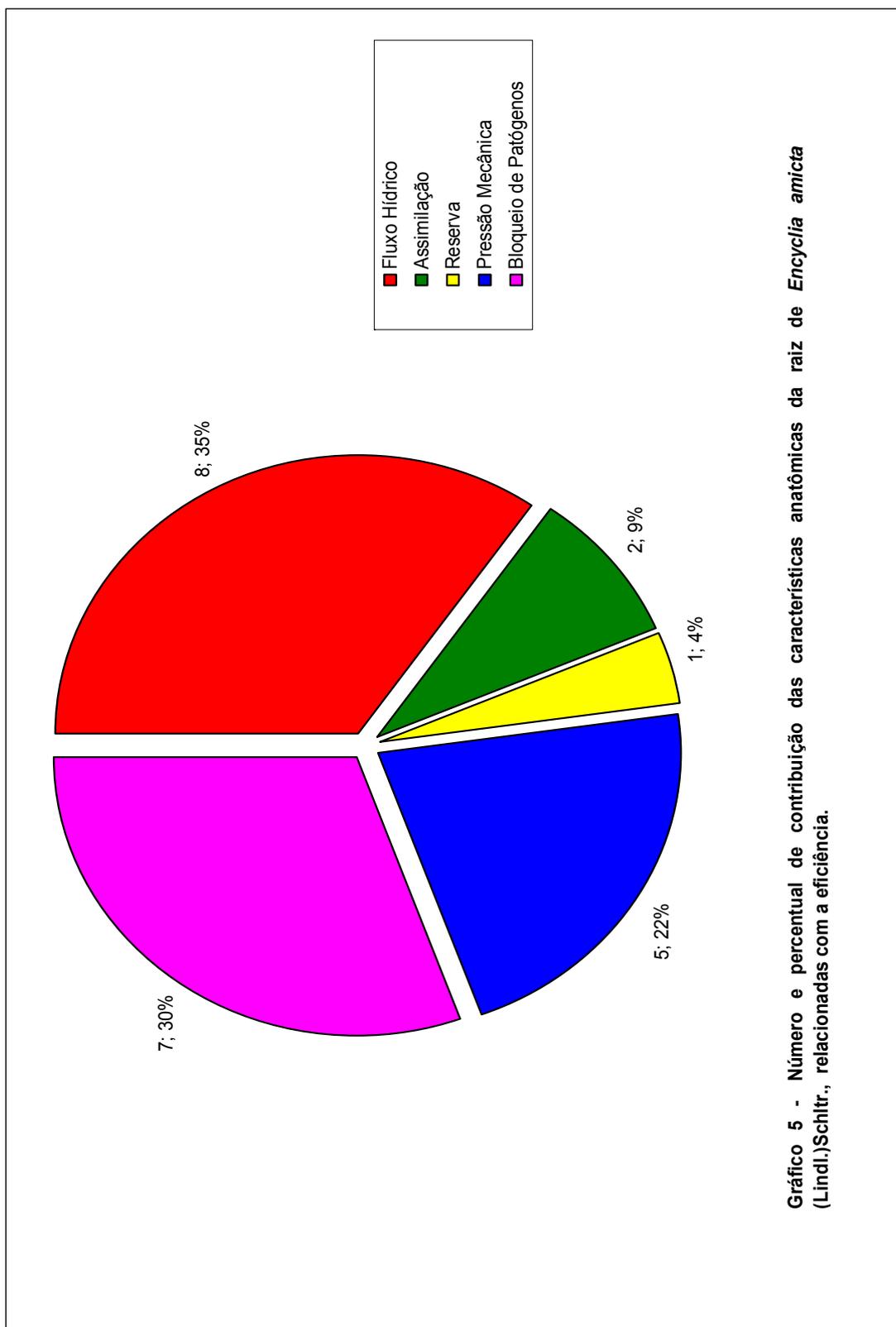


Gráfico 5 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Encyclia amicta* (Lindl.)Schltr., relacionadas com a eficiência.

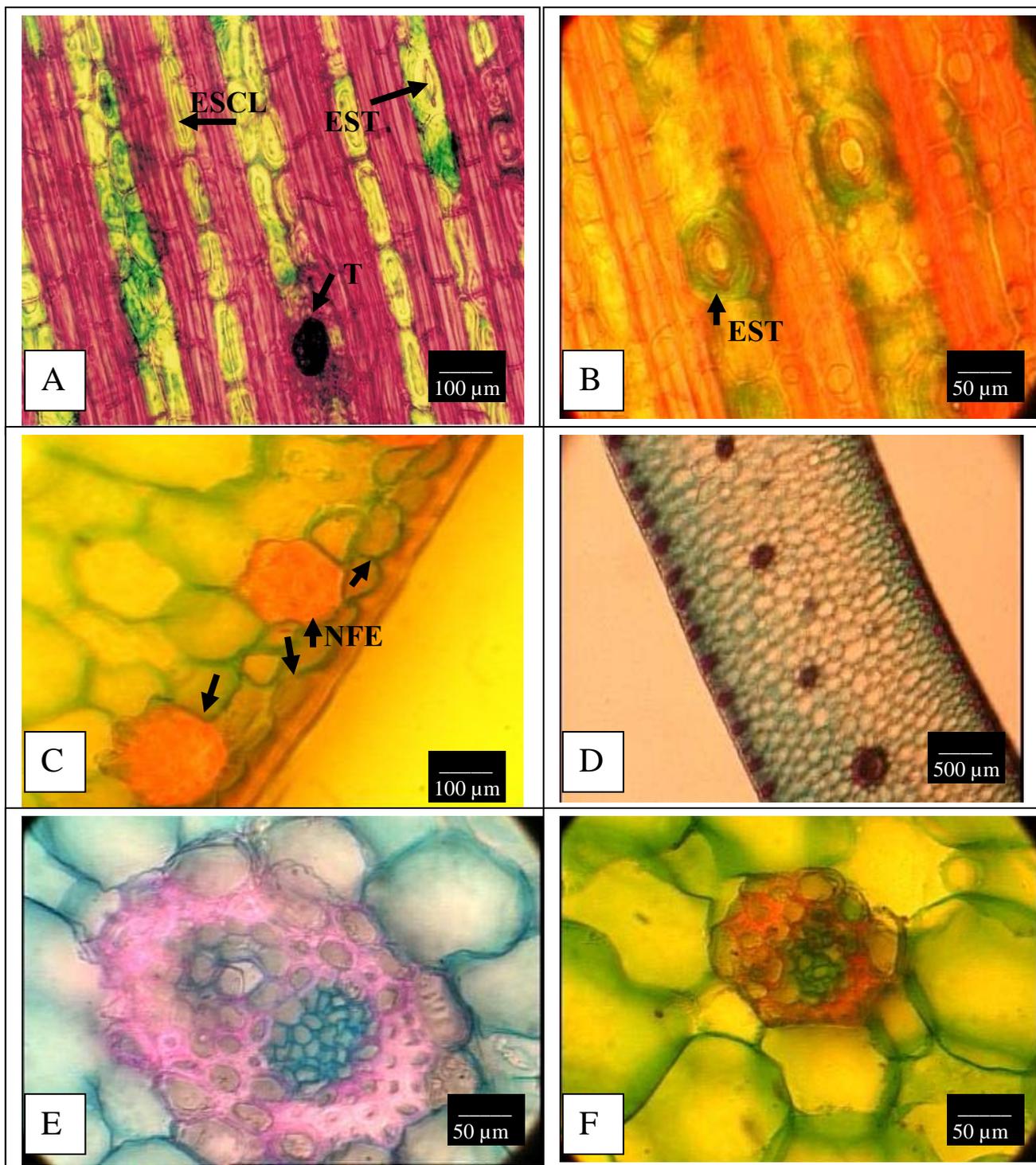


Figura 18 – Aspecto geral da folha de *Encyclia amicta*. A: Epiderme abaxial, Tricoma (T), Estômato (EST), Esclerificação da epiderme (ESCL). B: Epiderme abaxial, Estômato (EST). C: Mesofilo superior com ninhos de fibras esclerenquimáticas (NFE). D: Mesofilo. E: Feixe fibrovascular do tipo I. F: Feixe fibrovascular do tipo II.

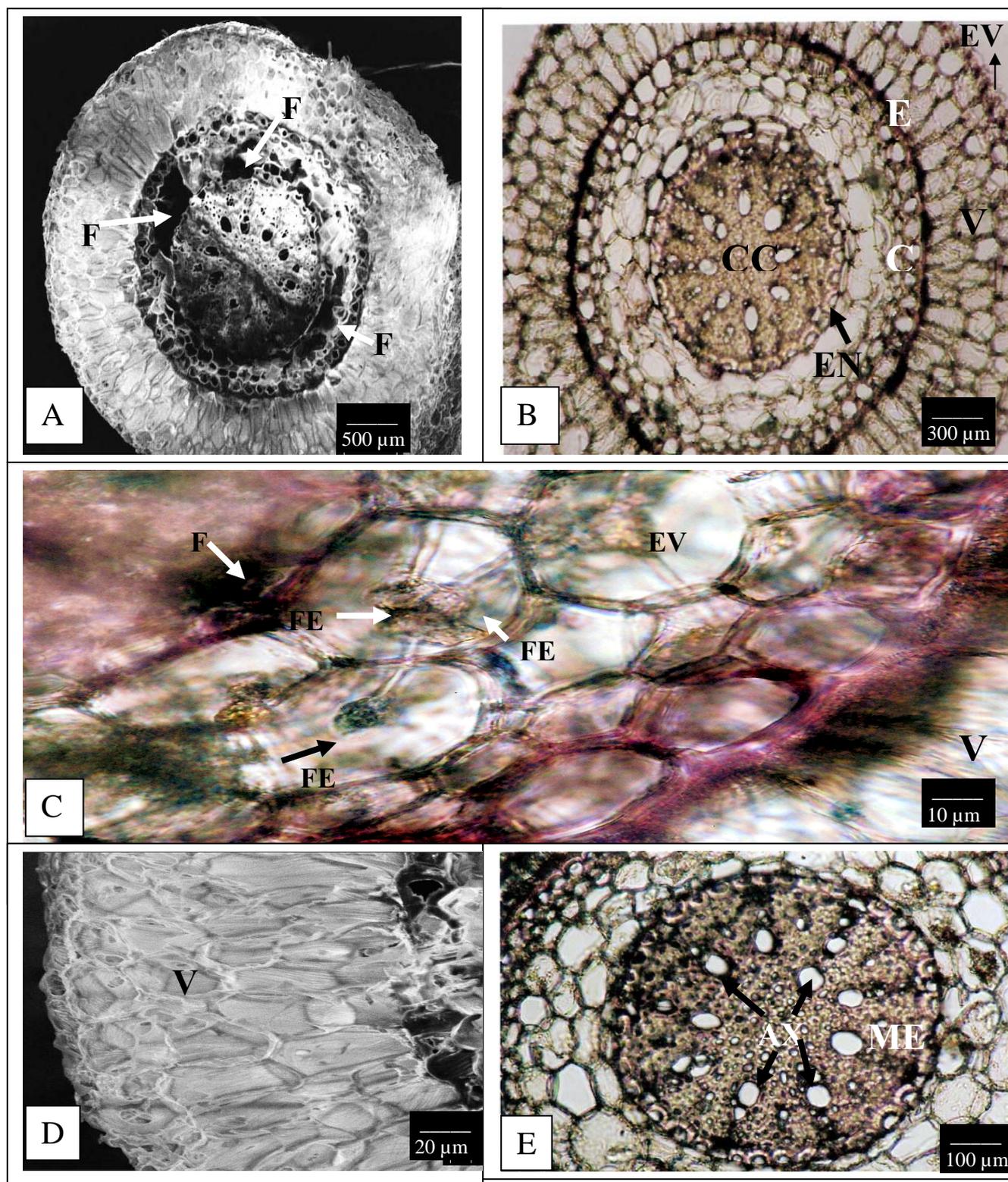


Figura 19 - Aspectos da raiz de *Encyclia amicta*. A: Câmara fistulosa (F). B: Epivelame (EV), Velame (V), Exoderme (EX), CórteX (C), Endoderme (EN), Cilindro central (CC). C: Velame (V), Fungos endofíticos (FE), Câmara fistulosa em formação (F). D: Velame (V). E: Medula esclerificada (ME), Arcos xilêmáticos (AX).

6. *Encyclia fragans* (Sw.) Lemmé.



Figura 20 - *Encyclia fragans* (Sw.) Lemmé., em ambiente natural.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2796 (INPA 49730).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e raiz

Epífita a terrestre secundária na Campina aberta e Campina sombreada. A planta é perene e sempre verde, umbrófila a heliófila, com pseudobulbos presentes, unifoliada, folhas carnosas, delgadas, eretas, persistentes, elíptico-lanceoladas, alongadas, estreitas, cerca de 4-15 cm de comprimento e cerca de 1-2 cm de largura, raízes numerosas, subfasciculadas, filiformes, cerca de 90cm comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERME - As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células anisodiamétricas com paredes retas a suavemente curvas e orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar e com as cutículas de aspecto liso e sem ornamentações.

Na microscopia de varredura, as superfícies cuticulares apresentam-se onduladas, pastosas e densas e com textura reflectora. Há presença de algas epífitas como *Phycopeltis* sp., que podem ser confundidas com escamas bromelióides à primeira vista.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células tabulares, aclorofiladas, sendo que as da adaxial são maiores. As epidermes estão recobertas por uma cutícula pouco espessa, ondulada, com ranhuras perpendiculares à epiderme, sendo o espessamento cuticular da epiderme adaxial mais acentuado. Existem espaços intercelulares pouco diferenciados, que são preenchidos pela cutícula. As epidermes sofrem reforço celulósico nas paredes periclinais externas.

As folhas são hipoestomáticas (média de 59 estômatos por mm^2) com estômatos paracíticos e com distribuição paralela à nervura, são esféricos e solitários, algumas vezes aparecendo em grupos.

Estão situados ao mesmo nível das células da epiderme e possuem câmaras subestomáticas e pequenas supraestomáticas. Estas apresentam uma projeção cuticular, que em visão transversal, em primeiro plano, apresenta a forma de “garra” formando um pequeno poro de ar e no pólo inferior das células-guardas há um acentuado reforço celulósico. Nota-se a ausência de estômatos na região da nervura central.

Ocorrem tricomas em número bastante reduzido nas duas epidermes, da base até o ápice da folha (adaxial 1 mm^2 e abaxial 1 mm^2), sendo que na região da nervura central da epiderme abaxial eles estão presentes, não ocorrendo o mesmo na epiderme adaxial.

Os tricomas, em ambas as epidermes, podem ser solitários ou geminados, estando os mesmos localizados em depressões na epiderme. São pluricelulares, constituídos de três células, sendo a base formada por duas e o corpo por uma

grande célula que possui as paredes reforçadas e com citoplasma mucilaginoso, não apresentando características secretoras e são claviformes.

- HIPODERME - Logo abaixo das epidermes encontra-se uma hipoderme formada por células anisodiamétricas, poligonais irregulares com suas paredes levemente espessadas, grande vacúolos, incolores ou com poucos cloroplastos. A hipoderme superior apresenta-se com três camadas, e a hipoderme inferior é constituída de uma única e descontínua camada.

- CLORÊNQUIMA – Situado logo abaixo das hipodermes, com suas células intercalando-se com as mesmas. É composto por doze camadas, em média, é homogêneo, com células poliédricas, isodiamétricas, com paredes finas e não são paralelas às da epiderme.

Não existe uma diferença entre células paliçádicas e lacunosas constituindo-se o mesofilo de um clorênquima com espaços intercelulares pouco diferenciados do tipo meato. As células localizadas na região da nervura central tendem a possuir suas paredes anticlinais alongadas e o mesofilo inferior, por toda a folha, possui células mais arredondadas. Nota-se que as células do mesofilo possuem um espessamento paralelo às células da epiderme.

Os cloroplastos aparentam não possuir dimorfismos, estando agrupados e algumas vezes isolados dentro do citoplasma e estão distribuídos pelo clorênquima, sendo sua maior concentração na região mediana do clorênquima.

A presença de grandes concentrações de drusas e/ou ráfides dispersa pelas células da epiderme abaxial e mesofilo inferior e, com menos freqüência, na hipoderme superior e epiderme adaxial, assim como a existência de alguns canais repletos delas, dificulta a visualização dos tecidos. A respeito destes cristais que, a princípio, pensava-se que fossem de oxalato de cálcio, Pabst *et alli*, (1980) informam que ao estudarem estes cristais em flores de *Encyclia vespa* (Vell) Dressl., descobriram que os mesmos tratam-se de uma estrutura leucoflavonóica de padrão aromática da diosmetina contendo uma glico-ramnose a ela ligada.

- CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO – Os feixes fibrovasculares formam duas camadas medianas, que a partir da nervura central se distribuem com o seguinte arranjo: uma camada de grandes feixes ocorre em posição inferior à camada de pequenos feixes, intercalando-se entre si, mas sendo as duas camadas paralelas, de tal maneira que a do pólo superior do feixe situa-se ao nível do feixe inferior.

Os feixes fibrovasculares são do tipo III e possuem o xilema superior ao floema, sendo os dois contíguos entre si. Tanto o xilema quanto o floema possuem grupos de fibras fortemente espessadas que constituem capas, sendo que a do floema é maior que a do xilema. O xilema apresenta elementos traqueais com reforço escalariforme e helicoidal, sendo que o primeiro parece predominar sobre o segundo tipo.

Ocorrem ninhos de fibras esclerenquimáticas constituídas de dezoito a vinte células localizadas na periferia do mesofilo superior. As fibras periféricas destes ninhos, assim como as fibras periféricas que formam os feixes fibrovasculares, possuem grandes e numerosas pontuações.

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 cinco camadas em média de células vivas e maduras (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São isodiamétricas, poligonais irregulares com paredes anticlinais de três a quatro vezes maiores que as periclinais, de fina a medianamente espessadas e as paredes são impregnadas com suberina em graus variados. Finos, numerosos e evidentes espessamentos reticulares envolvem as paredes e estas, apresentam pequenas pontuações e ângulos celulares com reforço de lignina e suberina.

Nas paredes anticlinais inferiores de várias células do velame superior e mediano encontram-se tilossomos e na última camada de células do velame, fronteira a exoderme, encontra-se incrustados nas paredes anticlinais internas e porções inferiores das anticlinais, tilossomos, que chegam algumas vezes a ocuparem metade do lúmen celular.

O epivelame é constituído por células de formato tabular e de tamanho menor que as camadas mais internas e hifas fúngicas, embora não numerosas, estão presentes por todo o velame.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – unisseriada, com células isodiamétricas, hexagonais, curtas, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes de mediana a fortemente espessadas e relativamente impregnadas de forma uniforme com lignina e suberina. As paredes anticlinais são mais espessadas que as periclinais.

Nota-se a presença de células de passagem exodermais que são isodiamétricas, nucleadas, com densa matéria citoplasmática, paredes finas e com pouca lignificação e/ou suberização.

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

Nas camadas mais externas ou distribuídas amplamente por todo o córtex e células do velame, ocorrem hifas e/ou novelos de micorrizas. Algumas células chegam a ter todo o espaço intercelular tomado o que provoca em muitas das vezes, o rompimento das paredes, principalmente nas camadas do parênquima cortical superior fronteira a exoderme, formando longas e profundas câmaras.

Assim como descrito anteriormente para as células clorenquimáticas do limbo foliar, encontra-se nas células do parênquima cortical, profusas e numerosas impregnações celulares de estrutura leucoflavonóica, que como no caso dos novelos de hifas fúngicas, ocupam toda a cavidade celular e também contribuem para a formação de câmaras.

Ocorrem amiloplastos em pequeno número e vacúolos-ráfides são raros e se confundem com as estruturas leucoflavonóicas.

- Endoderme – Situada logo após o parênquima cortical, encontra-se uma endoderme envolvendo o estelo. É uniestratificada, compacta, com poucos espaços intercelulares, com células isodiamétricas, poliédricas, menores que as do córtex externo, com pouco ou sem lúmen celular e com estrias de Caspary difícil de serem evidenciadas.

As paredes são fortemente espessadas por suberina e/ou celulose lignificada e os espessamentos, em sua maioria, tomam a forma da letra U, não sendo detectada a presença de ceras nas paredes.

Células de passagem endodermis ocorrem solitárias ou em duplas. As que possuem as paredes espessadas e são nucleadas, situam-se opostas aos grupos de células floemáticas, enquanto que as células endodermis de paredes finas e nucleadas ocorrem opostas a grupos de protoxilema.

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, pouco delimitado, alternando-se com grupos de xilema e floema primários. É constituído de células parenquimáticas pouco esclerificadas e possuidoras de pontuações simples, grandes e circulares.

- 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 dezoito arcos de xilema em média direccionados 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: Situada no centro do cilindro central sendo composta por células anisodiamétricas, grandemente vacuolizadas, incolores, com poucos cloroplastos e com espaços intercelulares do tipo meato. As paredes são finas, celulósicas e possuem pontuações simples.

As células da medula são ricas em estruturas leucoflavonóicas e possuem em menor quantidade, ráfides e amiloplastos.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO PH – Não houve fixação noturna de 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 $13C/12C \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou o valor de - 28,1 enquadrando-se na amplitude de valores de planta C₃.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 18 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Encyclia fragrans* (Sw) Lemmé como sendo pertencentes ao grupo de folhas plicadas, de acordo com a classificação modificada de Withner **et alli**, (1974), com um percentual de 62 % como indica a tabela 78.

Na tabela 19 apresentam-se as características anatômicas da raiz *Encyclia fragrans* (Sw) Lemmé relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 6 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Encyclia fragrans* (Sw) Lemmé., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 20 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Encyclia fragrans* (Sw) Lemmé que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva **et alli**, 2005).

As figuras 21, 22 e 23 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Encyclia fragrans* (Sw) Lemmé

Tabela 18 - Lista de características específicas encontradas em *Encyclia fragrans* (Sw.) Lemmé, que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole (classificação modificada de Withner et alli, 1974).

FOLHAS

1. Moles, quase coriáceas carnosas.
2. Flexíveis e sem firmeza
3. Alongadas
4. Não são equitantes
5. Cutícula da epiderme adaxial mais espessa
6. Espessamento mais acentuado na periclinal externa

ESTÔMATOS

7. Hipoestomáticos
8. Solitários
9. Câmaras subestomáticas
10. Ao nível das células da epiderme

OUTRAS

11. Com tricomas
 12. Células do mesofilo superior tendendo a alongadas
 13. Espaços intercelulares
 14. Feixes vasculares em camadas
 15. Alteração do tamanho dos feixes
 16. Capas de fibras do floema maiores que as do xilema
 17. Ninhos de fibras esclerenquimáticas próximos à superfície.
-

Tabela 19 - Características anatômicas da raiz de *Encyclia fragrans* (Sw) Lemmé., 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>Encyclia fragrans</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	sim		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	não					
7. Parênquima cortical largo	sim					
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	não			X		
15. Células medulares com paredes finas, com vacúolos grandes e incolores.	sim			X		
16. Células medulares com cloroplastos	sim		X			
17. Células medulares com amiloplastos	sim			X		
18. Pelos radiculares presentes	não					
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		6	2	4	4	6

Tabela 20 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Encyclia fragrans* (Sw) Lemmé., na produtividade da planta para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Encyclia fragrans</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: 55%	

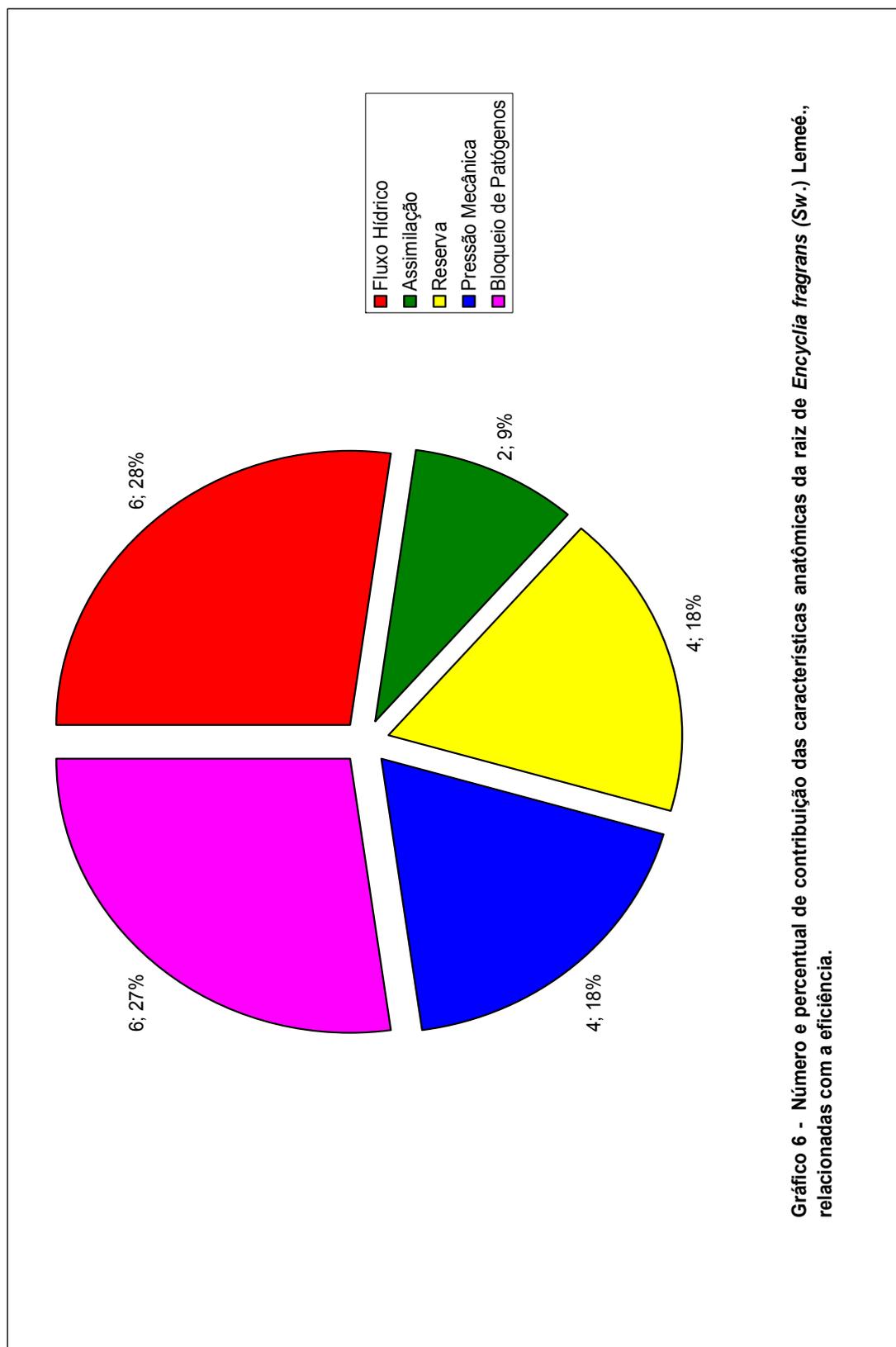


Gráfico 6 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Encyclia fragrans* (Sw.) Lemeé., relacionadas com a eficiência.

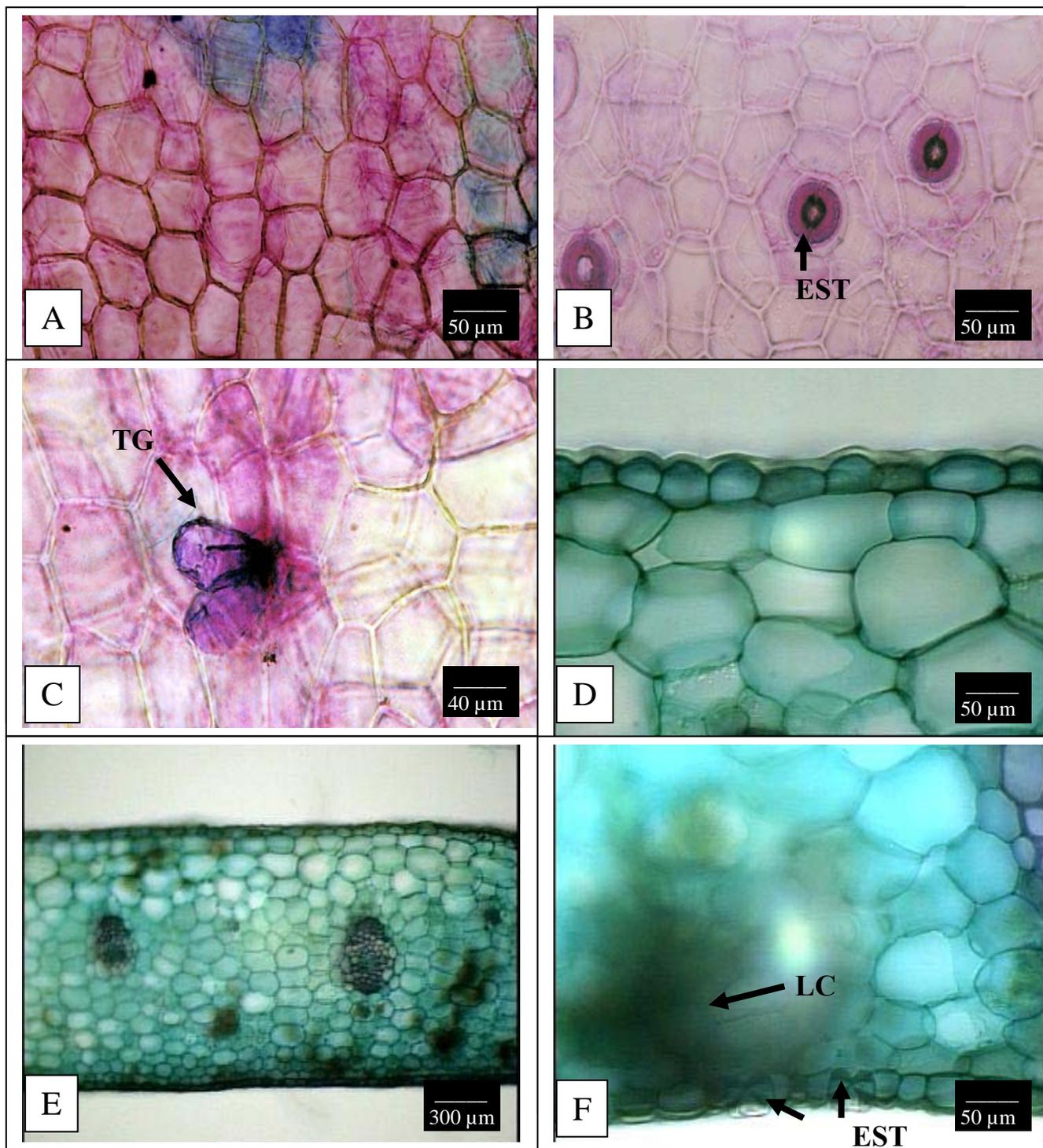


Figura 21 – Aspecto geral da folha de *Encyclia fragrans*. A: Epiderme adaxial. B: Epiderme abaxial, Estômato (EST). C: Epiderme adaxial, Pêlos geminados (TG). D: Mesofilo superior. E: Mesofilo. F: Mesofilo inferior, Deposição de leucoflavonas (LC), Estômatos (EST).

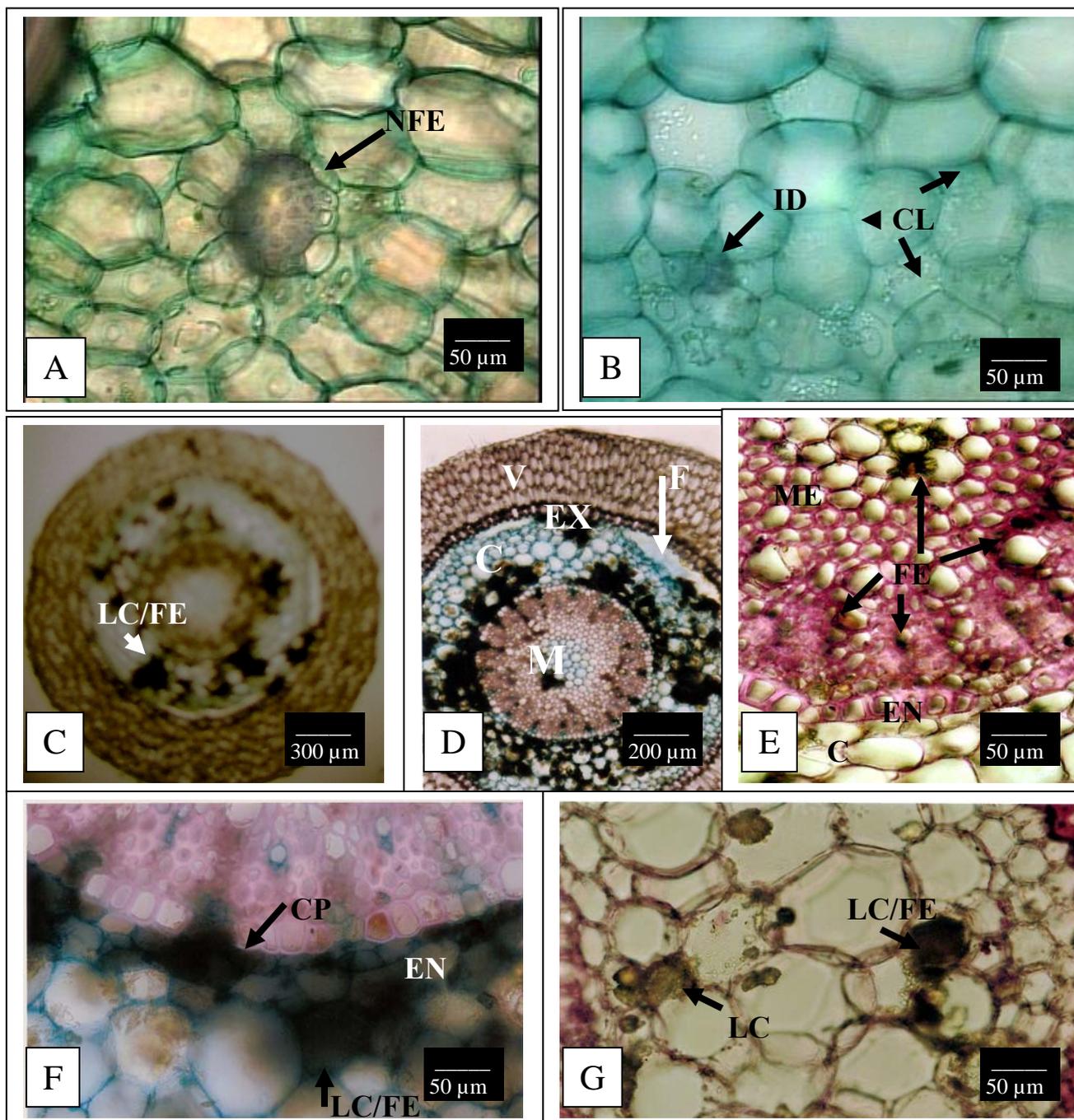


Figura 22 - Aspectos da folha e da raiz de *Encyclia fragrans*. A: Ninhos de fibras esclerenquimáticas (FE). B: Idioblastos (ID), Clorênquima foliar (CL). C: Visão geral da raiz com leucoflavonas (LC) / fungos endofíticos (FE). D: Velame (V), Exoderme (EX) Fistula (F), CórTEX (C), Medula (M). E: CórTEX (C), Endoderme (EN), Medula esclerificada (ME), Infiltração e focos de fungos endofíticos (FE). F: Endoderme (EN), Células de passagem (CP), Leucoflavomas (LC) / Fungos Endofíticos (FE). G: Células do córtex com leucoflavomas (LC), Células com leucoflavomas (LC) / Fungos endofíticos (FE).

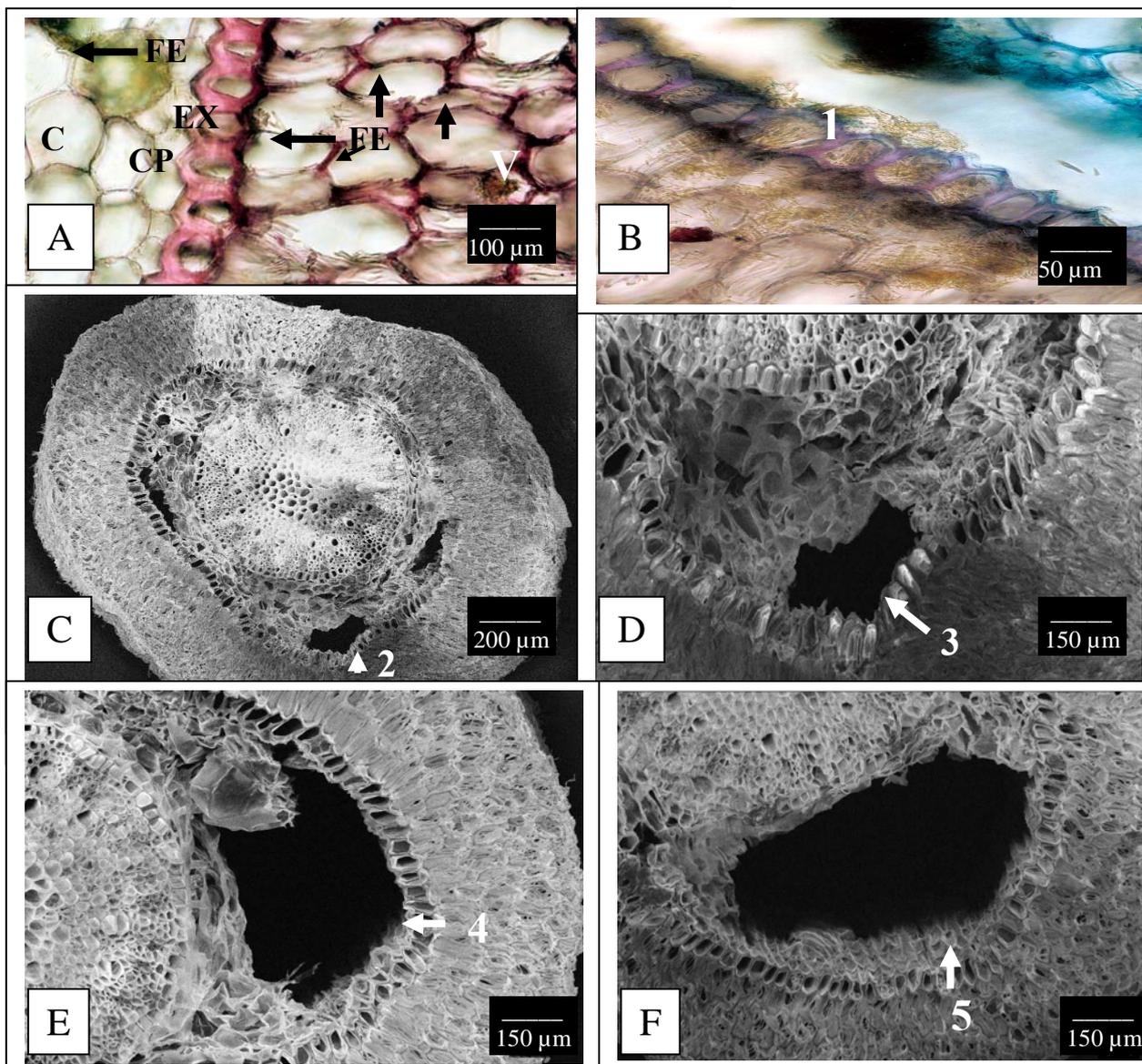


Figura 23 – Sequência de formação de câmaras fistulosas corticais na raiz de *Encyclia fragrans*.
 A: Velame (V), Fungos endofíticos nos espaços intracelulares (FE), Exoderme (EX) Célula de passagem infectada por fungos endofíticos (CP), Córtex (C). B: Início da lise celular (1). C: Crescimento da lise celular e formação da câmara (2). D: Crescimento da lise celular e formação da câmara (3). E: Crescimento da lise celular e formação da câmara (4). F: Crescimento da lise celular e formação da câmara (5).

7. *Encyclia tarumana* Schltr.



Figura 24 - *Encyclia tarumana* Schltr., em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2794 (INPA 49728).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epífita e secundariamente pseudoterrestre na Campina aberta e sombreada, perene e sempre verde, heliófila a umbrófila. Pseudobulbos presentes, bifoliada no ápice do pseudobulbo, folhas coriáceo-carnosas, suberetas, persistentes, oblongo-ensiformes, alongadas, estreitas, cerca de 10-15 cm de comprimento e cerca de 0,4 cm de largura, raízes numerosas, subfasciculadas, filiformes, com cerca de 30 cm comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERMES - AMBAS as epidermes (adaxial e abaxial), em vista frontal, são constituídas de células anisodiamétricas, com paredes retas, grossas (sendo a abaxial de maior espessura) orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar e a cutícula é de lisa a suavemente enrugada.

Na microscopia de varredura, as epidermes apresentam-se intensamente ornamentadas por numerosas espículas e estas possuem aspecto reflector. A cutícula possui aspecto denso e pastoso e possui uma baixa incidência de epífilas.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células aclorofiladas, sendo que as células da adaxial são maiores. As epidermes estão recobertas por uma cutícula não muito espessa, ornamentada, ondulada, com ranhuras perpendicularmente à epiderme, sendo a da epiderme adaxial mais grossa que a da abaxial.

As epidermes possuem pequenos espaços intercelulares pouco diferenciados que são preenchidos pela cutícula. Nota-se ainda, que algumas células, nas duas epidermes, esclerificam-se principalmente na região da nervura central. Vê-se abundância de plasmodesmos nas paredes anticlinais e reforço de suberina nas paredes periclinais externas de ambas as epidermes.

As folhas são hipoestomáticas (média de 38 estômatos por mm^2). Os estômatos são paracíticos, com distribuição paralela à nervura, são esféricos e solitários, aparecendo estômatos geminados de maneira esporádica, estando os estômatos imersos ao mesmo nível das células da epiderme e possuindo pequenas câmaras subestomáticas e supraestomáticas, apresentando uma pequena projeção cuticular acentuada que, observada em corte transversal, em primeiro plano, possui a forma de “garra” e forma um pequeno poro. Há ainda um acentuado espessamento celulósico nas células guardas.

Tricomas em número bastante reduzido ocorrem nas duas epidermes da base até o ápice da folha (adaxial 1 mm^2 e abaxial 1 mm^2). São solitários, pluricelulares, constituídos três células sendo a base formada por duas células, estando a mesma em depressões e o corpo constituído de uma grande célula que tem as paredes reforçadas e citoplasma mucilaginoso. Os tricomas não apresentam características excretoras e são caliciformes.

- **HIPODERME** – Logo abaixo das epidermes encontra-se uma hipoderme. As hipodermes abaxiais são constituídas de duas a três camadas de células, sendo que as células da abaxial são distintamente menores que as da adaxial que apresenta uma única camada de células.

Ambas as hipodermes apresentam várias células com espessamento secundário de lignina, principalmente na nervura central, incolores, com poucos ou nenhuns cloroplastos. Nota-se a presença de pontuações nas paredes anticlinais.

- **CLORÊNQUIMA** – Situado logo abaixo das hipodermes, composto em média, por quinze camadas de células, sendo homogêneo e com células anisodiamétricas, poliédricas, com paredes finas, não sendo estas paredes paralelas às da epiderme.

O clorênquima possui suas células grandemente vacuolizadas e o com citoplasma periférico, não apresentam uma clara distinção entre células paliçádicas e lacunosas, sendo que na região da nervura central e mesofilo superior, as células tendem a alongar suas paredes anticlinais e, nas regiões do mesofilo inferior, por toda a folha, as células são mais isodiamétricas.

O mesofilo é constituído de um compacto clorênquima, com espaços intercelulares do tipo meato e alguns canais. Nota-se a presença de pontuações nas paredes anticlinais das células do clorênquima.

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

- **CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO** – Os feixes fibrovasculares formam uma camada mediana a partir da nervura central, que está situada num nível mais inferior e, a partir dela, configura-se uma camada formada de grandes feixes intercalados por feixes menores.

Os feixes são do tipo IV onde o xilema é superior ao floema, não sendo os dois contíguos. Estão quase totalmente envolvidos por uma grande capa de fibras fortemente espessadas em forma de meia lua. As pontas das capas se tocam, formando uma figura parecida com o número oito, sendo que sua parte equatorial é constituída de fibras em espessamento. A capa do floema é maior que a do xilema e, este último, apresenta vasos com reforço escalariforme e helicoidal, parecendo o primeiro predominar sobre o segundo tipo.

Encontra-se no mesofilo quatro camadas de ninhos de fibras esclerenquimáticas, com a seguinte constituição: duas camadas de ninhos

constituídas de dez a trinta células, localizadas na periferia e situando-se entre as células da epiderme e hipoderme, com um intervalo de duas a quatro células de ninho para ninho, que possuem suas fibras fortemente espessadas, sendo que uma camada é adaxial e a outra abaxial. As outras duas camadas são formadas por ninhos constituídos de quatro a doze células, com fibras menores espessadas, estando localizadas logo após as hipodermes, sendo uma superior e a outra inferior. Estas duas camadas de ninhos pequenos têm seus componentes intercalados com os feixes fibrovasculares.

Os feixes e os ninhos possuem em suas fibras periféricas grandes pontuações e na região da margem da folha, nota-se sempre a presença de um feixe de fibras esclerenquimáticas de localização terminal antecedido de um canal.

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 oito camadas em média de células vivas e maduras (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São isodiamétricas, poligonais irregulares com paredes anticlinais de três a quatro vezes maiores que as periclinais, de fina a medianamente espessadas e com as paredes impregnadas de suberina em graus variados e em algumas células, com lignina.

Finos, numerosos e evidentes 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 menores que as camadas mais internas assim como, são numerosas e profusas as hifas fúngicas dentro e fora deste, não sendo notada a presença de pelos radiculares e de tilossomos.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – unisseriada, com células isodiamétricas, hexagonais, curtas, em sua maioria, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes de mediana a fortemente espessadas e relativamente impregnadas de

forma uniforme com lignina e suberina. As paredes anticlinais são mais espessadas que as periclinais.

Nota-se a presença de células de passagem exodermis que são isodiamétricas, hexagonais, nucleadas, com denso material citoplasmático, paredes finas a medianamente espessadas e com pouca lignificação e/ou suberização.

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

O arranjo constituído pelas paredes das células do parênquima cortical lhe dá um aspecto colenquimatoso e por todo o perímetro da região mediana e interior deste, se encontra longas, largas e descontínuas barras de espessamento de lignina transversalmente, longitudinalmente e tangencialmente disposta.

Nas camadas mais medianas e internas ou distribuídas amplamente por todo o córtex, ocorrem profusamente, hifas e/ou novelos de micorrizas. Algumas células chegam a ter todo o espaço intercelular tomado o que provoca em muitas das vezes, o rompimento das paredes, principalmente nas camadas do parênquima cortical superior fronteira a exoderme, formando longas e profundas câmaras.

Vacúolos-ráfidos e amiloplastos são poucos e infrequentes assim como, não se evidenciou estruturas leucoflavonóicas.

- Endoderme – Situada logo após o parênquima cortical, encontra-se uma endoderme envolvendo o estelo. É uniestratificada, compacta, com poucos espaços intercelulares, com células isodiamétricas, poliédricas, menores que as do córtex externo, com pouco ou sem lúmen celular.

As paredes são fortemente espessadas por suberina e/ou celulose lignificada e os espessamentos, em sua maioria, tomam a forma da letra O.

Células de passagem endodermis ocorrem em duplas, tríades ou tétrades e as estrias de Caspary são nitidamente visíveis. As células de passagem possuem as paredes menos espessadas e são nucleadas, situam-se opostas aos grupos de células floemáticas, enquanto que as células endodermis de paredes grossas e anucleadas e com pouco lúmen celular ocorrem opostas a grupos de protoxilema.

O arranjo constituído pelas células endodermis espessadas e as de passagem obedece a seguinte conformação – a cada grupo de cinco a seis células espessadas se segue um grupo de duas ou três células de passagem.

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 e descontínuo, alternando-se com grupos de xilema e floema primários. É constituído de células parenquimáticas com paredes fracamente a fortemente espessadas por lignina. As células espessadas são paralelas e contíguas às endodermis espessadas e as fracamente espessadas, são paralelas e contíguas às células de passagem endodermis.

As células do periciclo apresentam pontuações simples, grandes e circulares.

- 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.

O xilema é exarco, poliarco (contém vinte arcos de xilema em média direccionados ao periciclo) e alterna-se com os cordões de floema e separados destes 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: Situada no centro do cilindro central não sendo fistulosa. É composta por células anisodiamétricas, grandemente vacuolizadas, incolores, aclorofiladas e com espaços intercelulares do tipo meato. As paredes são finas, celulósicas e possuem pontuações simples.

Não se detectou vacúolos-ráfides e amiloplastos, assim como estruturas leucoflavonóicas.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO PH – Houve fixação noturna CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração púrpura, indicando assim a fixação de CO₂ noturno. Com a medida adicional de pH, observou-se que o meio apresentou-se alcalino, com o pH médio de 9,2.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $13_C/12_C \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou o valor de $-15,4$ enquadrando-a na amplitude de valores de plantas CAM.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 21 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Encyclia tarumana* Schltr., como sendo pertencentes ao grupo de folhas coriáceas duras, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 59 % como indica a tabela 78.

Na tabela 22 apresentam-se as características anatômicas da raiz *Encyclia tarumana* Schltr., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 7 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Encyclia tarumana* Schltr., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 23 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Encyclia tarumana* Schltr., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 25, 26 e 27 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Encyclia tarumana* Schltr.

Tabela 21 - Lista de características específicas encontradas em *Encyclia tarumana* Schltr., que permitem enquadrar sua folha como Coriácea dura (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Folhas não plicadas
2. Racham ou estalam quando dobradas
3. Superfície áspera ou rugosa ao tato
4. Cutícula espessa
5. Células da epiderme adaxial maiores
6. Espessamento cuticular mais acentuado na epiderme adaxial
7. Células epidérmicas esclerificadas

ESTÔMATOS

8. Hipoestomáticos
9. Câmaras subestomáticas

OUTRAS

10. Com tricomas
 11. Hipoderme
 12. Células do mesofilo superior alongadas
 13. Ninhos de fibras esclerenquimáticas em média de vinte fibras
 14. Ninhos de fibras esclerenquimáticas superficiais
 15. Ninhos de fibras esclerenquimáticas pequenos
 16. Espessamento secundário de células do mesofilo
-

Tabela 22 - Características anatômicas da raiz de *Encyclia tarumana* Schltr., 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>Encyclia tarumana</i> .	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofíticas.	não	X				X
2. Endomicorrizas presentes	sim		X			
3. Velame com cinco ou mais camadas	sim	X			X	X
4. Tilossomos presentes	não					
5. Células exodermais fortemente espessadas	sim	X			X	X
6. Parênquima cortical estreito	não					
7. Parênquima cortical largo	sim	X		X		X
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.	sim	X			X	
12. Células endodermais fortemente espessadas	sim	X			X	X
13. Periciclo esclerificado	sim	X			X	X
14. Medula esclerificada	não			X		
15. Células medulares com paredes finas, com vacúolos grandes e incolores.	sim			X		
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	1	4	5	7

Tabela 23 – Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Encyclia tarumana* Schltr., para produtividade na orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Encyclia tarumana</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%	

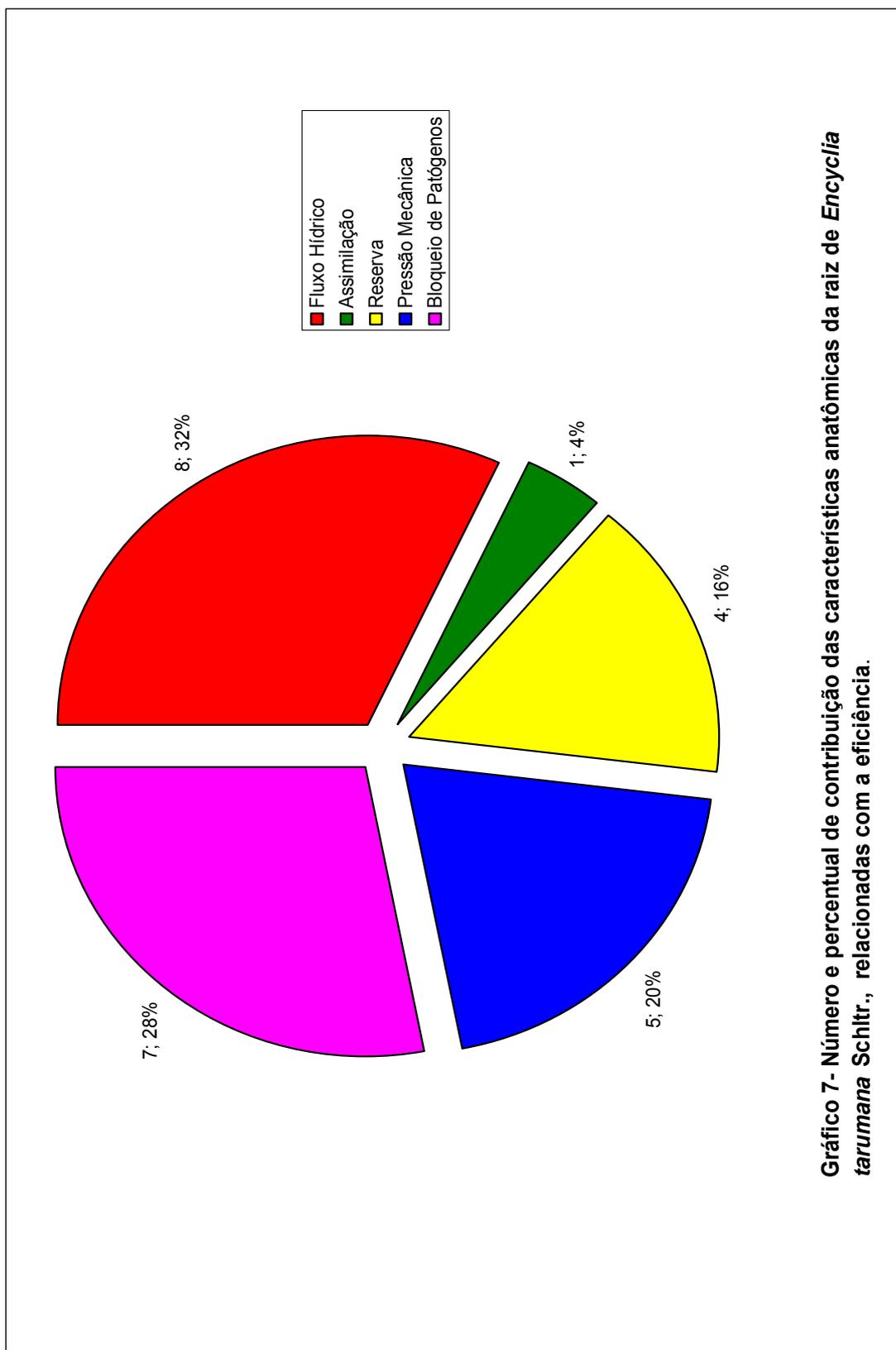


Gráfico 7- Número e percentual de contribuição de características anatômicas da raiz de *Encyclia tarumana* Schltr., relacionadas com a eficiência.

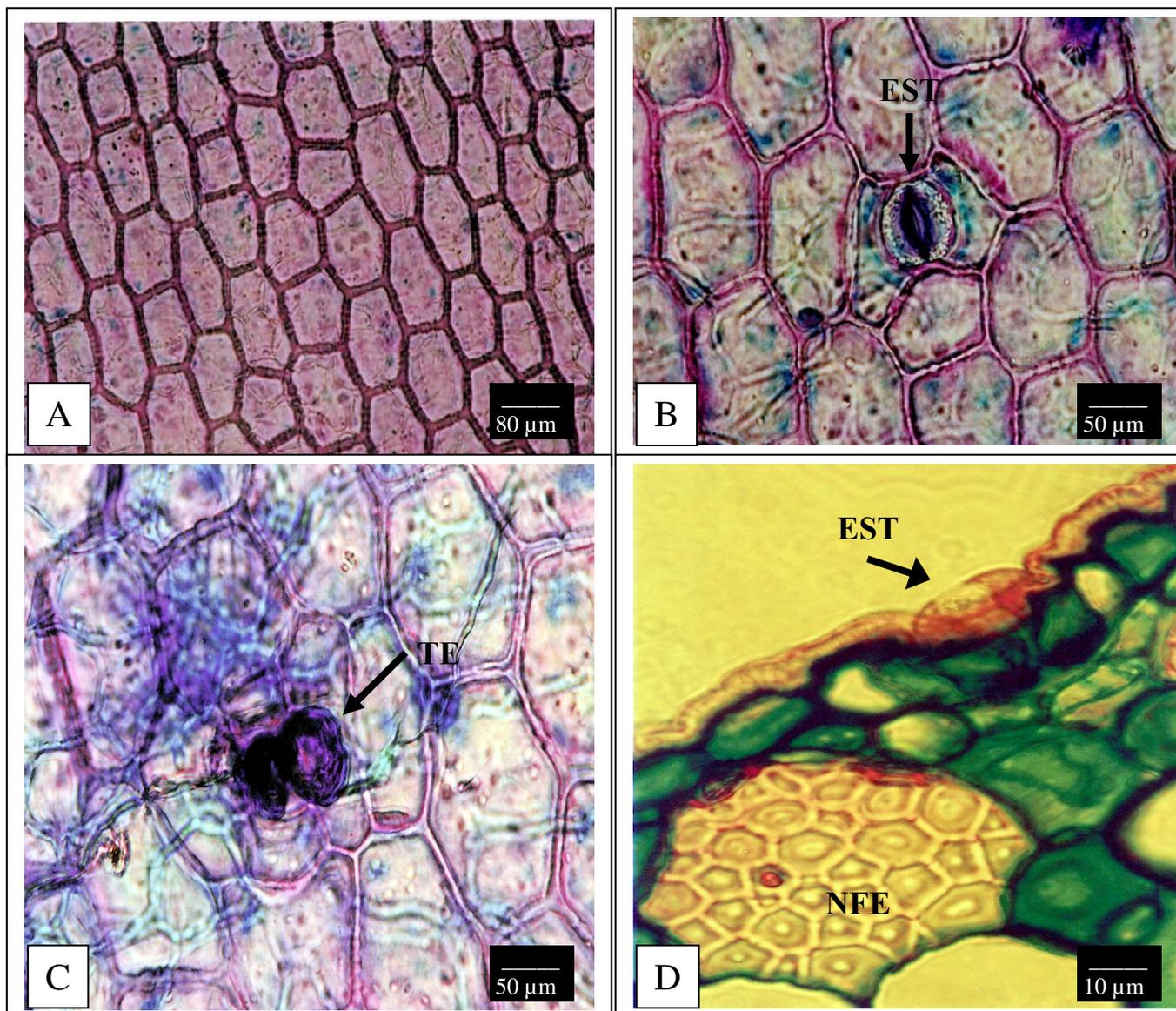


Figura 25 - Aspectos da folha de *Encyclia tarumana*. A: Epiderme adaxial. B: Epiderme abaxial com estômato paracítico (EST). C: Tricoma geminado. D: Mesofilo inferior, Ninho de fibras esclerenquimáticas (NFE), Estômato com câmaras supra e hipoestomáticas.

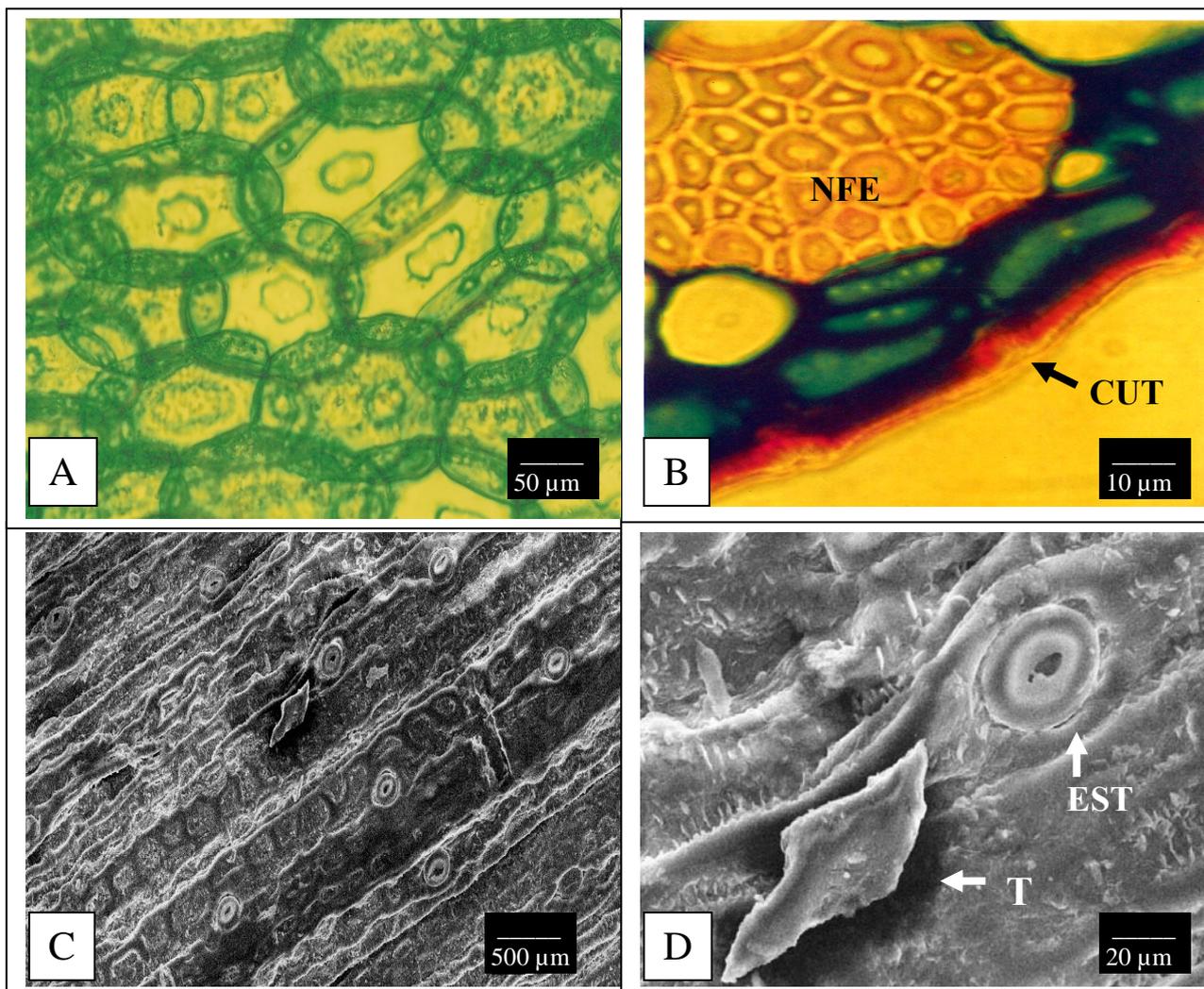


Figura 26 - Aspectos da folha de *Encyclia tarumana*. A: Clorênquima. B: Cutícula (CUT), Ninho de fibras esclerenquimáticas. C: Epiderme abaxial. D: Estômato (EST), Tricoma (T) na epiderme abaxial.

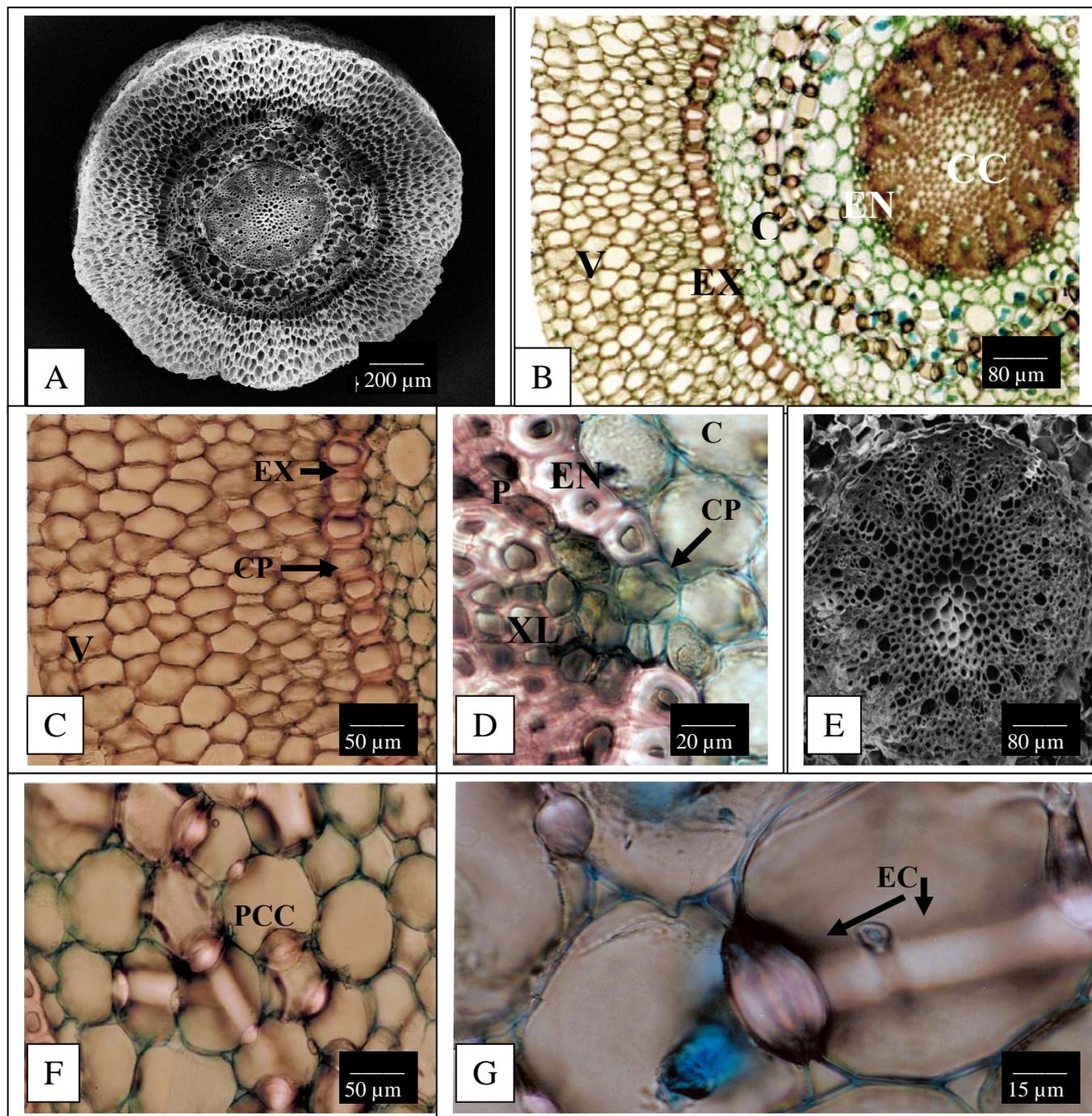


Figura 27 - Aspectos da raiz de *Encyclia tarumana*. A: Vista geral. B: Velame (V), Exoderme (Ex), CórteX (C), Endoderme (EN), Cilindro central (CC). C: Velame (V), Célula exodermal de passagem (CP), Exoderme. D: CórteX (C), Endoderme (EN), Célula de Passagem endodermática (CP), Xilema (XL). E: Cilindro Central (CC). F: Clorênquima colenquimático (PCC). G: Espessamento celulósico angular.

8. *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl.



Figura 28 - *Encyclia vespa* (Vell) Dressl., em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2938 (INPA 51086).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epífita a terrestre secundária, perene e sempre verde, umbrófila a heliófila. Pseudobulbos presentes, bifoliada no ápice do pseudobulbo, folhas coriáceo-carnosas, suberetas, persistentes, oblongo-lanceoladas, alongadas, estreitas, cerca de 6-20 cm de comprimento, cerca de 2-4 cm de largura, raízes numerosas, subfasciculadas, filiformes, com cerca de 5-90 cm comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células irregulares quanto ao formato e tamanho, com paredes retas, de espessura média, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar e a cutícula tem aparência suavemente granulosa.

Na microscopia de varredura, as epidermes se apresentam com aspecto denso, pastoso, reflector, com vilosidades, levemente onduladas, sem incrustações e com abundância de hifas fúngicas.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células tabulares, isodiamétricas, aclorofiladas, sendo que as células da epiderme adaxial são maiores. Algumas células, nas duas epidermes, se esclerificam, assim como algumas apresentam vacúolos-ráfides com cristais de oxalato de cálcio.

As epidermes estão recobertas por cutículas não muito espessas, onduladas e com ranhuras perpendiculares à epiderme, sendo que a cutícula da epiderme adaxial é mais grossa. As epidermes possuem pequenos espaços intercelulares pouco diferenciados, que são preenchidos pela cutícula. Nota-se a presença de pontuações conspícuas na parede periclinal interna das células da epiderme abaxial, assim como pontuações nas anticlinais de ambas as epidermes.

As folhas são hipoestomáticas (média de 31 estômatos por mm^2) com estômatos paracíticos, com distribuição paralela à nervura, esféricos e solitários, estando imersos na epiderme, possuindo câmaras subestomáticas e supraestomáticas e mostrando uma pequena e acentuada projeção cuticular que, observada em corte transversal, em primeiro plano, possui a forma de “garra” que forma um pequeno poro de ar. As células-guardas recebem um reforço acentuado de celulose.

Tricomas em número bastante reduzido ocorrem nas duas epidermes da base até o ápice da folha (adaxial 1 mm^2 e abaxial 1 mm^2). Podem ser solitários ou não, pluricelulares, constituídos de três células, sendo a base formada por duas células, estando imersa em depressões na epiderme. O corpo é formado por uma grande célula que possui as paredes reforçadas e tem o citoplasma mucilaginoso. Os tricomas são caliciformes e não apresentam características secretoras.

- **HIPODERME** – Logo abaixo das epidermes existe uma hipoderme formada por células anisodiamétricas e poligonais irregulares. A hipoderme adaxial é constituída de três camadas de células e a abaxial de duas camadas.

Ambas as hipodermes apresentam células com espessamento secundário, células incolores e com pouco ou nenhum conteúdo e com raros cloroplastos. Nota-se a presença de pontuações nas paredes periclinais da hipoderme adaxial.

- **CLORÊNQUIMA** – Situado logo abaixo das hipodermes, composto em média, por doze camadas de células anisométricas de paredes finas e estas não são paralelas à epiderme, embora algumas células possuam um espessamento secundário paralelo à mesma. Possui suas células grandemente vacuolizadas e com citoplasma bem periférico. Não apresenta uma clara distinção entre células paliçádicas lacunosas, sendo que na região da nervura central as células tendem a alongar suas paredes anticlinais e, na região do mesofilo, por toda a folha, as células são mais isodiamétricas.

O mesofilo é constituído de um compacto clorênquima, com espaços intercelulares, do tipo meato e de canais repletos de cristais. Células pétreas solitárias e fibras em espessamento são encontradas no mesofilo inferior, na segunda camada de células a partir da hipoderme inferior, com um espaçamento de três células comuns do clorênquima entre si. Possui ainda células incolores dispersas pelo clorênquima.

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

- **CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO** – Os feixes fibrovasculares formam duas camadas paralelas, com a seguinte configuração: Partindo a nervura central, a camada mais inferior é constituída de grandes feixes e, acima desta, encontra-se a segunda camada, com feixes menores.

Os feixes são do tipo III, sendo o xilema é superior ao floema, sendo um, contíguo ao outro. Estão arrodoados de parênquima esclerificado, de células endodermóides e de fibras que nos pólos se espessam fortemente formando capas, sendo que a do floema é maior que a do xilema. O xilema apresenta vasos com reforço escalariforme em predominância ao reforço helicoidal. Nota-se ainda uma grande deposição de cristais em redor de cada feixe fibrovascular.

Encontra-se no mesofilo superior, próximo à hipoderme, uma camada de pequenos ninhos de fibras esclerenquimáticas, sendo que cada ninho possui em média dez fibras, que como as fibras periféricas dos feixes fibrovasculares, possuem grandes pontuações em sua periferia.

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

Descrição anatômica da raiz

REGIÃO EXTERNA (SISTEMA DÉRMICO)

- Velame - A região mais externa é um velame constituído, em média, de seis camadas de células vivas e maduras (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São isodiamétricas a poligonais irregulares (hexagonais em sua maioria), com paredes anticlinais de três a quatro vezes maiores que as periclinais, de fina a medianamente espessadas e com as paredes impregnadas de suberina em graus variados. Finos, numerosos e conspícuos espessamentos reticulares envolvem as paredes e estas, apresentam pequenas pontuações e ângulos celulares com reforço de lignina e suberina.

Epivelame presente e constituído por células isodiamétricas, pentagonais, tabulares, menores que as camadas mais internas, sendo que suas paredes periclinais externas são retas. As células do epivelame são infestadas por numerosas hifas fúngicas que formam uma compacta trama de até quinze camadas que envolvem e ocupam completamente o ambiente celular interno e externo. Essas hifas também estas espalhadas por todo velame e parênquima cortical embora que em menor quantidade.

Tilossomos estão presentes em algumas células do velame, principalmente nas da região próxima à exoderme, não sendo notada a presença de pelos radiculares.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – unisseriada, com células isodiamétricas, hexagonais, curtas a médias e menores que as do velame, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes medianamente espessadas e relativamente impregnadas de forma uniforme com lignina e suberina. As paredes anticlinais são um pouco mais espessadas que as periclinais.

Nota-se a presença de células de passagem exodermis que são isodiamétricas, nucleadas, com densa matéria citoplasmática, paredes finas com pouca lignificação e/ou suberização, situadas em intervalos de três a seis células exodermis normais.

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

Nas camadas mais externas ou distribuídas amplamente por todo o córtex e células do velame, ocorrem hifas e/ou novelos de micorrizas. Algumas células chegam a ter todo o espaço intercelular tomado o que provoca em muitas das vezes, o rompimento das paredes, principalmente nas camadas do parênquima cortical superior fronteira a exoderme, formando longas e profundas câmaras.

Assim como descrito anteriormente para as células clorenquimáticas do limbo foliar, encontram-se nas células do parênquima cortical, impregnações celulares de estrutura leucoflavonóica, que como no caso dos novelos de hifas fúngicas, ocupam toda a cavidade celular e também contribuem para a formação de câmaras.

Na região superior e mediana do parênquima cortical encontram-se numerosas células seriadas que possuem reforço de fitas de lignina envolvendo-lhes as paredes.

Vacúolos-ráfides são raros e se confundem com as estruturas leucoflavonóica e amiloplastos estão presentes em pequeno número.

- 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, mas menores que as do parênquima cortical, de medianamente espessadas, incolores, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático.

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

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

- O segundo tipo (células de passagem) possui paredes menos espessadas, podendo ser menores em tamanho e largura e possuem núcleo e citoplasma aparente. Ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema. As suas 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, isodiamétricas, 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 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, fistulosa ou não, com paredes de leve a medianamente espessadas por lignina. 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, com pouco ou nenhum cloroplasto e amiloplastos.

Hifas fúngicas e estruturas leucoflavonóicas estão presentes em graus variados sendo que a sua profusidade parece ser determinante na formação de fístulas.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO PH – Houve fixação noturna CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração

púrpura, indicando assim fixação noturna de CO₂. Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou-se alcalino, com o pH de 8,2.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $^{13}C/^{12}C \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou o valor de $-23,8$ enquadrando-a na amplitude de valores de plantas CAM.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 24 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl., como sendo pertencentes ao grupo de folhas coriáceas duras, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 64 % como indica a tabela 78.

Na tabela 25 apresentam-se as características anatômicas da raiz *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 8 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Encyclia vespa* (Vell) Dressl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 26 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Encyclia vespa* (Vell) Dressl., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 29, 30 e 31 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Encyclia vespa* (Vell) Dressl.

Tabela 24 - Lista de características específicas encontradas em *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura, (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS
1. Folhas não plicadas
2. Racham ou estalam quando dobradas
3. Superfície áspera ou rugosa ao tato
4. Cutícula espessa
5. Espessamento cuticular mais acentuado na epiderme adaxial
6. Células da epiderme adaxial maiores
7. Células epidérmicas esclerificadas

ESTÔMATOS
8. Hipoestomáticas
9. Câmaras subestomáticas

OUTRAS
10. Tricomas
11. Hipoderme
12. Espessamento secundário em células do mesofilo
13. Células do mesofilo superior tendendo a alongadas
14. Fibras solitárias em espessamento e células pétreas dispersas pelo mesofilo
15. Pequenos ninhos de fibras esclerenquimáticas periféricos

Tabela 25 - Características anatômicas da raiz de *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl., 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>Encyclia vespa</i> .	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofíticas.	sim	X				X
2. Endomicorrizas presentes	sim		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	não					
7. Parênquima cortical largo	sim	X		X		X
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.	sim	X			X	
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.		10	1	2	6	8

Tabela 26 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl., na produtividade para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Encyclia vespa</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: 85 %	

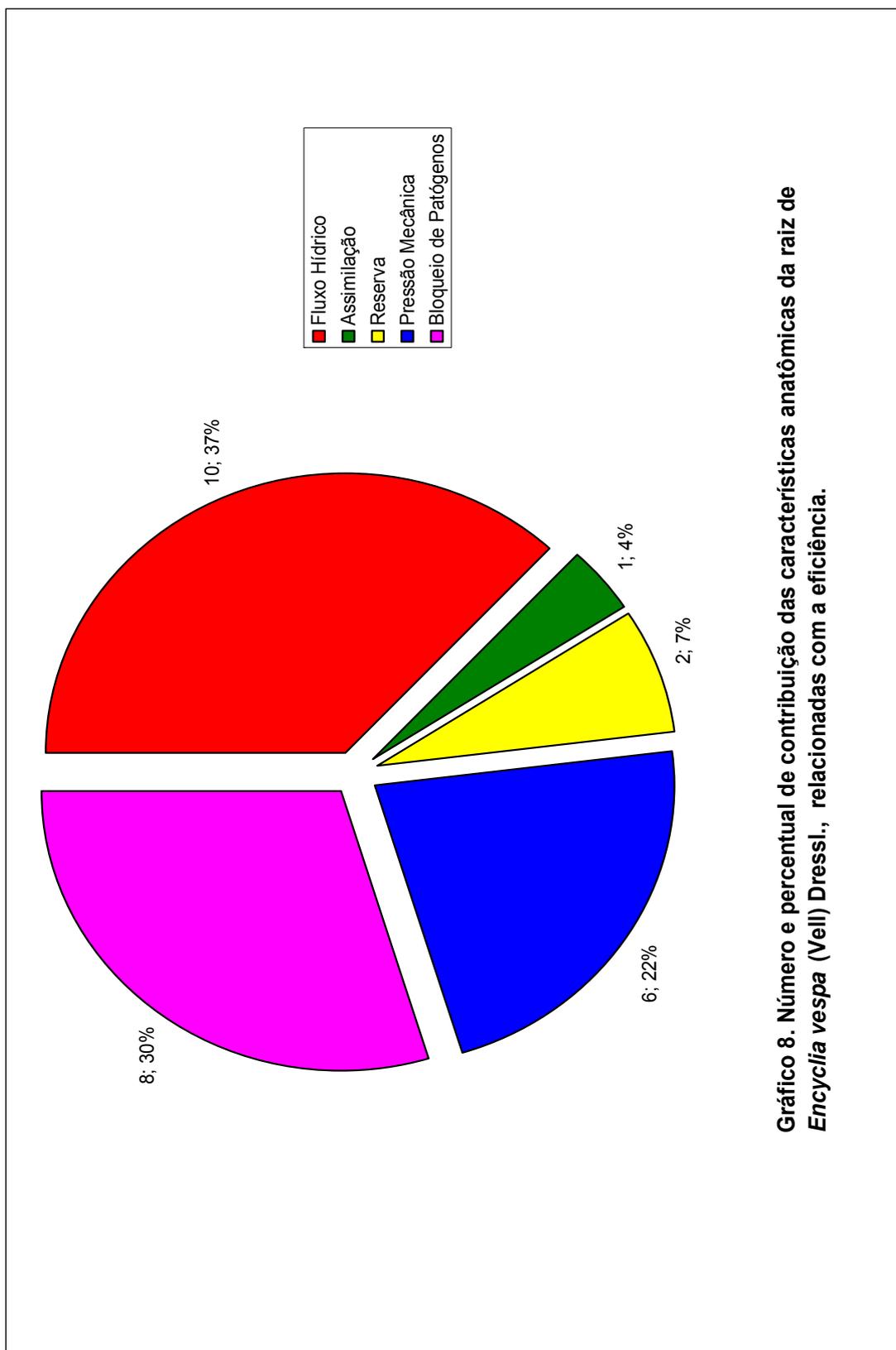


Gráfico 8. Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Encyrtia vespa* (Vell) Dressl., relacionadas com a eficiência.

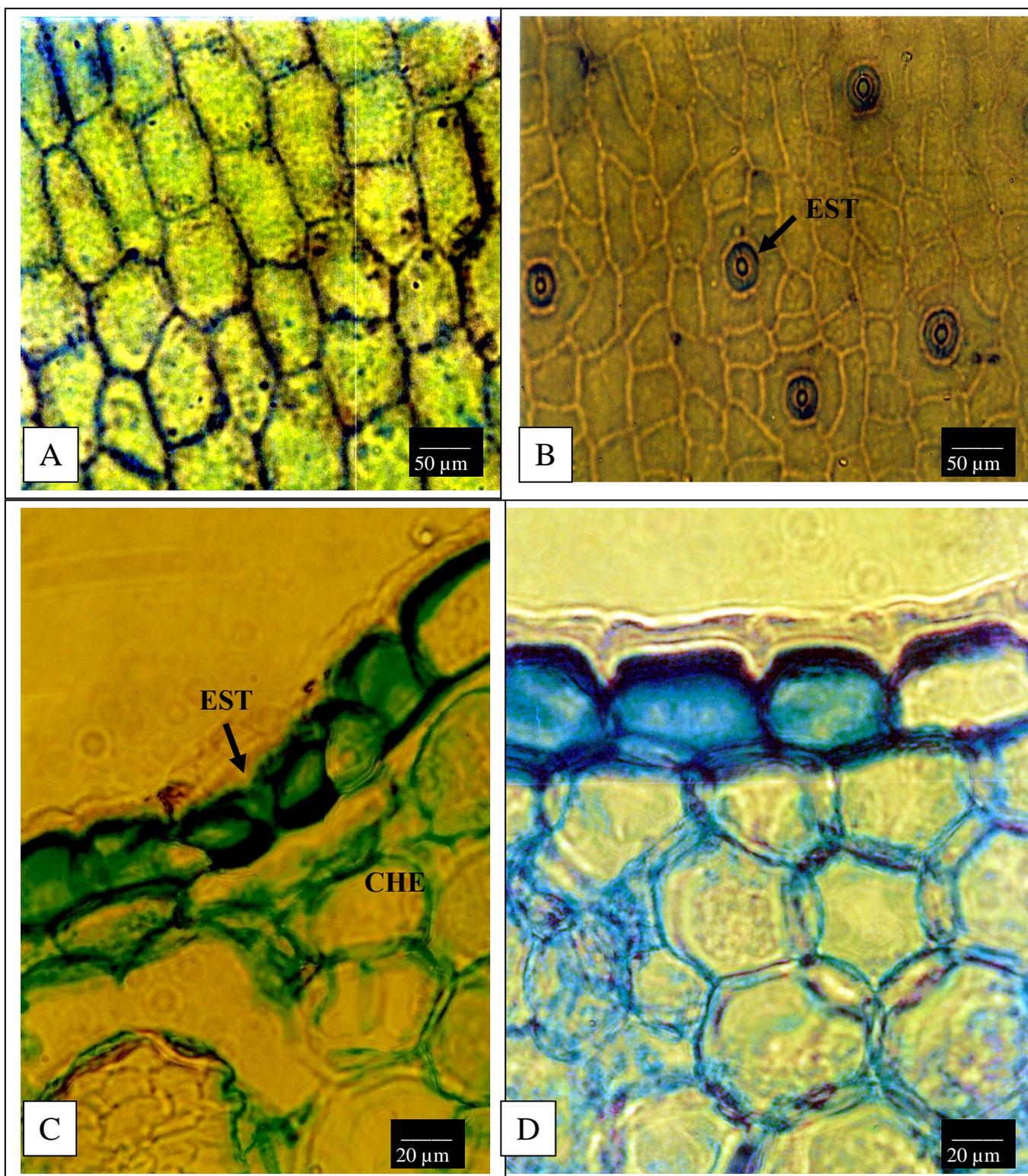


Figura 29 - Aspectos da folha de *Encyclia vespa*. A: Epiderme adaxial. B: Epiderme abaxial, Estômato (EST). C: Mesofilo inferior, Estômato (EST), Câmara hipoestomática (CHE). D: Mesofilo superior.

