

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 alii*, 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 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 exodermais 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 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	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 %	

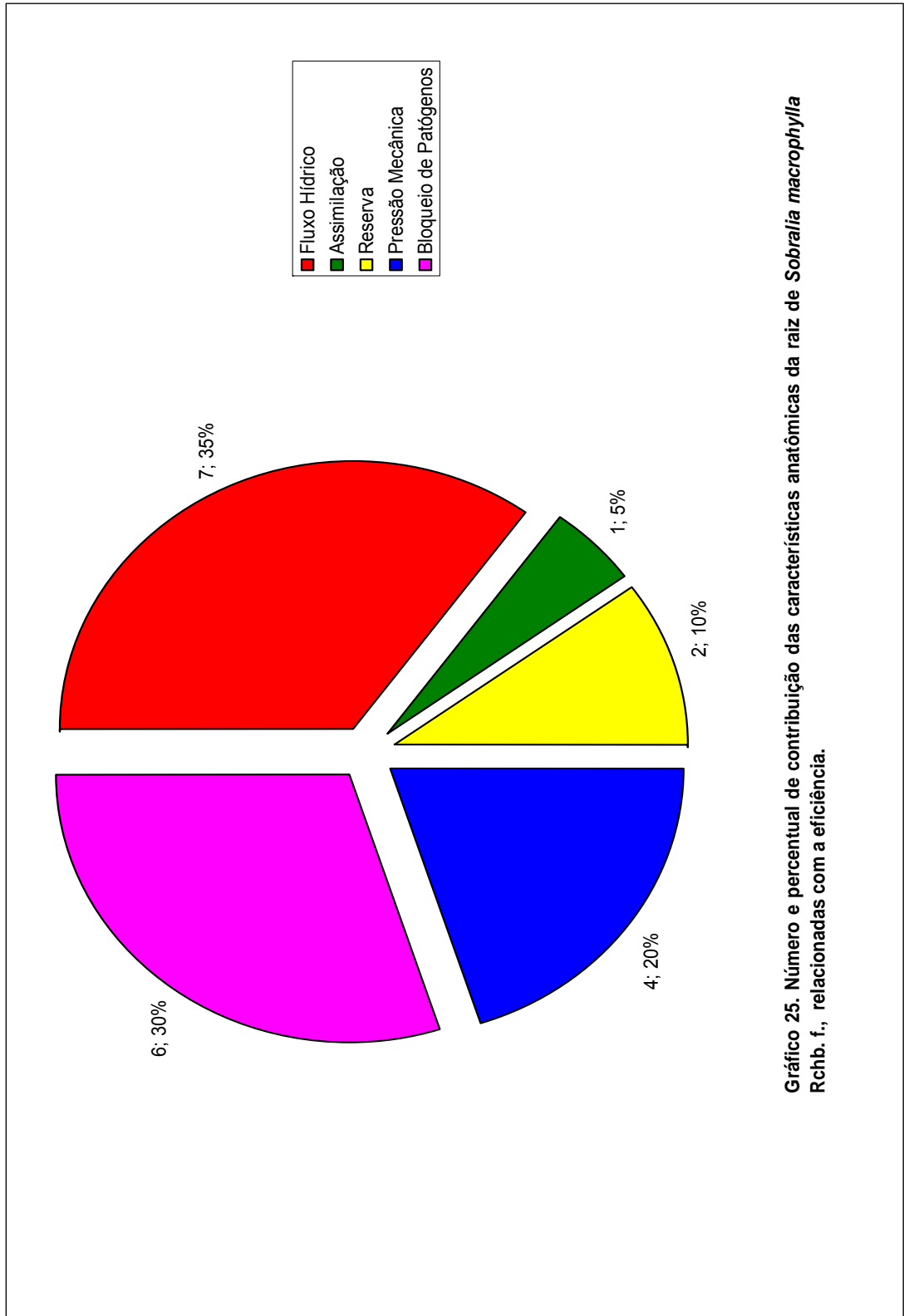


Gráfico 25. Número e percentual de contribuição das características anatômicas da raiz de *Sobralia macrophylla* Rchb. f., relacionadas com a eficiência.

