

Coleção Botânica (3)

**MORFOLOGIA DA FOLHA
DE PLANTAS COM SEMENTES**



**Marcílio de Almeida
Cristina Vieira de Almeida**

Capa: Cristina Vieira de Almeida

(Coleção Botânica, 3)

Marcílio de Almeida

Cristina Vieira de Almeida

**MORFOLOGIA DA FOLHA
DE PLANTAS COM SEMENTES**

DOI: 10.11606/9788586481642

Universidade de São Paulo

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Departamento de Ciências Biológicas

Laboratório de Morfogênese e Biologia Reprodutiva de Plantas

***InVitroPalm* Consultoria, Estudo e Desenvolvimento Biológico**

ESALQTec Incubadora Tecnológica

Piracicaba, SP

2018

Universidade de São Paulo

Reitor - Prof. Dr. Marco Antonio Zago

Vice-reitor - Prof. Dr. Vahan Agopyan

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Diretor - Prof. Dr. Luiz Gustavo Nussio

Vice-diretor - Prof. Dr. Durval Dourado Neto

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Almeida, Marcílio de

Morfologia da folha de plantas com sementes [recurso eletrônico] / Marcílio de Almeida e
Cristina Vieira de Almeida. - Piracicaba: ESALQ/USP, 2018.

111 p. : il. (Coleção Botânica, 3)

ISBN: 978-85-86481-64-2

DOI: 10.11606/9788586481642

1. Morfologia vegetal 2. Fanerógamas 3. Folhas 4. Sementes I. Almeida, C. V. de II. Título

CDD 582.04
A447m

Elaborada por Maria Cristina Moura Rocha de Andrade - CRB-8/3576

AUTORES

MARCÍLIO DE ALMEIDA: Bacharel em Ciência Biológicas pela UNESP, Campus Rio Claro, mestre em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) Universidade de São Paulo (USP), doutor em Botânica pelo Instituto de Biociências (IB) Universidade de São Paulo (USP) e Livre Docente pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) Universidade de São Paulo (USP), Professor Associado de Morfologia Vegetal no Departamento de Ciências Biológicas (ESALQ/USP).

CRISTINA VIEIRA DE ALMEIDA: Bacharel em Ciência Biológicas, Mestre em Nutrição Mineral de Plantas na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Doutora em Fisiologia Vegetal pela UNESP/Rio Claro, com Pós-doutorado na ESALQ/USP em Biotecnologia e Associação Microrganismos/Plantas. Diretora de Pesquisa e Desenvolvimento da Empresa *InVitro Palm* Consultoria Estudo e Desenvolvimento Biológico Ltda., associada à ESALQTec Incubadora Tecnológica na ESALQ/USP – Piracicaba/SP.

APRESENTAÇÃO

A fascinante plasticidade dos vegetais acarreta expressivas diferenças morfológicas e fisiológicas, que afetam essencialmente as folhas, as quais exibem extraordinário polimorfismo, decorrente de heranças epigenéticas. As Folhas, Volume 3 da Coleção Botânica, são definidas como um apêndice lateral caulinar de desenvolvimento exógeno, presente na região correspondente ao nó, distribuídas em intervalos regulares (*entrenós*). A presença do *limbo*, *pecíolo* e *bainha*, além dos anexos foliares: *pulvino*, *estípula*, *lígula* e *ócrea*, associadas à sua posição junto à gema axilar, definem a correta identificação da folha. Devemos ficar atentos a essas características, considerando que interpretações organográficas incorretas são recorrentes, e as subdivisões das folhas compostas e recompostas (*folíolos* e *foliólulos*, respectivamente) assim como os caules metamorfoseados (*cladódios* e *filocládios*), são constantemente, confundidos com folhas. As folhas em geral apresentam-se planas e achatadas, o que lhes proporciona a maximização da relação superfície/volume, facilitando não somente a captação de luz, como também as trocas gasosas, em consequência de um arranjo especial de suas células em diferentes tecidos. Sua arquitetura plana permite a realização de três funções imprescindíveis à sobrevivência do vegetal: *fotossíntese*, *trocas gasosas* e *transpiração*, além de funções extras como: proteção, reserva, atração de polinizadores e tantas outras responsáveis pela preservação de suas espécies, que abordaremos nesse livro. Compostas por uma infinidade de formas, tamanhos e cores, as folhas fornecem à natureza uma aquarela de tons compondo distintas paisagens nos mais diferentes ambientes. Neste livro será abordada a morfologia externa das folhas destacando sua origem, formas, constituição, tamanho, apêndices e funções, dados necessários para que você conheça um pouco mais das plantas com sementes, assim como o fizemos nos volumes anteriores que abordaram Raiz (Volume 1) e Caule (Volume 2).

Excelente leitura para você!!!!

Os autores

“A maior recompensa para o trabalho do homem, não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna com isso”

John Ruskin

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste livro.

À Dra. Katherine Batagin Pioto, MsC Gabriela Ferraz Leone e MsC Rafaella Dias Zaneti, pela concessão de imagens;

Um agradecimento especial aos funcionários da Biblioteca Central da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”: Márcia Regina Migliorato Saad, Silvio Douglas Bacheta, Alexandre Nasser Fidelis, Eliana Maria Garcia e Carlos Eduardo Otoni pelo apoio, incentivo e orientações fundamentais para a publicação dessa obra.

Particularmente, a empresa InVitroPalm agradece à ESALQTec Incubadora Tecnológica e à USP pela oportunidade de realização deste trabalho, desenvolvido em parceria com o Laboratório de Morfogênese e Biologia Reprodutiva de Plantas.

SUMÁRIO

PÁGINA

FOLHA	1
I CLASSIFICAÇÃO QUANTO À ORIGEM	1
1 EMBRIONÁRIA	1
2 NÃO EMBRIONÁRIA (ADVENTÍCIA)	3
II FUNÇÕES	3
A: Funções fisiológicas	4
1 Fotossíntese	4
2 Trocas Gasosas	5
3 Transpiração	7
B: Preservação da Espécie - Metamorfose foliar	9
4 Reprodução	9
4.1 Sépalas e Pétalas	9
4.2 Estames e Pistilos	10
4.3 Brácteas	10
5 Dispersão	23
6 Reserva	26
7 Proteção contra herbivoria	27
7.1 Espinhos	27
7.2 Tricomas	28
7.2.1 Tricomas Glandulares	29
7.2.2 Tricomas Tectores	31
8 Fixação	37
9 Acúmulo e Absorção	38
10 Armadilhas para animais	40
11 Estrutura de flutuação	43
12 Propagação	43
III DESENVOLVIMENTO	44

IV DIVERSIDADE FOLIAR	45
1 Cores.....	46
2 Tamanho.....	47
3 Formas.....	48
4 Margem	49
5 Textura	51
5.1 Membranáceas ou Membranosas	51
5.2 Coriáceas	51
5.3 Carnosas	52
V CONSTITUIÇÃO	53
1 Estruturas foliares	54
1.1 Bainha	54
1.1.1 Amplexicaule ou invaginante	54
1.1.2 Semi amplexicaule ou Semi invaginante	56
1.2 Pecíolo	57
1.3 Limbo	58
1.3.1 Nervação	59
1.3.1.1 Uninervadas (Uninérveas)	61
1.3.1.2 Peninérveas (Pinatinérveas)	61
1.3.1.3 Trinérveas	62
1.3.1.4 Curvinérveas	63
1.3.1.5 Palminérveas (Digitinérveas).....	63
1.3.1.6 Paralelinérveas	64
1.3.1.7 Peniparalelinérveas	64
1.3.1.8 Peltinérveas	65
1.3.2 Enervadas (Enérveas).....	65
VI Composição do Limbo	67
1 Folha Simples	68
1.1 Simples Inteira	68
1.2 Simples Lobada	68
1.3 Simples Fendida	69
1.4 Simples Partida	69
1.5 Simples Secta	70

	Página
2 Folha Composta	74
2.1 Composta Unifoliolada	75
2.2 Composta Bifoliolada	75
2.3 Composta Trifoliolada	77
2.4 Composta Palmada ou Digitada	78
2.5 Composta Pinada	78
2.5.1 Imparipinada	79
2.5.2 Paripinada	79
3 Folha Recomposta	80
VII APÊNDICES FOLIARES.....	86
1 Lígula	86
2 Pulvino	86
3 Estípulas	87
3.1 Estípulas laterais	87
3.2 Estípulas Intrapeciolares	92
3.3 Estípulas Interpeciolares	93
3.4 Estípula Terminal	94
4 Ócrea	96
VIII FILOTAXIA	98
1 Folhas Alternas	99
1.1 Alternas dísticas	99
1.2 Alternas espiraladas	100
2. Folhas Opostas	101
2.1 Opostas Dísticas	101
2.2 Opostas Cruzadas	102
3 Folhas Verticiladas	103
4 Folhas Alternas Espiraladas Rosuladas	104
5 Folhas Alternas Espiraladas Fasciculadas	106
IX HETEROFILIA	107
RESUMO	108
BIBLIOGRAFIA SUGERIDA	110

FOLHA

A folha é definida como um apêndice lateral presente no caule, na região correspondente ao *nó*, distribuídas em intervalos regulares, os *entrenós*. São **sempre acompanhadas por uma gema em sua axila (*gema axilar*)**. Fique atento à localização da folha, pois são recorrentes os erros na hora de sua identificação, principalmente se essas forem divididas em subunidades como nas folhas compostas e/ou recompostas. Na natureza sempre existe um “*entretanto*” para complicar um pouco, encontramos dentre as espermatófitas, plantas xerófitas que apresentam comumente modificações nas folhas, podendo muitas vezes, nem sequer apresentá-las, como é o caso das cactáceas e algumas euforbiáceas e é por isso que você deve ser bastante cauteloso. É importante ressaltarmos que, nesta Coleção estamos nos referindo exclusivamente às **plantas com sementes**, portanto, as samambaias, avencas, renhas, entre tantas outras, não serão aqui abordadas!!!

I. CLASSIFICAÇÃO QUANTO À ORIGEM

Assim como vimos em raízes e caules (Vol. 1 e 2 dessa Coleção), as folhas são classificadas em típicas e adventícias na dependência de sua origem *embrionária ou não embrionária*.

1. EMBRIONÁRIA: As folhas típicas se originam a partir da plúmula (*gema apical*) no epicótilo embrionário (figura 1). Ao se desenvolver, a *gema apical* dará origem às *gemas axilares* que, em conjunto formarão as estruturas meristemáticas primárias caulinares, responsáveis pelo crescimento em comprimento e ramificação da parte aérea. Surgirão então, os primórdios foliares a partir de protuberâncias resultantes de sucessivas divisões celulares periclinais¹ na superfície do meristema caular de gemas típicas apicais e axilares, estabelecendo sua origem exógena (figura 2). No desenvolvimento da folha estão envolvidas as atividades de vários meristemas, e na maioria destes, o crescimento é *definido e de curta duração*, o que determina seu tamanho, sua espessura e sua forma.

¹ Divisão celular periclinal: divisões celulares com plano de divisão paralelo a superfície do órgão, produzindo crescimento perpendicular em direção a superfície.

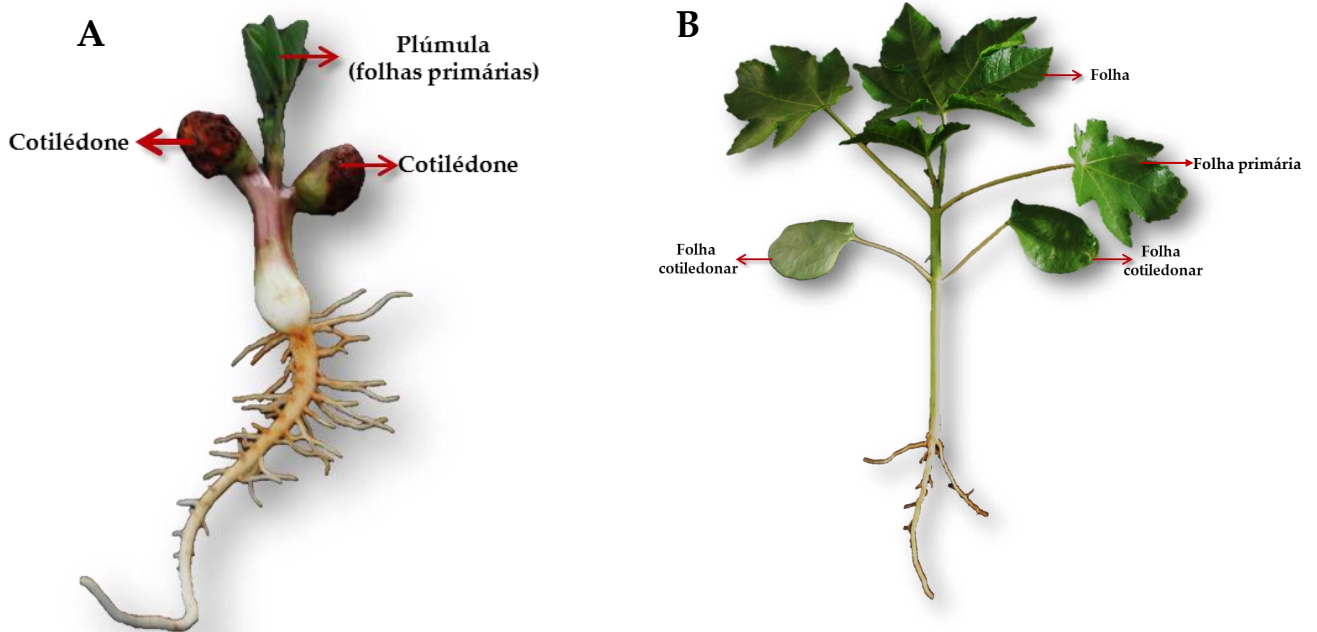


Figura 1: Desenvolvimento embrionário do amendoim (A) e da mamona (B), ambos evidenciando as folhas cotiledonares (*folha primordial do embrião*) e plúmula (*epicótilo*) com folhas primárias e folhas jovens.