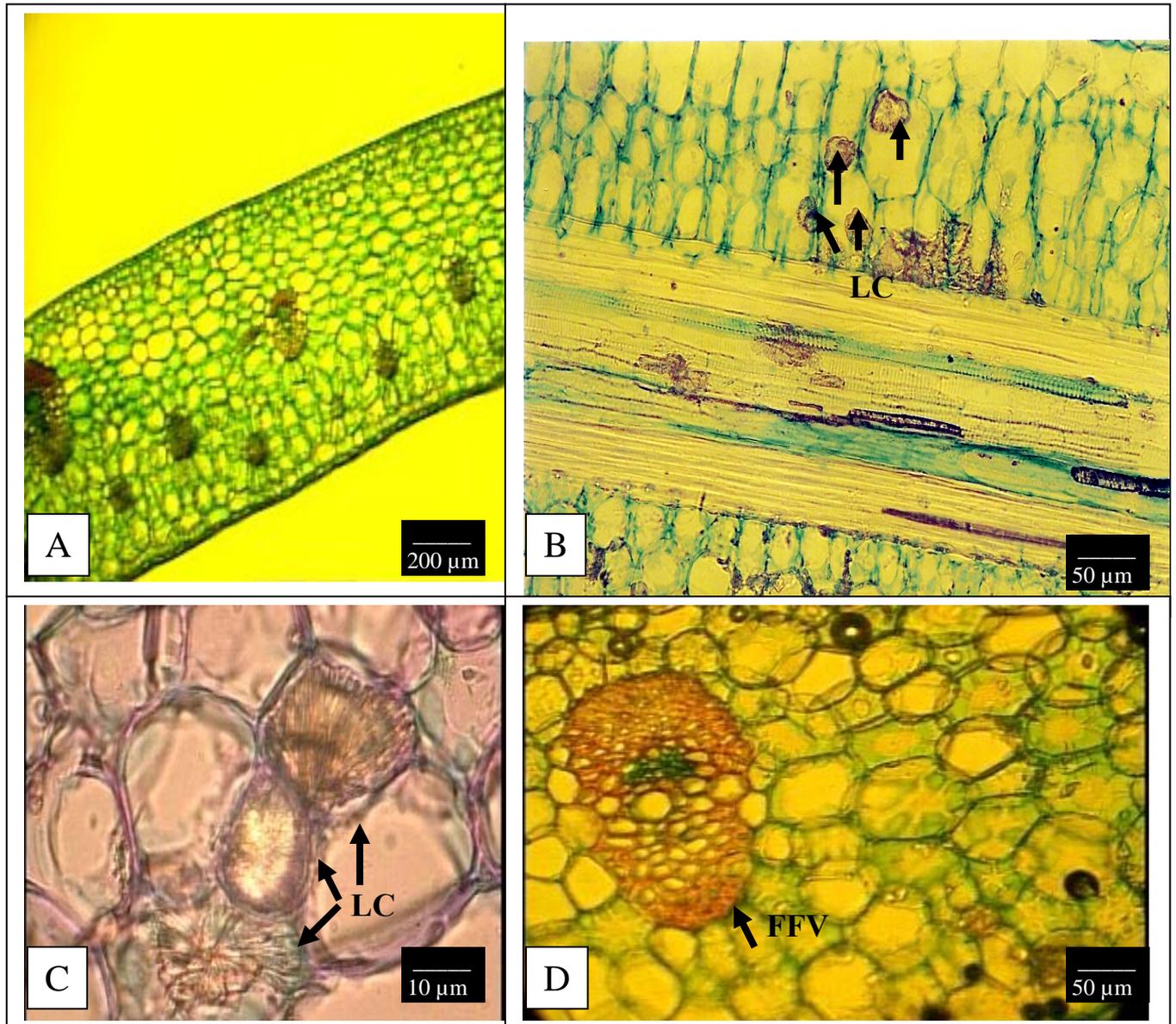


Figura 30 - Aspectos da folha de *Encyclia vespa*. A: Mesofilo. B: Leucoflavonas no clorênquima (LC). C: Leucoflavonas (LC). D: Feixe fibrovascular tipo III (FFV).

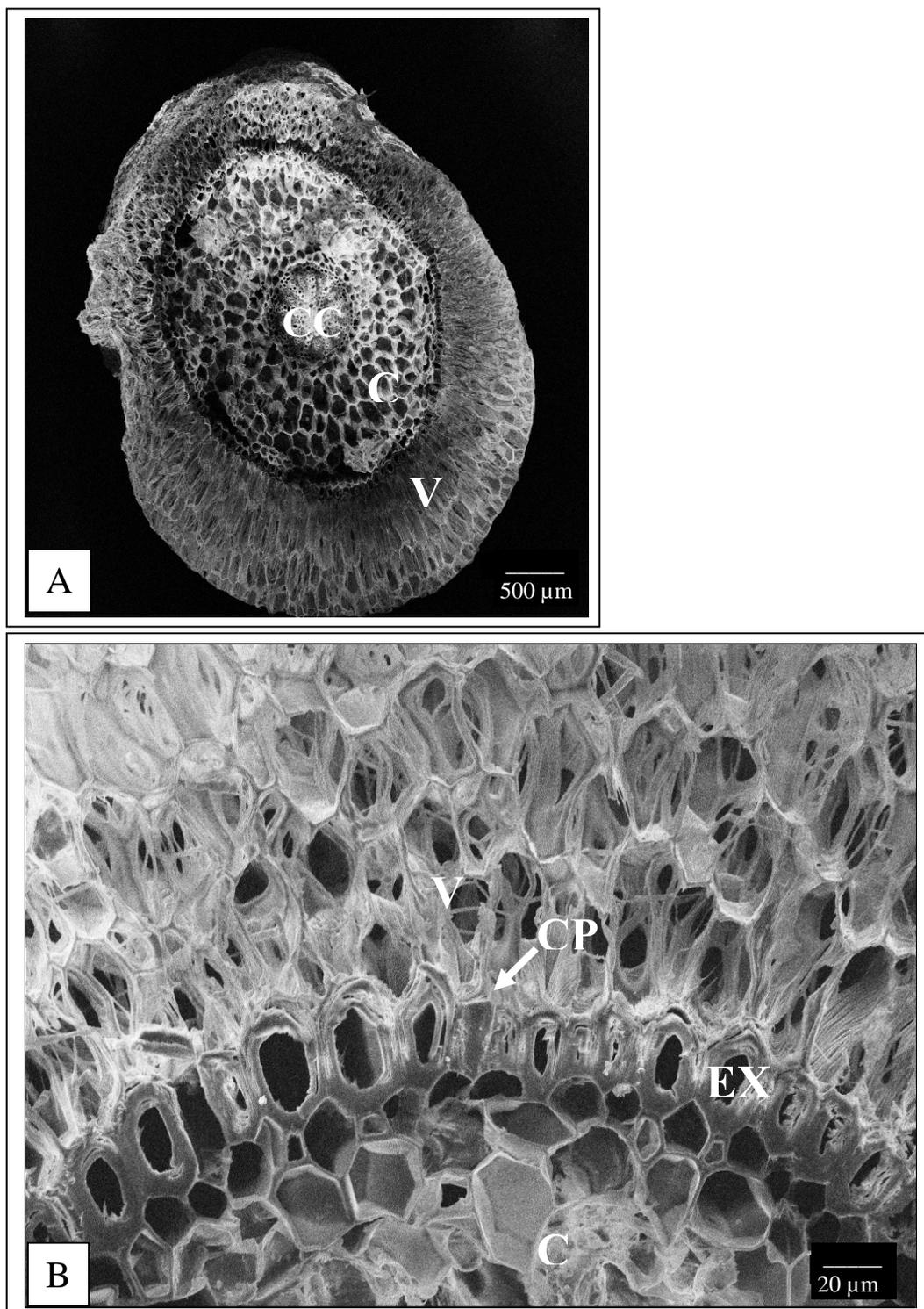


Figura 31 - Aspectos da raiz de *Encyclia vespa*. A: Vista geral, Velame (V), Córte (C), Cilindro central (CC). B: Velame (V), Exoderme (EX), Célula de passagem exodermal (CP), Córte (C).

9. *Epidendrum compressum* Griseb.



Figura 32 - *Epidendrum compressum* Griseb., em ambiente natural de Campina.

Material estudado:

Coletor: P.I.S. Braga 2802 (INPA 49735).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epífita a terrestre secundária, ocasional na Campina sombreada, perene e sempre verde, umbrófila a heliófila. Bifoliolada, folhas articuladas com a bainha, persistentes, coriácea-carnosas, suberetas a arcuadas, lanceoladas, alongadas, estreitas, cerca de 6-14 cm de comprimento, cerca de 1-2 cm de largura, raízes ao longo do rizoma, filiformes, com cerca de 10-30 cm comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- **EPIDERME** – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células anisodiamétricas, com paredes retas, espessadas, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar e com as cutículas lisas e com suave granulação.

Na microscopia de varredura, as epidermes possuem aspecto denso, pastoso e reflector e apresentam pequenas quantidade grúmulos e incrustações.

Em vista transversal às epidermes são de leve a medianamente espessadas, uniestratificadas, com células filiformes, aclorofiladas, com as da epiderme adaxial de tamanho maior. As duas epidermes possuem um reforço de suberina em sua parede periclinal externa, sendo que as paredes anticlinais são mais espessas que as periclinais. Nota-se que na epiderme adaxial a parede periclinal interna é mais espessa que na epiderme abaxial e comparando-se as paredes periclinais, observa-se que a externa é mais espessa que a interna, valendo a observação para ambas às epidermes.

As folhas são hipoestomáticas (média de 26 de estômatos por mm^2) com estômatos paracíticos distribuídos paralelos à nervura central, são ovais e solitários. Localizam-se no mesmo nível das células da epiderme, possuindo câmaras subestomáticas e supraestomáticas e apresentando uma acentuada projeção cuticular que, observada em corte transversal, em primeiro plano, possui a forma de “garra” que formam pequenos poros de ar. Nas células-guardas não se visualizou a presença de cloroplastos, possuindo as mesmas um acentuado espessamento celulósico.

Não foi notada a presença de tricomas.

- **HIPODERME** – Logo abaixo das epidermes existe uma hipoderme. As hipodermes são compostas de duas camadas de células anisodiamétricas e poliédricas, sendo que a segunda camada se intercala com as células do clorênquima. As células são incolores, algumas com raros cloroplastos e possuindo paredes espessadas, sendo que a hipoderme adaxial apresenta barras de espessamento secundário.

- **CLORÊNQUIMA** – Situado logo abaixo das hipodermes sendo composto, em média, por quinze camadas de células. É homogêneo, com células poliédricas, anisométricas, com paredes finas, sendo que as células não são paralelas em

relação à da epiderme. As células não mostram uma clara distinção entre células paliádicas e lacunosas, executando-se as células da região da nervura central, onde as células do mesofilo superior tendem a alongar suas paredes anticlinais e nota-se que as células do mesofilo inferior são mais isodiamétricas. O mesofilo constitui-se, então, de um compacto clorênquima, com poucos espaços intercelulares do tipo meato.

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

- CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO – Os feixes fibrovasculares possuem uma localização mediana e agrupam-se em três camadas paralelas assim dispostas: uma camada mediana formada de grandes feixes que se localiza ao mesmo nível da nervura central e as outras duas camadas, que são constituídas de pequenos feixes e estão localizadas superiormente e inferiormente, sendo estes feixes intercalados.

Os feixes fibrovasculares são do tipo I e II sendo o xilema são superiores ao floema e os do tipo I separados por um fino cordão de fibras e os do tipo II contíguos. Tanto o xilema quanto o floema são circundados por células endodermóides, parênquima e fibras, possuindo em seus pólos capas constituídas por fibras bastante espessadas, onde a capa de fibras do floema é bem desenvolvida em relação à do xilema. O xilema mostra vasos com reforço escalariforme predominando sobre o helicoidal.

Existem diminutos ninhos de fibras esclerenquimáticas, constituídos de três e quatro fibras e dispersos no meio do mesofilo ou próximo à periferia, sendo que algumas delas não possuem um forte espessamento. As fibras constituintes dos ninhos, tais como as fibras periféricas dos feixes fibrovasculares, costumam possuir grandes pontuações em sua periferia.

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

Descrição anatômica da raiz

REGIÃO EXTERNA (SISTEMA DÉRMICO)

- Velame – O velame é constituído de três camadas em média de células vivas e maduras (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São isodiamétricas, poligonais irregulares com paredes anticlinais de três a quatro vezes maiores que as periclinais, de fina a medianamente

espassadas e com as paredes impregnadas suberina em graus variados e em algumas células, nota-se a impregnação de lignina. Finos, numerosos e evidentes 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 menores que as camadas mais internas assim como, são numerosas e profusas as hifas fúngicas dentro e fora deste, não sendo notada a presença de pelos radiculares e de tilossomos.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – unisseriada, com células isodiamétricas, hexagonais, curtas em sua maioria, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes de mediana a fortemente espessadas e com as paredes anticlinais e periclinais externas relativamente impregnadas de forma uniforme com lignina e suberina dando uma forma ao espessamento da letra O.

As células de passagem exodermis são isodiamétricas, hexagonais, nucleadas e com denso material citoplasmático, paredes finas a medianamente espessadas e com pouca lignificação e/ou suberização ocorrendo solitárias ou em duplas intercaladas com grupos de quatro a sete células normais da exoderme.

- Parênquima cortical - É constituído, em média, de cinco a sete camadas de células anisodiamétricas, ovaladas ou cilíndricas, tetragonais a hexagonais, clorofiladas ou não, incolores em sua maioria, grandemente vacúoladas e com espaços intercelulares do tipo meato, paredes finas a medianamente espessadas e suavemente suberizadas. As células diminuem de diâmetro nas extremidades do córtex, sendo que as da última camada da extremidade interna são os menores.

Não foram visualizadas fitas ou barras de espessamento de lignina, hifas, novelos de micorrizas, vacúolos-ráfides e amiloplastos nas células corticais.

- Endoderme – Logo após o parênquima cortical, encontra-se uma endoderme envolvendo o estelo. Ela é uniestratificada, compacta, com poucos espaços intercelulares, com células isodiamétricas, poliédricas (tetra a pentagonais), menores que as do córtex externo, vacúoladas e com núcleo não evidenciado.

As paredes são medianamente espessadas por suberina e/ou celulose lignificada e os espessamentos são uniformes nas paredes, o que confere ao

espessamento a forma da letra O e os espessamentos permitem separar as células da endodermais em dois tipos:

- As que possuem as paredes mais espessadas, com pouco ou nenhum citoplasma, 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, mas possuem núcleo e citoplasma aparente e ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema. As suas estrias de Caspary são de difícil visualização.

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, descontínuo, alternando-se com grupos de xilema e floema primários. É constituído de células parenquimáticas com paredes fracamente a fortemente espessadas, principalmente por lignina. As células do periciclo apresentam 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 em média dezoito arcos de xilema direcionados ao periciclo) e alternado com os cordões de floema e separados deste por numerosas fibras substitutas medianamente espessadas.

- 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: Situada no centro do cilindro central não sendo fistulosa. É composta por células anisodiamétricas, grandemente vacuolizadas, incolores, aclorofiladas e espaços intercelulares do tipo meato. As paredes são finas, celulósicas e possuem pontuações simples.

Não se detectou vacúolos-ráfides e amiloplastos, assim como estruturas leucoflavonóicas.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO PH – Houve fixação noturna de CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração

púrpura, indicando fixação de Co_2 . Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou-se alcalino, com o pH médio de 8,0.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou o valor de $-17,3$ enquadrando-a na amplitude de valores de plantas CAM.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 27 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Epidendrum compressum* Griseb., como sendo pertencentes ao grupo de folhas coriácea duras, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 60 % como indica a tabela 78.

Na tabela 28 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Epidendrum compressum* Griseb., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 9 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Epidendrum compressum* Griseb., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 29 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Epidendrum compressum* Griseb., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 33, 34 e 35 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Epidendrum compressum* Griseb.

Tabela 27 - Lista de características específicas encontradas em *Epidendrum compressum* Griseb, que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Folhas não plicadas
2. Racham ou estalam quando dobradas
3. Superfície áspera ou rugosa ao tato
4. Cutícula espessa
5. Espessamento cuticular mais acentuado na epiderme adaxial
6. Sem tricomas
7. Células da epiderme adaxial maiores

ESTÔMATOS

8. Hipoestomáticos
9. Câmaras subestomáticas

OUTRAS

10. Hipoderme
 11. Células do mesofilo superior alongadas
 12. Espessamento secundário em células do mesofilo
 13. Ninhos de fibras esclerenquimáticas superficiais
-

Tabela 28 - Características anatômicas da raiz de *Epidendrum compressum* Griseb., 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>Epidendrum compressum</i> ..	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofíticas.	sim	X				X
2. Endomicorrizas presentes	não					X
3. Velame com cinco ou mais camadas	não					
4. Tilossomos presentes	não					
5. Células exodermis fortemente espessadas	sim	X			X	X
6. Parênquima cortical estreito	sim					
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	não					
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.		5	0	1	3	6

Tabela 29 – Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Epidendrum compressum* Griseb., na produtividade da planta para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Encyclia tarumana</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: 50 %	

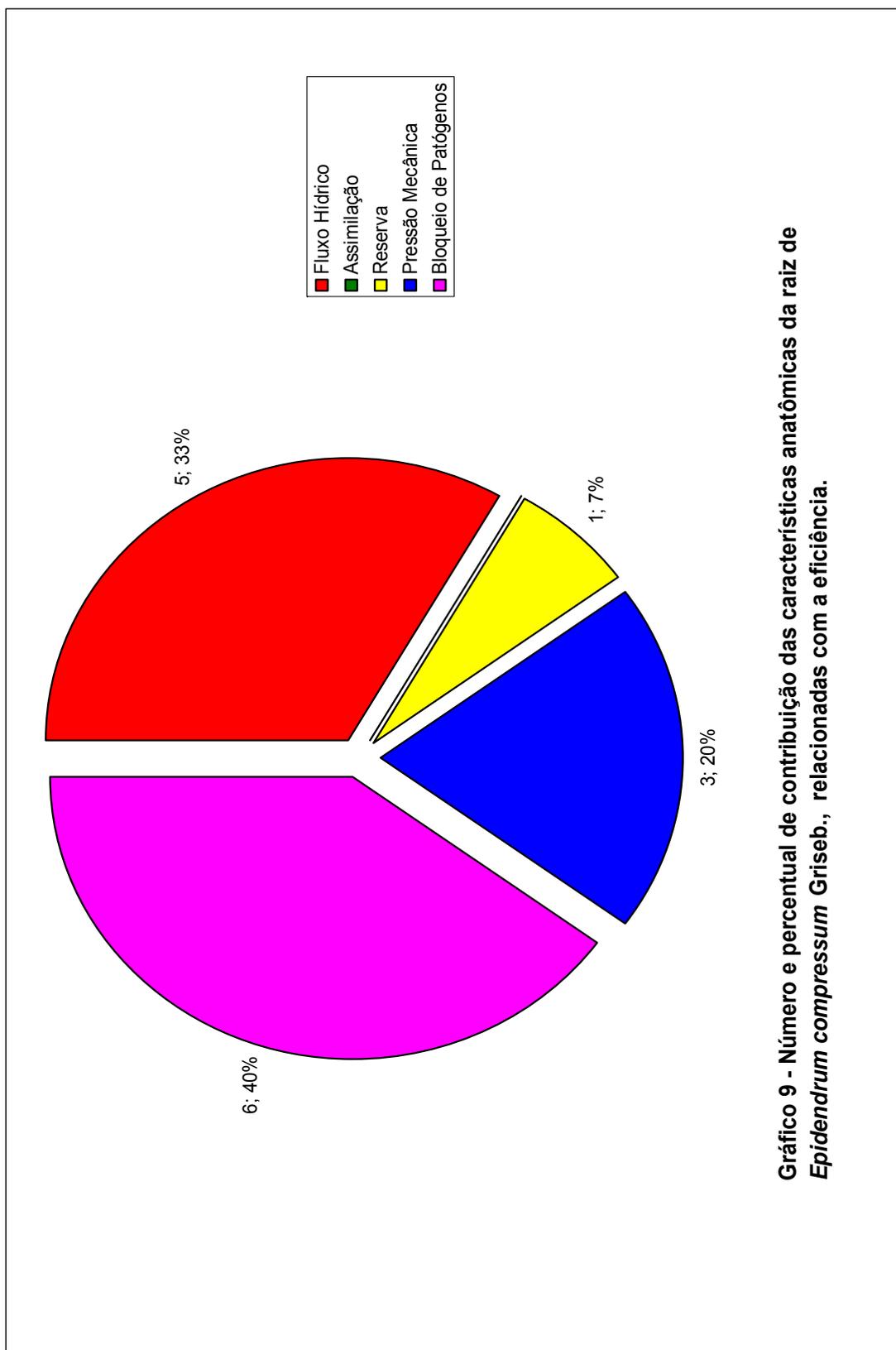


Gráfico 9 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Epidendrum compressum* Griseb., relacionadas com a eficiência.

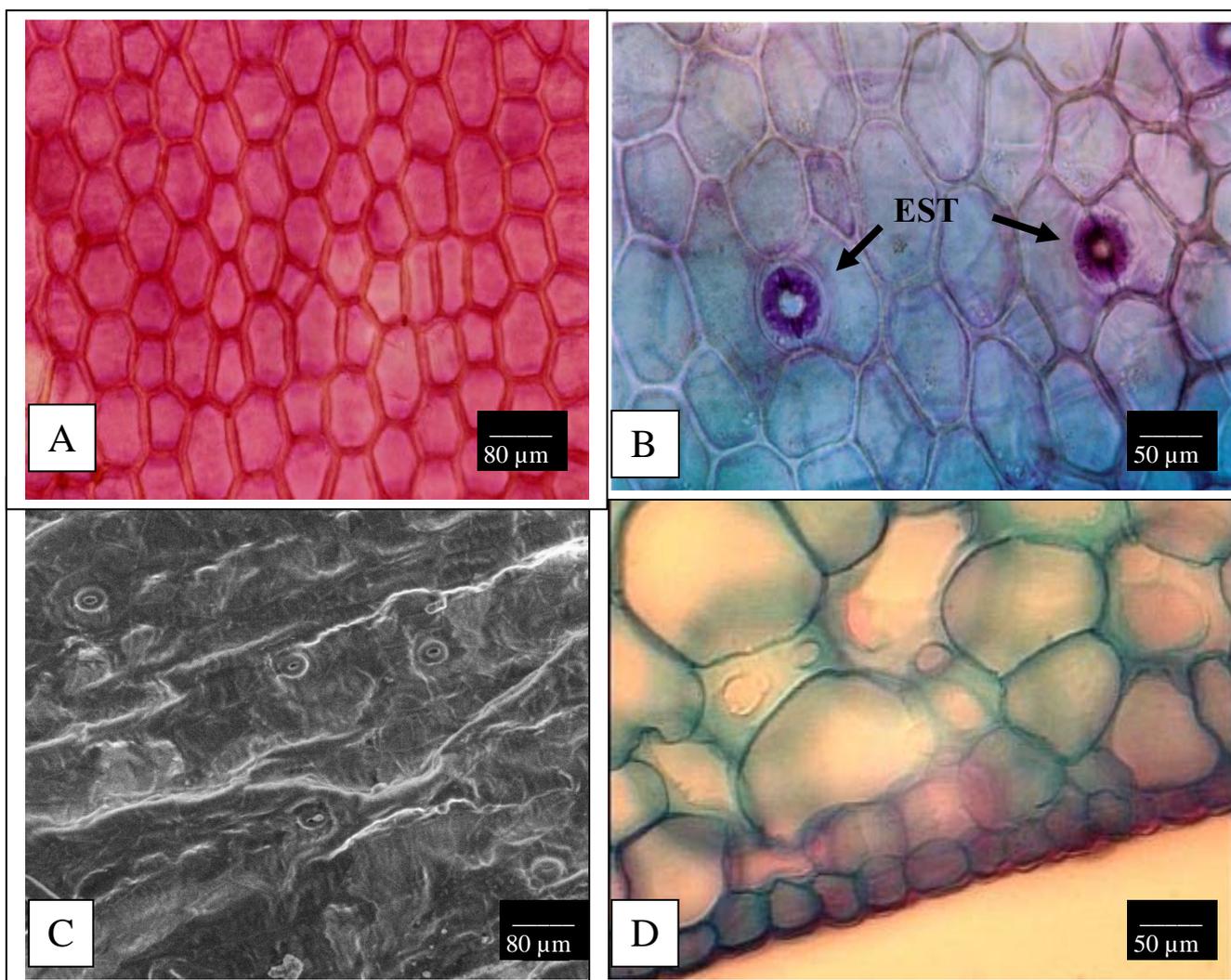


Figura 33 - Aspectos da folha de *Epidendrum compressum*. A: Epiderme adaxial. B: Epiderme abaxial, estômato paracítico (EST). C: Epiderme abaxial. D: Mesofilo superior.

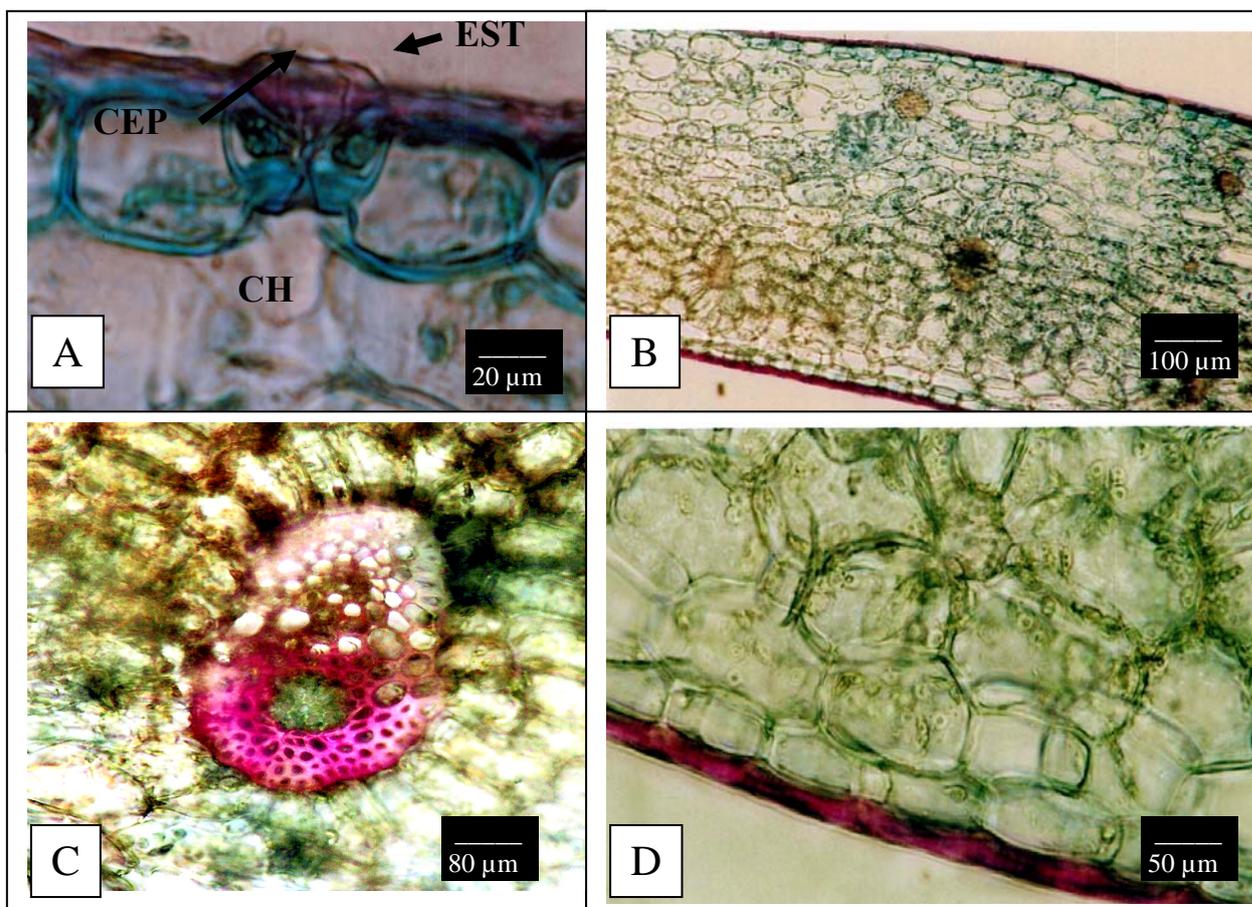


Figura 34 - Aspectos da folha de *Epidendrum compressum*. A: Estômato (EST) com câmara supraestomática (CEP) e câmara hipoestomática (CH). B: Mesofilo. C: Feixe fibrovascular tipo I. D: Mesofilo inferior.

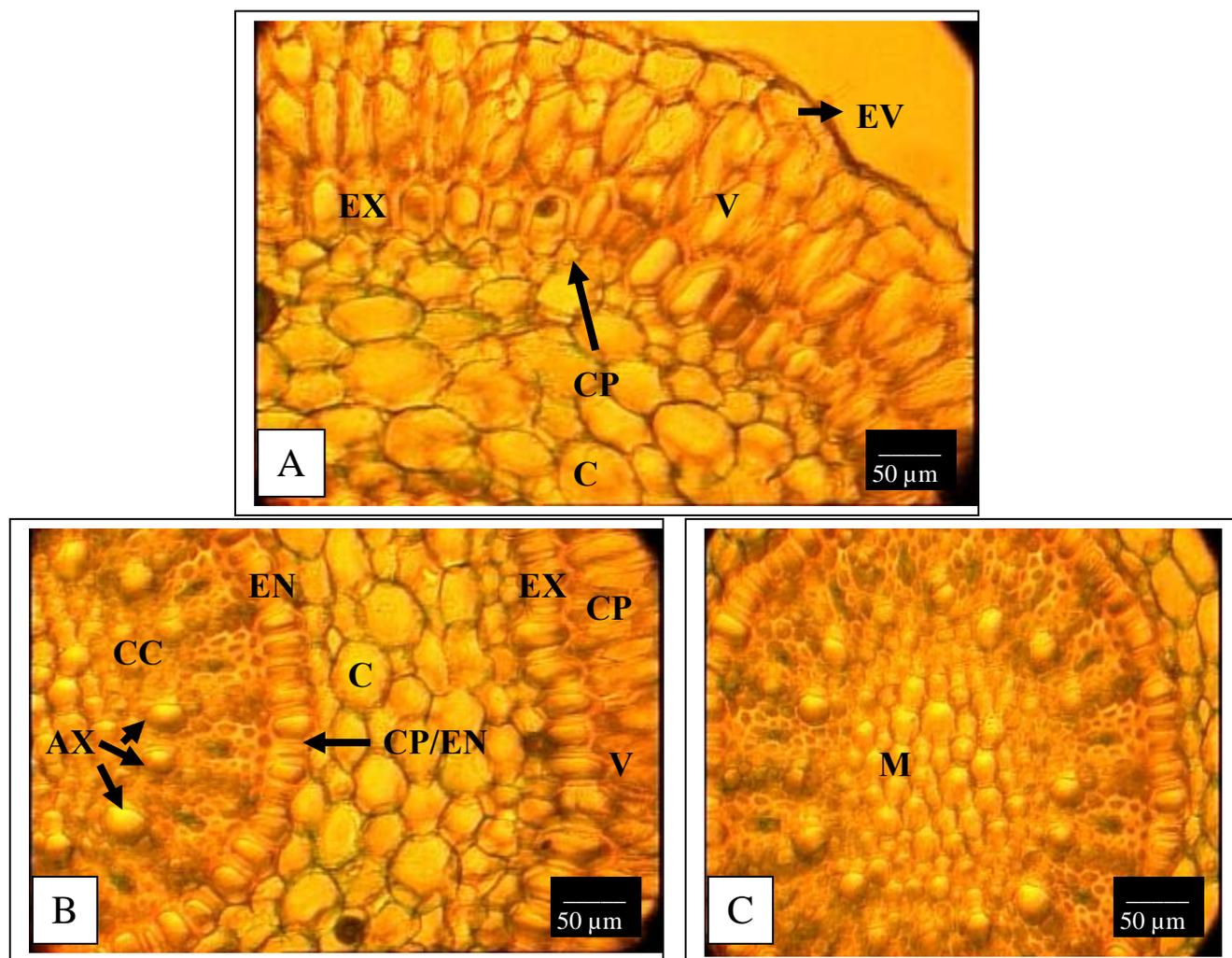


Figura 35 - Aspectos da raiz de *Epidendrum compressum*. A: Epivelame (EV), Velame (V), Exoderme (EX), Células de passagem exodermais (CP), CórTEX (C). B: Velame (V), Exoderme (EX), Célula de passagem endodermal (CP), CórTEX (C) Endoderme (EN), Arcos xilemáticos (AX), Cilindro central (CC), Medula (M). C: Medula (M).

10. *Epidendrum huebneri* Schltr.



Figura 36 - *Epidendrum huebneri* Schltr., em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2793 (INPA 49727).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epífita e secundariamente pseudoterrestre na Campina aberta e/ou sombreada, perene e sempre verde, heliófila a umbrófila. Planta multifoliada, folhas com as bainhas coriáceo-carnosadas, suberetas a arcuadas, persistentes, alternas, elípticas, alongadas, largas, cerca de 5-7 cm de comprimento por cerca de 2 cm de largura, raízes fasciculadas na base do caule, filiformes, com cerca de 15-20 cm comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células irregulares quanto ao formato e tamanho, com paredes retas, espessadas, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar e com cutículas de aspecto levemente rugoso, sendo a adaxial menos rugosa.

Na microscopia de varredura, as epidermes apresentam grúmulos, incrustações e vilosidades, sendo estas últimas mais acentuadas na epiderme abaxial. As cutículas são densas, pastosas e com aspecto reflector. Há presença de algas epífilas *Phycopeltis* sp. ou *Cephaleuros* sp., que podem ser confundidas com escamas bromelióides..

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células filiformes, aclorofiladas, com as da adaxial de tamanho maior. As duas epidermes possuem um reforço de suberina em sua parede periclinal externa, sendo as epidermes recobertas por uma espessa cutícula, que se apresenta ondulada na epiderme adaxial e ligeiramente lisa e mais espessa na abaxial, apresentando nas duas, ranhuras perpendiculares à epiderme. As epidermes apresentam pequenos espaços intercelulares pouco diferenciados que são preenchidos pela cutícula.

As folhas são hipoestomáticas (média de 28 estômatos por mm²). Os estômatos são paracíticos, com distribuição paralela à nervura central, esféricos e solitários. Localizam-se ao mesmo nível das células da epiderme, possuindo câmaras subestomáticas e supraestomáticas, mostram uma acentuada projeção cuticular que, observada em corte transversal, em primeiro plano, possui a forma de “garra” e formam pequenos poros de ar. Não se observou a presença de cloroplastos nas células-guardas e estas que possuem um acentuado espessamento celulósico.

Não foi notada a presença de tricomas.

- HIPODERME – Logo abaixo das epidermes, existe uma hipoderme esclerificada. As células das hipodermes possuem citoplasmas incolor, aclorofiladas, com pontuações nas suas paredes anticlinalis e um espessamento acentuado de lignina.

As hipodermes são anisodiamétricas e poliédricas irregulares. A hipoderme adaxial é composta de uma a duas camadas e a abaxial composta de duas a três camadas de células.

- **CLORÊNQUIMA** – Situado logo abaixo das hipodermes, é composto por doze camadas de células em média, sendo relativamente homogêneas, com células poliédricas, anisodiamétricas, com paredes finas e com células não paralelas as da epiderme.

As células não mostram uma distinção entre células paliçádicas e lacunosas, excetuando-se as células na região da nervura central, onde as células do mesofilo superior tendem a alongar suas paredes anticlinais e nota-se que as células do mesofilo inferior são mais isodiamétricas.

O mesofilo se constitui de um compacto clorênquima, com poucos espaços intercelulares do tipo meato e com células com barras de espessamento de lignina e espessamento secundário em várias células do mesofilo.

Os cloroplastos aparentam não possuir dimorfismos, estando agrupados ou não dentro do citoplasma e distribuídos de maneira uniforme por todo o clorênquima. Vacúolos-ráfides são comuns e dispersos pelo clorênquima, sendo que na margem da folha a presença deles é bastante constante.

- **CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO** – Os feixes fibrovasculares formam uma única camada mediana de pequenos e grandes feixes que se intercalam a partir de nervura central.

Os feixes fibrovasculares são do tipo I e III. O xilema é superior ao floema, sendo os dois separados por um fino cordão de fibras (tipo I) ou contíguos (tipo III). Tanto o floema quanto o xilema são circundados por células endodermóides, parênquima esclerificado e fibras e estas, nos pólos dos feixes se espessam intensamente formando capas, sendo que a capa do floema é mais desenvolvida que a do xilema. O xilema mostra vasos com reforço escalariforme predominando sobre o helicoidal.

Existem ninhos de fibras esclerenquimáticas por toda a folha. Estes ninhos são periféricos e estão inseridos nas hipodermes com suas células entrando em contato com as da epiderme e as do mesofilo. Os ninhos são constituídos, em média, de vinte células, estando separados uns dos outros por duas a três células hipodérmicas. As fibras periféricas dos feixes fibrovasculares e dos ninhos de fibras possuem grandes pontuações.

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 seis camadas em média de células vivas e maduras (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São anisodiamétricas, curtas, poligonais irregulares (a maioria é hexagonal, pentagonal ou tetragonal respectivamente) com paredes de fina a medianamente espessadas e são impregnadas com suberina 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.

Nas paredes anticlinais inferiores de várias células do velame mediano e inferior encontram-se tilossomos e na última camada de células do velame, fronteira à exoderme se encontram incrustados, nas paredes anticlinais internas e porções inferiores das anticlinais, tilossomos, que chegam algumas vezes a ocuparem metade do lúmen celular.

O epivelame é constituído por células isodiamétricas, de formato tabular e de tamanho igual ou menor que as camadas mais internas.

Hifas fúngicas estão presentes por todo velame de forma dispersa.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – unisseriada, com células anisodiamétricas, poligonais (hexagonais a pentagonais), curtas a longas, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes de mediana a fortemente espessadas e relativamente impregnadas de forma uniforme com lignina e suberina. As paredes periclinais externas são as mais espessadas e recebem um reforço adicional de suberina.

Nota-se a presença de células de passagem exodermas que são isodiamétricas, curtas, nucleadas, com denso material citoplasmático, paredes menos espessadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de três a cinco células normais da exoderme.

- Parênquima cortical - É constituído em média por dez 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 suavemente. As células diminuem de diâmetro nas extremidades do córtex, sendo que as da última camada da extremidade interna são as menores. Nas duas camadas posteriores a exoderme, a suberificação das paredes é presente em pequenos grupos de células (três a cinco) embora que de maneira mais suave que nas células exodermas. Distribuídas nas células da região mediana do córtex, ocorrem raras hifas e novelos de micorrizas, estes em maioria.

Como ocorrente no mesofilo foliar, várias células do parênquima cortical possuem reforço de fitas de lignina envolvendo-lhes as paredes.

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, hexagonais ou pentagonais, menores que as do córtex externo, de medianamente a fortemente espessadas, com pouco ou sem lúmen celular.

As paredes são fortemente espessadas por suberina e/ou celulose lignificada e os espessamentos tomam a forma da letra O. Os espessamentos permitem separar as células da endodermais em dois tipos.

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

- O segundo tipo (células de passagem) possui paredes mais finas, possuem núcleo aparente e ocorrem solitárias, em duplas ou tríades e são opostas a grupos de protoxilema. Apresentam estrias de Caspary não muito evidentes e não sofrem espessamentos adicionais.

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, pouco delimitado, alternando-se com grupos de xilema e floema primários sendo constituído de células parenquimáticas, medianas a fortemente esclerificadas 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 oito a dez 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, esclerificada e situada no centro do cilindro central. É composta por células isodiamétricas, parcialmente vacuolizadas, incolores, sem cloroplastos evidentes e raros espaços intercelulares do tipo meato. As paredes são espessadas por celulose e lignina e possuem pontuações simples.

Não foi evidenciado amiloplastos.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO pH – Houve fixação noturna CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração púrpura, indicando assim fixação noturna de CO₂. Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou-se alcalino, com o pH de 8,0.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $13_C/12_C \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou o valor de $17,1$ enquadrando-a na amplitude de valores de plantas CAM.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 30 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar *Epidendrum huebneri* Schltr., como sendo pertencente ao tipo de folha coriácea dura, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 67 % como indica a tabela 78.

Na tabela 31 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Epidendrum huebneri* Schltr., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 10 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Epidendrum huebneri* Schltr., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 32 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Epidendrum huebneri* Schltr., que podem ser

relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidocultura (características elencadas de Silva **et alii**, 2005).

As figuras 37, 38 e 39 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Epidendrum huebneri* Schltr.

Tabela 30 - Lista de características específicas encontradas em *Epidendrum huebneri* Schltr., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura, (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Folhas não plicadas
 2. Racham ou estalam quando dobradas
 3. Superfície áspera ou rugosa ao tato
 4. Cutícula espessa
 5. Células da epiderme adaxial maiores
 6. Espessamento cuticular mais acentuado na epiderme adaxial
 7. Células epidérmicas esclerificadas
 8. Sem tricomas
-

ESTÔMATOS

9. Câmaras subestomáticas
 10. Hipoestomáticos
-

OUTRAS

11. Hipoderme
 12. Células do mesofilo superior tendendo a alongadas
 13. Espessamento secundário em células do mesofilo
 14. Barras de espessamento de lignina em células do mesofilo
 15. Células esclerificadas no mesofilo
 16. Ninhos de fibras esclerenquimáticas em média de vinte fibras
 17. Ninhos de fibras esclerenquimáticas superficiais
-

Tabela 31 - Características anatômicas da raiz de *Epidendrum huebneri* Schltr., 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>Epidendrum huebneri</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	sim		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	não					
7. Parênquima cortical largo	sim	X		X		X
8. Células parenquimáticas corticais grandemente vacuoladas e incolores.	sim	X		X		X
9. Células do córtex com muitos cloroplastos	sim		X			
10. Células do córtex com muitos amiloplastos	não					
11. Fibras esclerenquimáticas, barras ou fitas de espessamento presentes.	sim	X			X	
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.		9	2	2	6	8

Tabela 32 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Epidendrum huebneri* Schltr., na produtividade para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	Epidendrum huebneri
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: 60%	

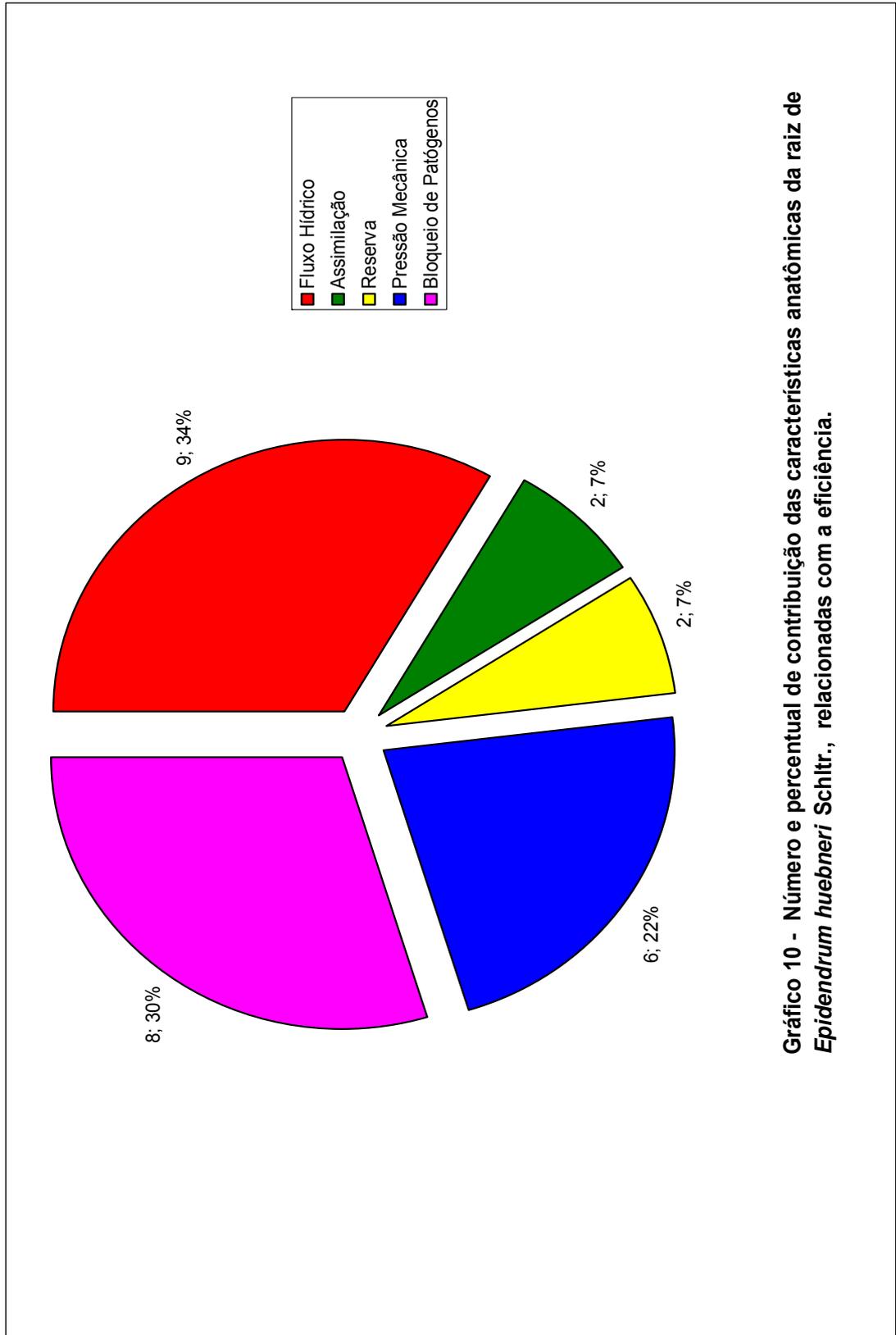


Gráfico 10 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Epidendrum huebneri* Schtr., relacionadas com a eficiência.

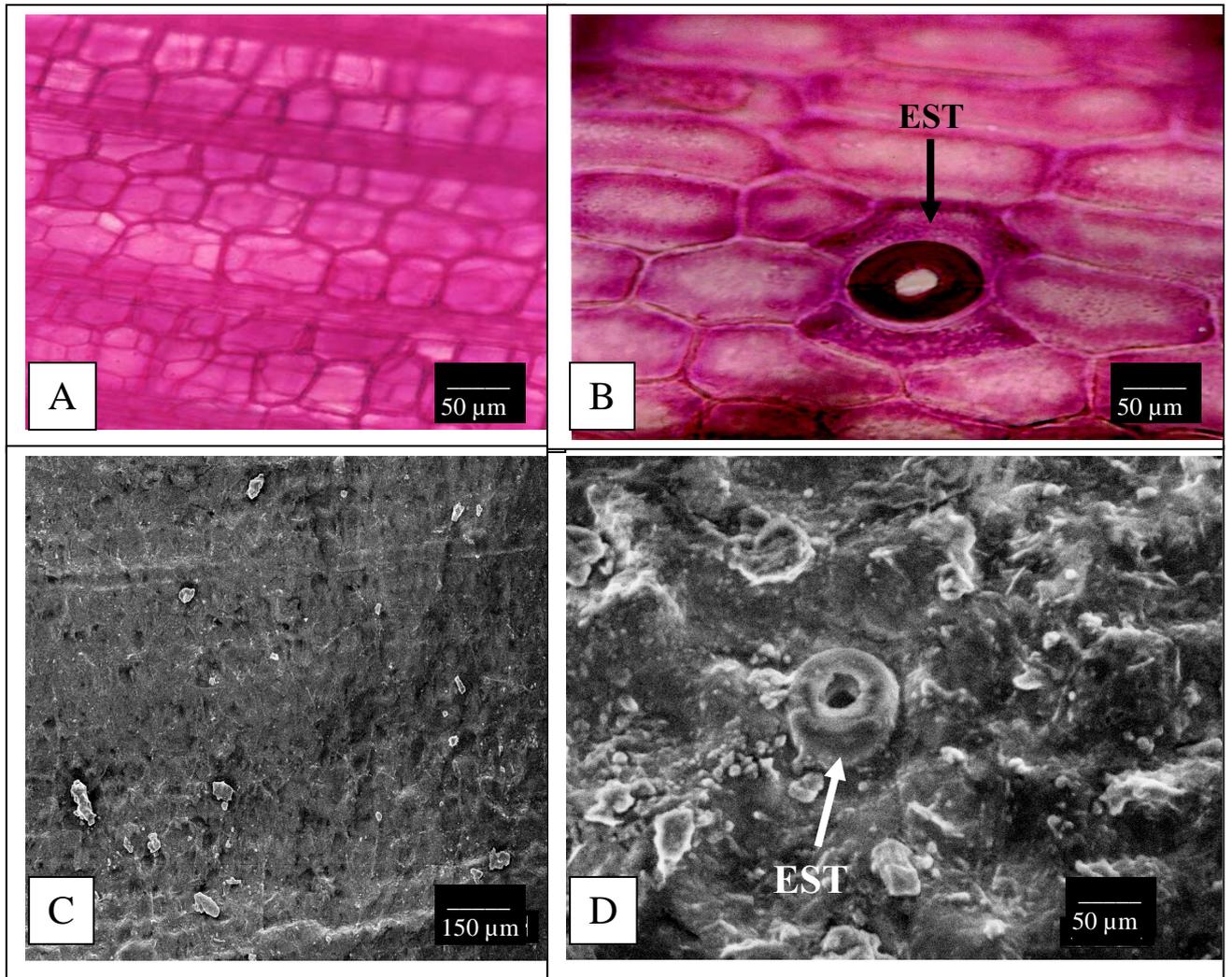


Figura 37 - Aspectos da folha de *Epidendrum huebneri*. A: Epiderme adaxial. B: Estômato paracítico (EST). C: Epiderme adaxial. D: Projeção cuticular do estômato (EST).

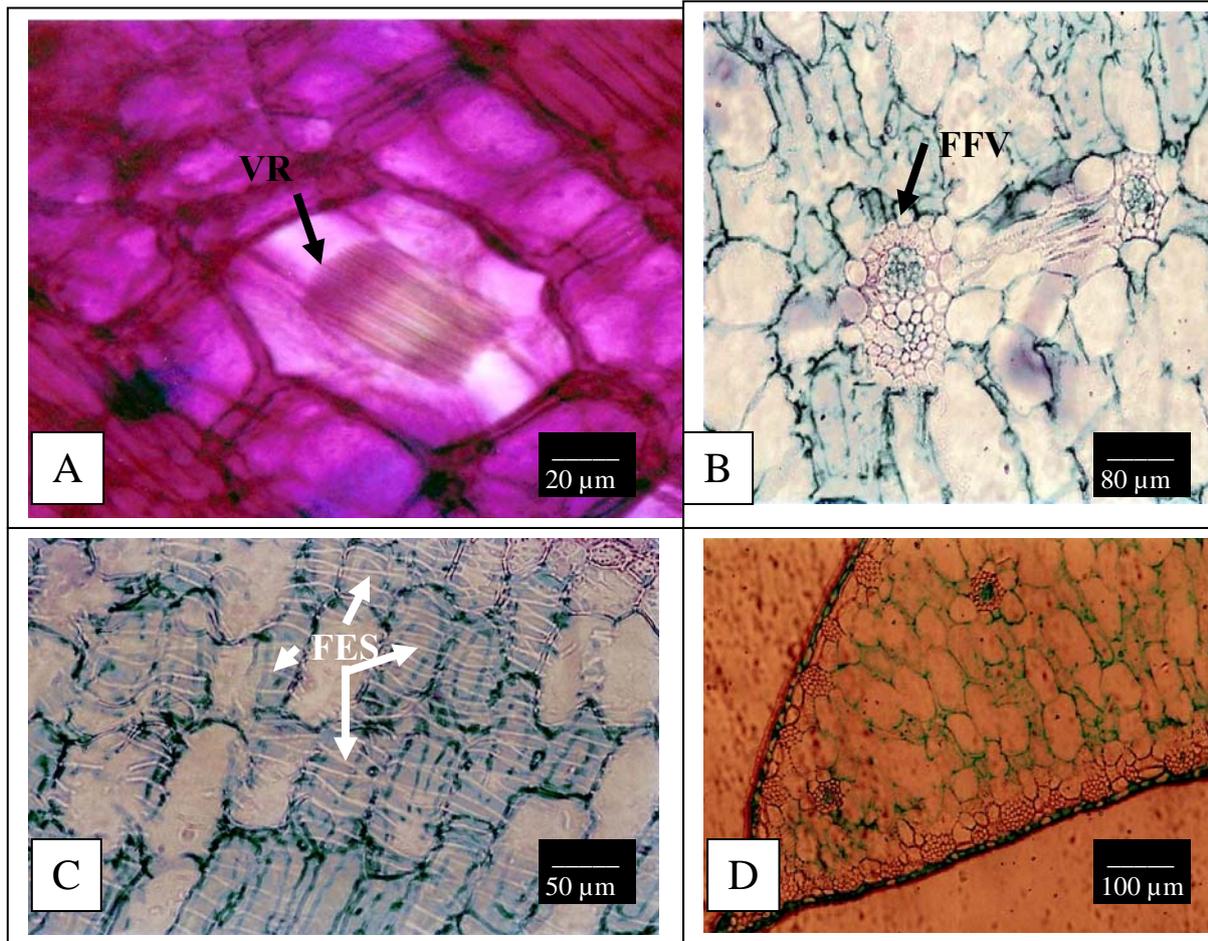


Figura 38 - Aspectos da folha de *Epidendrum huebneri*. A: Vacúolo-ráfide na epiderme adaxial (VR). B: Feixe fibrovascular do tipo I (FFV) C: fitas parietais de espessamento (FES). D: Mesofilo.

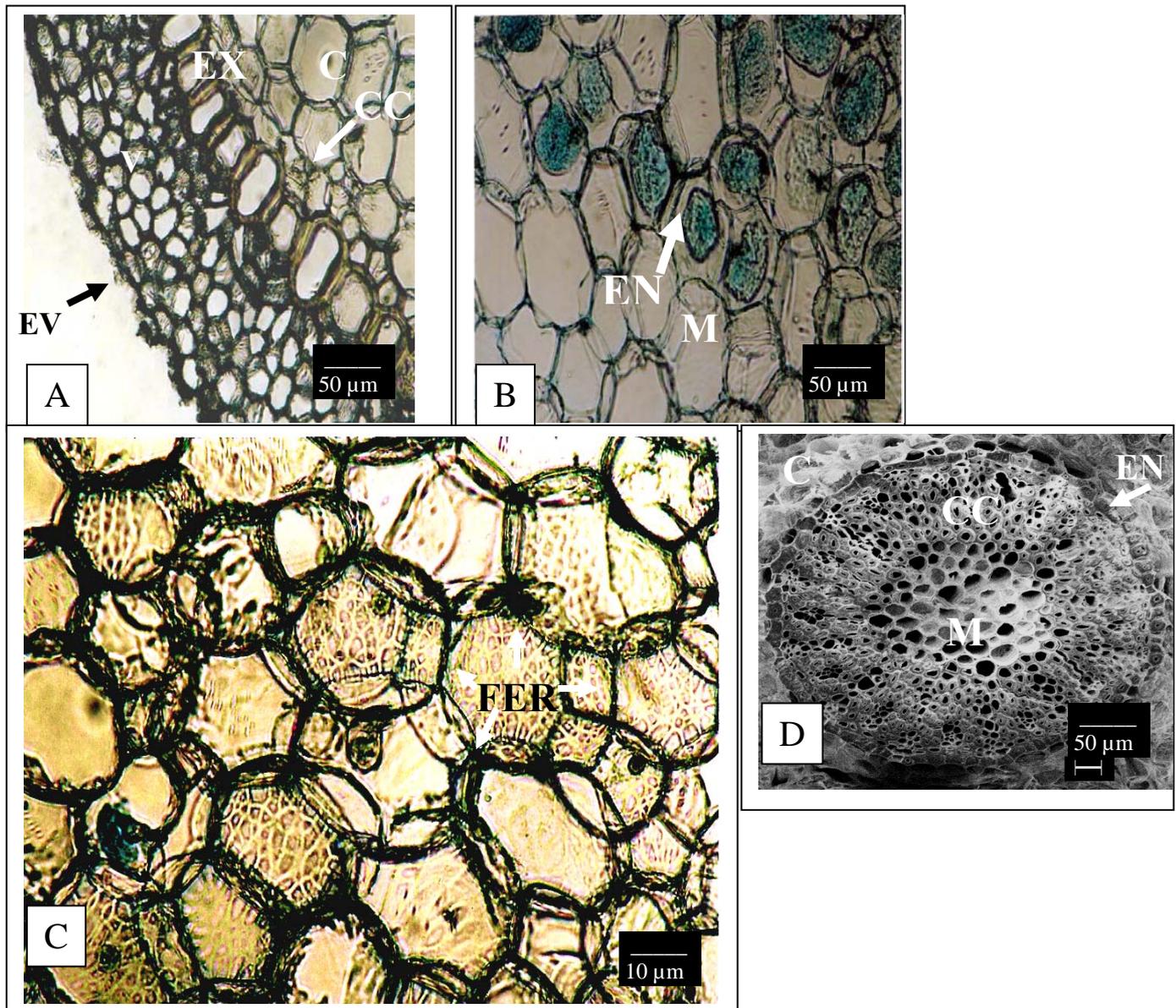


Figura 39 - Aspectos da raiz de *Epidendrum huebneri*. A: Epivelame (EP), Velame (V), Exoderme (EX), Célula de passagem exodermal (CP), Córtex (C). B: Endomicorrizas. C: Células corticais com fitas de espessamento reticuladas (FER). D: Córtex (C), Endoderme (EN), Cilindro Central (CC), Medula (M).

11. *Epidendrum nocturnum* Jacq.



Figura 40 - *Epidendrum nocturnum* Jacq., em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2804 (INPA 49737).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epífita a secundariamente terrestre, ocasional na Campina aberta e na Campina sombreada, perene e sempre verde, umbrófila a semi-umbrófila. Planta multifoliada, folhas articuladas com as bainhas alternas, coriáceas carnosas, persistentes, oblongas com o ápice emergindo, suberetas a arcuadas, alongadas, estreitas, cerca de 4-14 cm de comprimento, cerca de 2-5 cm de largura, raízes subfasciculadas, filiformes, com cerca de 10-50 cm comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células irregulares quanto ao formato e tamanho, com paredes retas, pouco espessadas, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar, apresentando conspícuas e numerosas pontuações na parede periclinal externa e com as cutículas de leve a medianamente granuladas.

Na microscopia de varredura, nota-se que a cutícula é ornamentada por pequenas espículas e vilosidades sendo as primeiras mais numerosas na epiderme abaxial e as últimas, na epiderme adaxial. As epidermes apresentam aspecto pastoso, denso e reflector.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células tabulares, aclorofiladas, sendo que as células da epiderme adaxial são maiores e suas paredes periclinais externas possuem um esforço celulósico um pouco mais acentuado do que as da abaxial.

As epidermes estão recobertas por uma cutícula não muito espessa, sendo que a da epiderme adaxial é mais grossa, mas ambas apresentam ligeiras ondulações e ranhuras perpendiculares à epiderme. As epidermes apresentam espaços intercelulares pouco diferenciados, onde a cutícula penetra até $\frac{1}{4}$ da parede anticlinal da célula.

As células de ambas as epidermes da margem da folha sofrem um espessamento secundário acentuado, principalmente nas paredes periclinais sendo que na região da nervura central, elas sofrem um forte espessamento secundário nas anticlinalis e periclinalis externas.

As folhas são hipoestomáticas (média de 28 estômatos por mm^2), com estômatos paracíticos, esféricos, situados ao nível de epiderme, não agrupados, distribuídos heterogeneamente pelo limbo. Os estômatos possuem câmaras subestomáticas e pequenas supraestomáticas e, essas últimas, possuem uma projeção cuticular que, observada em corte transversal e em primeiro plano, possui a forma de “garra” que forma um pequeno poro de ar.

Tricomas em número reduzido (média de 1 tricoma por mm^2) ocorrem desde a base até o ápice da folha, na epiderme adaxial. São solitários, pluricelulares, com a base formada de duas a três células com paredes fortemente espessadas e com

citoplasma mucilaginoso. São caliciformes e não apresentam características excretoras estando imersos na epiderme.

- **HIPODERME** – Logo abaixo da epiderme superior existe uma hipoderme constituída de uma a três camadas de células anisodiamétricas e poliédricas, paredes finas, incolores e de tamanho maior que as células do mesofilo em sua maioria. Algumas possuem dispersas e raras cloroplastos e apresentam um leve reforço secundário em suas paredes e mostram freqüentes vacúolos com oxalatos de cálcio em forma de ráfides.

- **CLORÊNQUIMA** – Situado logo abaixo da hipoderme adaxial. São compostas em média, por vinte camadas de células, sendo homogêneo, com células poliédricas de tamanho irregular e com paredes finas, tendo algumas um leve espessamento secundário. As células são em sua grande maioria paralela com as da epiderme, principalmente as do mesofilo mediano e inferior que possuem as paredes periclinais duas vezes maiores que as anticlinais, dando-lhes uma configuração retangular quando vistas transversalmente.

O mesofilo apresenta poucos espaços intercelulares, estes formando diminutos meatos e na região inferior, as células mais próximas da epiderme abaxial apresentam pequenas articulações, que conferem a esta região um maior número de espaços intercelulares, mas de maneira geral, o clorênquima é compacto. Não ocorre uma clara distinção entre células paliçádicas e lacunosas, sendo que na região da nervura principal as células tornam-se alongadas em relação ao seu eixo anticlinal.

Nota-se que a presença de vacúolos-ráfides com cristais de oxalato de cálcio espalhados pelo mesofilo e na margem da folha pode-se encontrá-los com constância.

Os cloroplastos aparentam não possuir dimorfismos, estando agrupados ou não dentro do citoplasma e distribuídos por todo o clorênquima, sendo sua maior concentração na região mediana e inferior do mesofilo.

- **CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO** – Os feixes fibrovasculares constituem duas camadas paralelas situadas acima da nervura principal e a partir dela. A camada mais inferior localiza-se três células acima da nervura principal e é constituída de grandes feixes. Duas células acima da camada inferior encontram-se a camada superior, que é constituída de feixes fibrovasculares de menor diâmetro. Os

elementos das duas camadas de feixes intercalam-se em relação ao eixo transversal da folha.

Os feixes fibrovasculares são do tipo III e IV e apresentam o xilema superior ao floema, sendo um contíguo ao outro no tipo III e separados por um cordão de fibras esclerificadas no tipo IV.

Os feixes estão circundados de células endodermóides, parênquima e fibras esclerificadas, que nos pólos se espessam fortemente formando capas, sendo a do floema maior que a do xilema.

O xilema apresenta vasos com reforço escalariforme em predominância ao reforço helicoidal.

Os ninhos de fibras esclerenquimáticas estão situados em dois estratos, sendo um superior e o outro inferior. O estrato superior localiza-se a três camadas da epiderme adaxial e o inferior, de três a cinco células acima da epiderme abaxial. Ambos os estratos possuem ninhos formados de quinze a vinte fibras, intercaladas por outros ninhos formados de quinze a vinte fibras e permeadas por outros ninhos menores.

As fibras periféricas, tanto dos feixes fibrovasculares com as dos ninhos de fibras, possuem grandes pontuações que estão presentes em abundância.

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 três a quatro camadas em média de células vivas e maduras (com conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São anisodiamétricas, curtas a longas, poligonais irregulares (a maioria é pentagonal ou hexagonal) com paredes de fina a medianamente espessadas e 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.

Não foi observado tilossomos nas células do velame.

O epivelame é constituído por células anisodiamétricas de tamanho igual ou maior que as camadas mais internas. São tetragonais curtas a longas ou ovaladas.

As paredes periclinais externas são de mediamente a fortemente espessadas e possuem alguns focos de infecção de micorrizas.

Não foram observadas hifas fúngicas por todo velame.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – unisseriada, com células isodiamétricas, hexagonais, longas, 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 delgadas, o que conferem ao espessamento da célula exodermal o aspecto da letra U.

Nota-se a presença de células de passagem exodermis que são isodiamétricas, menores, nucleadas, com denso material citoplasmático, paredes menos espessadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de três a sete células normais da exoderme.

No velame, nas duas camadas anteriores à exoderme, existe uma contínua suberificação e lignificação das paredes embora que de maneira mais suave que nas células exodermis, o que não chega a caracterizar uma exoderme estratificada.

- Parênquima cortical - É constituído em média por doze 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. As células diminuem de diâmetro nas extremidades do córtex, sendo que as da última camada da extremidade interna são os menores. Nos espaços intercelulares em algumas regiões do córtex, ocorrem pequenas infecções de endomicorrizas.

Não foram vistas células do parênquima cortical com reforço de fitas ou barras de lignina envolvendo-lhes as paredes assim como, 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, tetragonais ou pentagonais, alongadas, mas menores que as do parênquima cortical, de leve a medianamente espessadas, incolores, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático.

Os espessamentos das paredes por não receberem reforços nos ângulos celulares não tomam a forma das letras O e nem U e sim, acompanham o formato tetragonal ou pentagonal da célula. O espessamento permite separar as células da endodermais em dois tipos:

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

- O segundo tipo (células de passagem) possui paredes mais finas, possuem núcleo e citoplasma aparente e ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema. Apresentam estrias de Caspary não muito evidentes e não sofrem espessamentos adicionais.

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, sendo constituído de células parenquimáticas, de fina a medianamente esclerificadas 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 quatorze a quinze dez 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, sem esclerificação e situada no centro do cilindro central. É composta por células isodiamétricas, de tamanho irregular, com espaços intercelulares do tipo meato, grandemente vacuolizadas, incolores e com poucos cloroplastos.

Pequenas quantidades de amiloplastos foram evidenciadas.

Medidas fisiológicas

- Teste colorimétrico de kauko e valor médio da medição do pH – Não houve fixação noturna de CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração amarela - vivo indicando respiração celular sem fixação de CO₂ noturno. Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou ácido, com o pH médio de 6,0.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $13C/12C \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou o valor de -25,2 enquadrando-a na amplitude dos valores das plantas C₃.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 33 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Epidendrum nocturnum* Jacq., como sendo pertencentes ao grupo de folhas coriáceas duras, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 62 % como indica a tabela 78.

No gráfico 11 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Epidendrum nocturnum* Jacq., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 34 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Epidendrum nocturnum* Jacq., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

Na tabela 35 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Epidendrum nocturnum* Jacq., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005)

As figuras 41, 42 e 43 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Epidendrum nocturnum* Jacq.

Tabela 33 - Lista de características específicas encontradas em *Epidendrum nocturnum* Jacq., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura, (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Folhas não plicadas
 2. Racham ou estalam quando dobradas
 3. Superfície áspera ou rugosa ao tato
 4. Cutícula espessa
 5. Células da epiderme adaxial maiores
 6. Espessamento cuticular mais acentuado na epiderme adaxial
-

ESTÔMATOS

7. Hipoestomáticos
 8. Câmaras subestomáticas
-

OUTRAS

9. Hipoderme
 10. Células do mesofilo superior tendendo a alongadas
 11. Espessamento secundário em células do mesofilo
 12. Ninhos de fibras esclerenquimáticas em média de vinte fibras
 13. Ninhos de fibras esclerenquimáticas tendendo a superficiais
-

Tabela 34 - Características anatômicas da raiz de *Epidendrum nocturnum* Jacq., 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>Epidendrum nocturnum</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	sim		X			
3. Velame com cinco ou mais camadas	não					
4. Tilossomos presentes	não					
5. Células exodermis fortemente espessadas	sim	X			X	X
6. Parênquima cortical estreito	não					
7. Parênquima cortical largo	sim	X		X		X
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	não			X		
15. Células medulares com paredes finas, com vacúolos grandes e incolores.	sim			X		
16. Células medulares com cloroplastos	sim		X			
17. Células medulares com amiloplastos	sim					
18. Pelos radiculares presentes	não					
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		5	2	4	3	6

Tabela 35 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Epidendrum nocturnum* Jacq., na produtividade da planta para a orquidocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Epidendrum nocturnum</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: 55%	

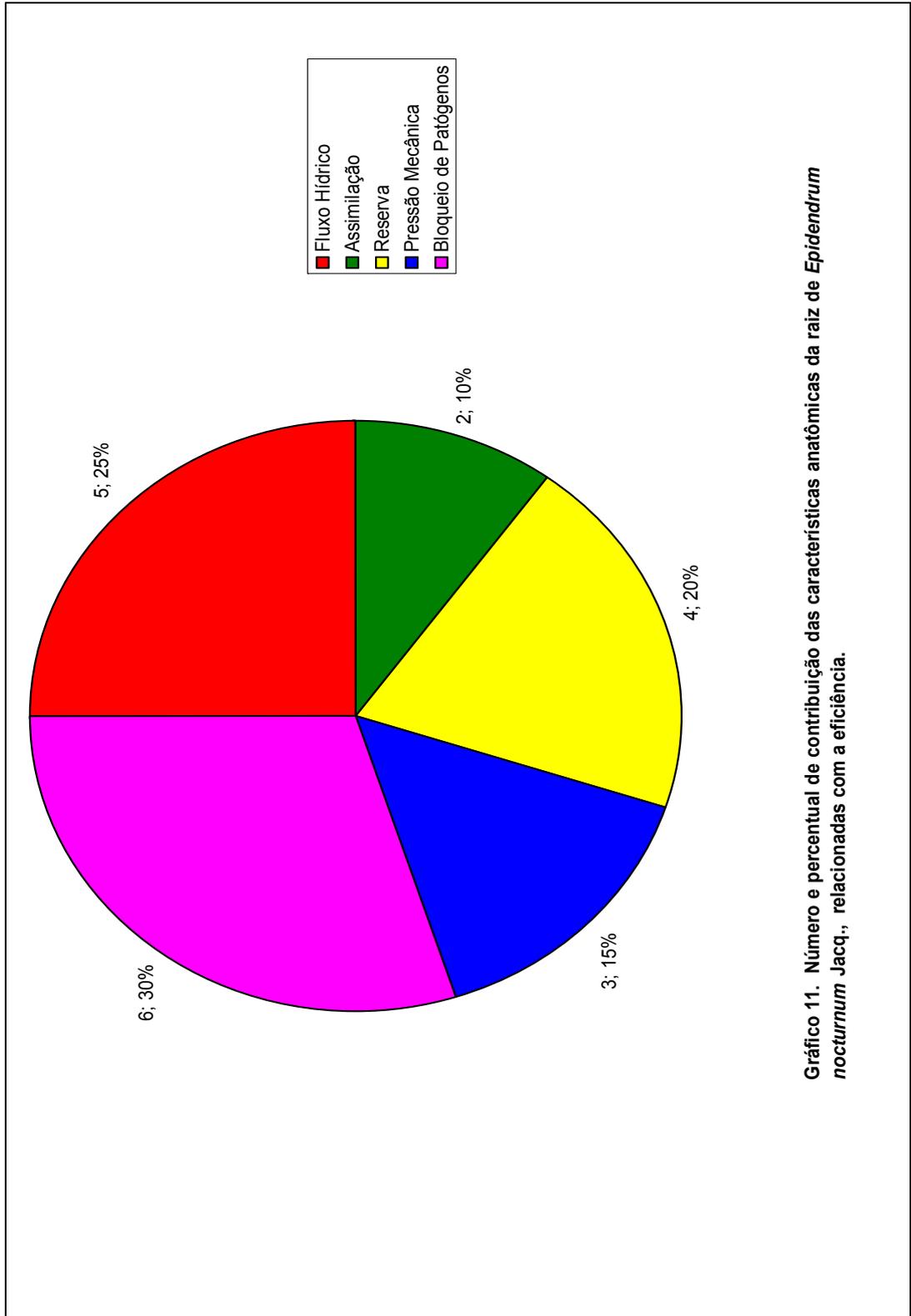


Gráfico 11. Número e percentual de contribuição das características anatómicas da raiz de *Epidendrum nocturnum* Jacq., relacionadas com a eficiência.

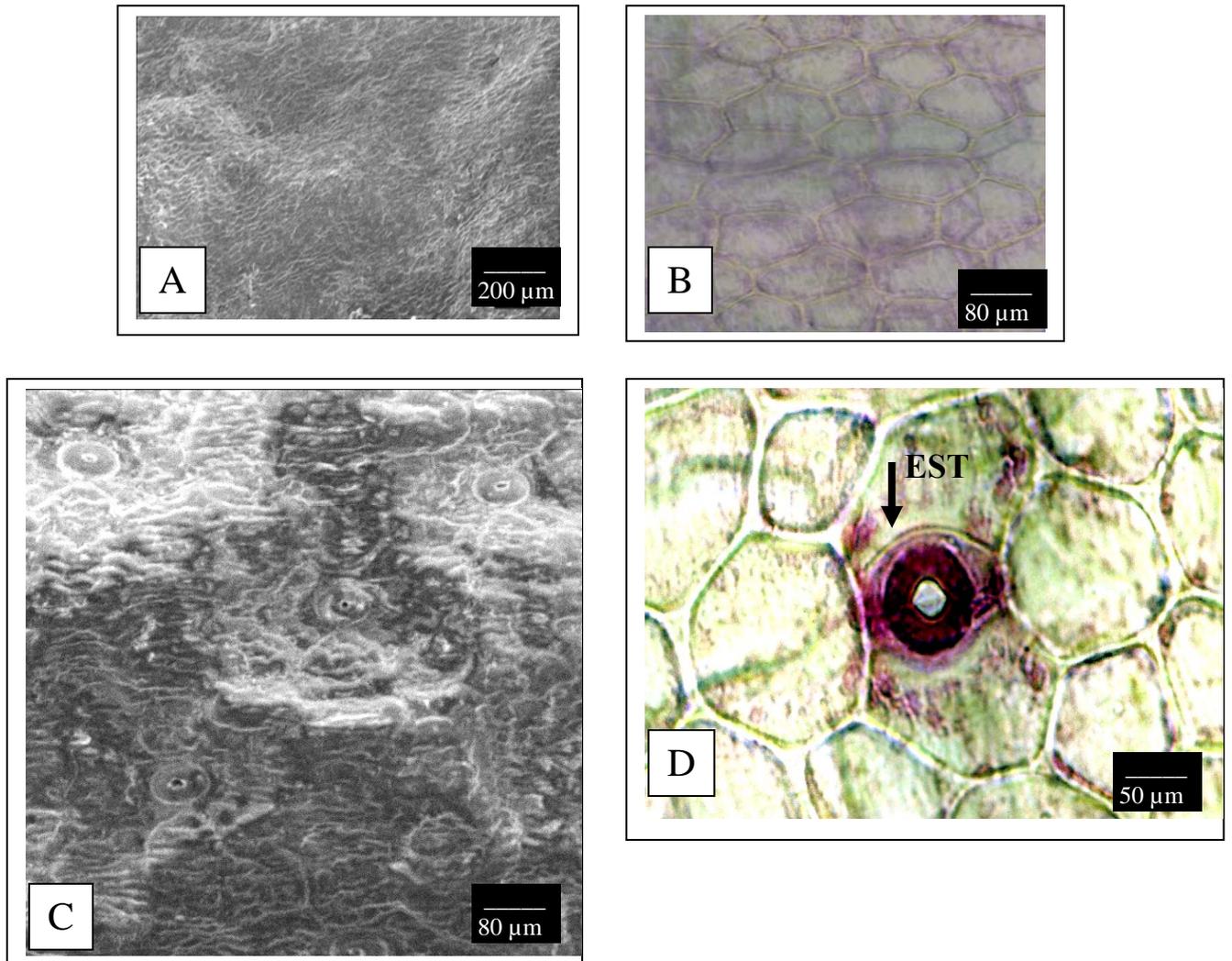


Figura 41 - Aspectos das epidermes foliares de *Epidendrum nocturnum*. A e B: Epiderme adaxial. C e D: Epiderme abaxial com estômatos paracíticos (EST).

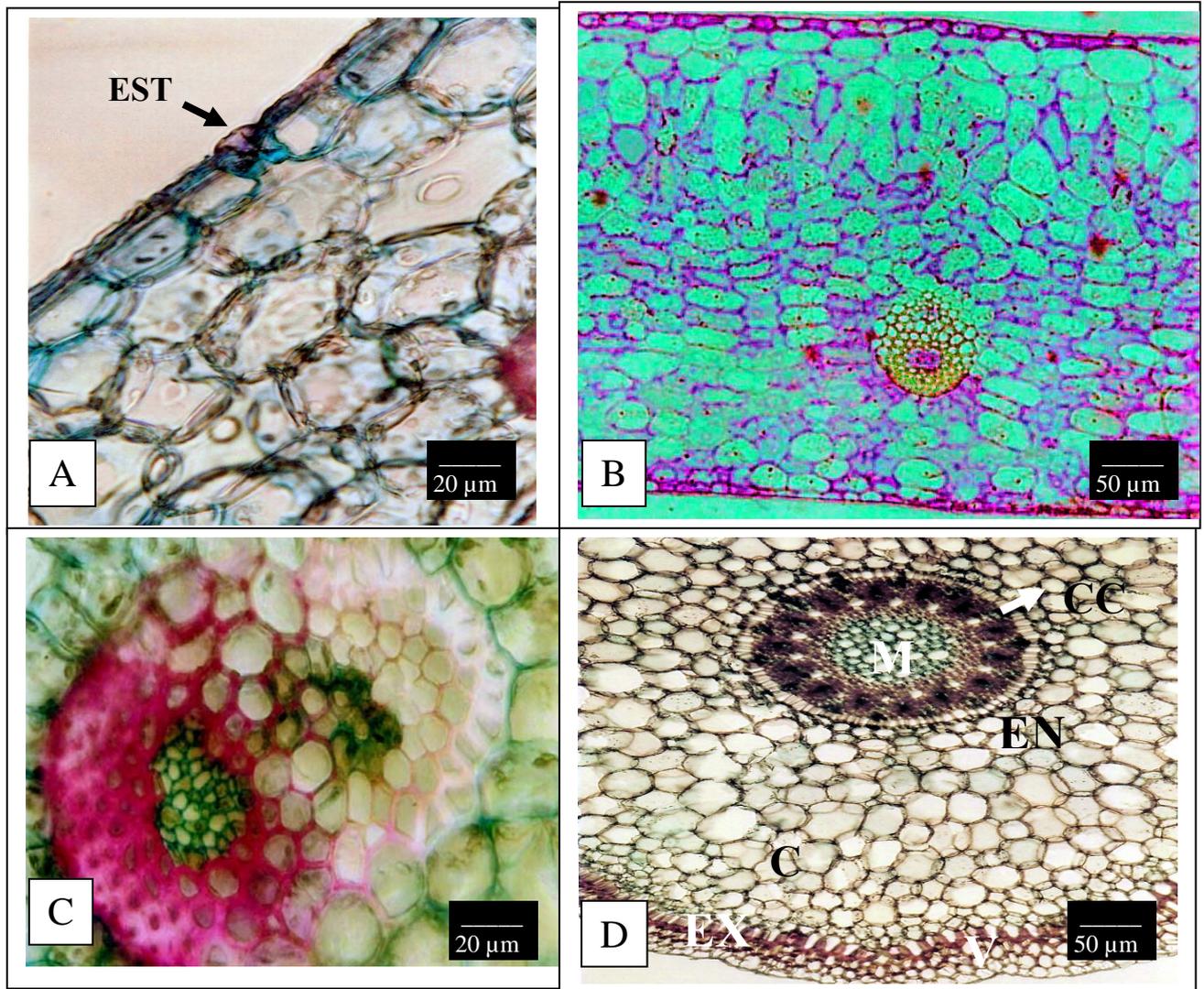


Figura 42 - Aspectos da folha e da raiz de *Epidendrum nocturnum*. A: Mesofilo inferior, Estômato (EST). B: Mesofilo. C: Feixe fibrovascular do tipo I. D: Velame (V), Exoderme (EX), Córtex (C), Endoderme (EN), Cilindro central (CC), Medula (M).