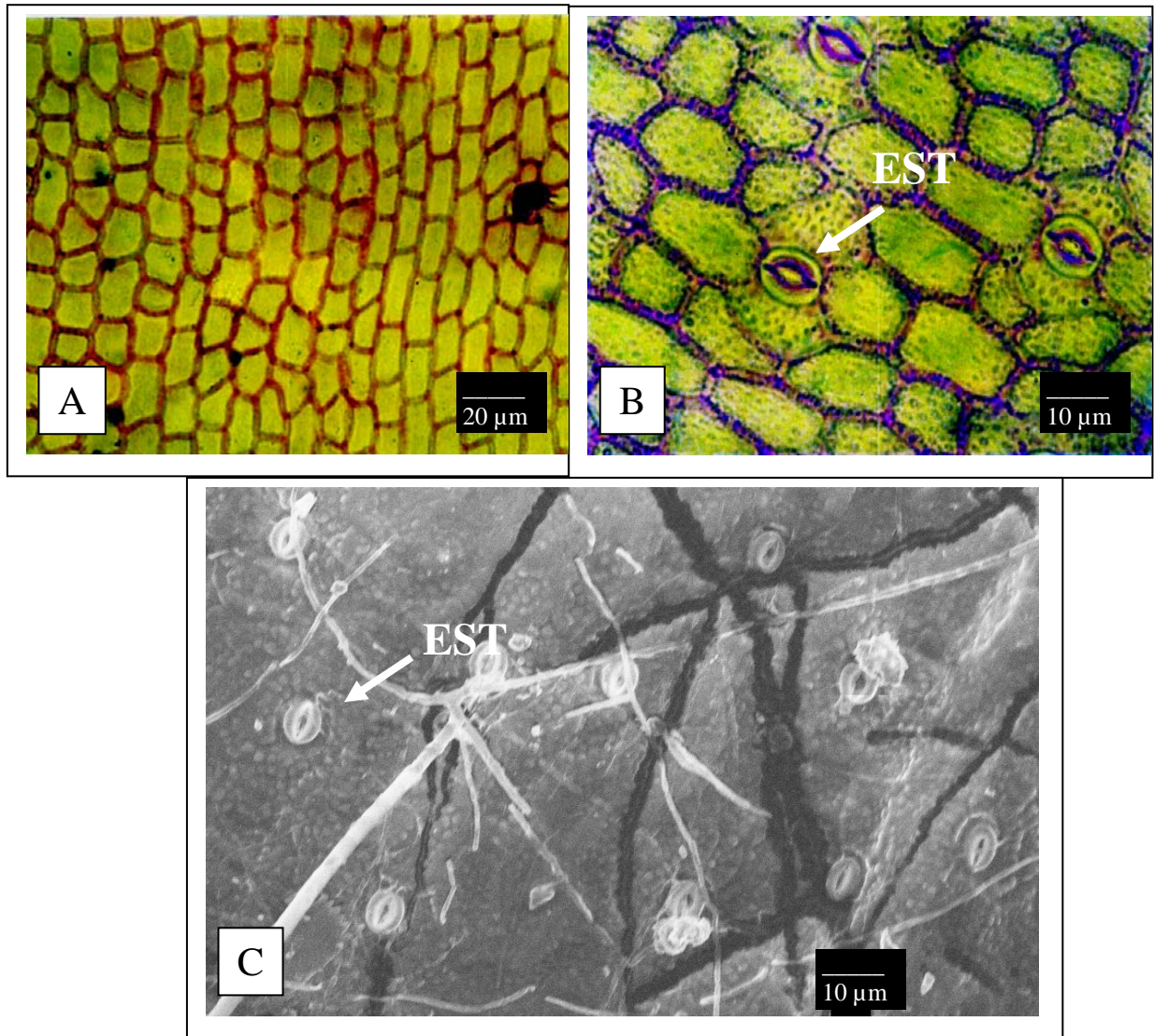


Figura 95 – Aspecto da epiderme de *Sobralia macrophylla*. A: Epiderme adaxial, Tricoma (T). B: Epiderme abaxial com Estômato (EST). C: Epiderme abaxial com Estômatos (EST) e hifas.