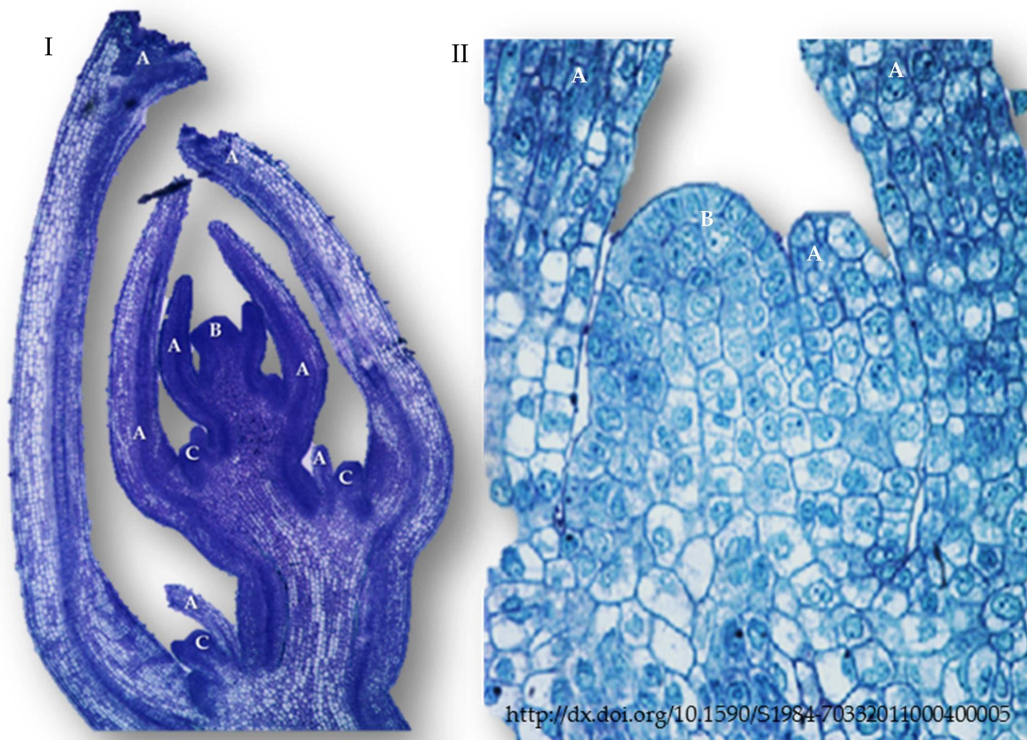


Figura 2: I. Corte longitudinal de ápice caulinar de *Aristolochia* (Eudicotiledônea) evidenciando: A- Primórdios foliares; B- Gema apical; C- Gemas axilares. II. Corte longitudinal do ápice caulinar de cana de açúcar (Monocotiledônea), evidenciando: A- Primórdios foliares; B- Meristema apical.

2. NÃO EMBRIONÁRIA (ADVENTÍCIA): as células já diferenciadas de um ramo podem sofrer desdiferenciação e voltarem a se dividir originando novos órgãos sem origem embrionária (figura 3). Quando isso ocorre, os órgãos formados são designados "adventícios".

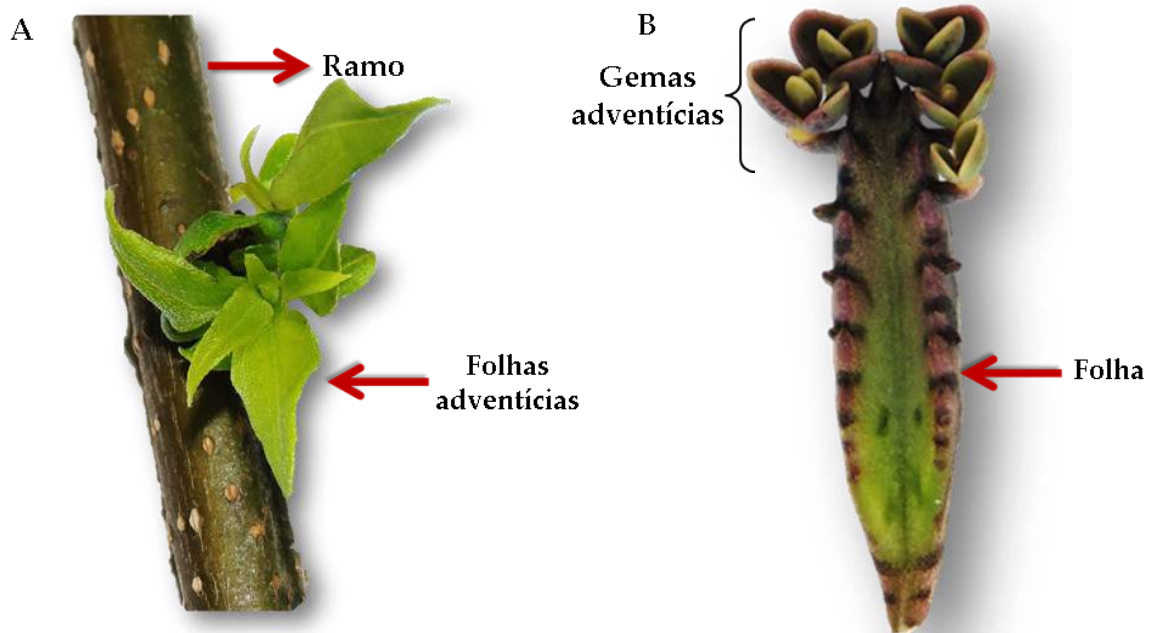


Figura 3: Folhas adventícias (**não embrionárias**) provenientes de gemas adventícias desenvolvidas no ramo de *Bougainvillea* sp (A) e na folha de *Kalanchoe* sp (B).

II. FUNÇÕES

A superfície da folha apresenta-se essencialmente plana e achatada, o que facilita consideravelmente, o aumento da relação superfície/volume, permitindo assim, a realização de suas principais funções: **funções fisiológicas:** *fotossíntese, trocas gasosas e transpiração* (resumidamente, apresentadas nas figuras 4 a 9) e **preservação da espécie:** *reprodução, dispersão, reserva, proteção, fixação, acúmulo e absorção, armadilhas para animais e propagação* (Figuras 10 a 51).

Importante destacar que, quando as folhas não forem planas, como as acículas dos pinheiros, que se assemelham a uma longa agulha, essas não deixam de desempenhar as funções fisiológicas, podendo também apresentar funções que atuam na preservação da espécie, como por exemplo, proteger-se contra o congelamento nas regiões de neve.

A: FUNÇÕES FISIOLÓGICAS

1 FOTOSSÍNTESE: ocorre no parênquima clorofiliano (*parênquima paliçádico e lacunoso*), onde se alojam os cloroplastos. É um processo físico-químico que permite transformar a energia luminosa, o dióxido de carbono e a água, em energia química acumulada na forma de glicose e/ou outras moléculas orgânicas (figuras 4, 5).

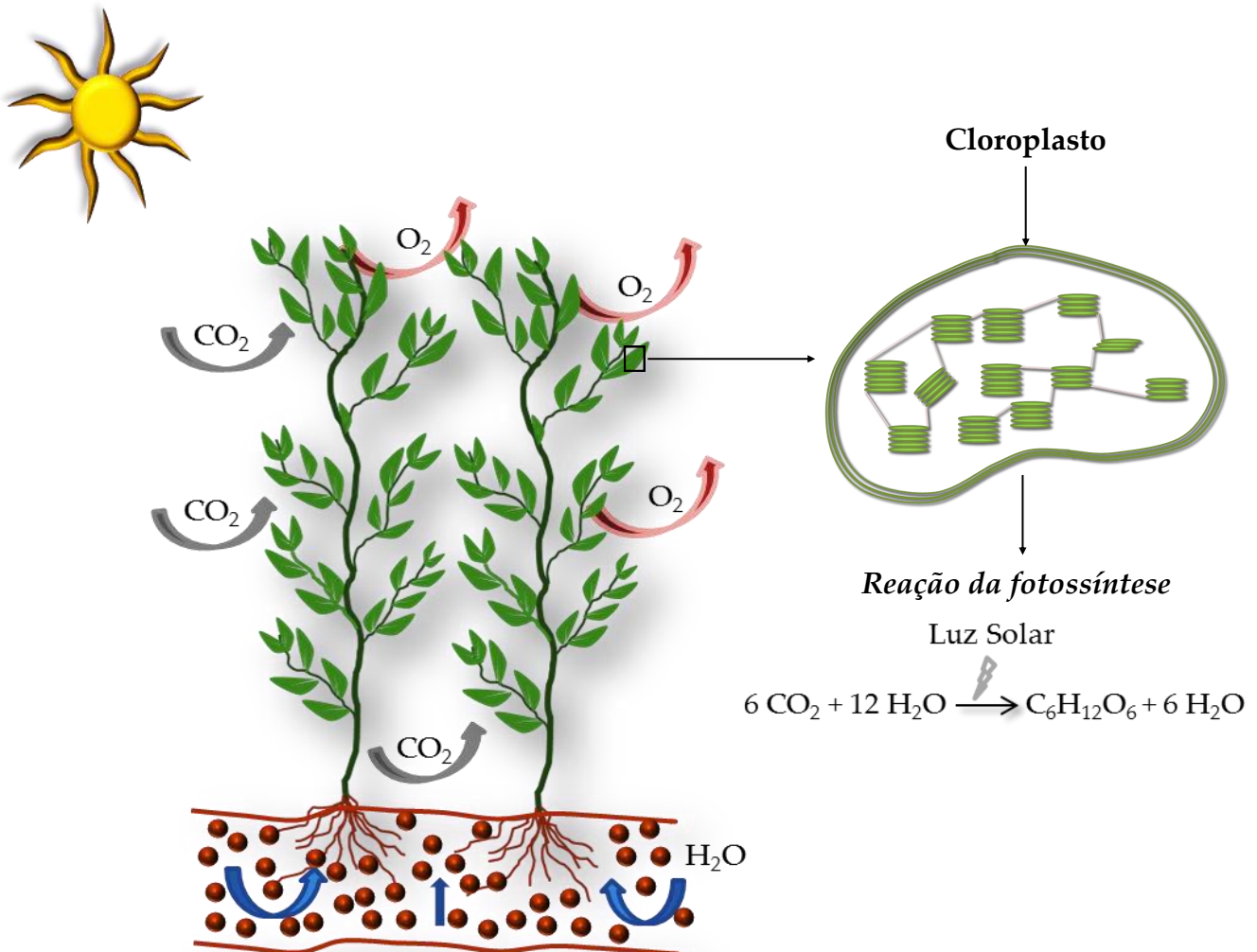


Figura 4: Figura representativa do processo de fotossíntese realizado essencialmente pelas folhas.

A representação esquemática a seguir exibe um corte transversal do limbo foliar, destacando as principais estruturas que o compõe: *cutícula, epiderme, parênquima paliçádico, parênquima lacunoso, epiderme, cutícula e estômato*. O *estômato* é formado por células diferenciadas presentes nas epidermes, cuja principal função é estabelecer a comunicação do ambiente com o interior da planta, proporcionando que outras duas funções da folha, sejam realizadas: *as trocas gasosas e a transpiração* (figuras 5, 6, 7 e 8).

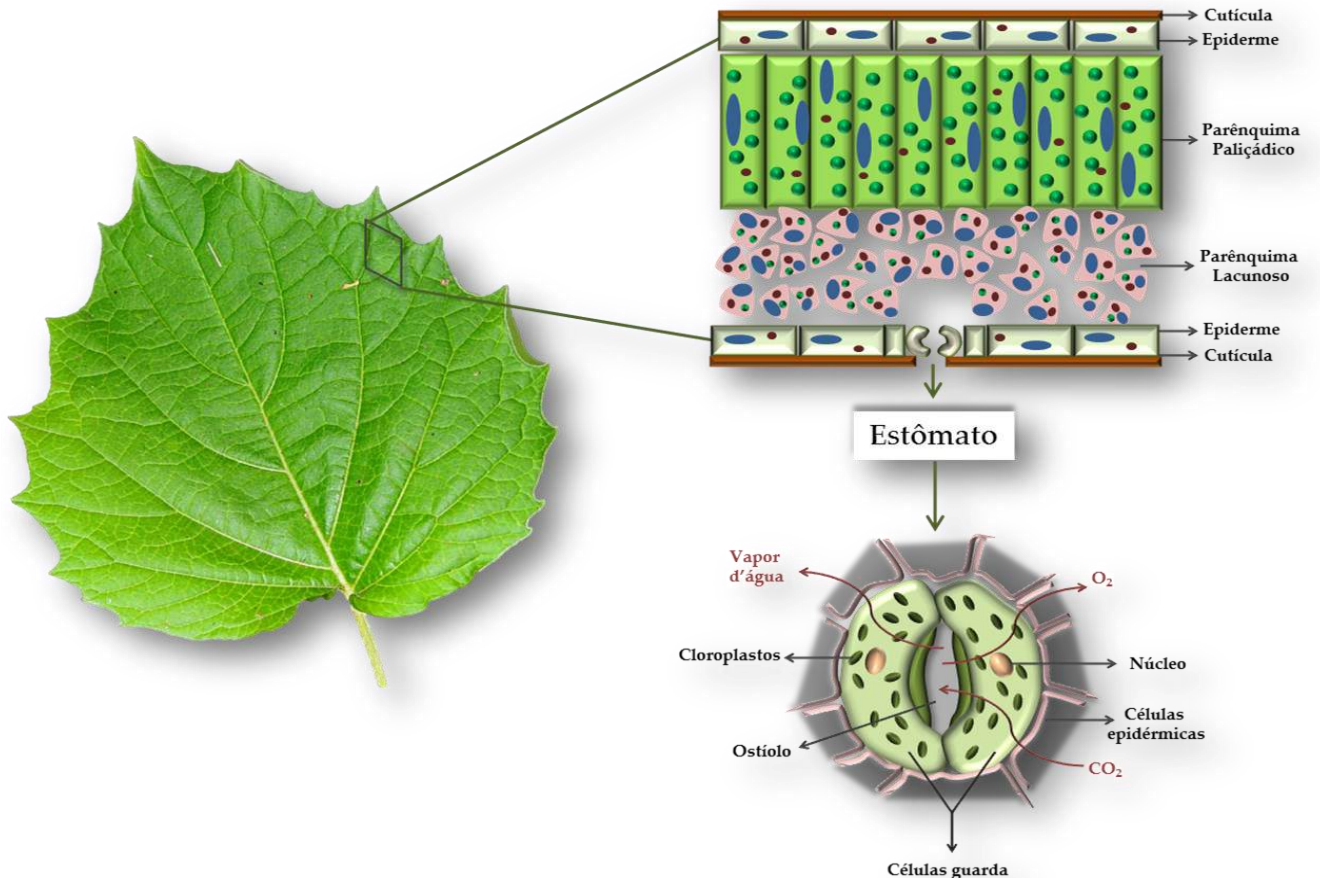


Figura 5: Esquema evidenciando o corte transversal do limbo foliar destacando sua composição: **cutícula, epiderme, parênquima clorofiliano (paliçádico e lacunoso) e estômato**. A liberação de oxigênio (O_2) e absorção de gás carbônico (CO_2), ocorrem quando a folha está realizando fotossíntese, sempre na presença de luz.

2 TROCAS GASOSAS: ocorrem através dos *estômatos*, responsáveis por controlar a entrada e a saída dos gases atmosféricos por meio de uma fenda estomática, o **ostíolo**, que se abre quando exposto a luz, e se fecha em sua ausência (figura 5). A abertura e o fechamento dos estômatos também ocorrem em função da alteração da turgescência das **células guardas**, cujas paredes são mais espessas na região do ostíolo, determinando sua abertura quando essas estão túrgidas e, fechamento quando murchas (figuras 6, 7).