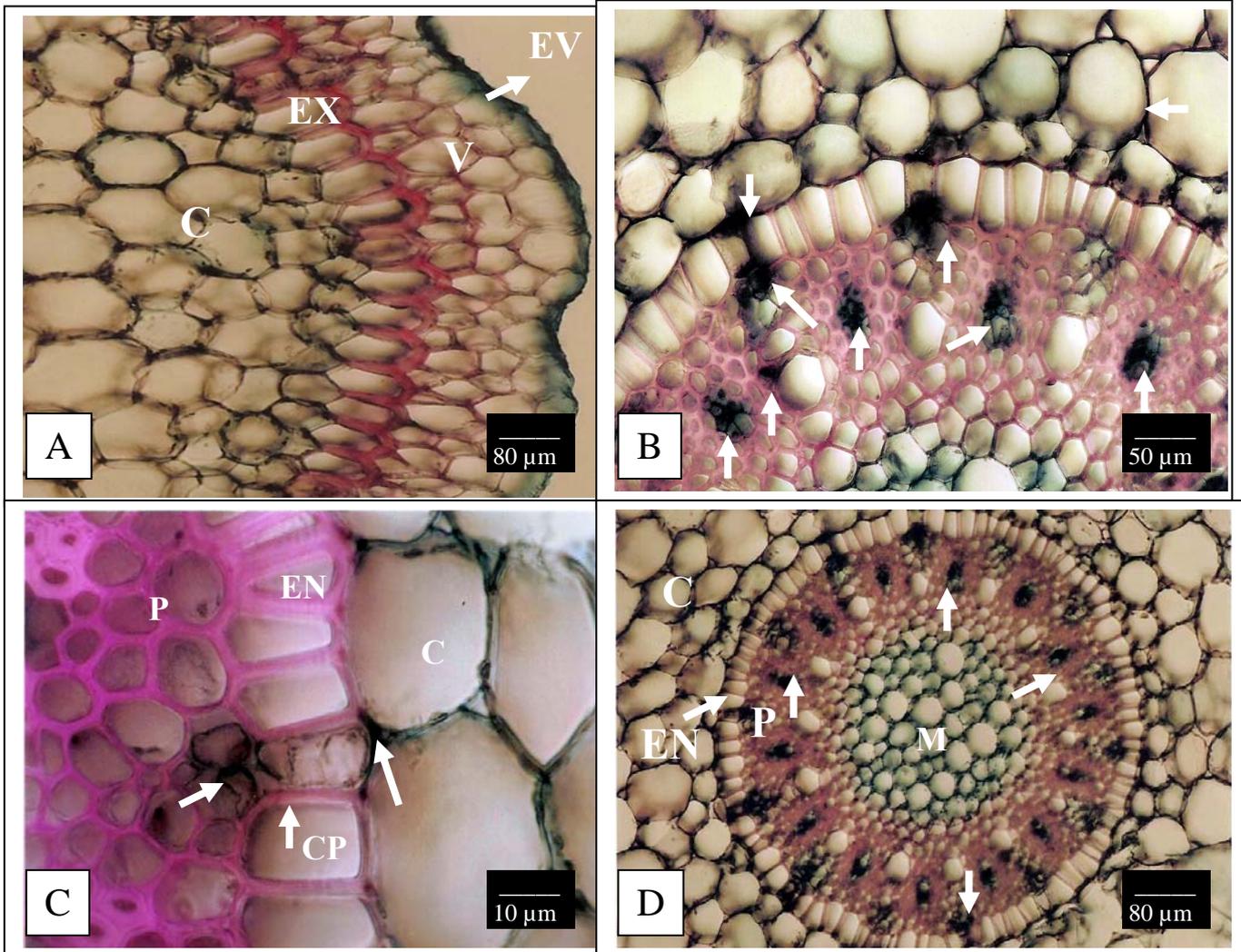


Figura 43 - Aspectos da raiz de *Epidendrum nocturnum*. A: Epivelame (EV), Velame (V), Exoderme (EX), Córte (C). B, C e D: Pequenos focos de fungos endofíticos. Córte (C), Endoderme (EN), Célula de passagem endodermal (CP), Periciclo (P), Medula (M).

12. *Epidendrum sculptum* Rchb. f.



Figura 44 - *Epidendrum sculptum* Rchb. f. em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S.Braga 2914 (INPA 49755).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epífita, na Campina aberta e na Campina sombreada, perene e sempre verde, umbrófila a semi-umbrófila. Planta perene, sempre verde, multifoliada, folhas rígidas articuladas com as bainhas, dísticas ao longo do caule, coriáceas carnosas, persistentes, oblongas, suberetas a arcuadas, alongadas, estreitas, cerca de 4 cm de comprimento e 1,5 cm de largura. Raízes fasciculadas, filiformes, com cerca de 10-20 cm comprimento, com velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

Epiderme – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células poliédricas, anisodiamétricas, predominantemente tetragonais, pentagonais ou hexagonais, com paredes retas, medianamente espessadas, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar, com a cutícula adaxial suavemente granulosa e abaxial um pouco mais granulosa e com pequenas cristas nas paredes anticlinais. Não foram visualizadas pontuações nas paredes.

Na microscopia de varredura, as epidermes mostram as suas superfícies densas, pastosas e reflectoras. Apresentam poucos ornamentos que são constituídas por pequenos grânulos, cristas e vilosidades localizadas em depressões e sulcos. As hifas fúngicas, epífilas e grãos de pólen são numerosos e bem evidenciados nas epidermes.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células anisodiamétricas, predominantemente tabulares tetragonais e pentagonais, aclorofiladas, sendo que as células da adaxial são maiores.

As epidermes estão recobertas por uma cutícula espessa, ligeiramente lisa, suberinizada, com ranhuras perpendiculares à epiderme, com as paredes periclinais externas retas e recebendo um reforço celulósico e em algumas, lignina, que as tornam escleróticas. As epidermes possuem espaços intercelulares bem diferenciados que se localizam até a um $\frac{1}{4}$ da porção superior da parede periclinal da célula, sendo os mesmos preenchidos pela cutícula..

As folhas são hipoestomáticas (média de 60 estômatos por mm^2) e os estômatos são paracíticos, com distribuição paralela à nervura central, esféricos e solitários. Localiza-se ao mesmo nível das células da epiderme, possuindo câmaras subestomáticas e supraestomáticas, mostrando uma acentuada projeção cuticular que, observada em corte transversal, em primeiro plano, possui a forma de “garra” e formam pequenos poros de ar. Cloroplastos estão presentes nas células-guardas e estas últimas são bem menores que as normais da epiderme.

Tricomas ocorrem desde a base até o ápice da folha, com uma média de 3 tricomas por mm^2 na epiderme adaxial e de 2 tricomas por mm^2 na epiderme abaxial. Os tricomas são solitários, pluricelulares, com a base formada de duas a três células com paredes fortemente espessadas e com citoplasma mucilaginoso. São claviformes e não apresentam características excretoras estando imersos na epiderme.

- **HIPODERME** – Logo abaixo das epidermes, existe uma hipoderme contínua. As células das hipodermes são anisodiamétricas, poliédricas, com paredes curvas e/ou retas, de leve a medianamente espessadas por suberina e lignina, com citoplasmas incolores e com pouco conteúdo e aclorofiladas.

A hipoderme adaxial é composta de duas camadas de células, sendo a primeira camada de células menores que a subsequente. A hipoderme abaxial é composta de uma única camada.

- **CLORÊNQUIMA** – Situado logo abaixo das hipodermes. Relativamente homogêneo é formado, em média, de treze camadas de células poliédricas, anisodiamétricas, não paralelas com as da epiderme e com as paredes finas.

As células não mostram uma distinção entre células paliçádicas e lacunosas, excetuando-se as células na região da nervura central, onde as células do mesofilo superior tendem a alongar suas paredes anticlinais e nota-se que as células do mesofilo inferior são mais isodiamétricas.

O mesofilo constitui-se de um compacto clorênquima, com poucos espaços intercelulares do tipo meato e com células com fitas de espessamento de lignina e suave espessamento secundário em várias células do mesofilo.

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 são do tipo III e formam uma única camada mediana de pequenos e grandes feixes que se intercalam a partir de nervura central.

O xilema é superior ao floema, sendo os dois contíguos. Tanto o floema quanto o xilema são circundados por células endodermóides, parênquima esclerificado e fibras, que nos pólos dos feixes se espessam intensamente formando capas, sendo que a capa do floema é mais desenvolvida que a do xilema. O xilema mostra vasos com reforço escalariforme predominando sobre o helicoidal.

As fibras periféricas dos feixes fibrovasculares e dos ninhos de fibras possuem grandes pontuações que projetam uma pequena porção de seu citoplasma para o interior da célula vizinha.

Ninhos de fibras esclerenquimáticas não estão presentes no limbo foliar.

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 duas a três camadas em média de células vivas e maduras (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São isodiamétricas, curtas, poligonais irregulares (a maioria é hexagonal, pentagonal ou tetragonal respectivamente) com paredes de fina a medianamente espessadas e são impregnadas com suberina 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.

Nas paredes anticlinais inferiores de várias células do velame mediano e inferior encontram-se tilossomos.

O epivelame é constituído por células de formato tabular e de tamanho igual ou menor que as camadas mais internas.

Hifas fúngicas exofíticas e endofíticas estão presentes por todo velame de forma profusa.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – unisseriada, com células anisodiamétricas, poligonais (hexagonais a pentagonais), curtas a longas, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes de mediana a fortemente espessadas e relativamente impregnadas de forma uniforme com lignina e suberina. As paredes pericliniais externas são as mais espessadas e recebem um reforço adicional de suberina.

Nota-se a presença de células de passagem exodermis que são isodiamétricas, curtas, nucleadas, com denso material citoplasmático, paredes menos espessadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de três a cinco células normais da exoderme.

- Parênquima cortical - É constituído em média por cinco camadas de células anisodiamétricas, 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 visualizados vacúolos-ráfidés, hifas, novelos de micorrizas ou 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, hexagonais ou pentagonais, menores que as do córtex externo, de medianamente a fortemente espessadas, com pouco ou sem lúmen celular.

As paredes são fortemente espessadas por suberina e/ou celulose lignificada e os espessamentos acompanham o formato das paredes celulares. O espessamento permite separar as células da endodermais em dois tipos:

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

- O segundo tipo (células de passagem) possui paredes mais finas, possuem núcleo aparente e ocorrem solitárias e são opostas a grupos de protoxilema. Não apresentam estrias de Caspary evidentes e não sofrem espessamentos adicionais.

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, pouco delimitado, alternando-se com grupos de xilema e floema primários. É constituído de células parenquimáticas, de medianamente esclerificadas 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 oito a dez arcos de xilema em média direcionados ao periciclo) e alternado com os cordões de floema e separados deste por numerosas fibras substitutas medianamente 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, suavemente esclerificada e situada no centro do cilindro central. É composta por células isodiamétricas, vacuolizadas, incolores, sem cloroplastos ou amiloplastos evidentes e raros espaços intercelulares do tipo meato. As paredes são espessadas por celulose e lignina e possuem pontuações simples.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO pH – Houve fixação noturna CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração púrpura, indicando assim fixação noturna de CO₂. Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou-se alcalino, com o pH de 8,0.

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

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 36 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Epidendrum sculptum* Rchb. f., como sendo pertencentes ao grupo de folhas coriácea carnosa, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 60 % como indica a tabela 78.

Na tabela 37 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Epidendrum sculptum* Rchb. f., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 12 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Epidendrum sculptum* Rchb. f., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 38 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Epidendrum sculptum* Rchb. f., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 45, 46 e 47 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Epidendrum sculptum* Rchb. f.

Tabela 36 - Lista de características específicas encontradas em *Epidendrum sculptum* Rchb. f., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Folhas não plicadas
 2. Racham ou estalam quando dobradas
 3. Superfície áspera ou rugosa ao tato
 4. Cutícula espessa
 5. Células da epiderme adaxial maiores
 6. Espessamento cuticular mais acentuado na epiderme adaxial
 7. Células epidérmicas esclerificadas
 8. Folha mais mole que a coriácea dura
-

ESTÔMATOS

9. Câmaras subestomáticas
 10. Hipoestomáticos
-

OUTRAS

11. Hipoderme
 12. Células do mesofilo superior tendendo a alongadas
 13. Espessamento secundário em células do mesofilo
 14. Barras de espessamento de lignina em células do mesofilo
-

Tabela 37 - Características anatômicas da raiz de *Epidendrum sculptum* Rchb. f., 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>Epidendrum sculptum</i> .	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofticas.	sim	X				X
2. Endomicorrizas presentes	não					X
3. Velame com cinco ou mais camadas	não					
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	X		X		X
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	não			X		
15. Células medulares com paredes finas, com vacúolos grandes e incolores.	sim			X		
16. Células medulares com cloroplastos	não		X			
17. Células medulares com amiloplastos	não			X		
18. Pelos radiculares presentes	não					
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		8	1	5	3	7

Tabela 38 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f., na produtividade da planta para a orquidocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Epidendrum strobiliferum</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: 75%	

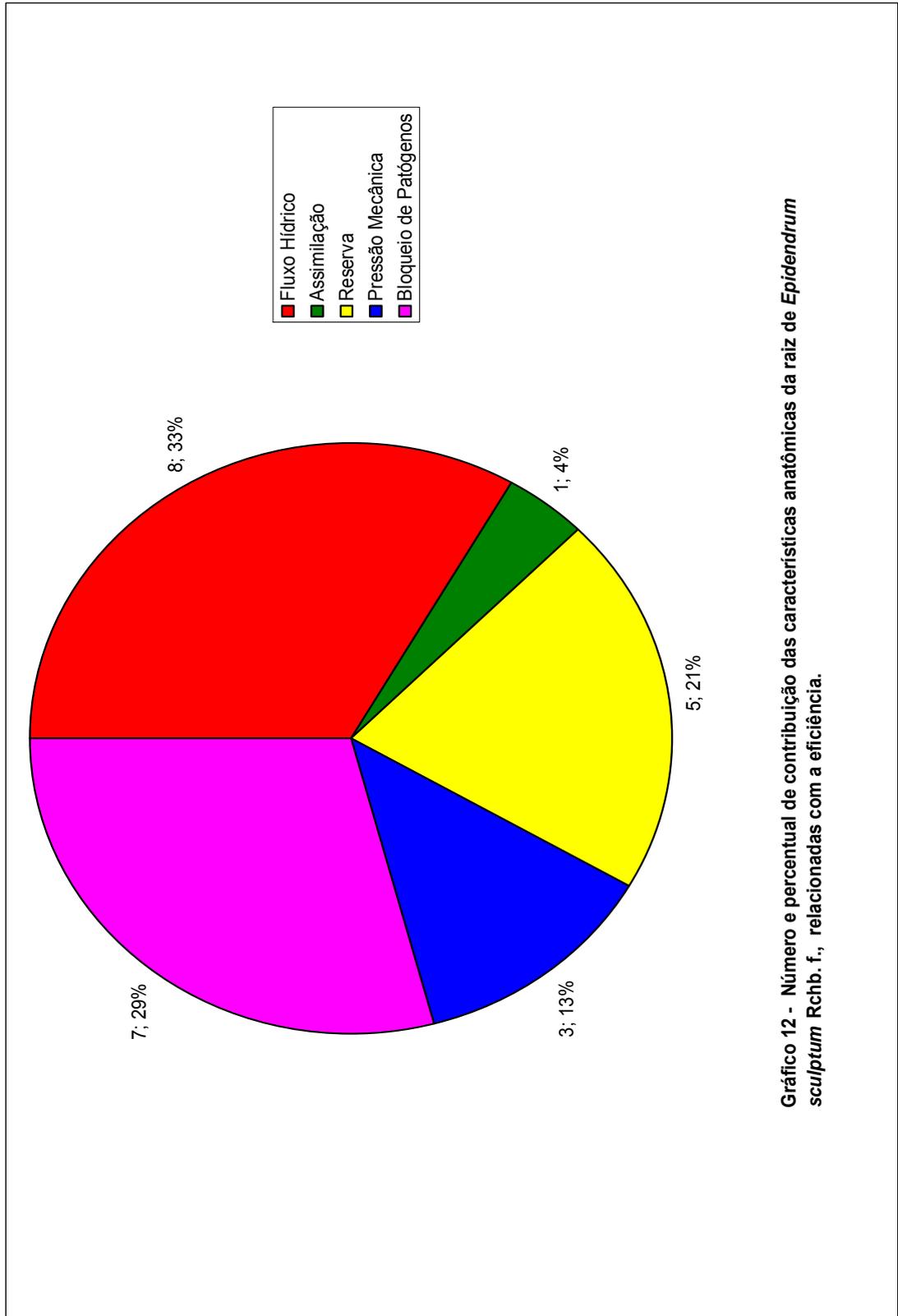


Gráfico 12 - Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Epidendrum sculptum* Rchb. f., relacionadas com a eficiência.

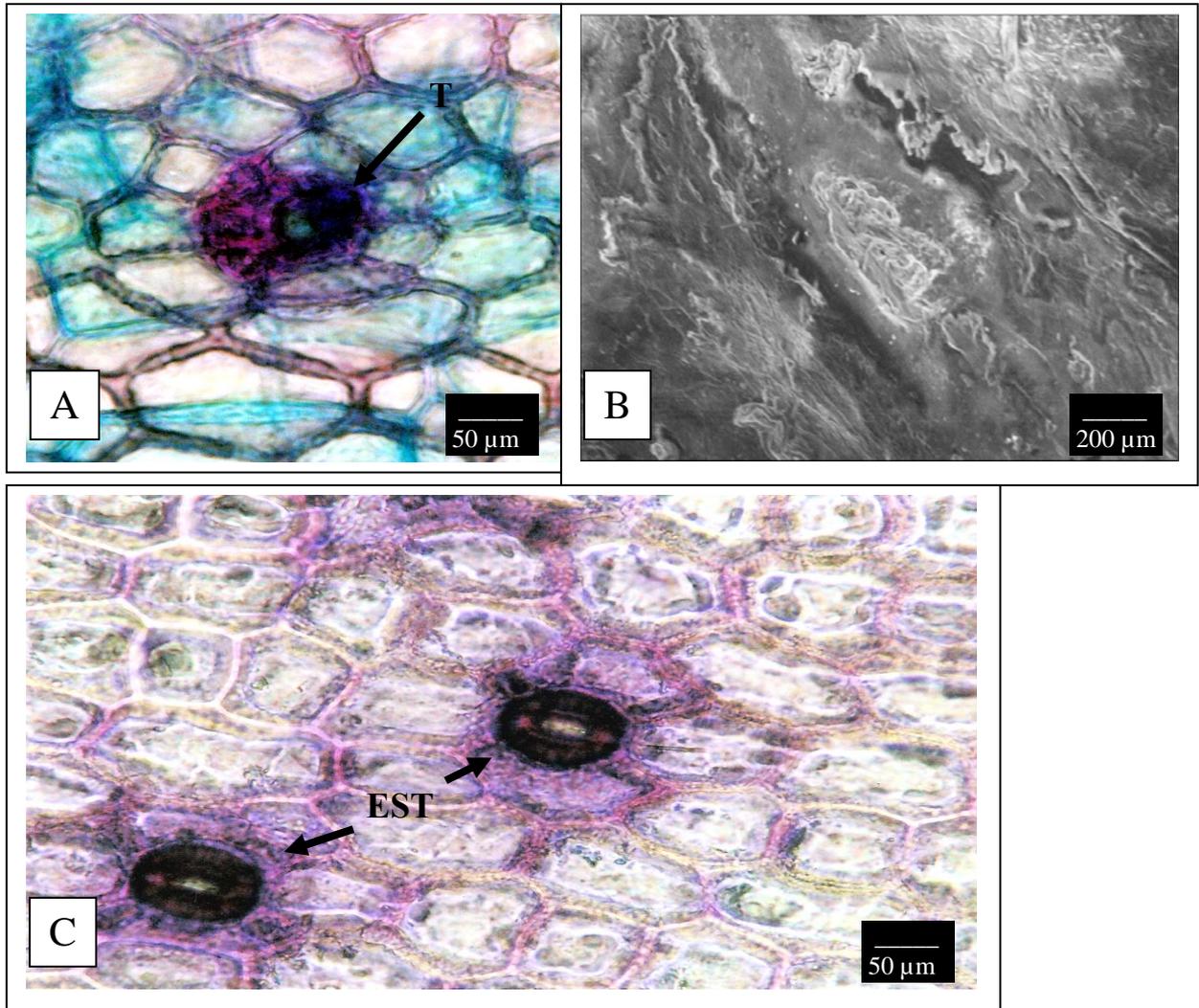


Figura 45 - Aspectos da epiderme foliar de *Epidendrum sculptum*. A: Tricoma na epiderme adaxial (T). B: Epiderme adaxial C: Estômatos paracíticos na epiderme abaxial (EST).

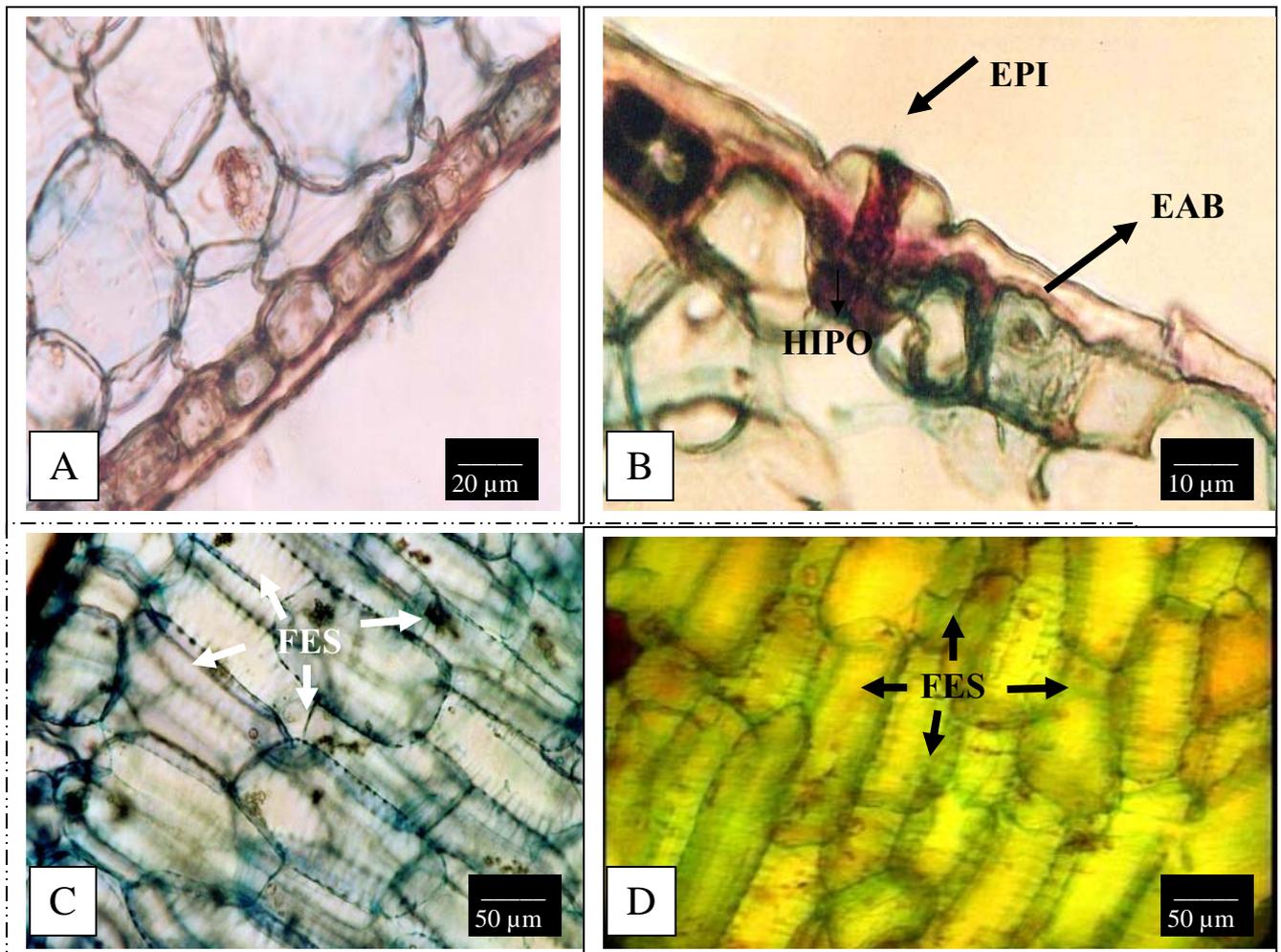


Figura 46 - Aspectos do mesofilo de *Epidendrum sculptum*. A: Mesofilo superior. B: Mesofilo inferior, Epiderme abaxial (EAB), Estômato com câmara supraestomática (EPI) e Câmara hipoestomática (HIPO). C e D: Clorênquima com reforço de fitas parietais de espessamento (FES).

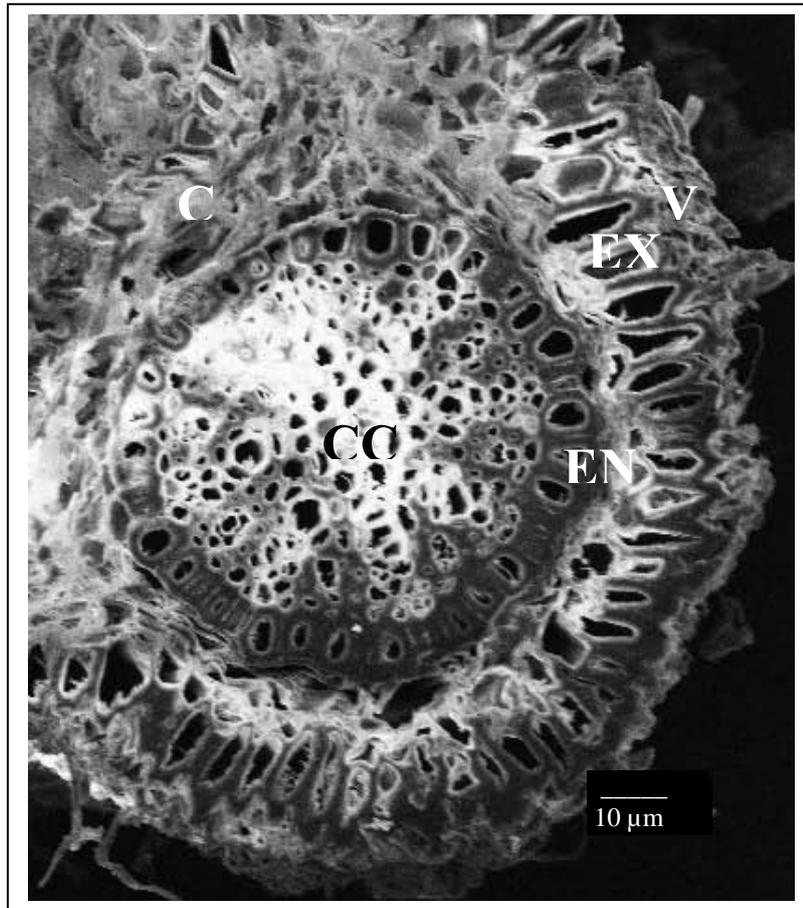


Figura 47 - Aspectos da raiz de *Epidendrum sculptum*. Velame (V), Exoderme (EX), C3rtex (C), Endoderme (EN), Cilindro Central (CC).

13. *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f.



Figura 48 – *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f. em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2916 (INPA 49750).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz.

Epífita na Campina aberta e na Campina sombreada, perene e sempre verde, umbrófila a semi-umbrófila. Planta multifoliada, folhas articuladas com as bainhas, dísticas, coriáceas, persistentes, oblongo-liguladas, suberetas a arcuadas, alongadas, estreitas, cerca. de 1-3,5 cm de comprimento e 2-9 mm de largura. Raízes fasciculadas, filiformes, com cerca de 10-20 cm comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica da lâmina foliar

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de célula anisodiamétricas, com paredes retas, espessadas, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar e as cutículas são suavemente granuladas. Nota-se a presença de cristais, de pontuações e plasmodesmos nas paredes periclinais e anticlinais externas.

Na microscopia de varredura, as epidermes apresentam grânulos, incrustações e vilosidades, estas últimas adornando por completo a epiderme abaxial. As cutículas epidermáticas apresentam aspecto denso, pastoso e reflector. Nota-se a abundância de hifas fúngicas nas epidermes.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células variando de tabulares a filiformes, acoloriladas, com as da adaxial de tamanho maior. As duas epidermes possuem um reforço de suberina em suas paredes periclinais externas, sendo estas recobertas por uma espessa cutícula, que se apresenta com aspecto liso em ambas epidermes, sendo que o espessamento é maior na adaxial e apresenta nas duas, ranhuras perpendiculares. As epidermes apresentam ainda pequenos espaços intercelulares pouco diferenciados que são preenchidos pela cutícula.

As folhas são hipoestomáticas (média de 112 estômatos por mm^2), com estômatos paracíticos, distribuição paralela à nervura central, esféricos e solitários. Localizam-se ao mesmo nível das células da epiderme, possuindo câmaras subestomáticas e supraestomáticas e mostram uma acentuada projeção cuticular que, observada em corte transversal, em primeiro plano, possui a forma de “garra” e formam pequenos poros de ar.

Não foi notada a presença de cloroplastos nas células-guardas, que possuem um acentuado espessamento celulósico.

Ocorrem tricomas com baixa frequência, desde a base até o ápice da folha, em ambas as epidermes, sendo que a maior ocorrência dá-se na epiderme abaxial (média de 7 tricomas por mm^2), em comparação com a epiderme adaxial (média de 2 tricomas por mm^2).

Os tricomas são solitários ou agrupados, estando os mesmos imersos em depressões na epiderme. São pluricelulares, constituídos de duas a quatro células, sendo a base formada por duas ou três células e o corpo por uma grande célula, que

tem as paredes reforçadas e o citoplasma mucilaginoso. Não apresentam características excretoras e são claviformes ou caliciformes.

- **HIPODERME** – Logo abaixo das epidermes, existe uma hipoderme aquífera. As células são incolores, anisodiamétricas, poliédricas, aclorofiladas, de tamanho menor ou igual as do clorênquima, com paredes de celulosa delgadas a medianamente espessadas. A hipoderme adaxial é composta de uma a três camadas de células, sendo a abaxial composta de uma a duas camadas de células.

- **CLORÊNQUIMA** – Situado logo abaixo das hipodermes. É relativamente homogêneo com células poliédricas de tamanho irregular, com paredes finas, sendo que as células não são paralelas com as da epiderme. As células não mostram uma distinção entre células paliçádicas e lacunosas, excetuando-se as células na região da nervura central e na região mediana. Nestas regiões, as células do mesofilo tendem a alongar suas paredes anticlinais e nota-se que as células do mesofilo inferior tendem ser mais isodiamétricas.

O mesofilo constitui-se de um compacto clorênquima, com as suas paredes anticlinais com numerosos campos de pontuações primárias, e no plano transversal, é constituído de treze a quinze camadas de células com poucos espaços intercelulares do tipo meato, com inúmeras células grandemente vacuolizadas e com suaves barras de espessamento de celulose e de lignina em menor quantidade.

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 são do tipo I e formam uma única camada mediana de pequenos e grandes feixes que se intercalam. A partir da nervura central que está situada logo após a hipoderme abaxial, os feixes fibrovasculares vão se dispondo paulatinamente nas camadas mais superiores até atingirem a região mediana do mesofilo.

O xilema é superior ao floema, sendo os dois separados por um fino cordão de fibras. Tanto o floema quanto o xilema são circundados por células endodermóides, parênquima esclerificado e fibras, que nos pólos dos feixes se espessam intensamente formando capas, sendo que a capa do floema é bem mais desenvolvida que a do xilema. O xilema mostra vasos com reforço escalariforme predominando sobre o helicoidal.

As fibras periféricas dos feixes fibrovasculares possuem grandes pontuações com as células das paredes do clorênquima envolvente e o protoplasto destas fibras parece projetar-se para o interior da célula clorofiliana.

Não foi observada a presença de ninhos de fibras esclerenquimáticas por toda a folha.

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 três a quatro camadas em média de células vivas e maduras (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São anisodiamétricas, curtas a longas, poligonais irregulares (a maioria é hexagonal ou pentagonal) 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 frouxo de lignina e suberina.

Não foi observado tilossomos nas células do velame.

O epivelame é constituído por células anisodiamétricas de tamanho igual ou maior que as camadas mais internas. São tetragonais curtas a longas ou ovaladas e suas paredes periclinais externas são de medianamente a fortemente espessadas e possuem alguns focos de infecção por micorrizas.

Não foram observadas hifas fúngicas por todo velame.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – É unisseriada, com células isodiamétricas e hexagonais, medianas a longas, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes de medianas a fortemente espessadas e impregnadas com lignina e suberina. As paredes periclinais e anticlinais são espessadas de forma relativamente uniforme o que confere ao espessamento da célula exodermal o aspecto da letra O.

As células de passagem exodermas são isodiamétricas, menores, nucleadas, com denso material citoplasmático, paredes menos espessadas e com

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

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

Nos espaços intercelulares em algumas regiões do córtex, ocorrem pequenas infecções de endomicorrizas assim como, a presença de pequenas câmaras fistulosas nas porções mais velhas das raízes.

Não foram vistos amiloplastos ou células do parênquima cortical com reforço de fitas ou barras de lignina envolvendo-lhes as paredes.

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

Os espessamentos das paredes tomam a forma da letra O e os espessamentos permitem separar as células da endodermais em dois tipos:

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

- O segundo tipo (células de passagem) possui paredes mais finas, possuem núcleo e citoplasma aparente e ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema e as estrias de Caspary não são evidentes.

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, pouco delimitado e descontínuo, alternando-se com grupos de xilema e floema primários,

sendo formado por células parenquimáticas medianas a fortemente esclerificadas 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 treze a quinze dez 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, sem esclerificação e situada no centro do cilindro central, sendo composta por células isodiamétricas de paredes de finas a medianamente espessadas por celulose, com espaços intercelulares do tipo meato, grandemente vacuolizadas, incolores e com poucos cloroplastos e amiloplastos.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO pH – Houve fixação noturna CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração púrpura, indicando assim fixação noturna de CO₂. Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou-se alcalino, com o pH de 8,2.

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

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 39 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f., como sendo pertencentes ao grupo de folhas coriáceas duras, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 62 % como indica a tabela 78.

Na tabela 40 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 13 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f.,

relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 41 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alii*, 2005).

As figuras 49, 50, 51 e 52 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f.

Tabela 39 - Lista de características específicas encontradas em *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Folhas não plicadas
 2. Racham ou estalam quando dobradas
 3. Superfície áspera ou rugosa ao tato
 4. Cutícula espessa
 5. Células da epiderme adaxial maiores
 6. Espessamento cuticular mais acentuado na epiderme adaxial
 7. Com tricomas
-

ESTÔMATOS

8. Projeção cuticular
 9. Câmaras subestomáticas
 10. Hipoestomáticos
-

OUTRAS

11. Hipoderme
 12. Células do mesofilo superior tendendo a alongadas
 13. Espessamento secundário em células do mesofilo
 14. Barras de espessamento de lignina em células do mesofilo
 15. Feixes fibrovasculares com capas de fibras
-

Tabela 40 - Características anatômicas da raiz de *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f., 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>Epidendrum strobiliferum</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	sim		X			
3. Velame com cinco ou mais camadas	não					
4. Tilossomos presentes	não					
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	não			X		
15. Células medulares com paredes finas, com vacúolos grandes e incolores.	sim			X		
16. Células medulares com cloroplastos	sim		X			
17. Células medulares com amiloplastos	sim			X		
18. Pelos radiculares presentes	não					
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		5	2	4	3	5

Tabela 41 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f., na produtividade da planta para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Epidendrum strobiliferum</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: 60 %	

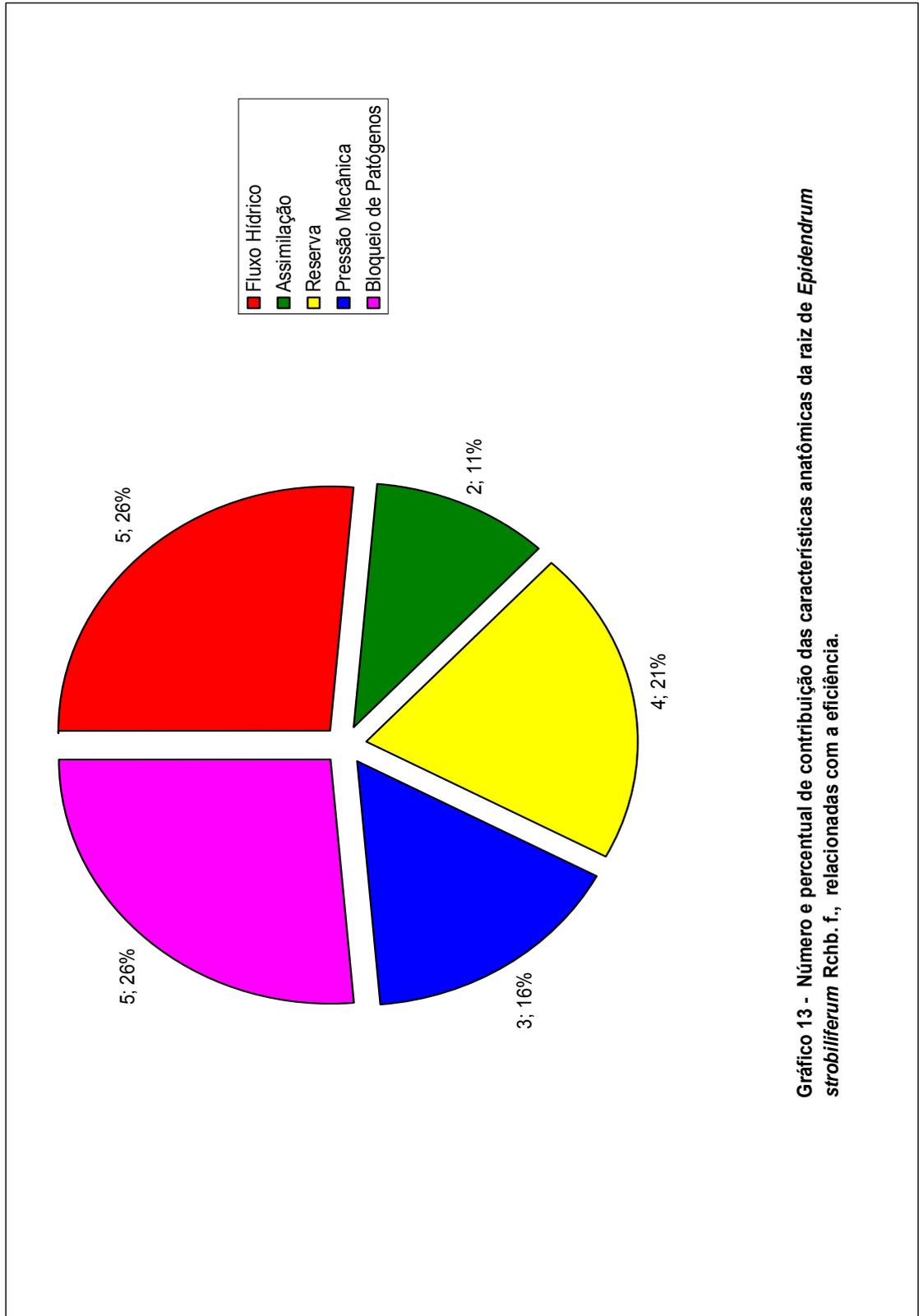


Gráfico 13 - Número e percentual de contribuição de características anatômicas da raiz de *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f., relacionadas com a eficiência.

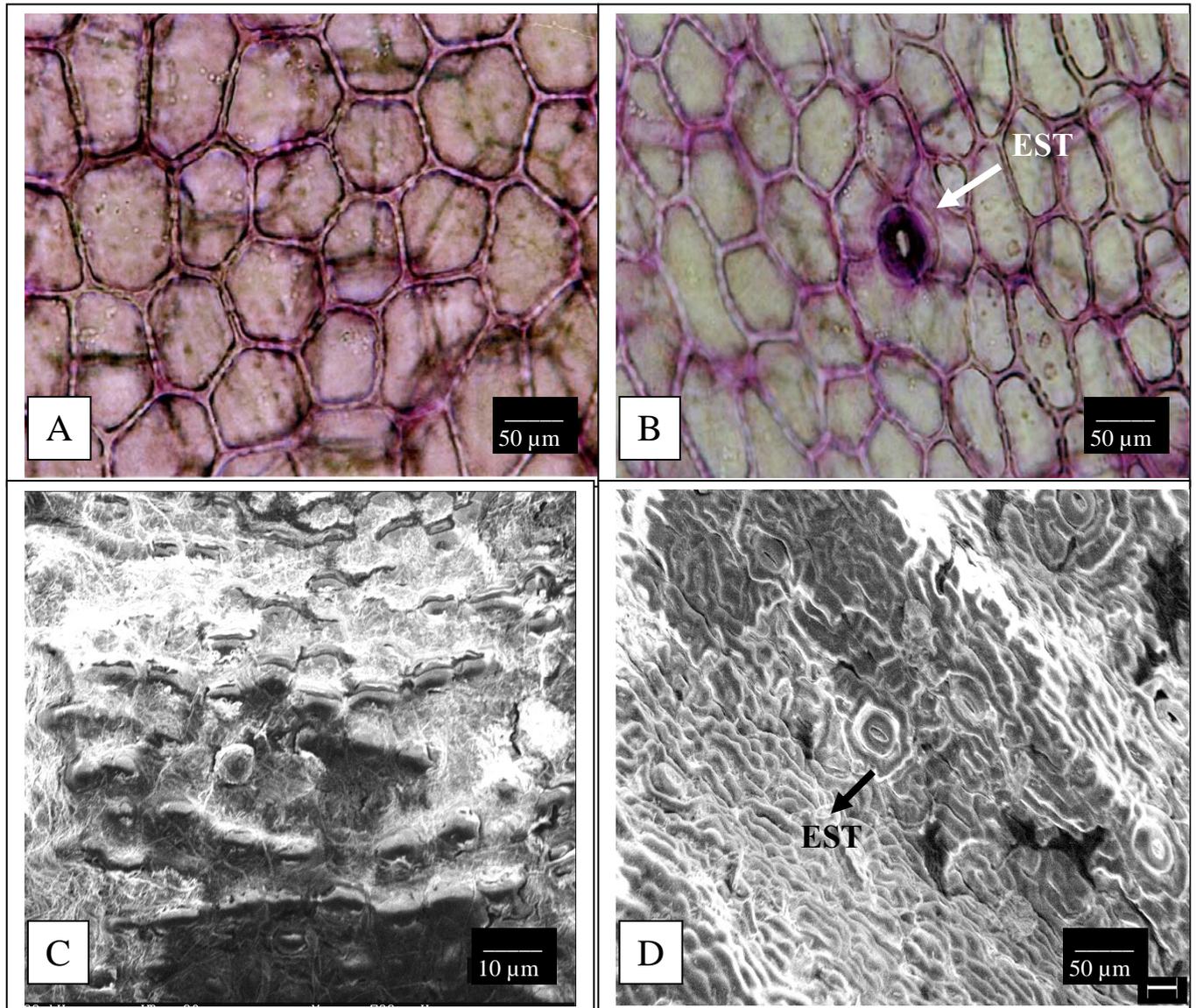


Figura 49 - Aspectos da epiderme foliar de *Epidendrum strobiliferum*. A, C: Epiderme adaxial B, D: Epiderme abaxial, Estômato (EST).

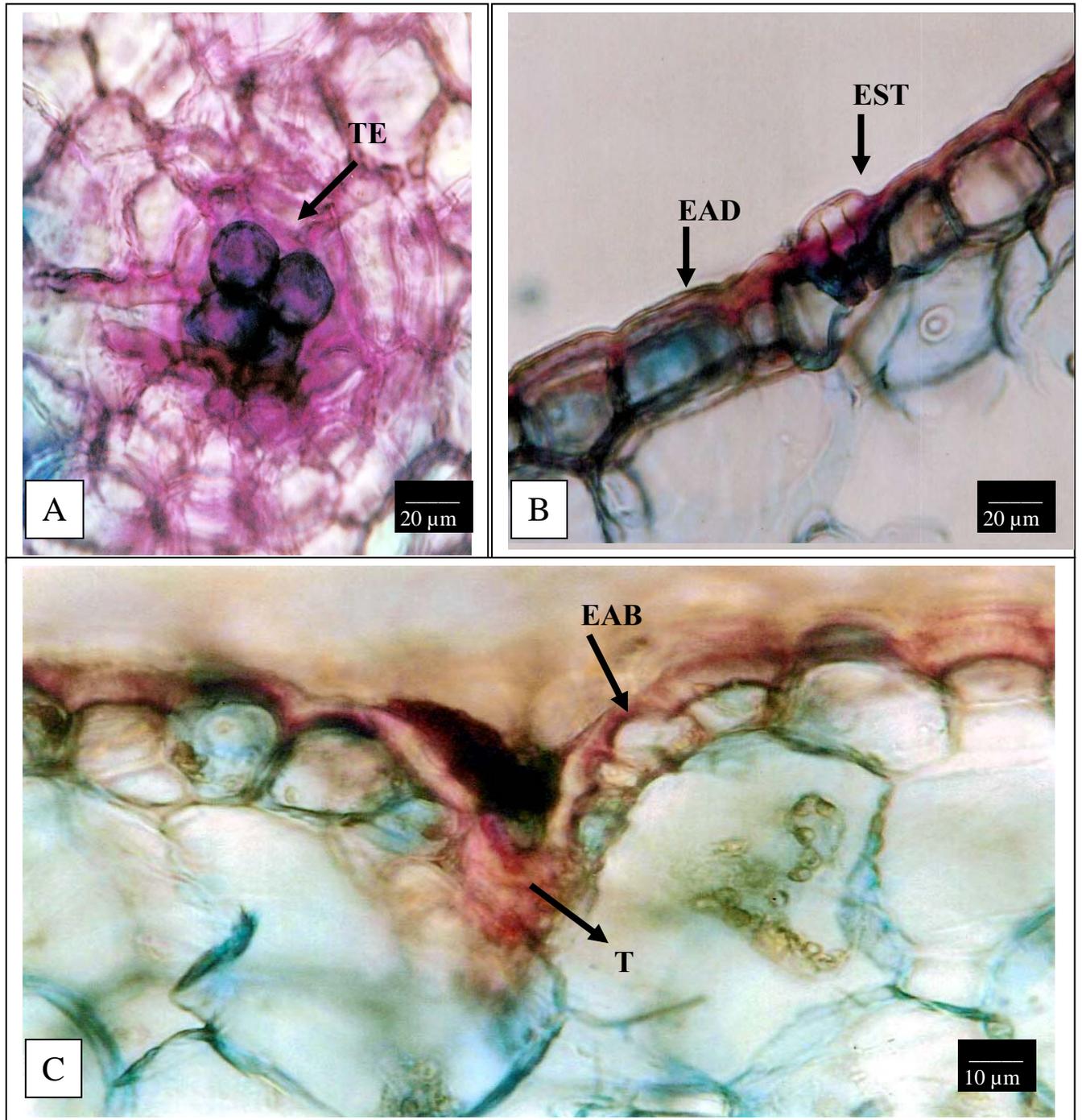


Figura 50 - Aspectos das epidermes foliares de *Epidendrum strobiliferum*. A e C: Tricomas geminados (TE) na epiderme adaxial. B: Estômato (EST) em vista transversal na epiderme abaxial (EAB).

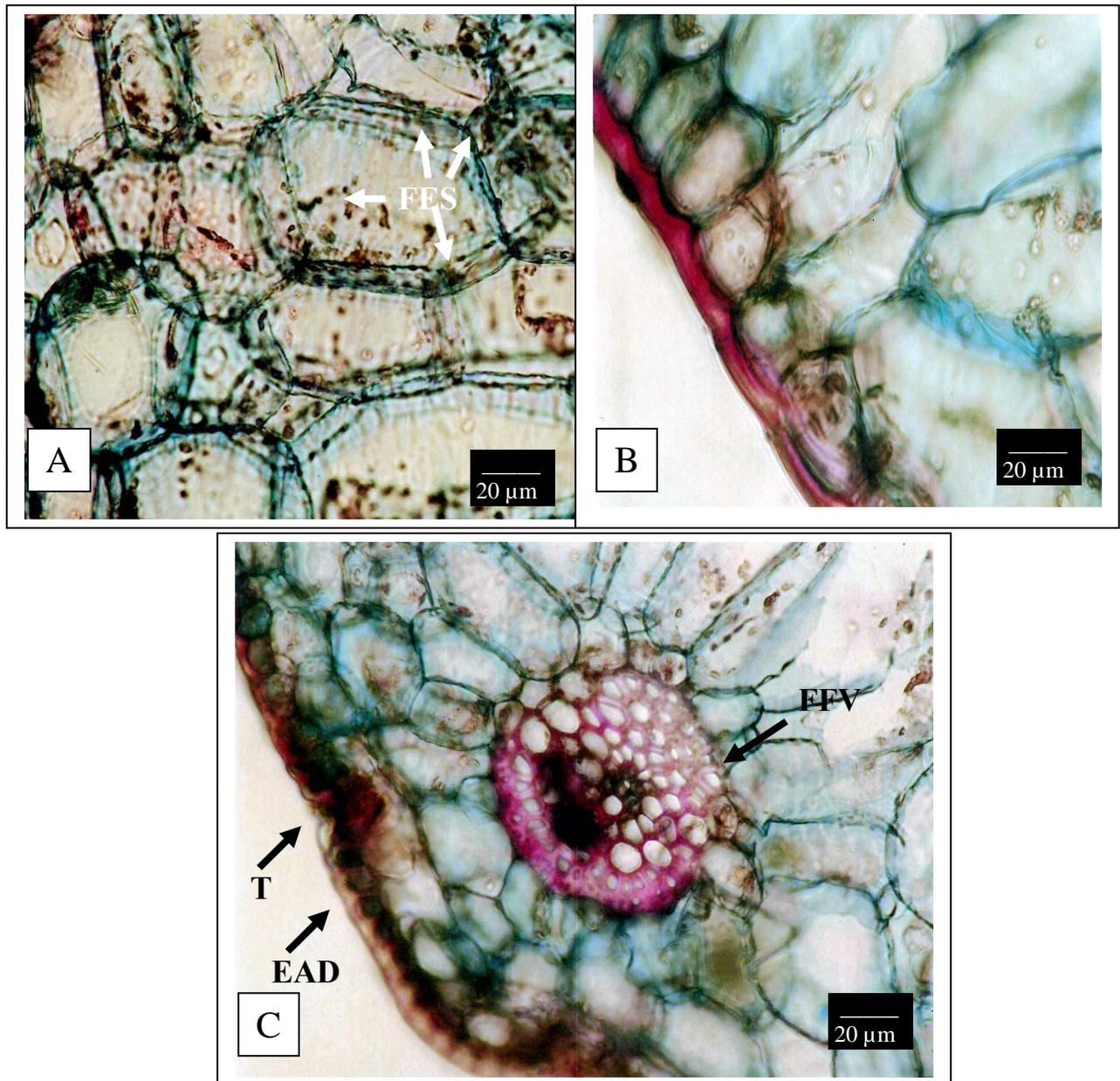


Figura 51 - Aspectos da folha de *Epidendrum strobiliferum*. A: Clorênquima com fitas de espessamento parietal. B: Mesófilo superior. C: Epiderme adaxial (EAD), Tricoma (T), Feixe fibrovascular do tipo I (FFV).

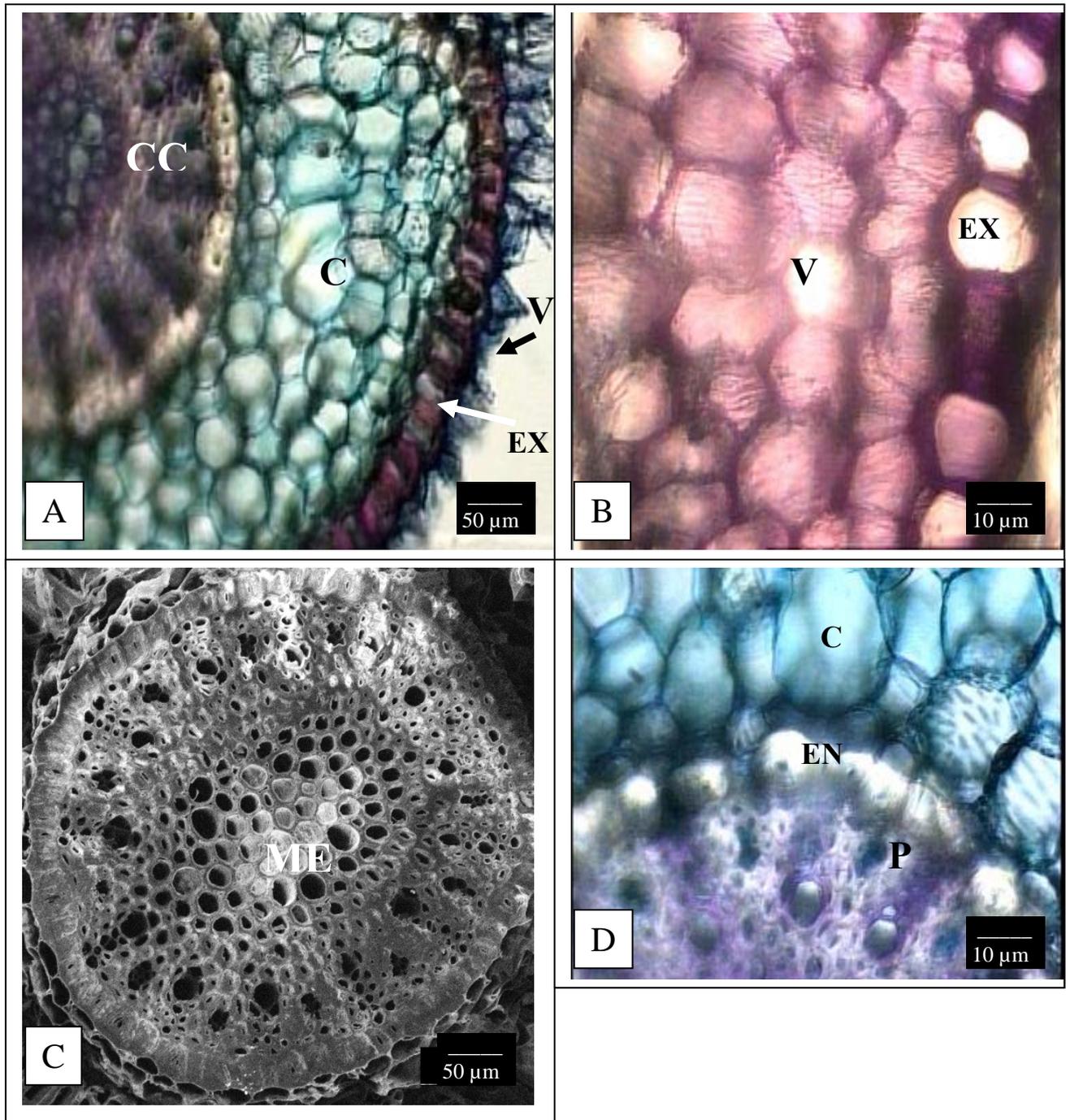


Figura 52 - Aspectos da raiz de *Epidendrum strobiliferum*. A: Velame (V), Exoderme (EX), Cilindro central (CC). B: Velame (V), Exoderme (EX). C: Medula esclerificada (ME). D: Córtex (C), Endoderme (EN), Periciclo (P).

14. *Maxillaria* sp.



Figura 53 – *Maxillaria* sp., em ambiente natural de Campina.

Material estudado.

Coletor: P.I.S. Braga 2798 (INPA 49731).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epifítica, presente na Campina aberta e na Campina sombreada, perene e sempre verde, heliófila a umbrófila, unifoliolada no ápice dos pseudobulbos, folhas linear-lanceoladas, subcarnosas, suberetas a arcuadas, alongadas, estreitas, persistentes, cerca de 30 cm de comprimento, cerca de 4 cm de largura. Raízes fasciculadas, filiformes, cerca de 10-30 cm 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 as cutículas são lisas apresentando alguma granulosidade.

Nota-se, em ambas as epidermes, a presença de numerosas pontuações nas paredes anticlinais e na epiderme adaxial em particular, nas paredes periclinais externas.

Na microscopia de varredura, as epidermes mostram as suas superfícies com depressões e sulcos, ornamentadas por pequenos grúmulos, pequenas espículas e vilosidades suaves.

A epiderme adaxial mostra uma cutícula densa e pastosa com sua superfície reflectora. Existem pequenas aberturas em forma de poros que irrompem a massa cuticular. Essas aberturas parecem ser causadas pelos rompimentos dos pólos superiores das células apicais dos tricomas que se encontram no mesmo nível da cutícula.

A epiderme abaxial mostra uma cutícula densa e pastosa e menos reflectora. Os grúmulos são reduzidos, as cristas e vilosidades são mais suaves, porém mais evidentes. Ocorrem hifas fúngicas e epifilas ocorrem em reduzido número.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células anisodiamétricas, retangulares, tetragonais a hexagonais, aclorofiladas, sendo que as da adaxial são maiores e a parede periclinal externa das epidermes recebe um reforço celulósico. As epidermes estão recobertas por espessas cutículas, ligeiramente lisas, com ranhuras perpendiculares à epiderme, sendo a cutícula da epiderme adaxial mais espessa. As epidermes possuem espaços intercelulares bem diferenciados que vão a $\frac{1}{4}$ da parede periclinal da célula, sendo os mesmos preenchidos pela cutícula.

As folhas são hipoestomáticas (média de 58 estômatos por mm^2) e os estômatos paracíticos sendo raros deles germinados. Situam-se ao mesmo nível da epiderme, ocorrendo em suaves depressões e possuindo 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 frequência desde a base até o ápice da folha, em ambas as epidermes, sendo que a maior ocorrência dá-se na epiderme abaxial (média de 7 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 da epiderme adaxial existe uma hipoderme. Esta hipoderme é constituída de uma única camada, mas em algumas regiões, pode atingir duas camadas. A hipoderme é descontínua, pois é interrompida pelos ninhos de fibras esclerenquimáticas que são numerosos no mesofilo superior.

A hipoderme possui células anisodiamétricas, tetragonais a hexagonais, com o citoplasma incolor e pouco ou nenhum conteúdo citoplasmático e raros cloroplastos. As paredes recebem suave reforço secundário de lignina e suberina.

- **CLORÊNQUIMA** – Situado logo abaixo da hipoderme. É compacto e de aspecto heterogêneo, composto em média por doze a treze camadas de células poliédricas, anisodiamétricas, esféricas a longas, tetragonais, pentagonais ou hexagonais, com paredes finas, sendo as células do mesofilo inferior, em sua maioria são paralelas com as da epiderme e as do mesofilo superior apresentam a maioria perpendicular às da epiderme.

Idioblastos, formado por células solitárias, aclorofiladas e que apresentam um espessamento secundário de lignina estão dispersas por todo o mesofilo.

O mesofilo é formado de um clorênquima com poucos espaços intercelulares 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 ou achatadas.

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

Não foram evidenciados vacúolos-ráfides nas células do mesofilo.

- 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 com capas de fibras nos pólos (tipo III). O tipo III 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 totalmente esclerenquimáticas, pois os seus espessamentos são em sua maioria, de suaves a medianos. O tipo I 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 arrodeados 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 três camadas de ninhos esféricos de fibras esclerenquimáticas. Duas destas camadas estão logo abaixo da epiderme abaxial, onde seus feixes se intercalam com as células da região inferior do mesofilo e a camada restante fica situada logo abaixo da epiderme adaxial, intercalando-se com as células hipodermáticas.

Os ninhos da epiderme adaxial são menores (quatro a doze fibras em média), porém mais numerosos que os da abaxial, todavia são iguais ou maiores que os da adaxial. Os dois tipos de ninhos de fibras abaxiais intercalam-se e os maiores são compostos em média, por trinta e cinco a quarenta fibras e os menores, de quatro a quinze fibras.

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 cinco a seis 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 maior que as camadas mais internas e são tetragonais curtas ou ovaladas. As paredes periclinais externas são de leve a medianamente espessadas e possuem alguns 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 anticlinais das células da última camada do velame, que é fronteira à 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, longas, 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 anticlinais são as mais espessadas e recebem um reforço adicional de lignina e as periclinais internas são delgadas as que conferem ao espessamento da célula exodermal o aspecto da letra U.

Nota-se a presença de células de passagem exodermis que são isodiamétricas, menores, nucleadas, com material citoplasmático, paredes menos espessadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de cinco a sete células normais da exoderme.

- Parênquima cortical - É constituído em média por seis camadas de células anisodiamétricas, esféricas, ovaladas ou achatadas, clorofiladas ou não, incolores

em sua maioria, grandemente vacúoladas, 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.

Nos espaços intercelulares em algumas regiões do córtex, ocorrem pequenas infecções de endomicorrizas.

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

Nas porções mais maduras da raiz, encontramos câmaras fistulosas no parênquima cortical.

- 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, curtas a médias e menores que as do parênquima cortical, de leve a medianamente espessadas, incolores, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático.

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

- As que possuem as paredes mais espessadas, com pouco ou nenhum citoplasma, 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 mais finas, núcleo e citoplasma aparente e ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema e suas estrias de Caspary não são evidentes.

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, de fina a medianamente esclerificadas 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 dez a doze 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, sem esclerificação e situada no centro do cilindro central. É composta por células isodiamétricas, com paredes celulósicas de fina a medianamente espessadas, com espaços intercelulares do tipo meato, grandemente vacuolizadas, incolores, com poucos cloroplastos e amiloplastos.

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 5,4.

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

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 42 lista-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Maxillaria* sp., como sendo pertencentes ao grupo de folhas coriáceas moles, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 66 % como indica a tabela 78.

Na tabela 43 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Maxillaria* sp., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 14 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Maxillaria* sp., relacionadas com a eficiência do

fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 44 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Maxillaria* sp., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005)

As figuras 54, 55 e 56 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Maxillaria* sp.

Tabela 42 - Lista de características específicas encontradas em *Maxillaria* sp., que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole, (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Folhas moles, quase coriácea carnosas.
 2. Flexíveis e sem firmeza
 3. Alongadas
 4. Não são equitantes
 5. Cutícula adaxial mais espessa
 6. Espessamento cuticular mais acentuado na periclinal externa
-

ESTÔMATOS

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

OUTRAS

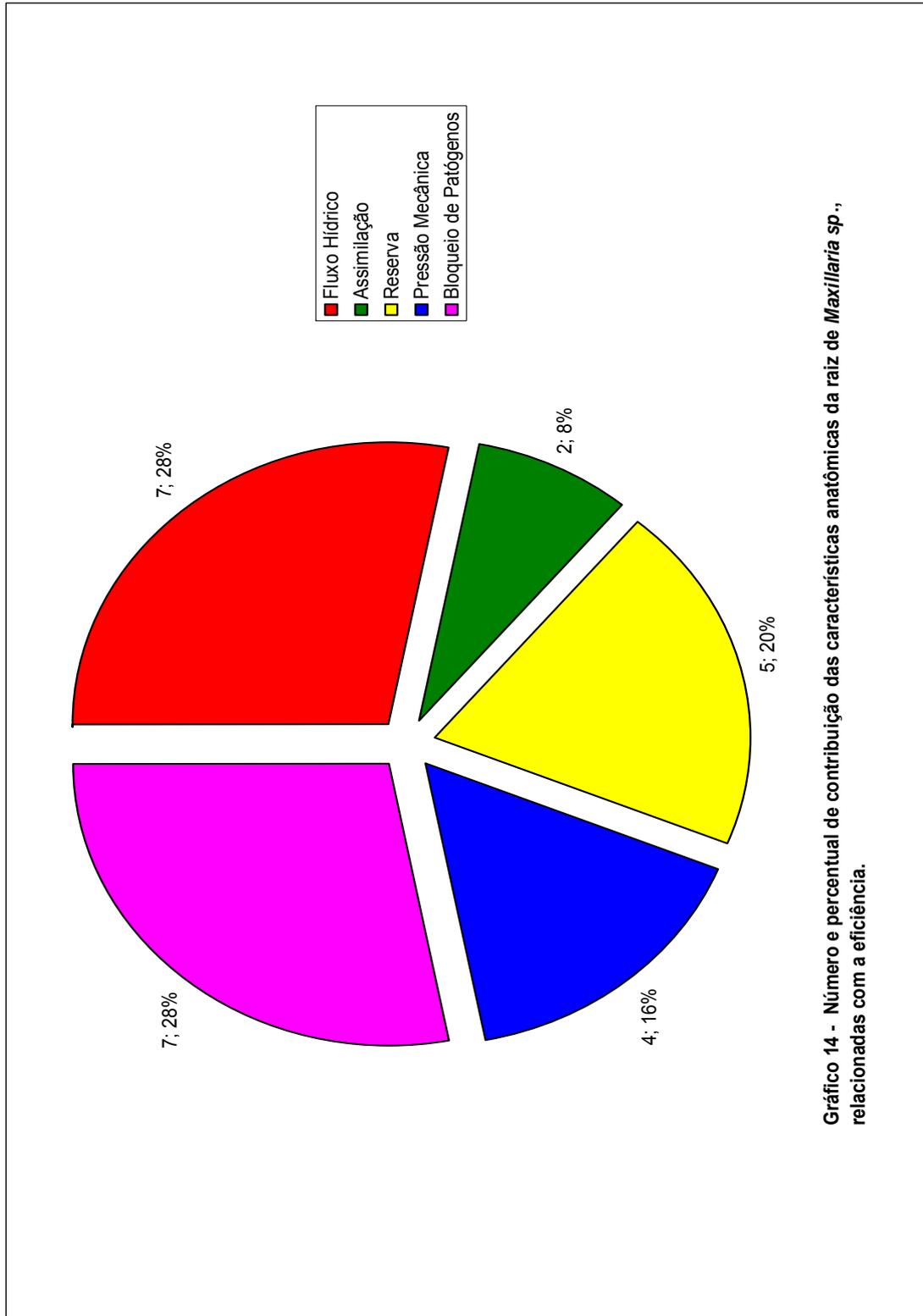
12. Com tricomas
 13. Células do mesofilo superior tendendo a alongadas
 14. Espaços intercelulares
 15. Alteração no tamanho dos feixes
 16. Capa de fibras esclerenquimáticas periféricos
-

Tabela 43 - Características anatômicas da raiz de *Maxillaria* sp., 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</i> sp.	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofticas.	não					X
2. Endomicorrizas presentes	sim		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	não					
7. Parênquima cortical largo	sim	X		X		X
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	não			X		
15. Células medulares com paredes finas, com vacúolos grandes e incolores.	sim			X		
16. Células medulares com cloroplastos	sim		X			
17. Células medulares com amiloplastos	sim			X		
18. Pelos radiculares presentes	não					
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		7	2	5	4	7

Tabela 44 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Maxillaria* sp., na produtividade da orquidocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Maxillaria</i> sp
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: 65%	



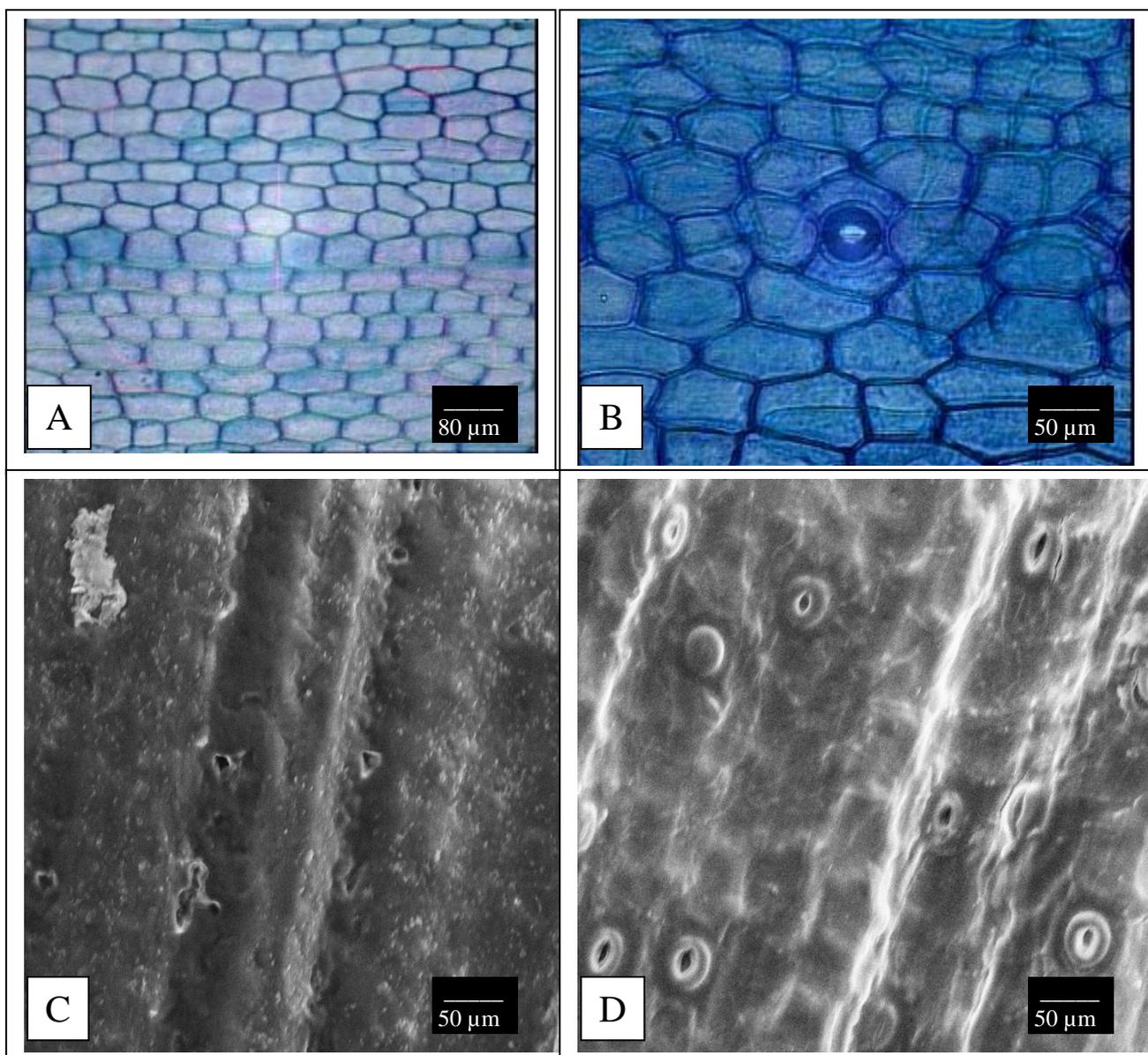


Figura 54 - Aspectos da epiderme foliar de *Maxillaria* sp. A e C: Epiderme adaxial.
B e D: Epiderme abaxial com estômato paracíticos.

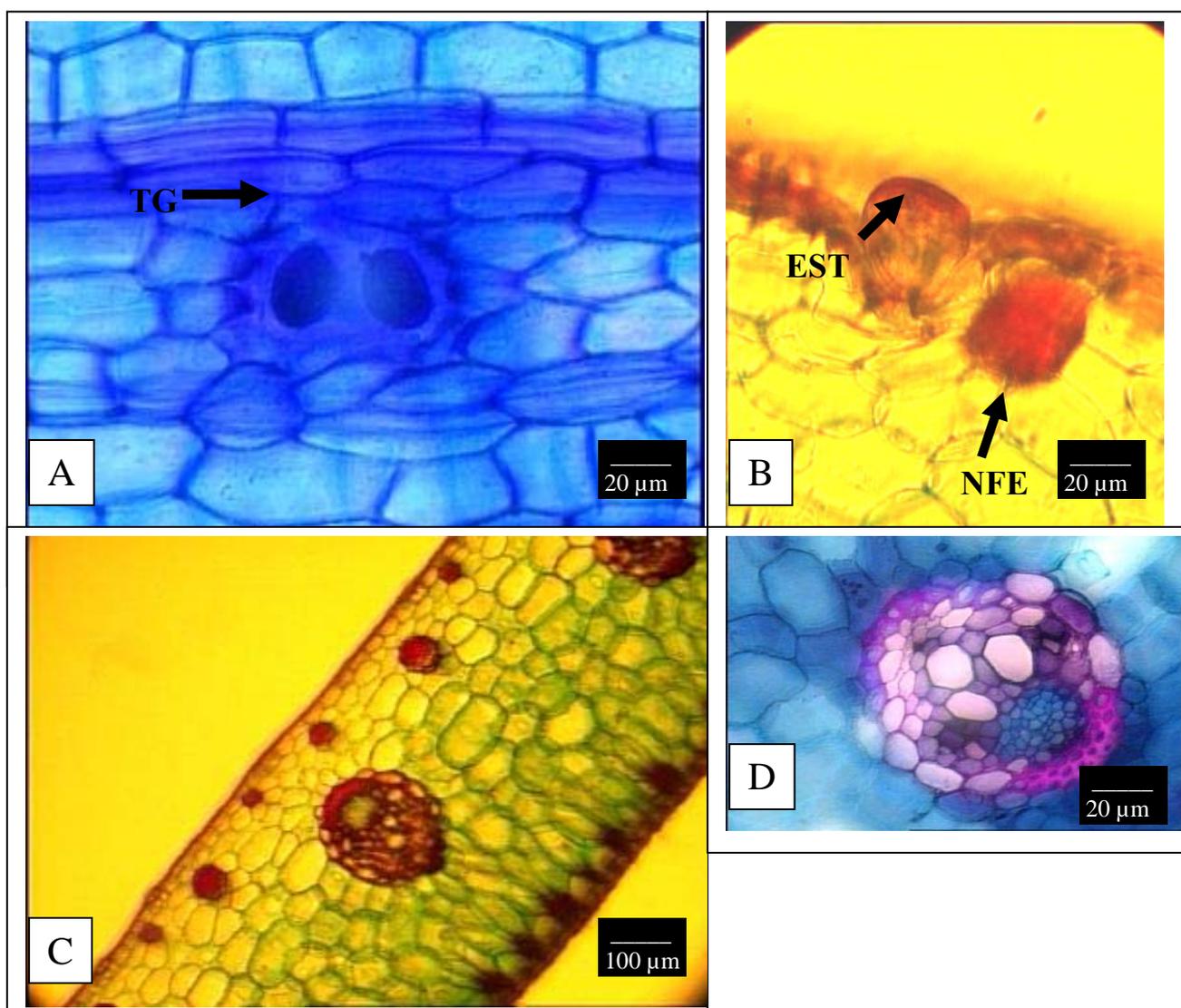


Figura 55 - Aspectos da folha de *Maxillaria* sp. A: Tricoma geminados (TG) na epiderme adaxial. B: Mesofilo inferior, estômato na epiderme abaxial (EST), Ninhos de fibras esclerenquimáticas (NFE). C: Mesofilo. D: Feixe fibrovascular do tipo I.

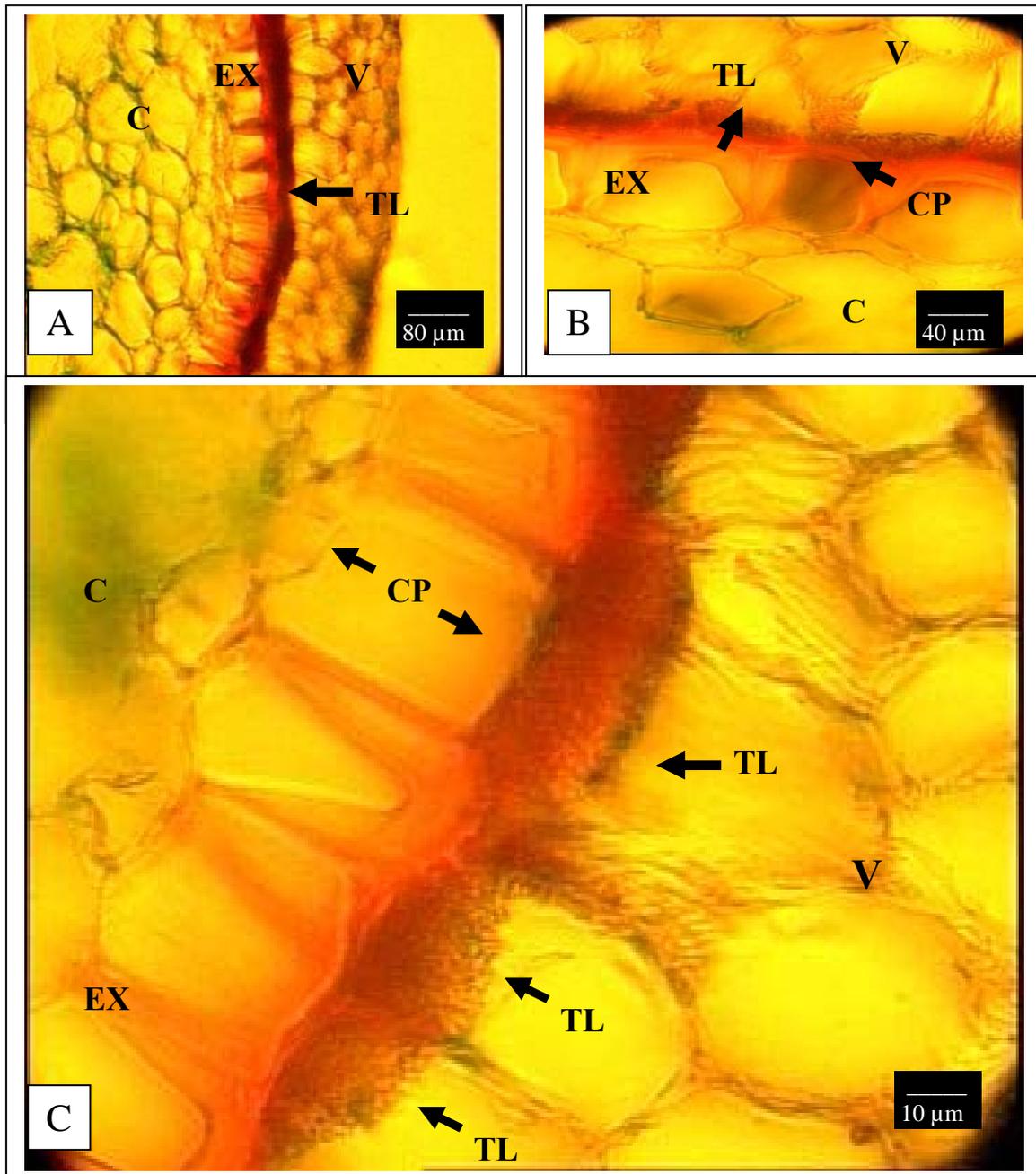


Figura 56 - Aspectos da raiz de *Maxillaria* sp. A, B e C: Velame (V), Tilosomos (TL), Exoderme (EX), Célula de passagem exodermal (CP), Córtex (C).

15. *Maxillaria camaridii* Rchb. f.



Figura 57 - *Maxillaria camaridii* Rchb. f. em ambiente natural de Campina.

Material estudado.

Coletor: P.I.S. Braga 2798 (INPA 49731).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epifítica a secundariamente terrestre, ocasional na Campina aberta e na Campina sombreada, heliófila a umbrófila. Uni a bifoliolada no ápice dos pseudobulbos, folhas linear-lanceoladas, subcarnosas, suberetas a arcuadas, alongadas, estreitas, persistentes, verdes, cerca de 17 cm de comprimento, cerca de 6-15 cm de largura. Raízes fasciculadas, filiformes, cerca de 10-30 cm de comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERMES – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células anisodiamétricas, com paredes retas, de espessamento médio, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar. Nota-se nas epidermes, a presença de numerosas pontuações nas paredes anticlinais e nas paredes periclinais externas das epidermes adaxiais. As cutículas são suavemente estriadas.

Na microscopia de varredura, as epidermes mostram um aspecto denso e reflector e uma ornamentação caracterizada por numerosos e conspícuos côneilos, vilosidades e espículas, sendo que a adaxial é rica em espículas e a abaxial em côneilos e vilosidades.

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

As folhas são hipoestomáticas (média de 59 de estômatos por mm^2) com estômatos paracíticos, sendo raros deles germinados. Situam-se ao mesmo nível da epiderme, ocorrendo em suaves depressões e possuindo câmaras subestomáticas e supraestomáticas. Apresentam projeção cuticular acentuada que, observada em corte transversal, em primeiro plano, possui a forma de “garra” e que formam pequenos poros de ar. Há um acentuado espessamento celulósico nas células-guardas.

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 2 de tricomas por mm^2), em comparação com a epiderme adaxial (média de 1 de tricoma por mm^2).

Os tricomas são 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 da epiderme adaxial, existe uma hipoderme. A hipoderme é constituída de uma única camada de células anisodiamétricas, mas em algumas regiões, pode atingir duas camadas. Apresenta células com espessamento secundário, citoplasma incolor, com pouco ou nenhum conteúdo citoplasmático e raros cloroplastos.

- **CLORÊNQUIMA** – Situado logo abaixo da hipoderme e da epiderme abaxial. É homogêneo e é constituído, em média, por dez camadas de células poliédricas anisodiamétricas, com paredes finas, não sendo as células paralelas com as da epiderme. Encontram-se células solitárias ou em grupos de duas, três ou quatro unidades, aclorofiladas, que apresentam um espessamento secundário de lignina, localizada por todos os mesofilos. As células constituintes do mesofilo não mostram uma clara distinção entre células paliçádicas e lacunosas, sendo o mesofilo formado de um clorênquima com espaços intercelulares bem diferenciados, do tipo meato. Na região da nervura central, as células tendem a se tornarem alongadas em relação à epiderme, dando um aspecto de paliçada e, 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. Nota-se ainda a presença, embora incomum, de células com vacúolos-ráfides dispersas pelo mesofilo.

- **CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO** – Os feixes fibrovasculares formam uma única camada mediana a partir da nervura central, com pequenos (tipo II) e grandes feixes (tipo I) intercalando-se. Nestes feixes o xilema é superior ao floema, sendo os dois contíguos entre si (tipo II) ou separados por um cordão de fibras (tipo I). Os feixes são circundados por células endodermóides, parenquimáticas ou por fibras. Estas últimas, quando situadas nos pólos dos feixes, se espessam intensamente e formam uma capa que os envolve em forma de meia-lua, sendo que a capa do floema é maior e mais espessada que a do xilema.

Os feixes apresentam elementos de vasos com reforço escalariforme e helicoidal, parecendo que o primeiro predomina sobre o segundo tipo.

Encontram-se duas camadas de ninhos de fibras esclerenquimáticas logo abaixo das duas epidermes, sendo uma camada superior e a outra inferior, onde cada ninho é composto, em média, por quatro a sete fibras, sendo que os da camada inferior possuem um espessamento mais acentuado. Estes ninhos, tais como as fibras periféricas dos feixes fibrovasculares, possuem grandes pontuações em suas fibras.

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 três a quatro camadas em média de células vivas e maduras (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São anisodiamétricas, curtas a médias, poligonais irregulares, com paredes de fina a medianamente espessadas e são impregnadas com suberina e/ou celulose em graus variados. Espessamentos reticulares envolvendo as paredes não são evidentes e estas, apresentam pequenas pontuações e ângulos celulares com reforço de suberina e/ou celulose.

O epivelame é constituído por células isodiamétricas, tetragonais curtas ou ovaladas e com tamanho igual ou menor que as camadas mais internas. As paredes periclinais externas são de leve a medianamente espessadas, não sendo evidenciados focos de infecção por micorrizas e hifas de fungos exofíticos e/ou endofíticos.

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

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – unisseriada, com células isodiamétricas, pentagonais, largas, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes de finas a medianamente espessadas e impregnadas com lignina e suberina. As paredes periclinais externas e anticlinais são as mais espessadas e recebem um reforço adicional de lignina e as periclinais internas são delgadas as que conferem ao espessamento da célula exodermal o aspecto da letra U.

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 exercer um controle de fluxo hídrico entre as células.

As células de passagem exodermais ocorrem solitárias ou em duplas e são isodiamétricas, menores que as normais exodermais, nucleadas, com citoplasmático denso, paredes menos espessadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de três a sete células normais da exoderme.