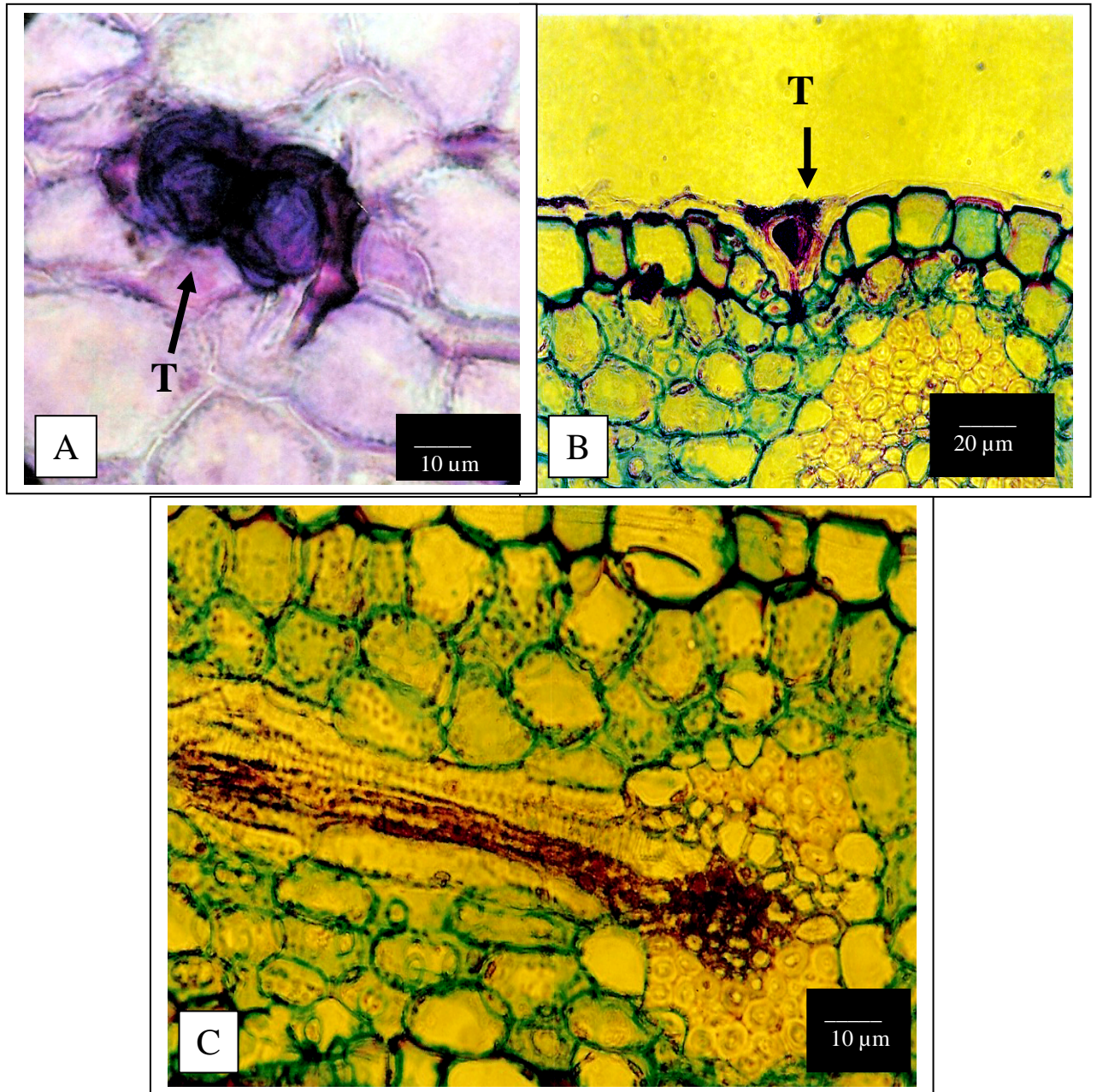


Figura 96 – Aspecto da folha de *Sobralia macrophylla*. A e B: Tricomas germinados (T). C: Feixe fibrovascular do tipo III.