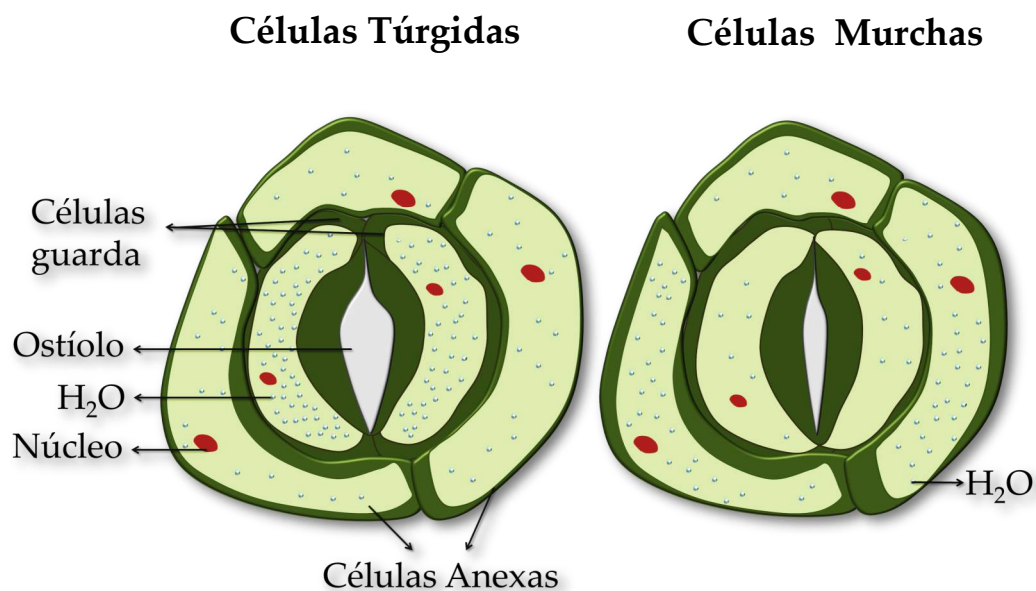


Figura 6: Esquema evidenciando a importância do teor de água nas células guarda dos estômatos e sua relação com a abertura e o fechamento dos ostíolos.

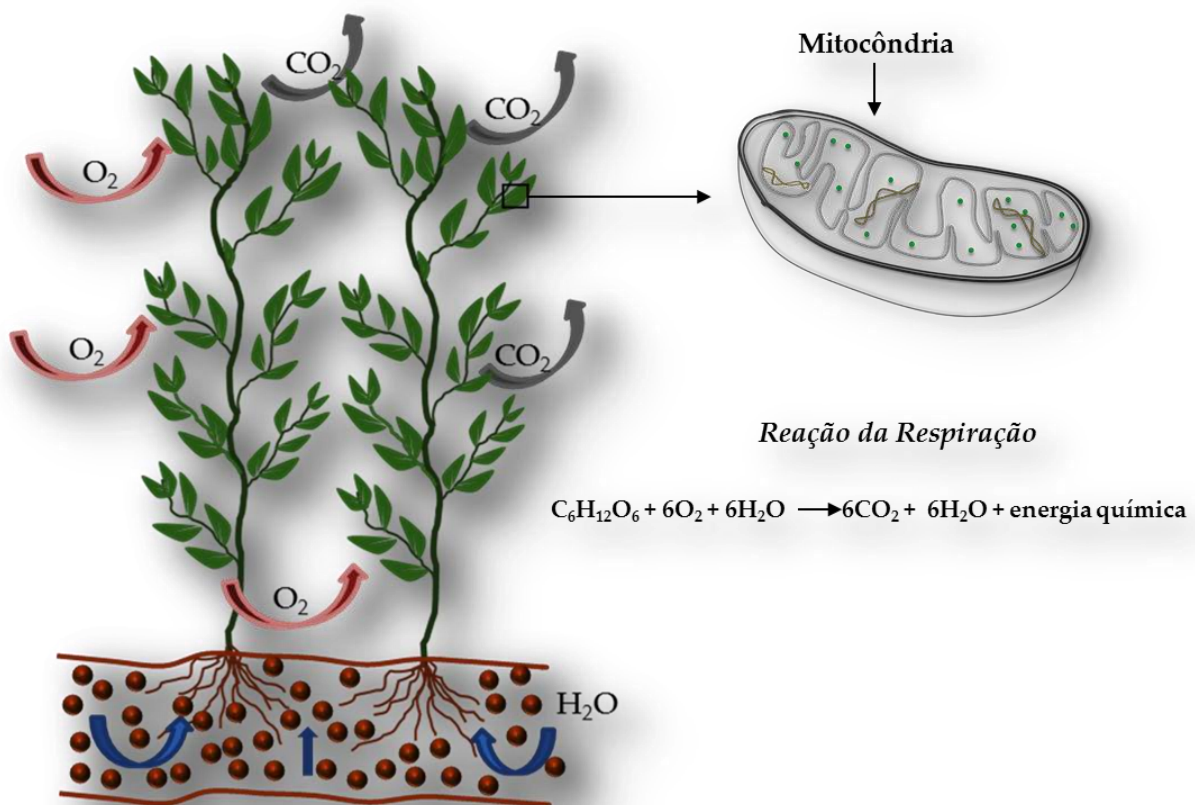


Figura 7: Esquema ilustrativo das trocas gasosas durante o período sem iluminação, em que a planta estaria realizando apenas a respiração celular (*processo ininterrupto, independente da presença ou ausência da luz*).

3 TRANSPIRAÇÃO: Realizada pela cutícula com intensidade constante e pelos estômatos, de forma variável, na dependência da abertura e fechamento do ostíolo, evitando perdas excessivas e desnecessárias de vapor de água. Lembre-se que, a água do solo, absorvida pelas raízes, é transportada pelas células condutoras do xilema* em direção ao caule até alcançar as folhas, onde são realizados os processos de fotossíntese e transpiração (figura 8).

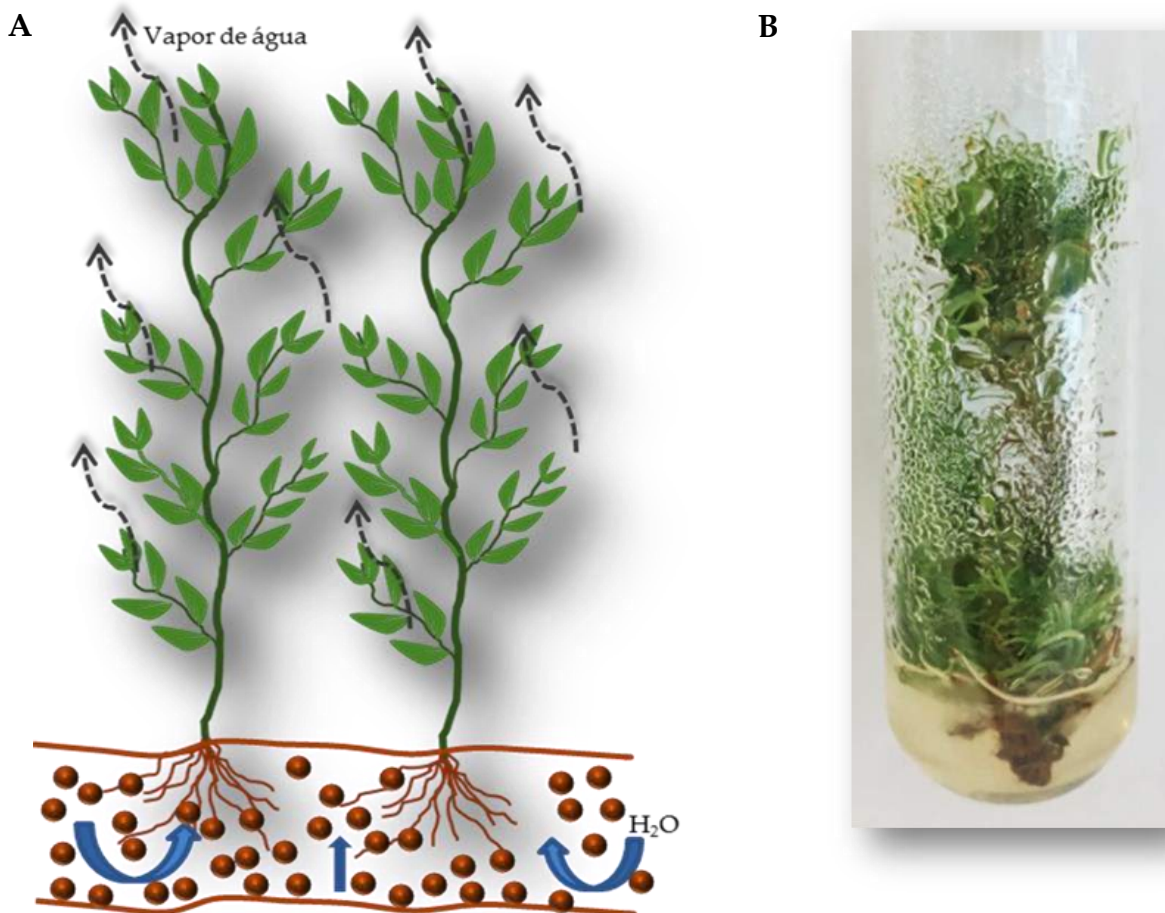


Figura 8: A: Figura representativa do processo da transpiração realizado essencialmente pelas folhas. B: Planta *in vitro* com deposição de água comprovando a transpiração.

****Células condutoras do xilema:***

- ⇒ *Traqueídes: em todas as plantas com sementes*
- ⇒ *Elementos de vaso: somente em angiospermas (Magnoliophyta).*

A



8

B: PRESERVAÇÃO DA ESPÉCIE: METAMORFOSE FOLIAR

As inúmeras adaptações dos vegetais aos diferentes ambientes, ocorreram, ocorrem e ocorrerão, no constante processo evolutivo, resultando em pequenas ou grandes transformações, aumentando demasiadamente, as chances de sobrevivência. Ajustes morfológicos e fisiológicos decorrentes dessas mudanças, resultam na grande diversidade de plantas existentes no planeta. As diferenças morfológicas são visíveis por toda planta mas, muito mais expressivas nas folhas, onde observamos a presença de espinhos, cores variáveis, formatos e tamanhos distintos. A essas mudanças denominamos *metamorfose foliar foliar*, e é com base nessas diferenças que as folhas são responsáveis pela preservação das espécies.

4 REPRODUÇÃO

4.1 Sépalas e Pétalas: são folhas modificadas que originam as peças florais estéreis, com função de proteção do botão floral (*sépalas*) desde sua formação até a abertura da flor (*antese*), além de atuarem como “atrativos” de agentes polinizadores em função de suas cores e odores (*pétalas*) (figura 10).



Figura 10: Botões florais exibindo as sépalas (setas azuis) e pétalas (setas pretas). A: romã; B: hibisco. *Prestem atenção no detalhe das cores das sépalas: elas não necessariamente são verdes, podem ser coloridas e confundidas com as pétalas.*

4.2 ESTAMES E PISTILOS: folhas modificadas que originam as **peças florais férteis**

(figura 11):

- a) **FOLHA ESTAMINAL:** forma o **estame**, constituído pelo *filete e pela antera*, e tem a função de produção de grãos de pólen (*masculino*);
- b) **FOLHA CARPELAR:** origina o **pistilo**, constituído pelo *ovário, estilete e estigma*, com função de produção dos óvulos (*feminino*).

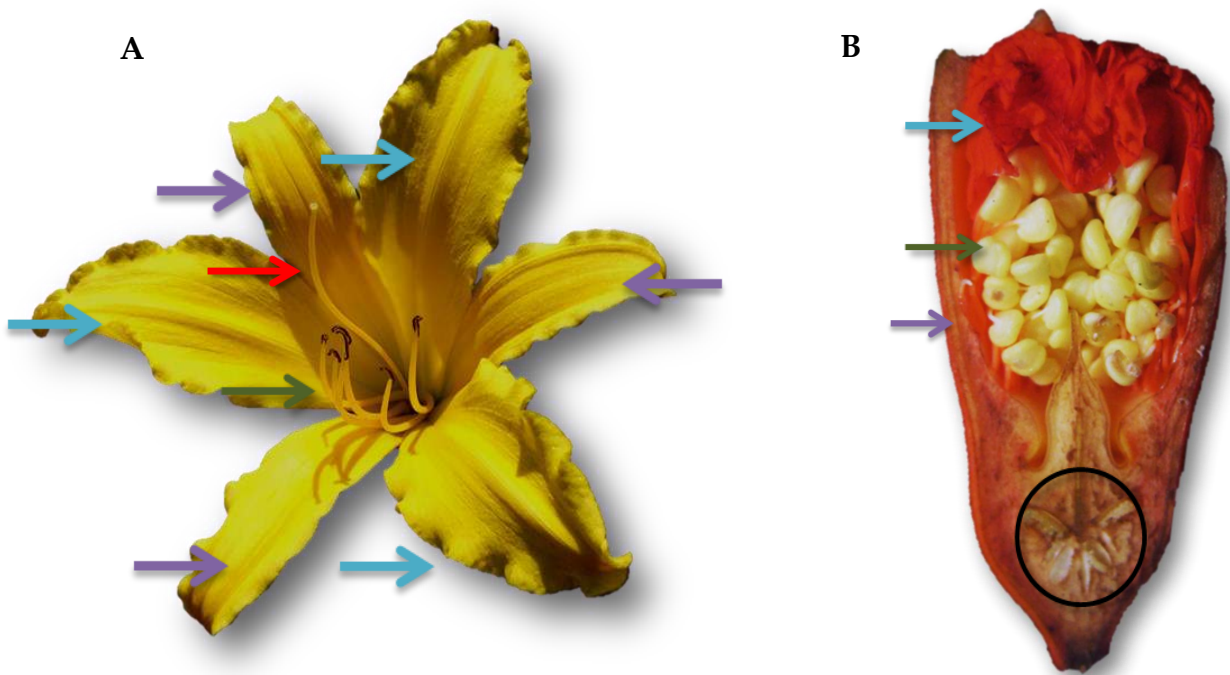


Figura 11: A: Lírio; B: Flor de romã em corte transversal. As setas e círculo evidenciam as peças florais: Sépalas (*setas lilás*); Pétalas (*setas azuis*); Estames (*setas verdes*); Ovário com óvulos (*círculo*); Estigma e estilete (*seta vermelha*).

4.3 BRÁCTEAS: folhas metamorfoseadas presentes em inflorescências uni ou pluri-floras que, da mesma forma que as sépalas, as protegem desde a fase de botões florais até a abertura das flores (*antese*) ou, semelhante às pétalas quando coloridas, também atraem polinizadores, contribuindo consideravelmente para a perpetuação da espécie (figuras 12 - 23) .