- Parênquima cortical - É constituído em média por oito a dez camadas de células anisodiamétricas, 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.

Nas duas primeiras camadas de células situadas logo após a exoderme, existe um reforço de suberina nas paredes destas células, o que não chega a caracterizar que as mesmas façam parte da exoderme.

Nos espaços intercelulares em algumas regiões do córtex, ocorrem pequenas infecções de endomicorrizas assim como, observou-se a presença de incrustações citoplasmáticas de material leucoflavonóico.

Não foram visualizadas células do parênquima cortical com reforço de fitas ou barras de lignina envolvendo-lhes as paredes assim como, a presença de amiloplastos nos citoplasmas.

Nas porções mais maduras da raiz, encontramos câmaras fistulosas no parênquima cortical.

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

Os espessamentos das paredes são distribuídos de forma uniforme entre as paredes anticlinalis e periclinalis internas, sendo diminuído nas periclinalis externas, dando ao espessamento o formato da letra U invertida. Os espessamentos permitem separar as células da 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 mais finas, possuem núcleo e citoplasma aparente e ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema. As suas estrias de Caspary não são evidentes e não sofrem espessamentos adicionais.

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 sete a doze 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, esclerificada. É composta por células isodiamétricas, com paredes medianamente espessadas por lignina, sem espaços intercelulares, medianamente vacuolizadas, incolores, sem cloroplastos e amiloplastos evidentes.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO PH – Não houve fixação noturna CO_2 , uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração amarelo-vivo indicando respiração celular sem fixação de CO_2 . Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou-se ácido, com o pH médio de 5,4.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $13C/12C \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou o valor de $-29,3$ enquadrando-a na amplitude de valores de plantas C_3 .

Dados apresentados em forma de tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 45 lista-se as principais características anatômicas que permitem enquadrar *Maxillaria camaridii* Rchb. f., como sendo pertencente ao tipo de folha coriácea mole, de acordo com classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 67 % como indica a tabela 78.

Na tabela 46 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Maxillaria camaridii* Rchb. f., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 15 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Maxillaria camaridii* Rchb. f., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 47 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Maxillaria camaridii* Rchb. f., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 58, 59 e 60 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Maxillaria camaridii* Rchb. f.

Tabela 45 - Lista de características específicas encontradas em *Maxillaria camaridii* Rchb. f., que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Folhas moles, quase coriácea carnosa.
 2. Flexíveis e sem firmeza
 3. Alongadas
 4. Não são equitantes
 5. Cutícula de epiderme adaxial mais espessa
 6. Espessamento cuticular mais acentuado na periclinal externa
-

ESTÔMATOS

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

OUTRAS

12. Com tricomas
 13. Células do mesofilo superior tendendo a alongadas
 14. Espaços intercelulares
 15. Alteração no tamanho dos feixes
 16. Capa de fibras do floema maior que a do xilema
 17. Ninhos de fibras esclerenquimáticas periféricos
-

Tabela 46 - Características anatômicas da raiz de *Maxillaria camaridii* Rchb. f., 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 camaridii</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	não					
4. Tilossomos presentes	sim	X				
5. Células exodermais 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 endodermais 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.		7	0	1	4	7

Tabela 47 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Maxillaria camaridii* Rchb. f., na produtividade da planta para a orquidocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Maxillaria camaridii</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: 70 %	

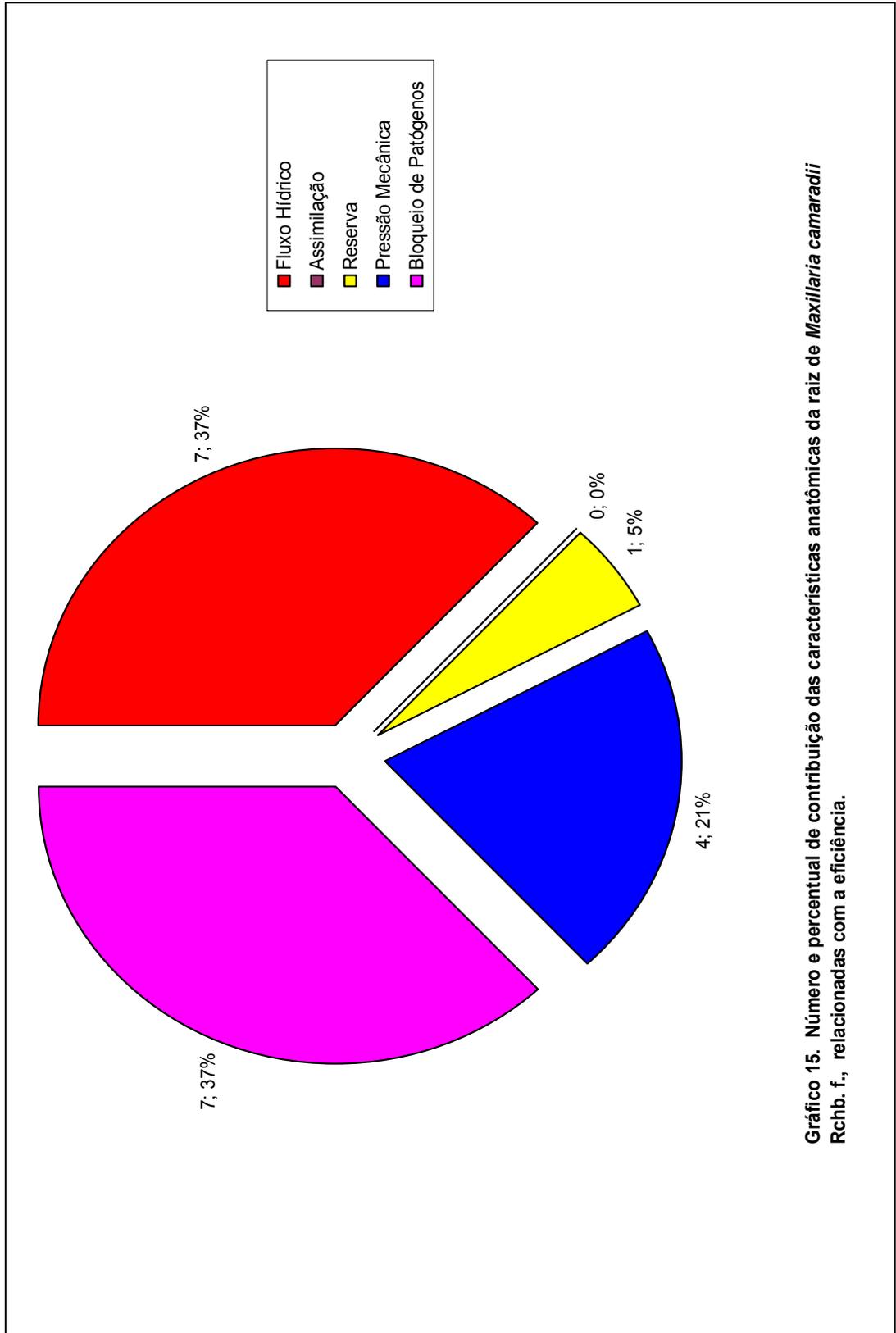


Gráfico 15. Número e percentual de contribuição das características anatómicas da raiz de *Maxillaria camaradji* Rchb. f., relacionadas com a eficiência.

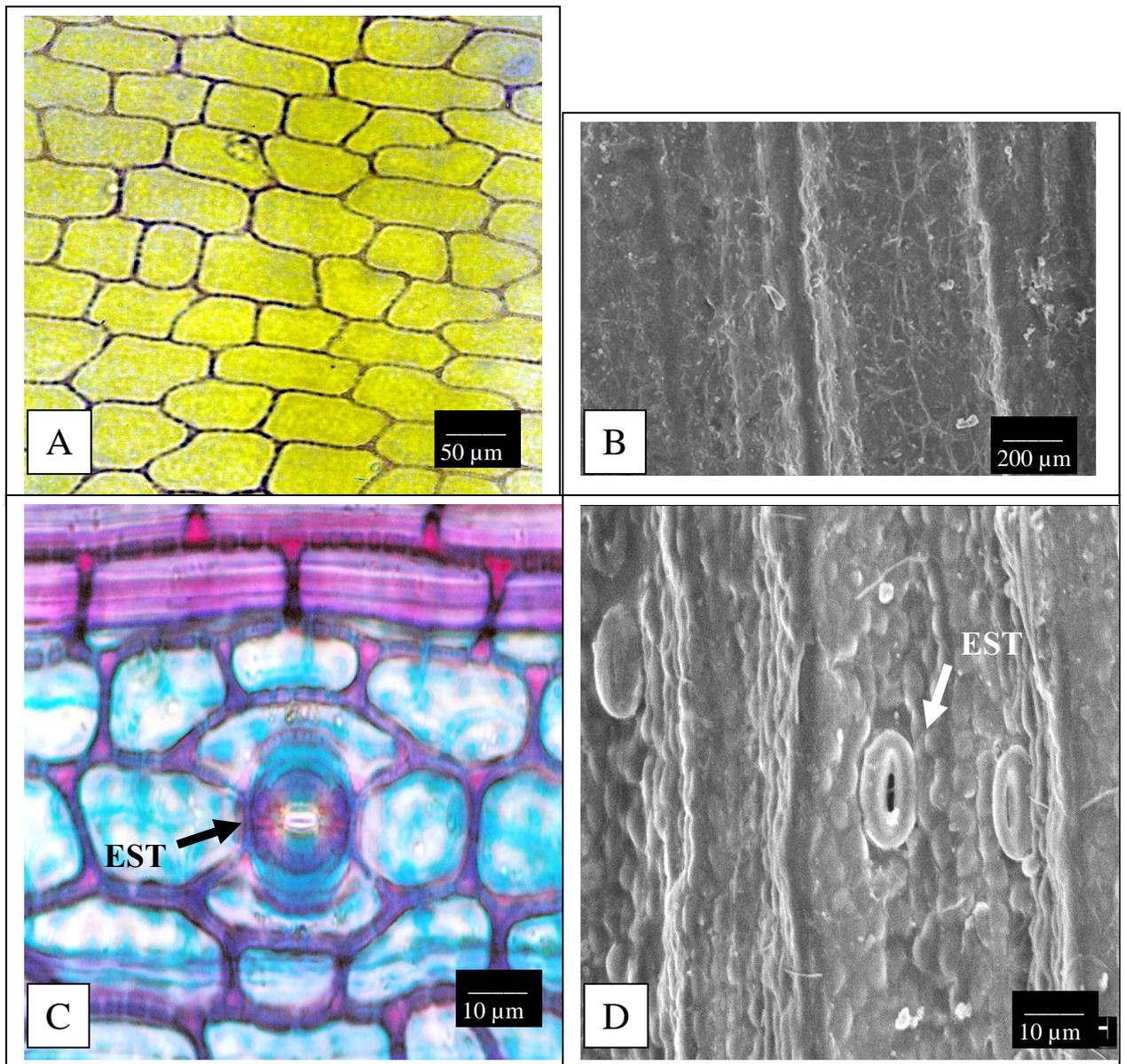


Figura 58 - Aspectos da epiderme foliar de *Maxillaria camaridii*. A e B: Epiderme adaxial. C e D: Epiderme abaxial com estômato paracítico (EST).

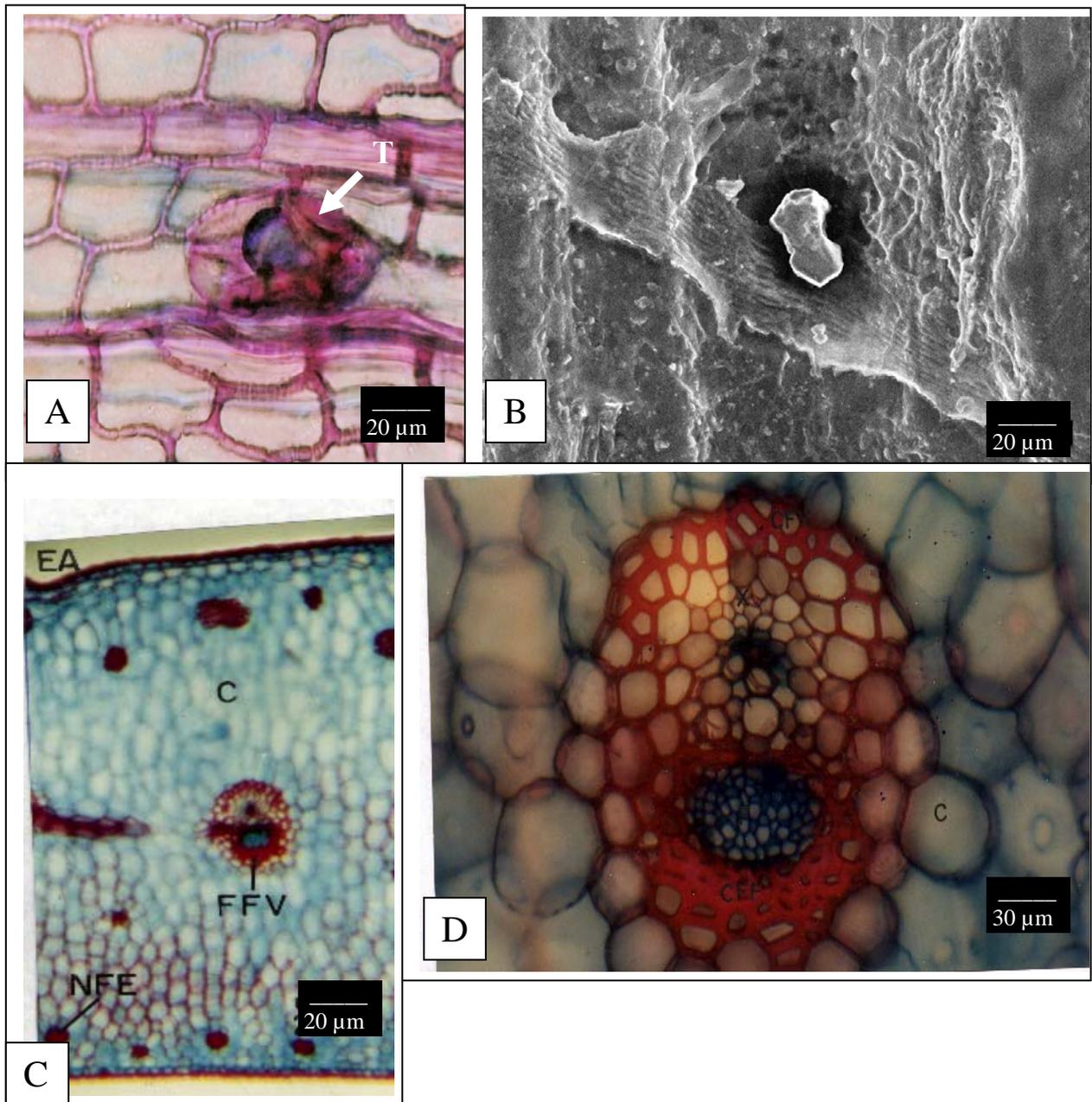


Figura 59 - Aspectos da folha de *Maxillaria camaridii*. A e B: Tricoma na epiderme adaxial. C: Mesofelo. D: Feixe fibrovascular do tipo I.

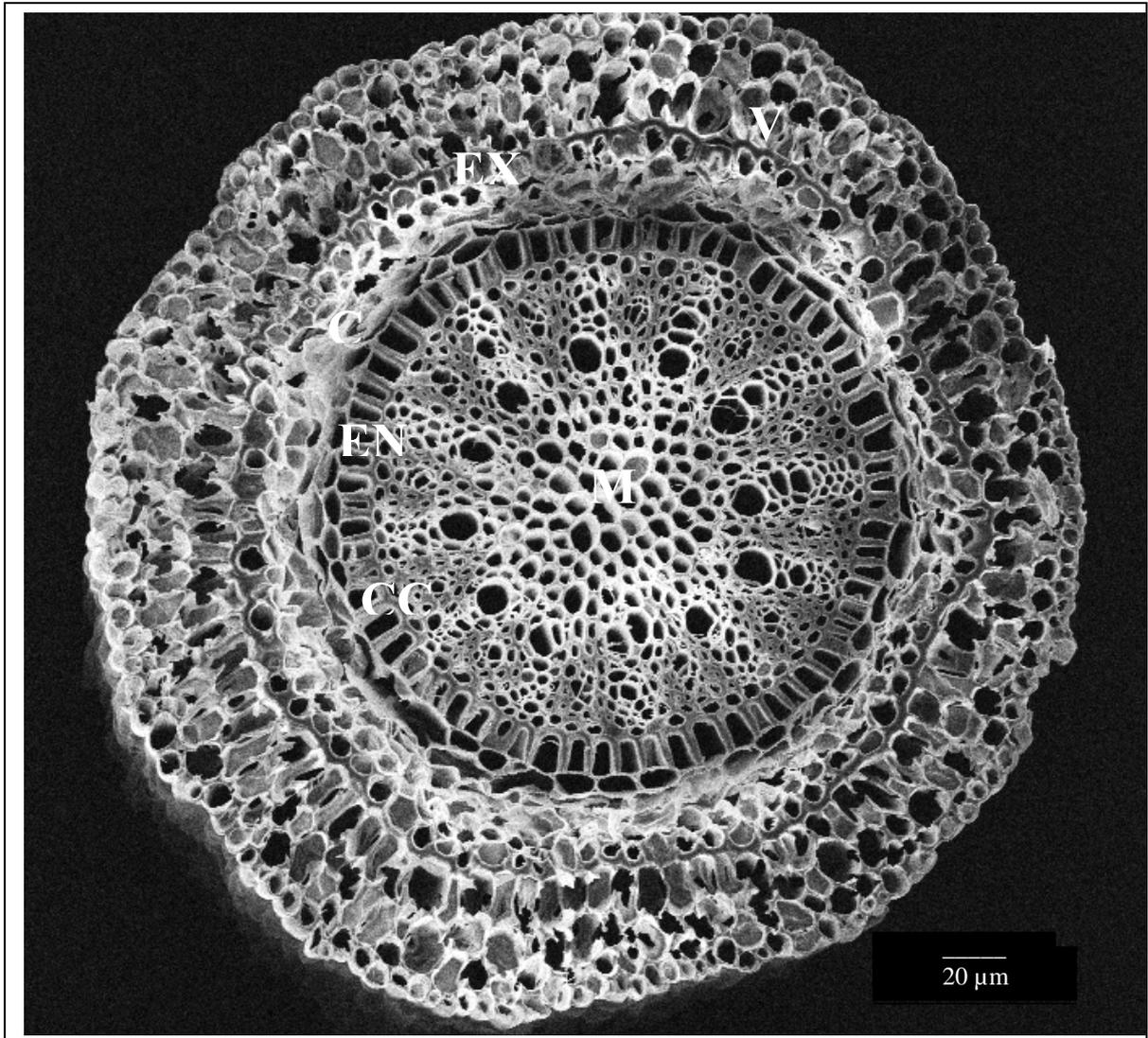


Figura 60 – Aspecto geral da raiz de *Maxillaria camaridii* (Barra = 10 μm). Velame (V), Exoderme (EX), Córtecx (C), Cilindro central (CC), Medula (M).

16. *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr.



Figura 61 - *Maxillaria pauciflora* em ambiente de cultivo.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2925 (INPA 49753).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epifítica na Campina aberta e na Campina sombreada, perene e sempre verde, heliófila a umbrófila, unifoliolada no ápice dos pseudobulbos, folhas liguladas, coriáceas, suberetas a arcuadas, alongadas, estreitas, persistentes cerca de 15-22 cm de comprimento, cerca de 2-4 cm de largura. Raízes subfasciculadas, filiformes, cerca de 10 cm de comprimento e com velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células predominantemente retangulares, anisodiamétricas, com paredes retas, de espessura média, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar e com as cutículas de aspecto estriado.

Na microscopia de varredura, as epidermes se mostram densas e pastosas, com depressões sulcadas em suas superfícies e uma cutícula de aspecto granuloso, sendo esta mais evidente que na superfície adaxial. Nota-se a densa presença de epífilas e de hifas fúngicas nas duas epidermes.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células tabulares ou retangulares, de tamanho relativamente uniforme, sendo que as células da margem da folha sofrem um reforço de lignina. As epidermes estão recobertas por uma cutícula não muito espessa, sendo a da epiderme adaxial mais grossa. A cutícula em ambas as epidermes, é ligeiramente lisa e as epidermes possuem pequenos espaços intercelulares pouco diferenciados, que são preenchidos pela cutícula e possuem pontuações nas paredes anticlinais.

As folhas são hipoestomáticas (média de 108 estômatos por mm^2) com estômatos paracíticos com distribuição paralela à nervura central. São esféricos alongados, solitários, com raras ocorrências de estômatos germinados. Estão localizados ao mesmo nível das outras células da epiderme e ocorrem em suaves depressões.

Possuem câmaras subestomáticas e supraestomáticas e apresentam uma projeção cuticular acentuada que observada em primeiro plano, possui a forma de “garra” e formam poros de ar de formato navicular. As células-guardas mostram um acentuado espessamento celulósico.

Ocorrem tricomas desde a base até o ápice e os da epiderme abaxial (4 por mm^2) são mais numerosos que os da adaxial (2 tricomas por mm^2). Os tricomas são solitários e estão imersos em depressões na epiderme. São pluricelulares, constituídos de duas células e o corpo, por uma grande célula que tem as paredes do ápice inteiramente reforçadas e o citoplasma mucilaginoso. Não aparentam características secretoras e são caliciformes.

- HIPODERME – Logo abaixo das epidermes, existe uma hipoderme aquífera. As células são incolores, com pouco ou nenhum conteúdo citoplasmático,

anisodiamétricas, aclorofiladas ou com um número muito reduzido de cloroplastos, com tamanho menor ou igual as do clorênquima, com paredes de celulose.

As hipodermes formam uma camada descontínua com intervalos de no máximo quatro células hipodermais interrompidos por ninhos de fibras esclerenquimáticas seguindo esta seqüência, por todo o limbo foliar periférico.

A hipoderme adaxial é composta de uma a duas camadas de células, sendo a abaxial também composta do mesmo número, mas em algumas regiões desta última, geralmente próxima à região mediana central do limbo, a hipoderme abaxial pode adentrar no clorênquima e tomar a forma de uma cunha rombuda, constituída em média de cinco camadas de células. Nestas camadas o número de cloroplastos é maior nas células mais próximas a epiderme abaxial.

- CLORENQUIMA – Situado logo abaixo das hipodermes. É homogêneo, compacto, formado em média, por doze camadas de células poliédricas de tamanho irregular e de paredes finas, não sendo as células paralelas com as da epiderme. As células constituintes do mesofilo não mostram uma clara distinção entre células paliádicas e lacunosas, constituindo-se o mesofilo de um clorênquima com poucos espaços intercelulares do tipo meato.

Encontram-se idioblastos formados por células solitárias ou em grupos de duas, três ou quatro unidades, aclorofiladas, que apresentam um espessamento secundário de lignina, localizadas por todo o mesofilo. Nota-se também a presença, ainda que incomum, de células com vacúolos-ráfides dispersos pelo mesofilo.

Os cloroplastos aparentam não possuir dimorfismos, estando agrupados ou não dentro do citoplasma e distribuídos de forma descontínua quanto ao número por todo o clorênquima.

- CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO – Os feixes fibrovasculares formam uma única camada situada na região mediana do mesofilo. Nestes feixes, o xilema é superior ao floema, sendo os dois separados por um cordão de fibras esclerenquimáticas com graus diferenciados de espessamento (tipo I) ou contíguos (tipo II).

A camada mais externa dos feixes fibrovasculares é totalmente envolvente, composta por um tecido endodermático, formado por células incolores, isodiamétricas, poliédricas, com alguns grãos de amido, anucleadas e aclorofiladas em sua grande maioria, com as paredes que estão voltadas para dentro do feixe levemente lignificadas ou ainda, com a lignificação estendendo-se por toda a parede celular.

O xilema apresenta vasos de meta e protoxilema, fibras e parênquima xilemático, elementos de vasos com reforço escalariforme e helicoidal, parecendo o primeiro a predominar sobre o segundo tipo.

O floema apresenta meta e profloema, células parenquimáticas e é circundado por fibras esclerenquimáticas. Estas fibras, na região adaxial, formam uma única camada de células que o separa do xilema. A partir da região mediana a inferior, a camada de fibras esclerenquimáticas se torna dupla e mais fortemente espessada, formando uma capa fibrosa envolvendo a região abaxial do floema.

Encontra-se no mesofilo inferior, logo abaixo da epiderme, uma camada contínua de ninhos de fibras esclerenquimáticas que se estende por todo o mesofilo periférico. São constituídos em média, de seis a vinte células intercaladas com as células hipodermiais. Estes ninhos possuem em suas fibras periféricas, numerosas e conspícuas pontuações que as tornam conectadas com as células da epiderme, hipoderme e clorênquima.

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 em média, de quatro a cinco camadas 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. As paredes periclinais externas são de leve a medianamente espessadas e possuem profusos focos de infecção por micorrizas e hifas de fungos exofíticos e endofíticos.

Tilossomos são ocorrentes a partir das camadas medianas e inferiores do velame. Na parede periclinal interna das células e nas porções inferiores das

anticlinais das células da última camada do velame, que é fronteira a exoderme, visualiza-se um grande número de tilossomos.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – unisseriada, com células isodiamétricas, pentagonais, largas, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes de finas a medianamente espessadas e impregnadas com lignina e suberina. As paredes periclinais externas e anticlinais são as mais espessadas e recebem um reforço adicional de lignina e as periclinais internas são delgadas as que conferem ao espessamento da célula exodermal o aspecto da letra U.

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

Nota-se a presença de células de passagem exodermas solitárias ou em duplas que são isodiamétricas, menores que as normais exodermas, nucleadas, com citoplasmático denso, paredes menos espessadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de três a sete células normais da exoderme.

- Parênquima cortical - É constituído em média por oito a dez camadas de células anisodiamétricas, 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.

Nas duas primeiras camadas de células situadas logo após a exoderme, existe um reforço de suberina nas paredes destas células o que não chega a caracterizar que as mesmas façam parte da exoderme.

Nos espaços intercelulares em algumas regiões do córtex, ocorrem pequenas infecções de endomicorrizas assim como, observou-se a presença de incrustações citoplasmáticas de material leucoflavonóico.

Não foram visualizadas células do parênquima cortical com reforço de fitas ou barras de lignina envolvendo-lhes as paredes assim como amiloplastos.

Nas porções mais maduras da raiz encontramos câmaras fistulosas no parênquima cortical.

- Endoderme – Situada logo após o parênquima cortical, encontra-se uma endoderme envolvendo o estelo. É uniestratificada, compacta, com poucos espaços intercelulares, com células isodiamétricas, tetragonais ou pentagonais, curtas a médias, menores que as do parênquima cortical. São medianamente espessadas e 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 invertida. Os espessamentos permitem separar as células da endodermais em dois tipos:

- As que possuem as paredes mais espessadas, com pouco ou nenhum citoplasma, 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 mais finas, núcleo e citoplasma aparente e ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema. As suas estrias de Caspary não são evidentes e não sofrem espessamentos adicionais.

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 sete a doze 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, esclerificada, composta por células isodiamétricas, com paredes medianamente espessadas por lignina, sem espaços intercelulares, medianamente 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 levemente ácido, com o pH médio de 6,0.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $13C/12C \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou o valor de $-29,0$ enquadrando-a na amplitude de valores de plantas C₃.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 48 lista-se as principais características anatômicas que permitem enquadrar *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., como sendo pertencente ao tipo de folha coriácea mole, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 67 % como indica a tabela 78.

Na tabela 49 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 16 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 50 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 62, 63 e 64 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr.

Tabela 48 - Lista de características específicas encontradas em *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr. que permitem enquadrar sua folha como coriácea mole, (classificação modificada de Withner et alii, 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
-

Tabela 49 - Características anatômicas da raiz de *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., 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 pauciflora</i> .	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofticas.	sim	X				X
2. Endomicorrizas presentes	sim		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	não					
7. Parênquima cortical largo	sim	X		X		X
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.		9	1	2	5	8

Tabela 50 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., na produtividade da orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Maxillaria pauciflora</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: 75 %	

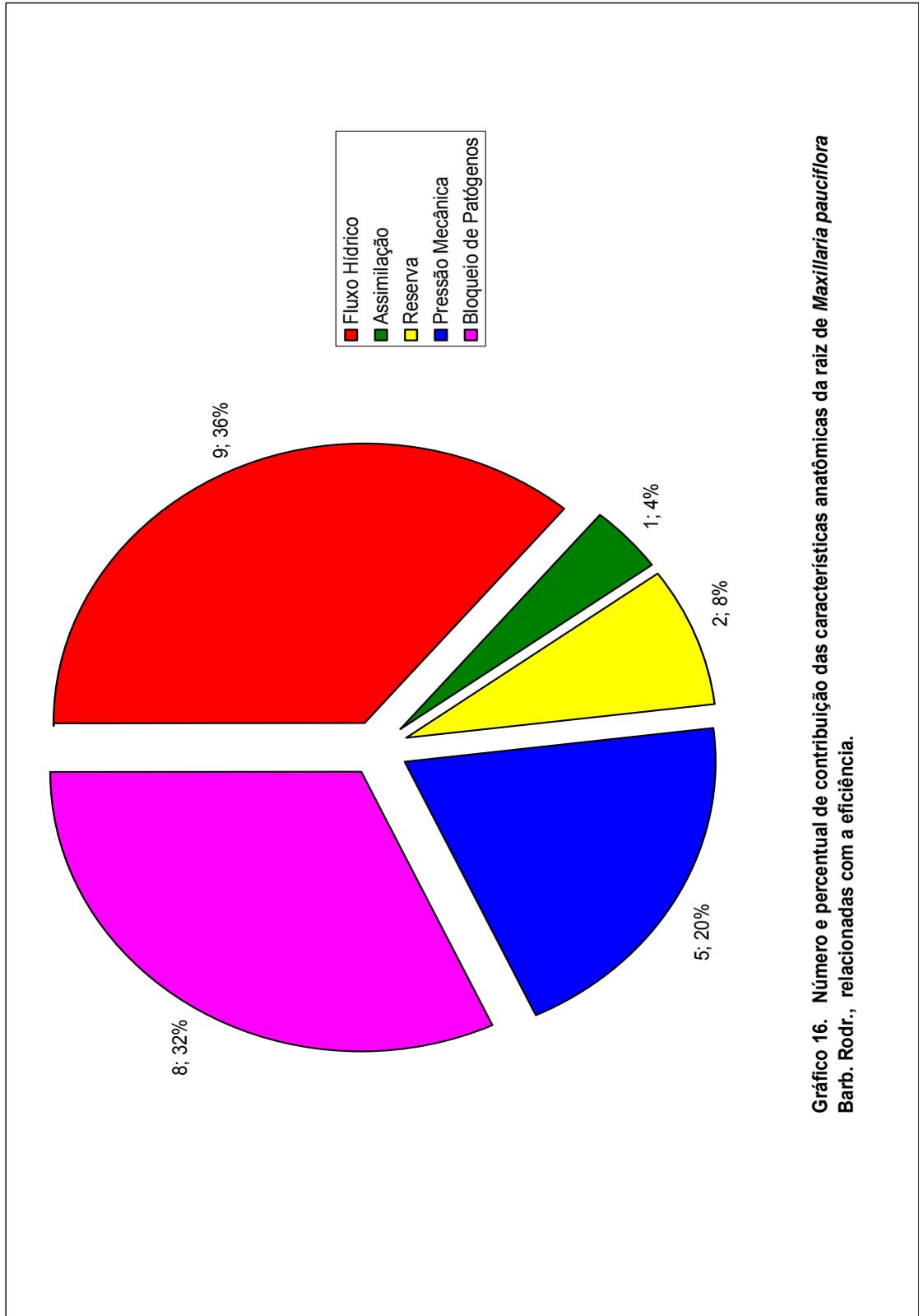


Gráfico 16. Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., relacionadas com a eficiência.

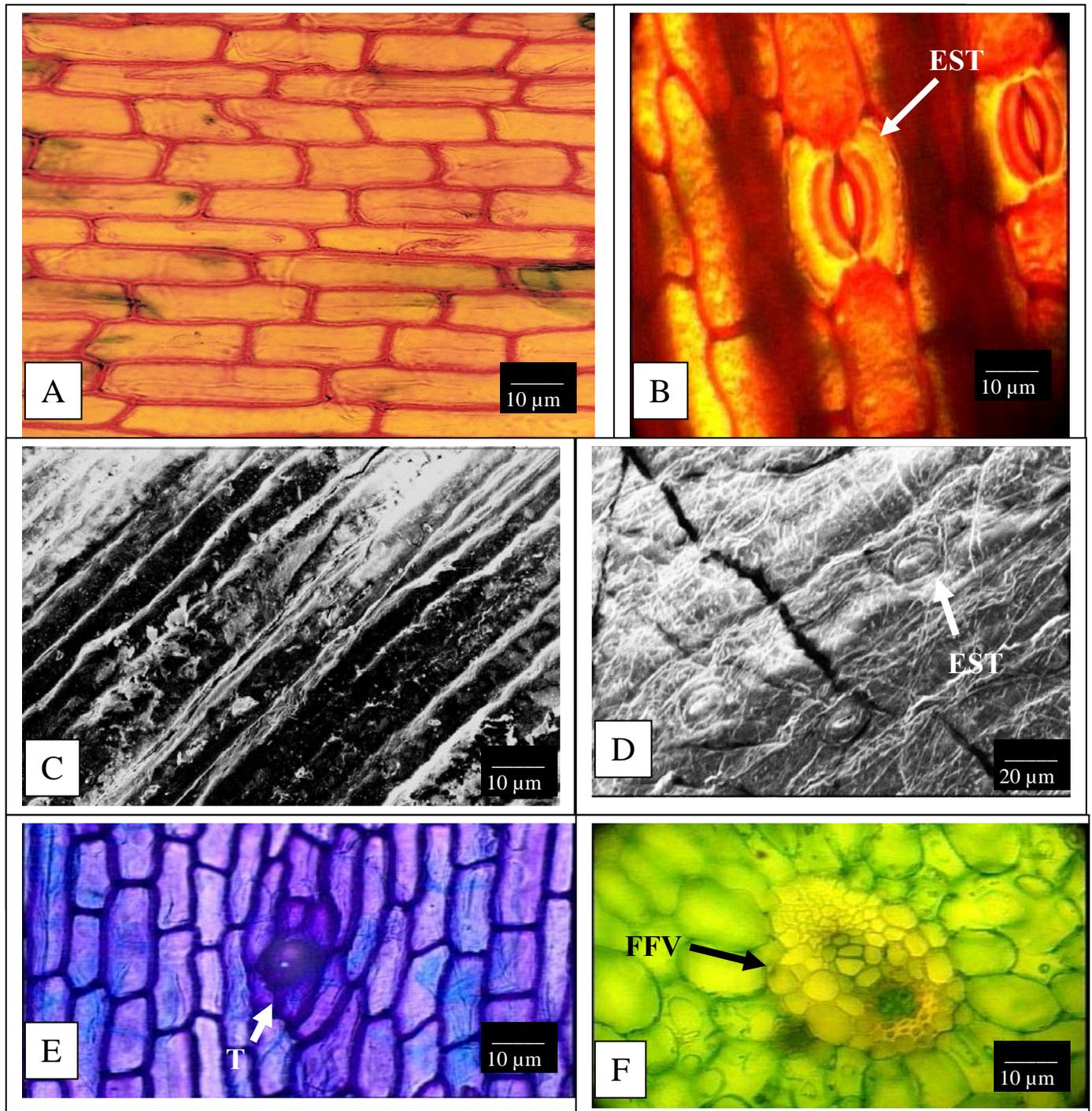


Figura 62 - Aspectos da folha de *Maxillaria pauciflora*. A e C: Epiderme adaxial. B e D: Epiderme abaxial com estômato paracíticos (EST). E: Tricoma (T) na epiderme adaxial (CT). F: Feixe fibrovascular (FFV) do tipo I.

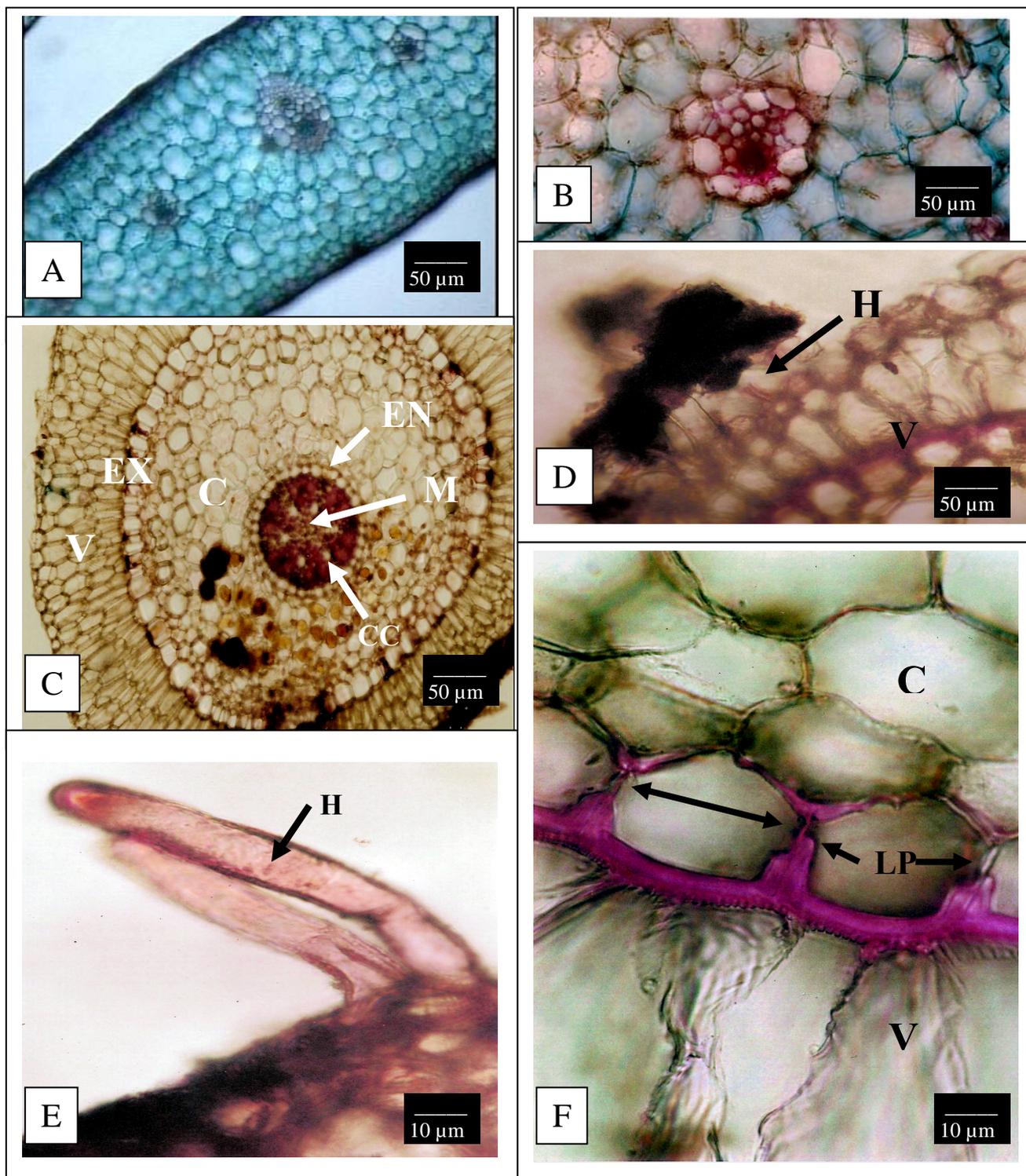


Figura 63 - Aspectos da folha e da raiz de *Maxillaria pauciflora*. A: Mesofilo (M). B: Feixe fibrovascular do tipo II. C: Velame (V), Exoderme (EX), Córte (C), Endoderme (EN), Cilindro central (CC), Medula (M). D: Hifas fúngicas (H), Velame (V). E: Hifas fúngicas (H). F: Velame (V), Linhas de pontuação (LP), Córte (C).

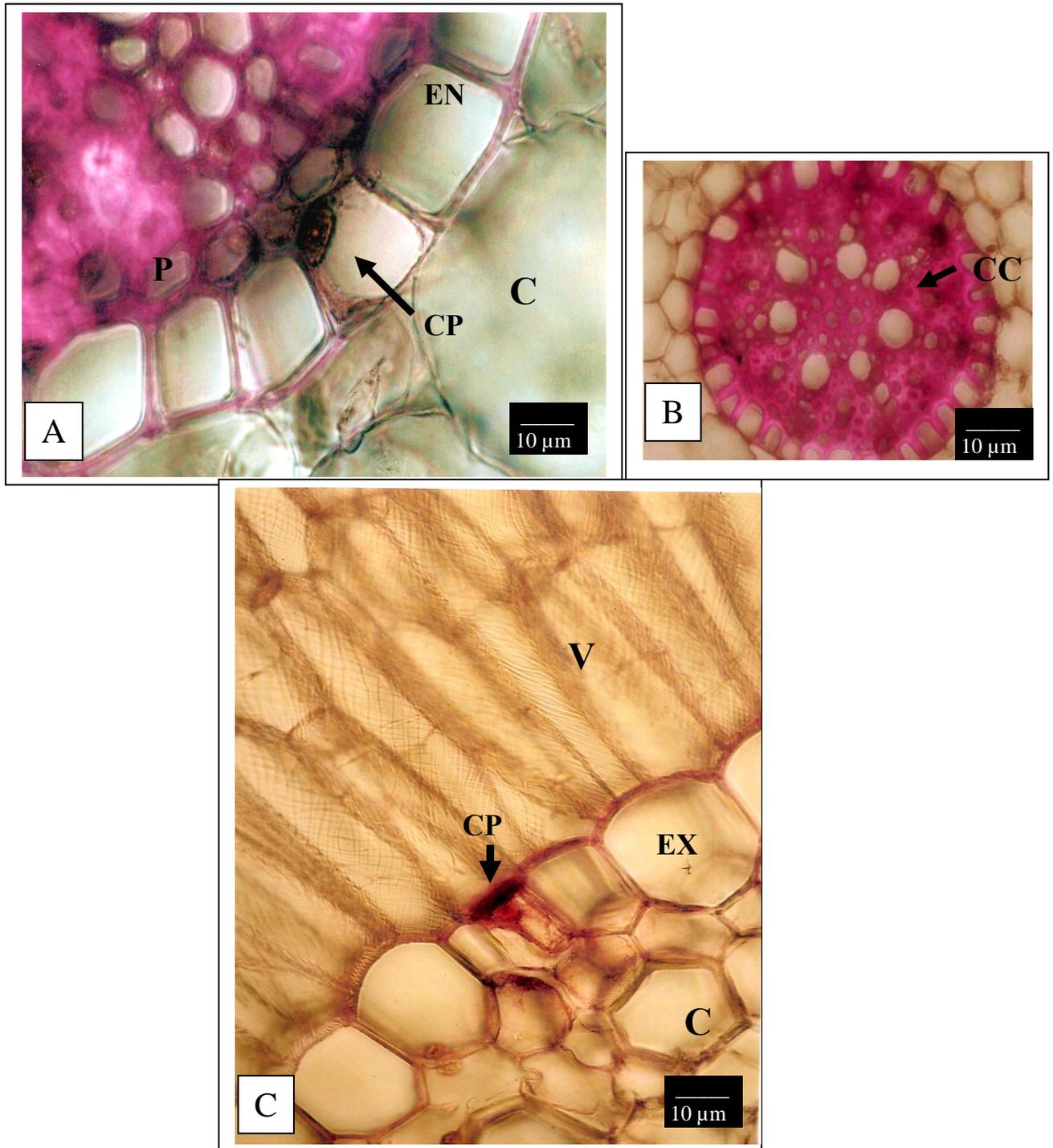


Figura 64 - Aspectos da raiz de *Maxillaria pauciflora*. A: Córtex (C), Célula de passagem endodermal (CP), Endoderme (EN), Periciclo (P). B: Cilindro central (CC). C: Velame (V), Célula de passagem exodermal (CP), Exoderme (EX), Córtex (C).

17. *Maxillaria pendes* Pabst.



Figura 65 - *Maxillaria pendes* Pabst., em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2904 (INPA 49743).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epifítica a secundariamente terrestre, ocasional na Campina aberta e na Campina sombreada, perene e sempre verde, heliófila a umbrófila, unifoliolada no ápice dos pseudobulbos, folhas linear-linguladas, subcarnosas, suberetas a arcuadas, alongadas, estreitas, persistentes cerca de 15-25 cm de comprimento, cerca de 2-2,5 cm de largura. Raízes fasciculadas, filiformes, cerca de 10-15 cm de comprimento e com velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal são constituídas de células predominantemente retangulares, anisodiamétricas, com paredes retas, de espessura média, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar, com as cutículas suavemente granuladas.

Na microscopia de varredura as epidermes mostram-se densas, pastosas, reflectoras, com suas superfícies sulcadas por depressões e uma cutícula rica em grânulos, sendo estes mais evidentes que na superfície adaxial e na abaxial, inúmeras vilosidades.

Em vista transversal às epidermes são uniestratificadas, com células tabulares ou retangulares, de tamanho aparentemente uniforme, sendo que as células da margem da folha sofrem um reforço de lignina. As epidermes estão recobertas por uma cutícula não muito espessa, sendo a da epiderme adaxial mais grossa. A cutícula em ambas as epidermes é ligeiramente lisa e as epidermes possuem pequenos espaços intercelulares pouco diferenciados, que são preenchidos pela cutícula e existem pontuações nas paredes anticlinais.

As folhas são hipoestomáticas (média de 16 estômatos por mm^2) com estômatos paracíticos de distribuição paralela à nervura central, são esféricos e solitários, com raras ocorrências de estômatos germinados. Estão localizados ao mesmo nível das outras células da epiderme, ocorrendo em suaves depressões e possuem câmaras subestomáticas e supraestomáticas apresentando uma projeção cuticular acentuada que observada em primeiro plano, possui a forma de “garra” e um pequeno poro de ar. As células-guardas apresentam um acentuado espessamento celulósico.

Ocorrem tricomas desde a base até o ápice na epiderme abaxial (média de 3 tricomas por mm^2), sendo mais numerosos que os da adaxial (média de 2 tricomas por mm^2). Os tricomas são solitários ou não e estão imersos em depressões na epiderme. São pluricelulares e constituídos de duas células sendo o corpo por uma grande célula, que tem as paredes do ápice inteiramente reforçadas e com o citoplasma mucilaginoso. Não aparentam características secretoras e são caliciformes.

- Hipoderme – Logo abaixo das epidermes, existe uma hipoderme. A hipoderme adaxial é constituída de três e quatro camadas de células e a abaxial, de

uma a duas camadas e com suas células menores que as da adaxial. Ambas as hipodermes apresentam células anisodiamétricas, poliédricas e com espessamento secundário acentuado, citoplasma incolor e com pouco ou nenhum conteúdo citoplasmático. Algumas células apresentam cloroplastos.

- CLORÊNQUIMA – Situado logo abaixo das hipodermes é composto em média, por doze camadas de células, sendo homogêneo e com células poliédricas, anisodiamétricas de paredes finas, não sendo as células paralelas com as da epiderme. Encontram-se células solitárias, aclorofiladas, que apresentam um espessamento secundário de lignina. As células constituintes do mesofilo não mostram uma clara distinção entre células paliçádicas e lacunosas, constituindo-se o mesofilo de um clorênquima com espaços intercelulares bem diferenciados do tipo meato. Na região da nervura central, as células tendem a se tornarem alongadas em relação às da epiderme, dando-lhes um aspecto paliçádico.

Os cloroplastos aparentam não possuir dimorfismos, estando agrupados ou não dentro do citoplasma e distribuídos de maneira uniforme por todo o clorênquima. Nota-se a presença, ainda que incomum, de células com vacúolos-ráfides, dispersos pelo mesofilo.

- CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO – Os feixes fibrovasculares são dos tipos I e III e formam uma única camada mediana. Nestes feixes, o xilema é superior ao floema, sendo os dois separados por um cordão de fibras esclerenquimáticas (tipo I) e contíguos (tipo III).

Os feixes são circundados por células endodermóides, células parenquimáticas e numerosas fibras que nos pólos dos feixes, formam capas de fibras fortemente espessadas, sendo que as do xilema sofrem gradação nos espessamentos.

Os elementos de vasos possuem reforço escalariforme e helicoidal, parecendo o primeiro a predominar sobre o segundo tipo.

Encontra-se no mesofilo inferior, bem próximo da epiderme, uma camada de pequenos ninhos de fibras esclerenquimáticas, constituídos em média de seis a vinte células que possuem grandes pontuações em sua periferia.

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, tetragonais curtas ou ovaladas, com tamanho igual ou menor que as das camadas mais internas. As paredes periclinais externas são de leve a medianamente espessadas não sendo 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 anticlinais das células da última camada do velame, que é fronteira 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 anticlinais 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.

Nota-se a presença de células de passagem exodermis que são isodiamétricas, menores, nucleadas, com material citoplasmático, paredes menos espessadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de cinco a sete células normais da exoderme.

- 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 vacúoladas, 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.

Nas três primeiras camadas de células situadas logo após a exoderme, existe de forma descontínua, um reforço de suberina nas paredes destas células o que não chega a caracterizar uma exoderme multisseriada.

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.

A última camada de células do parênquima cortical que faz interface com a endoderme apresenta um reforço celulósico em suas paredes. Em regiões mais jovens da raiz este espessamento não é acentuado e nas regiões mais maduras, esse espessamento recebe adição de lignina e suberina e as paredes periclinais internas, porções inferiores das anticlinais e os ângulos das paredes ficam mais engrossados. Isto faz com que o formato desse espessamento adquira um formato de uma letra O engrossada na parte inferior.

- Endoderme – Situada logo após o parênquima cortical, encontra-se uma endoderme envolvendo o estelo. É uniestratificada, compacta, com poucos espaços intercelulares e com células isodiamétricas, pentagonais ou tetragonais, largas, curtas a médias e 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 externas, sendo diminuído nas periclinais internas, dando ao espessamento o formato da letra U. Os espessamentos permitem separar as células da endodermais em dois tipos:

- As que possuem as paredes mais espessadas, com pouco ou nenhum citoplasma, 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 aparentes e ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema. As suas 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, sem esclerificação e situada no centro do cilindro central. É composta por células isodiamétricas de tamanho irregular, com 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 levemente ácido, com o pH médio de 6,5.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $13C/12C \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou o valor de $-29,6$ enquadrando-a na amplitude de valores de plantas C₃.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 51 listam-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Maxillaria pendens* Pabst., como sendo pertencentes ao grupo de folhas coriáceas moles, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 70 % como indica a tabela 78.

Na tabela 52 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Maxillaria pendens* Pabst., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 17 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Maxillaria pendens* Pabst., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 53 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Maxillaria pendens* Pabst., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 66 e 67 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Maxillaria pendens* Pabst.

Tabela 51 - Lista de características específicas encontradas em *Maxillaria pendens* Pabst. 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
-

Tabela 52 - Características anatômicas da raiz de *Maxillaria pendens* Pabst., 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 pendens</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 exodermais 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 endodermais 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.	sim			X		
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	2	5	8

Tabela 53 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Maxillaria pendens* Pabst., na produtividade da planta para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005)

CARACTERÍSTICA	<i>Maxillaria pendens</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: 75 %	

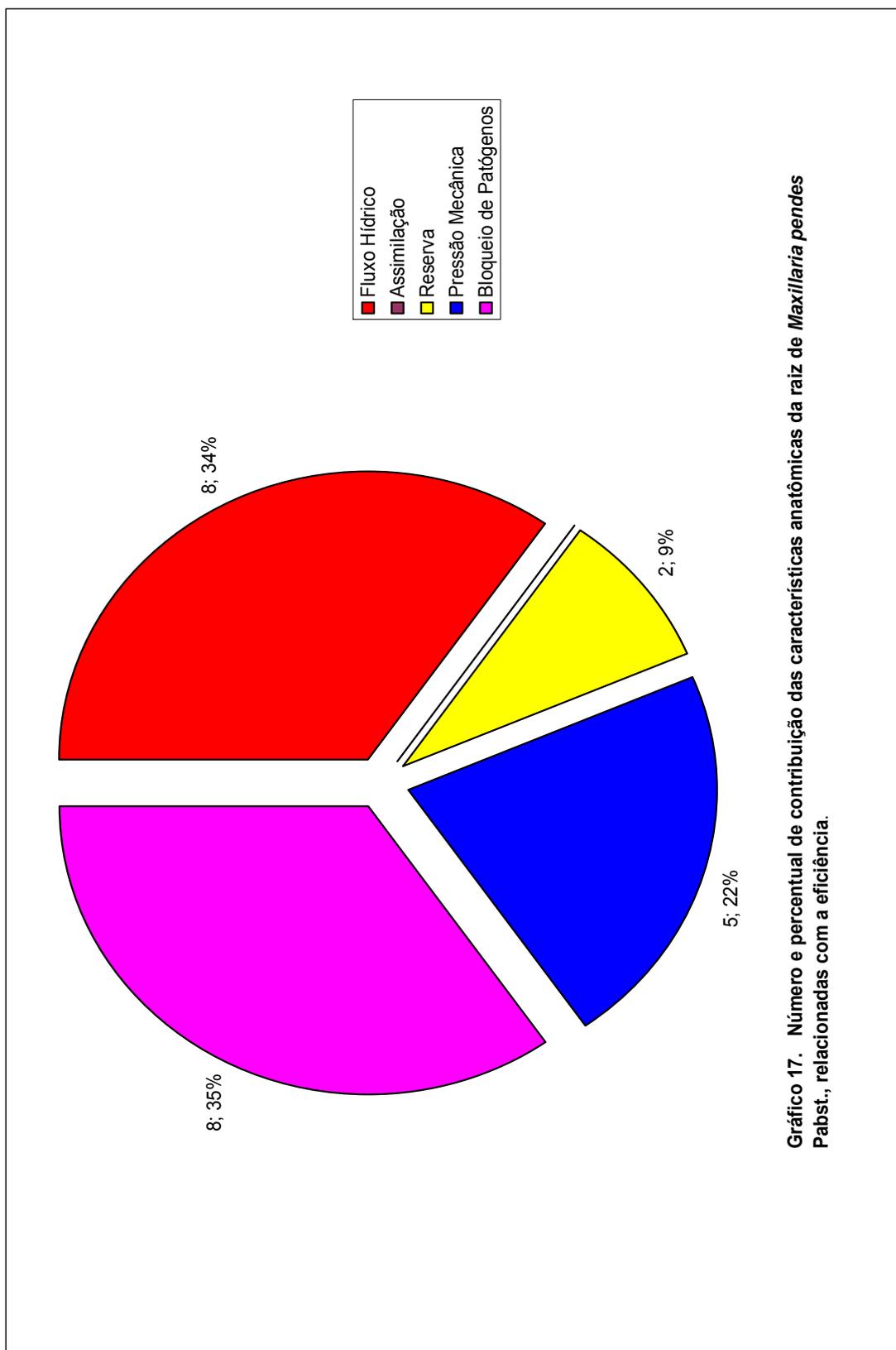


Gráfico 17. Número e percentual de contribuição das características anatómicas da raiz de *Maxillaria pendes* Pabst., relacionadas com a eficiência.

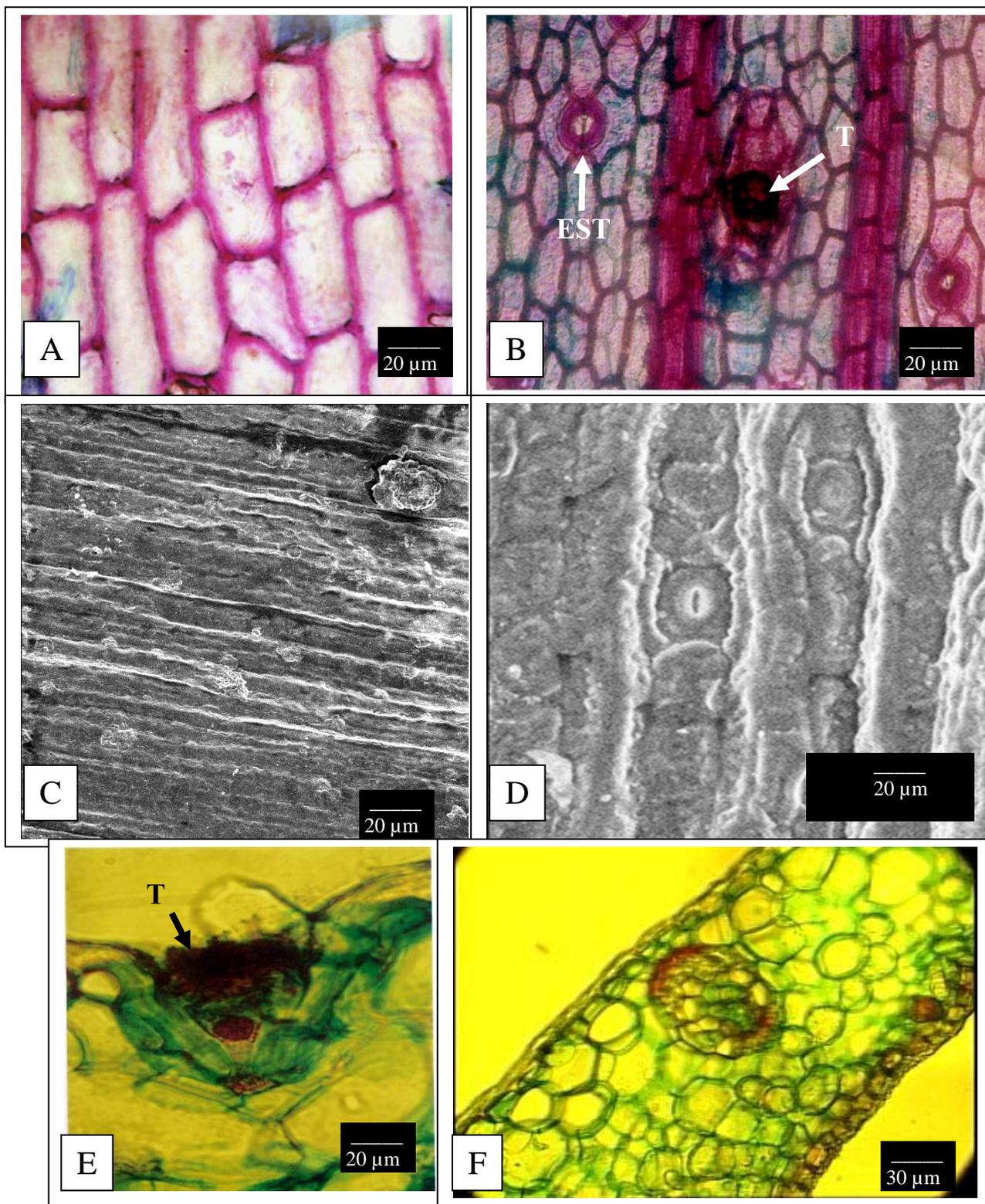


Figura 66 - Aspectos da folha de *Maxillaria pendes*. A e C: Epiderme adaxial. B e D: Epiderme abaxial, Estômato (EST), Tricomas (T). E: Tricomas (T). F: Mesofilo.

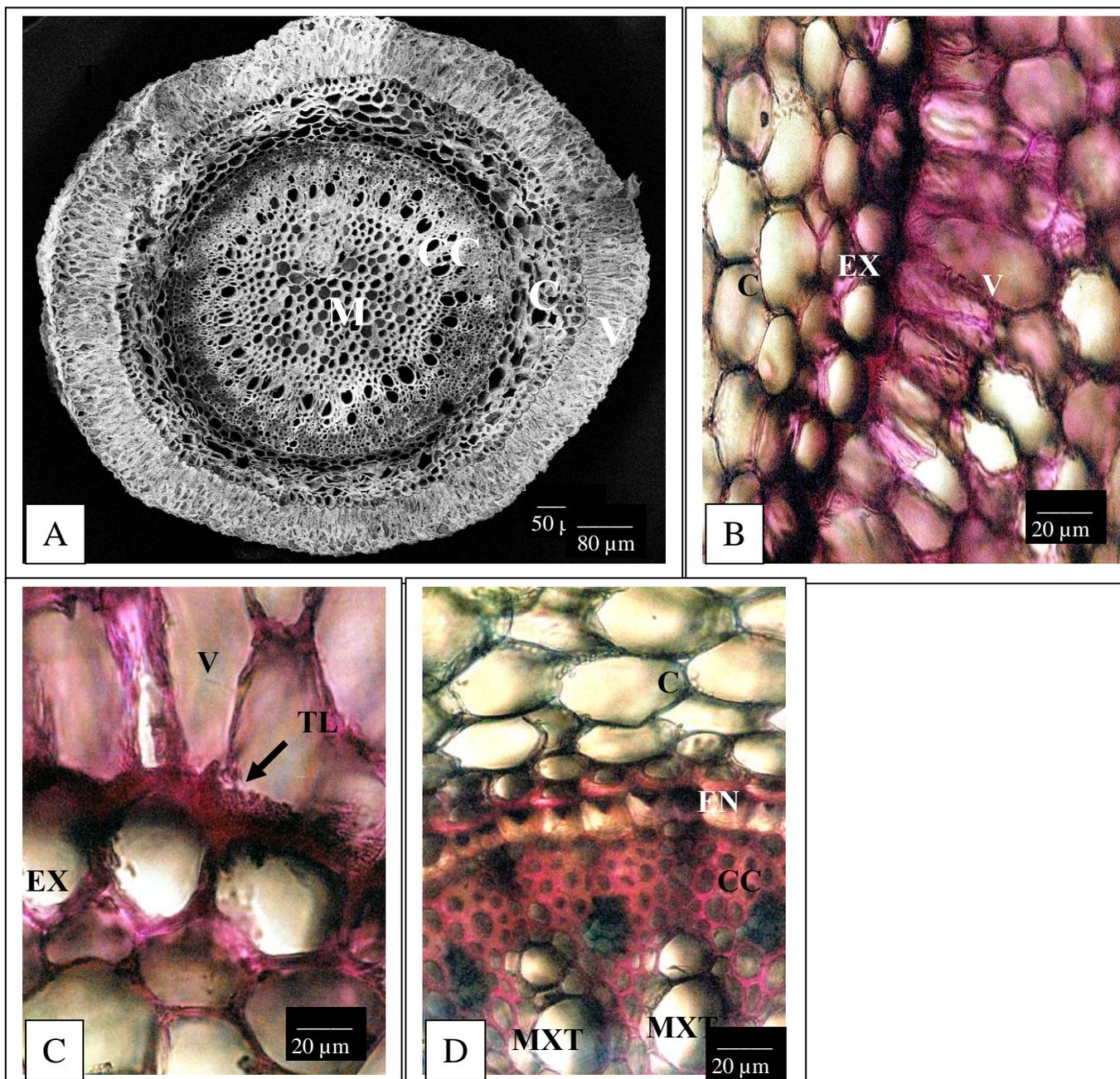


Figura 67 – Aspecto da raiz de *Maxillaria pende*. A: Velame (V), CórteX (C), Cilindro central (CC), Medula (M). B: Velame (V), Exoderme (EX), CórteX (C). C: Velame (V), Tiliosomos (TL), Exoderme (EX), CórteX (C). D: CórteX (C), Endoderme (En), Cilindro central (CC), Metaxilema (MXT).

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 exodermis 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 endodermis 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 $13C/12C \pm 0,2\%$ - 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 exodermas 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 endodermas 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 %	

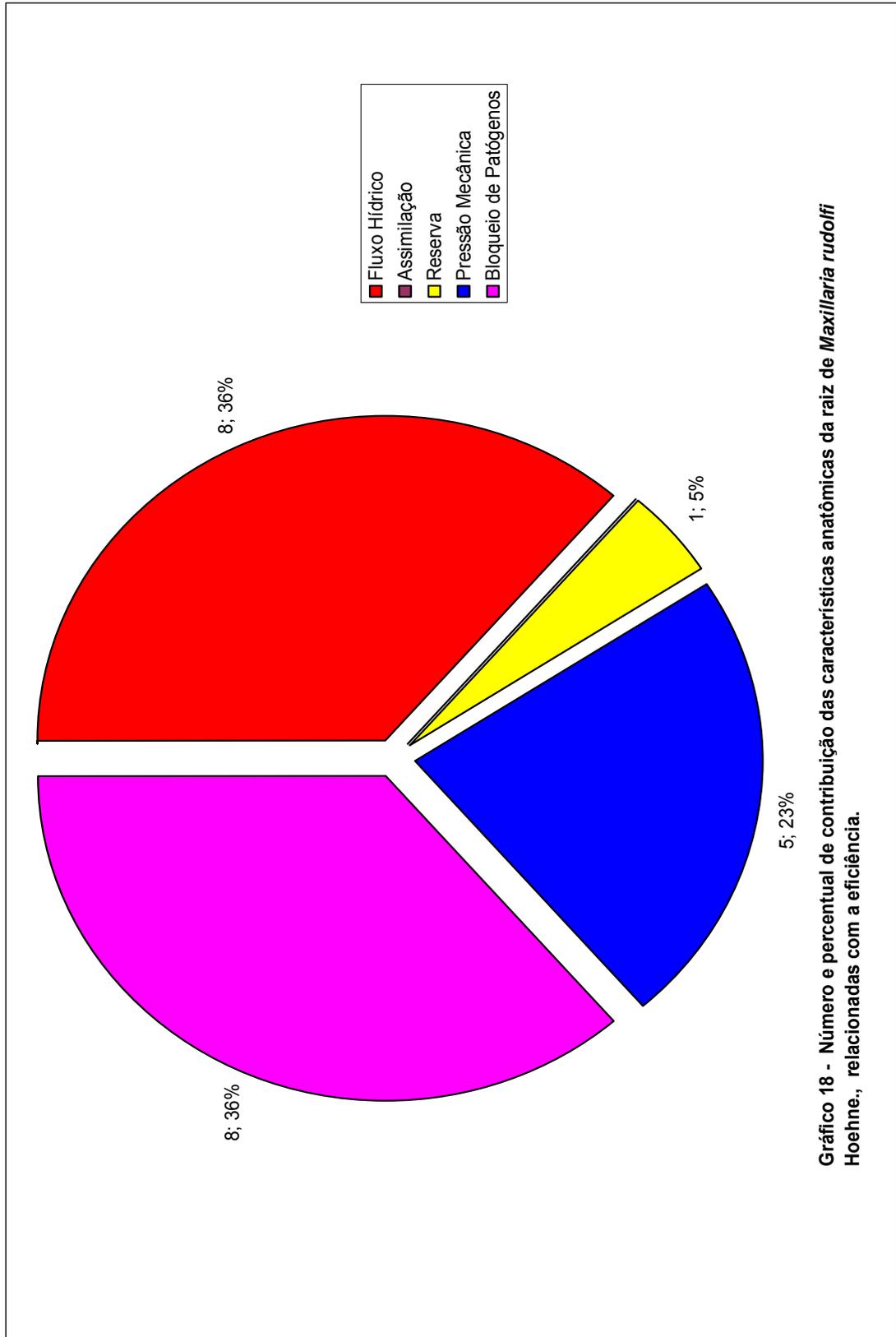


Gráfico 18 - Número e percentual de contribuição das características anatómicas da raiz de *Maxillaria rudolfi* Hoehne., relacionadas com a eficiência.

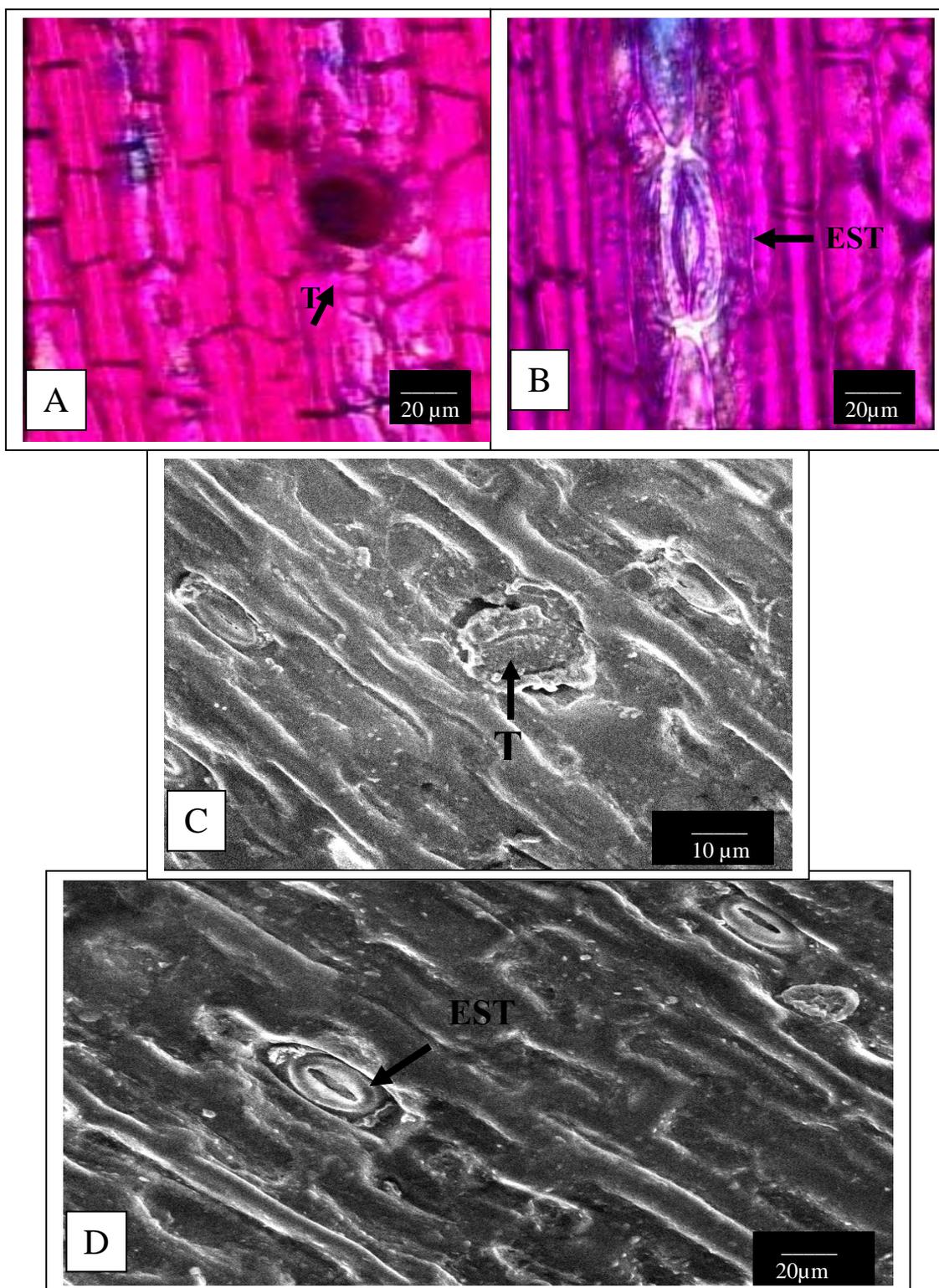


Figura 69 – Aspectos da epiderme foliar de *Maxillaria rudolfi*. A e C: Epiderme adaxial com Tricomas (T). B e D: Epiderme abaxial com estômatos paracíticos (EST).

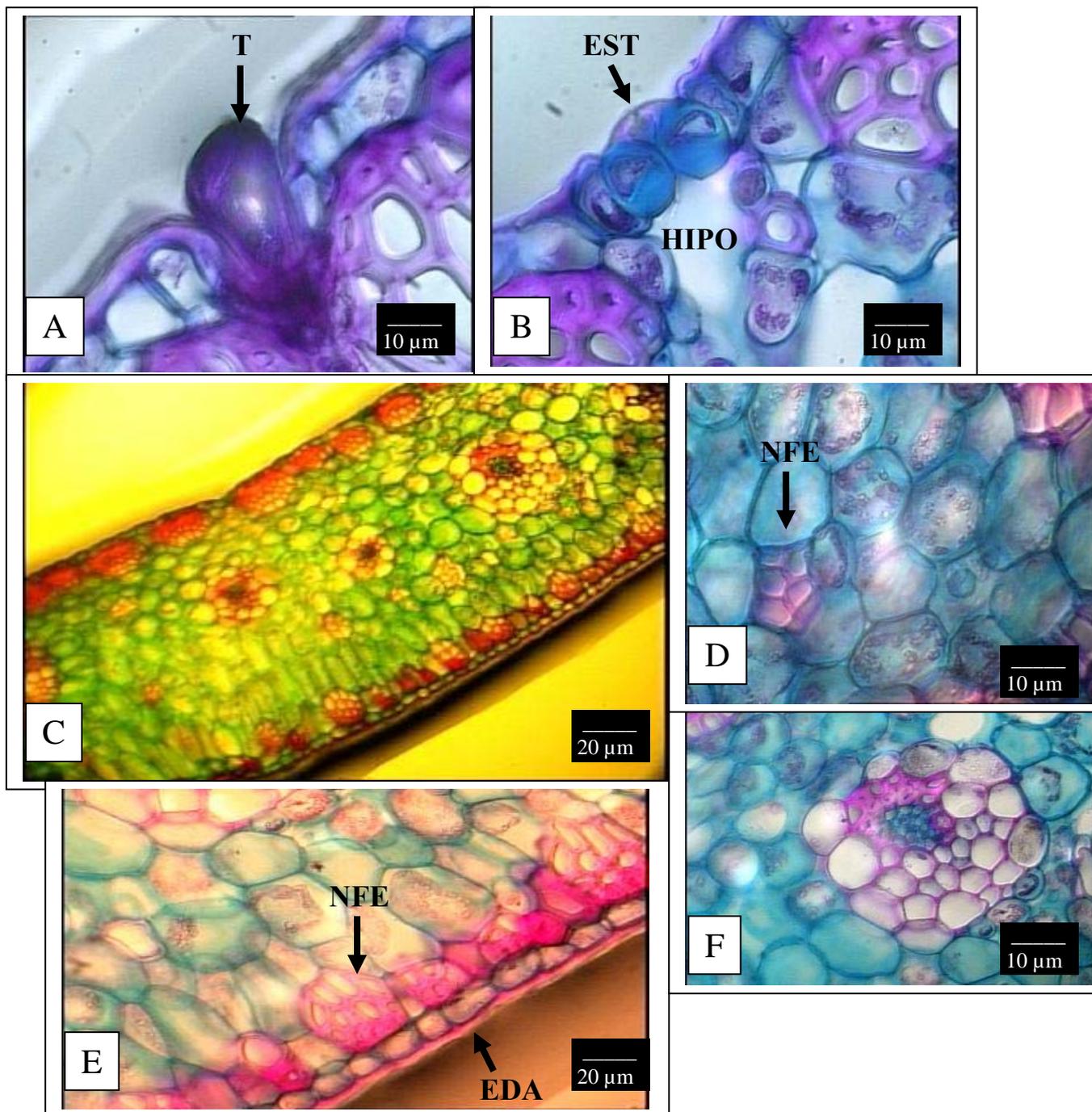


Figura 70 – Aspectos da folha de *Maxillaria rudolfi* em corte transversal. A: Tricoma (T). B: Estômato (EST), Câmara hipoestomática (HIPO). C: Mesofilo. D: Ninho de fibra esclerenquimática. E: Mesofilo superior, epiderme adaxial (EDA) e Ninho de fibras esclerenquimáticas (NFE). F: Feixe fibrovascular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

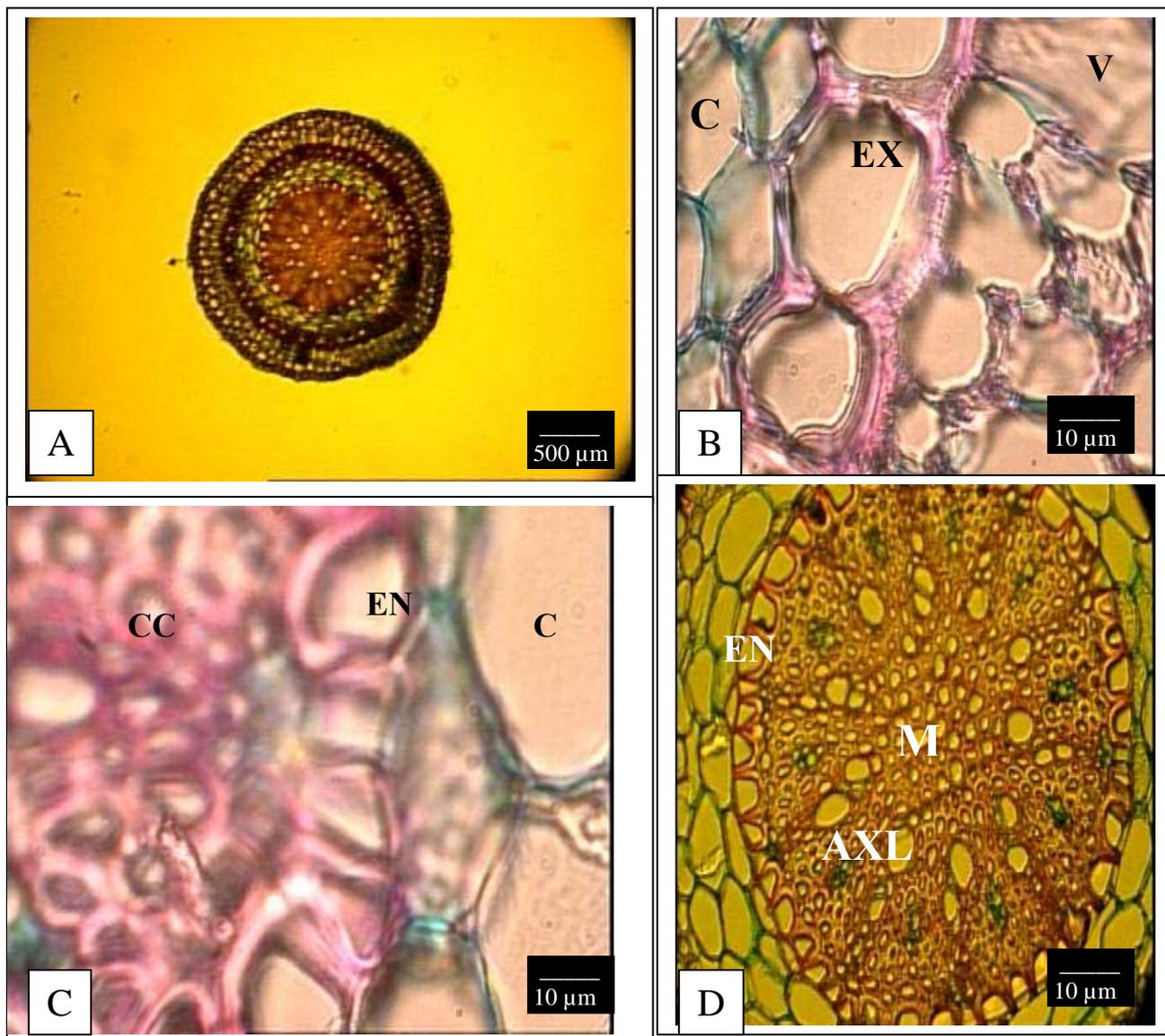


Figura 71 - Aspectos da raiz de *Maxillaria rudolfi*. A: Raiz. B: Velame (V), Exoderme (EX), CórteX (C). C: CórteX (C), Endoderme (EN), Cilindro central (CC). D: CórteX (CC), Endoderme (EN), Arco xilemático (AXL), Medula (M).

19. *Maxillaria tarumaensis* Hoehne.



Figura 72 - *Maxillaria tarumaensis* Hoehne em ambiente de cultivo.

Material estudado

Coletor P.I.S. Braga 2903 (INPA 49742).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epifítica, secundariamente terrestre e ocasional na Campina sombreada. Pseudobulbos agrupados, eretos, ovóide, compressos, verdes, ladeados, de bainhas folígeras, dísticas, cerca de 2-3 cm de comprimento, cerca de 1-1,5 cm de largura. Unifoliadas no ápice dos pseudobulbos, folhas linear-liguladas, suberetas a arcuadas, coriácea carnosa, verdes, cerca de 20-30 cm de comprimento, cerca de 1,5-2,0 cm de largura. Raízes fasciculadas, filiformes, cerca de 20 cm de comprimento.

Descrição anatômica

- Epiderme - As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células anisodiamétricas, paredes retas a suavemente curvas, com espessamento médio e são orientadas paralelamente ao eixo longitudinal da folha. As cutículas são suavemente granuladas e as paredes periclinais externas e anticlinais não apresentam campos de pontuação.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células tabulares, aclorofiladas, sendo que as células da epiderme adaxial aparentam possuir as paredes anticlinais maiores, e as paredes periclinais externas das epidermes recebem um reforço celulósico.

As epidermes estão recobertas por uma cutícula espessa, sendo que a adaxial é lisa e a da abaxial é suavemente ondulada. Ambas possuem espaços intercelulares bem diferenciados que vão a $\frac{1}{4}$ da parede periclinal da célula ou a total separação das mesmas. Várias células epidermáticas de ambas epidermes apresentam uma esclerificação bastante desenvolvida no sentido centrífugo (da periclinal interna para externa) em razão da existência de uma hipoderme esclerificada.

Na microscopia de varredura as cutículas das epidermes mostram-se densas, pastosas, reflectoras, com suas superfícies sulcadas por depressões e uma cutícula com cristas e grúmulos, sendo estes mais evidentes na cutícula abaxial. Em ambas as epidermes são profusas a presença de epífilas e hifas fúngicas.

As folhas são hipoestomáticas (média de 69 estômatos por mm^2) com estômatos paracíticos de distribuição paralela à nervura central, são esféricos e solitários, com raras ocorrências de estômatos germinados.

Estão localizados ao mesmo nível das outras células da epiderme, ocorrendo em suaves depressões e possui câmaras subestomáticas e supraestomáticas apresentando uma projeção cuticular acentuada que observada em primeiro plano, possui a forma de “garra” e um pequeno poro de ar. As células-guardas apresentam um acentuado espessamento celulósico.

Ocorrem tricomas com baixa frequência, desde a base até o ápice da folha, em ambas epidermes (adaxial e abaxial com média de 3 tricomas por mm^2). Os tricomas são solitários, estando os mesmos imersos em depressões na epiderme. São pluricelulares e constituídos de 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 duas epidermes, existe uma hipoderme com células anisodiamétricas e poliédricas. A hipoderme adaxial possui em média três camadas, sendo a primeira com espessamento secundário de lignina muito fortes ficando as células quase sem lúmem; a segunda camada com células maiores do que a primeira com espessamento mais suave e com lúmem livre e a terceira camada com células de diâmetro de seis a sete vezes maiores do que a primeira camada e com um suave espessamento de lignina e também com o lúmem livre, sendo o citoplasma incolor com pouco ou nenhum conteúdo citoplasmático e raros cloroplastos.