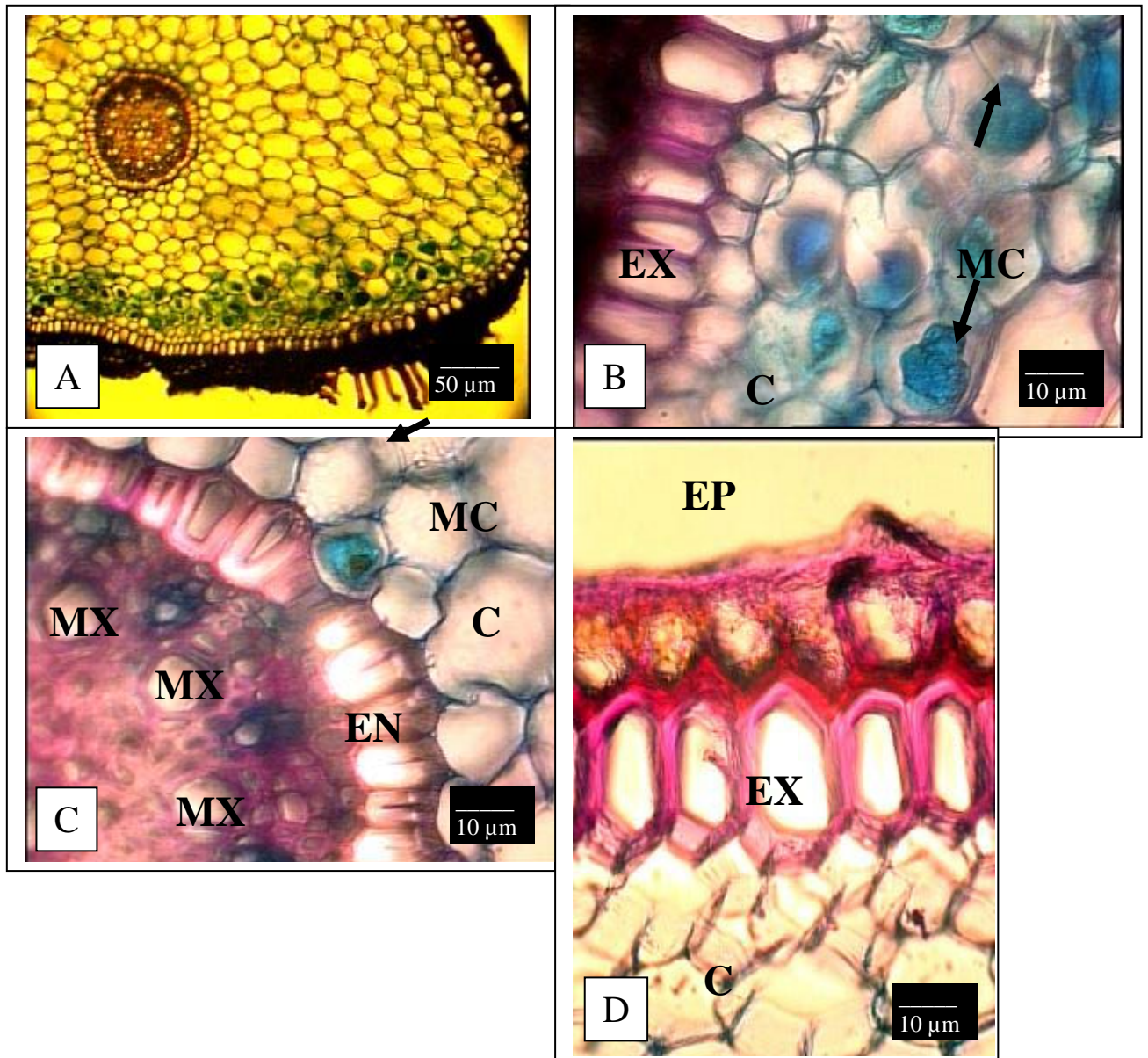


Figura 97 – Aspecto da raiz de *Sobralia macrophylla*. A: Visão geral. B: Exoderme (EX), Córte (C), Micorrizas (MC). C: Córte (C), Micorriza (MC), Endoderme (EN), Metaxilema (MX). D: Epiderme (EP), Exoderme (EX), Córte (C).

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 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>			
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		
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 sp</i>	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

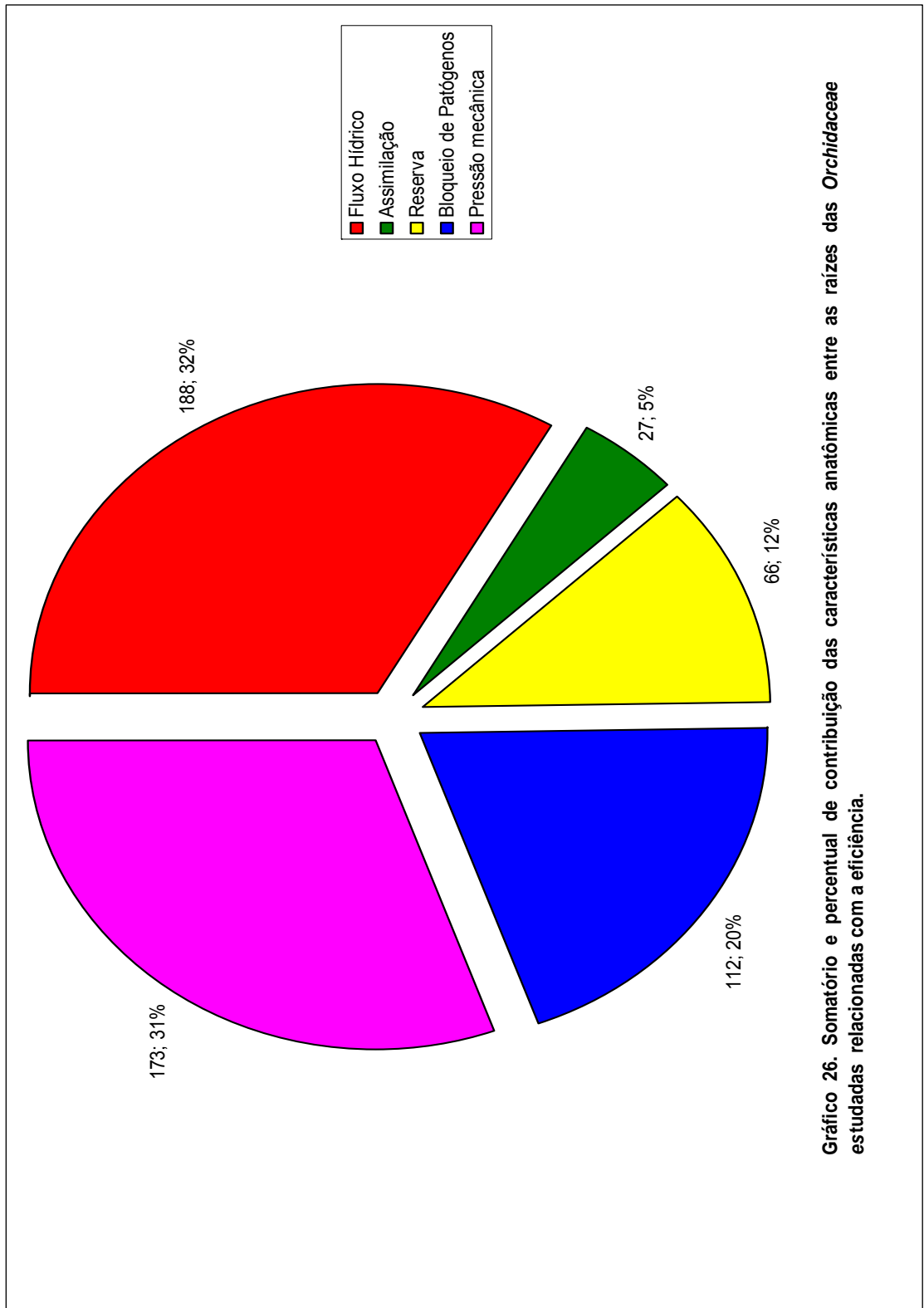


Gráfico 26. Somatório e percentual de contribuição das características anatómicas entre as raízes das *Orchidaceae* estudadas relacionadas com a eficiência.