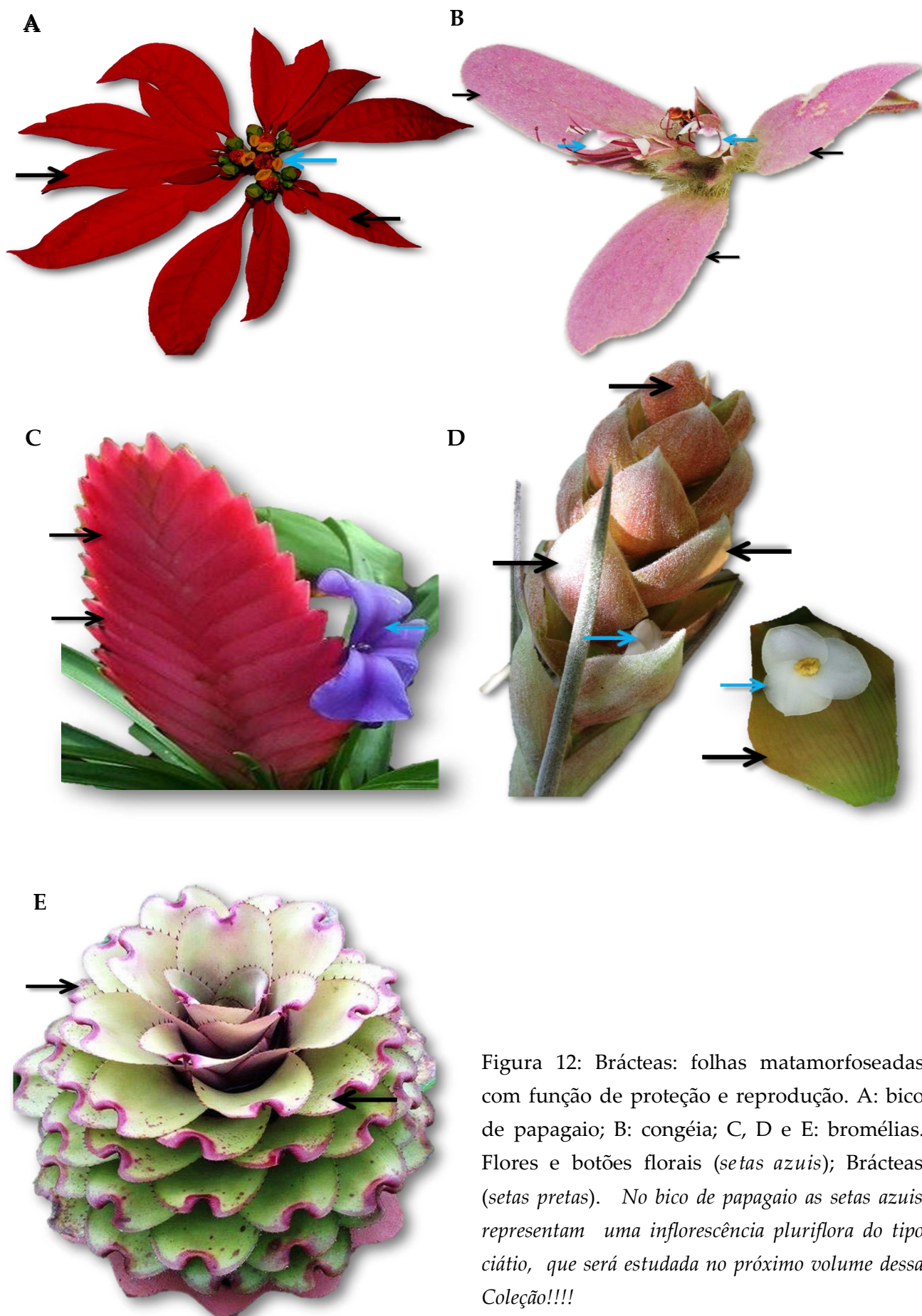


Figura 12: Brácteas: folhas matamorseadas com função de proteção e reprodução. A: bico de papagaio; B: congéia; C, D e E: bromélias. Flores e botões florais (setas azuis); Brácteas (setas pretas). No bico de papagaio as setas azuis representam uma inflorescência pluriflora do tipo ciátio, que será estudada no próximo volume dessa Coleção!!!!



Figura 13: Bromélia evidenciando os botões florais (*setas azuis*) e as brácteas (*setas pretas e setas brancas*).

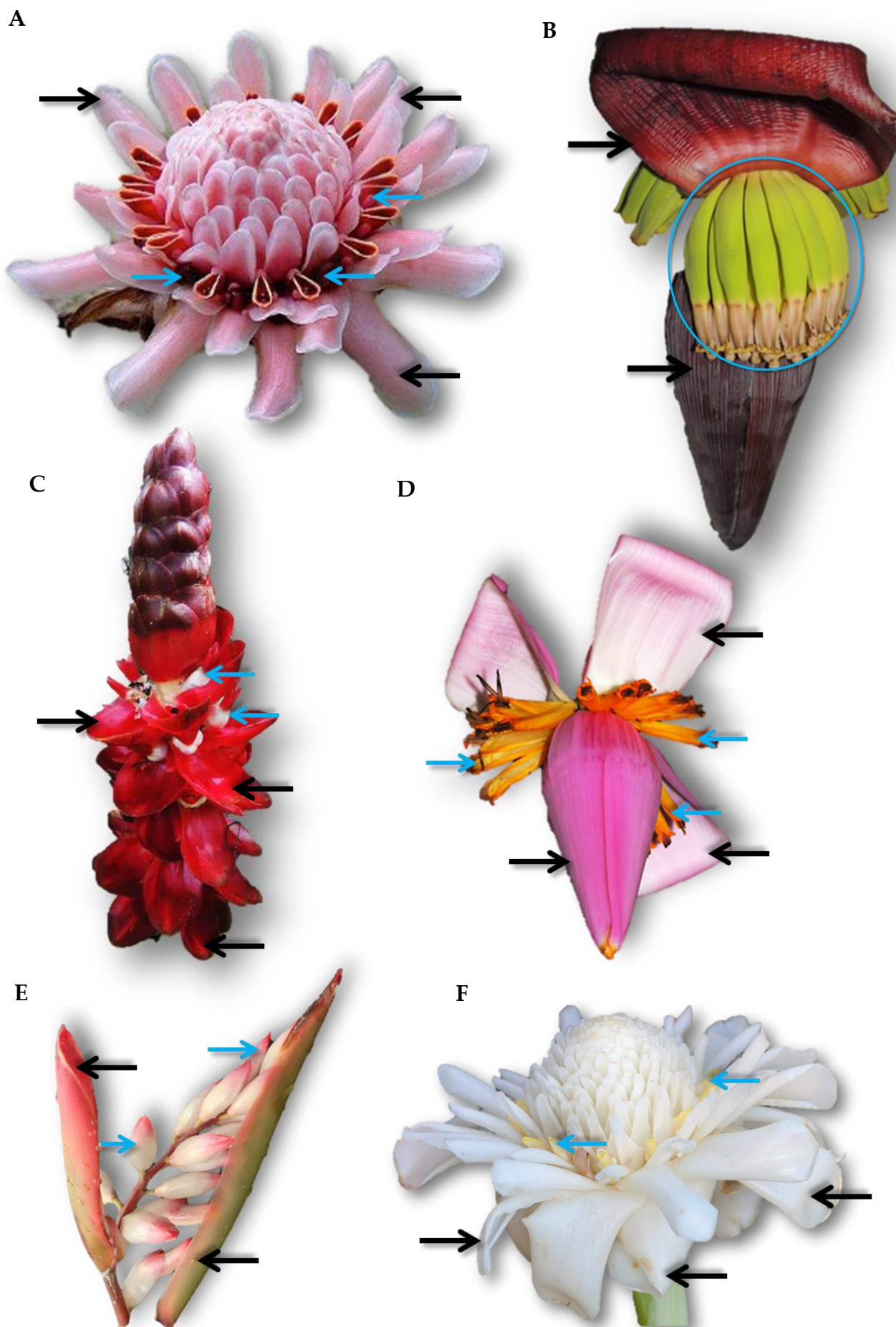


Figura 14: Inflorescências em início de antese, evidenciando brácteas (*setas pretas*), botões florais e flores (*setas azuis*). A e F: Bastão do imperador; B e D: banana; C: Alpinea; E: Bromélia.

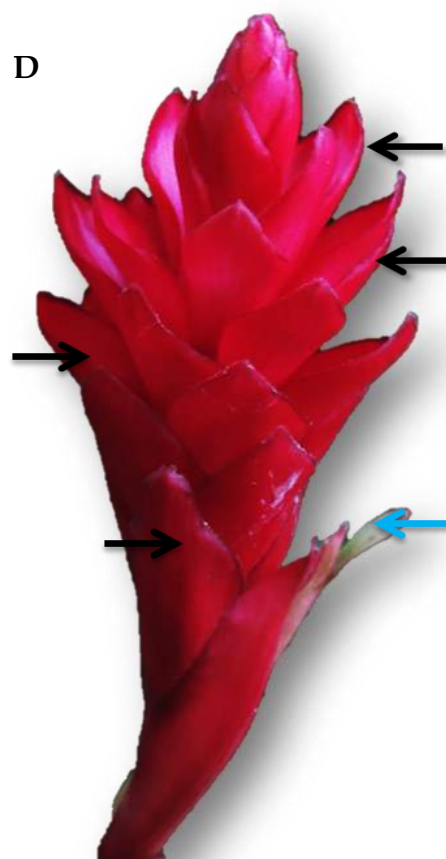
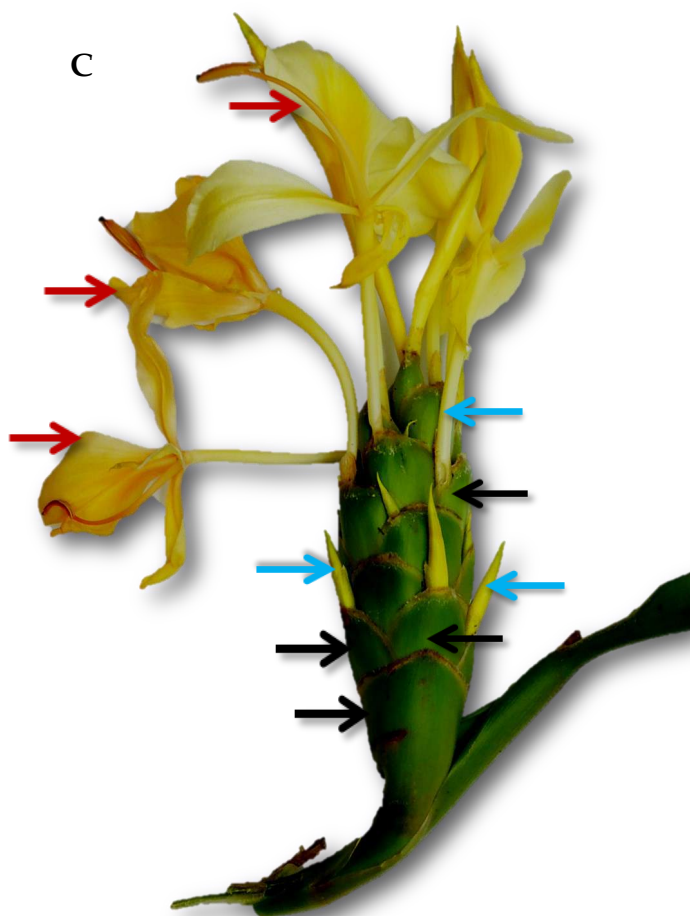
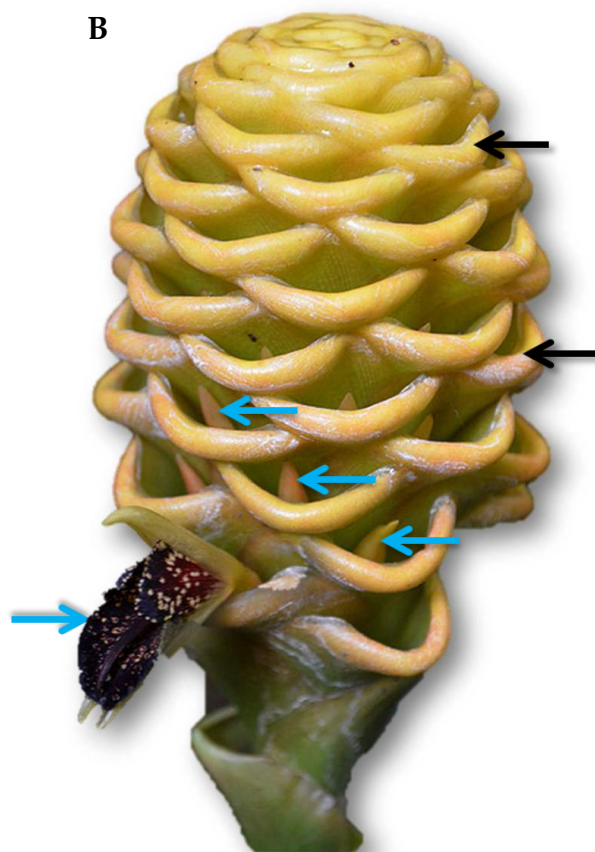
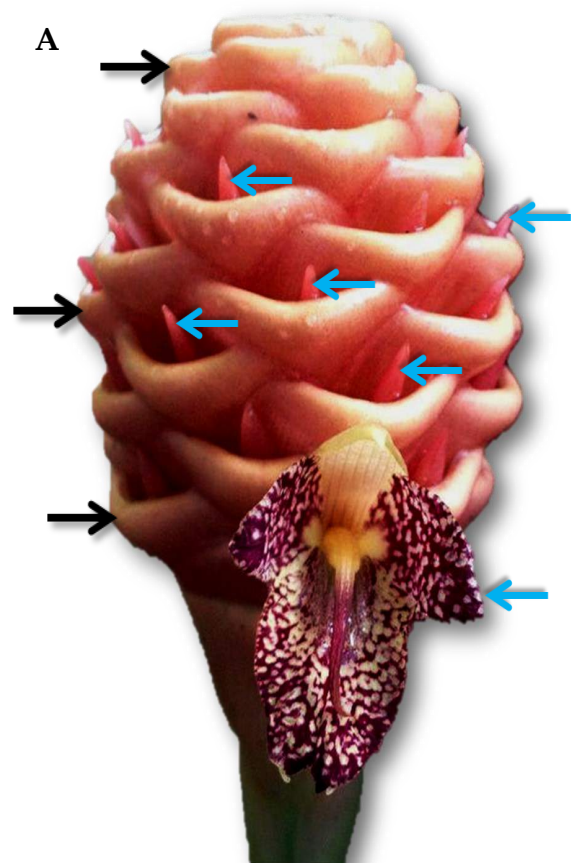


Figura 15: Inflorescências de Zingiberaceas evidenciando brácteas (*setas azuis*), botões florais (*setas pretas*) e flores abertas (*seta vermelhas*).



Figura 16: Inflorescência de girassol em início de antese, evidenciando: Brácteas (*setas vermelhas*); Sépalas protegendo os botões florais centrais (*setas azuis*); Pétalas de flores marginais (*setas pretas*); Pétalas de flores centrais (*setas verdes*).



Figura 17: Inflorescências de planta camarão evidenciando brácteas (*setas pretas*) e botões florais e flores (*setas azuis*).



Figura 18: Inflorescências de primavera com destaque para as brácteas (*setas pretas*) e botões florais e flores (*setas azuis*). A exuberância dessas plantas se deve à coloração das brácteas e não das flores propriamente ditas!!!