A hipoderme abaxial é constituída de três camadas de células, possuindo ninhos de fibras esclerenquimáticas constituídas de oito a vinte fibras em média, que se intercalam entre as células da hipoderme em intervalos de três a cinco células. As células da primeira camada da hipoderme são fortemente lignificadas e com pouco lúmem. A segunda camada possui células maiores do que a primeira e espessamento mais suave (porém mais espesso que os da segunda camada da hipoderme adaxial, com lúmem livre). A terceira camada não é contínua e intercala-se com as células do mesofilo e possui paredes levemente lignificadas, espessamento celulósico secundário acentuado e lúmem grande. O citoplasma é incolor com pouco ou nenhum conteúdo citoplasmático e com raríssimos cloroplastos. A segunda e a terceira camada de células hipodermáticas estão relacionadas com a armazenagem de água.

- Clorênquima - Situado logo após as hipodermes, é homogêneo, composto em média, por quinze camadas células poliédricas, anisodiamétricas, perpendiculares as da epiderme e com as paredes finas. As células constituintes do mesofilo não mostram uma clara distinção entre células paliçádicas e lacunosas, embora, as do mesofilo superior possuam as paredes anticlinais de quatro a cinco vezes maiores que as periclinais.

O mesofilo é formado de um compacto clorênquima com pouquíssimos espaços intercelulares bem diferenciados do tipo meato. Na região da nervura central as células do mesofilo superior tendem a se tornarem bastante alongadas

dando aspecto de paliçada e, por toda a folha, as células do mesofilo inferior são mais arredondadas. As células do clorênquima mediano estão relacionadas com a armazenagem de água.

Os cloroplastos aparentam não possuir dimorfismos, estando agrupados ou não dentro do citoplasma e distribuídos de maneira uniforme por todo o clorênquima, porém com uma concentração um pouco maior no mesofilo inferior. Não foi notada a presença de vacúolos-ráfides dispersos pelo mesofilo.

- **Condução e sustentação** - Os feixes fibrovasculares formam uma única camada mediana a partir da nervura central, com pequenos (Tipo II) e grandes feixes (Tipo I) intercalando-se.

Nesses feixes, o xilema é superior ao floema, separados entre si por uma camada de fibras lignificadas que varia de duas a três células de espessura (Tipo I), sendo que nos pólos dos feixes há uma capa de fibras em forma de meia-lua com forte espessamento de lignina que reforça o xilema e o floema, onde a capa do xilema é bem menos desenvolvida que a do floema. No tipo II, o floema e o xilema são contíguos e não há formação de capas de fibras.

O xilema apresenta elementos de vasos com reforço escalariforme e helicoidal, parecendo que o primeiro predomina sobre o segundo tipo e os feixes fibrovasculares estão circundados por células endodermóides, parenquimáticas e fibras com graus diferenciados de esclerificação.

Nos ninhos de fibras e nas fibras periféricas dos feixes fibrovasculares encontram-se grandes pontuações onde o material citoplasmático é projetado para dentro da célula do mesofilo ou da hipoderme.

Nas demais regiões da folhas ocorrem às mesmas disposições 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 mediamente 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 anticlinais das células da última camada do velame, que é fronteira à 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 anticlinais 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.

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

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 treze a quinze 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 – Houve fixação noturna CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração púrpura, indicando fixação de noturna de CO₂. Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou-se levemente alcalino, com o pH médio de 8,0.
- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $13C/12C \pm 0,2\%$ - Não foi feita por insuficiência de material foliar.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 57 lista-se em resumo características anatômicas que permitem enquadrar *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., como sendo pertencente aos tipos de folhas coriáceas duras, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 69 % como indica a tabela 78.

Na tabela 58 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, de pressão mecânica e de a bloqueio de patógenos.

No gráfico 19 mostram-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 59 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 73, 74 e 75 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Maxillaria tarumaensis* Hoehne.

Tabela 57 - Lista de características específicas encontradas em *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., que permitem enquadrar sua folha como coriácea dura (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Folhas não plicadas
2. Racham ou estalam quando dobradas
3. Superfície áspera ou rugosa ao tato
4. Cutícula espessa
5. Células da epiderme adaxial maiores
6. Espessamento cuticular mais acentuado na epiderme adaxial
7. Células epidérmicas esclerificadas
8. Sem tricomas

ESTÔMATOS

9. Hipoestomáticos
10. Câmaras supraestomáticas

OUTRAS

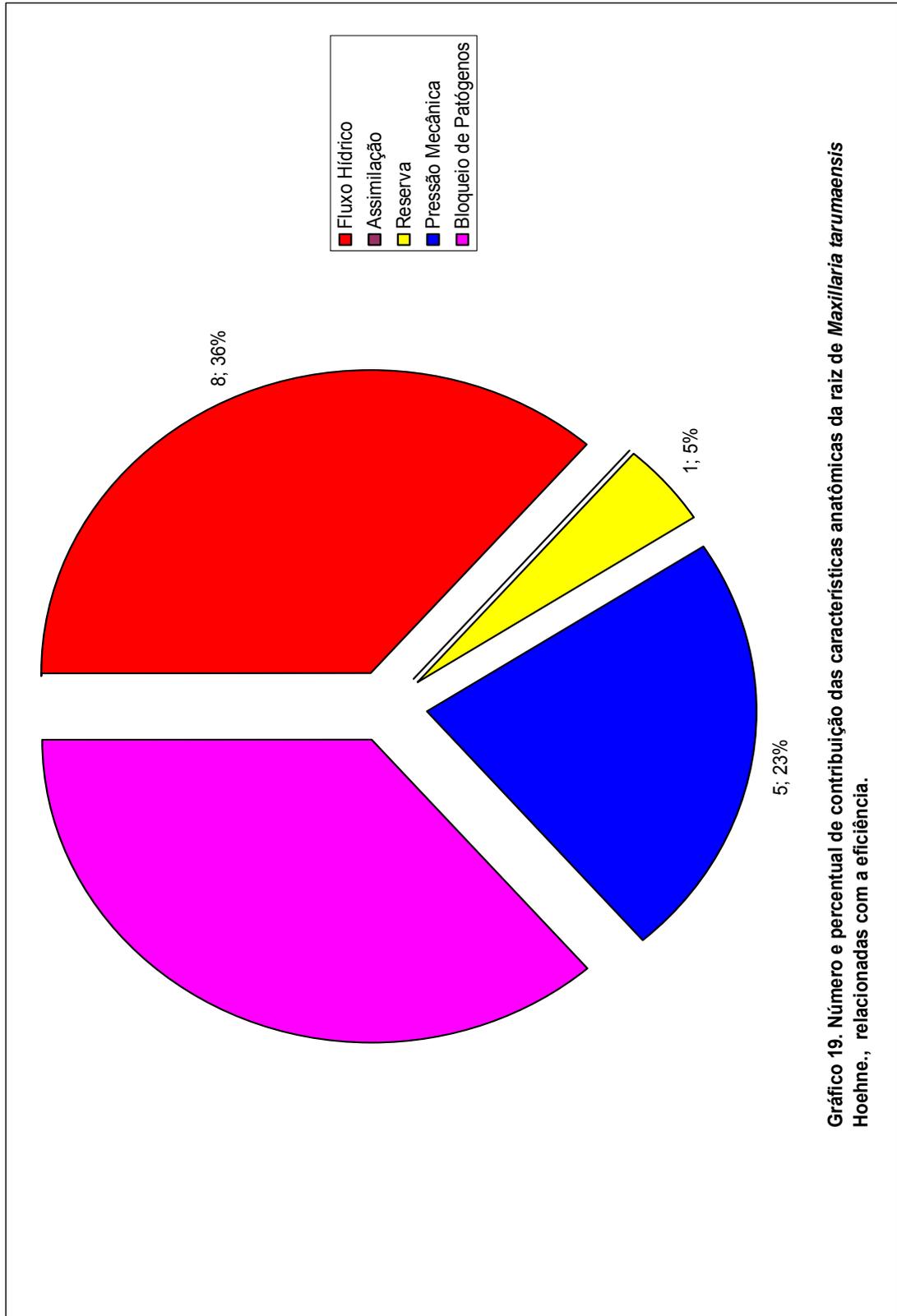
11. Hipoderme
 12. Células do mesofilo superior tendendo alongadas
 13. Espessamento secundário em células do mesofilo
 14. Grupo de celular relacionadas com armazenamento de água
 15. Ninhos de fibras esclerenquimáticas em média de vinte fibras
 16. Ninhos de fibras superficiais
 17. Células esclerificadas no mesofilo
-

Tabela 58 - Características anatômicas da raiz de *Maxillaria tarumaensis* 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 tarumaensis</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 exodermais 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 endodermais 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 59 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., na produtividade da planta para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Maxillaria tarumaensis</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: 90 %	



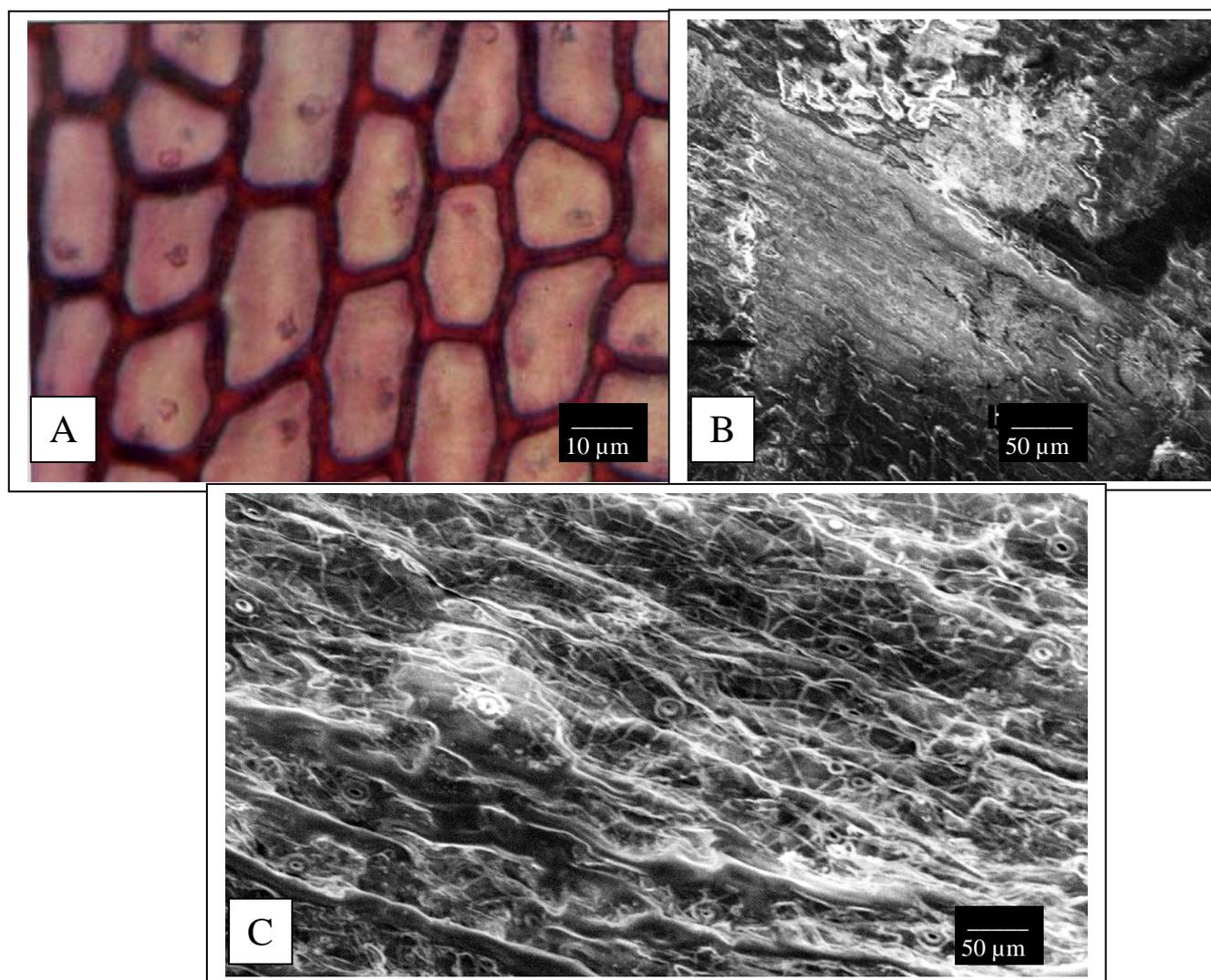


Figura 73 – Aspecto da epiderme foliar de *Maxillaria tarumaensis*. A e B: Epiderme adaxial. C: Epiderme abaxial.

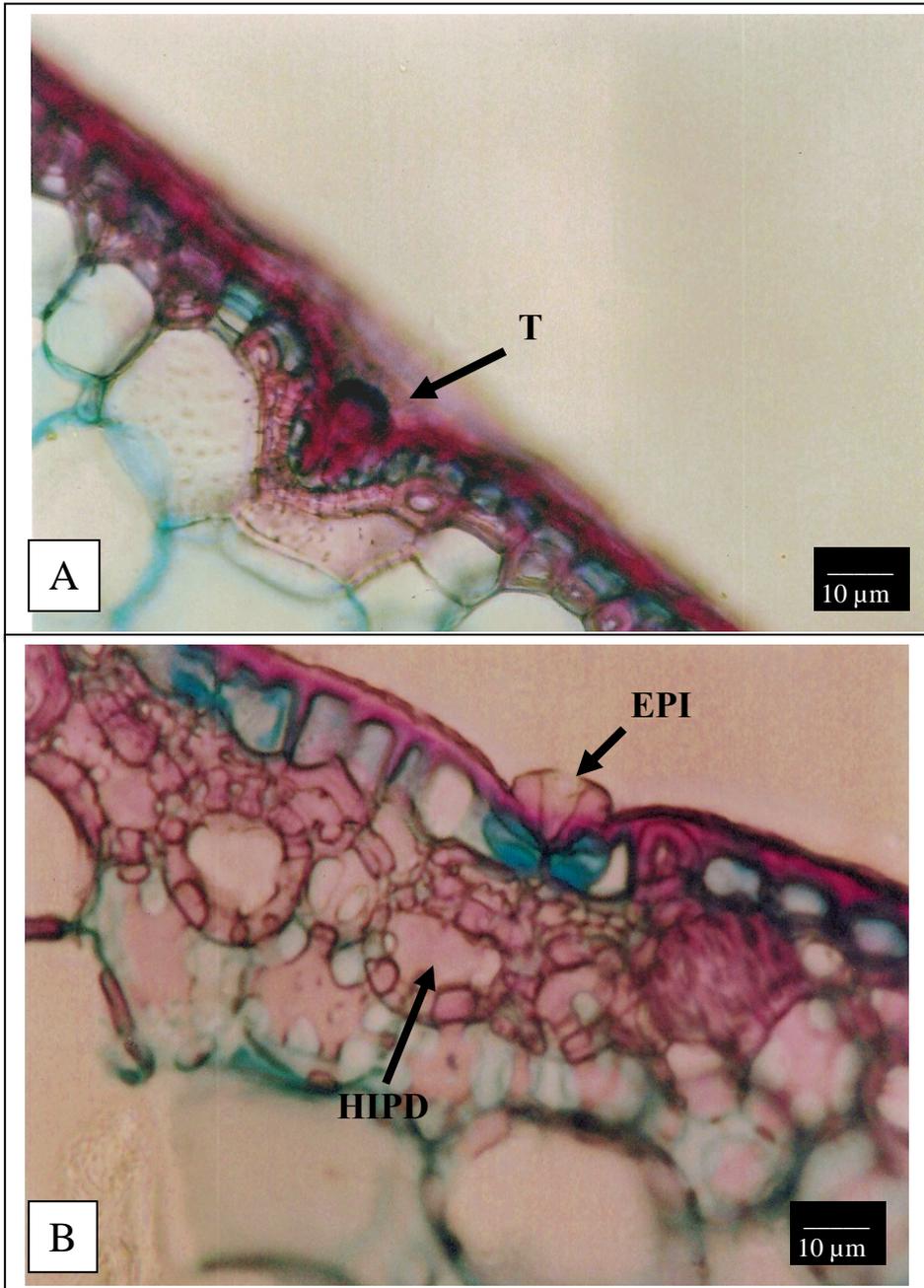


Figura 74 – Aspecto da folha de *Maxillaria tarumaensis*. A: Tricoma (T). B: Estômato com câmara epiestomática (EPI), Hipoderme esclerificada (HIPD).

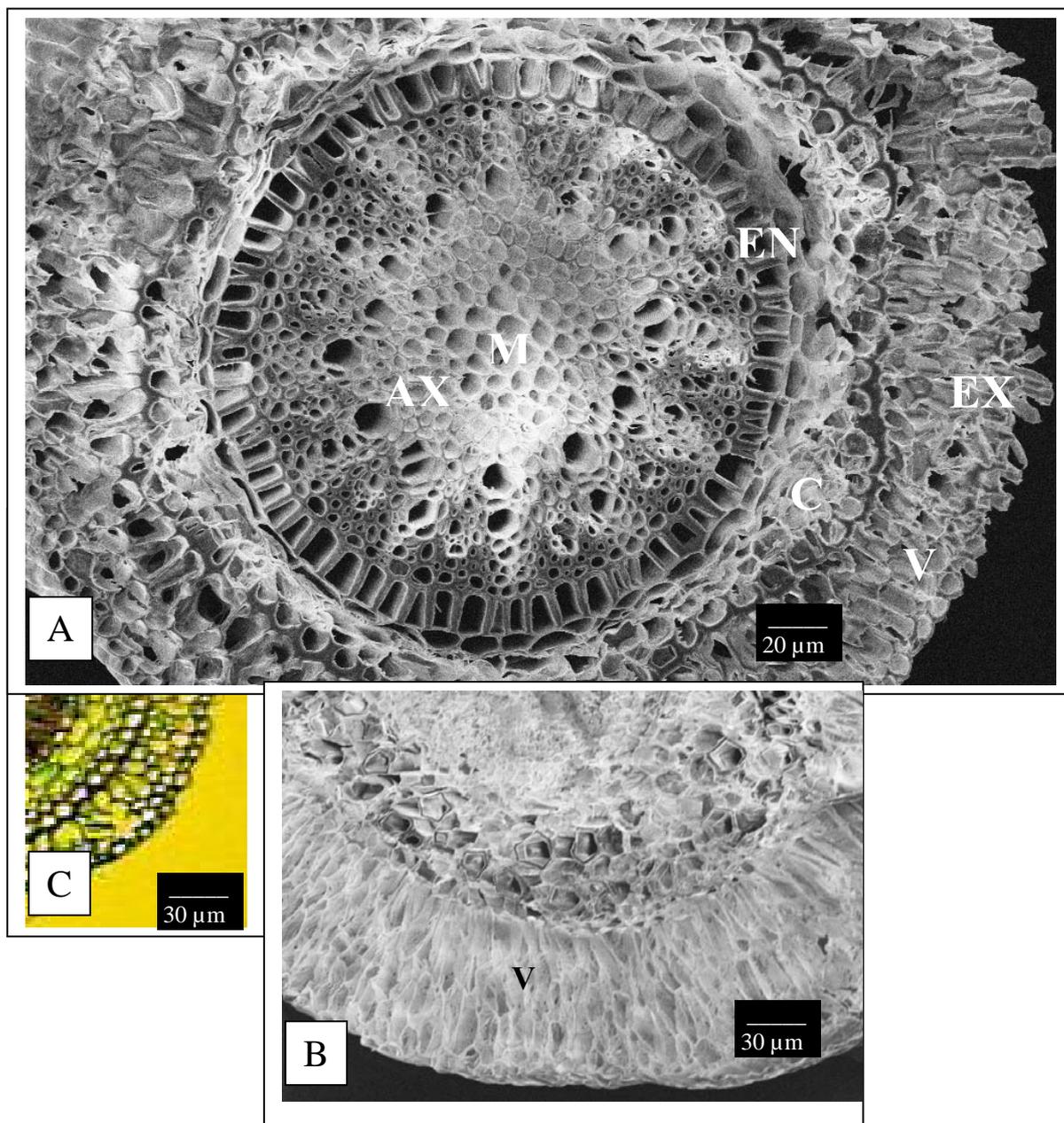


Figura 75 - Aspectos da raiz de *Maxillaria tarumensis*. A: Velame (V), Exoderme (EX), Córtex (C), endoderme (EN), Arco xilemático (AX), Medula (M). B: Velame (V). C: Detalhe do córtex

20. *Maxillaria uncata* Lindl.



Figura 76 - *Maxillaria uncata* Lindl em ambiente de cultivo.

Material estudado:

Coletor: G. T. Prance 15883 (INPA 34101).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epifítica na Campina aberta e na Campina sombreada, perene e sempre verde, umbrófila, unifoliolada no ápice dos pseudobulbos, folhas filiformes, coriáceas, carnosas, suberetas a arcuadas, sulcada, alongadas, estreitas, persistentes, cerca de 8 cm de comprimento, cerca de 0,3 cm de largura. Raízes fasciculadas, filiformes, cerca de 10 cm de comprimento e com velame.

Descrição anatômica

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal são constituídas de células anisodiamétricas, aclorofiladas, predominantemente retangulares, com paredes retas, de espessura média, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar e com as cutículas suavemente granuladas. As células da margem da folha sofrem um reforço de lignina.

Na microscopia de varredura, as epidermes mostram em suas superfícies depressões sulcadas, cutículas densas, pastosas e bastante reflectoras e com ornamentação fracamente granulosa e com epifilas presentes.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células anisodiamétricas, poliédricas, com paredes medianamente espessadas por suberina e /ou lignina e. As epidermes estão recobertas por uma cutícula espessa sendo a da epiderme adaxial mais grossa. As cutículas em ambas as epidermes são onduladas e as células epidermáticas apresentam pequenos espaços intercelulares que são preenchidos pela massa cuticular.

As folhas são hipoestomáticas (média de 3 estômatos por mm^2) com estômatos paracíticos distribuídos paralelamente à nervura central, são alongados e solitários, com raras ocorrências de estômatos germinados. Estão localizados ao mesmo nível das outras células da epiderme, ocorrendo em suaves depressões. Possuem câmaras subestomáticas grandes e supraestomáticas pequenas e apresentam uma projeção cuticular acentuada que observada em primeiro plano, possui a forma de “garra” formando um poro de ar de formato navicular. As células-guardas possuem cloroplastos e um acentuado espessamento celulósico.

Ocorrem tricomas desde a base até o ápice na epiderme abaxial (média de 4 tricomas por mm^2) e adaxial (média 1 por mm^2). Os tricomas são solitários ou não e estão imersos em depressões na epiderme. São pluricelulares, com uma base constituída de duas células a três células e o corpo por uma grande célula, que tem as paredes de seu ápice inteiramente reforçadas e com o citoplasma mucilaginoso. Não aparentam características secretoras e são caliciformes.

- HIPODERME – Logo abaixo das epidermes, existe uma hipoderme aquífera. As células são anisodiamétricas, poliédricas, de finas a medianamente espessadas, incolores, com pouco ou nenhum conteúdo citoplasmático, aclorofiladas ou com um

número muito reduzido de cloroplastos, com tamanho menor ou igual as do clorênquima.

A hipoderme adaxial é composta de uma a três camadas de células, sendo a abaxial composta de uma a duas camadas de células. As hipodermes formam uma camada descontínua com intervalos de no máximo quatro células hipodermis interrompidos por ninhos de fibras esclerenquimáticas, seguindo esta configuração por todo o limbo foliar periférico.

- CLORÊNQUIMA – Situado logo abaixo das hipodermes, é homogêneo e formado em média, por treze camadas de células. É compacto com poucos espaços intercelulares do tipo meato e com células não paralelas as da epiderme, poliédricas, anisodiamétricas, paredes finas e com pouco ou nenhum espessamento de lignina.

As células clorofilianas estão concentradas perifericamente e formam em média, cinco camadas contínuas ao longo do limbo foliar. A região mais central do clorênquima é composta por células grandemente vacuolizadas, incolores e com pouco ou nenhum material citoplasmático visível. Estas células são maiores que as outras e suas paredes anticlinais quatro a cinco vezes maiores que as periclinais sendo que na região da nervura central, as células tendem a se tornarem mais alongadas em relação às da epiderme, dando-lhes um aspecto paliçádico constituindo-se o mesofilo.

Os cloroplastos aparentam não possuir dimorfismos, estando agrupados ou não dentro do citoplasma e distribuídos de maneira uniforme por todo o clorênquima. Nota-se a presença, ainda que incomum, de células com vacúolos-ráfides, dispersos pelo mesofilo.

- CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO – Os feixes fibrovasculares (nove feixes em média) estão dispostos em formato de arco na região mediana do mesofilo. Os feixes são do tipo I e II, com o xilema superior ao floema.

No tipo I, o xilema e o floema são separados por um cordão de células espessadas, com o xilema envolto por uma capa de fibras pouco desenvolvida e o floema, por uma capa de fibras bem desenvolvidas. No tipo II, xilema e floema são contíguos e não possuem capas de fibras.

Ambos os tipos possuem em sua volta células endodermóides, parênquima e fibras. Apresentam elementos de vasos com reforço escalariforme e helicoidal, parecendo o primeiro a predominar sobre o segundo tipo.

Encontra-se no mesofilo inferior, logo abaixo da epiderme e situado entre as células da hipoderme, uma camada de ninhos de fibras esclerenquimáticas, constituídos em média de treze células que, tal como as das fibras periféricas dos feixes fibrovasculares, possuem grandes pontuações em sua periferia.

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 três 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, tetragonais curtas ou ovaladas com tamanho igual ou menor que as camadas mais internas. As paredes periclinais externas são de leve a medianamente espessadas sendo observados focos de infecção por micorrizas.

Tilossomos não são numerosos e ocorrem em todas as camadas com uma concentração maior na inferior. Na parede periclinal interna das células e nas porções inferiores das anticlinais das células da última camada do velame, que é fronteira a exoderme, visualiza-se um grande número de tilossomos.

Hifas fúngicas são profusas por todo velame.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – Unisseriada e 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 as anticlinais (até as porções superior e mediana) são as mais espessadas e recebem um reforço adicional de suberina e as periclinais internas são menos espessadas o que conferem ao espessamento da célula exodermal o

aspecto da letra U invertido. Nas porções mais maduras da raiz a impregnação de suberina pode obliterar totalmente o lúmen celular das células normais da exoderme

Existem pontuações simples localizadas nas porções inferiores das paredes anticlinais e numa mesma direção em todas as células exodermas formando uma “linha de pontuação” que parece exercer um controle de fluxo hídrico entre as células.

Nota-se a presença de células de passagem exodermas que são isodiamétricas, menores, nucleadas, com material citoplasmático, paredes menos espessadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de cinco a sete células normais da exoderme.

- Parênquima cortical – Estreito e é constituído em média, por duas ou três camadas de células anisodiamétricas, esféricas, ovaladas ou achatadas, com poucos cloroplastos e amiloplastos ou com ambos ausentes, incolores em sua maioria, grandemente vacuoladas, com espaços intercelulares do tipo meato e paredes celulósicas finas a suavemente espessadas. As células da extremidade superior do córtex são os menores, sendo que as da última camada da extremidade interna são maiores e são comumente infectadas por endomicorrizas.

- 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, mas 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 e em porções mais maduras da raiz, os espessamentos chegam a obliterar completamente o lúmen de algumas células exodermas. Os espessamentos permitem separar as células endodermas em dois tipos:

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

- O segundo tipo (células de passagem) possui paredes menos espessadas, podendo ser menores em tamanho e largura, com núcleo e citoplasma aparente e

ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema e suas estrias de Caspary não são evidentes.

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. È exarco, poliarco (contém de seis 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, esclerificada e não fistulosa. Situada no centro do cilindro central, é composta por células isodiamétricas, com espaços intercelulares do tipo meato, parcialmente vacuolizadas, incolores, sem cloroplastos e amiloplastos evidentes.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DA MEDIÇÃO DO PH – Houve fixação noturna CO₂ uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração púrpura, indicando fixação de CO₂. Com a medida adicional do pH, observou-se que o meio apresentou-se levemente alcalino, com o pH médio de 8,2.

- 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 60 listam-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Maxillaria uncata* Lindl., como pertencentes ao grupo de

folhas coriáceas carnosas, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 69 % como indica a tabela 78.

Na tabela 61 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Maxillaria uncata* Lindl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 20 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Maxillaria uncata* Lindl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 62 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Maxillaria uncata* Lindl., relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 77, 78 e 79 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Maxillaria uncata* Lindl.

Tabela 60 - Lista de características morfo-anatômicas específicas encontradas em *Maxillaria uncata* Lindl., que permitem enquadrar suas folhas como coriáceas carnosas. (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

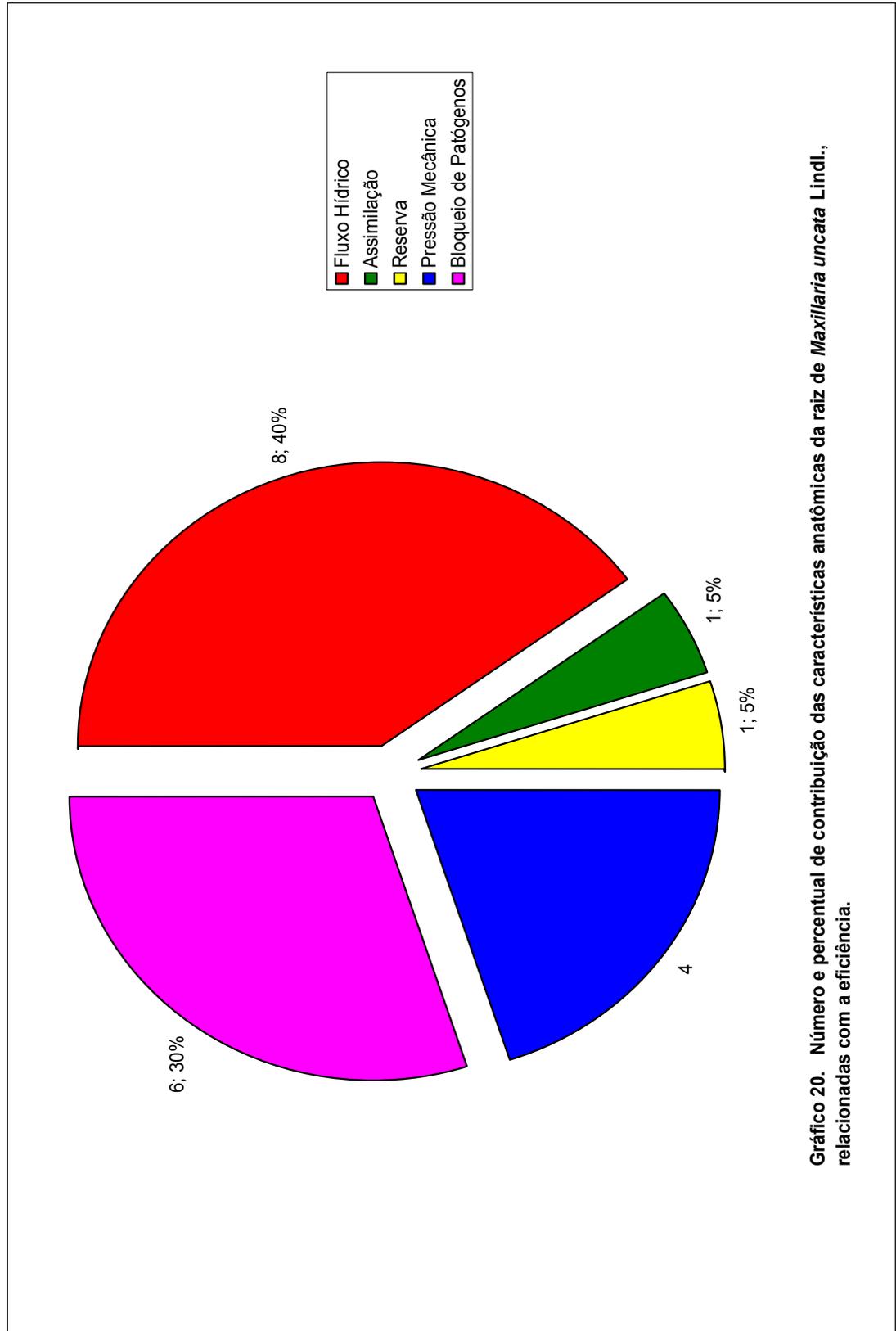
1. Folhas não plicadas
 2. Superfície áspera ou rugosa ao tato
 3. Cilíndricas
 4. Mais moles que as Coriáceas duras
 5. Paredes epidérmicas com forte espessamento celulósico
 6. Cutícula espessa
 7. Células epidérmicas esclerificadas
 8. Espessamento secundário em células de mesofilo
 9. Ninhos de fibras esclerenquimáticas em torno de vinte fibras
 10. Ninhos de fibras esclerenquimáticas com fibras não muito desenvolvidas
 11. Ninhos de fibras esclerenquimáticas periféricos
 12. Grupo de células relacionados com o armazenamento da água
 13. Hipoderme
-

Tabela 61 - Características anatômicas da raiz de *Maxillaria uncata* Lindl., 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 uncata</i> .	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofíticas.	sim	X				X
2. Endomicorizas presentes	sim		X			
3. Velame com cinco ou mais camadas	não					
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	1	1	4	6

Tabela 62 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Maxillaria uncatata* Lindl., na produtividade da planta para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Maxillaria uncatata</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: 85 %	



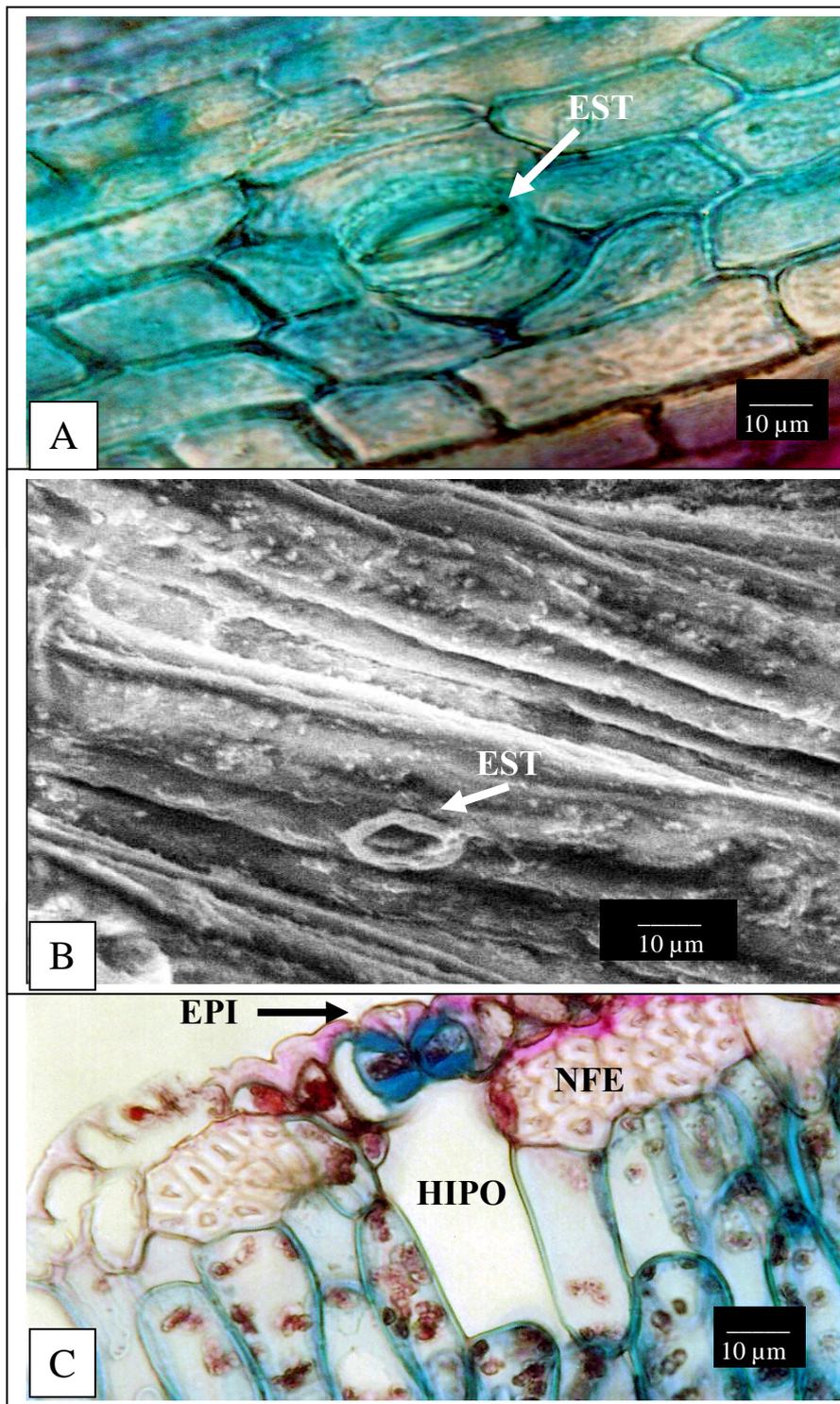


Figura 77- Aspecto da folha de *Maxillaria uncata*. A e B: Epiderme adaxial com estômatos paracíticos (EST). C: Câmaras epi e hipoestomáticas (EPI, HIPO), Ninho de fibras esclerenquimáticas (NFE).

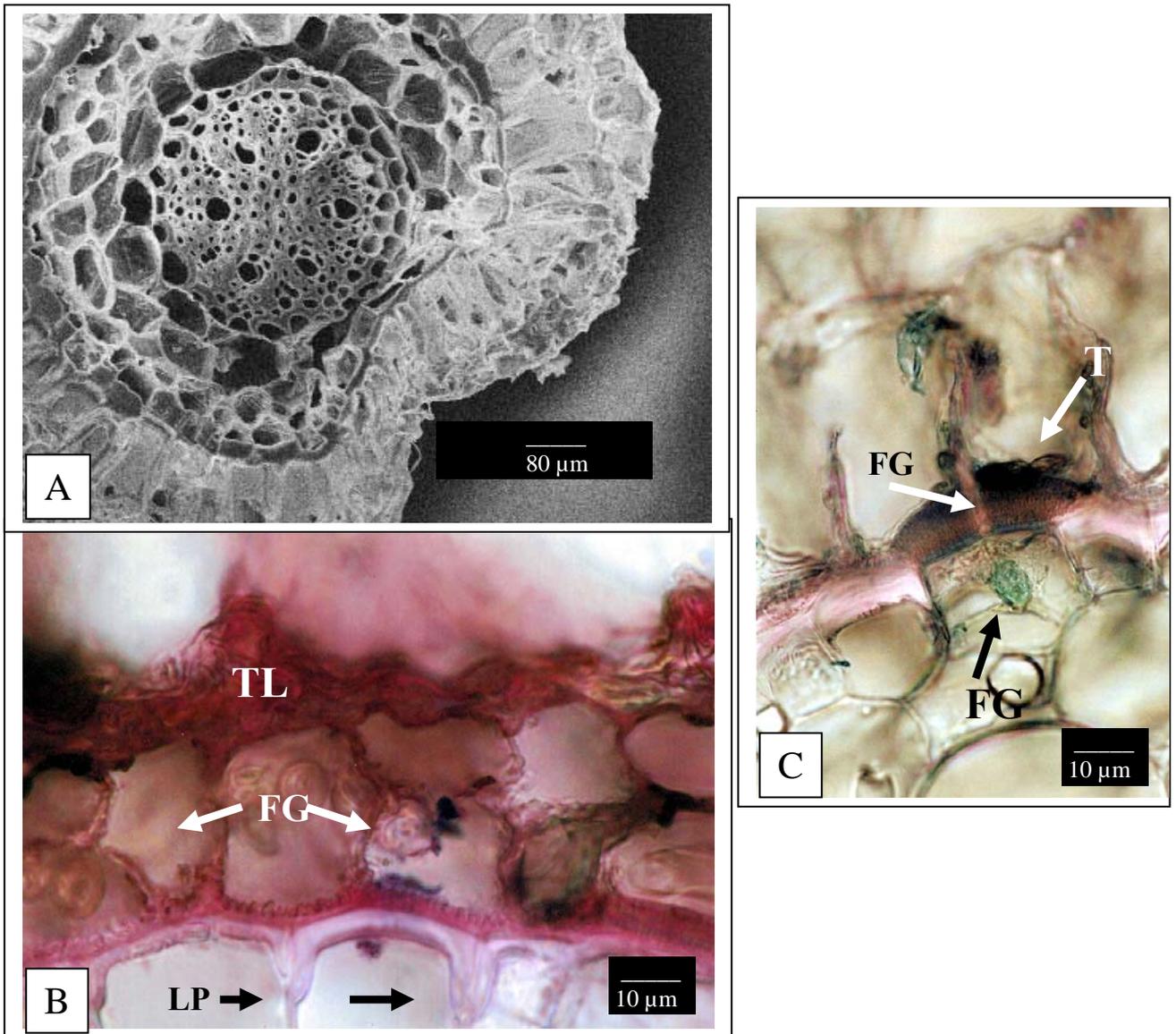


Figura 78 - Aspecto da raiz de *Maxillaria uncata*. A: Visão geral da raiz. B: Tilossomos (TL), Fungos endofíticos (FG). C: Tilossomos (TL), Fungos endofíticos (FE), Linha de pontuação (LP).

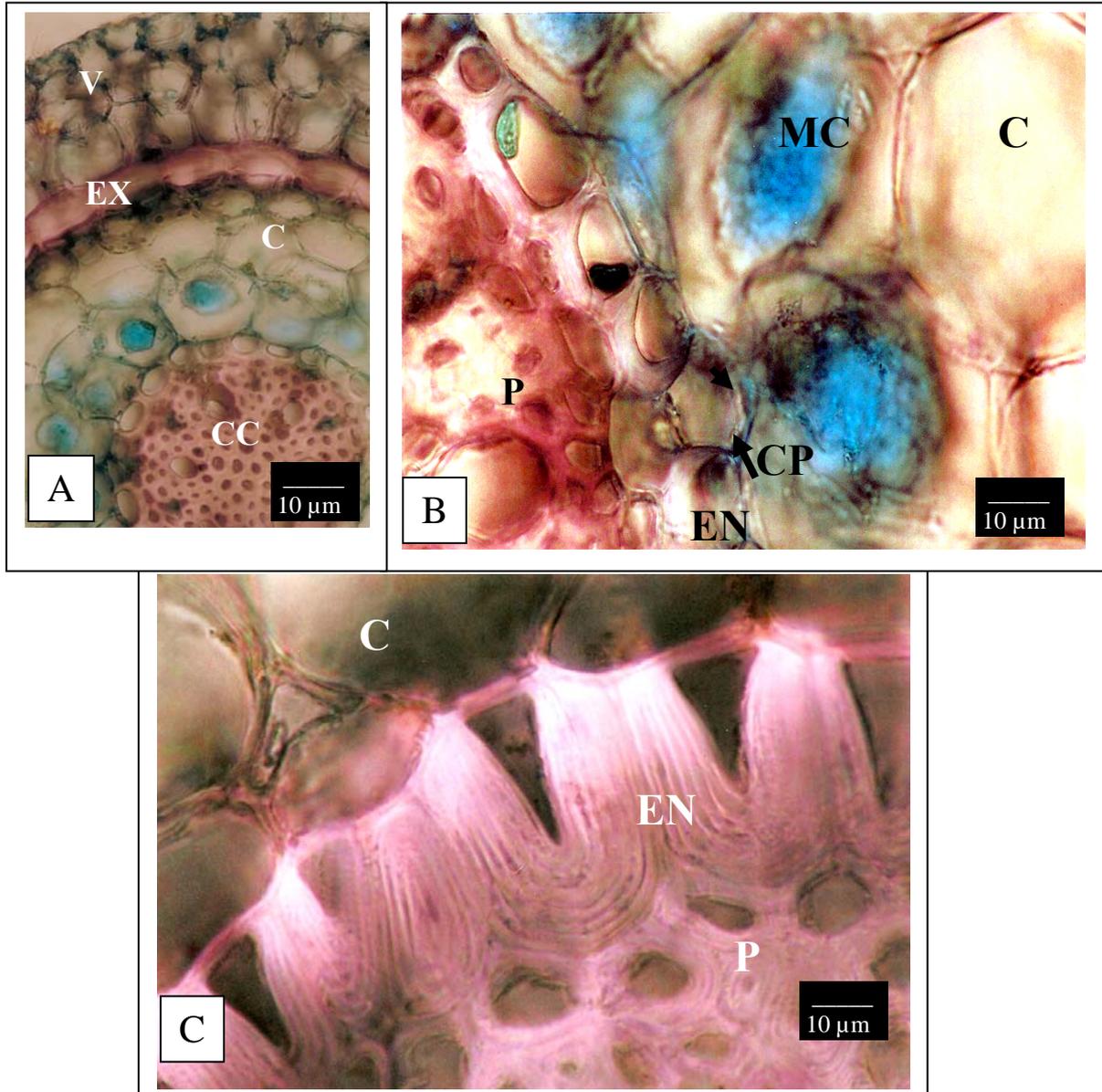


Figura 79 – Aspecto da raiz de *Maxillaria uncata*. A: Velame (V), Exoderme (EX), Córtex (C), Cilindro central (CC). B: Córtex (C), Micorrizas (MC), Endoderme (EN), Células de passagem (CP), Periciclo (P). C: Córtex (C), Endoderme (EN), Periciclo (P).

21. *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn.



Figura 80 - *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2944 (INPA 51063).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epifítica na Campina aberta e na Campina sombreada, planta perene e sempre verde, umbrófila, unifoliolada no ápice dos pseudobulbos, folhas oblongo-liguladas, coriáceas, suberetas a arcuadas, alongadas, estreitas, persistentes, cerca de 15-30 cm de comprimento, cerca de 1,5-2,0 cm de largura. Raízes fasciculadas, filiformes, cerca de 15-20cm 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 a heptagonais, com paredes retas, medianamente espessadas, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar.

As cutículas apresentam o aspecto suavemente rugoso e em ambas as epidermes, é profusa a presença de numerosas pontuações nas paredes anticlinais e na epiderme adaxial em particular, nas paredes periclinais internas.

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, densa, levemente grumulosa e com textura reflectora. Hifa fúngicas, epífilas e grãos de pólen são evidenciados sobre esta.

A cutícula abaxial aparenta ser pastosa e com bem pouca grumulosidade, com um número bem maior de cristas e vilosidades que a adaxial e com textura menos reflectora.

Em vista transversal às epidermes são uniestratificadas, com células tabulares, anisodiamétricas, aclorofiladas, sendo que as da adaxial são um pouco maiores e a parede periclinal externa das epidermes recebe um reforço celulósico. As epidermes estão recobertas por uma cutícula medianamente espessa, ligeiramente lisa, parcialmente suberinizada, com ranhuras perpendiculares à epiderme, sendo a cutícula da epiderme adaxial um pouco 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 33 estômatos por mm^2) com estômatos paracíticos, sendo raros deles germinados. Situam-se ao mesmo nível da epiderme, ocorrendo em suaves depressões e possuindo 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 frequência, desde a base até o ápice da folha, em ambas as epidermes, epiderme abaxial (média de tricomas 2 por mm²) e epiderme adaxial (média de tricomas 1 por mm²). Os tricomas são 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 existem hipodermes. Cada uma das hipodermes é constituída de uma única e descontínua camada, descontinuidade esta, causada pela presença de numerosos ninhos de fibras sendo que em algumas regiões, a hipoderme pode atingir duas camadas de células.

As hipodermes são formadas por células tetragonais as hexagonais de citoplasma incolor, com pouco ou nenhum conteúdo citoplasmático e raros cloroplastos. As paredes recebem reforço secundário de lignina e suberina e são medianamente a fortemente espessadas.

- **CLORÊNQUIMA** – Situado logo abaixo das hipodermes. Compacto, de aspecto heterogêneo, composto em média por onze 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, formado por células solitárias, aclorofiladas e que apresentam um espessamento secundário de lignina estando 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 clorênquima.

Vacúolos-ráfides dispersos pelo mesofilo não foram evidenciados.

- **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 bem mais evidente que o xilemático, aonde as fibras não chegam a se tornar esclerenquimáticas, pois seus espessamentos são de suaves a medianos. O tipo II é menor e o xilema e floema, além de contíguos, está circundado por células parenquimáticas e fibras 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 duas camadas de ninhos esféricos de fibras esclerenquimáticas. Cada camada de feixe está logo abaixo das epidermes e entremeada com as hipodermes.

Os feixes são de dois tipos. O primeiro é pequeno e composto em média, por quatro a dez fibras e o segundo tipo, por oito a vinte fibras em média.

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 cinco a seis 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, tetragonais curtas ou ovaladas e com tamanho igual ou menor que as camadas mais internas. As paredes periclinais externas são de leve a mediamente espessadas e há presença de focos de micorrizas.

Tilossomos, embora que em número não acentuado, são ocorrentes a partir das camadas medianas e inferiores do velame.

Foram observadas poucas 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 anticlinais 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 invertida.

Existem pontuações simples localizadas nas porções inferiores das paredes anticlinais em uma mesma direção e em todas as células exodermais formando uma “linha de pontuação” que parece exercer um controle de fluxo hídrico entre as células.

Nota-se a presença de células de passagem exodermais que são isodiamétricas, menores, nucleadas, com material citoplasmático, paredes menos espessadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de quatro a seis células normais da exoderme.

- Parênquima cortical – É estreito e constituído em média por cinco camadas de células anisodiamétricas, esféricas, ovaladas ou achatadas, clorofiladas ou não, incolores em sua maioria, grandemente vacúoladas, 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 foram visualizados amiloplastos.

Várias câmaras fistulosas foram evidenciadas assim como, a presença de endomicorrizas e fungos endofíticos, principalmente nos espaços intercelulares.

- 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 externas, sendo diminuído nas periclinais internas, dando ao espessamento o formato da letra U. Em regiões mais maduras da raiz, o espessamento por ser intenso e obliterar por completo o lúmen celular.

Os espessamentos permitem separar as células da endodermais em dois tipos:

- As que possuem as paredes mais espessadas, com pouco ou nenhum citoplasma, 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, núcleos e citoplasmas aparentes e ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema. As suas 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 em média, de quatorze a quinze arcos de xilema, 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 o metafloema central.

- Medula: Compacta, não fistulosa, sem esclerificação, de leve a medianamente espessada e situada no centro do cilindro central. É composta por células anisodiamétricas, com espaços intercelulares do tipo meato, grandemente vacuolizadas, incolores, com poucos 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 5,4.

- 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 63 listam-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., como pertencentes ao grupo de folhas coriáceas moles, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 64 % como indica a tabela 78.

Na tabela 64 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 21 mostram-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Tabela 65 apresenta-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005)

As figuras 81, 82 e 83 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.)

Tabela 63 - Lista de características específicas encontradas em *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., 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

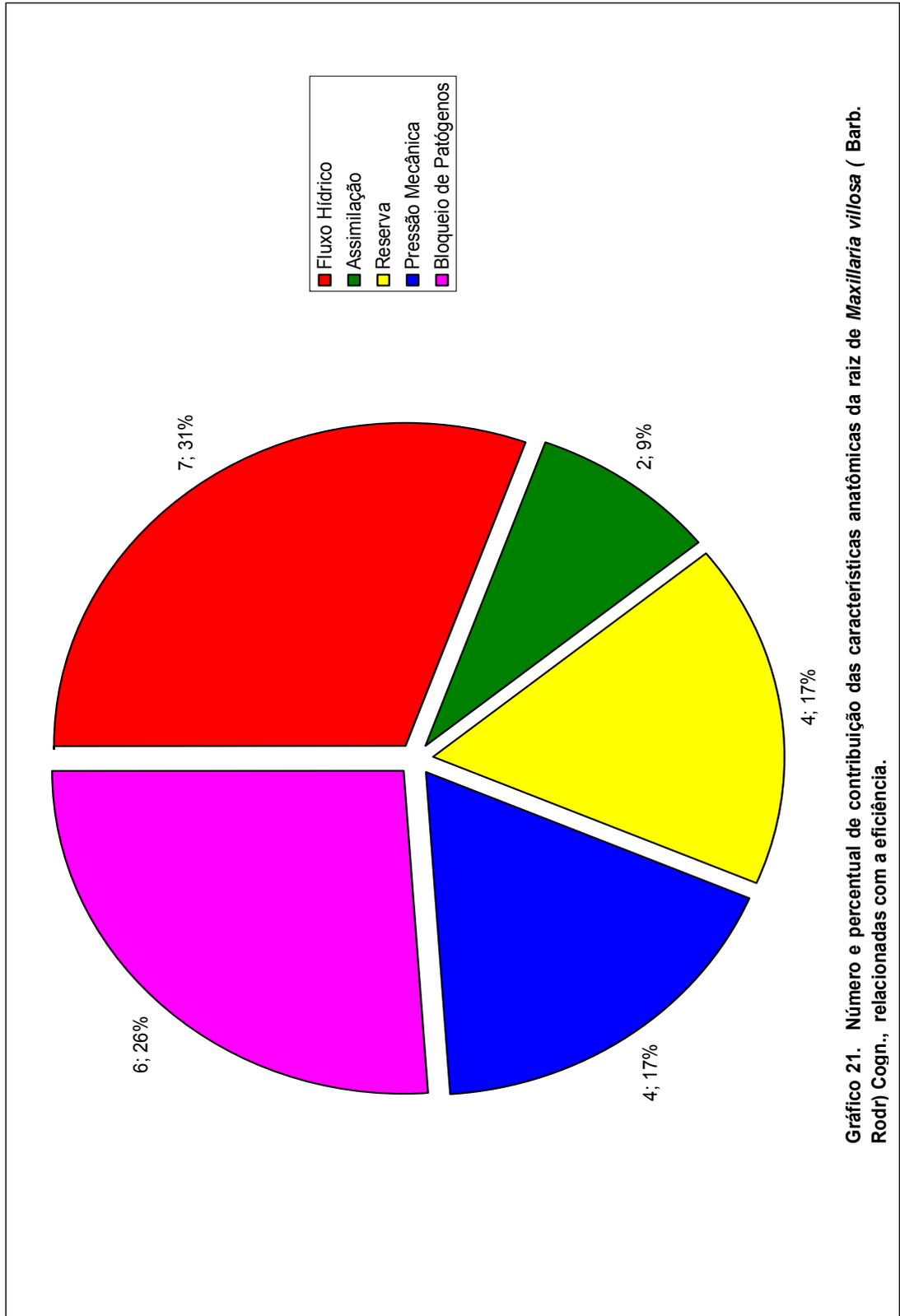
11. Com tricomas
 12. Células do mesofilo superior tendendo a alongadas
 13. Espaços intercelulares
 14. Ninhos de fibras esclerenquimáticas próximos à superfície
-

Tabela 64 - Características anatômicas da raiz de *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., 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 villosa</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	sim		X			
3. Velame com cinco ou mais camadas	sim	X			X	X
4. Tilossomos presentes	sim	X				
5. Células exodermas 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 endodermas fortemente espessadas	sim	X			X	X
13. Periciclo esclerificado	sim	X			X	X
14. Medula esclerificada	não			X		
15. Células medulares com paredes finas, com vacúolos grandes e incolores.	sim			X		
16. Células medulares com cloroplastos	sim		X			
17. Células medulares com amiloplastos	sim			X		
18. Pelos radiculares presentes	não					
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		7	2	4	4	6

Tabela 65 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., na produtividade da planta para a orquidocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005)

CARACTERÍSTICA	<i>Maxillaria villosa</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: 70 %	



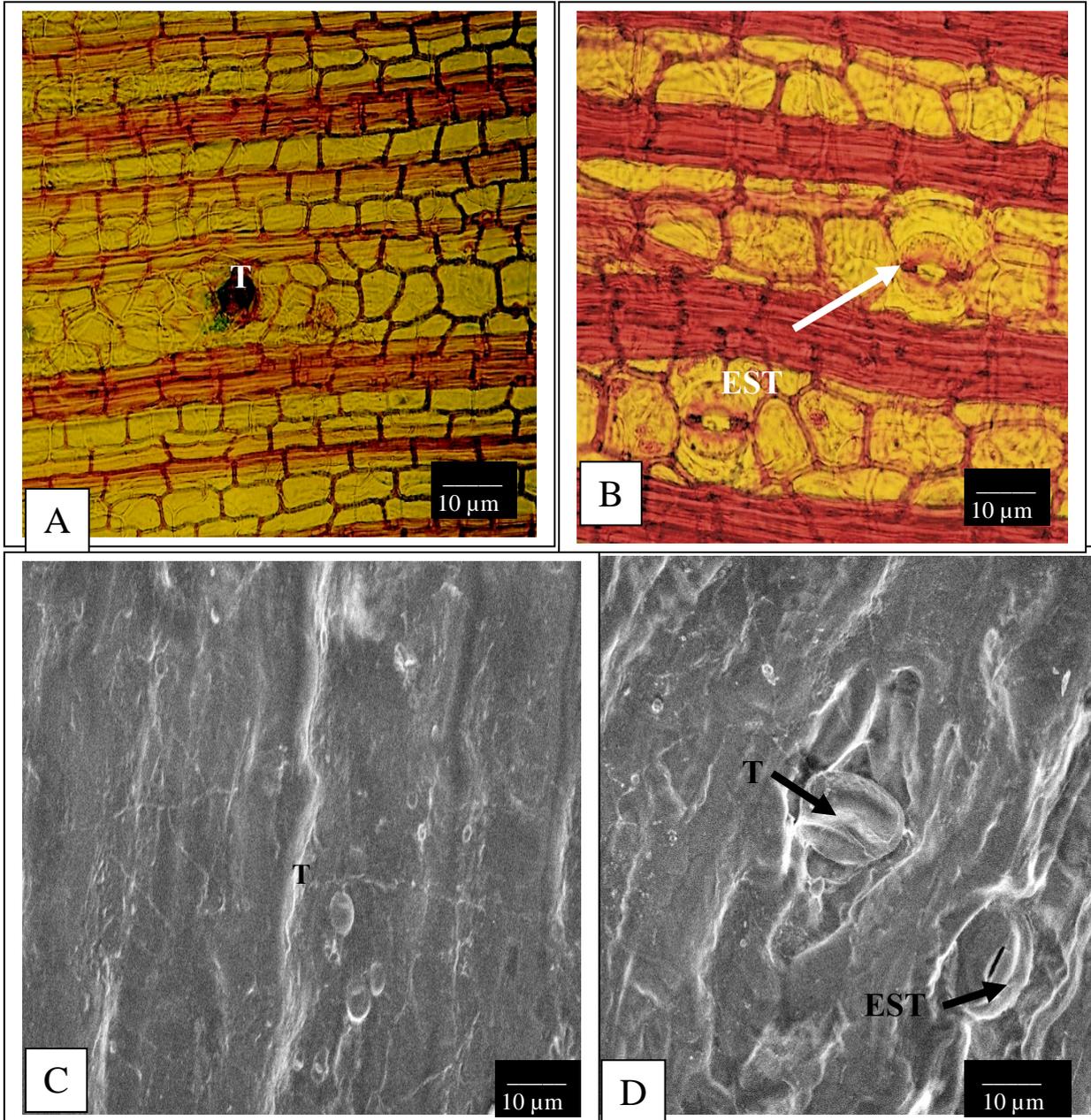


Figura 81: Aspectos da epiderme foliar de *Maxillaria villosa*. A e C: Epiderme adaxial, Tricoma (T). B e D: epiderme abaxial estômato (EST), Tricoma (T).

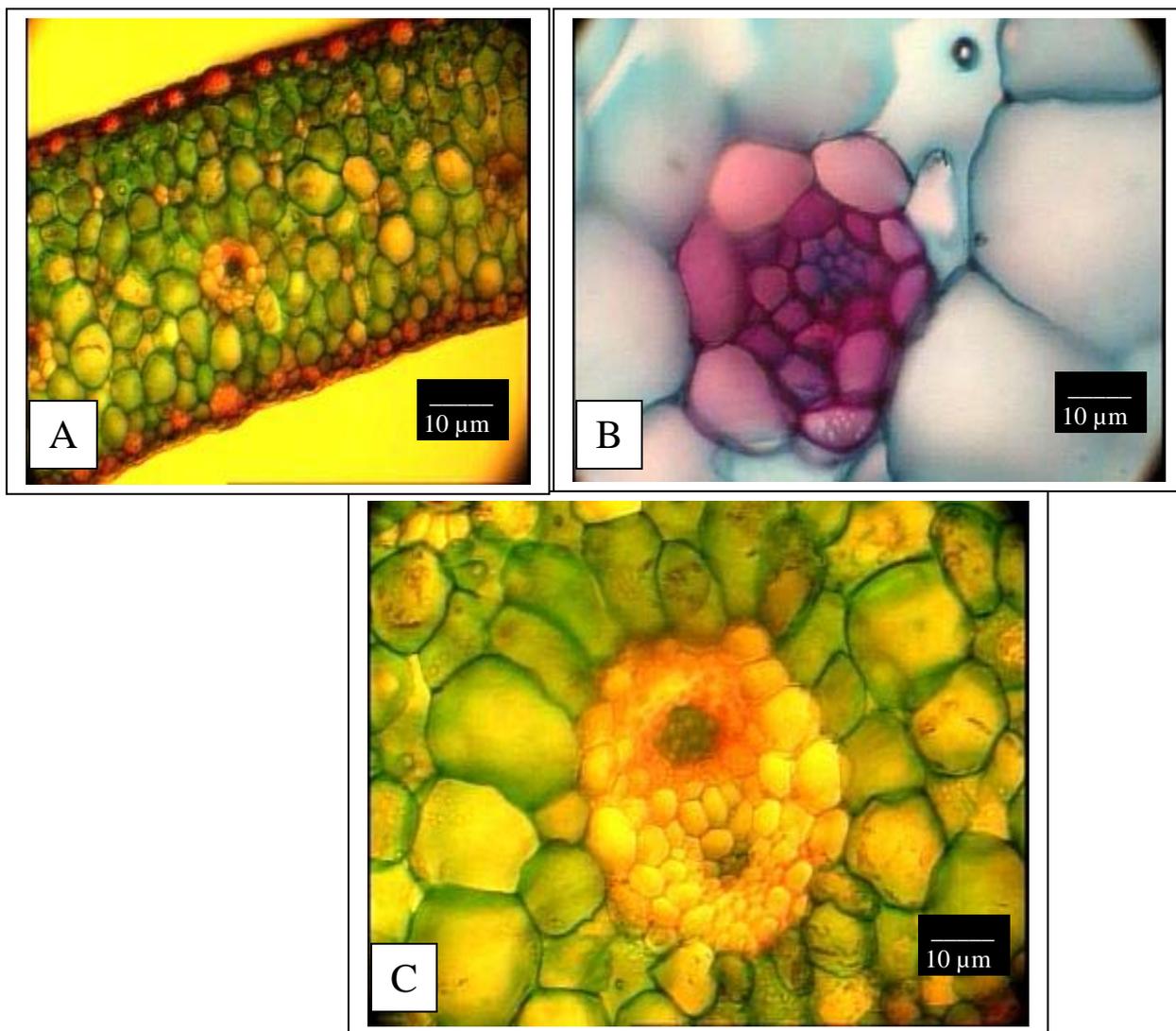


Figura 82 – Aspecto da folha de *Maxillaria villosa*. A: Mesofilo. B: Feixe fibrovascular do tipo II. C: Feixe fibrovascular do tipo I.

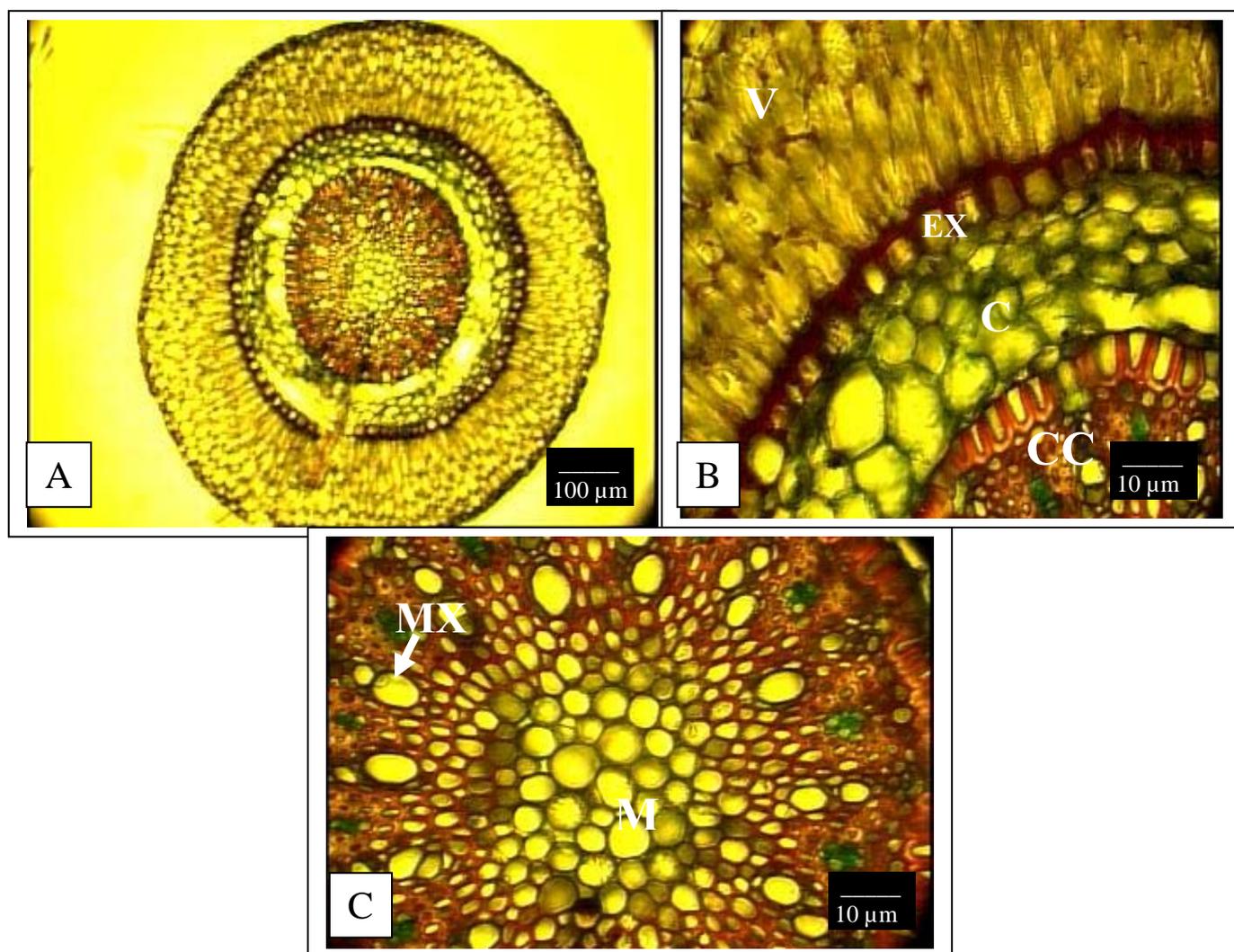


Figura 83 – Aspecto da raiz de *Maxillaria villosa*. A: Visão geral. B: Velame (V), Exoderme (EX), Córteex (C), Cilindro central (CC). C: Metaxilema (MX), Medula (M).

22. *Ornithidium parviflorum* (Poepp. & Endl.) Rchb. f.



Figura 84 - *Ornithidium parviflorum* (P& E) Rchb., em ambiente natural de Campina.

Material estudado.

Coletor: P.I.S. Braga 49754 (INPA 2919).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epifítica e umbrófila na Campina sombreada, perene e sempre verde, unifoliolada no ápice dos pseudobulbos, folhas ligulado-lanceoladas, subcoriáceas, persistentes, verdes, caducas, suberetas, cerca de 5-10 cm de comprimento por 1-1,5cm de largura, raízes subfasciculadas, filiformes, cerca de 15 cm de comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células anisodiamétricas, tabulares e tetragonais em sua maioria, paredes retas, de finas a medianamente espessadas, orientadas perpendicularmente ao eixo longitudinal foliar. Na epiderme adaxial a cutícula apresenta ornamentações de aspecto rugoso e granuloso.

Na microscopia de varredura, as cutículas das epidermes possuem aspectos pastoso, denso, grumuloso, ceroso e refletor. A epiderme adaxial mostra que a ornamentação rugosa forma suaves estrias e a cutícula da epiderme abaxial se mostram fortemente rugosa e estriada sendo a sua superfície, repleta de pequenas incrustações em forma de domos e vilosidades.

Hifas fúngicas e epifilas são ocorrentes, mas não abundam na epiderme adaxial e são insignificantes na abaxial.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células tabulares, aclorofiladas, sendo algumas delas apresentando alto grau de esclerose por lignina.

As células da epiderme adaxial maiores que as da abaxial. As epidermes estão recobertas por cutículas ligeiramente lisas e espessas, sendo a adaxial mais grossa que a da abaxial e não se visualiza espaços intercelulares.

As folhas são hipostomáticas (média de 170 estômatos por mm^2), com estômatos paracíticos e distribuídos paralelos à nervura, ovais, isolados e estão localizados ao mesmo nível da epiderme em suaves depressões, possuindo câmaras subestomáticas e supraestomáticas, grandes projeções cuticulares que, observadas em corte transversal, no primeiro plano, possuem a forma de “garra” que formam grandes poros de ar naviformes. As células-guardas são possuidoras de um acentuado espessamento celulósico.

Ocorrem tricomas desde a base até o ápice na epiderme abaxial (média de 6 tricomas por mm^2) e adaxial (média de 3 tricomas por mm^2), são solitários ou não e estão imersos em depressões na epiderme. São pluricelulares, com uma base constituída de duas células a três células e o corpo, por uma grande célula, que tem as paredes de seu ápice inteiramente reforçadas e com o citoplasma mucilaginoso. Não aparentam características secretoras e são claviformes.

- **HIPODERME** – Logo abaixo da epiderme adaxial existe uma hipoderme. Esta hipoderme é constituída em média de três a quatro camadas contínuas de células. Apresenta células tetragonais a hexagonais, anisodiamétricas, curtas a longas, vacuoladas, 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 da hipoderme, sendo compacto e de aspecto homogêneo, composto em média por seis a sete 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, formado por células solitárias, aclorofiladas e que apresentam um espessamento secundário de lignina estando dispersas por todo o mesofilo.

O mesofilo é formado de um clorênquima com poucos 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. Nota-se ainda a presença, embora incomum, de células com vacúolos-ráfides dispersas pelo mesofilo.

- **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 IV) ou podem ser contíguos entre si (tipo III).

O tipo IV é maior e o floema e xilema não são contíguos e estão envoltos numa capa de fibras esclerenquimáticas intensamente espessadas que formam um

anel que o envolve em forma de 8, sendo este anel maior e mais evidente que o xilemático. As fibras não chegam a se tornar densamente escleróticas, pois seus espessamentos são de suaves a medianos.

O tipo III é menor e o xilema e floema, além de contíguos, é envoltos por uma capa de fibras, sendo a do floema fortemente espessada e a do xilema pode ser envolta por células parenquimáticas suavemente espessadas por lignina. O tipo III pode ser parcialmente circundado por células endodermóides e parenquimáticas.

Os feixes apresentam elementos de vasos com reforço helicoidal, e escalariforme, sendo que este domina sobre aquele.

Foram observadas duas camadas periféricas de ninhos de fibras esclerenquimáticas, sendo uma adaxial e outra abaxial. A adaxial é composta por ninhos que variam de duas a oito células e estão dispersos entre as células da hipoderme ou contíguas às células epidérmicas. A abaxial possui ninhos com oito a dezesseis fibras e estão situados logo abaixo da epiderme intercalando-se com duas três células do mesofilo.

Dispersas pelo mesofilo podemos encontrar células pétreas solitárias ou fibras esclerenquimáticas de mediana a fortemente espessadas.

Descrição anatômica da raiz

REGIÃO EXTERNA (SISTEMA DÉRMICO)

- Velame - A região mais externa é um velame constituído de duas a três camadas em média, de células vivas e maduras (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). Nas regiões mais maduras da raiz o velame tende a desaparecer ficando o somente o epivelame que passa a atuar como uma epiderme de uma única camada.

As células do velame 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, tetragonais curtas ou ovaladas e com tamanho menor que as camadas mais internas e as paredes periclinais externas são de leve a medianamente espessadas.

Foram observados hifas fúngicas e focos de infecção de micorrizas.

Tilossomos são ocorrentes não sendo numerosos nas camadas internas.

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 anticlinais 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, ocorrendo este fato 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 exodermais que são isodiamétricas, menores, nucleadas, com material citoplasmático, paredes menos espessadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de quatro a seis 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 quatro 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.

Na primeira camada de células situadas logo após a exoderme, existe de forma descontínua, um reforço de suberina nas paredes destas células o que não chega a caracterizar uma exoderme multisseriada, formando alguns idioblastos.

Não foram vistas células do parênquima cortical com reforço de fitas ou barras de lignina envolvendo-lhes as paredes, mas visualizou-se amiloplastos, cloroplastos e vacúolos-ráfides em pequena quantidade.

A última camada de células do parênquima cortical que faz interface com a endoderme apresenta um suave reforço celulósico em suas paredes.

- 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, mas 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 da endodermais em dois tipos:

- As que possuem as paredes mais espessadas, com pouco ou nenhum citoplasma, 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, mas possuem núcleo e citoplasma aparente, ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema. As suas 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 a fortemente 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.

O xilema é exarco, poliarco (contém de cinco a sete 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 fortemente espessadas, levando-a a uma esclerificação. É situada no centro do cilindro central e composta por células isodiamétricas, de tamanho irregular, sem espaços intercelulares evidentes, com pouco lúmem celular, incolores, sem cloroplastos e amiloplastos.

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 5,3.

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

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 66 lista-se em resumo, algumas características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Ornithidium parviflorum* (Poepp. & Endl.) Rchb. f. pertencentes ao grupo de folhas coriáceas moles, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 64 % como indica a tabela 78.

Na tabela 67 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Ornithidium parviflorum* (Poepp. & Endl.) Rchb. f., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 22 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Ornithidium parviflorum* (Poepp. & Endl.) Rchb. f., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 68 apresenta-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Ornithidium parviflorum* (Poepp. & Endl.) Rchb. f., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 85, 86 e 87 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Ornithidium parviflorum* (Poepp. & Endl.) Rchb.

Tabela 66 - Lista de características específicas encontradas em *Ornithidium parviflorum* (Poepp. & Endl.) Rchb. f., 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 supraestomáticas
-

OUTRAS

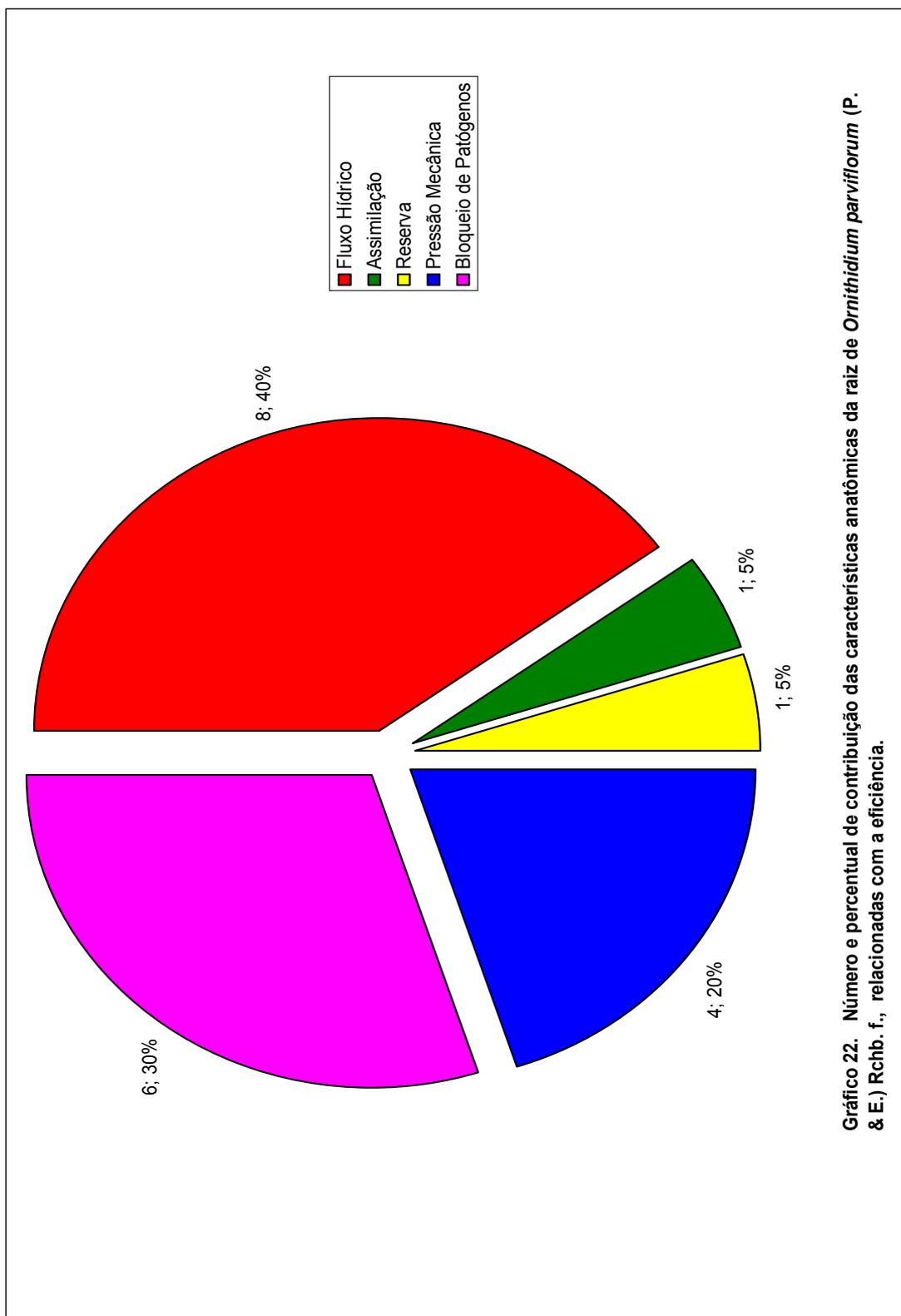
11. Com tricomas
 12. Células do mesofilo superior tendendo a alongadas
 13. Espaços intercelulares
 14. Ninhos de fibras esclerenquimáticas próximos à superfície
-

Tabela 67 - Características anatômicas da raiz de *Ornithidium parviflorum* (Poepp. & Endl.) Rchb. f., 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>Ornithidium parviflorum</i>	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofíticas.	sim	X				X
2. Endomicorrizas presentes	sim		X			
3. Velame com cinco ou mais camadas	não					
4. Tilossomos presentes	sim	X				
5. Células exodermais 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 endodermais 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	1	1	4	6

Tabela 68 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Ornithidium parviflorum* (Poepp. & Endl.) Rchb. f., na produtividade da orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Ornithidium parviflorum</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: 70 %	



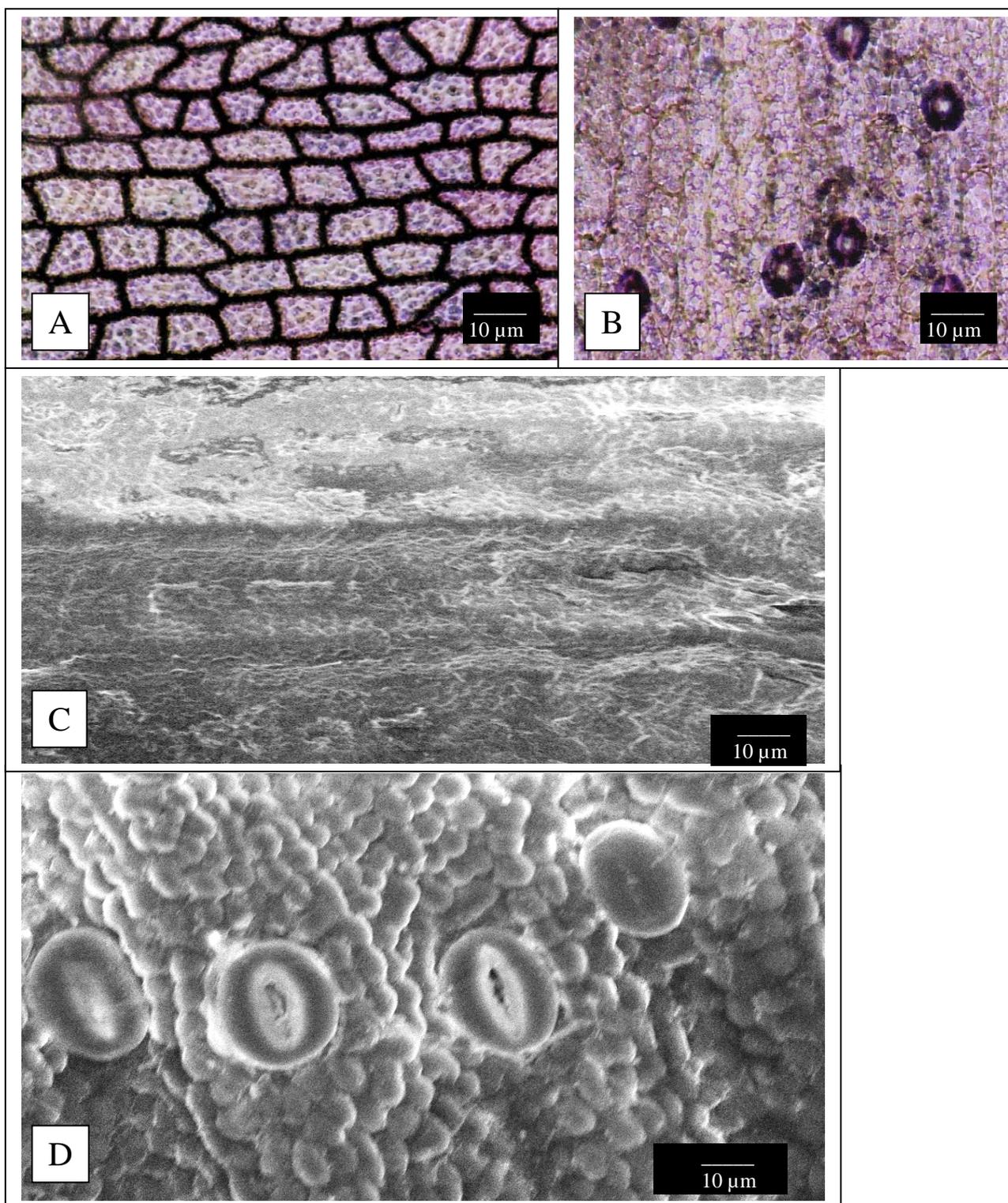


Figura 85 - Aspectos da epiderme foliar de *Ornithidium parviflorum*. A e C: Epiderme adaxial. B e D: Epiderme abaxial.