Gráfico 27. Percentual das características anatômicas relacionadas à eficiência das raízes por espécie de Orchidaceae de Campina amazônica.

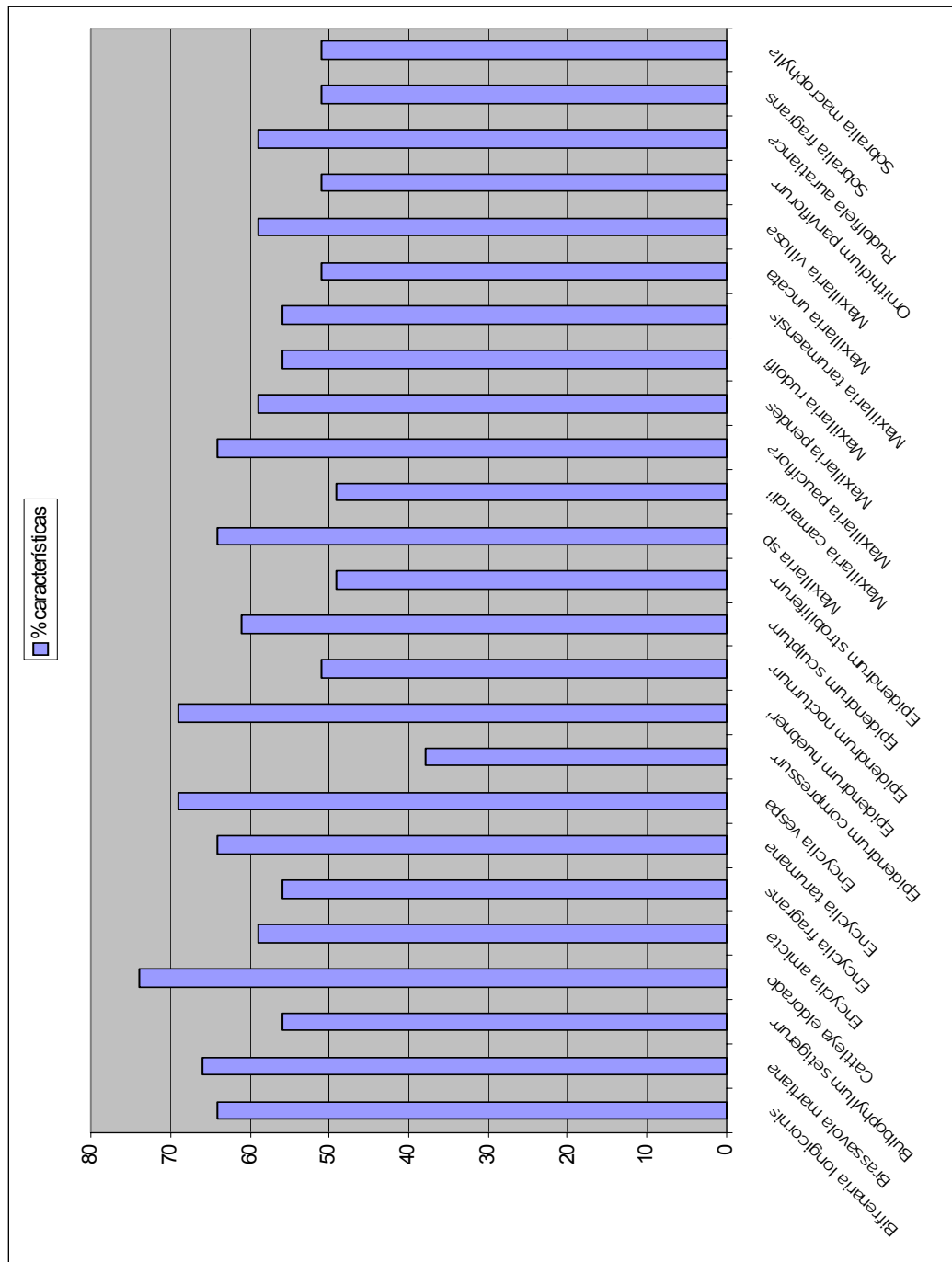
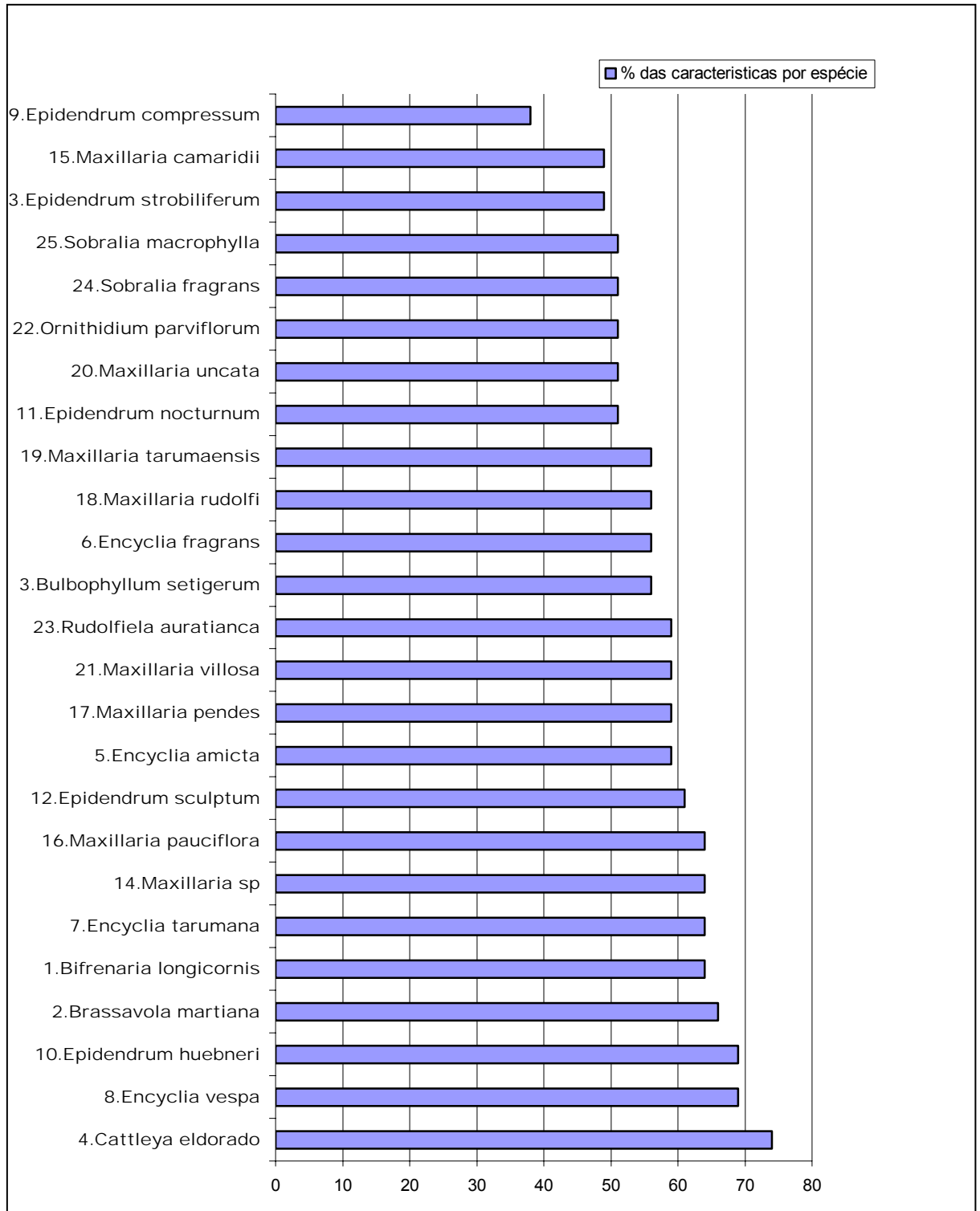
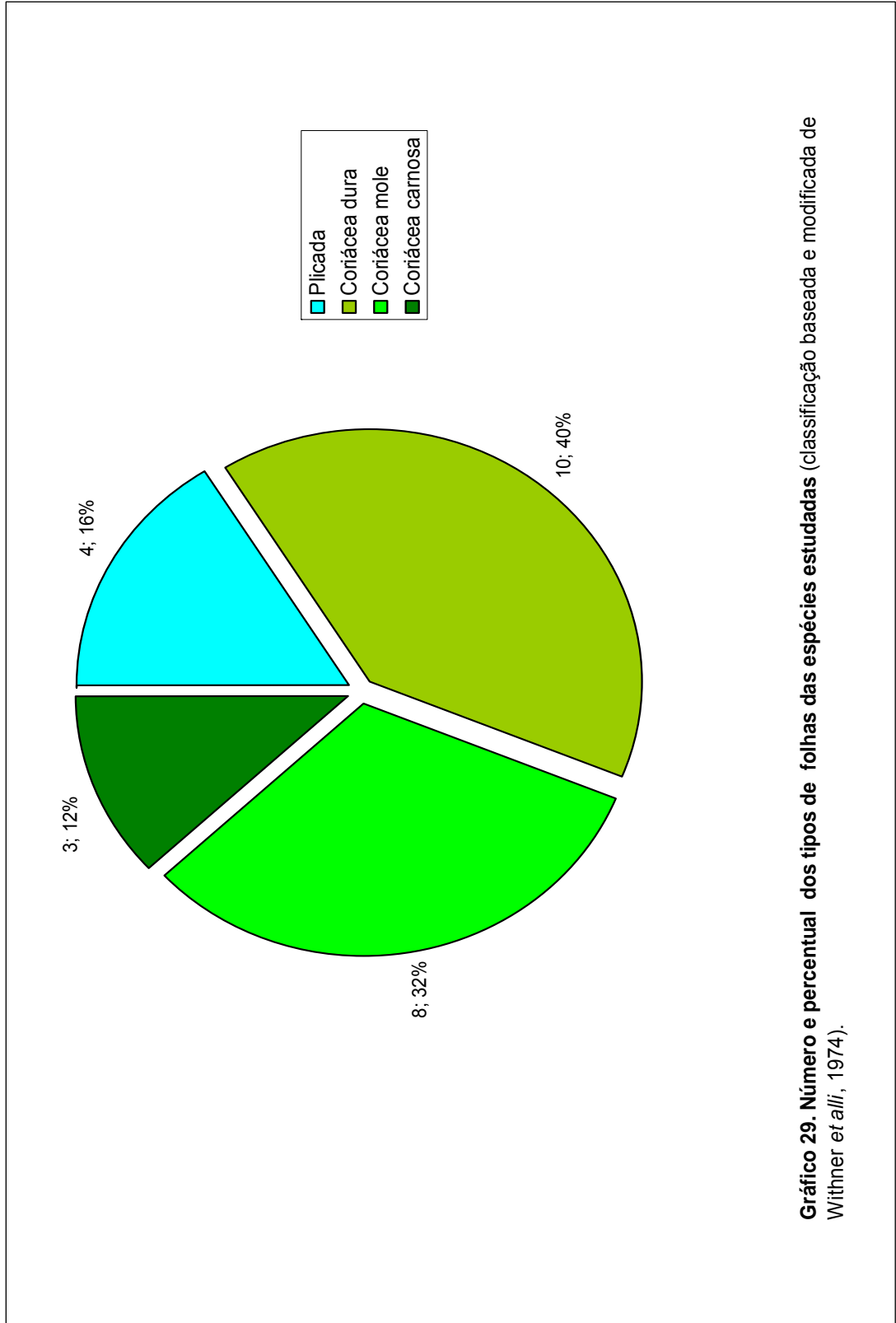