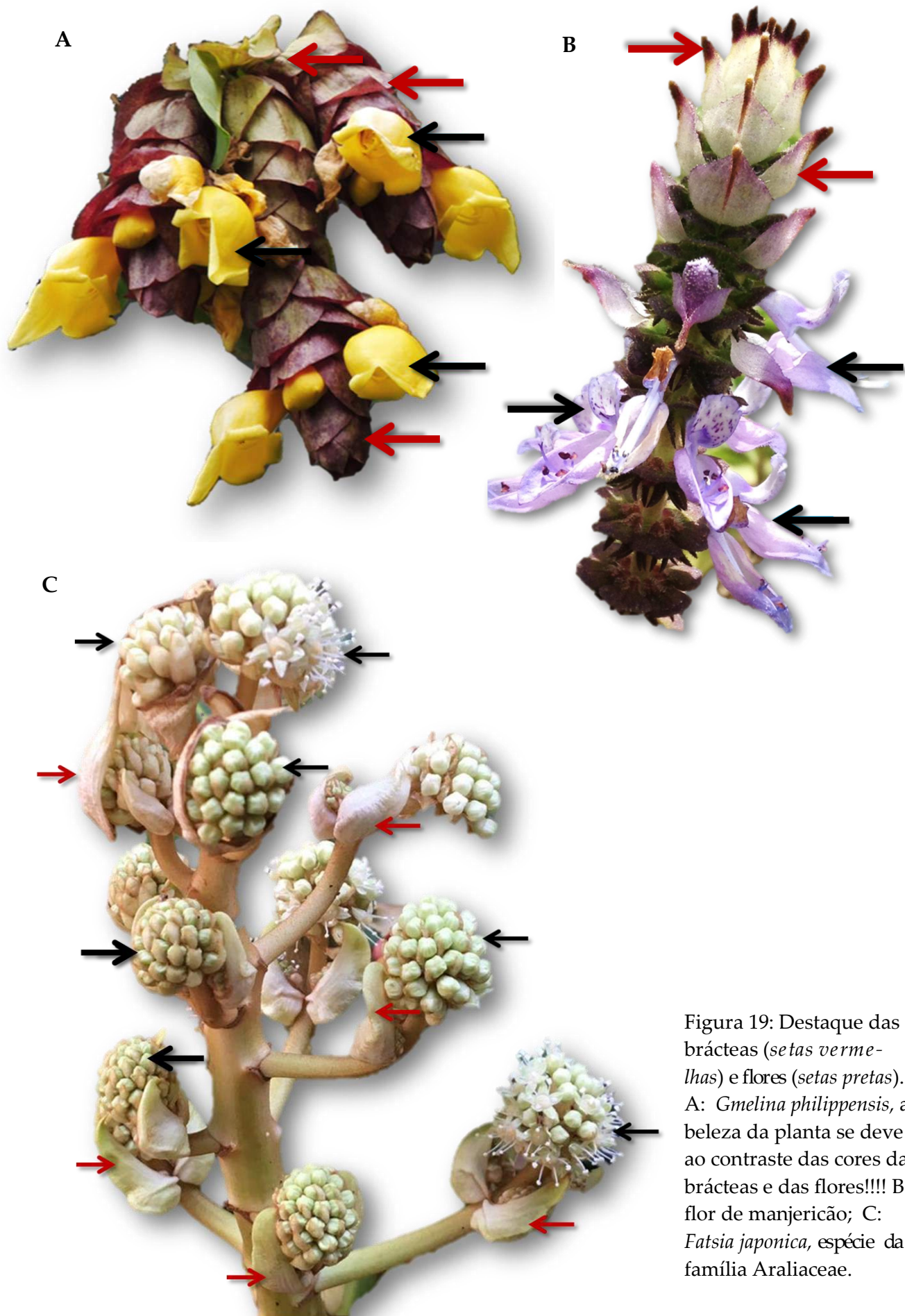


Figura 19: Destaque das brácteas (setas vermelhas) e flores (setas pretas). A: *Gmelina philippensis*, a beleza da planta se deve ao contraste das cores das brácteas e das flores!!!! B: flor de manjericao; C: *Fatsia japonica*, espécie da família Araliaceae.



Figura 20: Inflorescências de cebolinha destacando as brácteas (*setas pretas*) e flores (*setas azuis*).

Espécies da família Araceae: antúrios, copos de leite, taioba apresentam inflorescência do tipo espádice e suas brácteas são denominadas *Espatas* (figura 21 e 22).



Figura 21: Plantas da família Araceae evidenciando brácteas do tipo espata (*setas vermelhas*) protegendo inflorescências do tipo espádice (*setas azuis*).

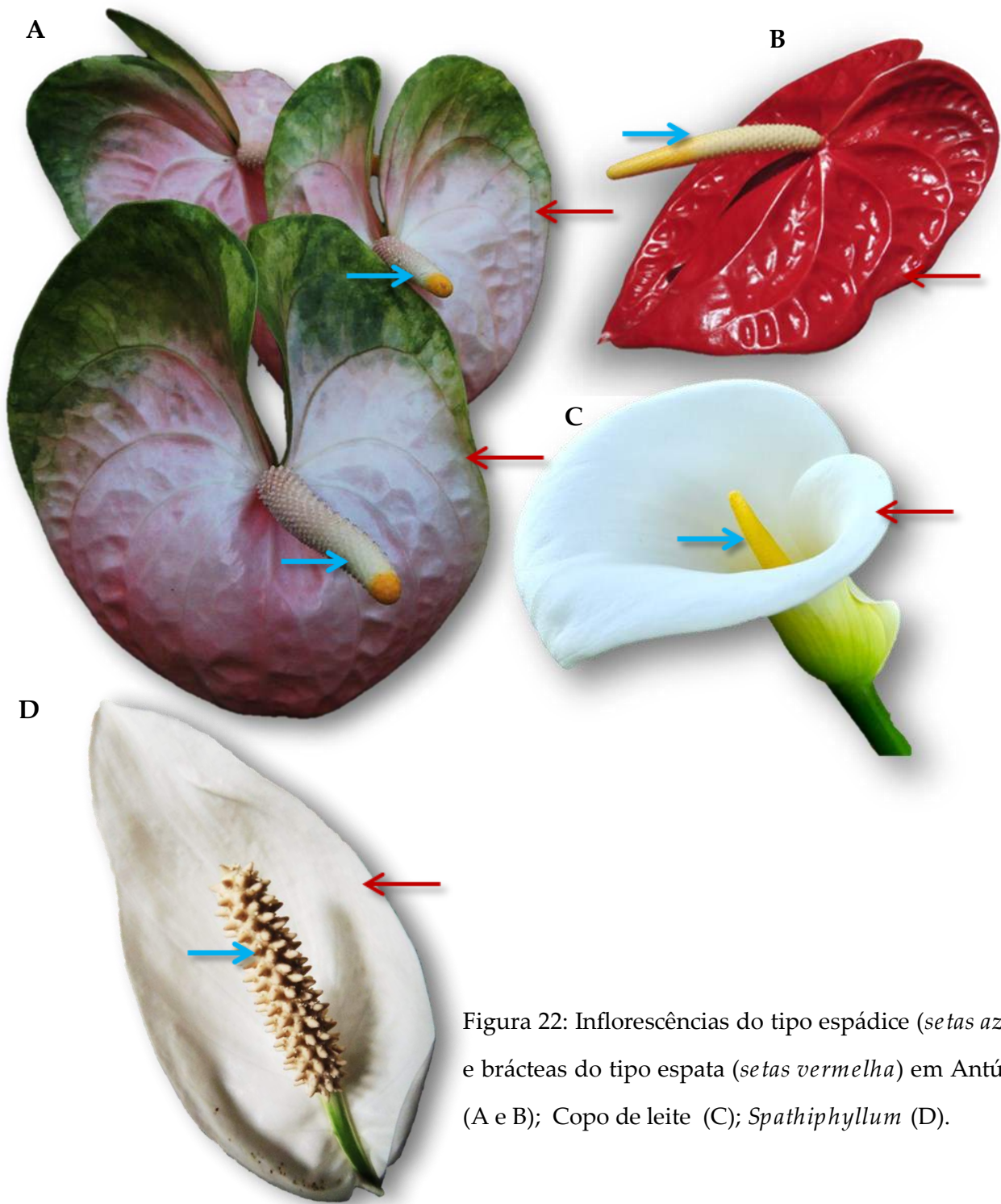


Figura 22: Inflorescências do tipo espádice (setas azuis) e brácteas do tipo espata (setas vermelha) em Antúrios (A e B); Copo de leite (C); *Spathiphyllum* (D).

Observe que as brácteas apresentam texturas variadas. Na cebolinha a bráctea é extremamente fina, nas primaveras e planta camarão elas são um pouco mais grossas e secas e nas bromélias são rígidas e bastante resistentes. Outros tipos de brácteas são encontradas nas palmeiras e diferenciam-se das demais por serem lenhosas. Observe na figura 23 que algumas palmeiras apresentam as brácteas envolvendo o eixo floral, as espatas, e em outras tem forma de canoa, razão pela qual, são denominadas de “simba”.



Figura 23: Brácteas de inflorescências de palmeiras. Espata ou Simba (*setas*).

Da mesma forma que as brácteas, as sépalas (item 4.1) tornar-se parecidas com as pétalas, tanto na cor como na forma, dificultando seu reconhecimento, portanto, **observe-as atentamente**. Quando isso ocorre notem que a função de proteção do botão floral das sépalas, se mantem até a antese, e passam a atuar juntas às pétalas, potencializando assim, a atração de polinizadores. Quando há semelhança de cor e forma entre sépalas e pétalas, ambas passam a ser denominadas **tépalas** (figura 24). No próximo volume da Coleção Botânica as flores serão abordadas mais detalhadamente!!!!

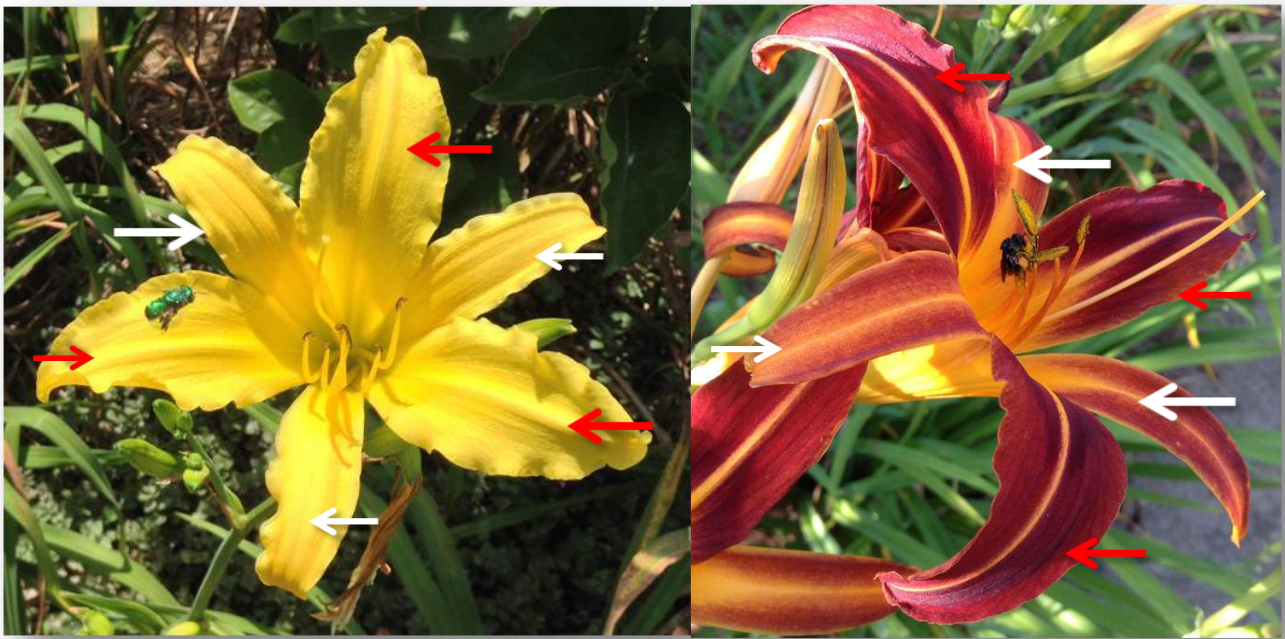


Figura 24: Flores de lírio evidenciando as Tépalas: Sépalas (setas brancas); Pétalas (setas vermelhas).

CUIDADO!!!! A Natureza nos confundindo novamente!!!

Em *Mussaenda* rosa e salmão, as sépalas além de tornarem-se coloridas, durante a antese, apresentam tamanho muitas vezes maior que as pétalas e são facilmente confundidas com brácteas (figura 25).



Figura 25: Mussaenda rosa e salmão evidenciando sépalas (setas vermelhas) e pétalas (setas pretas).

5 DISPERSÃO: Uma das estratégias de perpetuação das espécies é a dispersão de seus frutos e conseqüentemente de suas sementes, que em função dos ventos, das fezes e/ou movimentos de animais, os transportam para longe de seu genitor. Algumas espécies apresentam folhas carpelares (*folha fértil feminina*) que ao se desenvolver em frutos apresentam uma expansão aliforme (*frutos alados*), como a sâmara, por exemplo (figura 26), que, se aproveitando do vento proporciona um “vôo” em movimentos elípticos, lembrando a hélice de um helicóptero, o que lhe permite percorrer grandes distâncias.



Figura 26: Folha metamorfoseada com função de dispersão. Expansão aliforme dos carpelos em frutos do tipo sâmara (*setas*).

Outro caso de dispersão é observado no fruto do picão, onde a folha carpelar ao se desenvolver em fruto formam os papilhos, pequenos “ganchos”, que se prendem aos pelos dos animais, onde permanecem por longos períodos até serem liberados. Além do picão, destacamos também a língua de vaca, cujos frutos formam “pompons brancos”, e estes, por apresentarem papilhos plumosos, ao serem liberados são transportados pelo vento (figuras 27 e 28).



Figura 27: Folhas carpelares desenvolvidas em fruto de picão evidenciando os papilhos (*ganchos*) que auxiliam na dispersão por grudarem nos animais. Fruto (*seta vermelha*), Papilhos (*seta azul*).