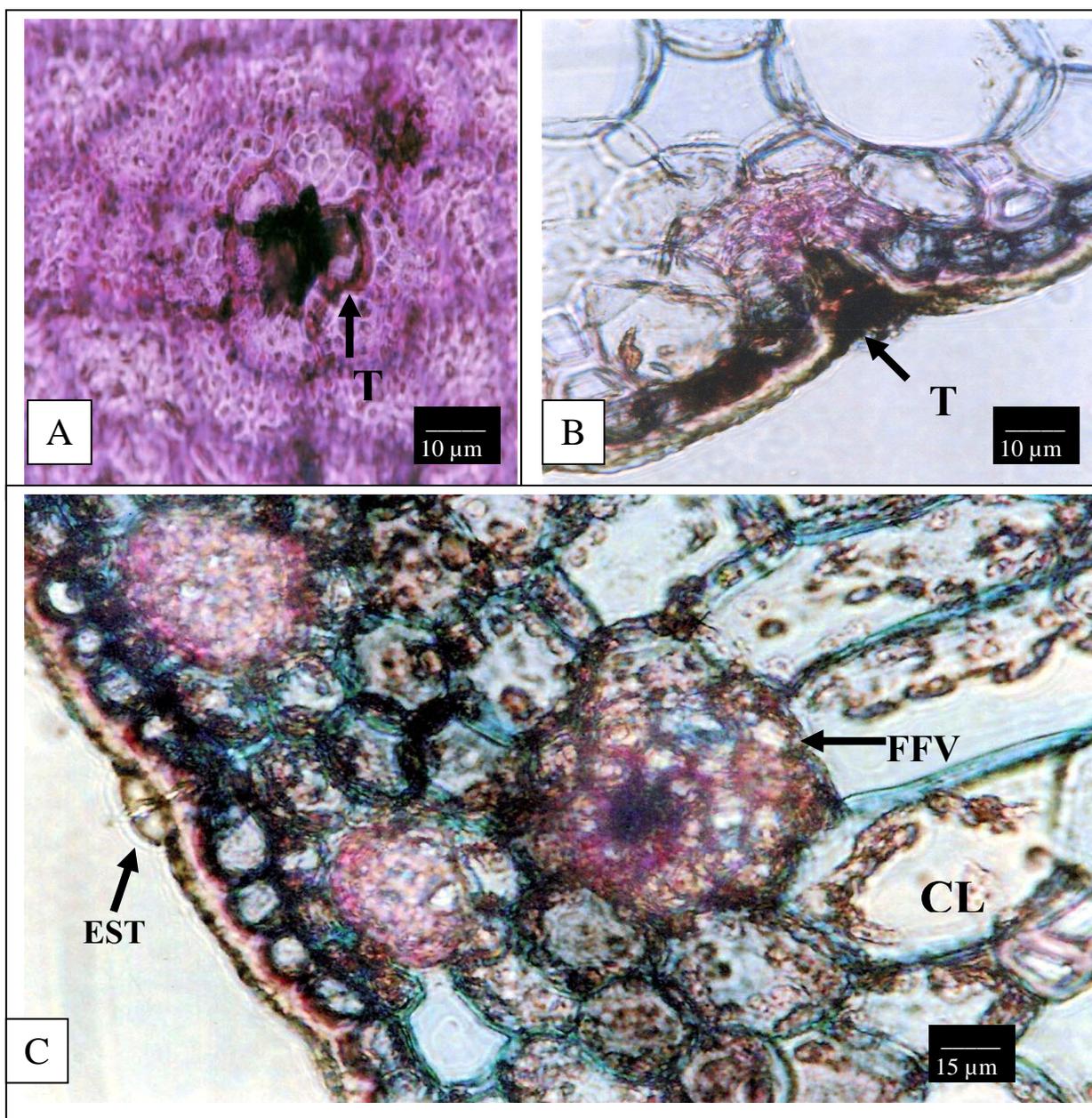


Figura 86 – Aspecto da olha de *Ornithidium parviflorum*. A e B: Tricoma (T) na epiderme adaxial. C: Estômato com câmara epiestomática (EST), Feixe fibrovascular (FFV), Clorênquima (CL).

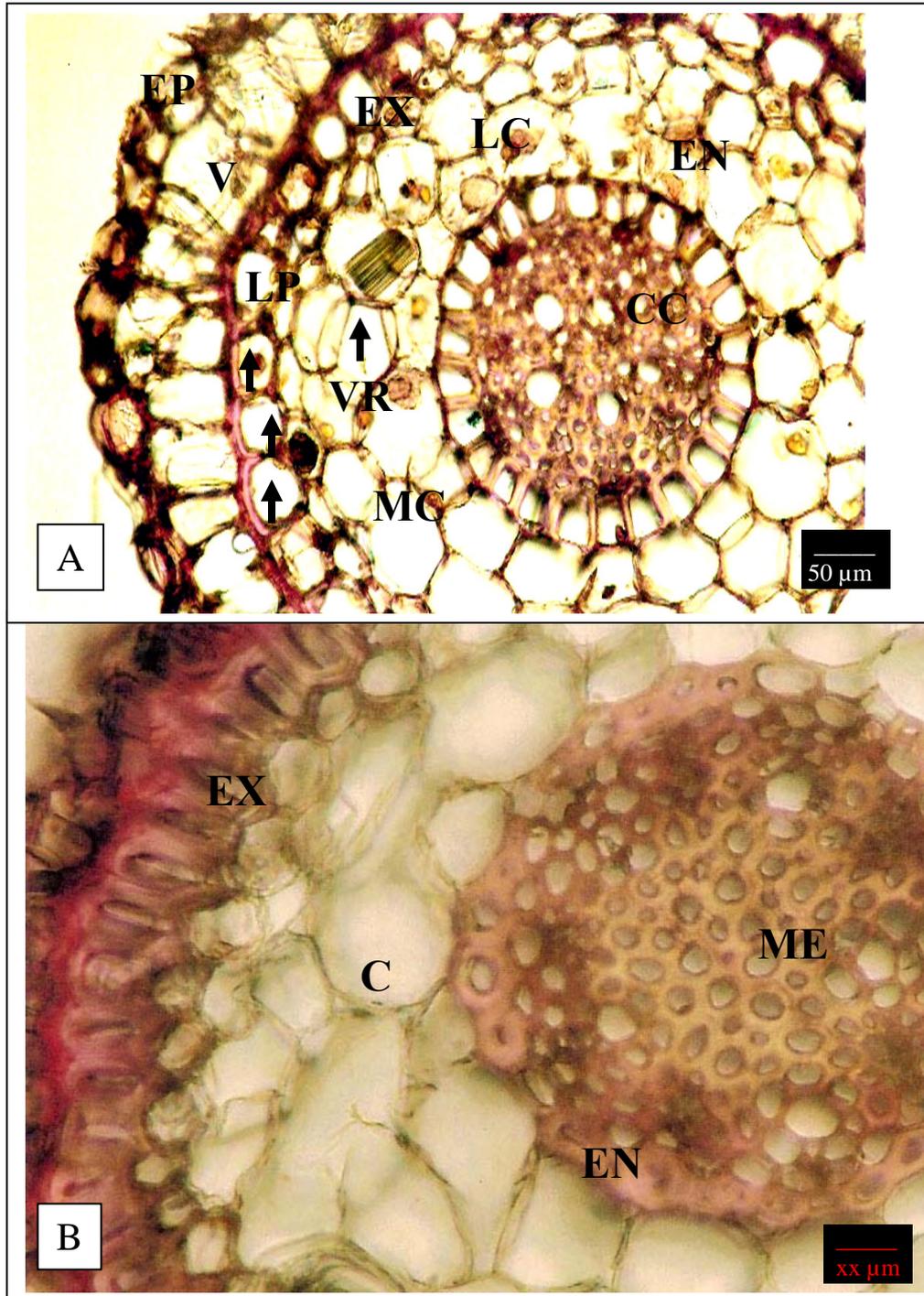


Figura 87 – Aspecto da raiz de *Ornithidium parviflorum*. A: Epivelame (EP), Velame (V), Exoderme (EX), Linha de pontuação (LP), Micorriza (MC), Vacúolo – ráfide (VR), Leuco flavona (LC), Endoderme (EN), Cilindro central (CC). B: Exoderme (EX), CórTEX (C), Endoderme (EN), Medula esclerificada (ME).

23. *Rudolfiella aurantiaca* (Lindl.) Hoehne.



Figura 88 - *Rudolfiella aurantiaca* (Lindl.) Hoehne em ambiente natural de Campina.

Material estudado

Coletor: P.I.S. Braga 2954 (INPA 53571).

Habitat e morfologia do limbo foliar e da raiz

Epifítica e umbrófila na Campina sombreada, perene e sempre verde, unifoliolada no ápice dos pseudobulbos, folha oblongo-lanceolada, coriácea, delgada, verde, nervuras proeminentes, caducas, suberetas, cerca de 10-20 cm de comprimento por 4-5 cm de largura, raízes fasciculadas, filiformes, cerca de 15 cm de comprimento e apresentando velame.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células irregulares quanto ao formato e ao tamanho, com paredes retas, de finas a medianamente espessadas, orientadas perpendicularmente ao eixo longitudinal foliar. Na epiderme adaxial a cutícula apresenta-se lisa e sem ornamentações e na abaxial com aspecto rugoso e granuloso.

Na microscopia de varredura, a cutícula da epiderme adaxial mostra cera epicuticular de aspecto denso, pastoso, reflector, liso e irregular. A cutícula da epiderme abaxial mostra-se fortemente rugosa, estriada e com vilosidades que lembram pequenas escamas, sendo que o estriamento epicuticular abaxial apresenta pouca cera.

Hifas fúngicas e epifilas são ocorrentes em ambas as epidermes.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, irregulares, com células tabulares, arredondadas, aclorofiladas, com as células da epiderme adaxial maiores que as da abaxial.

As epidermes estão recobertas por uma cutícula ondulada, espessa e uniforme em ambas as epidermes. As paredes periclinais externas das duas epidermes apresentam forte reforço de celulose e de suberina, onde este último é mais pronunciado nas adaxiais. Nota-se a presença de pequenos espaços intercelulares na porção externa das paredes periclinais, sendo os mesmos preenchidos pela cutícula.

As folhas são hipoestomáticas (média de 74 estômatos por mm^2) com estômatos paracíticos distribuídos paralelamente à nervura, ovais, isolados e/ou geminados estão localizados ao mesmo nível da epiderme, possuindo câmaras subestomáticas pequenas, projeção cuticular acentuada que observada em corte transversal, no primeiro plano, possui a forma de “garra” formando câmaras supraestomáticas e pequenos poro de ar.

As células-guardas são nucleadas, clorofiladas e apresentam reforço celulósico periclinal externo.

Ocorrem tricomas desde a base até o ápice na epiderme abaxial (média de 16 tricomas por mm^2) e adaxial (10 tricomas por mm^2), são solitários ou não e estão imersos em depressões na epiderme. São pluricelulares, com uma base constituída de duas células a três células e o corpo, por uma grande célula, que tem as paredes

de seu ápice inteiramente reforçadas e com o citoplasma mucilaginoso e hialino. Aparentam ser secretores e são claviformes.

- CLORÊNQUIMA – Situado logo abaixo das epidermes. É homogêneo, constituído em média de oito camadas de células poliédricas, anisodiamétricas, de paredes finas, tendendo a serem paralelas às células da epiderme. Notam-se idioblastos formados por células pétreas solitárias dispersas pelo mesofilo, sendo que este não apresenta uma distinção entre células paliçádicas e lacunosas, constituindo-se de um espesso clorênquima, com poucos espaços intercelulares do tipo meato.

A primeira camada do mesofilo superior é formada por células linearmente dispostas em grupos de sete ou oito células grandemente vacuoladas, incolores, com poucos ou sem cloroplastos. Na região dos grandes feixes fibrovasculares estas células são substituídas por células comuns do mesofilo.

Os cloroplastos aparentam não possuir dimorfismos, estando agrupados ou não dentro do citoplasma e estão distribuídos por todo o clorênquima, sendo a sua maior concentração na região mediana.

- CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO - Os feixes fibrovasculares são do tipo IV e formam uma única camada mediana, onde se tem a seguinte seqüência - um feixe grande que ocupa a região mediana do mesofilo intercalada por dois ou três feixes menores localizados na região do mesofilo inferior.

Os feixes apresentam o xilema superior ao floema, sendo os dois separados por um fino cordão de fibras. Os feixes grandes são totalmente envolvidos por um anel de fibras fortemente esclerificadas, sendo que as do floema maiores que a do xilema. O xilema apresenta vasos com reforço escalariforme em predominância ao reforço helicoidal.

Em volta do anel de fibras não foram observadas células endodermóides assim como, não foi observada a presença de ninhos de fibras esclerenquimáticas dispersos pelo mesofilo.

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 doze camadas em média de células vivas e maduras (conteúdo citoplasmático presente) ou mortas (sem conteúdo citoplasmático). São anisodiamétricas, poligonais irregulares (hexagonais, pentagonais e tetragonais) curtas, arredondadas, ovaladas ou longas, estas últimas com paredes anticlinais de três a quatro vezes maiores que as periclinais, de suave a medianamente espessadas. Finos espessamentos reticulares envolvendo as paredes estão presentes sendo as paredes impregnadas por suberina em graus variados. Apresenta um epivelame constituído por células tabulares e curtas, menores que as camadas mais internas.

Alguns tilossomos podem ser vistos nas paredes periclinais internas de várias células em diferentes camadas no velame e de forma localizada, em algumas células da última camada do velame, em suas paredes periclinais internas e porção inferior das anticlinais.

Hifas e focos de infecção por endomicorizas estão presentes de forma profusa no epivelame ou nas primeiras camadas do velame, sendo a sua presença diminuída nas camadas mais próximas a exoderme.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme - Unisseriada, com células isodiamétricas, poligonais curtas e/ou com tamanho equivalente as corticais, medianamente espessadas, sendo que suas paredes periclinais externas que ficam em contato direto com a periclinial interna das células da última camada do velame, têm o seu espessamento aumentado, o que confere ao espessamento, o formato da letra U invertida.

As paredes periclinais internas e as anticlinais da exoderme são impregnadas de forma uniforme com lignina e suberina.

Nota-se a presença de células de passagem que são isodiamétricas e curtas, menores que as outras células exodermis, possuindo paredes finas, com pouca ou nenhuma lignificação, conteúdo citoplasmático e núcleo evidente.

- Parênquima cortical - É compacto, com poucos espaços intercelulares e constituído de nove a dez camadas de células isodiamétricas, pentagonais, clorofiladas ou não, incolores em sua maioria, altamente vacuoladas, com paredes

de celulose de finas a levemente espessadas. A grande maioria das células do córtex é envolvida por barras de espessamento de lignina e principalmente, as da região mediana, são impregnadas por numerosos cristais (possivelmente leucoflavonas) com aspecto semelhante a drusas.

As camadas das extremidades do córtex tendem a possuir células de diâmetro menor, sendo que as células da camada da extremidade interna que entra em contato com a endoderme, são as menores e possuem as suas paredes periclinais internas e parte das anticlinais espessadas por impregnações de lignina e/ou suberina.

Vacúolos-ráfidés, amiloplastos e pequenos focos de endomicorrizas nos espaços intercelulares foram evidenciados em pouca quantidade por todo parênquima cortical.

- Endoderme – Logo após o parênquima cortical encontra-se uma endoderme envolvendo o estelo. Ela é uniestratificada, compacta, com poucos espaços intercelulares, com células isodiamétricas, poliédricas (tetra a pentagonais) menores que as do córtex externo, vacuoladas e com núcleo não evidenciado.

As paredes são medianamente espessadas por suberina e/ou celulose lignificada e os espessamentos são maiores e uniformes nas paredes anticlinais e nas periclinais externas e menores nas periclinais internas, o que confere ao espessamento a forma da letra U. Os espessamentos permitem separar as células da endodermais em dois tipos:

- As que possuem as paredes mais espessadas e com pouco ou nenhum citoplasma, estão situadas opostas a grupos de protofloema, formando blocos lineares que variam de cinco a seis 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. As suas estrias de Caspary são de difícil visualização.

Não foi detectada a presença de cera nas paredes da endoderme.

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, pouco delimitado e descontínuo, alternando-se com grupos de xilema e floema primários,

sendo constituído de células parenquimáticas de medianamente a fortemente espessadas.

- 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 dez a doze arcos de xilema em média direcionados ao periciclo) alternando-se 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: Situada no centro do cilindro central é compacta e não fistulosa. Composta por células isodiamétricas, de tamanho irregular, vivas, vacuolizadas. As paredes possuem pontuações simples, são finas a medianamente espessadas, com lignificação evidente nas primeiras células periféricas e subseqüentemente as células mais centrais com pouca ou nenhuma lignificação. Ocorrem raros espaços intercelulares do tipo meato distribuídos por toda a medula e não se visualizou amiloplastos ou cloroplastos, mais alguns cristais podem ser notados.

Medidas fisiológicas

- TESTE COLORIMÉTRICO DE KAUKO E VALOR MÉDIO DO PH – Não houve fixação noturna de CO₂, uma vez que os tubos das amostras adquiriram a coloração amarelo-vivo indicando respiração celular sem fixação noturna de CO₂. Com a medida adicional de pH, observou-se que o meio apresentou-se ácido, com o pH médio de 5,0.

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

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 69 listam-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Rudolfiela aurantiaca* (Lindl.) Hoehne como pertencentes ao grupo de folhas plicadas, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 56 % como indica a tabela 78.

Na tabela 70 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Rudolfiela aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 23 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Rudolfiela aurantiaca* (Lindl.) Hoehne relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 71 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Rudolfiela aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 89 e 90 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Rudolfiela aurantiaca* (Lindl.) Hoehne.

Tabela 69 - Lista de características morfo-anatômicas específicas encontradas em *Rudolfiela aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., que permitem enquadrar suas folhas como plicadas (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

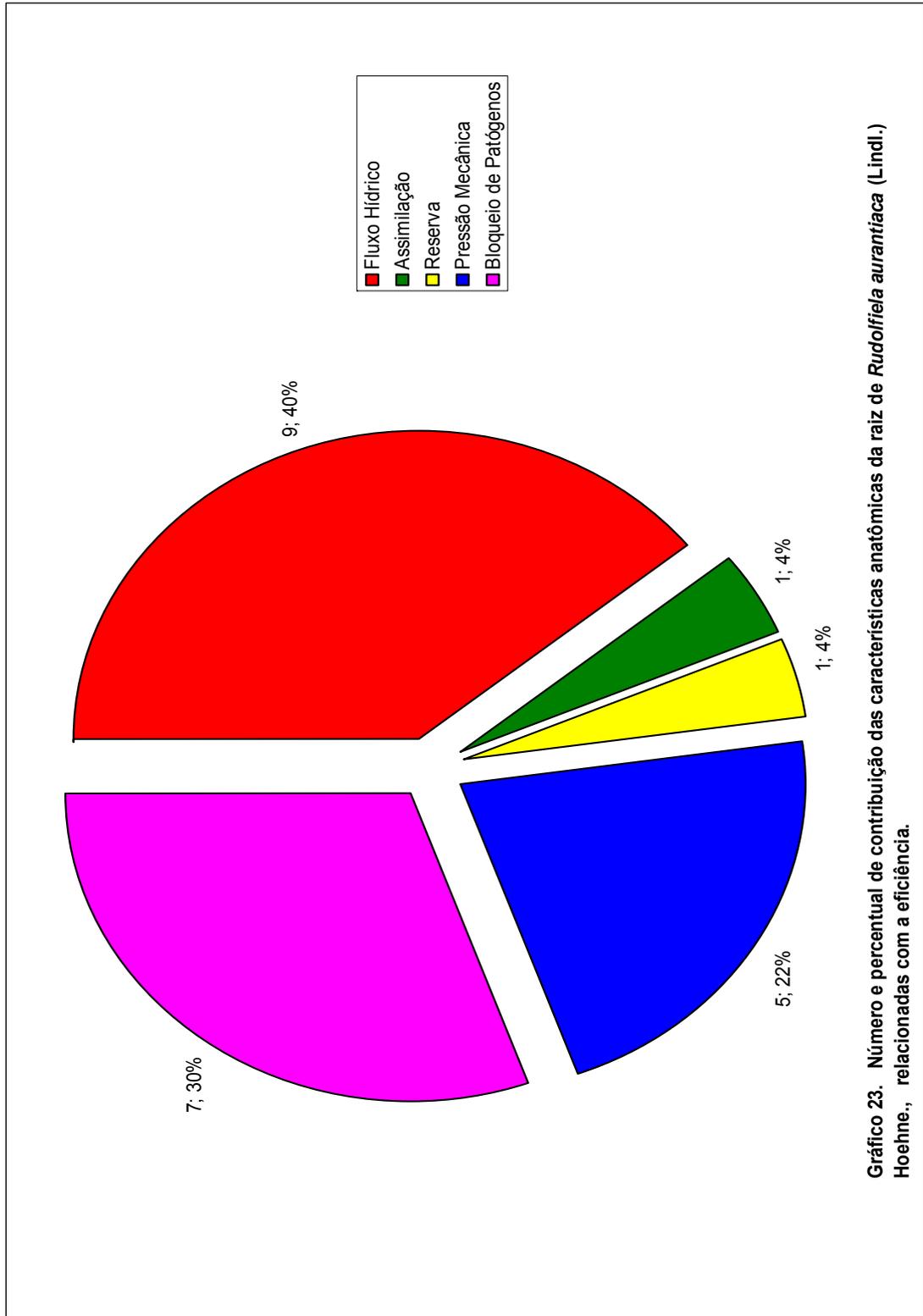
FOLHAS
1. Pseudobulbos
2. Alongadas
3. Largas
4. Delgadas
5. Persistentes
6. Eretas
7. Nervuras proeminentes
ESTÔMATOS
8. Hipoestomática
9. Paracíticos
10. Paralelos à nervura
11. Solitários
12. Localizados em depressões
13. Com projeção cuticular
14. Poros esféricos e pequenos
15. Reforço nas células-guardas
16. Ovais ou esféricos
TRICOMAS
17. Maior freqüência na epiderme abaxial
18. Pluricelulares
19. Bases em depressões
OUTRAS
20. Células da epiderme adaxial maiores
21. Clorênquima uniforme
22. Xilema e floema separados por um cordão de fibras esclerenquimáticas

Tabela 70 - Características anatômicas da raiz de *Rudolfiella aurantiaca* (Lindl.) 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>Rudolfiella aurantiaca</i> .	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofíticas.	sim	X				X
2. Endomicorrizas presentes	sim		X			
3. Velame com cinco ou mais camadas	sim	X			X	X
4. Tilossomos presentes	sim	X				
5. Células exodermas 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 endodermas 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.		9	1	1	5	7

Tabela 71 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Rudolfiela aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., na produtividade da orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Rudolfiela aurantiaca</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: 50 %	



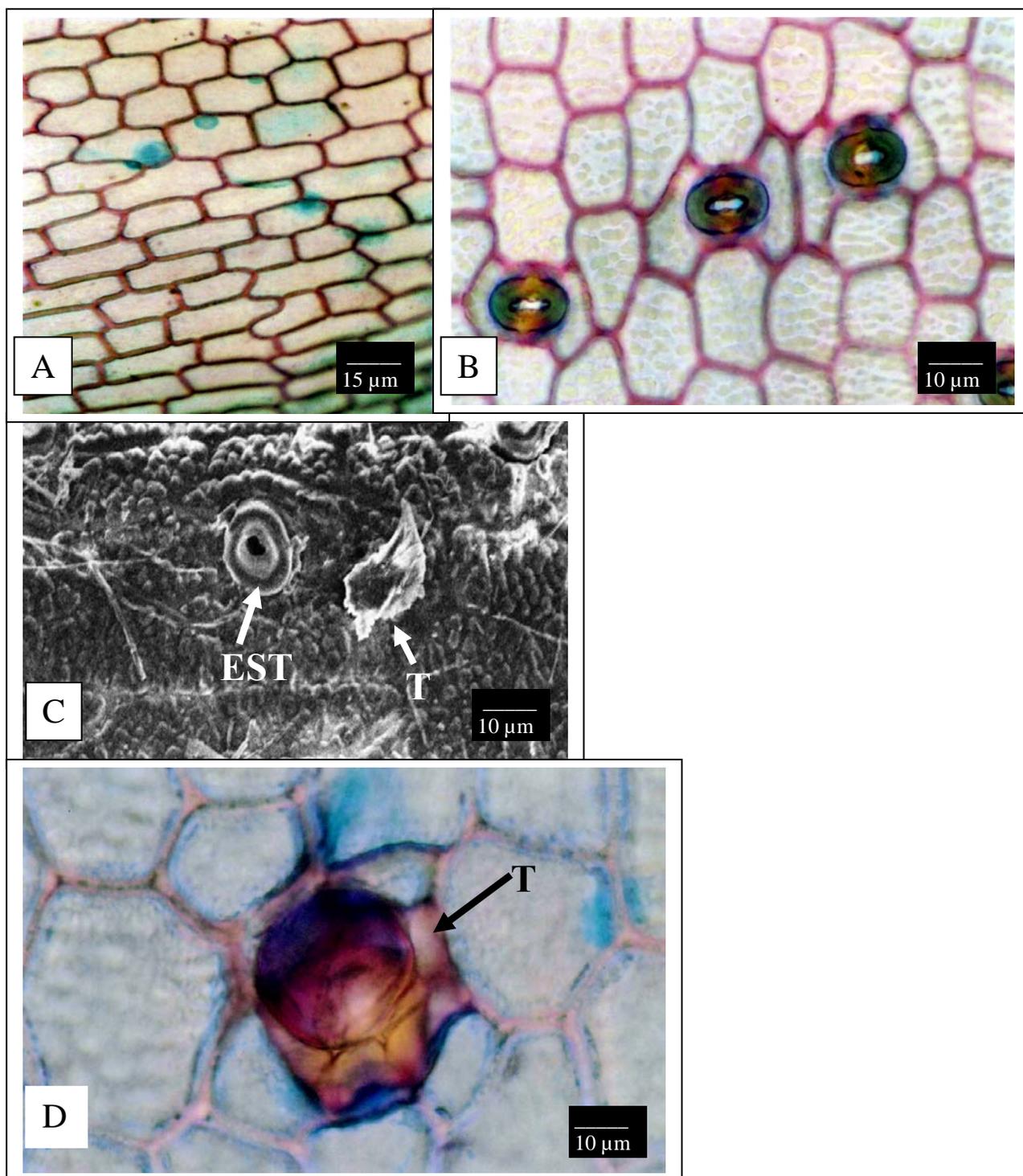


Figura 89 - Aspecto da epiderme foliar de *Rudolphiella aurantiaca*. A: Epiderme adaxial. B, C e D: Epiderme abaxial, Estômato (EST), Tricoma (T).

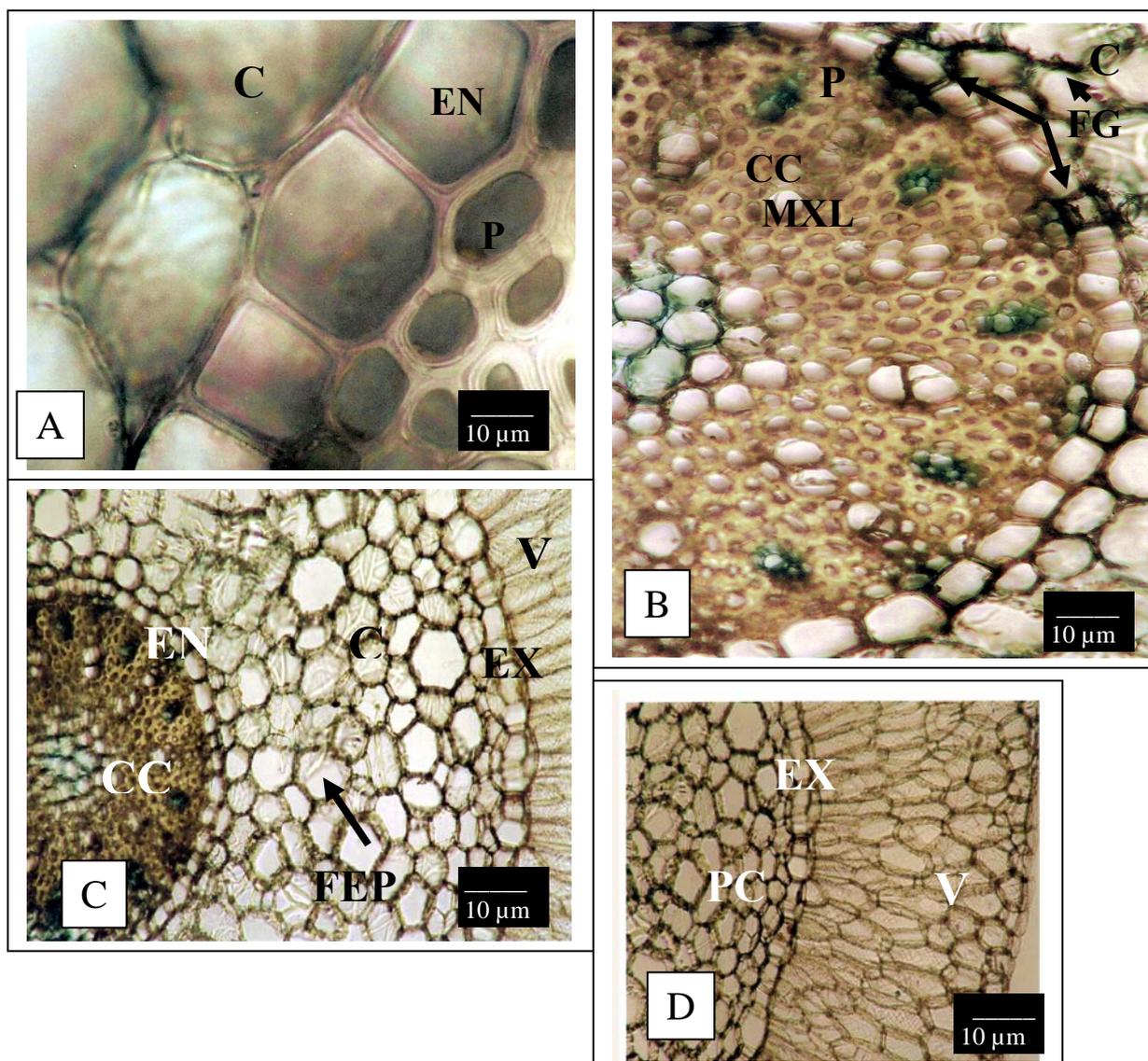


Figura 90 – Aspecto da raiz de *Rudolphiella aurantiaca*. A: Córtex (C), Endoderme (EN), Periciclo (P). B: Córtex (C), Fungos endofíticos (FE), Periciclo (P), Metaxilema (MXL), Cilindro central (CC). C: Velame (V), Exoderme (EX), Córtex (C), Fitas de espessamento parietal (FEP), Cilindro central (CC). D: Velame (V), Exoderme (EX), Parênquima cortical (PC).

24. *Sobralia fragrans* Lindl.



Figura 91 - *Sobralia fragrans* Lindl., em ambiente natural de Campina

Material estudado.

Coletor: P.I.S. Braga 2801 (INPA 49734).

Habitat e morfologia da lâmina foliar e da raiz

Epifítica a pseudoterrestre na campina sombreada, umbrófila a semi-umbrófila. Uni ou bifoliolada, lanceoladas, coriáceas, suberetas a arcuadas, alongadas, largas, decíduas, delgadas, com nervuras proeminentes, cerca de 20-25 cm de comprimento, cerca de 3-4 cm de largura. Raiz fasciculada, filiforme, cerca de 15-20 cm de comprimento.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERME - As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células anisodiamétricas com paredes retas, espessadas, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar. Nota-se que ambas as epidermes possuem pontuações em suas paredes periclinais externas, assim como nas anticlinais. As cutículas apresentam-se suavemente estriadas e nota-se a presença de numerosas ráfides em ambas as epidermes.

Na microscopia de varredura as cutículas apresentam-se sulcadas, densas, pastosas e a adaxial bem mais reflectora do que a abaxial. Apresentam vilosidades, grúmulos e côneilos. Hifas fúngicas e epífilas são ocorrentes em pequeno número.

Em vista transversal às epidermes são uniestratificadas, com as células da epiderme adaxial maiores que as da abaxial. As epidermes estão recobertas por cutículas pouco espessas, onduladas nas epidermes abaxiais e mais lisas nas adaxiais, sendo que estas últimas apresentam ranhuras perpendiculares às epidermes e espessamentos cuticulares mais acentuados. O espessamento celulósico é mais forte na parede periclinal externa das adaxiais do que as da abaxial. Ambas as epidermes apresentam espaços intercelulares pouco diferenciados que são preenchidos pela cutícula.

As folhas são anistomáticas, com maior predominância estomática na epiderme abaxial (média de 71 estômatos por mm^2) em relação à adaxial (média de 4 estômatos por mm^2) que estão restritamente distribuídos à margem da folha e da nervura central.

Os estômatos são paracíticos, distribuídos paralelamente à nervura, esféricos, solitários e raramente germinados. Estão localizados ao nível das células da epiderme em suaves depressões, com câmaras subestomáticas diminutas e supraestomáticas. Estas últimas possuem projeção cuticular acentuada que, observada em corte transversal, em primeiro plano, possui a forma de “garra”, e formam grandes poros de ar. As células-guardas possuem cloroplastos e um forte espessamento celulósico no pólo inferior.

Ocorrem tricomas desde a base até o ápice da folha, com relativa freqüência em ambas às epidermes, sendo mais abundantes na epiderme abaxial (média de 12 tricomas por mm^2) do que na adaxial (média de 2 tricomas por mm^2). Os tricomas, em ambas as epidermes, podem ser solitários ou em grupos de dois ou

mais tricomas e ocorrem em depressões formadas pelas células epidermáticas.

São pluricelulares, constituídos de duas a três células, sendo a base formada por uma ou duas células e o corpo por uma única e grande célula, que possui suas paredes reforçadas grandemente e com citoplasma mucilaginoso. Os tricomas não apresentam características secretoras e são caliciformes.

- CLORÊNQUIMA – Situado logo abaixo das hipodermes. É homogêneo, possuindo em média sete camadas de células poliédricas, poliédricas, com paredes finas, apresentando-se em sua grande maioria paralelas as células da epiderme. Não existe uma diferença entre células paliçádicas e lacunosas constituindo-se o mesofilo de um clorênquima com espaços intercelulares bem diferenciados do tipo meato.

Os cloroplastos aparentam não possuir dimorfismos e estão agrupados ou não dentro do citoplasma e distribuídos de maneira uniforme por todo o clorênquima. Nota-se a presença, embora rara, de vacúolos com cristais de oxalato de cálcio em forma de ráfides, dispersos pelo mesofilo.

- CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO – Os feixes fibrovasculares estão imersos no clorênquima, formando uma única camada mediana. Nesta camada os feixes, a partir da nervura central (tipo IV), distribuem-se com o seguinte arranjo: um grande feixe que chega a tocar seus pólos nas epidermes, intercalando-se por feixes menores, que chegam a ter a metade ou menos do seu tamanho.

Os feixes fibrovasculares são do tipo III e IV e possuem o xilema superior ao floema, sendo que os dois são contíguos no tipo III e separados por um fino cordão de fibras no tipo IV.

Nos dois tipos, tanto o xilema quanto o floema possuem um grupo de fibras fortemente espessadas que constituem uma capa, sendo que a do floema é mais desenvolvida que a do xilema. As capas são interrompidas na região mediana do feixe por duas ou três células do parênquima xilemático, que se apresentam esclerificados (tipo III). As capas das fibras do xilema não são muito desenvolvidas quando comparadas com as do floema.

O xilema apresenta elementos traqueais com reforço escalariforme e helicoidal, parecendo o primeiro predominar sobre o segundo.

Podemos encontrar nas fibras que envolvem os feixes, grandes pontuações periféricas que projetam seu citoplasma pra dentro do citoplasma da célula do clorênquima vizinha. Algumas das células clorênquimáticas que envolvem os feixes

apresentam características endodermóides, pois possuem o citoplasma incolor, grandemente vacuoladas e com poucos ou sem cloroplastos.

A presença de grupos de três a quatro células esclerificadas, dispersa pelo mesofilo é notada, mas sua constância é rara.

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

Descrição anatômica da raiz

REGIÃO EXTERNA (SISTEMA DÉRMICO)

- Epiderme - A região mais externa é constituída por uma epiderme contínua formada de células vivas e maduras (com conteúdo citoplasmático presente) e, em menor quantidade, por células mortas (sem conteúdo citoplasmático ou atividade metabólica aparente).

As células epidermáticas são anisodiamétricas, de curtas a médias, poligonais irregulares (a maioria é pentagonal ou hexagonal) com paredes de medianamente a fortemente espessadas e são impregnadas em graus variados por suberina (abundante nas periclinais externas) e em menor grau, por lignina presente em maior quantidade nas periclinais internas.

A epiderme pode ser uni, bi ou multisseriada com o número de camadas varia de acordo com a região da raiz. A face que entra em contato direto com o substrato onde se apóia a raiz pode atingir até cinco camadas de células. Nessa face é comum a presença de numerosos pelos que exercem tanto a função de fixar a raiz no substrato quanto à de absorção.

As células da epiderme estão infectadas por hifas fúngicas e por endomicorrizas, principalmente as das áreas onde a epiderme se estratifica, formando um tecido parecido com velame. Nestas regiões, além da grande massa de hifas, existe o acúmulo de material orgânico em decomposição proveniente do substrato forófito e estes, ao serem embebidos pela umidade, aumentam a área de disponibilidade hídrica para a raiz.

Finos e numerosos espessamentos reticulares envolvem as paredes e estas, apresentam pequenas pontuações e ângulos celulares com reforço de lignina e suberina.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – Unisseriada, com células isodiamétricas, hexagonais, largas, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes medianamente espessadas e impregnadas com lignina e suberina. As paredes periclinais externas são as mais espessadas e recebem um reforço adicional de suberina 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 hexagonal das células.

Nota-se a presença de células de passagem exodermais que são isodiamétricas, menores, nucleadas, com material citoplasmático, paredes menos espessadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de três a seis células normais da exoderme.

- Parênquima cortical – É largo e compacto e constituído em média por doze a quinze 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.

A primeira e a última camada do córtex possuem algumas células solitárias que recebem um reforço adicional de lignina.

As cinco primeiras camadas externas de células situadas logo após a exoderme, na região onde se encontram os pelos e as grandes massas de fungos, são infectadas por endomicorrizas. Nas outras regiões do córtex existem, de forma esporádica e solitária, algumas células infectadas.

Não foram vistas células do parênquima cortical com reforço de fitas ou barras de lignina envolvendo-lhes as paredes. Amiloplastos e cloroplastos foram visualizados de forma dispersa pelo córtex.

O parênquima cortical possui inúmeros espaços intercelulares do tipo meato, que muitas vezes são ocupados por hifas assim como, as porções inferiores das paredes anticlinais de várias células recebem um pequeno reforço celulósico.

- 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 dando ao espessamento o formato da letra O. Os espessamentos permitem separar as células da endodermais em dois tipos:

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

- O segundo tipo (células de passagem) possui paredes menos espessadas, podendo ser menores em tamanho e largura e possuem núcleo e citoplasma aparente e ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema. As suas 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, de medianamente a fortemente 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 quinze 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 e apresentando com pontuações simples. É situada no centro do cilindro central e composta por células isodiamétricas, de tamanho irregular, sem espaços intercelulares visíveis, de pequena a medianamente vacuolizadas, incolores, sem cloroplastos e amiloplastos evidentes e profusos.

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 5,4.

- DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou o valor de $-28,7$ enquadrando-a na amplitude de valores de plantas C₃.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 72 listam-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Sobralia fragrans* Lindl., como sendo pertencentes ao grupo de folhas plicadas, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 59 % como indica a tabela 78.

Na tabela 73 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Sobralia fragrans* Lindl., Lindl relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 24 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Sobralia fragrans* Lindl., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 74 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Sobralia fragrans* Lindl., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 92 e 93 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Sobralia fragrans* Lindl.

Tabela 72 - Lista de características específicas encontradas em *Sobralia fragrans* Lindl., que permitem enquadrar suas folhas como plicadas (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS
1. Suberetas a arcuadas
2. Decíduas
3. Delgadas
4. Alongadas
5. Largas
6. Com nervuras proeminentes

ESTÔMATOS
7. Anfistomática
8. Maior número de estômatos na epiderme abaxial
9. Estômatos paralelos à nervura
10. Estômatos esféricos
11. Estômatos solitários
12. Ao nível da epiderme
13. Com projeção cuticular
14. Grandes poros de ar
15. Com tricomas
16. Tricomas com maior frequência na epiderme abaxial
17. Base do tricoma em depressão
18. Tricomas pluricelulares

OUTRAS
19. Clorênquima uniforme
20. Células da epiderme adaxial maiores
21. Sem ninhos de fibras esclerenquimáticas

Tabela 73 - Características anatômicas da raiz de *Sobralia fragrans* Lindl 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>Sobralia fragrans</i> .	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofíticas.	sim	X				X
2. Endomicorrizas presentes	sim		X			
3. Velame com cinco ou mais camadas	não					
4. Tilossomos presentes	não					
5. Células exodermis fortemente espessadas	sim					
6. Parênquima cortical estreito	não					
7. Parênquima cortical largo	sim	X		X		X
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	sim	X			X	
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		7	1	2	4	6

Tabela 74 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Sobralia fragrans* Lindl., na produtividade da planta para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Sobralia fragrans.</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: 35 %	

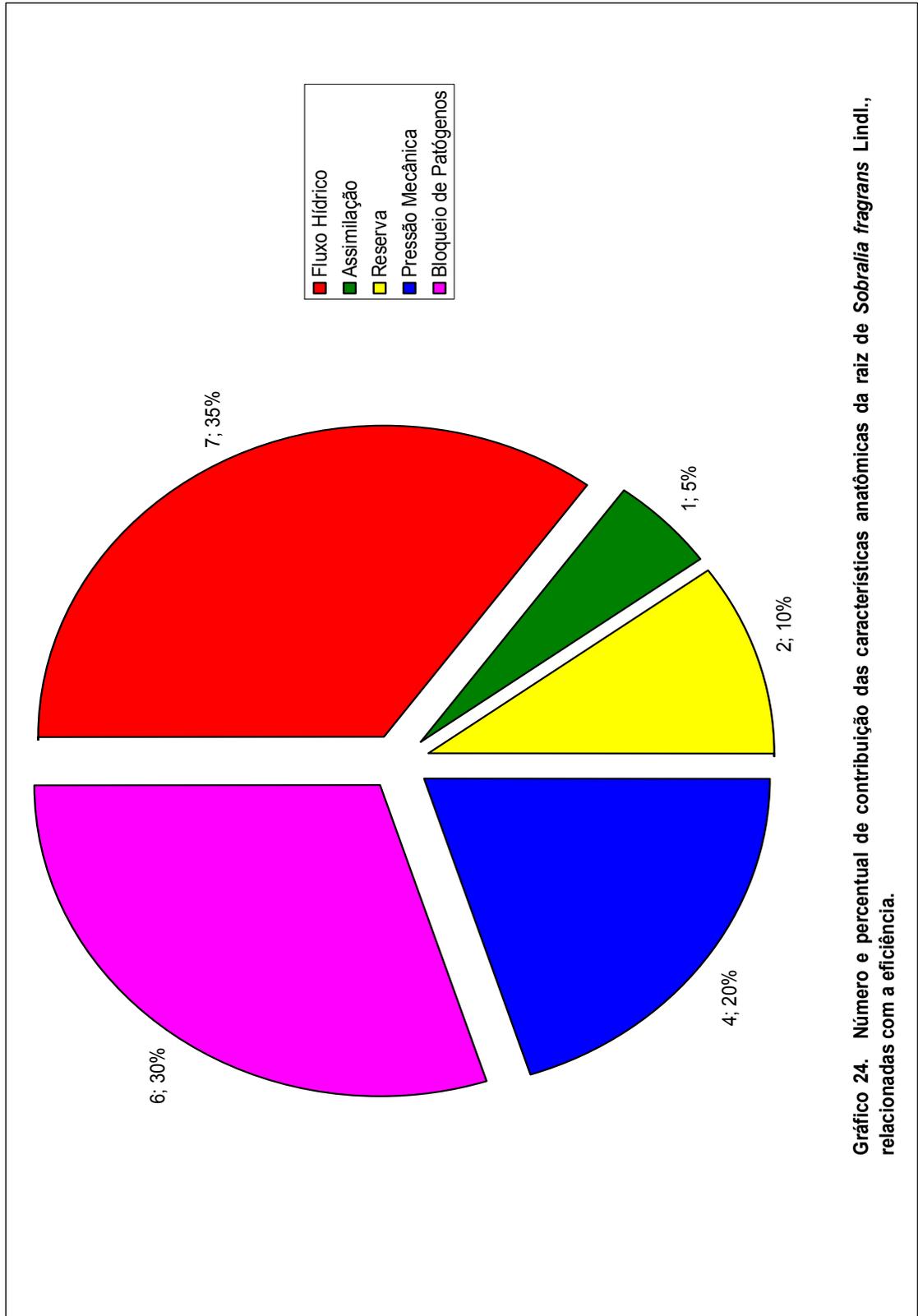


Gráfico 24. Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Sobralia fragrans* Lindl., relacionadas com a eficiência.

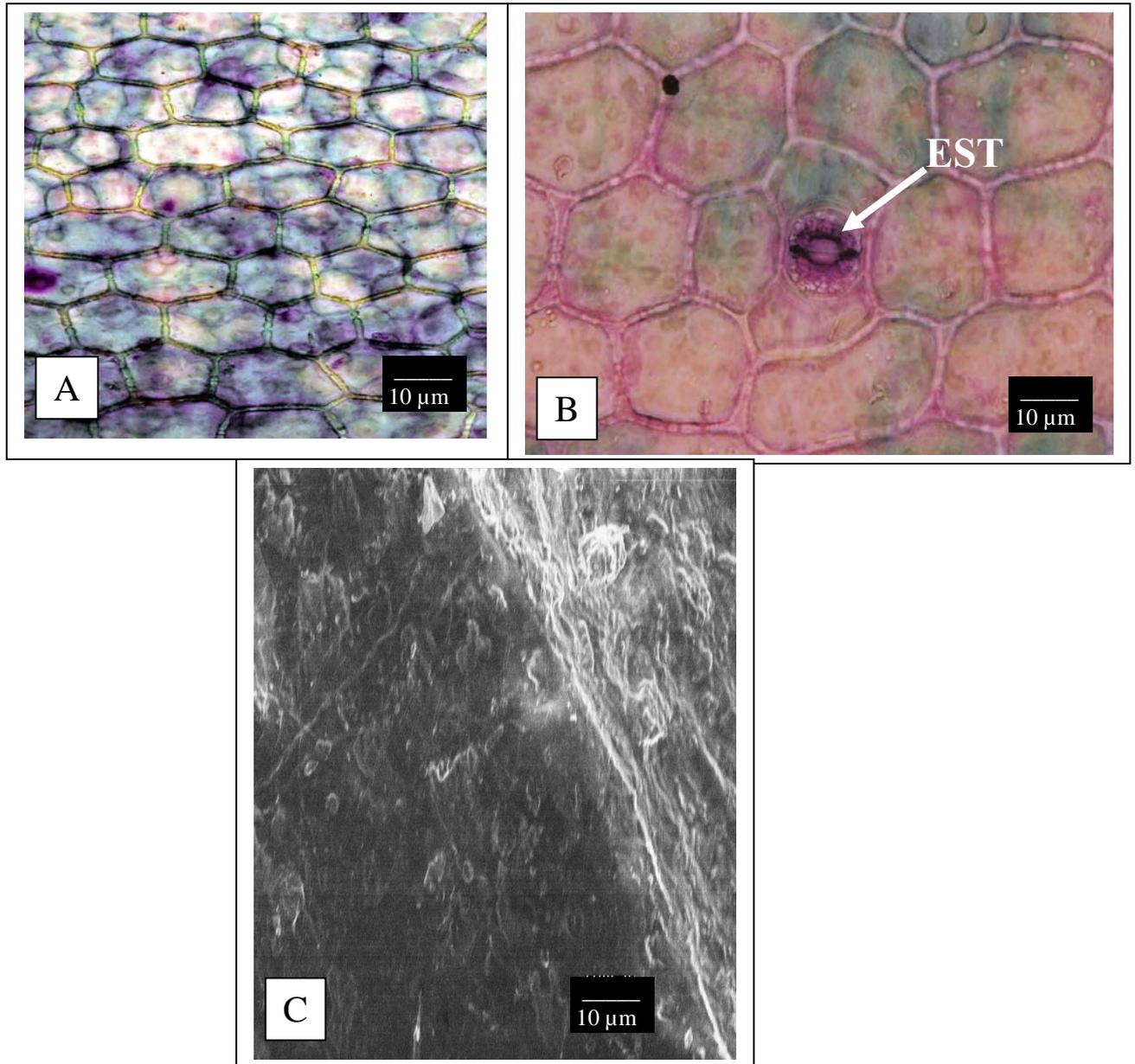


Figura 92 – Aspecto da epiderme foliar de *Sobralia fragrans*. A e C: Epiderme adaxial. B: Epiderme abaxial com estômato (EST).

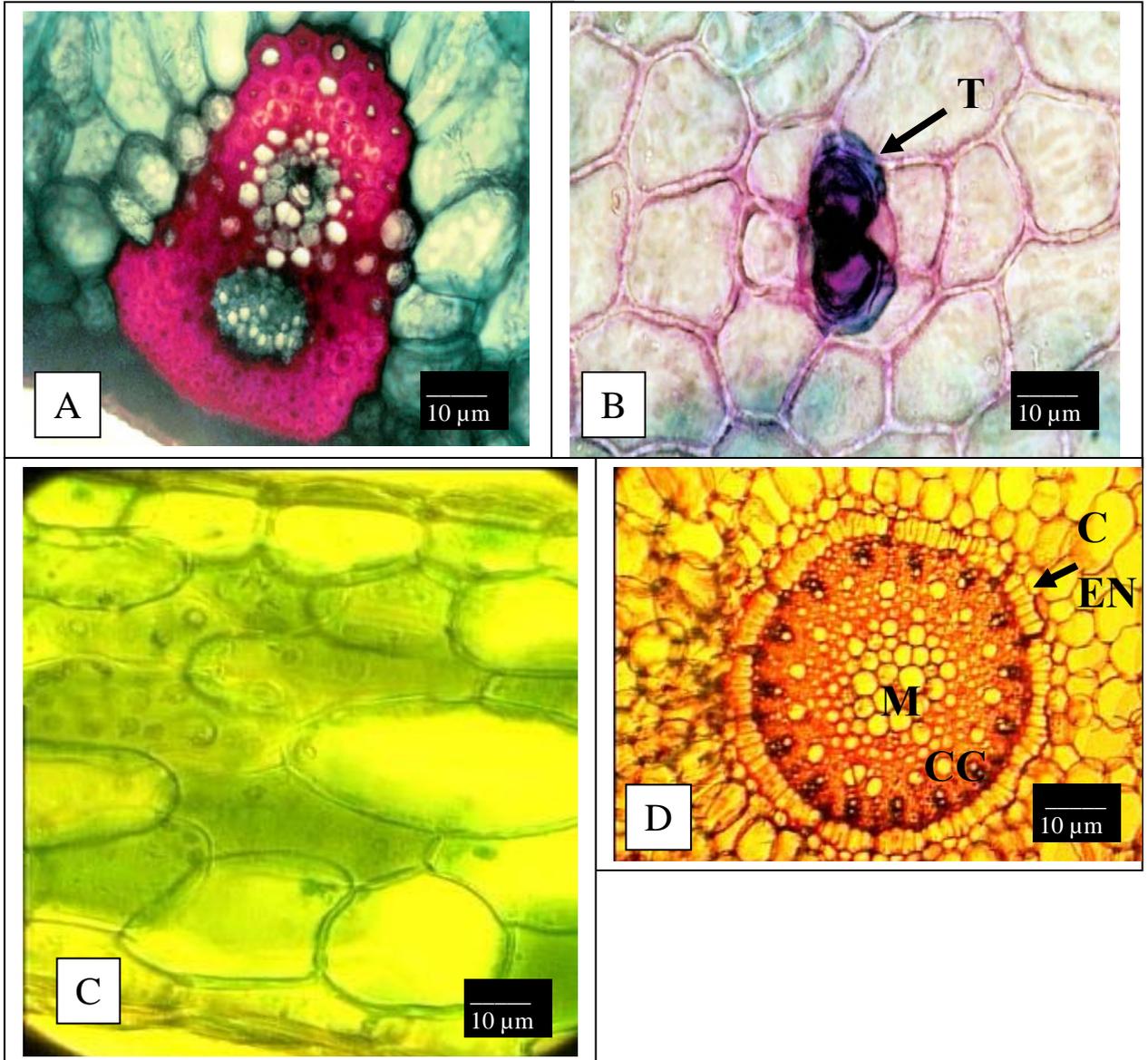


Figura 93 – Aspecto da folha e da raiz de *Sobralia fragrans*. A: Feixe fibrovascular do tipo IV. B: Tricoma geminado. C: Mesofilo. D: Córte (C), Endoderme (EN), Cilindro central (CC), Medula (M).

25. *Sobralia macrophylla* Rchb. f.



Figura 94 - *Sobralia macrophylla* Rchb. f. em ambiente natural de Campina.

Material estudado.

Coletor: P.I.S. Braga 2795 (INPA 49729).

Habitat e morfologia da lâmina foliar de da raiz

Epifítica e terrestre secundária na Campina sombreada, umbrófila a heliófila. Planta multifoliada, folhas dísticas ao longo do caule, oblongo-lanceoladas, coriáceas, verdes, subereta a arcuada, decídua, delgada, com nervuras proeminentes, alongadas, largas, cerca de 15-17 cm de comprimento, cerca de 5-6 cm da largura. Raízes fasciculadas, filiformes, cerca de 20 cm de comprimento.

Descrição anatômica do limbo foliar

- EPIDERME – As epidermes adaxial e abaxial, em vista frontal, são constituídas de células anisodiamétricas de paredes retas, espessadas, orientadas perpendicularmente ao comprimento foliar. As cutículas apresentam-se suavemente estriadas e nota-se na epiderme abaxial, a presença de numerosas pontuações na parede periclinal externa.

Na microscopia de varredura as cutículas se apresentam densas, pastosas e reflectoras. São sulcadas e com vilosidades, grúmulos e côneos.

Em vista transversal, as epidermes são uniestratificadas, com células acolorofiladas, sendo que as da adaxial são maiores e com espessamento mais acentuado na parede periclinal externa que as da epiderme abaxial.

As epidermes estão recobertas por uma cutícula pouco espessa, ligeiramente lisa, com ranhuras perpendiculares à epiderme e apresentando pequenos espaços intercelulares, que são preenchidos pela cutícula. Ambas as epidermes mostram pontuações nas paredes anticlinais, notando-se ainda que na base da folha, as células da epiderme adaxial sofrem um forte espessamento em suas paredes.

As folhas são anfistomáticas, com a maior predominância estomática na epiderme abaxial (média de 51 estômatos por mm^2) em relação à adaxial (média de 7 estômatos por mm^2). Os estômatos da epiderme adaxial estão restritamente distribuídos à margem da folha e da nervura central.

Os estômatos são paracíticos distribuídos paralelamente à nervura, esféricos, solitários e raramente são germinados. Estão localizados no nível das células da epiderme em suaves depressões, com câmaras subestomáticas diminutas e supraestomáticas. Estas últimas possuem projeção cuticular acentuada que, observada em corte transversal, em primeiro plano, possui a forma de “garra”, e formam grandes poros de ar. As células-guardas possuem cloroplastos e um forte espessamento celulósico no pólo inferior

Ocorrem tricomas desde a base até o ápice da folha com relativa frequência em ambas às epidermes, sendo mais abundantes na epiderme abaxial (média de 14 tricomas por mm^2) e na adaxial (média de 2 tricomas por mm^2). Os tricomas em ambas as epidermes, podem ser solitários ou germinados, ocorrendo em depressões formadas pelas células epidermáticas.

São pluricelulares, constituídos de duas a três células, sendo a base formada de uma a duas células e o corpo por uma grande célula, que tem as paredes reforçadas fortemente com citoplasma mucilaginoso. Os tricomas não apresentam características excretoras e são caliciformes.

- CLORÊNQUIMA – Situado logo abaixo das epidermes. É homogêneo, possuindo em média sete camadas de células poliédricas de tamanho irregular, com grandes paredes finas, apresentando-se em sua maioria paralelas às células da epiderme. Não existe uma diferença entre as células paliçádicas e lacunosas, constituindo-se o mesofilo de um clorênquima com espaços intercelulares diferenciados do tipo meato. Nota-se que as paredes anticlinais das células do mesofilo são intensamente pontuadas.

Os cloroplastos aparentam não possuir dimorfismos, estando agrupados dentro do citoplasma e algumas vezes isolados e estão distribuídos de maneira uniforme por todo o clorênquima. Nota-se a presença de vacúolos com cristais de oxalato de cálcio em forma de ráfides, dispersos pelo mesofilo, mas com certa frequência na segunda e/ou terceira camada de células, situada logo abaixo da epiderme superior.

- CONDUÇÃO E SUSTENTAÇÃO – Os feixes fibrovasculares estão imersos no clorênquima, formando uma única camada mediana. Nesta camada os feixes, a partir da nervura central (tipo IV), distribuem-se com o seguinte arranjo: um grande feixe que chega a tocar seus pólos nas epidermes, intercalando-se por feixes menores, que chegam a ter a metade ou menos do seu tamanho.

Os feixes fibrovasculares são do tipo III e IV e possuem o xilema superior ao floema, sendo que os dois são contíguos no tipo III e separados por um fino cordão de fibras no tipo IV.

Nos dois tipos, tanto o xilema quanto o floema possuem um grupo de fibras fortemente espessadas que constituem uma capa, sendo que a do floema é mais desenvolvida que a do xilema. As capas são interrompidas na região mediana do feixe por duas ou três células do parênquima xilemático, que se apresentam esclerificados (tipo III). As capas das fibras do xilema não são muito desenvolvidas quando comparadas com as do floema.

O xilema apresenta elementos traqueais com reforço escalariforme e helicoidal, parecendo o primeiro predominar sobre o segundo.

Podemos encontrar nas fibras que envolvem os feixes, grandes pontuações

periféricas que projetam seu citoplasma pra dentro do citoplasma da célula do clorênquima vizinha. Algumas das células clorenquimáticas que envolvem os feixes apresentam características endodermóides, pois possuem o citoplasma incolor, grandemente vacuoladas e com poucos ou sem cloroplastos.

A presença de grupos de três a quatro células esclerificadas, dispersa pelo mesofilo é notada, mas sua constância é rara.

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

Descrição anatômica da raiz

REGIÃO EXTERNA (SISTEMA DÉRMICO)

- Epiderme - A região mais externa é constituída por uma epiderme contínua formada de células vivas e maduras com conteúdo citoplasmático presente e, em menor quantidade, por células mortas (sem conteúdo citoplasmático ou atividade metabólica aparente).

As células epidermáticas são anisodiamétricas, de curtas a médias, poligonais irregulares (a maioria é pentagonal ou hexagonal) com paredes de medianamente a fortemente espessadas e são impregnadas em graus variados por suberina (abundante nas periclinais externas) e em menor grau, por lignina presente em maior quantidade nas periclinais internas.

A epiderme pode ser uni, bi ou multisseriada com o número de camadas varia de acordo com a região da raiz. A face que entra em contato direto com o substrato onde se apóia a raiz pode atingir até cinco camadas de células. Nessa face é comum a presença de numerosos pelos radiculares que exercem tanto a função de fixar a raiz no substrato quanto à de absorção.

As células da epiderme estão infectadas por hifas fúngicas e por endomicorrizas, principalmente as das áreas onde a epiderme se estratifica, formando um tecido parecido com velame. Nestas regiões, além da grande massa de hifas, existe o acúmulo de material orgânico em decomposição proveniente do substrato forófito e estes, ao serem embebidos pela umidade, aumentam a área de disponibilidade hídrica para a raiz.

Finos e numerosos espessamentos reticulares envolvem as paredes e estas, apresentam pequenas pontuações e ângulos celulares com reforço de lignina e suberina.

REGIÃO DO CÓRTEX (SISTEMA FUNDAMENTAL)

- Exoderme – Unisseriada, com células isodiamétricas, hexagonais, largas, com nenhum ou pouco conteúdo citoplasmático, incolores, com paredes medianamente espessadas e impregnadas com lignina e suberina. As paredes periclinais externas são as mais espessadas e recebem um reforço adicional de suberina 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 hexagonal das células.

Nota-se a presença de células de passagem exodermais que são isodiamétricas, menores, nucleadas, com material citoplasmático, paredes menos espessadas e com lignificação e/ou suberização reduzida e situadas entre grupos de cinco a seis células normais da exoderme.

- Parênquima cortical – É largo, compacto, constituído em média por dez a onze 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.

As cinco primeiras camadas externas de células situadas logo após a exoderme, na região onde se encontram os pelos e as grandes massas de fungos, são infectadas por endomicorrizas. Nas outras regiões do córtex existem, de forma esporádica e solitária, algumas células infectadas.

Não foram vistas células do parênquima cortical com reforço de fitas ou barras de lignina envolvendo-lhes as paredes. Amiloplastos e cloroplastos foram visualizados de forma dispersa pelo córtex.

O parênquima cortical possui inúmeros espaços intercelulares do tipo meato, que muitas vezes são ocupados por hifas assim como, as porções inferiores das paredes anticlinais de várias células recebem um pequeno reforço celulósico.

- 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, dando ao espessamento o formato da letra O. Os espessamentos permitem separar as células da 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, possuem núcleo e citoplasma aparente e ocorrem solitárias ou em duplas e são opostas a grupos de protoxilema. As suas 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, de medianamente a fortemente 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 dez 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 e 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 e portadoras de pontuações simples. É situada no centro do cilindro central e composta por células isodiamétricas, de tamanho irregular, sem espaços intercelulares visíveis, de pequena a medianamente 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 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} \pm 0,2\%$ - A espécie apresentou o valor de $-28,5$ enquadrando-a na amplitude de valores de plantas C₃.

Dados apresentados em tabelas, gráficos e figuras.

Na tabela 75 listam-se as características anatômicas que permitem enquadrar as folhas de *Sobralia macrophylla* Rchb. f., como sendo pertencentes ao grupo de folhas plicadas, de acordo com a classificação modificada de Withner *et alli*, (1974), com um percentual de 59 % como indica a tabela 78.

Na tabela 76 apresentam-se as características anatômicas da raiz de *Sobralia macrophylla* Rchb. f., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, pressão mecânica e bloqueio de patógenos.

No gráfico 25 mostra-se o número e o percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Sobralia macrophylla* Rchb. f., relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, da pressão mecânica e do bloqueio de patógenos.

Na tabela 77 apresentam-se o percentual e as características anátomo-fisiológicas encontradas em *Sobralia macrophylla* Rchb. f., que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura (características elencadas de Silva *et alli*, 2005).

As figuras 95, 96 e 97 mostram aspectos anatômicos da folha e da raiz de *Sobralia macrophylla* Rchb. f.

Na tabela 78 mostra-se uma síntese das características encontradas em todas as vinte e cinco espécies estudadas para enquadrá-las na classificação modificada de Withner *et alli* 1974.

Nas tabelas 79, 80, 81,82 e nos gráficos 26, 27, 28 e 29 apresenta-se síntese de dados encontrados para as vinte e cinco espécies estudadas.

Tabela 75 - Lista de características específicas encontradas em *Sobralia macrophylla* Rchb. f., que permitem enquadrar suas folhas como plicadas (classificação modificada de Withner *et alli*, 1974).

FOLHAS

1. Suberetas a arcuadas
2. Decíduas
3. Delgadas
4. Alongadas
5. Largas
6. Com nervuras proeminentes

ESTÔMATOS

7. Anfistomática
8. Maior número de estômatos na epiderme abaxial
9. Estômatos paralelos à nervura
10. Estômatos esféricos
11. Estômatos solitários
12. Ao nível da epiderme
13. Com projeção cuticular
14. Grandes poros de ar
15. Com tricomas
16. Tricomas com maior freqüência na epiderme abaxial
17. Base do tricoma em depressão
18. Tricomas pluricelulares

OUTRAS

19. Clorênquima uniforme
 20. Células da epiderme adaxial maiores
 21. Sem ninhos de fibras esclerenquimáticas
-

Tabela 76 - Características anatômicas da raiz de *Sobralia macrophylla* Rchb. f., 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>Sobralia macrophylla</i> .	Característica presente	AÇÃO RELACIONADA AO TECIDO				
		Fluxo Hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão Mecânica	Bloqueio de patógenos
1. Hifas fúngicas exofíticas.	sim	X				X
2. Endomicorrizas presentes	sim		X			
3. Velame com cinco ou mais camadas	não					
4. Tilossomos presentes	não					
5. Células exodermis fortemente espessadas	sim					
6. Parênquima cortical estreito	não					
7. Parênquima cortical largo	sim	X		X		X
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	sim	X			X	
Número de características envolvidas em cada ação relacionada à eficiência.		7	1	2	4	6

Tabela 77 - Algumas características anátomo-fisiológicas e o percentual destas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho de *Sobralia macrophylla* Rchb. f., na produtividade da planta para a orquidiocultura (baseada e modificada a partir de Silva *et alli*, 2005).

CARACTERÍSTICA	<i>Sobralia macrophylla.</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: 35 %	

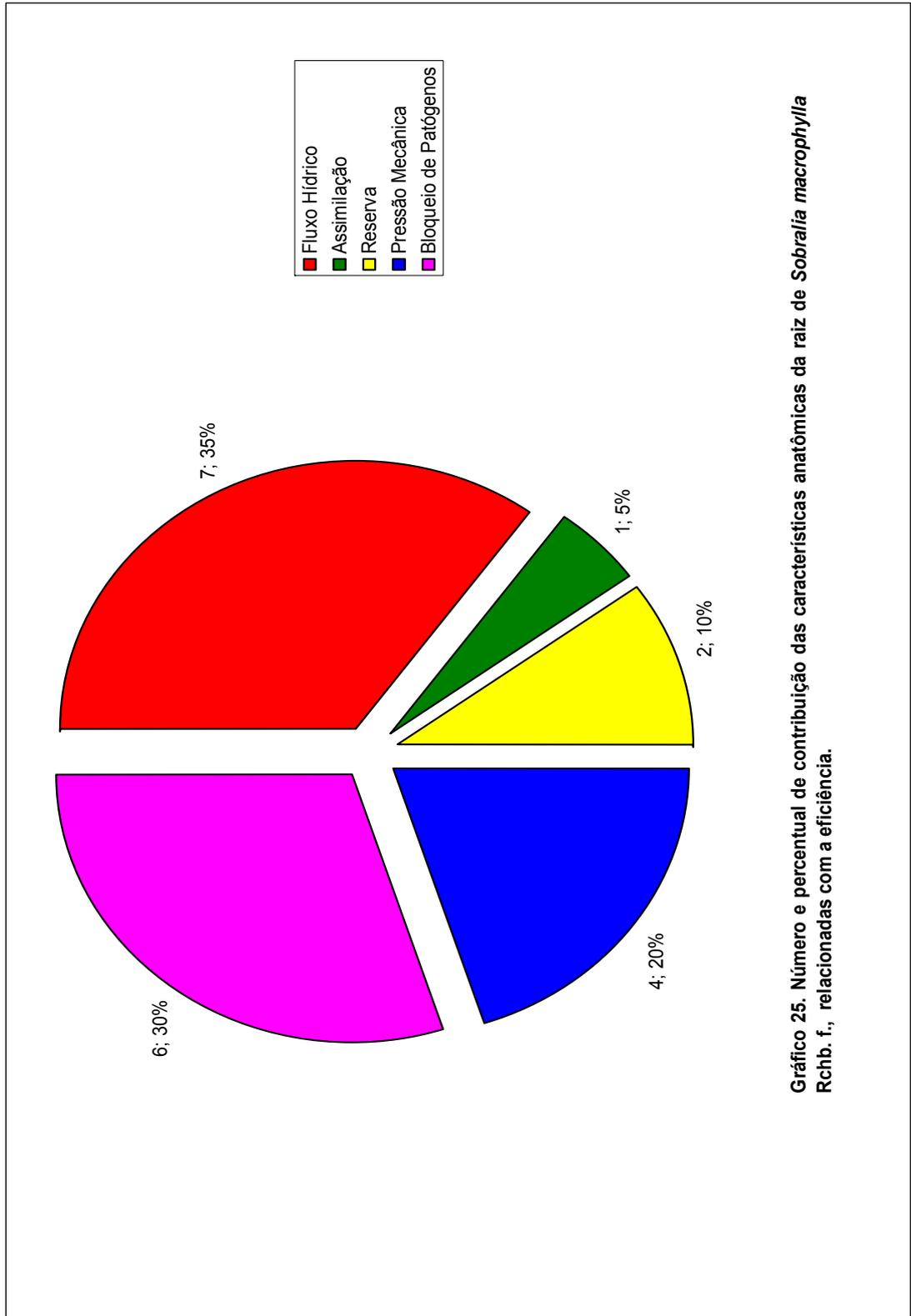


Gráfico 25. Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Sobralia macrophylla* Rchb. f., relacionadas com a eficiência.

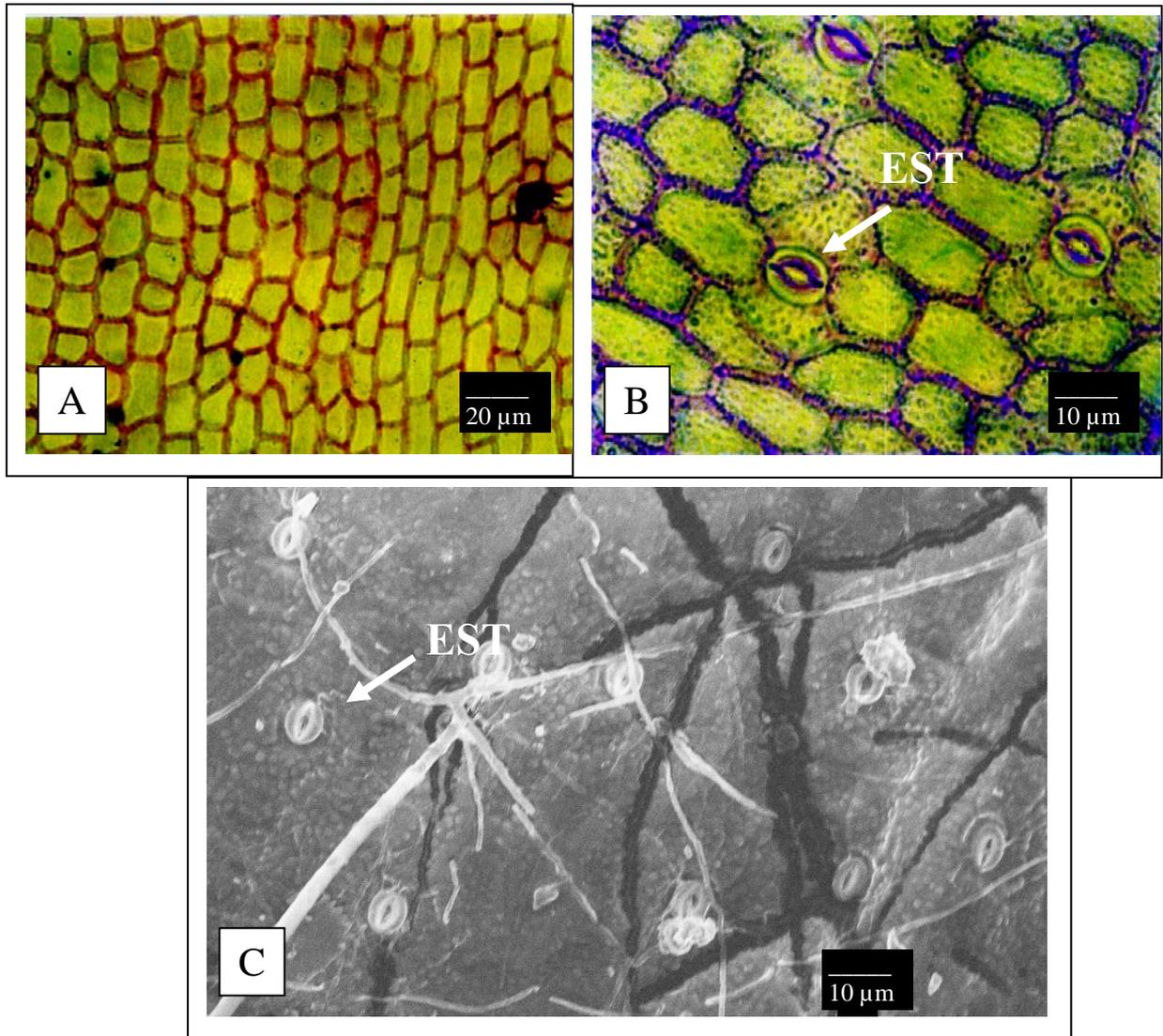


Figura 95 – Aspecto da epiderme de *Sobralia macrophylla*. A: Epiderme adaxial, Tricoma (T). B: Epiderme abaxial com Estômato (EST). C: Epiderme abaxial com Estômatos (EST) e hifas.

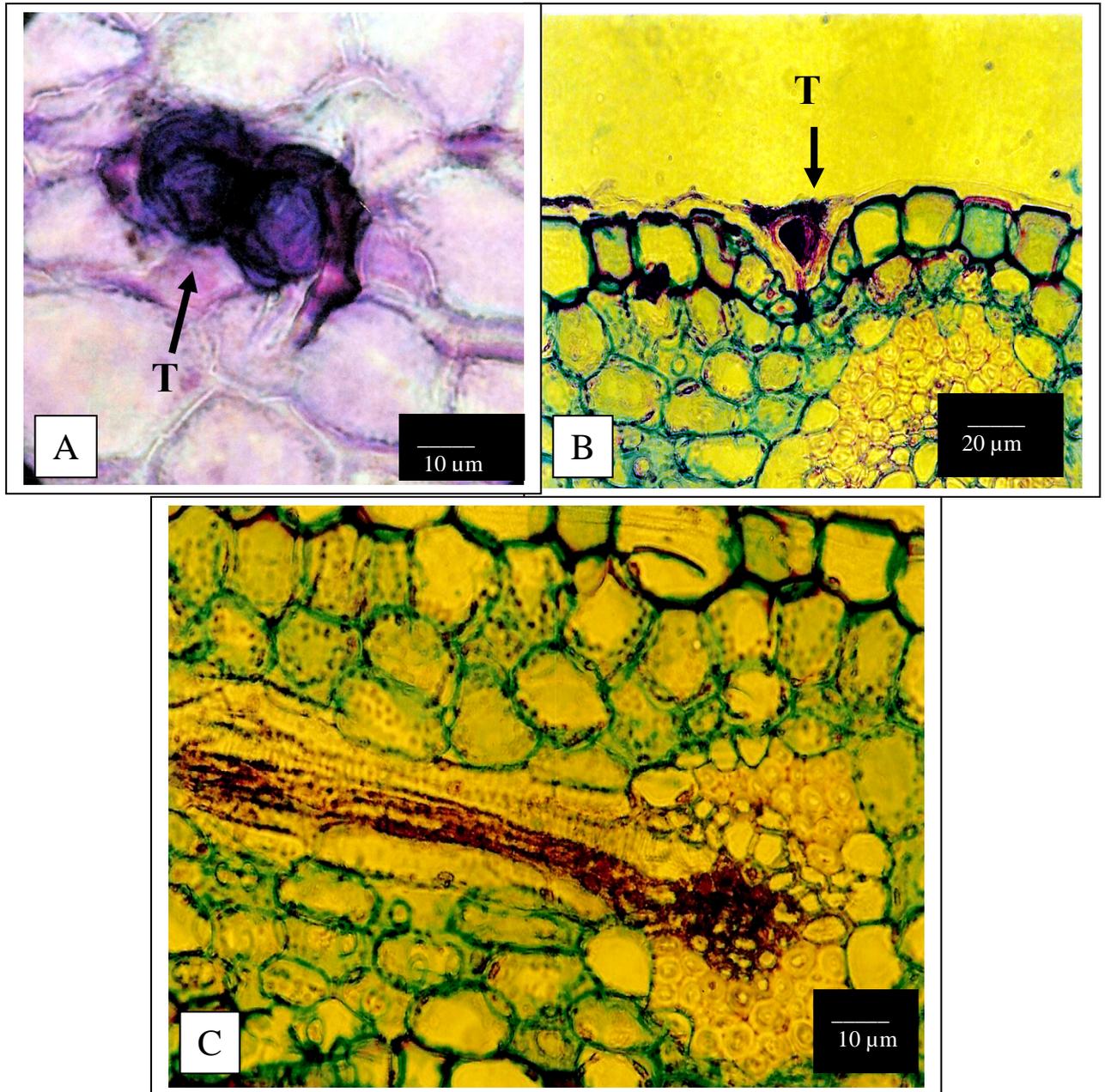


Figura 96 – Aspecto da folha de *Sobralia macrophylla*. A e B: Tricomas germinados (T). C: Feixe fibrovascular do tipo III.

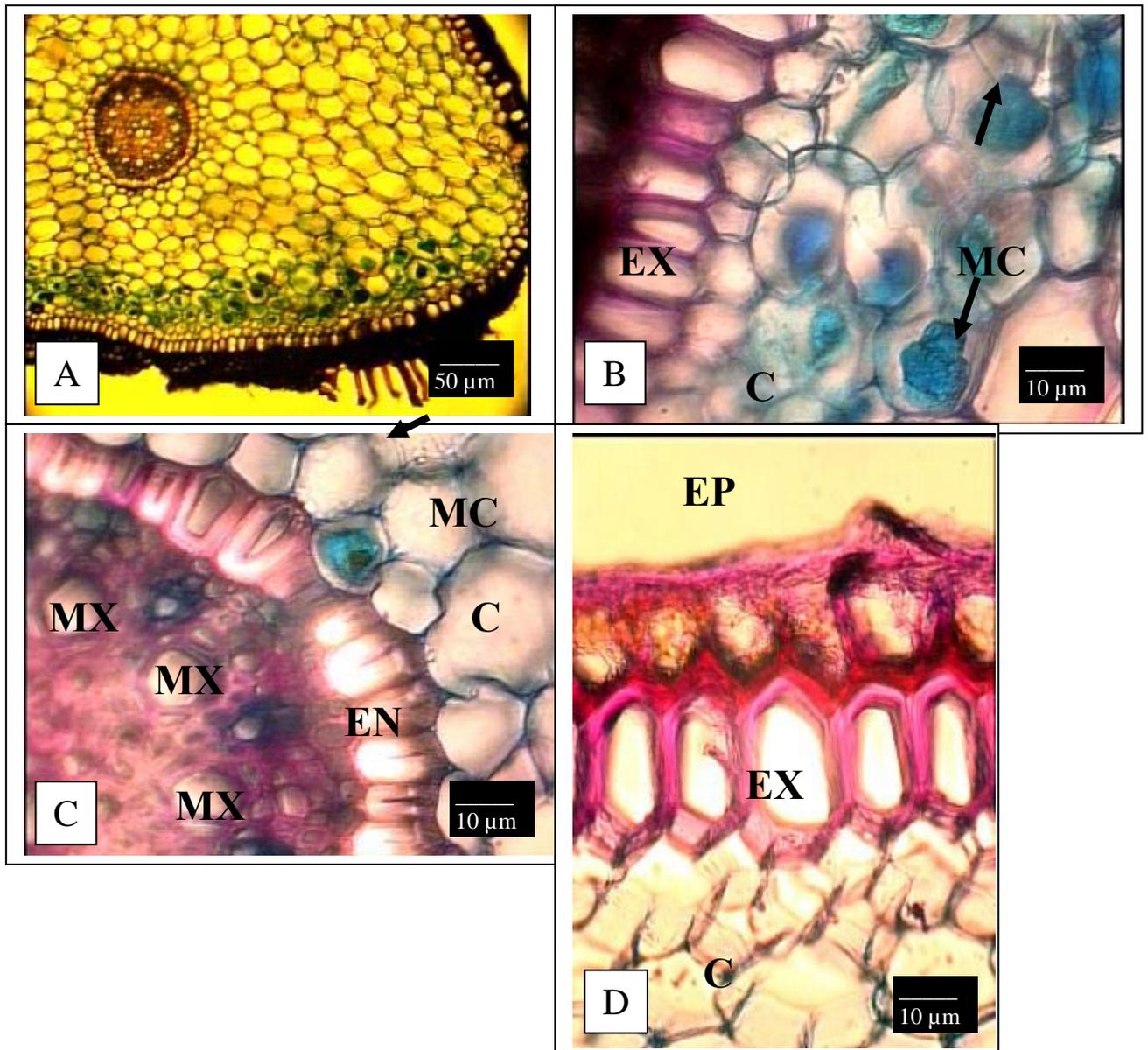


Figura 97 – Aspecto da raiz de *Sobralia macrophylla*. A: Visão geral. B: Exoderme (EX), Córte (C), Micorrizas (MC). C: Córte (C), Micorriza (MC), Endoderme (EN), Metaxilema (MX). D: Epiderme (EP), Exoderme (EX), Córte (C).

Tabela 78 - Quadro sinóptico com as características encontradas nas espécies epifíticas de *Orchidaceae* de uma Campina amazônica, para enquadrar suas folhas como pertencentes aos tipos: Plicada (▲), Coriácea Dura (●), Coriácea Mole (■), Coriácea Carnosa (◆), conforme classificação modificada de Withner *et alii* (1974).

CARACTERÍSTICAS	Bifrenaria longicornis	▲	Brassavola martiana	◆	Bulbophyllum setigerum	◆	Cattleya eldorado	●	Encyclia amicta	●	Encyclia fragrans	■	Encyclia tarumana	●	Encyclia vespa	●	Epidendrum compressum	●	Epidendrum huebneri	●	Epidendrum nocturnum	●	Epidendrum sculptum	●	Epidendrum strobiliferum	●	Maxillaria sp.	■	Maxillaria camaridii	■	Maxillaria pauciflora	■	Maxillaria pendes	■	Maxillaria rudolfi	■	Maxillaria tarumaensis	●	Maxillaria uncata	◆	Maxillaria villosa	■	Ornithidium parviflorum	■	Rudolfiella aurantiaca	▲	Sobralia fragrans	▲	Sobralia macrophylla	▲	Σ das Característica nas Espécies	% da Característica nas Espécies						
	1. Epífita, secundariamente terrestre ocasional	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100						
2. Terrestre, Pseudoepífita.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8					
3. Pseudoterrestre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	12					
4. Heliófila	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13	52					
5. Umbrófila	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	24	96					
6. Semi-umbrófila	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100				
7. Nichos relativamente úmidos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100			
8. Folha ereta	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	6	24			
9. Folha não equitante	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100

Continuação...