Gráfico 28 - Ordem crescente dos percentuais das características ligadas a orquidocultura entre as espécies de Orchidaceae epifíticas de uma Campina amazônica.





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 suculen tos 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 mesofilo, 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 C₃ 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 orquidiocultura 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. Rudolfiella 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 sp</i>	-	+	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 ¹³ C / ¹² C) 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 **Vandaeae**, 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 ■

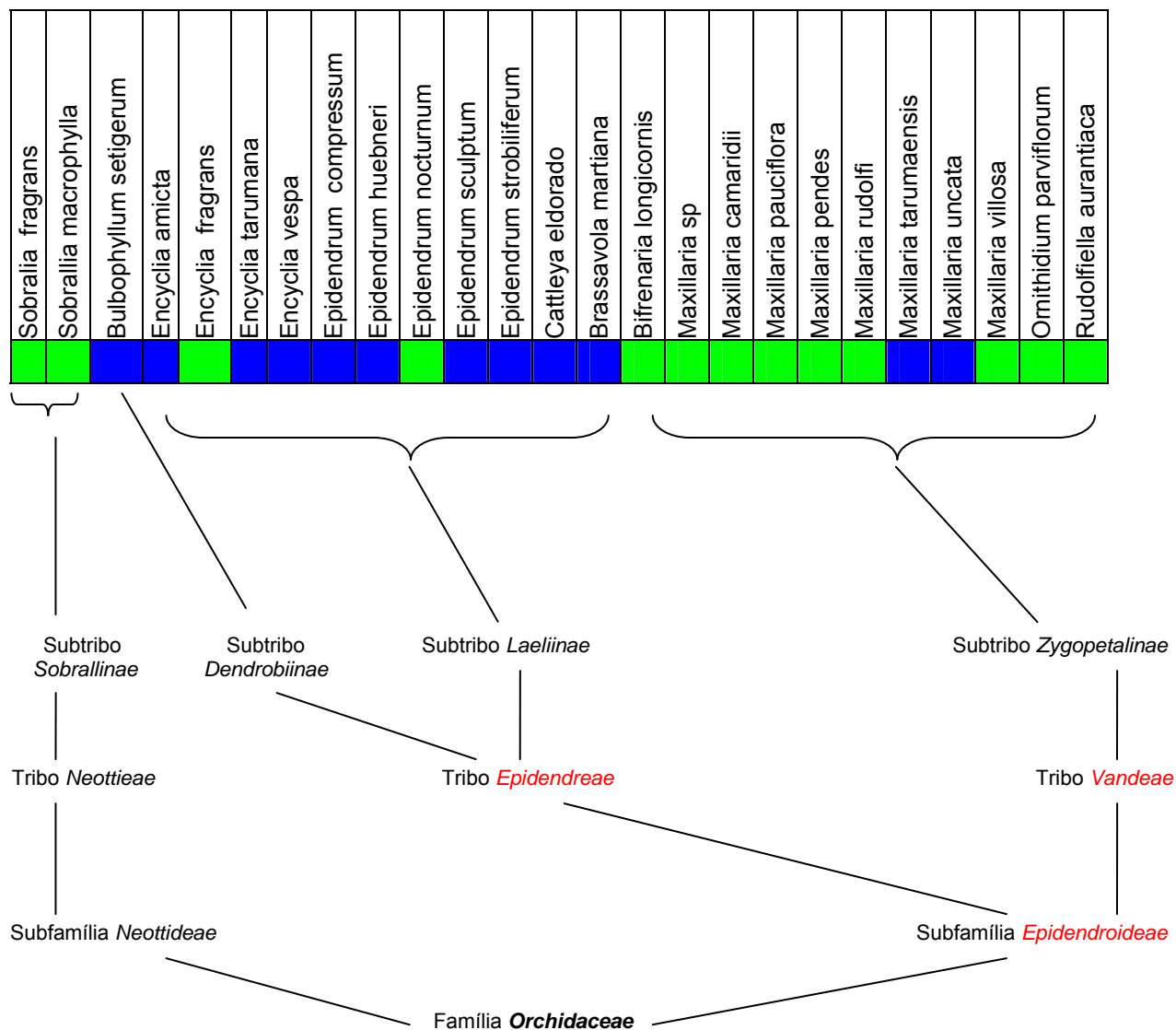


Tabela 92. Testes fisiológicos e análise da suculência anatômica de CO₂ para a determinação das vias de fixação do carbono em espécies epífitas de *Orchidaceae* de uma Campina amazônica.

<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

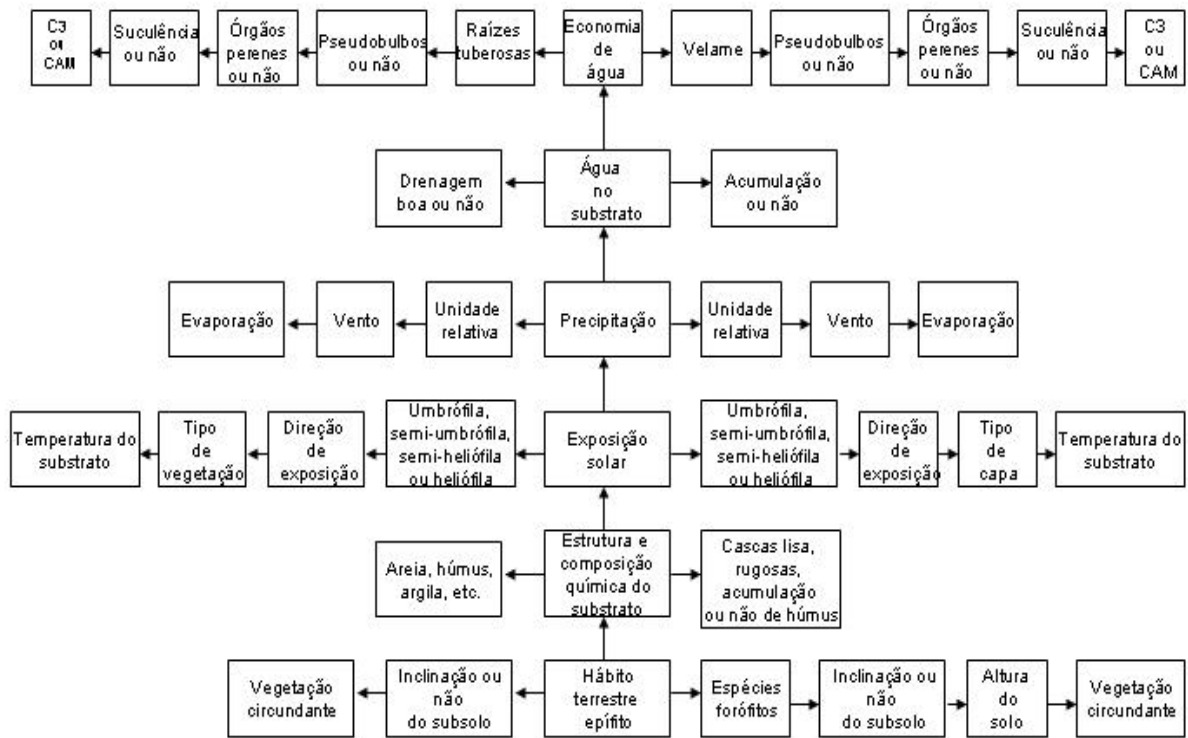


Figura 98 – Alguns dos fatores e características que afetam a distribuição de Orchidaceae dentro de um ecossistema (de acordo com Braga, 1982b). Os hábitos terrestre e epífito estão listados respectivamente à esquerda e à direita da figura, de baixo para cima.

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																										
		Bifrenaria longicornis	Brassavola martiana	Bulbophyllum setigerum	Cattleya eidorado	Encyclia amicta	Encyclia fragrans	Encyclia tarumana	Encyclia vespa	Epidendrum compressum	Epidendrum huebneri	Epidendrum nocturnum	Epidendrum sculotum	Epidendrum strobiliferum	Maxillaria sp.	Maxillaria camaridii	Maxillaria pauciflora	Maxillaria pendens	Maxillaria rudolfi	Maxillaria tarumaensis	Maxillaria uncata	Maxillaria villosa	Ornithidium parviflorum	Rudolfiella aurantiaca	Sobralia fragrans	Sobralia macrophylla		
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 muito 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 uncata* 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/htm>> 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 epiphytism. **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 Brasilica**. 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 Orchideen 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 Schmersonov. 408 p.
- 1977. **Orchidaceae brasilienses**, 2. Hildesheim, Brücke-Verlag Kurt Schmersonov. 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, *Pyrrrosia 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. John 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.