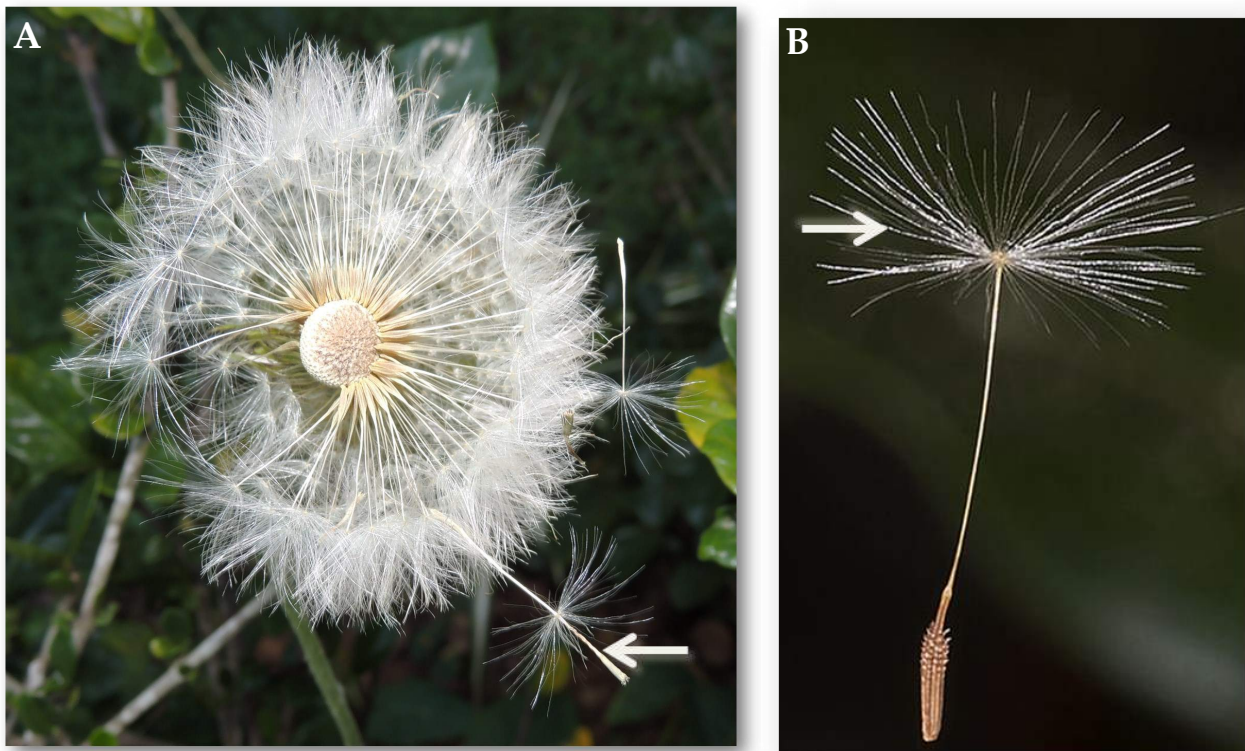


Figura 28: A: Infrutescência de língua de vaca (“pompons”) no momento da liberação dos frutos (*seta branca*); B: fruto isolado evidenciando o papilho plumoso.

Outra estratégia de dispersão das folhas metamorfoseadas é a presença de tricomas na superfície do fruto, os quais aderem aos pelos de animais ou roupas como um “velcro” ou “espinhos” (figura 29).

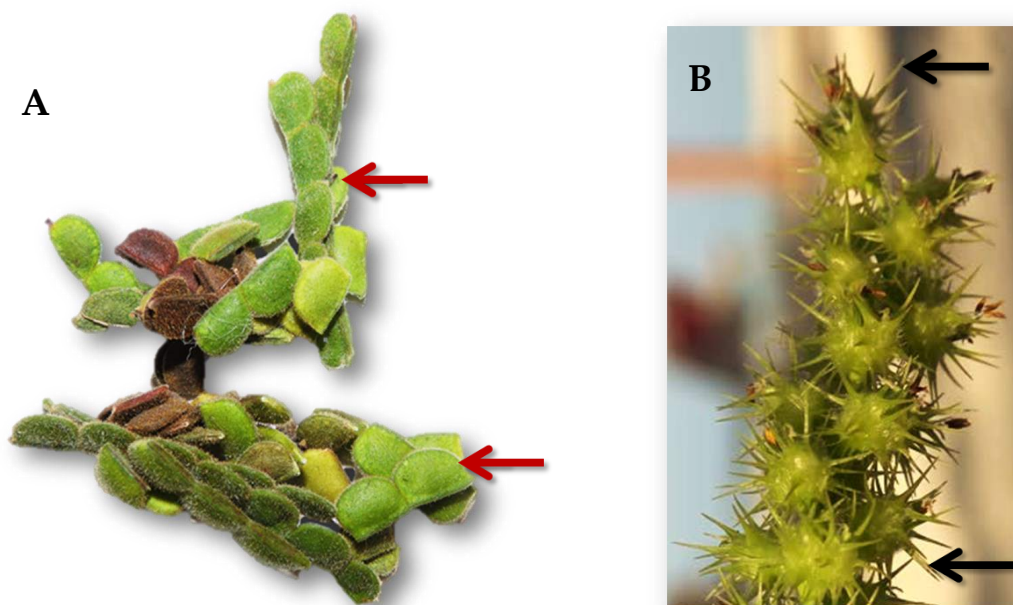


Figura 29: A: Frutos de beijo de boi apresentando tricomas que agem como “velcro” (setas vermelhas); B: frutos de carrapicho constituídos por tricomas em forma de “espinhos” (setas pretas). Ambas as estruturas permitem a dispersão das espécies.

6 Reserva: as folhas metamorfoseadas (*catáfilos*) presentes nos bulbos armazenam água e reservas nutricionais, acrescentando assim, mais uma função das folhas. Observe também a presença de folhas modificadas em escamas, as quais protegem os bulbos contra dessecação (figura 30).

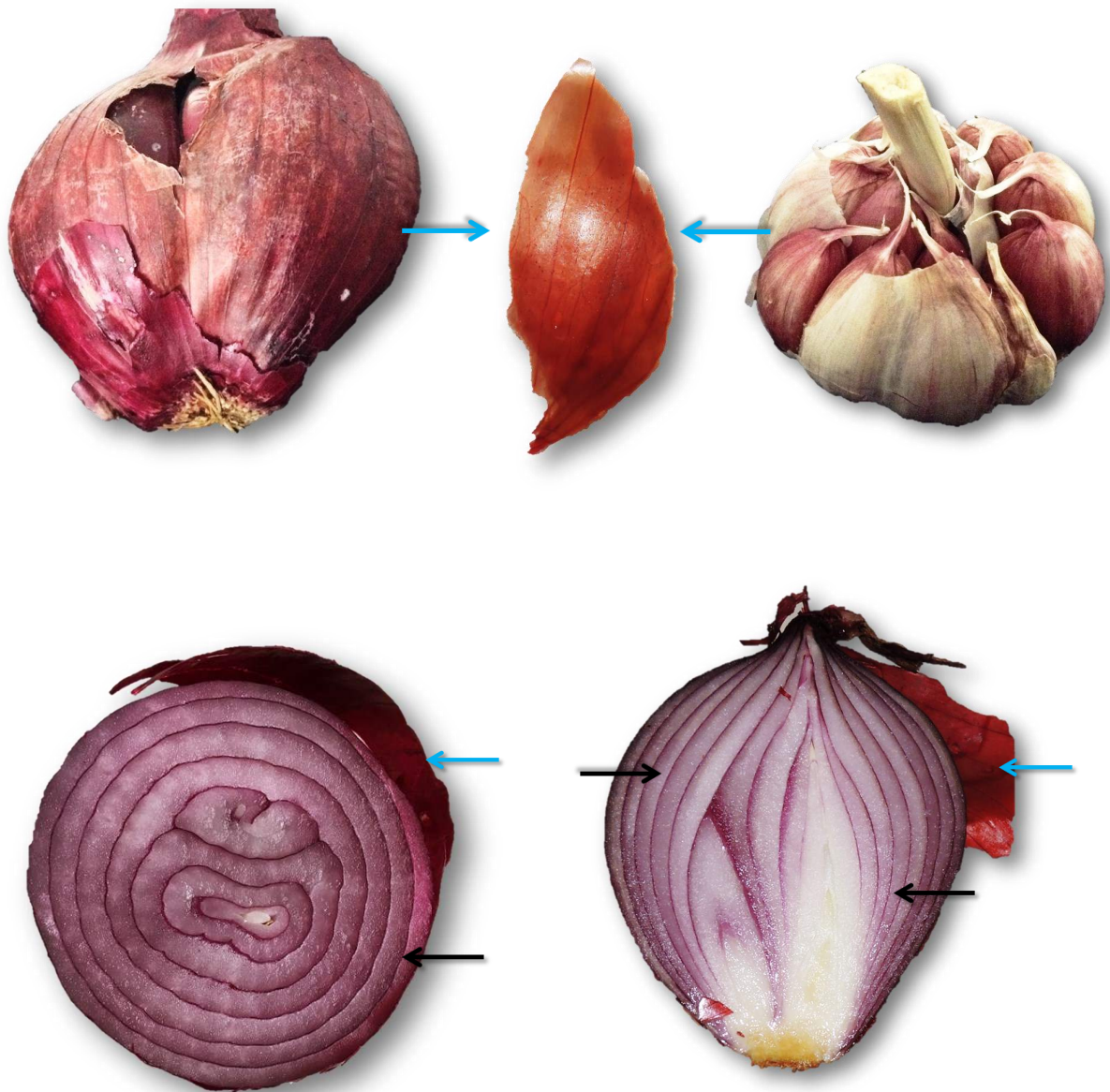


Figura 30: Bulbos de cebola e alho evidenciando as folhas metamorfoseadas, também chamadas de escamas para proteção (*setas azuis*) e os catáfilos de reserva (*setas pretas*).

7 PROTEÇÃO CONTRA HERBIVORIA

Como já mencionamos, a excepcional plasticidade das plantas ocorre em função de sua capacidade adaptativa resultante de inúmeras estratégias de defesa desenvolvidas ao longo da evolução. A recuperação de tecidos injuriados, a produção de metabólitos com ação repelente, urticante ou toxinas, os protege contra o ataque de animais de diversos grupos do reino, incluindo o homem.

7.1 ESPINHOS: Os espinhos, nada mais são do que folhas ou ramos metamorfoseados em estruturas pontiagudas, rígidas e freqüentemente lignificados, como nos citros. A presença de espinhos nas plantas, além de protege-las, dificultam o acesso de predadores (cactáceas e euforbiáceas) e reduz a área de transpiração (Asparagaceae) (figura 31 a 33).

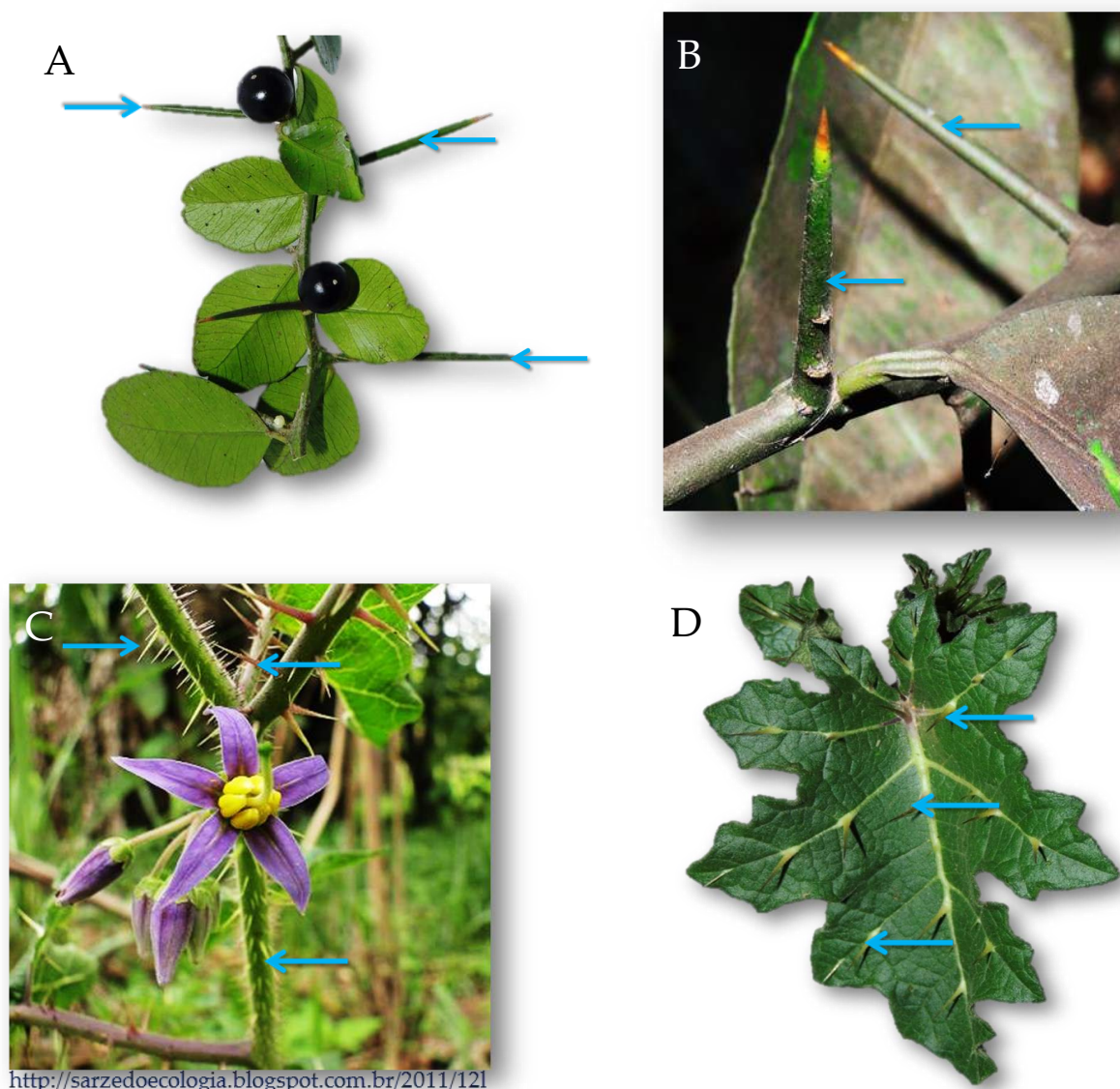


Figura 31: Folhas metamorfoseadas em espinhos (setas). A: Citrus, B: Folha de Juá bravo.

A



B



Figura 32: Cactaceae com folhas reduzidas a espinhos (*folhas metamorfoseadas*). A: *Cylindropuntia spinosior*, B: *Cereus espiraleis* (cactus parafuso);



Figura 33: Euforbiacea (coroa de Cristo), com folhas metamorfoseadas em espinhos.

7.2 TRICOMAS: Diferente dos pelos radiculares que são expansões da superfície periclinal externa da célula epidérmica, os tricomas são estruturas presentes na parte aérea, formados por uma ou mais células epidérmicas diferenciadas. Os tricomas atuam na defesa química e/ou física das plantas e em função disto são classificados em dois tipos:

7.2.1 TRICOMAS GLANDULARES: destacam-se pela função de defesa química observada quando a espécie produz substâncias urticantes, como ocorre na urtiga ou substâncias mucilaginosas que quando exsudadas dificultam a movimentação de predadores pela planta. Algumas espécies metabolizam repelentes, com diferentes odores e sabores que, além de afastar os predadores pelo cheiro, podem afetar a palatabilidade da planta, tornando-as menos atrativas, como ocorre na citronela. Por outro lado, alguns tricomas excretam agradáveis aromas nas flores atraindo diversos polinizadores. No eucalipto, na menta, manjeriço, manjerona, lavanda e uma infinidade de outras espécies, esses tricomas são responsáveis pela produção de óleos essenciais comercialmente importantes, tanto na indústria farmacêutica como alimentícia (figuras 34 e 35).