CARACTERÍSTICAS																										Σ Característica nas Espécies	% da Característica nas Espécies
	<i>Bifrenaria longicornis</i>	<i>Brassavola martiana</i>	<i>Bulbophyllum setigerum</i>	<i>Cattleya eldorado</i>	<i>Encyclia amicta</i>	<i>Encyclia fragrans</i>	<i>Encyclia tarumana</i>	<i>Encyclia vespa</i>	<i>Epidendrum compressum</i>	<i>Epidendrum huebneri</i>	<i>Epidendrum nocturnum</i>	<i>Epidendrum sculptum</i>	<i>Epidendrum strobiliferum</i>	<i>Maxillaria sp.</i>	<i>Maxillaria camaridii</i>	<i>Maxillaria pauciflora</i>	<i>Maxillaria pendes</i>	<i>Maxillaria rudolphi</i>	<i>Maxillaria tarumaensis</i>	<i>Maxillaria uncata</i>	<i>Maxillaria villosa</i>	<i>Ornithidium parviflorum</i>	<i>Rudolfiella aurantiaca</i>	<i>Sobralia fragrans</i>	<i>Sobralia macrophylla</i>		
10. Folha sub-ereta a arcuada	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100
11. Folha decídua	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	4	16
12. Folha delgada	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	4	16
13. Folha cilíndrica	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2	8
14. Folha alongada	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100
15. Folha larga	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	5	20
16. Folha que racha ou estala quando dobrada	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	9	36
17. Folha flexível e sem firmeza	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	2	8
18. Folha não plicada	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	21	84
19. Folha mole, quase coriácea carnosa	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	8	32
20. Folha mais mole que a coriácea dura	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	11	44

Continuação...

CARACTERÍSTICAS																									Σ Característica nas Espécies	% da Característica nas Espécies	
	Bifrenaria longicornis	Brassavola martiana	Bulbophyllum setigerum	Cattleya eldorado	Encyclia amicta	Encyclia fragrans	Encyclia tarumana	Encyclia vespa	Epidendrum compressum	Epidendrum huebneri	Epidendrum nocturnum	Epidendrum sculptum	Epidendrum strobiliferum	Maxillaria sp.	Maxillaria camaridii	Maxillaria pauciflora	Maxillaria pendes	Maxillaria rudolfi	Maxillaria tarumaensis	Maxillaria uncata	Maxillaria villosa	Ornithidium parviflorum	Rudolfiella aurantiaca	Sobralia fragrans			Sobralia macrophylla
50.Cutícula da epiderme adaxial mais espessa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100
51.Hipoderme	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	19	76
52.Clorênquima homogêneo	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	22	88	
53.Células do mesofilo superior tendendo a alongadas	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	20	80
54.Espessamento secundário em células do mesofilo	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	10	40
55.Barras de espessamento de lignina em células do mesofilo	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	12
56. Espaços intercelulares	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100
57. Grupo de células relacionadas com armazenagem de água	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	21	84

Continuação ...

CARACTERÍSTICAS	Bifrenaria longicornis	Brassavola martiana	Bulbophyllum setigerum	Cattleya eldorado	Encyclia amicta	Encyclia fragrans	Encyclia tarumana	Encyclia vespa	Epidendrum compressum	Epidendrum huebneri	Epidendrum nocturnum	Epidendrum sculptum	Epidendrum strobiliferum	Maxillaria sp.	Maxillaria camaridii	Maxillaria pauciflora	Maxillaria pendes	Maxillaria rudolfi	Maxillaria tarumaensis	Maxillaria uncata	Maxillaria villosa	Ornithidium parviflorum	Rudolfiella aurantiaca	Sobralia fragrans	Sobralia macrophylla	Σ Característica nas Espécies	% da Característica nas Espécies
	58. Ninhos de fibras esclerenquimáticas pequenos	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	21
59. Capas de fibras floemáticas maiores que as xilemáticas	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	24	96
60. Xilema e Floema separados por cordão de fibras esclerenquimáticas	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	22	88
61. Feixes vasculares em camadas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100
62. Sem ninhos de fibras esclerenquimáticas.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	4	16
63. Ninhos de fibras esclerenquimáticas em média de vinte fibras	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	13	52

Continuação ...

CARACTERÍSTICAS	Bifrenaria longicornis	Brassavola martiana	Bulbophyllum setigerum	Cattleya eldorado	Encyclia amicta	Encyclia fragrans	Encyclia tarumana	Encyclia vespa	Epidendrum compressum	Epidendrum huebneri	Epidendrum nocturnum	Epidendrum sculptum	Epidendrum strobiliferum	Maxillaria sp.	Maxillaria camaridii	Maxillaria pauciflora	Maxillaria pendes	Maxillaria rudolphi	Maxillaria tarumaensis	Maxillaria uncata	Maxillaria villosa	Ornithidium parviflorum	Rudolfiella aurantiaca	Sobralia fragrans	Sobralia macrophylla	Σ Característica nas Espécies	% da Característica nas Espécies
	64. Ninhos de fibras esclerenquimáticas periféricos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	20
Total de características encontradas pertencentes ao tipo Plicada entre as espécies																									41		
% de características encontradas pertencentes ao tipo Plicada entre as espécies																									64		
Total de características encontradas pertencentes ao tipo Coriácea Dura entre as espécies																									46		
% de características encontradas pertencentes ao tipo Coriácea Dura entre as espécies																									72		
Total de características encontradas pertencentes ao tipo Coriácea Mole entre as espécies																									45		
% de características encontradas pertencentes ao tipo Coriácea Mole entre as espécies																									70		
Total de características encontradas pertencentes ao tipo Coriácea Carnosa entre as espécies																									44		
% de características encontradas pertencentes ao tipo Coriácea Carnosa entre as espécies																									69		

Continuação...

CARACTERÍSTICAS	Bifrenaria longicornis (▲)		Brassavola martiana (◆)		Bulbophyllum setigerum (◆)		Cattleya eldorado (●)		Encyclia amicta (●)		Encyclia fragrans (■)		Encyclia tarumana (●)		Encyclia vespa (●)		Epidendrum compressum (●)		Epidendrum huebneri (●)		Epidendrum nocturnum (●)		Epidendrum sculptum (●)		Epidendrum strobiliferum (●)		Maxillaria sp. (■)		Maxillaria camaridii (■)		Maxillaria pauciflora (■)		Maxillaria pendes (■)		Maxillaria rudolfi (■)		Maxillaria tarumaensis (●)		Maxillaria uncata (◆)		Maxillaria villosa (■)		Ornithidium parviflorum (■)		Rudolfia aurantiaca (▲)		Sobralia fragrans (▲)		Sobralia macrophylla (▲)	
	Σ por espécie.	41	43	37	46	43	40	38	41	39	43	40	39	40	42	43	43	45	44	44	44	44	41	41	36	38	38																							
% por espécie	64	67	58	72	67	62	59	64	60	67	62	60	62	66	67	67	70	69	69	69	64	64	56	59	59																									

Tabela 79. Número e percentual das principais características anatômicas das raízes absorventes relacionadas ao hábito e habitat de *Orchidaceae* epifíticas de uma Campina amazônica.

CARACTERÍSTICAS	Bifrenaria longicornis	Brassavola martiana	Bulbophyllum setigerum	Cattleya eldorado	Encyclia amicta	Encyclia fragrans	Encyclia tarumana	Encyclia vespa	Epidendrum compressum	Epidendrum huebneri	Epidendrum nocturnum	Epidendrum sculptum	Epidendrum strobiliferum	Maxillaria sp	Maxillaria camaridii	Maxillaria pauciflora	Maxillaria pendes	Maxillaria rudolfi	Maxillaria tarumaensis	Maxillaria uncata	Maxillaria villosa	Ornithidium parviflorum	Rudolfiella aurantiaca	Sobralia fragrans	Sobralia macrophylla	Σ entre as espécies	% entre as espécies
	1. Hifas fúngicas exofíticas.	-	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	11
2. Endomicorizas presentes	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	17	68
3. Velame com 5 ou mais camadas	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	15	60	
4. Tilossomos presentes	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	18	72
5. Exoderme muito espessada	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	24	96
6. Parênquima cortical estreito	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	12	48
7. Parênquima cortical largo	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	13	52
8. Córtex com vacúolado incolor.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100
9. Córtex com muitos cloroplastos	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	12
10. Córtex com muitos amiloplastos	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	8
11. Fibras, barras ou fitas espessadas.	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	8	32
12. Endoderme muito espessada	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100
13. Periciclo esclerificado	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100
14. Medula esclerificada	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	14	56
15. Medula vacúolada e delgada	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	10	40
16. Medula com cloroplastos	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	6	24
17. Medula com amiloplastos	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	7	28
18. Pelos radiculares presentes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	2	8
Σ por espécie	9	11	9	12	10	11	10	11	6	11	9	8	9	11	7	10	9	8	8	9	11	9	11	9	9		
% entre as espécies	50	61	50	66	55	61	55	61	33	61	50	44	50	61	30	55	50	44	44	50	61	50	61	50	50		

Tabela 80. Número e percentual das principais características anatômicas das raízes absorventes de *Orchidaceae* epífitas de uma Campina amazônica relacionadas com a eficiência do fluxo hídrico, assimilatória, de reserva, a pressão mecânica e de bloqueio a patógenos.

ESPÉCIES	Fluxo hídrico	Assimilação	Reserva	Pressão mecânica	Bloqueio de patógenos	Σ por espécie	% por espécie
1. <i>Bifrenaria longicornis</i>	6	1	5	5	8	25	64
2. <i>Brassavola martiana</i>	8	1	5	5	7	26	66
3. <i>Bulbophyllum setigerum</i>	8	0	2	5	7	22	56
4. <i>Cattleya eldorado</i>	9	2	4	6	8	29	74
5. <i>Encyclia amicta</i>	8	2	1	5	7	23	59
6. <i>Encyclia fragrans</i>	6	2	4	4	6	22	56
7. <i>Encyclia tarumana</i>	8	1	4	5	7	25	64
8. <i>Encyclia vespa</i>	10	1	2	6	8	27	69
9. <i>Epidendrum compressum</i>	5	0	1	3	6	15	38
10. <i>Epidendrum huebneri</i>	9	2	2	6	8	27	69
11. <i>Epidendrum nocturnum</i>	5	2	4	3	6	20	51
12. <i>Epidendrum sculptum</i>	8	1	5	3	7	24	61
13. <i>Epidendrum strobiliferum</i>	5	2	4	3	5	19	49
14. <i>Maxillaria</i> sp	7	2	5	4	7	25	64
15. <i>Maxillaria camaridii</i>	7	0	1	4	7	19	49
16. <i>Maxillaria pauciflora</i>	9	1	2	5	8	25	64
17. <i>Maxillaria pendes</i>	8	0	2	5	8	23	59
18. <i>Maxillaria rudolfi</i>	8	0	1	5	8	22	56
19. <i>Maxillaria tarumaensis</i>	8	0	1	5	8	22	56
20. <i>Maxillaria uncata</i>	8	1	1	4	6	20	51
21. <i>Maxillaria villosa</i>	7	2	4	4	6	23	59
22. <i>Ornithidium parviflorum</i>	8	1	1	4	6	20	51
23. <i>Rudolfiela aurantiaca</i>	9	1	1	5	7	23	59
24. <i>Sobralia fragrans</i>	7	1	2	4	6	20	51
25. <i>Sobralia macrophylla</i>	7	1	2	4	6	20	51
Σ entre as espécies.	188	27	66	112	173		
% entre as espécies							

Tabela 81. Número e percentual de características anátomo-morfo-fisiológicas relacionadas com uma melhor produtividade da planta para a orquidiocultura das espécies de *Orchidaceae* epifíticas de uma Campina amazônica.

CARACTERÍSTICAS	<i>Bifrenaria longicornis</i>	<i>Brassavola martiana</i>	<i>Bulbophyllum setigerum</i>	<i>Cattleya eldorado</i>	<i>Encyclia amicta</i>	<i>Encyclia fragrans</i>	<i>Encyclia tarumana</i>	<i>Encyclia vespa</i>	<i>Epidendrum compressum</i>	<i>Epidendrum huebneri</i>	<i>Epidendrum nocturnum</i>	<i>Epidendrum sculptum</i>	<i>Epidendrum strobiliferum</i>	<i>Maxillaria sp</i>	<i>Maxillaria camaridii</i>	<i>Maxillaria pauciflora</i>	<i>Maxillaria pendes</i>	<i>Maxillaria rudolfi</i>	<i>Maxillaria tarumaensis</i>	<i>Maxillaria uncata</i>	<i>Maxillaria villosa</i>	<i>Ornithidium parviflorum</i>	<i>Rudolfiella aurantiaca</i>	<i>Sobralia fragrans</i>	<i>Sobralia macrophylla</i>	Σ entre as espécies	% entre as espécies
1.Cutícula espessa	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	21	84
2.Cutícula lisa	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	14	56
3.Epiderme esclerificada	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	11	44
4.Abertura ostiolar diurna tardia	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	12	48
5.Projeção cuticular acentuada	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	25	100
6.Estômatos abaixo da epiderme	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	12	48
7.Número de estômatos elevado	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	17	68
8.Baixa densidade de tricomas	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	20	80
9.Alta densidade de tricomas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
10.Tricomas glandulares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
11.Menor espaço intercelular	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	23	92
12.Clorênquima maior	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	21	84
13.Ninhos de fibras superficiais	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	17	68
14.Pseudobulbos presentes	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	18	72
15.Folhas coriáceas	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	24	96
16.Metabolismo CAM	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	12	48
17.Raiz com velame	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	22	88
18.Tilossomos	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	18	72
19.Hipoderme	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	18	72
20.Capas de fibras nos feixes	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	24	96
Σ por sp.	10	12	12	15	16	11	16	17	10	12	11	15	12	13	14	15	15	16	18	17	14	14	10	7	7		
% por sp.	50	60	60	75	80	55	80	85	50	60	55	75	60	65	70	75	75	80	90	85	70	70	50	35	35		

Tabela 82 - Vias fotossintéticas C₃ e CAM e o tipo anatômico foliar de espécies de orquídeas epifíticas de uma Campina da Amazônia central (classificação modificada de Withner *et alii*, 1974).

Espécies	Via Fotossíntese	Tipo Anatômico
Bifrenaria longicornis	C ₃	Plicada
Brassavola martiana	CAM	Coriácea carnosa
Bulbophyllum setigerum	CAM	Coriácea carnosa
Cattleya eldorado	CAM	Coriácea dura
Encyclia amicta	CAM	Coriácea dura
Encyclia fragrans	C ₃	Coriácea mole
Encyclia tarumana	CAM	Coriácea dura
Encyclia vespa	CAM	Coriácea dura
Epidendrum compressum	CAM	Coriácea dura
Epidendrum huebneri	CAM	Coriácea dura
Epidendrum nocturnum	C ₃	Coriácea dura
Epidendrum sculptum	CAM	Coriácea dura
Epidendrum strobiliferum	CAM	Coriácea dura
Maxillaria sp	C ₃	Coriácea mole
Maxillaria camaridii	C ₃	Coriácea mole
Maxillaria pauciflora	C ₃	Coriácea mole
Maxillaria pendens	C ₃	Coriácea mole
Maxillaria rudolfi	C ₃	Coriácea mole
Maxillaria tarumaensis	CAM	Coriácea dura
Maxillaria uncata	CAM	Coriácea carnosa
Maxillaria villosa	C ₃	Coriácea mole
Ornithidium parviflorum	C ₃	Coriácea mole
Rudolfiella aurantiaca	C ₃	Plicada
Sobralia fragrans	C ₃	Plicada
Sobralia macrophylla	C ₃	Plicada

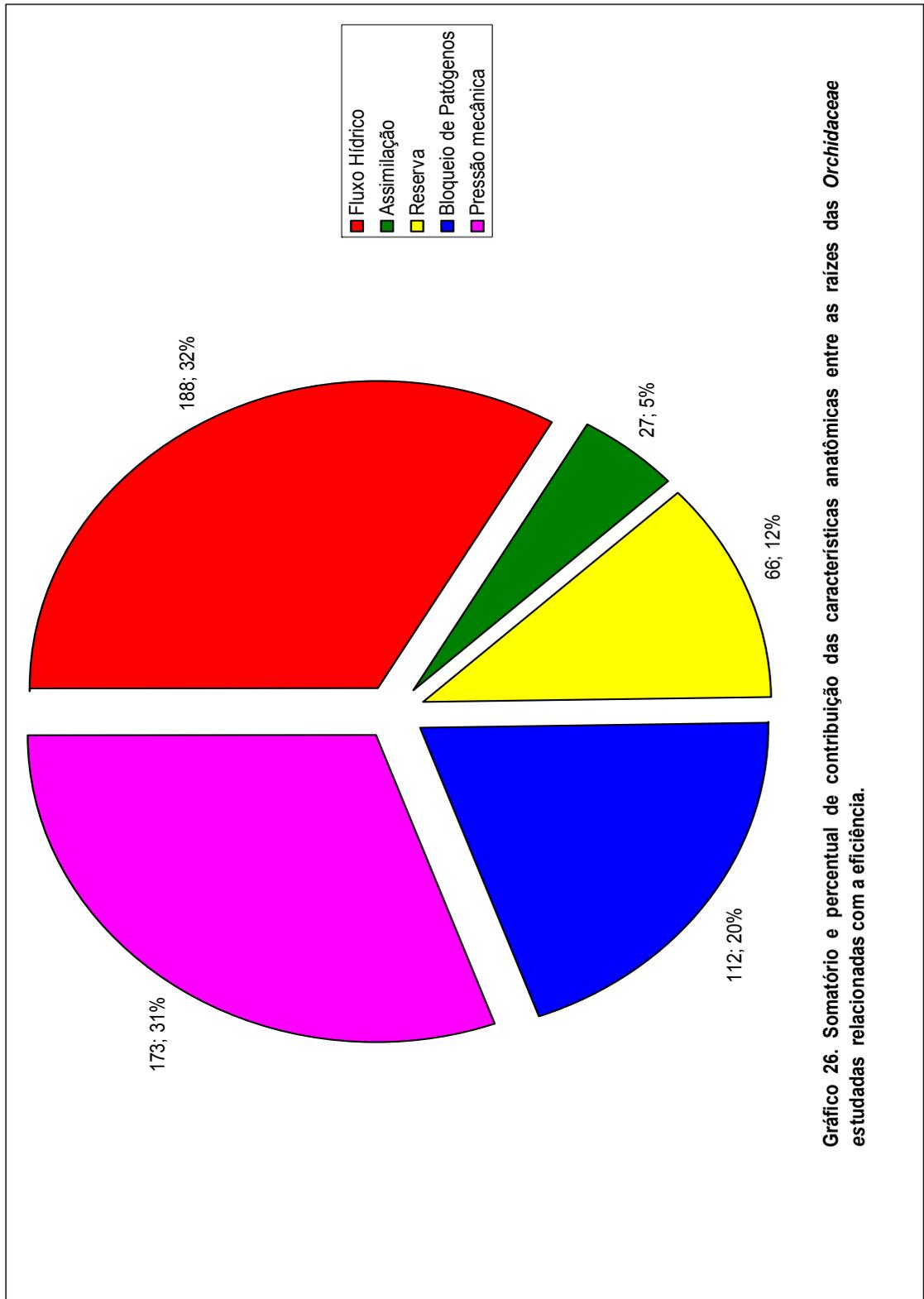


Gráfico 26. Somatório e percentual de contribuição das características anatómicas entre as raízes das *Orchidaceae* estudadas relacionadas com a eficiência.

Gráfico 27. Percentual das características anatômicas relacionadas à eficiência das raízes por espécie de Orchidaceae de Campina amazônica.

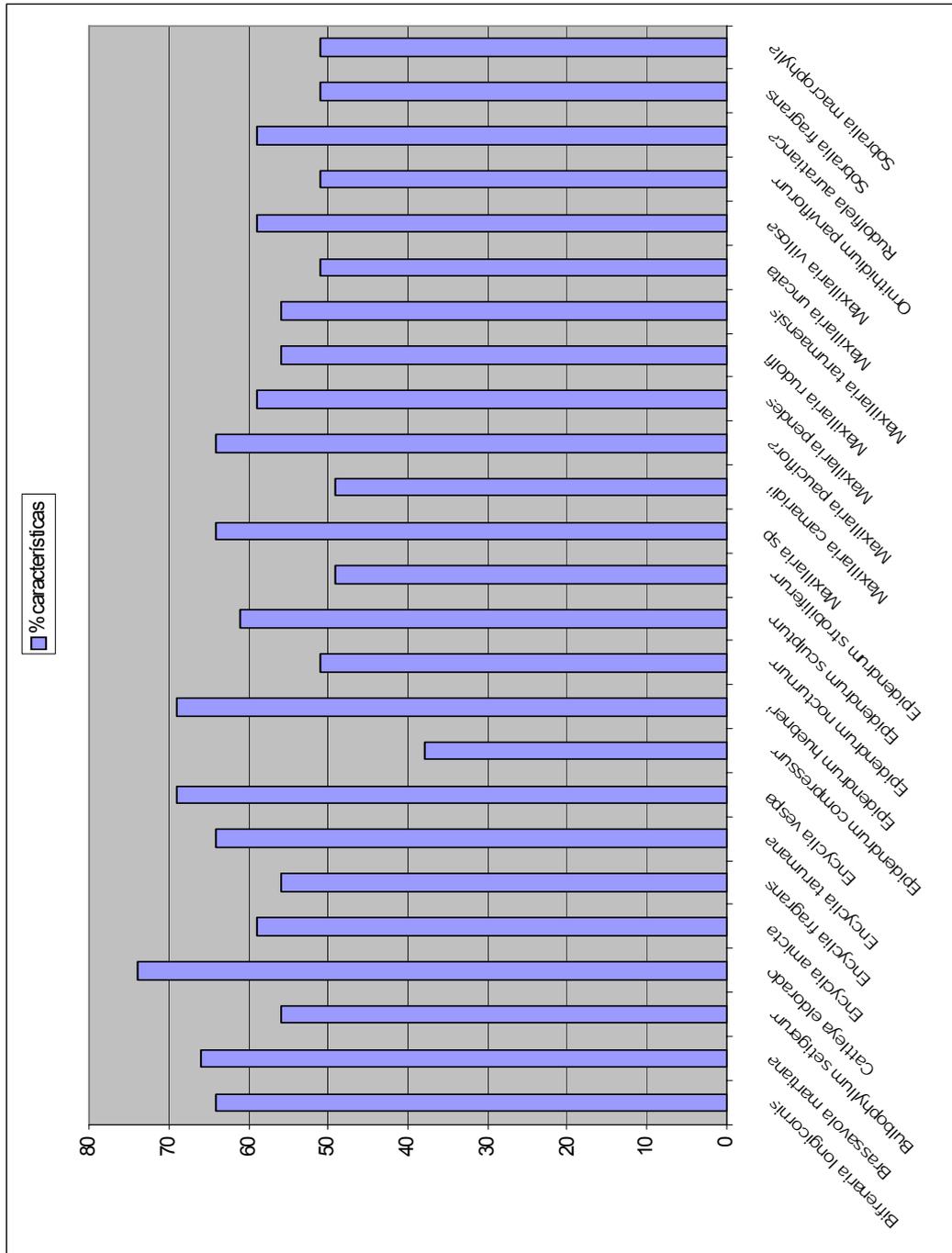
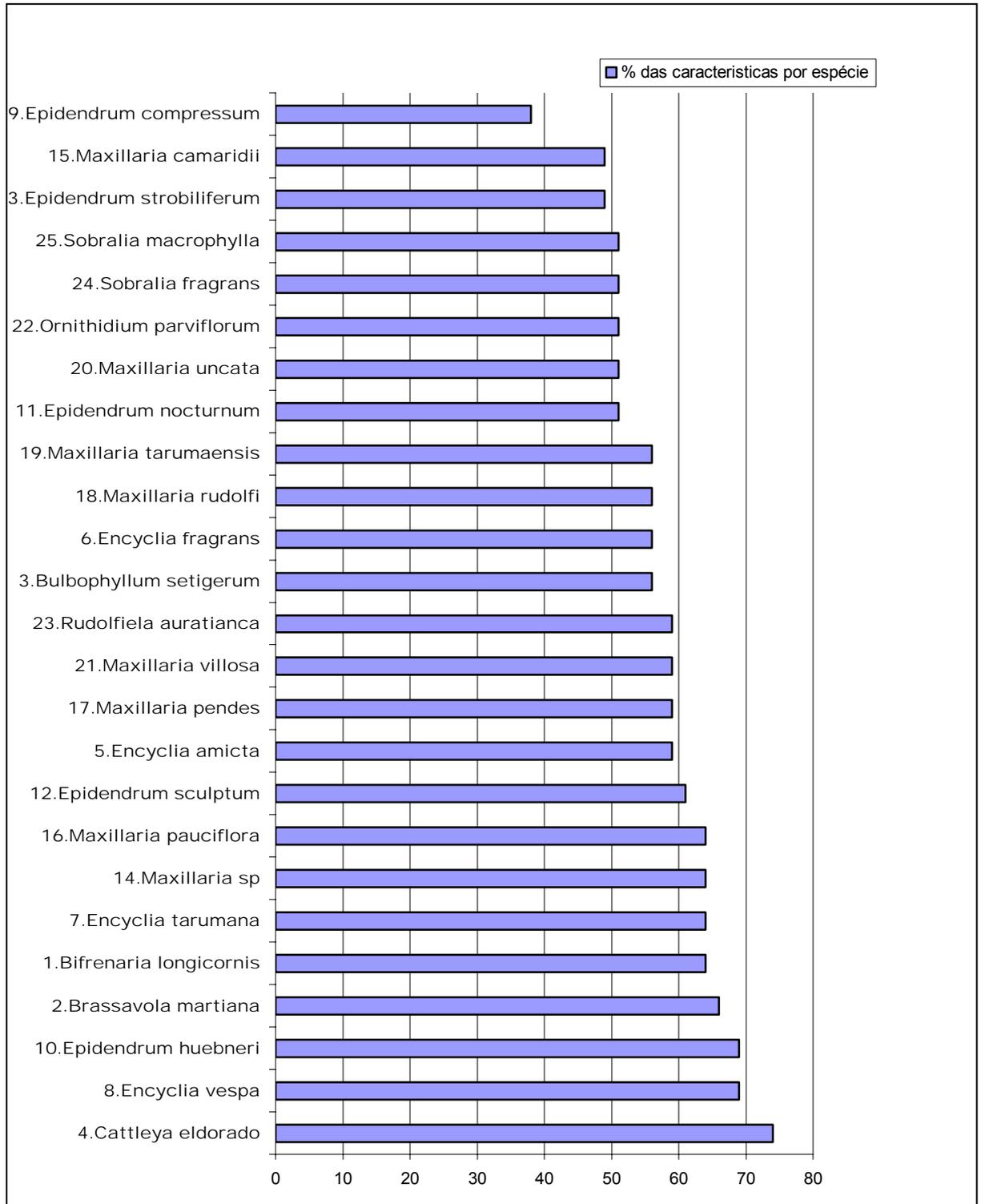


Gráfico 28 - Ordem crescente dos percentuais das características ligadas a orquidocultura entre as espécies de Orchidaceae epifíticas de uma Campina amazônica.



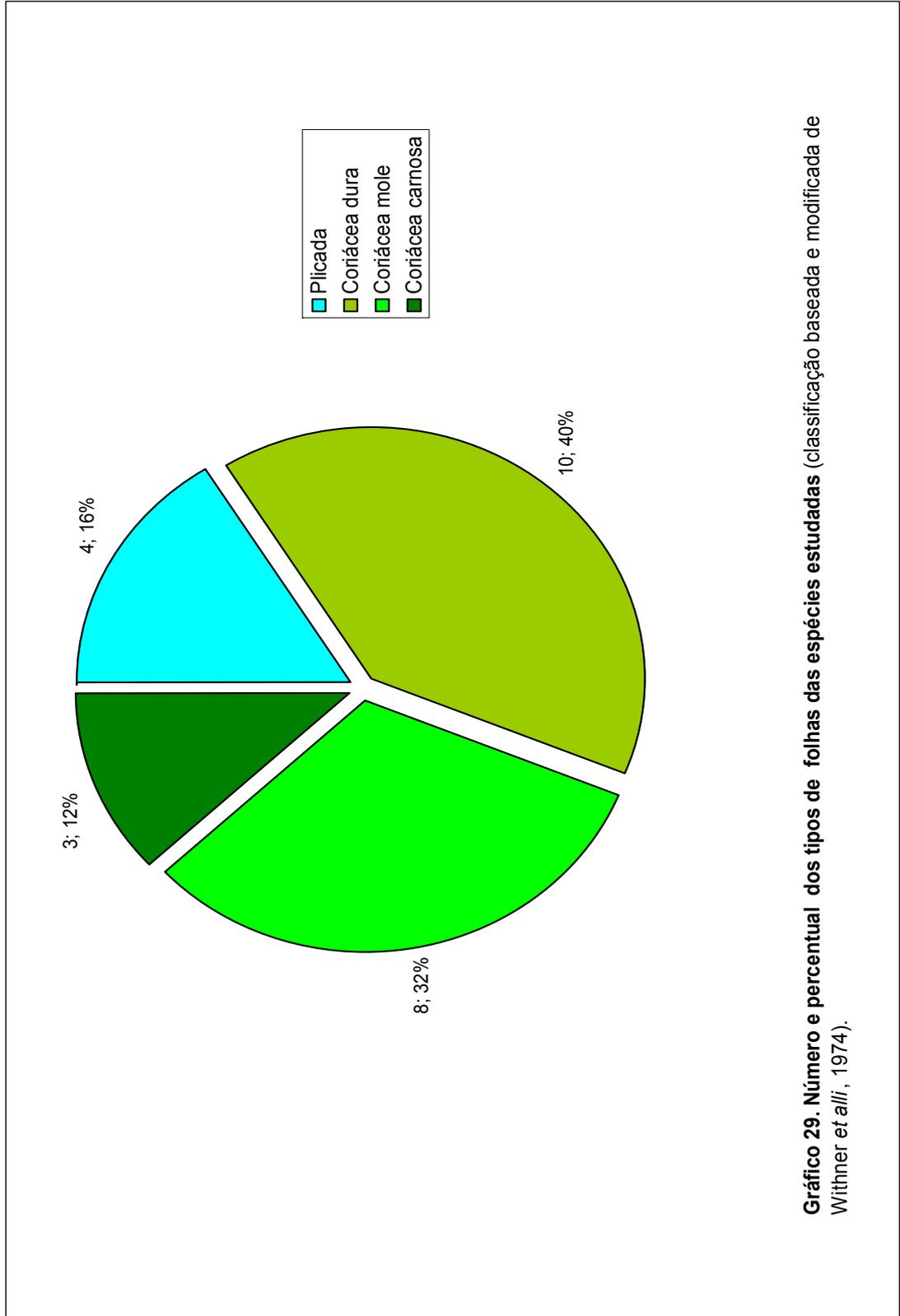


Gráfico 29. Número e percentual dos tipos de folhas das espécies estudadas (classificação baseada e modificada de Withner et alii, 1974).

DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Considerações sobre anatomia foliar e das raízes das Orchidaceae epifíticas da vegetação de Campina.

Metodologia – O processamento histológico de Monocotiledôneas é trabalhoso no tocante a efetivação de cortes para análise anatômica, principalmente em se tratando de plantas como as orquídeas que possuem folhas coriáceas e carnosas, devido principalmente a uma forte estrutura esclerenquimática entremeada por células de parede finas com um grande volume de água.

A diluição da cola vinílica em água citada em nossa metodologia adicionada a microtomia de congelação, foi uma das maneiras que encontramos de superar este problema, tanto para folhas coriáceas quanto para folhas plicadas, sendo que estas últimas possuem uma fragilidade muito grande quando trabalhadas em parafina.

Para se evitar o colapso das células quando trabalhadas com microtomia de parafina, tornou-se necessário controlar cuidadosamente a temperatura, sendo que o emprego da técnica do banho-maria foi bastante eficaz para as espécies estudadas.

Anatomia foliar – É fato freqüente que orquídeas diversas que compartilham o mesmo nicho ecológico possuam tipos similares de folhas, quer estas espécies estejam estreitamente relacionadas ou não, pois os tipos de folhas desta família, são um resultado direto de modificações que capacitam-nas a suportar um micro-habitat específico e devem ser vistas como tais.

- Classificação anatômica - Segundo Withner *et alli* (1974), a divisão entre folhas Plicadas e Coriáceas não é absoluta e uma orquídea exibindo uma combinação destas duas características pode ser mais regra do que exceção.

Conforme o gráfico 29 e tabela 82, do total de vinte e cinco espécies presentemente estudadas, as folhas classificadas como plicadas representam 16%.

Elas são caracteristicamente delgadas, membranosas e decíduas, sendo sua função precípua, a realização da fotossíntese, pois a retenção da água seria realizada por pseudobulbos, raízes com velame ou carnosas, prestando-se para ocupar nichos úmidos e pouco ensolarados como a Campina sombreada, como será abordado mais adiante.

As folhas classificadas como Coriáceas representaram 84% e seus subtipos dura 10%, mole 8 % e carnosas 3% respectivamente. São folhas persistentes e apresentam uma robustez e dureza maior em relação ao tipo Plicada. Sua caracterização anatômica é bem mais heterogênea e freqüente nas **Orchidaceae** e a sua função não seria só de efetuar fotossíntese, mas também a de funcionar como um órgão armazenador de água, armazenagem esta que se torna mais eficiente quando acompanhada de órgãos como pseudobulbos, raiz com velame e outros, prestando-se assim, a folha Coriácea, para ocupar nichos mais ensolarados e de condições mais xéricas, como as da Campina aberta.

As características anatômicas e morfológicas foliares comuns nas orquídeas e que neste trabalho permitiram classificar as espécies estudadas nos tipos coriáceos e plicados estão elencadas na tabela 78 e assim distribuídas:

- Folhas plicadas (*Bifrenaria Longicornis* Lindl., com 64%; *Rudolfiella aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., com 56%; *Sobralia fragrans* Lindl., com 59%; *Sobralia macrophylla* Rchb. f., com 59%).

- Folhas coriáceas duras (*Cattleya eldorado* Linden., com 72%; *Encyclia amicta* (Lindl.) Schltr., com 67% *Encyclia tarumana* Schltr., com 59%; *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl., com 64%; *Epidendrum compressum* Griseb., com 60%; *Epidendrum huebneri* Schltr., com 67%; *Epidendrum nocturnum* Jacq., com 62%; *Epidendrum sculptum* (Rchb.) f., 60%; *Epidendrum strobiliferum* (Rchb.) f., com 62% e *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., com 69%).

- Folhas coriáceas moles (*Encyclia fragrans* (Sw.) Lemmé., com 62%; *Maxillaria* sp., com 66%; *Maxillaria camaridii* Rchb. f., com 67%; *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., com 67%; *Maxillaria pendens* Pabst., com 70% ; *Maxillaria rudolfi* Hoehne., com 69%; *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., com 64% e *Ornithidium parviflorum* (P & E) Rchb. f.com 64%).

- Folhas coriáceas carnosas (*Brassavola martiana* Lindl., com 67%, *Bulbophyllum setigerum* com 58% Lindl., e *Maxillaria uncata* com 69% Lindl.).

Como se pode notar, nenhuma espécie atingiu o percentual superior a 72% o que comprova, em parte, a afirmação de Withner *et alli* (1974) de que a sua divisão para folhas de orquídeas em plicadas e coriáceas não é absoluta.

Este reduzido percentual também é um indicativo do grande lastro de variabilidade fenotípica existente nas ***Orchidaceae***, fato que permite que estas colonizem e ocupem os mais variados nichos em diferenciados ecossistemas.

Os dados da tabela 78, 82, 83 e 84 também reforçam as afirmações de Braga (1977, Braga 1982b) e Bonates (1987, 1993) para as folhas plicadas e coriáceas no ecossistema de Campina amazônico - a folha plicada proporciona uma grande área de superfície para exposição à radiação para uma otimização fotossintética, particularmente em locais úmidos e umbrófilos como os da Campina sombreada e Campinarana. Já as folhas coriáceas moles e carnosas são magníficas para a estocagem de água, mas também dependem de ambientes sombreados, semi-sombrados ou úmidos como os da Campina sombreada e Campinarana. As folhas coriáceas duras representam o máximo de eficiência em estocagem hídrica e são extremamente adaptadas para ambientes xéricos e abundantes em radiação como a Campina aberta.

- Suculência anatômica x via de assimilação do carbono – A suculência é uma das condições necessárias para o funcionamento da via CAM, mas nem todos órgãos suculentos possuem esta via fotossintética.

O tipo de suculência que envolve a via CAM é específico e ligado diretamente ao metabolismo da planta e não implica em uma “carnosidade” aparente e sim, em uma suculência anatomicamente detectável no mesófilo, que deverá possuir um clorênquima com células de vacúolos grandes, incolores e com cloroplastos periféricos e em número reduzido.

Conforme as tabelas 82 e 84, das vinte e cinco espécies estudadas, um total de treze discriminaram o carbono pela via C_3 e doze discriminaram-no pela via CAM.

A via de fotossíntese CAM só foi detectada nas folhas Coriáceas, sendo que das doze espécies discriminadas como tal, nove são Coriáceas duras (*Cattleya*

Tabela 83. Categorização, número e percentual quanto ao ângulo e perenicidade foliar entre as espécies de *Orchidaceae* epífitas de uma Campina amazônica (Baseada em Marín & Medina, 1981; Nobel & Long, 1987).

ESPÉCIES	Perenifólias	Decíduas	Planófilas	Extremófilas	Erectófilas
1. <i>Bifrenaria longicornis</i>	-	+	-	+	-
2. <i>Brassavola martiana</i>	+	-	+	+	+
3. <i>Bulbophyllum setigerum</i>	+	-	-	-	+
4. <i>Cattleya eldorado</i>	+	-	+	+	+
5. <i>Encyclia amicta</i>	+	-	-	+	+
6. <i>Encyclia fragrans</i>	+	-	+	+	+
7. <i>Encyclia tarumana</i>	+	-	-	+	+
8. <i>Encyclia vespa</i>	+	-	-	+	-
9. <i>Epidendrum compressum</i>	+	-	+	+	-
10. <i>Epidendrum huebneri</i>	+	-	+	+	-
11. <i>Epidendrum nocturnum</i>	+	-	+	+	-
12. <i>Epidendrum sculptum</i>	+	-	+	+	-
13. <i>Epidendrum strobiliferum</i>	+	-	+	+	-
14. <i>Maxillaria</i> sp	+	-	+	+	-
15. <i>Maxillaria camaridii</i>	+	-	+	+	-
16. <i>Maxillaria pauciflora</i>	+	-	+	+	-
17. <i>Maxillaria pendes</i>	+	-	+	+	-
18. <i>Maxillaria rudolfi</i>	+	-	+	+	-
19. <i>Maxillaria tarumaensis</i>	+	-	+	+	-
20. <i>Maxillaria uncata</i>	+	-	+	+	+
21. <i>Maxillaria villosa</i>	+	-	+	+	-
22. <i>Ornithidium parviflorum</i>	+	-	-	+	-
23. <i>Rudolfiella aurantiaca</i>	-	+	-	+	-
24. <i>Sobralia fragrans</i>	-	+	+	+	-
25. <i>Sobralia macrophylla</i>	-	+	+	+	-
Σ entre as espécies.	21	4	18	24	7
% entre as espécies	84	16	72	96	28

Tabela 84. Presença de hipoderme, número de camadas do mesofilo, suculência e suculência anatômica específica, tipo de via fotossintética e tipo de folha de espécies de orquídeas epifíticas de uma Campina da Amazônia central; P = folha plicada; CD = folha coriácea dura; CM = folha coriácea mole e CC = folha coriácea carnosa; +* = suculência anatômica específica.

Espécies	Hipoderme	Mesofilo	Suculência	C₃ / CAM	Folha
Bifrenaria longicornis	-	8	-	C ₃	P
Brassavola martiana	-	20	+*	CAM	Cc
Bulbophyllum setigerum	-	15	+*	CAM	Cc
Cattleya eldorado	+	15	+*	CAM	Cd
Encyclia amicta	+	20	+*	CAM	Cd
Encyclia fragrans	+	12	+	C ₃	Cm
Encyclia tarumana	+	15	+*	CAM	Cd
Encyclia vespa	+	12	+*	CAM	Cd
Epidendrum compressum	+	15	+*	CAM	Cd
Epidendrum huebneri	+	12	+*	CAM	Cd
Epidendrum nocturnum	+	20	+	C ₃	Cd
Epidendrum sculptum	+	13	+*	CAM	Cd
Epidendrum strobiliferum	+	15	+*	CAM	Cd
Maxillaria sp	-	13	+	C ₃	Cm
Maxillaria camaridii	+	10	+	C ₃	Cm
Maxillaria pauciflora	+	12	+	C ₃	Cm
Maxillaria pendens	+	12	+	C ₃	Cm
Maxillaria rudolfi	+	15	+	C ₃	Cm
Maxillaria tarumaensis	+	15	+*	CAM	Cd
Maxillaria uncata	+	13	+*	CAM	Cc
Maxillaria villosa	+	11	+	C ₃	Cm
Ornithidium parviflorum	+	7	+	C ₃	Cm
Rudolfiella aurantiaca	-	8	-	C ₃	P
Sobralia fragrans	-	7	-	C ₃	P
Sobralia macrophylla	-	7	-	C ₃	P

eldorado Linden., *Encyclia amicta* (Lindl.) Schltr., *Encyclia tarumana* Schltr., *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl., *Epidendrum compressum* Griseb., *Epidendrum huebneri* Schltr., *Epidendrum sculptum* Rchb. f., *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f., *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., e três são Coriáceas carnosas (*Brassavola martiana* Lindl., *Bulbophyllum setigerum* Lindl., *Maxillaria uncata* Lindl.).

A via fotossintética C₃ aparece, no tipo Plicada, em quatro espécies (*Bifrenaria longicornis* Lindl., *Rudolfiella aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., *Sobralia fragrans* Lindl., e *Sobralia macrophylla* Rchb. f.), no tipo Coriácea mole em oito espécies (*Encyclia fragrans* (Sw.) Lemmé., *Maxillaria* sp., *Maxillaria camaridii* Rchb. f., *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., *Maxillaria pendens* Pabst., *Maxillaria rudolfi* Hoehne., *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., e *Ornithidium parviflorum* (P. & E.) Rchb. f., e no tipo Coriácea dura em uma espécie (*Epidendrum nocturnum* Jacq.).

Estes resultados levam a acreditar em uma íntima relação entre o tipo anatômico plicado com a via fotossintética C₃, mas somente quando se acumular um número significativo de dados anatômicos e fisiológicos sobre um número maior de espécies de **Orchidaceae** amazônicas é que se poderá afirmar com segurança a existência de tais relações.

Os resultados também colaboram para reforçar a afirmativa de Coutinho, 1963; Bonates, 1987 e Dickison, 2000, entre outros, sobre a necessidade da ocorrência de uma suculência anatômica específica para a ocorrência do metabolismo CAM, posto que vinte e uma das espécies estudadas são coriáceas e possuem graus variados de suculência, mas somente doze manifestaram a presença do metabolismo CAM.

A presença de hipoderme e o número de camadas componentes do mesofilo (tabela 84) são importantes para a suculência **lato senso** das folhas coriáceas e características anatômicas importantes na estratégia de sobrevivência do hábito epifítico em ambientes xéricos.

A hipoderme, além de reservatório de água e solutos, refrigera a periferia do mesofilo além de proporcionar refringência ao excesso de radiação (comum na Campina aberta). O aumento das camadas do mesofilo é acompanhado pela redução do espaço intercelular, compactando o mesofilo e dando espaço para a estocagem de líquidos, otimizando a relação área-volume foliar.

- Estômatos – Consultando-se a tabela 85 e 86, verifica-se que das espécies estudadas, vinte e duas são hipoestomáticas e três são anfiestomáticas

(*Brassavola martiana* Lindl., *Sobralia fragrans* Lindl., e *Sobralia macrophylla* Rchb. f.).

A hipoestômatia é bem mais comum nas orquídeas, principalmente dentro das folhas do tipo coriácea e, segundo Parkhurst (1978), em plantas de regiões úmidas e a anfiestômatia, em regiões secas.

Embora o ambiente de Campina seja considerado um ecossistema xérico, está localizado numa região de clima úmido e somando-se a isto, o fato de que 84% das espécies estudadas são coriáceas, é uma evidência do processo de adaptação evolutiva das **Orchidaceae** no ecossistema amazônico.

Quanto as células subsidiárias, as espécies apresentaram seus estômatos com duas células subsidiárias flanqueando o estômato paralelamente ao eixo longitudinal das células-guardas, sendo classificados de paracíticos, excetuando-se *Bulbophyllum setigerum* Lindl., que possui células subsidiárias polares, além das paralelas ao eixo longitudinal estomático, sendo o seu estômato classificado como tetracítico.

Em uma primeira análise, parecia haver uma correlação positiva entre o tamanho do poro de ar formado pela projeção cuticular com a via fotossintética C₃ ou CAM, mas ao se analisar a (Tabela 86) constata-se que a projeção cuticular acentuada (100%), poros de ar pequenos (64%) aparecem como um caráter heterozigótico dominante e os poros de ar grandes (36%) como heterozigótico recessivo nas **Orchidaceae** estudadas, indicando que parecem fazer parte do padrão morfo-genético dos **taxa**, não sendo, portanto, uma manifestação de adaptação modulativa destas plantas.

É interessante notar que das doze espécies CAM estudadas, onze apresentam projeção cuticular acentuada e poros de ar pequenos (exceção para *Encyclia amicta* (Lindl.) Schltr.) e que das treze espécies C₃, sete apresentam poros grandes e seis apresentam poros pequenos. Estes dados indicam que parece haver uma aparente relação direta do metabolismo CAM com estômatos de orquídeas que possuem um pequeno poro de ar.

Estas duas características (tamanho do poro e presença de projeção cuticular estomática) possuem uma importante função microclimática para **Orchidaceae** terrestres, pseudoterrestres e epifíticas, no tocante à formação de pequenas câmaras supraestomáticas pela elevação da projeção cuticular protegendo o estômato da ventilação excessiva, principalmente para aquelas que

são epífitas e/ou ocupam áreas como a Campina aberta, onde exposição à turbulência da ventilação é maior, e o conseqüente deslocamento da umidade do ar pode causar um aumento da taxa transpiratória nos horários mais quentes do dia.

- Tricomas, ornamentação e aparência cuticular - Conforme Withner **et alli** (1974) a presença de tricomas sobre as superfícies das folhas de orquídeas não é comum, pois estes estão comumente restritos a epiderme adaxial, sendo estruturalmente semelhantes tanto para folhas plicadas quanto para as coriáceas.

As tabelas 78 e 87 mostram que os tricomas apareceram com baixa freqüência e em maior quantidade na epiderme abaxial em vinte e uma espécies estudadas (*Bifrenaria longicornis* Lindl., *Bulbophyllum setigerum* Lindl., *Encyclia amicta* (Lindl.) Schltr., *Encyclia fragrans* (Sw.) Lemmé, *Encyclia tarumana* Schltr., *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl. *Epidendrum nocturnum* Jacq., *Epidendrum sculptum* (Rchb.) f., *Epidendrum strobiliferum* (Rchb.) f., *Maxillaria* sp., *Maxillaria camaridii* Rchb. f., *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., *Maxillaria pendens* Pabst., *Maxillaria rudolfi* Hoehne., *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., *Maxillaria uncata* Lindl., *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., *Ornithidium parviflorum* (P & E) Rchb. f., *Rudolfiella aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., *Sobralia fragrans* Lindl., *Sobralia macrophylla* Rchb. f.).

A baixa ocorrência e distribuição esparsa dos tricomas nas espécies estudadas sugerem que estes não estão relacionados diretamente com o controle da transpiração foliar. Já a composição dos tricomas (possuem citoplasma mucilaginoso), sugere que estes podem estar funcionalmente ligados à secreção de óleos ou mucilagens e que possivelmente atuariam no processo de defesa contra a pastagem por insetos e de parasitose por fungos, ambos profusos nos ecossistemas amazônicos.

Todas as características da superfície foliar (topografia celular, grau e tipo de cera epicuticular, tricomas, entre outras) influenciam de forma direta ou indireta no papel de tecido-tampão da epiderme, tanto no tocante a radiação, transpiração, herbivoria, patógenos quanto na orquidicultura pela absorção de adubos e deposição de herbicidas foliares (Procópio **et alli**, 2003). Na tabela 85, estão elencadas algumas das características da cutícula relacionadas com algumas destas funcionalidades.

As espécies estudadas apresentaram indistintamente cutículas com aspectos densos, pastosos e reflectores, só ocorrendo variações quanto à espessura (de leve a fortemente espessada) e grau de enrugamento (lisa a

ondulada). Quanto às ornamentações, dezesseis espécies apresentaram vilosidades e destas, quatro com cristas, três com espículas e uma (*Maxillaria rudolfi* Hoehne.) com espículas e cristas.

Sete espécies não apresentam vilosidades, duas só apresentam espículas, uma só apresenta cristas e quatro não apresentaram nenhum tipo de ornamentação cuticular.

Interpreta-se aqui, que os aspectos denso, pastoso e reflector, assim como a presença de espículas, cristas e vilosidades, desenvolvam em conjunto e de forma simultânea, um papel funcional ligado à limitação transpiratória, refração e filtragem de radiação, bloqueio de patógenos e defesa contra a herbivoria. A magnitude com que cada característica se manifesta em algumas ou em todas as funções citadas, varia de acordo com o tipo anatômico da folha e do micro-habitat dentro da Campina aberta ou sombreada.

- Substâncias ergásticas - Várias substâncias da planta atuam de forma isolada ou conjunta na proteção alelopata a patógenos e insetos, entre elas, flavonóides, glicosídeos cianogênicos e glucosinolatos, estes últimos contendo enxofre, são inibidores de diversos fungos (Medeiros *et alli*, 2003).

Segundo Yamasaki *et alli* (1997), os flavonóides, além de protegerem contra a herbivoria, associam-se aos radicais livres, freqüentes em plantas que vivem sob algum tipo de estresse, como o caso das espécies aqui estudadas.

A Amazônia, por seu clima quente e úmido, é o paraíso dos fungos. Por serem heterótrofos e atuarem como decompositores, são causadores de inúmeras fitopatologias. Por um outro lado, muitos fungos são simbiontes com orquídeas *e.g.* fungos do gênero *Rhizoctonia* que se associam com a planta hospedeira e auxiliam no desenvolvimento da plântula.

Os poros ostiolares, hidatódios, frestas cuticulares, força mecânica, o tecido esponjoso do velame, entre outros, são portas de entradas e maneiras de penetração de patógenos (fungos, bactéria, larvas, etc) na planta.

Conforme a tabela 88, flavonóides cristalizados foram observados em seis espécies estudadas, distribuídas nos gêneros *Bulbophyllum*, *Encyclia*, *Maxillaria* e *Rudolfiella*. As ráfides só não foram visualizadas em nove das 25 espécies estudadas e a presença de velame só não ocorreu em três espécies e as micorrizas só não observadas nas raízes de sete espécies.

A tabela 88 mostra ainda a distribuição de cristais de oxalato de cálcio em forma de vacúolos-ráfides nas espécies estudadas, das quais nove não apresentaram os mesmos. Bonates (1993) considera que tais cristais podem ser relacionados com o balanço iônico e a osmoregulação da planta.

A presente pesquisa, não objetiva avaliar se estas flavonas e ráfides atuam com inibidoras fúngicas, pois apesar da sua presença, espécies como *Encyclia fragrans* (Sw) Lemmé possuem em porções maduras de suas raízes grandes fistulas no córtex formadas aparentemente por uma lise celular causada por uma infestação parasitária de fungos, mas apesar disto, pela grande quantidade de fungos existentes no ambiente amazônico e pelo bom aspecto sanitário que as espécies estudadas apresentam em seus ambientes naturais, leva-nos a sugerir, baseados principalmente pela distribuição destes componentes nas espécies estudadas, que parte deste aspecto saudável se dá pela presença destas substâncias.

A presença constante e com localização específica de vacúolos-ráfides em algumas espécies estudadas dos gêneros *Encyclia* e *Epidendrum*, pode ter algum valor diagnóstico para a taxonomia dos **taxa**.

- Condução e sustentação – Os feixes fibrovasculares podem formar uma ou várias camadas e possuem tamanhos diferenciados em uma escala de pequenos, médios e grandes. A estrutura dos feixes das espécies estudadas é a comum a outras monocotiledôneas, com o floema e xilema circundados por bainha de fibras esclerenquimáticas de paredes espessadas em vários graus ou por parênquima esclerificado. O xilema é superior ao floema, podendo ser contíguo ao mesmo ou separado deste por cordões de fibras. Os vasos xilemáticos possuem pontuações escalariformes e helicoidais, com a predominância da primeira sobre a segunda.

Para um melhor entendimento da diversidade de arranjos resultantes da posição das fibras esclerenquimáticas nos feixes fibrovasculares (Tabela 89), é que na presente pesquisa, se acrescentou um quarto tipo de feixe fibrovascular na classificação anteriormente citada sendo aqui descritos:

- Tipo I – O xilema e o floema são separados por um cordão de fibras, com o floema envolto por uma capa ou anel de fibras fortemente espessadas e o xilema envolto por parênquima ou fibras esclerificadas em graus variados e, no pólo oposto ao floema, a formação ou não de uma

tênue capa de fibras. O conjunto todo é circundado por células endodermóides e estas, por células comuns do clorênquima.

- Tipo II – O xilema e o floema são contíguos, sem capas de fibras nos pólos do feixe, circundados por células parenquimáticas espessadas em graus diferenciados e estas, envolvidas por células endodermóides, sendo o conjunto envolto por células comuns do clorênquima.

- Tipo III – O xilema e o floema são contíguos, ambos com capas de fibras fortemente espessadas nos pólos do feixe, sendo a do floema maior. Células parenquimáticas em vários graus de espessamento seguidas por células endodermóides flanqueiam o xilema e o floema no sentido longitudinal do eixo do feixe, sendo o conjunto todo envolto pelas células comuns do clorênquima.

- Tipo VI – O xilema e o floema são separados por um cordão de fibras espessadas e ambos possuem capas de fibras fortes espessadas nos pólos do feixe. Estas capas se unem em suas extremidades fazendo com que o xilema e o floema fiquem totalmente envolvidos por elas. O conjunto todo é circundado por células comuns do clorênquima.

Estão presentes na anatomia foliar das Orchidaceae, conjuntos de fibras que formam feixes e são aqui denominados de ninhos. Estes ninhos são um diferencial (embora que não absoluto) entre as folhas coriáceas duras e moles e estão distribuídos por todo o mesofilo, ocorrendo próximos ou logo abaixo da epiderme.

Estes ninhos de fibras em conjunto com as capas dos feixes fibrovasculares, fortalecem estruturalmente a folha e pela sua posição periférica, proporcionam ao mesofilo, uma maior proteção contra pressões mecânicas advindas do meio externo assim como, conferem uma rigidez ao limbo foliar que lhe é útil no controle do processo de murchamento. Secundariamente, estes ninhos quando localizados logo abaixo da epiderme, exercem uma proteção a mais contra a herbivoria.

Nas fibras esclerenquimáticas da periferia dos feixes fibrovasculares e dos ninhos de fibras é comum se visualizar numerosas e conspícuas pontuações com as bordas areoladas e lignificadas e com uma projeção silicosa em forma de um mamilo. A ponta deste mamilo penetra no interior da célula vizinha, geralmente uma

célula parenquimática, sendo que este tipo de pontuação, possivelmente está relacionado com um controle da troca de solutos entre as células. Segundo Withner *et alli* (1977), inúmeras outras famílias de plantas apresentam tais pontuações em variados graus e a presença destas na vascularização das **Orchidaceae** é bastante comum.

Bonates (1987, 1993) notificou a presença do que denominou de “linha contínua de pontuação” em indivíduos da terrestre secundária *Brassavola martiana* Lindl que vegetava no estrato terrestre de uma Campina amazônica. A referida linha de pontuação é contínua e situa-se na porção inferior das paredes anticlinais das células epidérmicas e parecem se relacionar com o controle do fluxo hídrico entre as células epidérmicas, atuando na refrigeração da epiderme.

Nas espécies estudadas (Tabela 89), verificou-se a presença destas linhas contínuas de pontuações somente na epiderme da epífita *Brassavola martiana* Lindl. e nas raízes dos gêneros *Maxillaria* e *Ornithidium*, dos quais se falará posteriormente.

Foram também visualizados espessamentos parietais secundários em espiral envolvendo algumas células do mesófilo foliar e também do parênquima cortical de raízes. Estes espessamentos são semelhantes aos descritos para outras **Orchidaceae** (Foster 1956; Olatunji & Nengim 1980; Braga & Vilhena 1981; Pridgeon 1982; Bonates 1987 e 1993; Scatena e Nunes 1996, Oliveira e Sajo 1999) e algumas *Agavaceae* (Koller & Rost 1988).

A função dessas células está relacionada à retenção de água e ao suporte mecânico, evitando o colapso celular durante a dessecação. Como a largura do espessamento é variável, codificou-se no presente trabalho, que as mais largas seriam denominadas de “barras” e as mais finas de “fitas” no intuito de torná-las distintas.

- Xeromorfismo e escleromorfismo – Como mencionado anteriormente, caracteres aparentemente xeromórficos nem sempre indicam xerofilia. Eles também são comuns em condições de esclerofilia, relacionada com a pobreza de nutrientes no solo (Medri, 1977,1980; Bonates, 1993) ou com grandes quantidades de alumínio no solo (Goodland, 1971).

A tabela 90 apresenta caracteres anatômicos relacionados com xeromorfismo habitacional e/ou escleromorfismo nutricional das espécies estudadas. Estes caracteres listados levam a acreditar numa possível correlação dos mesmos

com a via de fixação de CO₂ do tipo CAM, pois as espécies que apresentaram uma alta percentagem destes caracteres (entre 61% e 92%) são plantas com via fotossintética do tipo CAM e, as que apresentaram uma percentagem mais baixa (entre 31% e 54%) são plantas com via fotossintética de tipo C₃. Seria necessário um estudo mais acurado e específico para se entender como é que cada característica influencia ou é influenciada pelo escleromorfismo ou xeromorfismo.

Os dados da tabela 90 mostram também a necessidade da determinação dos níveis de fósforo e nitrogênio e de outros macros e micronutrientes disponíveis e absorvidos na indução da esclerofilia nutricional das *Orchidaceae*, principalmente nas folhas do tipo coriáceas (duras, moles e carnosas). Uma pesquisa neste sentido seria de grande importância para a compreensão da ocupação espacial e para a orquidocultura destas espécies.

- Síndrome adaptativa foliar – Os diferenciados tipos de arranjos dos feixes fibrovasculares, ninhos de fibras esclerenquimáticas, linhas de pontuação, epiderme adaxial mais alta que a abaxial, cutícula espessa, densa, refletora e ornamentada, células relacionadas com a armazenagem de água, idioblastos, parênquima esclerificado, células endodermóides, células epidermáticas esclerificadas, projeção cuticular acentuada, câmaras supra e subestomáticas, hipostomatia, pontuações periféricas nas fibras esclerenquimáticas, hipoderme, mesofilo compacto e com muitas camadas de célula e barras e fitas de espessamento, levam a acreditar que possivelmente todas estas características se relacionem em uma síndrome anatômica de adaptação evolutiva. Esta síndrome exerceria um efetivo controle do fluxo hídrico dentro do limbo foliar, protegendo a sua estrutura contra um possível colapso e/ou ruptura celular (principalmente das paredes) provocado por um “stress” hídrico.

Tabela 85. Hipoestômatia, anfiestômatia, tipo de estômato, presença de câmara subestomática e ornamentação cuticular das folhas de *Orchidaceae* epífitas de uma Campina amazônica.

ESPÉCIES	Hipoestômatia	Anfiestômatia	Paracítico	Tetracítico	Subestomática	Pastosa e Densa	Reflectoras	Cristas	Espículas	Vilosidades
1. Bifrenaria longicornis	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-
2. Brassavola martiana	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-
3. Bulbophyllum setigerum	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+
4. Cattleya eldorado	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-
5. Encyclia amicta	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+
6. Encyclia fragrans	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-
7. Encyclia tarumana	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-
8. Encyclia vespa	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+
9. Epidendrum compressum	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-
10. Epidendrum huebneri	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+
11. Epidendrum nocturnum	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+
12. Epidendrum sculptum	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+
13. Epidendrum strobiliferum	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+
14. Maxillaria sp	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+
15. Maxillaria camaridii	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+
16. Maxillaria pauciflora	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+
17. Maxillaria pendes	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-
18. Maxillaria rudolfi	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+
19. Maxillaria tarumaensis	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-
20. Maxillaria uncata	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-
21. Maxillaria villosa	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+
22. Ornithidium parviflorum	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+
23. Rudolphiella aurantiaca	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+
24. Sobralia fragrans	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+
25. Sobralia macrophylla	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+
Σ entre as espécies.	22	3	24	1	25	25	25	5	7	16
% entre as espécies	88	12	96	4	100	100	100	20	28	64

Tabela 86. Número e percentual entre as espécies epifíticas de *Orchidaceae* de uma Campina amazônica, do tamanho do poro estomático e do tipo de projeção cuticular, acompanhado do tipo anatômico de folha e vias fotossintéticas C₃ / CAM.

Espécies	Poros grande	Poros pequeno	Projeção cuticular acentuada	Tipo anatômico foliar	Via C ₃ ou CAM
<i>Bifrenaria longicornis</i>	-	+	+	Plicada	C ₃
<i>Brassavola martiana</i>	-	+	+	Coriácea carnosa	CAM
<i>Bulbophyllum setigerum</i>	-	+	+	Coriácea carnosa	CAM
<i>Cattleya eldorado</i>	-	+	+	Coriácea dura	CAM
<i>Encyclia amicta</i>	+	-	+	Coriácea dura	CAM
<i>Encyclia fragrans</i>	-	+	+	Coriácea mole	C ₃
<i>Encyclia tarumana</i>	-	+	+	Coriácea dura	CAM
<i>Encyclia vespa</i>	-	+	+	Coriácea dura	CAM
<i>Epidendrum compressum</i>	-	+	+	Coriácea dura	CAM
<i>Epidendrum huebneri</i>	-	+	+	Coriácea dura	CAM
<i>Epidendrum nocturnum</i>	-	+	+	Coriácea dura	C ₃
<i>Epidendrum sculptum</i>	-	+	+	Coriácea dura	CAM
<i>Epidendrum strobiliferum</i>	-	+	+	Coriácea dura	CAM
<i>Maxillaria</i> sp	+	-	+	Coriácea mole	C ₃
<i>Maxillaria camaridii</i>	-	+	+	Coriácea mole	C ₃
<i>Maxillaria pauciflora</i>	+	-	+	Coriácea mole	C ₃
<i>Maxillaria pendens</i>	-	+	+	Coriácea mole	C ₃
<i>Maxillaria rudolfi</i>	+	-	+	Coriácea mole	C ₃
<i>Maxillaria tarumaensis</i>	-	+	+	Coriácea dura	CAM
<i>Maxillaria uncata</i>	+	-	+	Coriácea carnosa	CAM
<i>Maxillaria villosa</i>	+	-	+	Coriácea mole	C ₃
<i>Ornithidium parviflorum</i>	+	-	+	Coriácea mole	C ₃
<i>Rudolfiella aurantiaca</i>	-	+	+	Plicada	C ₃
<i>Sobralia fragrans</i>	+	-	+	Plicada	C ₃
<i>Sobralia macrophylla</i>	+	-	+	Plicada	C ₃
∑ das características	9	16	25		
% das características	36	64	100		

Tabela 87 - Número de estômatos e de tricomas das epidermes adaxiais e abaxiais de espécies epífitas de *Orchidaceae* de uma Campina amazônica.

Espécies	ESTÔMATO	TRICÔMAS
	abaxial / adaxial	adaxial / abaxial
<i>Bifrenaria longicornis</i>	35	3 / 2
<i>Brassavola martiana</i>	14 / 11	-
<i>Bulbophyllum setigerum</i>	29	15 / 7
<i>Cattleya eldorado</i>	51	-
<i>Encyclia amicta</i>	74	2 / 2
<i>Encyclia fragrans</i>	59	1 / 1
<i>Encyclia tarumana</i>	38	1 / 1
<i>Encyclia vespa</i>	31	1 / 1
<i>Epidendrum compressum</i>	26	-
<i>Epidendrum huebneri</i>	28	-
<i>Epidendrum nocturnum</i>	28	1 / 1
<i>Epidendrum sculptum</i>	60	2 / 3
<i>Epidendrum strobiliferum</i>	112	7 / 2
<i>Maxillaria sp</i>	58	7 / 2
<i>Maxillaria camaridii</i>	59	2 / 1
<i>Maxillaria pauciflora</i>	108	4 / 2
<i>Maxillaria pendens</i>	16	3 / 2
<i>Maxillaria rudolfi</i>	83	5 / 2
<i>Maxillaria tarumaensis</i>	69	3 / 3
<i>Maxillaria uncata</i>	3	4 / 1
<i>Maxillaria villosa</i>	33	2 / 1
<i>Ornithidium parviflorum</i>	170	6 / 3
<i>Rudolfiella aurantiaca</i>	74	16 / 10
<i>Sobralia fragrans</i>	77 / 4	12 / 2
<i>Sobralia macrophylla</i>	51 / 7	14 / 2

Tabela 88. Número e percentual da presença de leucoflavonas, ráfides, velame e de micorrizas em espécies epifíticas de *Orchidaceae* de uma Campina amazônica.

ESPÉCIES	Leucoflavonas	Ráfides	Velame	Micorrizas
<i>Bifrenaria longicornis</i>	-	-	+	-
<i>Brassavola martiana</i>	-	+	+	+
<i>Bulbophyllum setigerum</i>	+	+	-	-
<i>Cattleya eldorado</i>	-	+	+	+
<i>Encyclia amicta</i>	+	+	+	+
<i>Encyclia fragrans</i>	+	+	+	+
<i>Encyclia tarumana</i>	-	-	+	+
<i>Encyclia vespa</i>	+	+	+	+
<i>Epidendrum compressum</i>	-	-	+	-
<i>Epidendrum huebneri</i>	-	+	+	+
<i>Epidendrum nocturnum</i>	-	+	+	+
<i>Epidendrum sculptum</i>	-	-	+	-
<i>Epidendrum strobiliferum</i>	-	-	+	+
<i>Maxillaria sp</i>	-	-	+	+
<i>Maxillaria camaridii</i>	+	+	+	+
<i>Maxillaria pauciflora</i>	-	-	+	+
<i>Maxillaria pendens</i>	-	+	+	-
<i>Maxillaria rudolfi</i>	-	-	+	-
<i>Maxillaria tarumaensis</i>	-	-	+	-
<i>Maxillaria uncata</i>	-	+	+	+
<i>Maxillaria villosa</i>	-	-	+	+
<i>Ornithidium parviflorum</i>	-	+	+	+
<i>Rudolfiella aurantiaca</i>	+	+	+	+
<i>Sobralia fragrans</i>	-	+	-	+
<i>Sobralia macrophylla</i>	-	+	-	+
Σ por espécie	6	15	22	18
% por espécie	24	60	82	72

Tabela 89. Tipos de feixe fibrovascular, presença de ninhos de fibras esclerenquimáticas e de linhas de pontuação em espécies epifíticas de *Orchidaceae* de uma Campina amazônica.

ESPÉCIES	Linhas de pontuação	Ninhos de fibras	Tipo de feixe fibrovascular
<i>Bifrenaria longicornis</i>	-	+	3 e 4
<i>Brassavola martiana</i>	+	+	1 e 3
<i>Bulbophyllum setigerum</i>	-	-	1
<i>Cattleya eldorado</i>	-	+	1 e 3
<i>Encyclia amicta</i>	-	+	3 e 4
<i>Encyclia fragrans</i>	-	+	3
<i>Encyclia tarumana</i>	-	+	4
<i>Encyclia vespa</i>	-	+	3
<i>Epidendrum compressum</i>	-	+	1 e 2
<i>Epidendrum huebneri</i>	-	+	1 e 3
<i>Epidendrum nocturnum</i>	-	+	3 e 4
<i>Epidendrum sculptum</i>	-	-	3
<i>Epidendrum strobiliferum</i>	-	-	1
<i>Maxillaria</i> sp	-	+	1 e 3
<i>Maxillaria camaridii</i>	+	+	1 e 2
<i>Maxillaria pauciflora</i>	+	+	1 e 2
<i>Maxillaria pendens</i>	-	+	1 e 3
<i>Maxillaria rudolfi</i>	+	+	1 e 2
<i>Maxillaria tarumaensis</i>	+	+	1 e 2
<i>Maxillaria uncata</i>	+	+	1
<i>Maxillaria villosa</i>	+	+	1 e 2
<i>Ornithidium parviflorum</i>	+	+	3 e 4
<i>Rudolfiella aurantiaca</i>	-	-	4
<i>Sobralia fragrans</i>	-	+	3 e 4
<i>Sobralia macrophylla</i>	-	+	3 e 4
Σ por espécie	8	21	
% por espécie	32	84	

Tabela 90 - Caracteres anatômicos foliares de algumas *Orchidaceae* epifíticas de uma Campina amazônica que estão relacionados com xeromorfismo habitacional e/ou escleromorfismo nutricional. (●) = Xeromorfismo e/ou escleromorfismo baseado em Lleras (s/d); Braga & Vilhena (1981) e Bonates (1987, 1993)

Características	Espécies																									
	Bf	Bm	Bs	Ce	Ea	Ef	Et	Ev	Ec	Eh	En	Es	Es	Ms	Mc	Mp	Mp	Mr	Mt	Mu	Mv	Op	Ra	Sf	Sm	
. Célula da epiderme esclerificada	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	
. Estômato em depressão	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
. Projeção cuticular poro pequeno	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	
. Cutícula espessada	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
. Paredes da epiderme espessas e menos sinuosas (●)	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	
. Hipoderme esclerificada	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
. Clorênquima lignificado	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	
. Menor espaço intercelular (●)	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
. Mesófilo mais compacto (●)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	
. Ninhos de fibras (●)	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
. Esclereídeos esparsos(●)	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	
. Capas dos feixes desenvolvidas(●)	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
. Suculência anatômica	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	
Σ características	5	8	7	12	11	6	11	11	8	11	8	10	9	8	10	9	12	11	12	10	9	10	6	5	4	
% características	38	61	54	92	84	46	84	84	61	84	61	77	69	61	77	69	92	84	92	77	69	77	46	38	31	

Anatomia da raiz – O sucesso das *Orchidaceae* em colonizar a maior parte dos ecossistemas terrestres pode em parte ser explicado pelas adaptações para a estocagem de água e de nutrientes sendo que estes recursos, via de regra, estão disponíveis de forma transitória e escassa no hábito epifítico. Algumas destas adaptações estão associadas com as suas raízes.

Garay (1972), estabeleceu uma distinção entre tipos de raízes de epífitas e raízes terrestres: o velame ou epiderme multisseriadas seria uma característica epifítica enquanto raízes com pêlos seria uma possibilidade para ambas.

Esta distinção, seguindo-se a mesma linha utilizada por Withner *et alli* 1977, para a divisão de folhas plicadas e coriáceas, não é absoluta, pois o próprio Garay nota que algumas espécies de orquídeas terrestres podem ter sua epiderme com mais de três camadas, sendo que Holm 1904 e Moss 1923 descreveram raízes terrestres com velame, a semelhança do encontrado por Bonates (1987, 1993) estudando orquídeas da Campina amazônica.

Bell 1991, Pridgeon & Chase 1995, definem como “raízes absorventes”, aquelas raízes dotadas de uma epiderme simples ou velame e de uma exoderme, sendo que este conjunto forma o tecido dermal de absorção da raiz das *Orchidaceae*.

Como se comentou na introdução deste estudo, não existe na literatura um tipo “padrão” de raiz de *Orchidaceae* e sim, uma diversidade morfológica e fisiológica de tipos paralelos aos diferentes graus dos microsítios ecológicos explorados pelas diferentes espécies de *Orchidaceae* (consultar Pridgeon 1982 para uma boa revisão).

Para contornar esta falta, elaborou-se para esta pesquisa, um modelo descritivo padrão para raízes absorventes que foi baseado em diversos autores e que pode ser encontrado na introdução do presente trabalho.

Das vinte e cinco espécies estudadas, todas estavam enquadradas dentro do modelo proposto para descrição. Possuem velame ou epiderme, exoderme, parênquima cortical, endoderme, periciclo e medula.

As espécies, em sua totalidade, são monoestélicas, exarcas e poliarcas, com xilema e floema primários e com endoderme e exoderme possuidoras de células de passagem.

De acordo com as tabelas 79 e 88, vinte e duas espécies (equivalente a 92% do total estudado) possuem velame, três (8%) possuem epiderme, dezoito

(72%) apresentaram focos de endomicorrizas e sete (28%) não apresentaram os mesmos.

A mesma tabela 79 mostra que dezoito (72%) espécies apresentaram tilossomos e oito (32%) espécies apresentaram barras ou fitas de espessamento nas células do parênquima cortical.

Linhas contínuas de pontuações foram detectadas na exoderme de sete (28%) espécies, sendo seis do gênero *Maxillaria* e uma do gênero *Ornithidium* (tabela 87).

Na tabela 79 estão elencadas características aqui consideradas como fortemente influentes para a adaptação das ***Orchidaceae*** epífitas no ambiente de Campina amazônico. A partir dos dados obtidos da tabela 79, foi possível se avaliar como cada característica elencada desenvolve uma ou mais funções dentro do conjunto de atividades das raízes relacionadas ao habitat e ao hábito, tanto por cada espécie individualmente quanto pela somatória de todas elas.

A tabela 80 informa o número e o percentual por espécie e entre as mesmas de características das raízes relacionadas à eficiência do fluxo hídrico, de assimilação, de reserva, de suporte a pressão mecânica e a bloqueio de patógenos.

A partir dos parâmetros estabelecidos nesta pesquisa para avaliar a magnitude de cada função das raízes, temos o gráfico 26 que mostra o percentual de cada processo funcional.

Temos assim um indicativo de que as raízes absorventes das vinte e cinco espécies pesquisadas estão com 32% da funcionalidade de sua estrutura anatômica voltada para controlar o fluxo hídrico 31% para resistir às pressões mecânicas, 20% para bloquear patógenos, 12% para reserva e 5% para assimilação.

Ainda em relação à função ou funções desempenhadas por cada componente anatômico da raiz listadas na tabela 80, inferiu-se que:

a) Hifas externas e endomicorrizas - A existência de uma grande quantidade de hifas fúngicas como parte da rizosfera e internamente a esta e a completa ausência ou um número reduzido de hifas no velame ou na epiderme, córtex e medula, foi considerada como um critério para determinar a capacidade de bloqueio da raiz para patógenos.

Outrossim, deve-se levar em conta que este critério foi desconsiderado no caso de simbioses como no caso de endomicorrizas,

onde a presença de seus focos foi avaliada como um aspecto positivo na eficiência assimilatória da planta.

b) Presença ou ausência de velame – O velame é uma epiderme multisseriada e especializada. Fornece proteção mecânica e atua na absorção de água e ainda reduz a sua perda. A sua presença foi avaliada como um incremento no controle do fluxo hídrico e na proteção mecânica da raiz e se constituído por mais de cinco camadas, passa a ser considerado também como um bloqueio mecânico a mais para dificultar a difusão de patógenos.

c) Presença de tilossomos - São excrescências internas nas paredes das células e podem ser encontrados nas camadas mais profundas do velame. São elementos altamente compactos quando secos e quando umedecidos, aumentam a sua superfície tornando-se frouxos. Atuariam como válvulas promovendo o movimento da água dentro do córtex enquanto esta é absorvida pelo velame. Benzing *et alli* 1982, criou a “hipótese do tampão” - os tilossomos atuariam como uma barreira para a transpiração, pois aumentariam o percurso da água a ser transpirada. Sua presença foi considerada como altamente positiva em relação ao fluxo hídrico.

d) Espessamento nas células exodermis - O espessamento exodermal é, na maioria dos casos, uniforme e composto por suberina e adicionalmente lignina, sendo que esta última aumenta a resistência mecânica da parede. Porém, o espessamento pode variar e está correlacionado com a tolerância ao habitat (Sanford & Adanlawo, 1973). O aumento da quantidade de suberina e lignina e um maior volume do espessamento foi considerado uma vantagem para o controle do fluxo hídrico, proteção mecânica e para o bloqueio de patógenos.

e) Espessura do parênquima cortical, quantidade de cloroplastos, de amiloplastos e de grandes vacúolos no parênquima cortical e na medula - Foi estabelecido que se o número de camadas de células parenquimáticas do córtex fosse igual ou inferior a cinco e se não houvesse profusidade de cloroplastos nestas, considerar-se-ia que funcionalmente, este parênquima estaria direcionado apenas para executar tarefas primárias do metabolismo, não gerando excedentes para reserva e que poderiam ser estocados em

vacúolos grandes na forma de amiloplastos, mucilagens e água, tanto em células do parênquima cortical quanto da medula.

Um parênquima cortical estreito não seria um grande empecilho para o fluxo apoplástico de entrada de água, mas por um outro viés, também facilitaria o caminho de volta, dificultando a sua retenção e a conseqüente perda da mesma. Assim, um parênquima cortical com profusidade de cloroplastos e amiloplastos e com o número de camadas superior a cinco, foi considerado largo e com a função oposta a do parênquima mais estreito.

Portanto, as presenças ou ausências desses elementos na forma aqui descrita, foram relacionadas de maneira positiva ou negativa com o fluxo hídrico, assimilação, reserva e bloqueio de patógenos.

f) Espessamento endodermático, barra ou fita de espessamento, periciclo, medula, fibra e parênquima esclerificados – Larcher 2000, informa que o transporte apoplástico é totalmente passivo e obedece a um gradiente de concentração e a um gradiente de cargas iônicas entre a solução do solo e o interior da raiz. Este fluxo é interrompido por elementos hidrofóbicos ou impermeáveis das paredes celulares como a lignina, suberina e ceras que estão contidas nas células comuns da exoderme e da endoderme, nas fibras esclerenquimáticas e nas células parenquimáticas com barras ou fitas de espessamento.

Já as células de passagem da exoderme e da endoderme, são as portas de entrada para o transporte via simplasto, que se dá por forma ativa e através de uma rede contínua de protoplastos vivos e interconectados diretamente por plasmodesmos. Assim, a via simplasmática transporta os íons até os elementos condutores do cilindro central. Estes íons também podem fluir passivamente ao longo de um gradiente do córtex para os traqueídeos e elementos de vaso cheio de água no cilindro central ou mesmo ser ativamente excretados pelas células do parênquima para os vasos condutores.

Pelo exposto até aqui, é que se considerou a presença destas características como relacionadas a uma otimização da eficiência relacionada ao fluxo hídrico, resistência à pressão mecânica e ao bloqueio de patógenos.

g) Pêlos absorventes – Algumas células epidérmicas podem sofrer expansão tubular e se diferenciarem em pêlos radiculares e aumentar a superfície de absorção. As paredes oferecem pouca resistência à passagem de água e sais minerais, conferindo a estas células, a função de absorção (fluxo hídrico) e proteção mecânica.

Constatou-se por esta pesquisa, até pelo fato da mesma ser pioneira em descrever as raízes de **Orchidaceae** epífitas de uma Campina da Amazônia Central e também pela diversidade de nuances encontradas na morfologia, anatomia e fisiologia das **Orchidaceae**, ser necessário estudos para revisar a atual classificação morfológica do corpo vegetativo desta família. Para exemplificar tal afirmação, citamos a classificação de raízes feitas por Garay 1972, Pridgeon 1982 e Withner 1977.

Esta revisão deverá cruzar os dados morfológicos, anatômicos e fisiológicos estabelecendo novos critérios e / ou termos que contemplem ao máximo, a complexa diversidade desta família, a exemplo dos esforços de Withner **et alli** 1977; Dressler 1981; Pridgeon 1982, entre outros.

A tabela 80 e o gráfico 29 mostram (este último em ordem crescente) as espécies estudadas que apresentaram o maior percentual de eficiência em suas raízes sendo que o menor foi o de *Epidendrum compressum* Griseb., (38%) e *Cattleya eldorado* Linden., obteve o maior percentual (74%).

Considerações sobre as vias de fixação de CO₂, dos tipos C₃ e CAM nas Orchidaceae epifíticas da vegetação de Campina.

A utilização de um método qualitativo (Colorimétrico de Kauko) e de um método quantitativo (Discriminação da razão do ¹³C / ¹²C) foram de grande valia no presente trabalho e também reforçaram a validade desta combinação de métodos que já foi utilizada com sucesso no estudo com orquídeas e bromélias como os de Medina *et alli* (1977) e Bonates & Braga (1992)

A fixação negativa de gás carbônico noturno, testada pelo Método Calorimétrico de Kauko, com o valor médio do pH variando entre 6,5 a 5,3 e valores de Discriminação da razão ¹³C/¹²C compreendidos entre -30,8 e -25,2 caracterizou as seguintes espécies como possuidoras da via de fixação de CO₂ do tipo C₃.

- *Bifrenaria longicornis* Lindl., *Encyclia fragrans* (Sw.) Lemmé., *Epidendrum nocturnum* Jacq., *Maxillaria* sp., *Maxillaria camaridii* Rchb. f., *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., *Maxillaria pendens* Pabst., *Maxillaria rudolfi* Hoehne., *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., *Ornithidium parviflorum* (P. & E.) Rchb. f., *Rudolfiella aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., *Sobralia fragrans* Lindl., e *Sobralia macrophylla* Rchb. f.

A fixação positiva de gás carbônico noturno, testada pelo Método Calorimétrico de Kauko, com o valor médio do pH variando de 9,2 a 8,0 e valores de discriminação da razão ¹³C/¹²C compreendidos entre -15,3 e 23,8 caracterizou as seguintes espécies como possuidoras da via de fixação de Co₂ do tipo CAM:

- *Cattleya eldorado* Linden., *Encyclia amicta* (Lindl.) Schltr., *Encyclia tarumana* Schltr., *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl., *Epidendrum compressum* Griseb., *Epidendrum huebneri* Schltr., *Epidendrum sculptum* Rchb. f., *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f., *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., (*Brassavola martiana* Lindl., *Bulbophyllum setigerum* Lindl., e *Maxillaria uncata* Lindl.

Os resultados mostrados nas tabelas 84 e 92 colaboram para reforçar a afirmativa de Coutinho (1963) sobre a necessidade da ocorrência de uma suculência anatômica específica para a ocorrência do metabolismo CAM, posto que vinte e uma das espécies estudadas são coriáceas e possuem graus variados de suculência, mas somente doze manifestaram a presença do metabolismo CAM.

Das quatro subfamílias da família **Orchidaceae** que ocorrem no Brasil, de acordo com Pabst & Dungs (1975, 1977), observou-se que as epifíticas da Campina, possuem representantes das subfamílias **Neottioideae** e **Epidendroideae**.

Dentro da subfamília **Neottioideae**, tribo **Neottieae**, Subtribo **Sobrallinae**, gênero *Sobralia* seus dois representantes (*fragrans* e *macrophylla*), enquadraram-se como plantas C₃.

Na subfamília **Epidendroideae** a via de fixação C₃ e CAM estiveram representadas, mas com a maior parte das espécies portadoras da via CAM, a saber:

- Tribo **Epidendreae**, subtribo **Dendrobiinae**, gênero *Bulbophyllum* com um único representante (*setigerum*) e com a via CAM.

- Tribo **Epidendreae**, subtribo **Laeliinae**, com quatro gêneros; *Encyclia*, com quatro espécies, sendo três portadoras da via CAM (*amicta*, *tarumana* e *vespa*) e uma C₃ (*fragrans*); *Epidendrum*, com cinco espécies, sendo quatro portadoras da via CAM (*compressum*, *huebneri*, *sculptum* e *strobiliferum*) e uma C₃ (*nocturnum*); *Cattleya*, com um único representante (*eldorado*) e portador da via CAM e por fim, o gênero *Brassavola*, também com um único representante (*martiana*) e portador da via CAM.