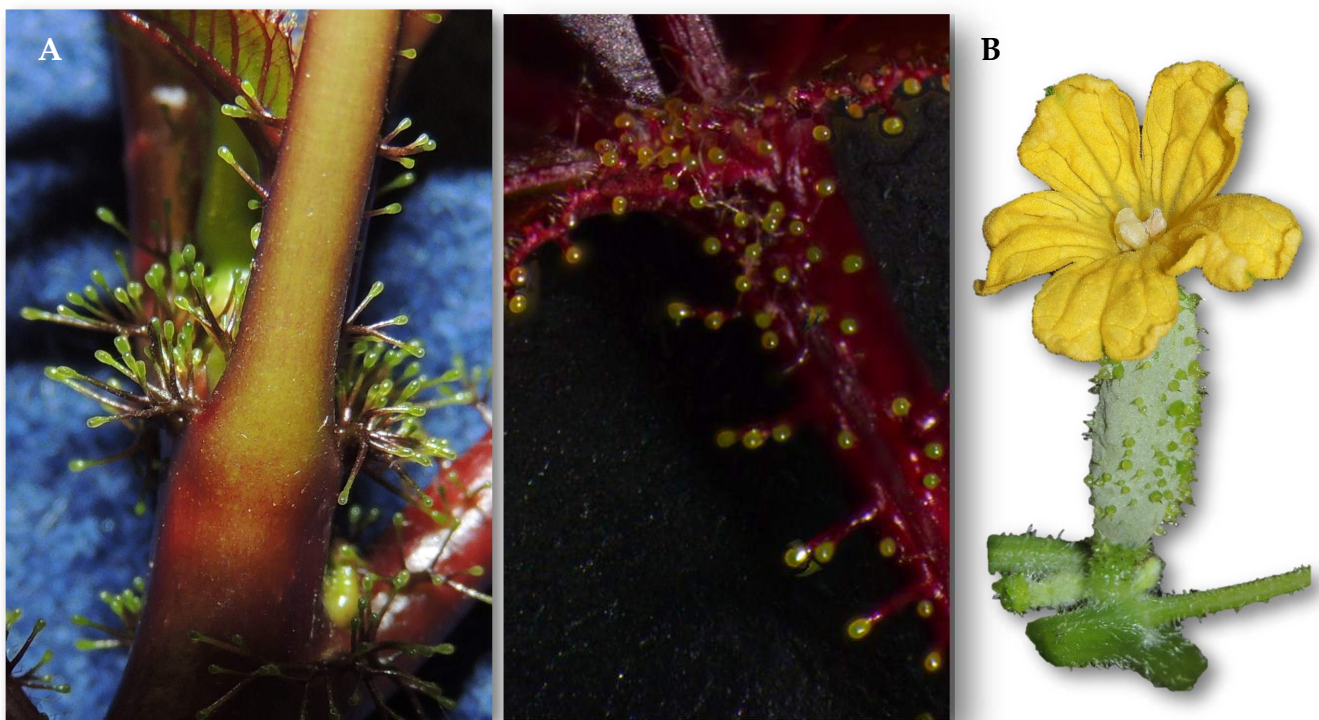


Figura 34: Tricomas glandulares: A: pinhão roxo (*Jatropha gossypifolia*) ; B: pepino.



Figura 35: Tricomas glandulares.

7.2.2 TRICOMAS TECTORES: esses tricomas muito se assemelham a pêlos e podem ser uni ou pluricelulares, ramificados ou não, e até mesmo em forma de escamas. Apresentam funções variadas, desde defesa por dificultar a locomoção dos predadores sobre as folhas com sua textura pilosa ou lanosa, proteção contra a ação direta de raios solares e isolante térmico pela retenção de ar (figura 36 a 38).

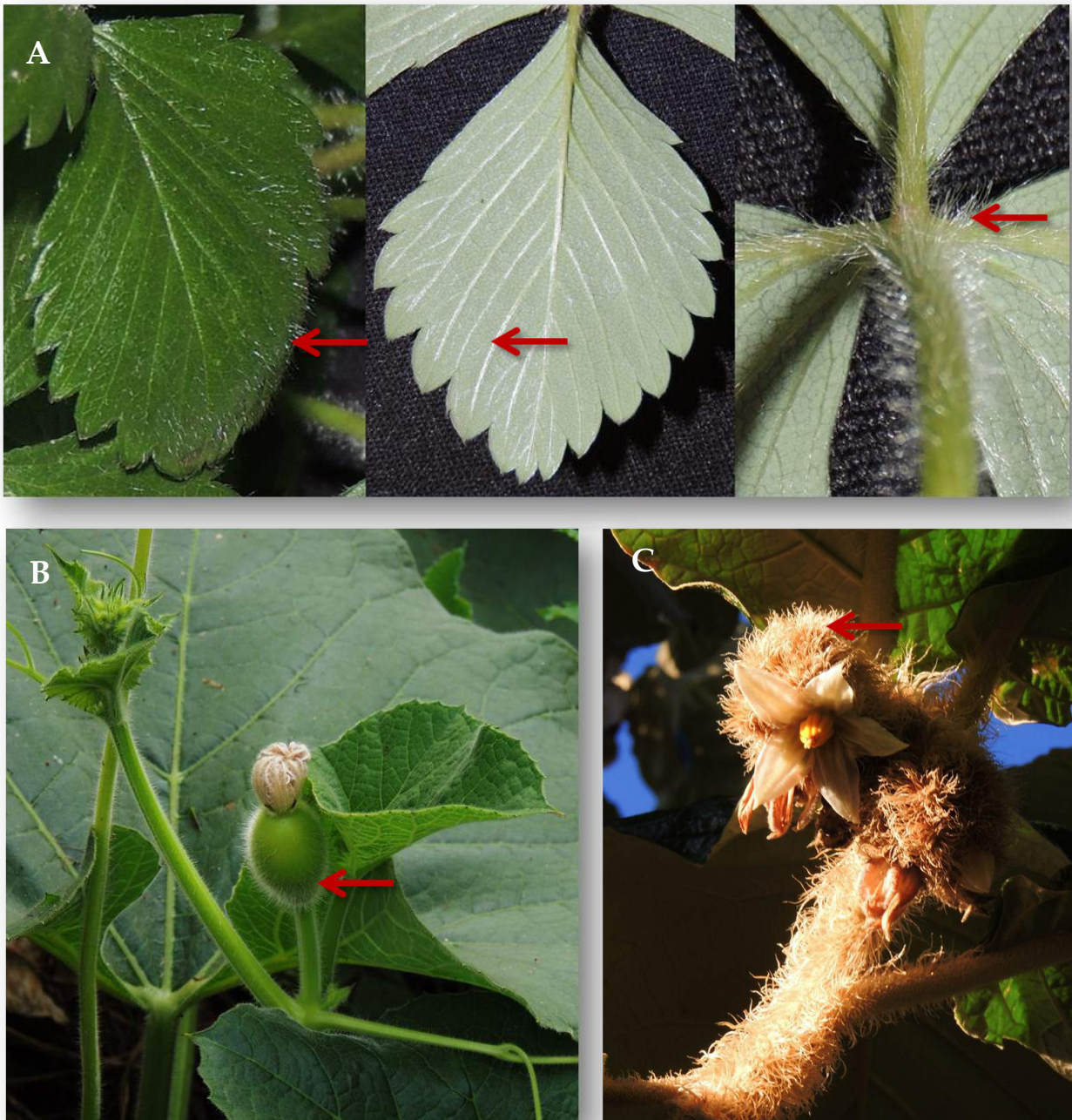


Figura 36: Tricomas tectores: Os tricomas (*setas*) podem estar presentes em ambas as superfícies das folhas adaxial e/ou abaxial, bem como no pecíolo (A). No fruto de abóbora a presença de tricomas tectores ocorre no início de seu desenvolvimento (B). Muitas espécies possuem tricomas tectores distribuídos por todo o caule e nas peças florais, com ocorre na panacéia (C).



Figura 37: Tricomas tectores presentes nas superfícies de diferentes regiões e estruturas da parte aérea das plantas (*setas*).

Plantas como tomateiro, apresentam ambos os tipos de tricomas: tectores e glandulares, o que nos conduz à concluir que a planta apresenta simultaneamente as funções de proteção química e mecânica (figura 38).



Figura 38: Planta de tomateiro evidenciando a presença de tricomas tectores (setas vermelhas) e tricomas glandulares (setas pretas).

Foto do fruto: Batagin-Piotto

Apenas por curiosidade, observe nas figuras 39 e 40, como é a aparência dos tricomas e dos estômatos vistos ao microscópio eletrônico de varredura, técnica que permite analisar a superfície da lâmina foliar.

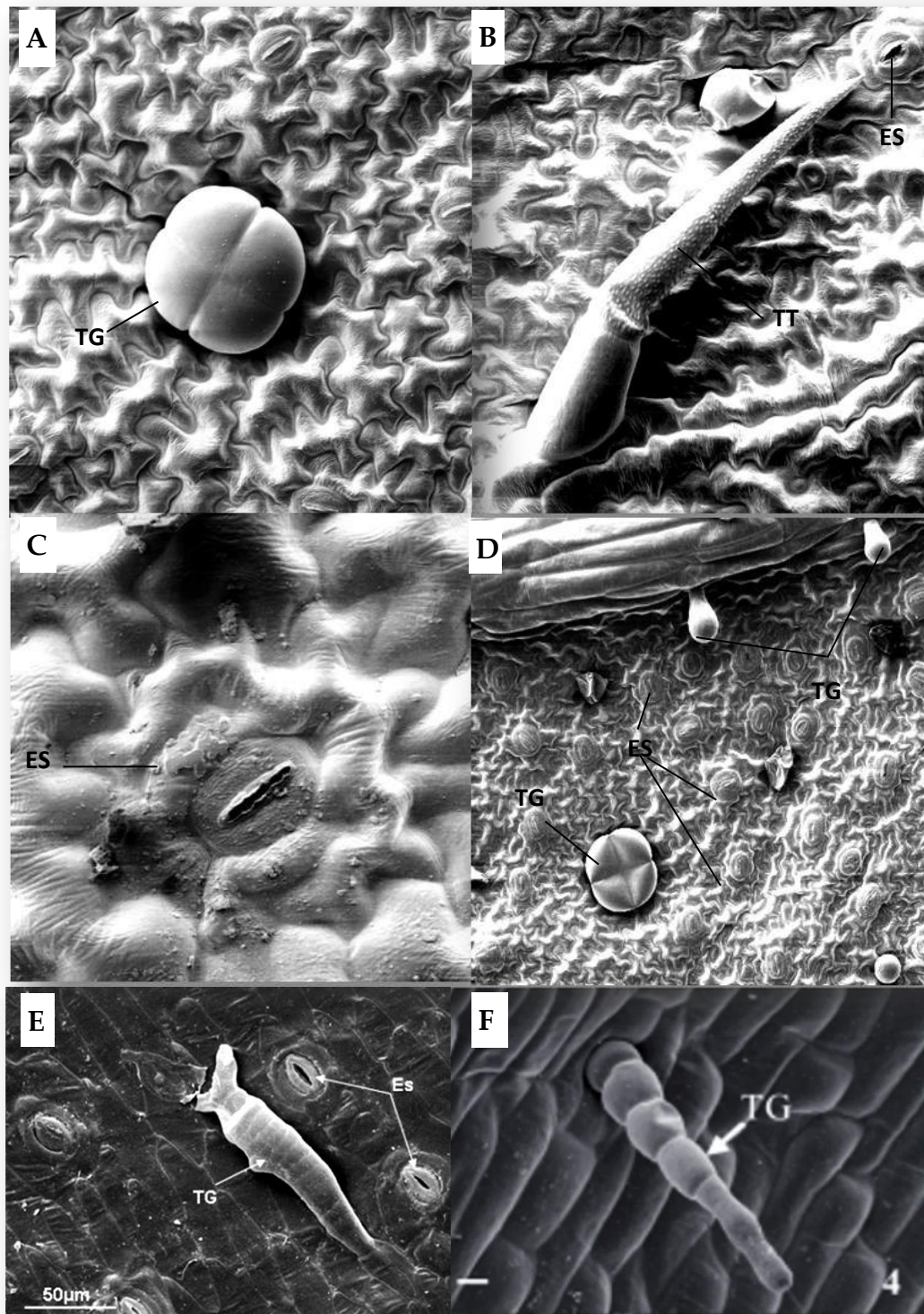


Figura 39: Fotomicrografia eletrônica de Varredura (MEV) evidenciando os tricomas glandulares (TG), tector (TT) e estômatos (ES). Figuras A, B, C e D são de folhas de manjeriço (Créditos da foto: Gabriela Ferraz Leone). A figura E, corresponde ao tricoma glandular de folha de pupunha e a figura F refere-se ao tricoma glandular da folha de abacaxi. (créditos da foto: Katherine D. Batagin).

Os tricomas em forma de escamas desempenham funções importantes no limbo foliar, como proteção mecânica e proteção contra a perda excessiva de água, mantendo uma atmosfera saturada de vapor em torno da folha, resultando na redução da transpiração.