- Tribo **Vandeeae**, subtribo **Zygopetalinae**, com quatro gêneros; *Bifrenaria*, com um único representante (*longicornis*) e portadora da via C₃; *Maxillaria*, com oito espécies, sendo seis portadoras da via C₃ (*sp. camaridii*, *pauciflora*, *pendes*, *rudolfi* e *villosa*) e duas da via CAM (*tarumaensis* e *uncata*); *Ornithidium*, com um único representante (*parviflorum*) e possuidor da via C₃ e por fim, o gênero *Rudolfiella*, também com um único representante (*aurantiaca*) e portador da via C₃.

Pela pequena amostragem dos representantes das referidas Subfamílias e demais categorias taxonômicas abordadas neste trabalho, tornam-se temerosa qualquer abordagem evolutiva mais profunda quanto ao aparecimento das vias de fixação de CO₂ na família **Orchidaceae**. Entretanto, faz-se necessário enfatizar a existência da característica CAM apenas ocorrer na subfamília **Epidendroideae**, que é a mais avançada das **Orchidaceae**. A via de fixação C₃ ocorre na subfamília menos avançada, a **Neottioideae** e também na **Epidendroideae** (Tabela 91).

Como mencionado anteriormente, a via C_3 é considerada menos avançada e a CAM, uma via derivada desta, podendo-se, assim, interpretar a ocorrência da via C_3 na subfamília ***Epidendroideae*** como uma provável característica menos avançada remanescente e a via CAM, um avanço adaptativo para a colonização de ambientes mais xéricos, como o do tipo Campina aberta.

Tabela 91. Esquema de distribuição da ocorrência das vias fotossintéticas C₃ (menos avançada) e CAM (mais avançada) nas diversas categorias taxonômicas de espécies epifíticas de uma Campina da Amazônia central.

Taxa mais avançados ■ Via C₃ ■ Via CAM ■

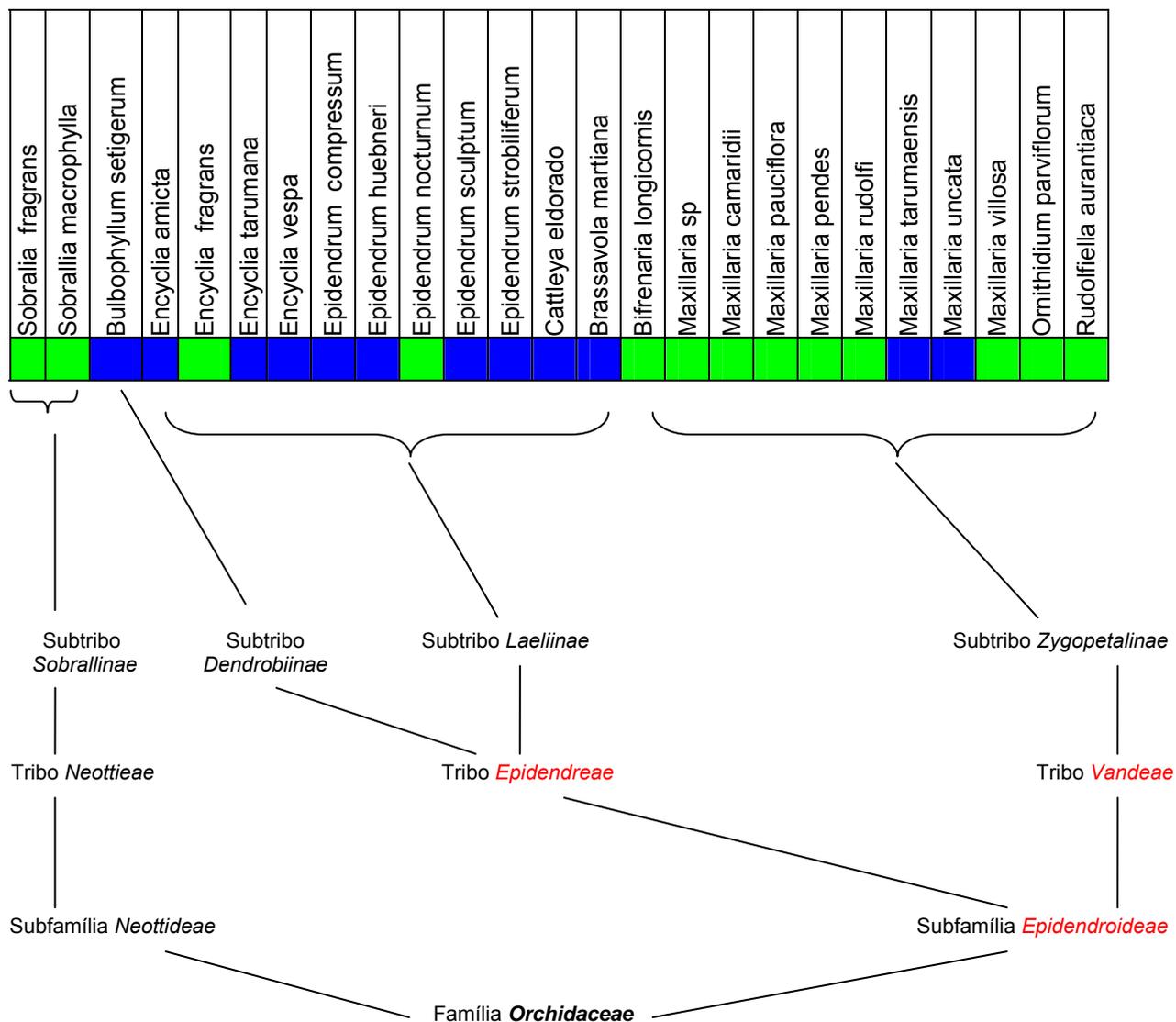


Tabela 92. Testes fisiológicos e análise da suculência anatômica de CO₂ para a determinação das vias de fixação do carbono em espécies epífitas de *Orchidaceae* de uma Campina amazônica.

<i>ESPÉCIES</i>	<i>DISCRIMINAÇÃO DA RAZÃO ¹³C/¹²C</i>	<i>TESTE DE KAUKO (Fixação noturna de CO₂)</i>	<i>ANÁLISE ANATÔMICA (Presença de suculência anatômica específica)</i>	<i>VIA do CO₂ (C₃ e CAM)</i>
Bifrenaria longicornis	-30,5	—	—	C ₃
Encyclia fragrans	-28,1	—	—	C ₃
Epidendrum nocturnum	-25,2	—	—	C ₃
Maxillaria sp	...	—	—	C ₃
Maxillaria camaridii	-29,3	—	—	C ₃
Maxillaria pendes	-29,6	—	—	C ₃
Maxillaria pauciflora	...	—	—	C ₃
Maxillaria rudolfi	...	—	—	C ₃
Maxillaria villosa	...	—	—	C ₃
Ornithidium parviflorum	...	—	—	C ₃
Rudolfiela aurantiaca	...	—	—	C ₃
Sobralia fragrans	-28,7	—	—	C ₃
Sobralia macrophylla	-28,5	—	—	C ₃
Brassavola martiana	-17,5	+	+	CAM
Bulbophyllum setigerum	...	+	+	CAM
Cattleya eldorado	-15,3	+	+	CAM
Encyclia amicta	...	+	+	CAM
Encyclia tarumana	-15,4	+	+	CAM
Encyclia vespa	-23,8	+	+	CAM
Epidendrum compressum	-17,1	+	+	CAM
Epidendrum huebneri	-17,1	+	+	CAM
Epidendrum sculptum	...	+	+	CAM
Epidendrum strobiliferum	...	+	+	CAM
Maxillaria tarumaensis	...	+	+	CAM
Maxillaria uncata	...	+	+	CAM

Subsídios para a integração dos dados anátomo-eco-fisiológicos e interpretação da distribuição espacial das *Orchidaceae* epifíticas da vegetação de Campina

O cerne do êxito adaptativo está na capacidade da planta usar vantajosamente o meio para suprir suas necessidades e conseguir contornar as suas dificuldades, principalmente, porque as plantas não se locomovem de um lado para o outro em busca de ambientes favoráveis, se tornando sujeitas às variações do meio em que vegetam.

Na Campina a profusidade de espécies de orquídeas assim como, o grande número de indivíduos de algumas populações desta família mostra que o ecossistema de Campina é palco de uma acirrada disputa intra e interespecífica.

Na Figura 98, mostra-se um esquema elaborado por Braga (1982b), que mostra os principais fatores e características que afetam a distribuição das *Orchidaceae* dentro de um ecossistema e na tabela 93 se apresenta algumas características do habitat, hábito, morfo-anatômicas e vias fotossintéticas de CO₂ das espécies estudadas.

Braga (1982b), relata que são muitos os fatores que influenciam a distribuição espacial das *Orchidaceae*, sendo que a intensidade de radiação, a temperatura e a circulação atmosférica aumentam no sentido solo-dossel variando de local para local, devido à estratificação das árvores e às diferenças específicas e individuais na densidade de suas copas; a interceptação de chuvas também varia diariamente com a densidade das copas, além de depender do total da precipitação.

As raízes da maioria das *Orchidaceae* epifitas apresentam uma epiderme multiseriada denominada de velame. Sua função principal é a absorção de água e secundariamente, podem bloquear patógenos e aumentar a resistência à pressão mecânica (Tabela 79 e 88).

Por outro lado, as espécies de *Orchidaceae* caracteristicamente terrestre, não apresentam em sua grande maioria velame, entretanto, possuem raízes classificadas como tuberosas que além de absorverem água e nutrientes, funcionam ainda como órgãos de reserva.

Comumente tem-se a ocorrência de espécies de *Orchidaceae*, que apresentam velame consorciado com outras características relacionadas com o epifitismo (Figura 98) vivendo em solo arenoso, entres rochas e até mesmo sobre as mesmas, com um

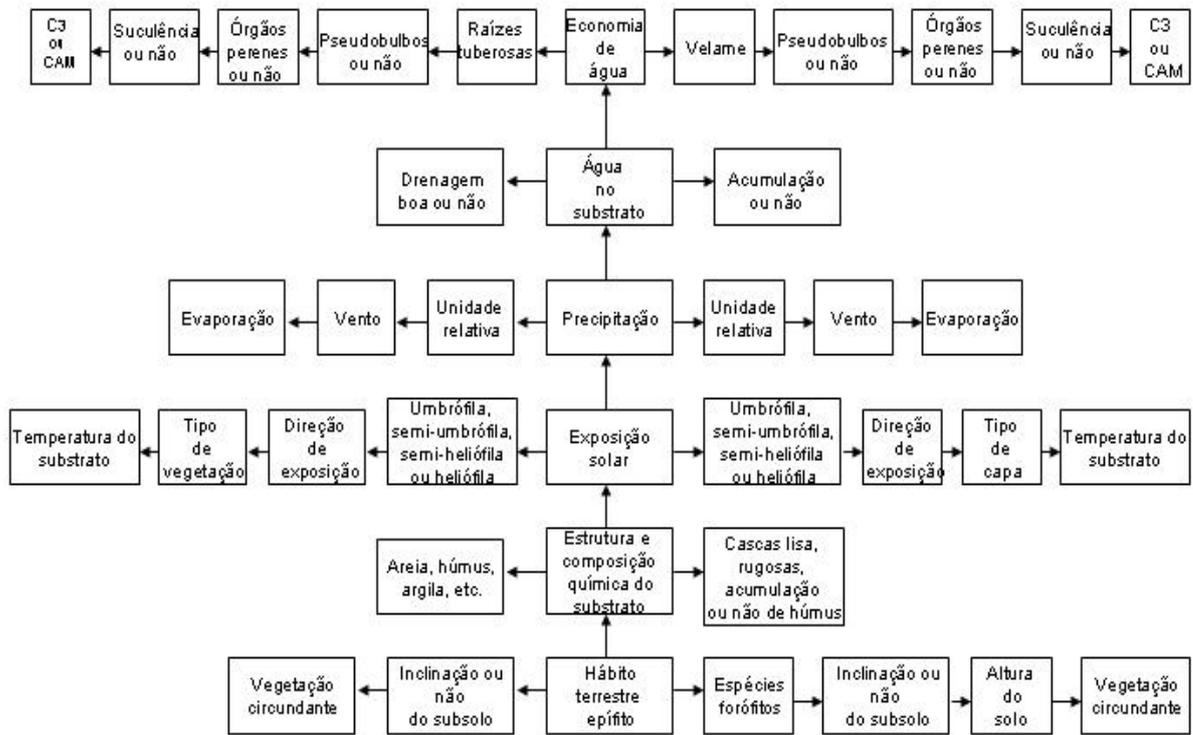


Figura 98 – Alguns dos fatores e características que afetam a distribuição de Orchidaceae dentro de um ecossistema (de acordo com Braga, 1982b). Os hábitos terrestre e epífito estão listados respectivamente à esquerda e à direita da figura, de baixo para cima.

mínimo de solo e às vezes em condições bastantes xéricas e oligotróficas. Essas espécies são denominadas por Braga (1983) de pseudoterrestres, por considerar que assim caracteriza-se melhor o tipo de comportamento que estas plantas possuem.

As epífitas verdadeiras, além de terem adaptações especiais para a ocupação de hábito epifítico, geralmente germinam sobre uma determinada planta e permanecem durante todo o seu ciclo de vida, sem entrarem em contato com o solo. Entretanto, existem plantas epífitas que podem ser encontradas ocasionalmente vivendo no substrato terrestre, o que seria um hábito secundário ocasional.

Das espécies estudadas, temos *Sobralia fragrans* Lindl., e *Sobralia macrophylla* Rchb. f., que são caracteristicamente terrestres uma vez que não apresentam velame e sim raízes classificadas comumente como tuberosas e, eventualmente ocorrem como epífitas, portanto, são pseudoepífitas.

As espécies *Encyclia tarumana* Schltr., *Epidendrum huebneri* Schltr., são pseudoterrestres, uma vez que apresentam velame em suas raízes e ocorrem na sua quase absoluta maioria, no estrato terrestre.

As demais **Orchidaceae** estudadas são epífitas e que possuem o hábito pseudoterrestre secundário, uma vez que possuem velame, germinam nos galhos das árvores, e após a queda destes podem se estabelecer ou não no solo.

As espécies *Brassavola martiana* Lindl., *Bulbophyllum setigerum* Lindl., *Cattleya eldorado* Linden., *Encyclia amicta* (Lindl.) Schltr., *Encyclia tarumana* Schltr., *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl., *Epidendrum compressum* Griseb., *Epidendrum huebneri* Schltr., *Epidendrum sculptum* Rchb. f., *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f., *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., e *Maxillaria uncata* Lindl., pelas suas características morfo-anatômicas e fisiológicas, parecem estar mais adaptadas para viverem em locais ensolarados como a Campina aberta.

Apresentam de um modo geral: velame (importante na absorção de água do substrato); pseudobulbos (orgãos de armazenamento de água, sais minerais e outras substâncias de reserva), com exceção das espécies do gênero *Epidendrum* que não os possuem; folhas eretas a suberetas (importantes na diminuição da insolação a que ficam expostas); excetuando-se *Brassavola martiana* Lindl., *Bulbophyllum setigerum* Lindl., e *Maxillaria uncata* Lindl., que apresentam folhas coriáceas carnosas, as demais possuem folhas coriáceas duras (importantes para o

tipo de ambiente em que vivem, pois são altamente xerófitos); e, por último, são plantas CAM, pois fixam o CO₂ noturno (importante para a economia de água).

As espécies *Bifrenaria longicornis* Lindl., *Encyclia fragrans* (Sw.) Lemée., *Epidendrum nocturnum* Jacq., *Maxillaria* sp., *Maxillaria camaridii* Rchb. f., *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., *Maxillaria pendens* Pabst., *Maxillaria rudolfi* Hoehne., *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., *Ornithidium parviflorum* (P. & E.) Rchb. f., *Rudolfiella aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., *Sobralia fragrans* Lindl., e *Sobralia macrophylla* Rchb. f., pelas suas características morfo-anatômicas e fisiológicas, parecem estar mais adaptadas para viverem em locais umbrófilos como a Campina sombreada.

Apresentam de um modo geral: velame, com exceção de *Sobralia fragrans* Lindl., e *Sobralia macrophylla* Rchb. f., que possuem raízes comumente classificadas de tuberosas; pseudobulbos, excetuando-se *Epidendrum nocturnum* Jacq., *Sobralia fragrans* Lindl., e *Sobralia macrophylla* Rchb. f., que não possuem pseudobulbos (a ausência de pseudobulbos é uma característica das plantas terrestres verdadeiras); *Bifrenaria longicornis* Lindl., e *Encyclia fragrans* (Sw.) Lemée., apresentam folhas eretas e as demais espécies folhas suberetas a arcuadas (importantes no aumento da capacidade de captar a insolação a que ficam expostas); possuem folhas persistentes, excetuando-se *Bifrenaria longicornis* Lindl., *Rudolfiella aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., que possuem folhas caducas nos ápices de pseudobulbos e *Sobralia fragrans* Lindl., e *Sobralia macrophylla* Rchb. f., por não os possuírem, tem na sua caducifolia, uma adaptação contra a perda de água, como as que ocorrem em muitas plantas C₃).

As folhas de *Bifrenaria longicornis* Lindl., *Rudolfiella aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., *Sobralia fragrans* Lindl., e *Sobralia macrophylla* Rchb. f. são possuidoras de folhas plicadas (delgadas e membranosas, com função específica para fotossíntese); *Encyclia fragrans* (Sw.) Lemée., *Maxillaria* sp., *Maxillaria camaridii* Rchb. f., *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., *Maxillaria pendens* Pabst., *Maxillaria rudolfi* Hoehne., *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., *Ornithidium parviflorum* (P. & E.) Rchb. f., são possuidoras de folhas coriáceas moles (com graus diferenciados de espessamento e com uma maior capacidade de armazenar água); *Epidendrum nocturnum* Jacq., é possuidora de folha coriácea dura (mais espessada e com maior capacidade de estocagem de água); e, por último, são plantas C₃ não fixando CO₂ noturnamente e sim, fazendo-o de dia (desvantagem na economia de água).

Tabela 93. Quadro sinóptico com o habitat, hábito, caracteres morfo-anatômicos e via de fixação do carbono das espécies epifíticas de *Orchidaceae* de uma Campina amazônica.

Espécies		Características																										
		<i>Bifrenaria longicornis</i>	<i>Brassavola martiana</i>	<i>Bulbophyllum setigerum</i>	<i>Cattleya eidorado</i>	<i>Encyclia amicta</i>	<i>Encyclia fragrans</i>	<i>Encyclia tarumana</i>	<i>Encyclia vespa</i>	<i>Epidendrum compressum</i>	<i>Epidendrum huebneri</i>	<i>Epidendrum nocturnum</i>	<i>Epidendrum sculotum</i>	<i>Epidendrum strobiliferum</i>	<i>Maxillaria sp.</i>	<i>Maxillaria camaridii</i>	<i>Maxillaria pauciflora</i>	<i>Maxillaria pendens</i>	<i>Maxillaria rudolphi</i>	<i>Maxillaria tarumaensis</i>	<i>Maxillaria uncata</i>	<i>Maxillaria villosa</i>	<i>Ornithidium parviflorum</i>	<i>Rudolfiella aurantiaca</i>	<i>Sobralia fraarans</i>	<i>Sobralia macrophylla</i>		
HABITAT	Campina aberta e sombreada	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-		
	Campina aberta	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Campina sombreada	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-		
HÁBITOS	Epífita e / ou pseudoterrestre	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
	Pseudoterrestre	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-		
	Terrestre e / ou pseudoepífita.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	
	Heliófila	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
	Umbrófila	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Semi-umbrófila	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	
MORFO-ANATÔMICOS	Raiz tuberosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	
	Raiz com velame	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	Micorrizas presentes	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
	Pseudobulbo presente	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
	Folha ereta e / ou arcuada	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Folha subereta a arcuada	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Folha persistente	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	Folha decídua	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	Folha alongada estreita	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-
	Folha alongada larga	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+
	Folha coriácea mole	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
	Folha coriácea dura	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	Folha coriácea carnosa	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	Folha plicada	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	Via C ₃	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Via CAM	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	

Considerações sobre a orquidiocultura

Pesquisas sobre a resistência estrutural do corpo do vegetal vêm revelando aspectos muitos interessantes que colaboram com a possibilidade de minimizar o uso de agrotóxicos e otimizar o uso de fertilizantes, além de expressarem a preocupação de um melhor entendimento do dinamismo do vegetal frente às condições impostas pelos manejos, como controle de radiação, irrigação, nutrição, entre outros (Marschner 1995; Alves de Brito & Rodella 2001).

Na tabela 80 apresentam-se os percentuais e as características anátomo-fisiológicas encontradas nas espécies estudadas e entre as mesmas, que podem ser relacionadas a um melhor desempenho na produtividade da planta para a orquidiocultura com as características elencadas de Silva *et alli* 2005. Temos assim que vinte e três espécies obtiveram um percentual superior a 50% das características e duas (*Sobralia fragrans* Lindl. e *Sobralia macrophylla* Rchb. f.) situaram-se na faixa de 35%. A espécie que obteve o maior percentual foi *Maxillaria tarumaensis* Hoehne com 90% das características presentes.

A característica que mais se fez presente entre as espécies (100%) foi a da “projeção cuticular acentuada” que resulta na formação de câmaras supraestomáticas e duas características não se fizeram presentes entre as espécies (0%), foram “tricomas glandulares” e “alta densidade de tricomas”.

Temos ainda que as espécies estudadas discriminadas como possuidoras do metabolismo fotossintético CAM podem ocupar áreas com intensa radiação e dispensar um regime de irrigação rigorosa.

As espécies estudadas discriminadas como possuidoras do metabolismo fotossintético C₃, principalmente as que possuem folhas plicadas e sem pseudobulbos, necessitam de locais com menor incidência de radiação e um regime mais intenso de irrigação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado no exposto no decorrer deste estudo faz-se as seguintes considerações:

- As espécies *Brassavola martiana* Lindl., *Bulbophyllum setigerum* Lindl., *Cattleya eldorado* Linden., *Encyclia amicta* (Lindl.) Schltr., *Encyclia tarumana* Schltr., *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl., *Epidendrum compressum* Griseb., *Epidendrum huebneri* Schltr., *Epidendrum sculptum* Rchb. f., *Epidendrum strobiliferum* Rchb. f., *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., e *Maxillaria uncata* Lindl., pelas suas características morfo-anatômicas, fisiológicas e ecológicas, parecem estar mais adaptadas para viverem em locais ensolarados como a Campina aberta.

- As espécies *Bifrenaria longicornis* Lindl., *Encyclia fragrans* (Sw.) Lemée., *Epidendrum nocturnum* Jacq., *Maxillaria* sp., *Maxillaria camaridii* Rchb. f., *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., *Maxillaria pendens* Pabst., *Maxillaria rudolfi* Hoehne., *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., *Ornithidium parviflorum* (P. & E.) Rchb. f., *Rudolfiella aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., *Sobralia fragrans* Lindl., e *Sobralia macrophylla* Rchb. f., pelas suas características morfo-anatômicas, fisiológicas, e ecológicas, parecem estar mais adaptadas para viverem em locais umbrófilos como a Campina sombreada.

- As **Orchidaceae** possuidoras da via de fixação do carbono tipo CAM parecem estar bem mais adaptadas para a colonização de ambientes epifíticos ou terrestres mais xéricos, como os da Campina aberta, do que as que possuem via de fixação tipo C₃. Foram discriminadas as seguintes espécies estudadas como possuidoras da via de fixação de CO₂ do tipo CAM:

- *Cattleya eldorado* Linden., *Encyclia amicta* (Lindl.) Schltr., *Encyclia tarumana* Schltr., *Encyclia vespa* (Vell.) Dressl., *Epidendrum compressum* Griseb., *Epidendrum huebneri* Schltr., *Epidendrum sculptum* Rchb. f., *Epidendrum*

strobiliferum Rchb. f., *Maxillaria tarumaensis* Hoehne., *Brassavola martiana* Lindl., *Bulbophyllum setigerum* Lindl., e *Maxillaria uncatata* Lindl.

- As **Orchidaceae** possuidoras da via de fixação do carbono tipo C_3 parecem estar mais bem adaptadas para a colonização de ambientes epifíticos ou terrestres umbrófilos, como os da Campina sombreada. Foram discriminadas as seguintes espécies estudadas como possuidoras da via de fixação do CO_2 do tipo C_3 :

Bifrenaria longicornis Lindl., *Encyclia fragrans* (Sw.) Lemée., *Epidendrum nocturnum* Jacq., *Maxillaria* sp., *Maxillaria camaridii* Rchb. f., *Maxillaria pauciflora* Barb. Rodr., *Maxillaria pendens* Pabst., *Maxillaria rudolfi* Hoehne., *Maxillaria villosa* (Barb. Rodr.) Cogn., *Ornithidium parviflorum* (P. & E.) Rchb. f., *Rudolfiella aurantiaca* (Lindl.) Hoehne., *Sobralia fragrans* Lindl., e *Sobralia macrophylla* Rchb. f.

- Um estudo mais acurado dentro e entre os diversos *taxa*, contribuiria substancialmente para o entendimento da distribuição da via fotossintética dentro das **Orchidaceae** brasileiras.

- Dado à grande diversidade de **Orchidaceae** na Amazônia brasileira, faz-se necessário ampliar os estudos de vias de fixação de CO_2 nas espécies amazônicas, tanto para que se possam aprofundar as relações biológicas ligadas a este parâmetro quanto para detectar uma possível ocorrência de plantas com metabolismo C_4 na região, por ser a Amazônia propícia climaticamente (quente e úmida) para este tipo de metabolismo.

- O baixo percentual encontrado entre as espécies estudadas para dividir morfo-anatomicamente suas folhas em Plicadas e Coriáceas (duras, moles e carnosas) reforçam a hipótese de que estas categorias não são absolutas para as folhas de orquídeas.

Também confirmam as alegações de Braga (1977, Braga 1982b) e Bonates (1987, 1993) que as folhas plicadas estão mais relacionadas à via fotossintética C_3 e a ambientes umbrófilos como os da Campina sombreada e que as coriáceas, principalmente às do subtipo dura, estão mais relacionadas com a via CAM e a ambientes xéricos e oligotróficos como os da Campina aberta.

Este reduzido percentual também é um indicativo do grande lastro de variabilidade fenotípica existente nas *Orchidaceae*, fato que permite que estas colonizem e ocupem os mais variados nichos em diferenciados ecossistemas.

- A presença de suculência anatômica detectável e específica encontrada nas espécies estudadas discriminadas como CAM, atestam a hipótese de ser necessária a ocorrência deste tipo de suculência para a manifestação do metabolismo CAM, posto que vinte e uma das espécies estudadas são coriáceas e possuem graus variados de suculência, mas somente doze manifestaram a presença do metabolismo CAM.

- As cutículas das espécies estudadas apresentaram aspectos denso, pastoso e reflector, assim como a presença de espículas, cristas e vilosidades. Estas características desenvolvem em conjunto e de forma simultânea, um papel funcional ligado à limitação transpiratória, refração e filtragem de radiação, bloqueio de patógenos e defesa contra a herbivoria. A magnitude com que cada característica se manifesta em algumas ou em todas as funções citadas, varia de acordo com o tipo anatômico da folha e do micro-habitat dentro da Campina aberta ou sombreada.

- As espécies possuem em comum, porém em número diferenciado, vários caracteres anatômicos que estão diretamente relacionados com o xeromorfismo, oligotrofismo e herbivoria, entre outros, e que em conjunto, constituem uma síndrome adaptativa evolutiva para os ecossistemas amazônicos.

Os diversos tipos de arranjos com os feixes fibrovasculares, ninhos de fibras esclerenquimáticas, linhas de pontuação, epiderme adaxial mais alta que a abaxial, cutícula espessa, densa, refletora e ornamentada, células relacionadas com a armazenagem de água, idioblastos, parênquima esclerificado, células endodermóides, células epidérmicas esclerificadas, projeção cuticular acentuada, câmaras supra e subestomáticas, hipoestomatia, pontuações periféricas nas fibras esclerenquimáticas, hipoderme, mesofilo compacto e com muitas camadas de célula e barras e fitas de espessamento, levam a acreditar que possivelmente todas estas características se relacionem com a referida síndrome.

- As raízes absorventes analisadas das vinte e cinco espécies pesquisadas estão com a funcionalidade de sua estrutura anatômica voltada, respectivamente, para controlar o fluxo hídrico, para resistir às pressões mecânicas externas e internas, para bloquear patógenos, para efetuar reserva de carboidratos e para assimilação fotossintética.

Por esta análise, a raiz que apresentou um maior índice de funcionalidade foi a de *Cattleya eldorado* Linden., e o de menor funcionalidade foi o de *Epidendrum compressum* Griseb.

- Constatou-se por esta pesquisa, até pelo fato da mesma ser pioneira em descrever as raízes de **Orchidaceae** epífitas de uma Campina da Amazônia central, e também pela diversidade de nuances encontradas na morfologia, anatomia e fisiologia das **Orchidaceae**, ser necessário profundos estudos para revisar a atual classificação morfológica do corpo vegetativo desta família. Esta revisão deverá cruzar os dados morfológicos, anatômicos e fisiológicos estabelecendo novos critérios e / ou termos que contemplem ao máximo, a complexa diversidade desta família.

- Para a orquidicultura, as espécies aqui discriminadas como possuidoras do metabolismo fotossintético CAM podem ocupar áreas com intensa radiação e dispensar um regime de irrigação rigorosa. Já as espécies discriminadas como possuidoras do metabolismo fotossintético C₃, em sua maioria, necessitam de locais com menor incidência de radiação e um regime mais intenso de irrigação, principalmente as que possuem folhas plicadas e sem pseudobulbos.

- Do total de vinte e cinco espécies estudadas tivemos que vinte e três espécies obtiveram um percentual superior a 50% das características e duas (*Sobralia fragrans* Lindl., e *Sobralia macrophylla* Rchb. f.) situaram-se na faixa de 35%. A espécie que obteve o maior percentual foi *Maxillaria tarumaensis* Hoehne com 90% das características presentes.

Embora estes dados não sejam totalmente abrangentes e elucidativos para o estabelecimento de uma orquidicultura amazônica, os mesmos são indicadores

da grande potencialidade para o cultivo intensivo destas e de outras espécies de orquídeas, visando a sua exploração comercial.

- Pela velocidade de degradação e desmatamento das Campinas amazônicas estudos integrados de anatomia, morfologia, fisiologia, ecologia entre outros ramos, podem suprir a falta de dados resultantes do ritmo lento de investimentos para um conhecimento profundo e substancial deste ecossistema, para criar-se alternativas econômicas de exploração auto-sustentável e menos agressivas ao ambiente.

Sugere-se como exemplo para este tipo de atividade, a transformação de algumas campinas próximas às áreas urbanas, em parques temáticos para o ecoturismo, educação ambiental, observação e estudo da flora e fauna e para a contemplação das flores das orquídeas e de outras famílias floríferas.

BIBLIOGRAFIA

- ACIESP – 1997. **Glossário de Ecologia**. CNPq/FINEP. São Paulo, 352 p.
- ANDERSON, A. B. – 1978. **Aspectos florísticos e fitogeográficos de Campinas e Campinaranas na Amazônia Central**. Dissertação (Mestrado em Botânica. INPA – UFAM). 83p
- 1981. White-sand Vegetation of Brazilian Amazônia. **Biotropica**, 13(3) 199 – 210.
- PRANCE, G. T. ; ALBUQUERQUE B. W. – 1975. A vegetação lenhosa da campina da Reserva Biológica INPA-SUFRAMA (Manaus – Caracaraí, Km 62) **Acta Amazonica**. 5: 225 – 246.
- AGRIOS, G. N. 1997. **Plant Pathology**. 4 ed. USA, Academic Press.
- ALVES, B. C. J. F. A & RODELLA, R.A. 2001. Breve histórico das relações entre anatomia vegetal e qualidade de gramíneas forrageiras com ênfase para o gênero *Brachiaria*. **Revista de Agricultura** 76(1): 19-36.
- ARAÚJO, D. 2001. *Cattleya*. Disponível em: <<http://www.delfinadearaujo.com/generos/cattleya/gencat1/hm>> Acesso em 8 de mar. 2001.
- ARDITTI, J. – 1979. Aspects of orchid physiology. **Ad. Bot. Res.** Academic Press. London. 7: 421 – 635.
- 1982. Factors affecting the germination of orchid seeds. **Bot. Rev.** 33:1 - 97.
- ; DUEKER, J. – 1968. Photosynthesis by various organs of orchid plants. **Am. Orchid Soc. Bull.** 37:862 – 866.
- ATKINSON, D. – 1973. Some general effects of phosphorus deficiency on growth and development. **The New Phytologist**. 72 (1) : 101 – 111.

- ;DAVINSON, A. W. – 1973. The effects of phosphorus deficiency on water content and response to drought. **The New Phytologist**. 72 (2) : 307 – 313.
- AUBRÉVILLE, A. – 1961. **Étude écologique des formations principales végétales du Brésil**. Centro Technique Forestier Tropical, France. 268 p.
- AVADAHANI, P. N. ; KHAN, I ; LEE, Y. T. – 1978. Pathways of carbon dioxide fixation in orchid leaves. **In: Proc. Symp. Orchidology**. Ed. E. S. Teoh, Orchid Soc. S. E. Asia Singapore. 1 – 12.
- ;GOH, G. J. ; RAO, A. N. ; ARDITTI, J. – 1980. Carbon Fixation in Orchids. **In: Orchid Biology. Reviews and Perspectives II**. Ed. by Joseph Arditti. Comstock Publishing Asso. 175 – 183.
- AYENSU, E. ; WILLIAMS, N. – 1972. Leaf anatomy of *Palubina* and *Odontoglossum* subgenus *Osmoglossum*. *Am. Orchid. Soc. Bull.* 41:687 – 696.
- BARBOSA, E. M. – 1995. **Composição florística, perfis de concentração de CO₂ e variação natural da razão isotópica ¹³C/¹²C em floresta de terra firme na Amazônia Central**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, área de concentração em Botânica) INPA-UFAM. 104p.
- BEADLE, N. C. W. – 1954. Soil phosphate and delimitation of plants communities in Eastern Australia. **Ecol.** 35(3): 370 – 375.
- 1966. Soil phosphate and its role in molding segments of the Australian flora and vegetation, with special reference to xeromorphy and sclerophylly. **Ecol.** 47 (6): 992 – 1007.
- BELL, A. R.1991. **Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology**. Oxford University Press, Oxford.
- BELL, G. ; LECHOWICZ, M. – 1994 .Spatial Heterogeneity at Small Scales and How Plants Respond to it. **In: Exploitation of Environmental Heterogeneity by Plants - ecophysiological processes above and belowground**. Academic Press, San Diego. 391- 411.
- BENZING, D. H. - 1981.Vegetative reduction in epiphytic Bromeliaceae and Orchidaceae. Its origin and significance. **Biotropica**. 13 (2) : 131 – 140

- , OTT, D. W & FRIEDMAN, W. E. 1982. Roots of *Sobralia macrantha* (Orchidaceae): structure and the velame – exodermis complex. **American Journal of Botany** 69:608-614.
- 1986. The vegetatives basis of vascular ephytism. **Selbyana**, 9(1):23-43.
- 1987. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptative diversity. **Ann. Missouri Bot. Gard.**, 74(2):183-204.
- 1989a. The evolution of epiphytism. In: **Vascular Plants as Epiphytes. Evolution and Ecophysiology**. Edited by U. Lüttge. Ecological Studies, vol. 76. Springer. New York. 15 – 41.
- 1989b. The mineral nutrition of epiphytes. In: **Vascular Plants as Epiphytes. Evolution and Ecophysiology**. Edited by U. Lüttge. Ecological Studies, vol. 76. Springer. New York. 167 - 199.
- BLACK, C. C. Jr. – 1973. Photosythetic carbon fixation in relation to net CO₂ up take. **Annu. Washington Yearbook**. 71:158 – 161.
- BONATES, L.C. de M. - 1987. **Aspectos Ecofisiológicos de algumas Orchidaceae que ocorrem no estrato terrestre da vegetação de Campina da Reserva Biológica do INPA, Km 45**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração em Botânica) INPA-UFAM. 269p.
- 1993 - Estudos Ecofisiológicos de *Orchidaceae* da Amazônia. II - Anatomia ecológica foliar de espécies com metabolismo CAM de uma Campina da Amazônia Central. **Acta Amazonica** 23(4): 315-348.
- ;BRAGA, P.I.S. - 1992. Estudos Ecofisiológicos de *Orchidaceae* da Amazônia I. - Identificação da via C₃ e CAM em quatorze espécies que vegetam no estrato terrestre de uma campina da Amazônia central. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, sér. Bot., 8(2): 163-189.
- BRAGA, P. I. S. ; LIRA, M. P. S. – (em preparação). **Anatomia ecológica foliar de *Orchidaceae* de uma campina da Amazônia central**
- BONNER, J.; GALSTON, A. W. (1955). – **Princípios de Fisiologia Vegetal**. Trad. Espanhola. Aguilar, Madri. 485 p.

- BOUTTON, T. W. – 1991. Stable carbon isotope ratios of natural materials: II Atmospheric, terrestrial, marine, and freshwater environments. **In: Carbon Isotope Techniques**. Edited by C.C. David & B. Fry. Academic Press, Inc. San Diego. 11: 173 – 185.
- BRADSHAW, A. D. – 1965 . Evolucionary significance of phenotypic plasticity in plants. **Adv. Genetics**. 13: 115 – 155.
- BRAGA, M. M. N. – 1977. Anatomia Foliar de *Bromeliaceae* da Campina. **Acta Amazonica**, 7(3), suplemento: 74 p.
- ;BRAGA, P.I.S- 1975. Estudos Ecológicos na Campina da Reserva Biológica INPA-SUFRAMA, Km 45. **Acta Amazonica**. , 5(3): 247-260.
- BRAGA, P.I.S. - 1976. Atração de abelhas polinizadoras de Orchidaceae com o auxílio de iscas-odores na Campina, Campinarana e Floresta Tropical úmida da região de Manaus. **Ciênc. Cult.** 28(7): 767- 773.
- 1977. Aspectos Biológicos das Orchidaceae de uma Campina da Amazônia Central. **Acta Amazonica** 7(2), suplemento: 89p.
- 1978. Estudos da flora orquidológica do Estado do Amazonas III- *Brassocattleya rubyi* Braga (Orchidaceae) híbrido novo da flora amazônica. **Acta Amazonica** 8(3): 371-378.
- 1979. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação, conservação e inventário florístico da floresta amazônica. **In: Estratégias para a política florestal na Amazônia brasileira. Acta Amazonica** (9(4): 53-80. Suplemento.
- 1981a. Orquídeas da Amazônia brasileira. **Bol. Assoc. Orquid. Amazon.**, 1(2): 16-24
- 1981b. Orquídeas das Campinas da Amazônia brasileira. **Bradea**, 3(23): 170-173.
- 1981c. Orquídeas das Campinas da Amazônia brasileira. **In: Anais do I Encontro de Orquidófilos e Orquidólogos do Brasil**, Rio de Janeiro, Expressão e Cultura. p. 19-43.
- 1982a. - Orquídeas da Amazônia brasileira II. **Bol. Assoc. Orquid. Amazon.**, 2(1): 85-88.

- 1982b. **Aspectos biológicos das Orchidaceae de uma Campina da Amazônia Central. III - Fitogeografia das Campinas da Amazônia brasileira.** Tese (Doutorado em Botânica. INPA-UFAM.) 345 p.
- 1983. Fitossociologia da Família Orchidaceae I. **Bol. Assoc. Orquid. Amazon.**, 3(5): 185 -188.
- 1987a. Orquídeas - Entrada e Dispersão na Amazônia. **Ciênc. Hoje**, 5(28): 44 - 51.
- 1987b. Orquídeas - Biologia Floral. **Ciênc. Hoje**, 5(28): 52-56.
- 1994. Orquídeas da Amazônia Brasileira III. **Bradea**, 6(35): 293-296.
- LACERDA, K.G.Jr. - 1982. Observações sobre o gênero *Coryanthes* na Amazônia brasileira. **Bol. Assoc. Orq. Amaz.**, 2 (6) : 126 – 136.
- MERA, P.S. – 1981. Orquídea flutuante? **Bol. Assoc. Orquid. Amazon.** 1: 37 – 47.
- ;VILHENA, R. - 1981. Estudos sobre a vegetação de campinas amazônicas VII.- Anatomia ecológica de *Epidendrum huebneri* Schltr. e *Phthirusa micrantha* Eichl. In: **Anais do I Encontro de Orquidófilos e Orquidólogos do Brasil.** Rio de Janeiro, Expressão e Cultura. p. 86 -106.
- BRIEGER, F. G. – 1962. Dispersão fitogeográfica e diversificação evolutiva em orquídeas. **Ciência e Cultura.** 14 (3): 169 – 170.
- 1964. A importância da Bacia Amazônica em estudos fitogeográficos e filogenéticos. **Ann. Congr. Soc. Bot. Bras.**, 14: 362 - 363.
- BRÜNING, E.F. – 1970. Stand structure, physiognomy and environmental factors in some lowland forests in Sarawak. **Trop. Ecology.** 11: 26 – 43.
- CAMPACCI, M. A. 2000. **Flora Brasileira – Orquídeas 1. São Paulo – SP. PCCD-ROM.**
- CASTRO, N. M. & MENEZES, N. L. – 1990. Considerações sobre a natureza as células altas da epiderme abaxial das folhas de *Paepalanthus* Kunth – (Eriocaulaceae. **Bol. Botânica**, Universidade de São Paulo, 12:95 – 100.

- CHATIN. – 1857. Anatomie des plantes aériennes de l'ordre des Orchidées. 2. mem. rhizome tige, feuilles. **Mem. Soc. Sc. Nat. De Cherbourg**. 5:33 – 69. (citado em Solereder & Meyer, 1930).
- CHIN, T. T – 1966. Effect of major nutrient deficiencies in *Dendrobium phalaenopsis* hybrids. **Amer. Orchid. Soc. Bull.** 35: 549 – 551
- CIBES, H. R. ; CERNUDA, C ; LOUSTALOT, A.J –1949. Vanilla physiological studies. **Fed. Expt. Sta. Rpt.** 19(48) : 22 -23
- COOBS, J; HALL D.O; LONG, S.P; SCURLOK, J.M.O – 1987. **Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis**. Pergamon Press, Oxford, 298 p.
- COUTINHO, L. M. – 1963. Algumas informações sobre a ocorrência do “efeito de Saussure” em epífitas e herbáceas terrestres da mata pluvial. **Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. USP., Botânica**, 288(20): 81 –98.
- 1964. Algumas informações sobre a capacidade rítmica diária da fixação e acumulação de CO₂ no escuro em epífitas e herbáceas da mata pluvial. **Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. USP., Botânica**, 289(21): 397 – 408.
- 1969. Novas observações sobre a ocorrência do “efeito de Saussure” e suas relações com a suculência, a temperatura e os movimentos estomáticos. **Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. USP., Botânica**, 331(24) : 77 – 102.
- 1970. Sobre a assimilação noturna de CO₂ em orquídeas e bromélias. **Ciên. & Cult.**, 22(4) 364 – 368
- CRAWLEY, M. J. – 2000a. Life History and Environment. **In: Plant Ecology**. 2^a. ed. Blacwell Science Ltd. Oxford. 73 – 131.
- 2000b. Sex. **In: Plant Ecology**. 2^a. ed. Blacwell Science Ltd. Oxford. 156 – 213.
- CRAIG, H. – 1957. Isotopic standars for carbon and oxygen and correction factors for mass spectrometric analysis of carbon dioxide. **Geoch. Cosmoch. Acta**. 12 : 133 – 140.
- CRUZ, J. – 1994. **Aspectos ecológicos de Orchidaceae epífitas do Campo Petrolífero do Rio Urucu, Amazonas – Brasil**. Manaus. Dissertação (Mestrado em Botânica. INPA-UFAM) 196 p.

- CUEVAS, E. – 1983. **Crecimiento de raíces finas y su relación com los procesos de descomposición de matéria orgánica y liberación de nutrientes em bosques del alto Río Negro em el Território Federal do Amazonas.** Dissertacion. IVIC. Caracas.
- Medina, E. – 1986. Nutriente dynamics within Amazonian forest ecosystems. I. Nutrient flux in fine litter fall and efficiency of nutrient utilization. **Oecologia**. 68: 446 – 472.
- CURRY, E. – 2001. Lenticel and cuticule disorders: a survey 2001 **IN: Washington tree fruit postharvest conference, Wsu-Tfree postharvest information network Wenatchee/WA**, march 13th and 14th. Disponível em <<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/proc/PC2001U.pdf>>. Acesso em 10/10/2004.
- CUTTER, E. – 1971. **“Plant Anatomy: Experiment and Interpretation. Parte 2. Organs”**. Addison – Wesley, Reading, Massachusetts.
- 1987. **Anatomia Vegetal. Parte II. Orgãos: Experimentos e Interpretação** Tradução de Gabriela Catena. Roca. São Paulo. 336 p.
- CYGE, T. – 1930. Etudes anatomiques et ecologiques sur les feuilles des Orchidées indigenes. **Extr. Mem. Acad. Polon. Sci. Lett.**, ser.B, Sci. Nat. (não paginado).
- Da SILVA, J. B. F. ; Da SILVA, M. F. F.1998. **Orquídeas Nativas da Amazônia Brasileira. Gênero *Catasetum* L.C. Rich. Ex Kunth.** M.P.E.G. Belém. 121p.
- 2000. Orquídeas nativas da Amazônia brasileira. Cd – Room produzido pelo **Museu Para. Emilio Goeld.**
- Da SILVA M.F.F.; SILVA, J.B.F.; ROCHA, A.E.S.; OLIVEIRA, F.P.M.; GOLÇSLVES, L.S.B.; SILVA, M. F. QUEIROZ, O.H.A. - 1995. Inventário da família Orchidaceae na Amazônia brasileira. Parte 1. **Acta Bot. Bras.** 9 (1) : 163 – 175.
- DASSONVILLE, C. - (1898). **Action des seis menéraux sur la forme et *alli* structure des végétaux.** Tese. Fac. Sciences Paris, Le Bigot Frères Ed., Paris. 187 p.
- DAVIDSON, O. W. – 1960. Principles of orchid nutrition. **Proc. Third World Orchid Conf.**, 147 – 157.

-----1967 Question box. **Am.Orchid Soc. Bull.** 36: 811.

DELF, E. M. – 1911. Transpiration and behaviour of stomata in halophytes. **Ann. Bot.** 25: 485 – 505.

-----1963a. Orchid ailments not caused by insects or diseases. I. **Am. Orchid Soc. Bull.** 36: 464 – 475.

Di CASTRI, F. – 1973. Climatographical comparisons between Chile and western coast of North America. **In: Mediterranean type of ecosystems. Ecological Studies 7.** (Eds. Di Castri & Mooney). 21 – 36.

DICKISON, W.C. – 2000. **Integrative Plant Anatomy.** Harcourt Academic Press. San Diego, 533 p.

-----;WEITZAMAN, A. L. – 1966. Comparative anatomy of the young stem, node, and leaf of Bonnetiaceae, including observations on a foliar endodermis. **Amer. Jour. Botany.** 83 (4) : 405 – 418.

DRESSLER, R. L. – 1981. **The Orchids, Natural History and Classification.** Cambridge, Harvard University Press. 332 p.

-----;DODSON, C. – 1960. Classification and phylogeny in the Orchidaceae. **Ann. Mo. Bot. Gard.** 47: 25 – 68.

DUCATTI, C; SALATI, E.; MATSUI, E. 1979. Método de análise da razão $^{13}\text{C} \ ^{12}\text{C}$ em matéria orgânica e das razões $^{13}\text{C} \ ^{12}\text{C}$ e $^{18}\text{O} \ ^{16}\text{O}$ em carbonatos. **Ann. Acad. Brasil. Ciênc.** 51 : 275 – 286.

DUCKE, A. & BLACK, G. A. - 1954. Notas sobre a fitogeografia da Amazônia brasileira. **Bol. Técn. IAN.** 29:1-62.

DUNN, E. L. - 1975. Environmental stresses and inherent limitations affecting CO_2 exchange in evergreen sclerophylls in mediterranean climates. **Ecological Studies** 12: 159 – 181.

DUNSTERVILLE, G. L. K. - 1973. Algumas orquídeas das mais altas regiões do Brasil. **Orquídea.** 30 (1).

- DYCUS, G.M., and KNUDSON, L. 1957. The role of the velamen of the aerial roots of orchids. **Bot. Gaz.** 119: 78 – 87.
- EHLERINGER, J. – 1991 . Temperature and energy budgets. **In: Plant Physiological Ecology. Field methods and instrumentation.** Edited by R.W.Pearcy and associates.Chapman and Hall.London. 117 – 136.
- OSMOND, C. B. – 1991. **Stable isotopes. In: Plant Physiological Ecology. Field methods and instrumentation.** Edited by R.W.Pearcy and associates.Chapman and Hall.London. 280 – 299.
- EPSTEIN, E. – 1972. **Mineral Nutrition of Plants: principles and perspectives.** John Wiley & Sons. 341p.
- ESAU, K. – 1960. **Anatomy of Seed Plants.** John Wiley Sons. Ney York. 376 p.
- 1974. **Anatomia das Plantas com Sementes.** Tradução de B.L. Morretes. Edgar Blücher. São Paulo. 293 p.
- EVANS, L. T. – 1971. **Evolutionary adaptative and enviromental aspects of the photosythetic pathway. Assessment photosynthesis and photorespiration.** Interscience. Wiley & Sons. 130 – 136.
- FAHN, A. – 1997 . **Plant Anatomy.** Butterworth-Heimenmann, Oxford. 588p.
- FALESI, L. C. – 1986. O estado atual dos conhecimentos sobre solos da Amazônia brasileira **In:Anais do Simpósio do Trópico Úmido.** EMBRAPA/CPTAU. Belém, v.1, 168-191.
- ;SOUZA CRUZ, E. ; PEREIRA, F. A. – 1971 Solos do distrito agropecuário da SUFRAMA (km 30/79. BR 174) Manaus. **Instituto de Pesquisa de Experimentação Agropecuária da Amazônia Ocidental. Série solo,1(1) 1 – 99.**
- FERREIRA, C. A. C. – 1997. **Variação florística e fisionômica da vegetação de transição campina, campinarana e floresta de terra firme na Amazônia central.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 112 p.

- FERRI, M. G. –1955. Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado e da caatinga. Estudo comparativo da economia de água de sua vegetação. **Bol.Fac.Ciê.Letr. USP.** 195 .Botânica. 12 ; 7 – 170.
- 1960. Contribution to the knowledge of the ecology of the “Rio Negro Caatinga” (Amazon). **Bull. Res. Counc of Israel** 8D (3-4) : 195 – 208.
- 1963. Evolução do conceito de xerofitismo. *Bol. Fac. Filos. Ciê. Letr. USP.* Botânica. 19: 101 –144.
- FITTAKAU, C. – 1973. As diferenças hidrológicas dos grandes rios da Amazônia. **Bol.Téc. Inst. Agro. Norte.** 25 (36)99 – 121.
- FOSTER, A.S. 1956. Plant idioblasts: remarkable example of cell specialization. **Protoplasma** 46: 184 – 193.
- GARAY, L. A. – 1960. On the origin of the Orchidaceae. **Bot. Mus. Leaflets.** 19 : 57 – 87.
- 1972 – On the origin of the Orchidaceae. II. **J. Arnold Arbor.** 53: 202 – 215.
- GEMMEL, A. R. – 1981. **Anatomia do Vegetal em Desenvolvimento.** Trad. Hans Heilmann. EPU: USP. São Paulo. 1981.
- GENTRY & DODSON, C. H. – 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Ann. Missouri Bot. Gard.**, 74(2) : 205 – 233.
- GOODLAND, R. – 1971. Oligotrofismo e alumínio no cerrado. **In: III Simpósio sobre o Cerrado.** Ed. Blücher & Ed. USP., 44 – 60 p.
- GRIFFITS, H. – 1989. Carbon dioxide concentrating mechanisms and the evolution of CAM in vascular epiphytes. **In: Vascular plants as epiphytes. evolution and ecophysiology.** ed. by U. Lüttge. Springer, New York. 42 – 86.
- HARBERLANDT, G. – 1914. **Physiological plant anatomy.** Macmillian Co., London.
- _____1965. **Physiological plant anatomy.** Stechert Hafner. New York. 520 p.

- HERRERA, R. ; JORDAN, C.F.; KLINGE, H. ; MEDINA, E. – 1978. Amazon ecosystems. Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. **Interciencia**. 3:223 - 232
- HEYWOOD, V. H. – 1970 **Taxonomia Vegetal**. Estudos de Biologia 5. Trad. De Kurt Hell. Editora Nacional. e USP. 108 p.
- 1996. **Les Plantes À Fleurs** Ed. Nathan. Paris. 335p.
- HOEHNE, F. C. – 1945. Orchidaceae. In: **Flora Brasílica**. 12 (1) 254p.
- 1949. **Iconografia de Orchidaceae do Brasil**. Secretaria de Agricultura. São Paulo. 301 p., 300 tab.
- HOLTHE, A.; STERNBERG, L. S.; Ting, I.P. – 1987. Developmental control of CAM in *Peperomia scandens*. **Plant Physiol**. 84: 743 – 747.
- HOLTTUM, R. – 1953. **Orchids of Malaya**. Government Print. Office. Singapore. (paginação incompleta)
- 1955. Growth habits of monocotyledons – Variations on a theme. **Phytomorphology**. 5: 399 – 413.
- 1960. The ecology of tropical epiphytic orchids. In: Proceedings of the Third World Orchid Conference. **The Royal Horticultural Society**. London. 126 – 204
- HOLM, T. 1900. Root structure of North American Orchideae. **America Journal of Science** 18: 197 – 212.
- HUTCHINGS, M. J. – 2000. The Structure of Plant Populations. In: **Plant Ecology**. 2^a. ed. Blacwell Science Ltd. Oxford. 325 – 358.
- IBGE - 1993. **Mapa da vegetação do Brasil**. Distribuição regional natural. 1 mapa: cor verde-avermelhado. 1,20m x 1,30m. Escala 1:20.000.000. Rio de Janeiro.
- INPA. – 1998. **Porque Salvar a Floresta Amazônica**. Manaus. 114 p.
- INPE – 1992. **Imagem de satélite**. São José dos Campos, São Paulo.

- JANSE, J. M. – 1886. Imitierte Pollenkörner bei *Maxillaria* sp. **Bericht. Dtsch. Bot. Ges.** 4: 277- 283.
- JANZEN, D. H. – 1974. Tropical blackwater rivers, animals and mast fruit by Diptero-carpaceae. **Biotropica**, 6(2)69 –103.
- 1980. **Ecologia Vegetal nos Trópicos**. Temas de Biologia 7. EPU/EDUSP. São Paulo. 79 p.
- JOHANSEN, D. A. - 1940. **Plant Microtechnique**. Mata McGraw Hill Publishing Co.Ltd Bombay - New Dehli, Second Edition. 532p.
- JONES, G.H – 1992 **Plants and microclimate**. Cambridge University Press, New York. 428 p.
- JUNIPER, B. E. ; JEFFREE, C. E. – 1983. **Plant Surface**. Edward Arnold (Publishers) Lmt. London. 93 p.
- KARABOURNIOTIS, G. ; PAPADOPOULOS, K. ; PAPAMARKOU, M. ; MANETAS, Y. – 1992. Ultra violet-B radiation absorbing capacity of leaf hairs. **Physiol. Plant.** 86 : 414 – 418.
- KLINGE, H. – 1985. Foliar nutrient levels of native tree species from central Amazonia. 2. Campina. **Amazoniana**. IX (3) 281 – 295.
- KLUGE, M. ; TING, I. P. – 1978. **Crassulaceam Acid Metabolism. Ecological Studies**. Springer Verlag. Berlin. 30 p.
- KOLLER, A.L. &ROST, T.L. – 1988 Structural analysis of water storage tissue in leaves of *Sansevieria* (Agavaceae). **Botanical Gazette** 149:260 - 274
- KRAMER, P. J.; KOZLOWKSI, T. T. – 1979 . **Physiology of trees**. 2. McGraw-Hill, New York. 745p.
- KRÜGER, P. – 1883. Die oberirdischen Vegetationsorgane der Ochideen in ihren Beziehungen zu Klima und Standort. **Flora**. 66: 435,451,467,499,515.
- KUMMEROV, J. – 1973. Comparative anatomy of sclerophylls of Mediterranean climatic areas . In: **Ecological Studies**. Ed. by Castri & Mooney. Springer-Verlag, Berlin. 7: 157 – 167.

- LACERDA Jr., K. G. – 1981. Habitats das Orquídeas da Amazônia brasileira. Bol. **Asso. Orq. Amaz.**, 1(8): 77 – 80.
- 1982. Como cultivar *Cattleya eldorado*. **Boletim da AOA**. 2 (1): 83 - 85.
- 1995. Amazon discovery of new species and extinction. In: **Brazilian Orchids**. Ed. K. G. Lacerda. Sodo Publishing. 8-123.
- LACEY, A. J. –1999. Basic optical microscopy. In: **Light Microscopy in Biology**. Edited by A J. Lacey. Oxford University Press.Oxford. 1- 44.
- LANGE, O. L. ; LANGE, R. - 1963. Untersuchungen über Blattemperaturen, Transpiration und Hitzeresistenz na Pflanzen mediterraner Standorte (Costa Brava, Spanien). **Flora**. 153: 387 – 425.
- LARCHER, W. - 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. Rima, São Carlos, 531p.
- LAWLER, L. J. – 1984. *Ethnobotany of the Orchidaceae*. In: **Orchid Biology: Reviews and Perspective. III**. Ed. by Joseph Arditti. Comstock Publishing Associates. 27 – 149 p.
- LIRA, M.P.S. - 2002. **Propagação in vitro de *Cattleya eldorado* utilizando diferentes meios de cultura**. Dissertação (Mestrado em Botânica, INPA/FUA) 83 p.
- ,BONATES, L.C.M.; BRAGA, P.I.S. -1997. Variação na densidade e no complexo estomático em epidermes de folhas de espécies nativas da Amazônia do gênero *Catasetum (Orchidaceae)*. **Anais da VI Jorn. Inic. Cien. do INPA**. 65 – 68.
- LISBOA, P. - 1975. Observações gerais e revisão bibliográfica sobre as campinas amazônicas de areia branca., **Acta amazônica**, 5(3) : 211-223.
- 1976. Estudos sobre a vegetação das campinas amazônicas VI – Aspectos ecológicos de *Glycoxylon inophyllum* (Mart. Ex Miq.) Ducke. **Acta Amazonica**. 6 (2) : 193 – 211.
- LISBOA, R. – 1976. Estudos sobre a vegetação das campinas amazônicas V – brieologia de uma campina amazônica. **Acta Amazonica**. 6 (2): 171 – 186.

- LLERAS, E. – 1977. Differences in stomatal number per unit area within the same species under different microenvironmental conditions: a working hypothesis. **Acta Amazonica**. 7 (4) : 473 – 476.
- 1978. Aspectos básicos da morfologia e anatomia das folhas e sua relação com parâmetros fisiológicos. **Anais do II Cong. Lati-Ameri. Botânica**. Brasília. Brasil.
- KIRKBRIDE Jr. H. – 1978. Alguns aspectos da vegetação da serra do Cachimbo. **Acta Amazonica**. 8 (1) 51 – 65.
- LÖSCH, R. – 1987. Die produktionsphysiologie von *Aeonium gorgoneum* und andere nicht-kanarischer Aeonien (Phanerogamae: Crassulaceae). **Cour. Forsch. Inst.** 95: 201 – 209.
- LOVELESS, A. R. – 1961. A nutritional interpretation of sclerophylly based on differences in the chemical composition of sclerophyllous and mesophytic leaves. **Ann. Bot.** 25: 168 – 184.
- 1962. Further evidences to support a nutritional interpretation of sclerophylly. **Ann. Bot.** 26 : 549 – 561.
- LUIZÃO, F. J. – 1995. **Ecological Studies in Contrasting Forest Types in Central Amazônia**. Thesis (PhD. University of Stirling) Scotland, UK.288 p
- LÜTTGE, U. - 1997. **Physiological Ecology of Tropical Plants**. Springer Verlag, New York. 384p.
- LUZ, F. J. F. – 2001. Orquídeas na Amazônia. **IBC**. São Paulo. 1(1) 66p.
- LYSHEDE, O. B. – 1982. Structure of the outer epidermal wall in xerophytes **In: The Plant Cuticle**. Editors Cutler, D. F. ; Alvin, K. L. ; Price, C. E. Linnean Society Symposium Series 10. Academic Press. London. 87 – 98.
- MCMILLEN, G. G. ; MCCLENDON, J. H. - 1979. Leaf Angle: an adaptive feature of sun and shade leaves.**Bot.Gaz.** 140 (4) : 437 – 442.
- MADSON, M. -1977. Vascular epiphytes: Their systematic occurrence and salient features. **Selbyana**, 5(2):207-213.

- MARÍN, D. ; MEDINA, E. – 1981. Duración foliar, contenido de nutrientes y esclerofilia em árboles de um bosque muy seco tropical. **Acta Cient. Ven.** 32 : 508 – 514.
- MARSCHNER, H. 1995 – **Mineral Nutrition of Higher Plants**. San Diego, Academic Press.
- MAUSETH, J.D. 1995. **Plant Anatomy**. Beijamim / Cumming Publissing company, Menlo Park.
- MAXIMOV, N. A. – 1931. The physiological significance of the xeromorphic struture of plants. **Jour. Ecol.** 19: 273 – 282.
- MEDEIROS, R.B. ; FERREIRA, M.A.S.V. & DIANESE, J. C. – 2003. **Mecanismo de agressão e defesa nas interações planta – patógeno**. Ed. Universidade de Brasília, Brasília, 290p.
- MEDINA, E. – 1974. Dark CO₂ fixation habitat preference and evolution within the *Bromeliaceae*. **Evolution.** 28: 677 – 686.
- 1977. **Introducion a la Ecofisiologia Vegetal**. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. OEA. Washington D.C. 102 p.
- 1987. **Aspectos ecofisiológicos de plantas CAM em los trópicos**. In: **Ecologia y ecofisiologia de plantas em los bosques meso americanos**. Ed. Manuel Chavanía & Julian M.N. 55 – 70.
- 1996. *Cam and C₄ Plants in the humid tropics* **IN: Tropical Forest Plant Ecophysiology**. . Edited by S.S.Mulkey, R.L. Chazdon, A P.Smith.Chapman & Hall, New York, 56 – 88..
- ;CUEVAS, E. -1989 . **Patterns of nutrient accumulation and release im Amazoniam forests of the upper Rio Negro basin**. In: **Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems**. Ed. By J.Proctor. Blackwell Oxford. 217 – 240.
- 1994. Mineral nutrition: humid tropical forests. **Prog. Bot.** 55 : 115 - 129
- ;TROUGHTON, J. H. – 1974 – Dark CO₂ fixation and the carbon isotope rations in *Bromeliaceae*. **Plant. Science Letters.** 2: 357 – 362.

- ; BIFANO, T.; DELGADO, M. – 1976. Diferenciación fotosintética en plantas superiores. **Interciência**. 1(2): 96 – 104.
- ; DELGADO, M. ; TROUGHTON, J. H. ; MEDINA, J. P. - 1977. Physiological ecology of Co₂ fixation. **Bromeliaceae Flora**, 166: 137-152.
- ; SOBRADO, M. ; HERRERA, R. – 1978. Significance of leaf orientation for leaf temperature in an Amazonian sclerophyll vegetation. **Rad. Env. Biophys.** 15: 131 – 140.
- ; GARCIA, V. ; CUEVAS, E. – 1990. Sclerophylly and oligotrophic environments: relationships between leaf structure mineral nutrients content and drought resistance in tropical forest of upper Rio Negro Region. **Biotrop**. 22(1) : 51 – 64.
- MEDITSCH, J. O. – 1966b. Fósforo em pares vicariantes, não vicariantes e em vegetais do cerrado. **Engenharia e Química** 18 (5) : 5 – 7.
- MEDRI, M. E. - 1977. **Alguns aspectos da anatomia ecológica da folha de Hevea brasiliensis**. Arg. Disertação (Mestrado em Botânica. INPA-FUA). 108 p.
- 1980. **Anatomia comparada e correlações anátomo-fisio-ecológicas de seis clones de Hevea spp.** Tese (Doutorado em Botânica. INPA-FUA) 428 p.
- MEIDNER, H. ; MANSFIELD, T. A. – 1968 . **Physiology of stomata**. McGraw-Hill, London, 178 p.
- METCALFE, C. R. ; CHALK, L. – 1979. **Anatomy of Dicotyledons. systematic anatomy of leaf and stem, with a brief history of the subject**. Vol. 1. Clarendon Press. Oxford. 325 p.
- MIRANDA, F. E. L. F. - 1982. As variedades da *Cattleya eldorado* Linden. **Bol. Assoc. Orquid. Amazon.**, 2(2): 91-95.
- 1996. **Orquídeas da Amazônia brasileira**. Expressão e Cultura. Rio de Janeiro. 1991 p.
- MÖBIUS, M. – 1887. Über den Anatomischen Bau der Orchideeblätter und Dessen Bedeutung für das System dieser Familie. **Jahrb. Wiss. Bot.** 18: 530 – 607.

- MOONEY, H. A. ; DUNN, L. – 1970b. Photosynthetic systems of mediterranean-climate shrubs and trees of California and Chile. **Amer. Naturalist**. 104: 447 – 453.
- MORIN, E. – 1999. **Ciência com consciência**. 3 ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.
- MORRETES, B.L. & FERRI, M. G. - 1972. Contribuição ao conhecimento da anatomia de folhas de plantas de uma "Caatinga do Rio Negro" (Amazonas). **Rev. Biolog.**, 8(1 - 4): 97-122.
- MORROW, P. ; MOONEY, - 1974. Drought adaptation in two Californian sclerophylls. **Oecologia**. 15 : 205 – 22.
- NELSON, B.W. 1996. Caracterização da Flora Amazônica por Satélite. **In: Uma estratégia latino americana para Amazônia**. (2). Ed. Memorial-UNESP/SP. 127-148.
- NKORTHEN, R. T. - 1984. Their innocent past, their promising yet previlous future. **IN: Orchid Biology Reviews Perspectives. III**. Edited by Joseph Arditti. Comstock Publishing Associates.19 - 26.
- NOBEL, P. S. ; LONG, S.P. – 1987. **Canopy structure and light interception**. **In: Techniques in bioproductivity and photosynthesis**. Ed. Coobs and associates. Pergamon Press.Oxford. 41 - 49
- NORDENKAMPF, B. H. R - 1987. Shoot morphology and leaf anatomy in relation to photosynthesis. **In: Techniques in bioproductivity and photosynthesis**. Ed. Coobs and associates. Pergamon Press.Oxford. 107 – 117.
- NUERNBERGK, E. – 1963. On the carbon dioxide metabolism of orchids and its ecological aspect. **Proc. Fourth World Conf.**, 158 – 169.
- NULTSCH, W. – 2000. **Botânica Geral**. 10^a. ed. Revisada e aumentada. Artes Médicas Sul Edt. Porto Alegre. 489 p.
- O'LEARY, M.H.-1981. Carbon isotope fractionation in plants. **Phytochemistry**. 20 : (4) 553 – 567.

- OLANTUNJI, O.A. & NENGIM, R.O. - 1980. Occurrence and distribution of tracheoidal elements in the Orchidaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**. 80:357 – 370.
- OLIVEIRA, V.C & SAJO, M. G.1999. Anatomia foliar de espécies epífitas de Orchidaceae. **Revista Brasil**, São Paulo, V. 22, n. 3, p. 365 – 374,
- OPPENHEIMER, H. R. – 1970. Drought resistance of cypress and thuya branchlets. *Israel Journal Botany*. 19 : 418 – 428.
- OSMOND, C. B. - 1978. Crassulaceam acid metabolism: a curiosity in context. **Ann. Rev. Plant. Physiology**. 29: 379 – 414.
- ;ALLAWAY, W. G.; SUTTUN, B.G.; THOUGHTON, J. H.; QUEIROZ, O.; LUTTGE, V.; WINTER, K. – 1973. Carbon isotopoe descrimination in photosynthesis of CAM plant. **Nature**. 246: 41 – 42.
- WILLIAN, W. A. III ;STANLEY, D. S. – 1991. Crassulacean acid metabolism **In: Plant Physiological Ecology. Field methods and instrumentation**. Edited by R.W.Pearcy and associates.Chapman and Hall.London. 255 – 280.
- PABST, G.F. J. – 1967. As Orchidaceae do Território Federal do Amapá. Atlas. **Simp. Biota Amazônica**, 4 (botânica). 167 – 186.
- ;DUNGS - 1975. **Orchidaceae brasilienses**, 1. Hildesheim, Brücke-Verlag Kurt Schmersov. 408 p.
- 1977. **Orchidaceae brasilienses**, 2. Hildesheim, Brücke-Verlag Kurt Schmersov. 418 p.
- PATIÑO, J. C. – 1986. **Microtecnia Vegetal**. Editorial Trillas. México. 106 p.
- PAVIANI, T. I. – 1983. Situação da anatomia ecológica no Brasil. **Ciência e Cultura** 36 (6) 927 – 932.
- PENNINGSFELD, F ; FAST, G. – 1970 – Ernährungstragen bei *Paphiopedilum callosum*. **Gartenwelt**. 9: 205 – 208.
- 1973. Ernährungstragen bei *Disa uniflora*. **Die Orchidee**. 24 : 10 –13.

PIRES, J. M. – 1973. **Tipos de Vegetação da Amazônia**. Museu Paraense Emílio Goeld. Publicação Avulsa 20, 79 – 209.

POOLE, H. A ; SHEEHAN, T. J. – 1980. **Mineral nutrition in orchid**. In: **Orchid Biology. Reviews and Perspectives II**. Ed. by Joseph Arditti. Comstock Publishing Asso. 194 – 212.

-----SEELEY, J. G. - 1978 Nitrogen potassium and magnesium nutrition of three orchid genera. **J. Amer. Soc. Hort. Sci**, 103 : 485 – 488.

PRANCE, G.T. – 1975. Estudos sobre a vegetação das campinas Amazônicas. Introdução a uma série de publicações sobre a vegetação de campinas amazônicas. **Acta Amazonica**, 5 (3) 207 – 209.

-----1987. Vegetation. In: **Biogeography and Quaternary History in Tropical America**. Ed. Whitmore & Prance Oxford. Claredon Press. 28-44.

PRIDGEON, A.M. - 1982. Diagnostical anatomical characters in the *Pleurothallidinae* (Orchidaceae). **Amer. Jour. Botan.**, 69 (6):921-938.

-----1983. The velamen and exodermis of orchid roots. In: **Orchid Biology. Reviews and Perspectives**. Edited by J. Arditti, Cornell University Press, London. Vol. IV, 141 – 192.

-----1993. Systematic leaf anatomy of *Caladenia* (Orchidaceae). **Kew Bulletin** 48: 533 – 543.

PROCÓPIO, S. O.; SELVA, E. A. M.; SELVA A.A. & FERREIRA, A. F. – 2003. **Anatomia foliar de plantas daninhas do Brasil**. Volume I – Viçosa, MG, 118 pg.

RAGHAVENDRA, A. S. ; DAS, V. S. R. - 1978. The occurrence of C₄ photosynthesis: a supplementary list of C₄ plants reported during late 1974 mid 1977. **Photosynthetica**. 12: 200 –208.

RAUNKIAER, C. – 1934. **The life forms of plants and statistical geography**. Claredon Press. Oxford. U.K.

- RASMUSSEN, H. – 1987. Orchid Stomata. Structure, Differentiation, Function and Phylogeny. **In: Orchid Biology – reviews and perspectives.** Edited by J. Arditti, Cornell University Press, London. Vol. IV, 106 – 138.
- REICHARDT, K. ; SANTOS, A. ; NASCIMENTO FILHO, V. - 1975. Movimento de água subterrânea em ecossistema de campina amazônica. **Acta Amazonica.** 5(3)287 – 190.
- REYNOLDS, A . J.- 1999. Histomorphometry. **In: Light Microscopy in Biology.** Edited by A J. Lacey. Oxford University Press.Oxford. 311.- 340.
- RIBEIRO, J. S. B. ; BRINGEL, S. R. B. ; SANTOS, A. – 1978. Hidroquímica da Amazônia. II. Flutuações no fluxo de saída de nitrogênio e fósforo em dois ecossistemas da Amazônia. **Acta Amazonica** 8(3) 409 – 416.
- RIBEIRO, M. N. G. & SANTOS, A. - 1975. Observações macroclimáticas no ecossistema Campina Amazônica. **Acta Amazonica** 5(2) :183-189.
- RICHARDS, P. W. – 1952. **The tropical rain forest.** Cambridge University Press. London. 450p
- 1957. **The tropical rain forest.** Second edition Cambridge University Press. London. 450p
- RIZZINI, C. T. – 1997. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos.** 2ª edição (revisada por Cécilia Rizzini) Âmbito Cultural Ed. Ltda. Rio de Janeiro. 747 p.
- ROBINSON, J.B.D. – 1983. **Diagnosis of Mineral Disorders in Plants.1-principles.** H.M.S.O. London, 172 p.
- RORISON, I. H. - 1969. **Ecological Aspects of Mineral Nutrition of Plants.** Blackwell S. P., Oxford. 484 p.
- RUZIN, S. E. –1999. **Plant Microtechique and Microscopy.** Oxford University Press. Oxford. 322 p.
- SAKAMOTO, T. - 1957. Trabalhos sedimentológicos, geomorfológicos e pedogenéticos referentes à Amazônia. **FAO/UNESCO,SEPVEA.** Mimeografado.

- SALISBURY, F.B. – 1996. **Units, Symbols, and Terminology for Plant Physiology**. Oxford University Press, Oxford, 234 p.
- SALVESTRINI, F.M.D. – 2002. **Distribuição espacial e o comportamento de forrageio de *Encyclia mapuerae* (Hub.) e *Epidendrum huebneri* Schltr. na Reserva Biológica de Campina (INPA/SUFRAMA) Manaus – AM, Brasil.** (Dissertação de Mestrado INPA-FUA) 60 p.
- SANFORD, W. W. – 1974a. The ecology of orchids. **In: The orchids. Scientific studies**. Edited by C.L. Withner. John Wiley, New York. 1–100.
- 1974b. An ecological analysis of the genus *Bulbophyllum* in West Africa. **Am. Orchid Soc. Bull.**
- ;ADANLAWO, I. - 1973. Velamen and exodermis characters of West African epiphytic orchids in relation to taxonomic grouping and habitat tolerance. **Linn. Soc. Bot. Jour.** 66:307 – 321.
- SANTOS, A. ; RIBEIRO, M. N. G. – 1975. Nitrogênio na água do solo no ecossistema Campina Amazônica. **Acta Amazonica.** 5 (2) 173 – 182.
- SCATENA, V.L. & NUNES, A.C. 1996. Anatomia de *Pleurothallis rupestris* Lindl. (Orchidaceae) dos campos rupestres. **Bol. Bot. USP.** 15:35 – 43.
- SEDDON, G. –1974. Xerophytes, xeromorphs and sclerophylls: the history of some concepts in ecology. **Biol. J. Linnean Soc.** 6: 65 – 87.
- SHIELDS, L. M. – 1950. Leaf xeromorphy as related to physiological and structural influence. **Bot. Ver.** 16: 399 – 447.
- SHEEHAN, T. J.- 1961. Effects of nutrition and potting media on growth and flowering of certain epiphytic orchids. **Amer. Orchid Soc. Bull.** 30: 289 - 292
- SHUBART, H. O. R. – 1983. Ecologia e utilização das florestas In: **Amazônia - desenvolvimento, integração e ecologia**. editado por E. Salati e associados. CNPq, Ed.Brasiliense, São Paulo. 3: 101 – 126.
- SIOLI, H. – 1960. Estratificação radicular numa caatinga baixa do alto rio Negro. **Bol. Mus. Par. Emil.Goel. Nova Série Botânica** 10, 1 – 9.

- SILVA, L. M. ; ALQUINI, Y. & CAVALLET, V. J. – 2005. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta bot. bras.** 19 (1) : 183 – 194.
- SOBRADO, M. A. ; MEDINA, E. – 1980. General morphology, anatomical structure, and nutrient content of sclerophyllous leaves of the “Bana” vegetation of Amazonas. **Oecologia.** 45: 431 – 345.
- SOLEREDER, H.; MEYER, F. – 1930. **Systematische Anatomie der Monokotyledonen.** 6: 92 – 242.
- SOUZA, V. C. & LORENZI, H. – 2005. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II.** Ed. Instituto Plantarum, São Paulo, 639 pg.
- SPECHT, R. L. ; WOMERSLEY, J. S. – 1979. Heathlands and related shrublands of Malasia (with particular reference to Borneo and New Guniea) **In: Ecosystems of the World.** Vol. 9 a. R.L.Specht ed. Elsevier Publ.Co., Amsterdam. 331 – 388.
- SPRUCE, R. – 1908. **Notes of botanist on the Amazon and Andes.** 2 v. A. R. Wallace, CAMmillan. London.
- STRASBURGUER, E. – 1981. **Tratado de Botanica.** 6^a . ed. Española. Editorial Marín. Barcelona. 798 p.
- STTEBBINS, G. L. – 1974. **Processos de evolução orgânica.** Trad. De Sergio e Paulo Rodrigues. EDUSP. São Paulo. 182 p.
- SZAREK, S. R ; THING, I. P. – 1977. The occurrence of Crassulaceam acid metabolism among plants. **Photosynthetica.** 11: 330 – 342.
- ;TROUGHTON, J. H. – 1976. Carbon isotope rations in Crassulaceam Acid Metabolism plants (Seasonal patterns plants in natural stands). **Plant Physiology.** 58 : 367 – 370.
- TERASHIMA, I. ; SAEKI, T. – 1985. A new model for leaf photosynthesis incorporating the gradients of light environment and of photosynthetic properties of chloroplasts within a leaf. **Ann. Bot.** 56: 489 – 499.
- TOMINSKI, P. – 1905. **Die anatomie des Orchidenblattes in Abhängigkeit von Klima und Standort.** Thesis, Berlin (citado em Solereder & Meyer, 1930)

- TROUGHTON, J.H. ; CARD, K. A. & Hendy, C. H. - 1978. Photosynthetic pathways and carbon isotope discrimination by plants. **Carneg. Int. Yearbook.** 73: 768-780.
- TURENSEN, G. – 1922. The genotypical response of the plant species to the habitat. **Hereditas.** 3: 211 – 350.
- TURNER, N.C. & KRAMER, P. J. – 1980. **Adaptations of Plants to Water and High Temperature Stress.** Wiley Sons. Stanford, California. 482 p.
- VALENTIN, J. L. – 2000. **Ecologia Numérica. Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos.** Editora Interciência. Rio de Janeiro. 117 p.
- VAN FLETT, D. S. – 1942. The development and distribution of the endodermis and associated oxidase system in monocotyledonous plants. **Amer. Jour. Botany.** 29 : 1 – 15.
- VASILESKAIA, V. K. – 1954. **Formation of leaves of drought-resistant plants.** Akad. Nauk Turkmen SSR. 183 p.
- VIA, S. – 1994. The evolution of phenotypic plasticity: what do we really know? **In: Ecological Genetics.** Edited by. Leslie A. Real. Princeton University Press. New Jersey. 35 – 57.
- VIEIRA SALGADO, I. ; OLIVEIRA FILHO, J. P. – 1962 . As caatingas do rio Negro. **Bol. Mus. Par. Emil. Goel.** 42: 7 – 32.
- VILHENA, R - 1978. Anatomia foliar de três espécies de *Humiriaceae*. **Acta Amazonica.** 8(1) : 25-43.
- VOGELMANN, T. C. ; BJÖRN, L. O. – 1986. Plants as light traps. **Physiol. Plant.** 68 : 704 – 708.
- YAMASA K, H; SAKIHAMA, Y & IKEHARA, N – 1997. Flavonoid – peroxidase reaction as detoxification mechanism of plant cell against H₂ O₂ – **Plant Physiol.** 19:481 – 486.
- WAECHTER, J. L. - 1980. **Estudo fitossociológico das orquídeas epifíticas da floresta paludosa do Faxinal, Torres, Rio Grande do Sul.** Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, UFRGS, 104p.

- WALKER, R. B. – 1991. **Measuring mineral nutrient utilization. In: Techniques and approaches in forest tree ecophysiology.** Eds. Lassoie & Hinckley. CRC Press. Boca Raton. 183 – 206.
- WALTER, H. – 1968. **Die Vegetation der Erde.** Bd. II. VEB Gustav Fischer. Verlag, Jena. 1001 p.
- 1971. **Ecology of tropical and subtropical vegetation.** Oliver & Boyd. 539p.
- 1986. **Vegetação e Zonas Climáticas: tratado de ecologia global.** EPU. São Paulo. 325 p.
- WALTER, K. S – 1983. Orchidaceae (Orquídeas, Orchids). **In: Costa Rican Natural History.** Janzen, D. H., University of Chicago Press, Chicago. 282 – 292.
- WENT, F.W. – 1940. Soziologie der epiphyten eines tropischen Urwaldes. **Ann. Jard. Bot. Buitenzorg.** 50 : 1 – 98.
- WHATLEY, J. M. ; WHATLEY, R. W. – 1982. **A luz na vida das plantas.** Temas de Biologia Vol. 30. Ed. USP. São Paulo. 101 p.
- WHITE, J. H. 1907 – **On polystely in roots of Orchidaceae.** University of Toronto Studies, Biological Series 6 : 179.
- WIESBERG, L.H.G. -1981. O Teor de Carbono 13 como indicador do tipo de metabolismo na fixação de CO₂ por orquídeas. **In: Anais do I encontro de Orquidófilos e Orquidólogos do Brasil. Rio de Janeiro,** Expressão e Cultura.p. 127-138.
- WILLMER, C.; FRICKER, M. – 1996 **Stomata.** Topics in plants functional biology :2. Chapman & Hall, London, 375 p.
- WINTER, K. ; OSMOND, C. B.; HUBICK, K.T. – 1986. Crassulacean acid metabolism in the shade. Studies on na epiphytic fern, *Pyrrosia longifolia*, and other rainforest species from Australia. **Oecologia.** 68 : 224 – 230.
- WITHNER, C. L. - 1959. **The orchids. A scientific survey.** Ronald Press Company, New York: 648.

-----;NELSON, P. K. ; WEJKSNORA, P. J. – 1974. *The anatomy of orchids*. In: **The orchids. Scientific studies**. Edited by C.L. Withner. Jonh Wiley, New York. 347 – 367.

ZAKREJS, J. –1976. Nutrition of Cattleya by different sources of nitrogen. **Proc. 8th World Orchid Conf.** 414 – 419.

ZIENGENSPECK, H. – 1938. Filogenia dos estômatos. **Bot. Arch.** 39 : 286 – 306.