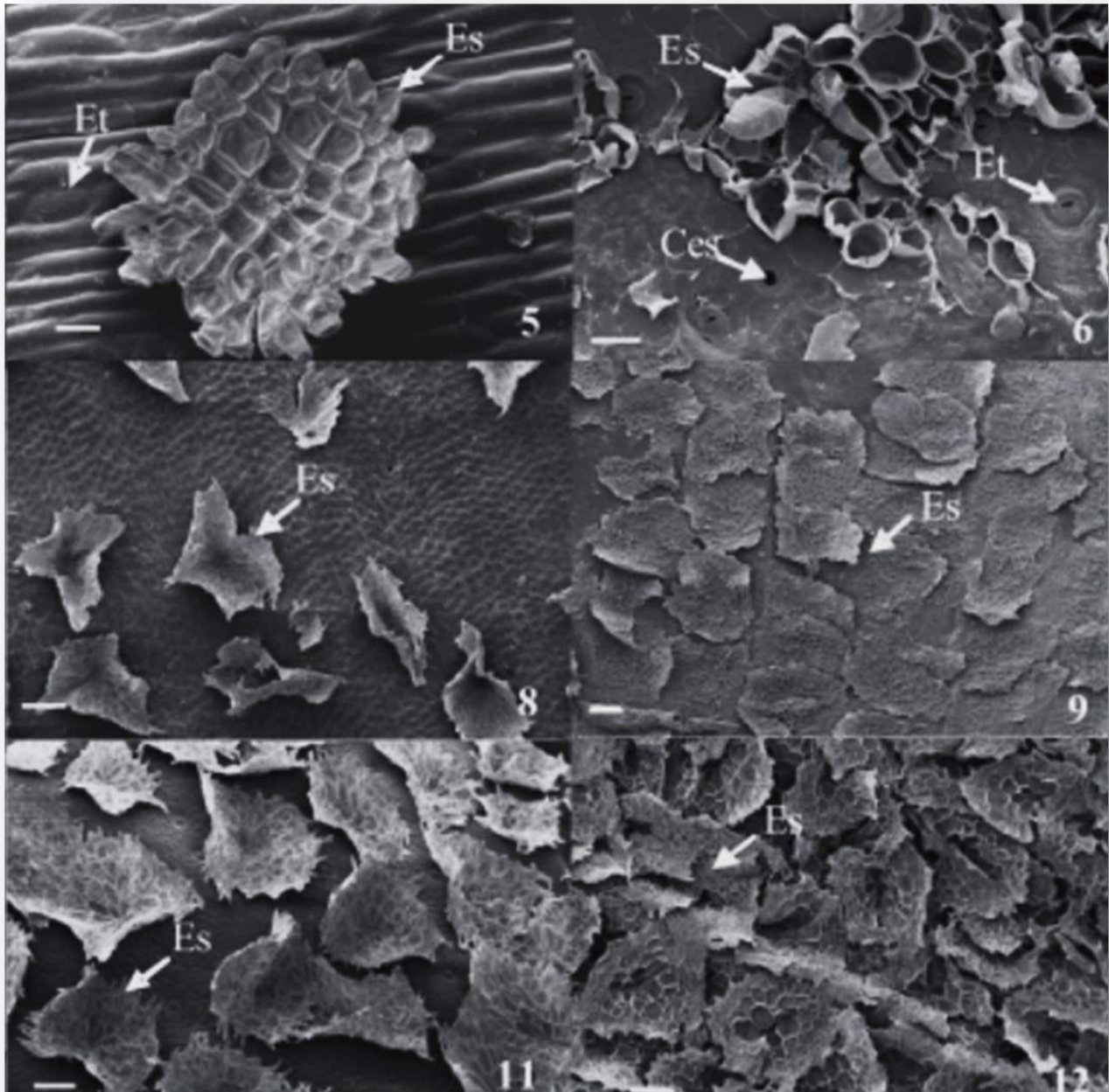


Figura 40: Fotomicrografia em microscopia eletrônica de varredura (MEV) evidenciando as escamas presentes na superfície adaxial em folhas de abacaxi gomo de mel. Créditos da foto: Katherine D. Batagin.

As folhas podem apresentar uma “cobertura” em função da presença dos tricomas, sejam eles tectores, glandulares, escamas ou acúleos (anexos epidérmicos). A essa cobertura denominamos *Indumento*, que pode ocorrer em ambas as superfícies, sendo, comumente, mais abundante na face superior (adaxial). De acordo com a quantidade e localização o indumento é classificado em:

- 1- **LANOSO:** são abundantes, com aspecto de lã cobrindo toda superfície da folha;
- 2- **PILOSO:** quando o indumento é distribuído ao longo das nervuras;
- 3- **ESPINESCENTE:** os tricomas são pontiagudos semelhantes à pequenos espinhos;
- 4- **GLABRA:** quando as folhas são lisas, totalmente desprovidas de tricomas (figura 41).

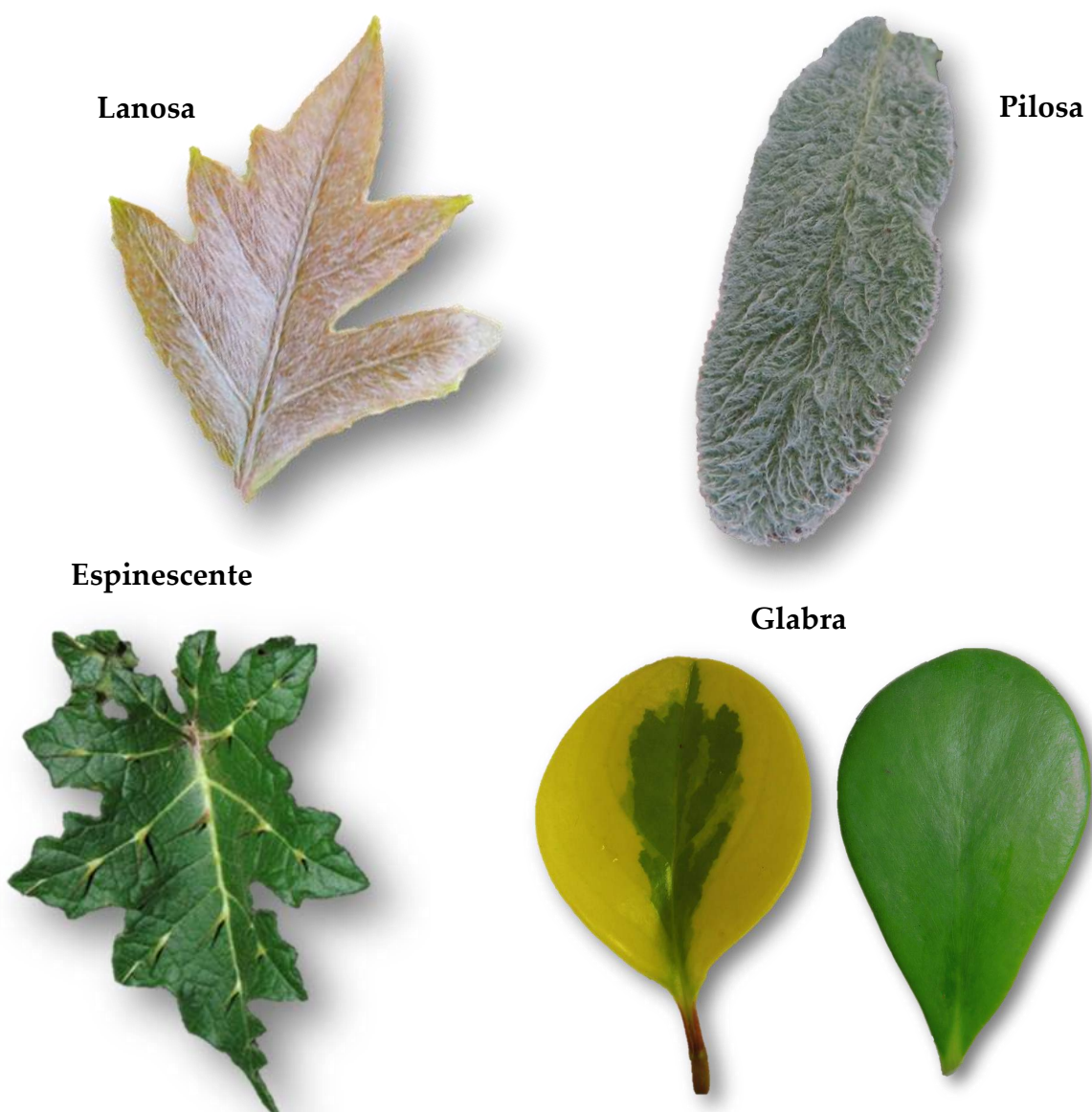


Figura 41: Folhas Pilosas, Lanosa, espinescentes e glabra.

8 FIXAÇÃO: quando toda a folha ou parte dela é transformada em estruturas que auxiliam na fixação em plantas trepadeiras escandentes, formando estruturas semelhantes a molas, ventosas, garras ou ganchos, chamadas **Gavinhas**, que nada mais são, do que folhas metamorfoseadas (figura 42 a 44).



Figura 42: Maracujazeiro evidenciando as gavinhas em forma de mola com função de fixação da planta (*setas*).



Figura 43: Gavinhas em forma de ventosa (*setas*) com função de fixação em hera japonesa. Observe que este caso difere das raízes grampiformes, principalmente pela origem e posição, pois essas surgem *exclusivamente no nó, junto a uma gema axilar*, caracterizando portanto, ou um ramo, ou uma folha metamorfoseados, enquanto que as raízes grampiformes surgem ao longo de todo o ramo.

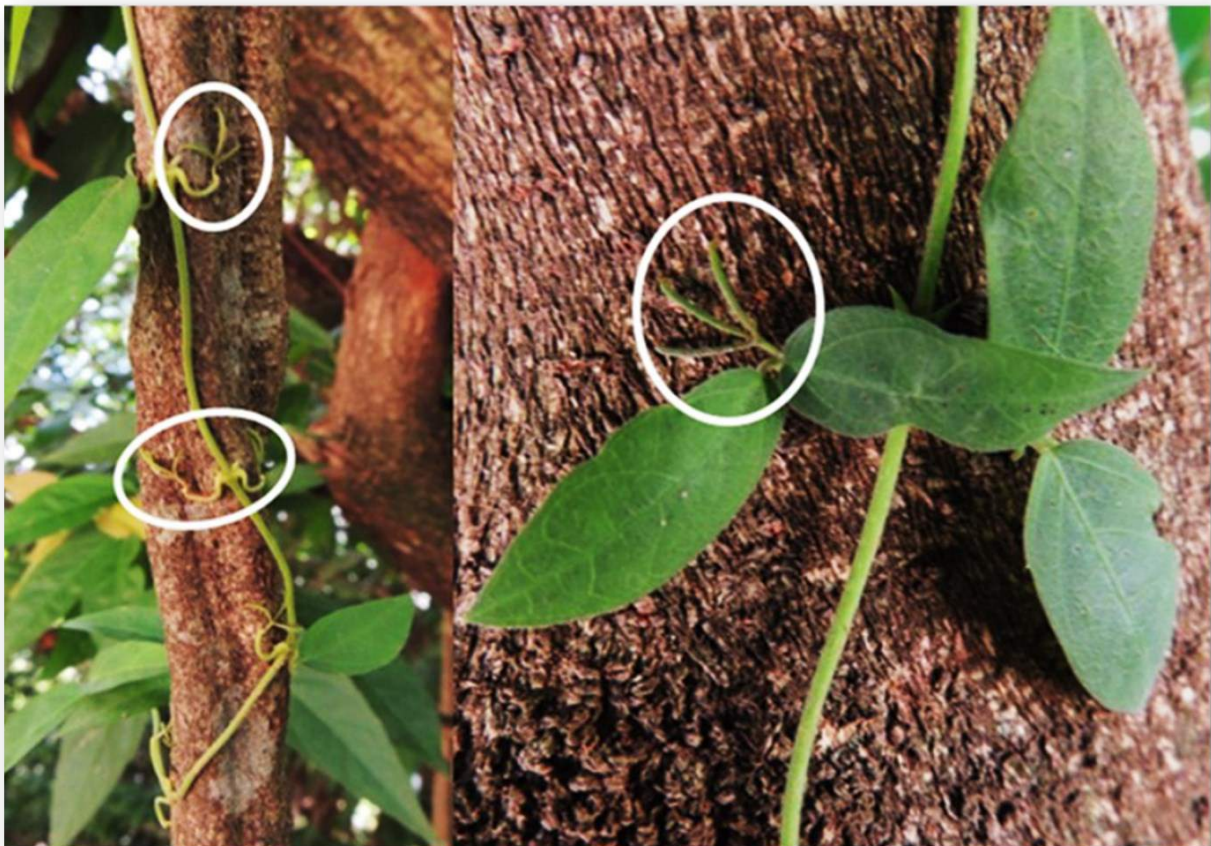


Figura 44: Gavinhas em forma de garra ou gancho (*círculos*) com função de fixação em unha de gato, trepadeira escandescente. Da mesma forma que na hera japonesa, *com origem na região do nó*, apresentando gema axilar.

9 ACÚMULO E ABSORÇÃO: folhas metamorfoseadas adquirem formas arquitetônicas que proporcionam o acúmulo de água, formando “pocinhos” ou “tanques” localizados na base interna das folhas de bromélias, facilitando a absorção tanto de água como de nutrientes e maximizando a capacidade de produção de propágulos (figura 45).

O acúmulo de água na base das bromélias conduziu à idéia de que elas são “acumuladoras” de larvas do mosquito *Aedes aegypti*, vetor do vírus da dengue. Em função disso, milhares de plantas foram eliminadas. É importante divulgarmos que, segundo a Fundação Osvaldo Cruz, as bromélias não possuem papel importante na proliferação desse mosquito, pois pesquisas constataram que as larvas das espécies encontradas em maior número nas bromélias monitoradas, não oferecem perigo à saúde pública!!!

<http://goo.gl/86hX2U>



Figura 45: As setas evidenciam os “pocinhos” ou “tanques” que acumulam água e nutrientes nas folhas de bromélias.

10 ARMADILHAS PARA ANIMAIS: algumas espécies apresentam folhas modificadas que secretam substâncias viscosas, que “agarram” ou “aprisionam” pequenos animais (insetos, aracnídeos, anfíbios...). Outras em forma de jarro, como a *Nepentes*, possuem uma “tampa” que ao toque dos animais, se fecha impedindo sua saída. Essas plantas produzem enzimas que são liberadas para degradar as proteínas do exoesqueleto de suas “presas”, disponibilizando nitrogênio para a planta. Estas espécies são comumente encontradas em ambientes pobres desse nutriente e são conhecidas como plantas insetívoras ou carnívoras (figuras 46 a 51).



Figura 46: Armadilha da planta insetívora *Nepentes*.

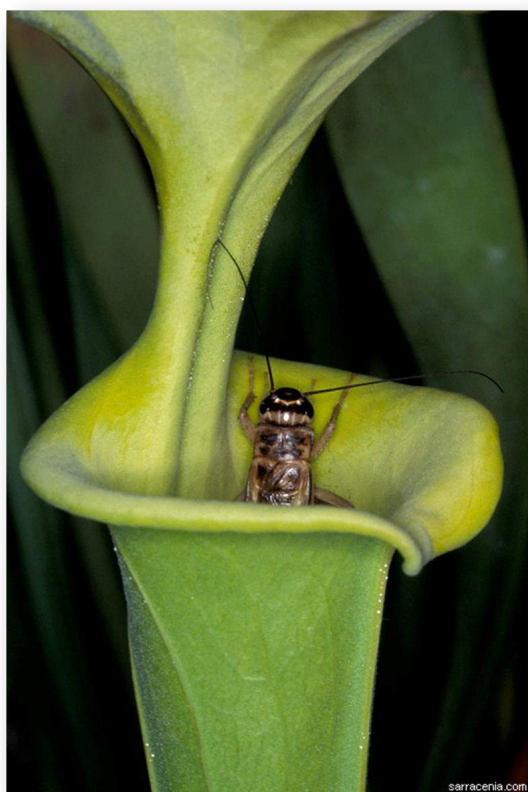


Figura 47: Armadilha da planta insetívora de *Nepentes*. Para encontrar imagens incríveis de insetívoras.



Figura 48: Armadilha da planta insetívora de *Nepentes*.



Figura 49: *Drosera*: outra espécie de planta insetívora que prende insetos graças as folhas metamorfoseadas em armadilhas.



Figura 50: Serracenia, planta insetívora com folhas metamorfoseadas em armadilhas.



Figura 51: Drosera, espécie insetívora evidenciando detalhes de uma folha modificada, rica em tricomas glandulares, capturando um inseto.

11 ESTRUTURA DE FLUTUAÇÃO: espécies como o aguapé são providas de estruturas flutuantes que nada mais são do que folhas metamorfoseadas onde, o pecíolo desenvolve aerênquima (tecido de reserva de ar) promovendo a flutuação da planta (figura 52).

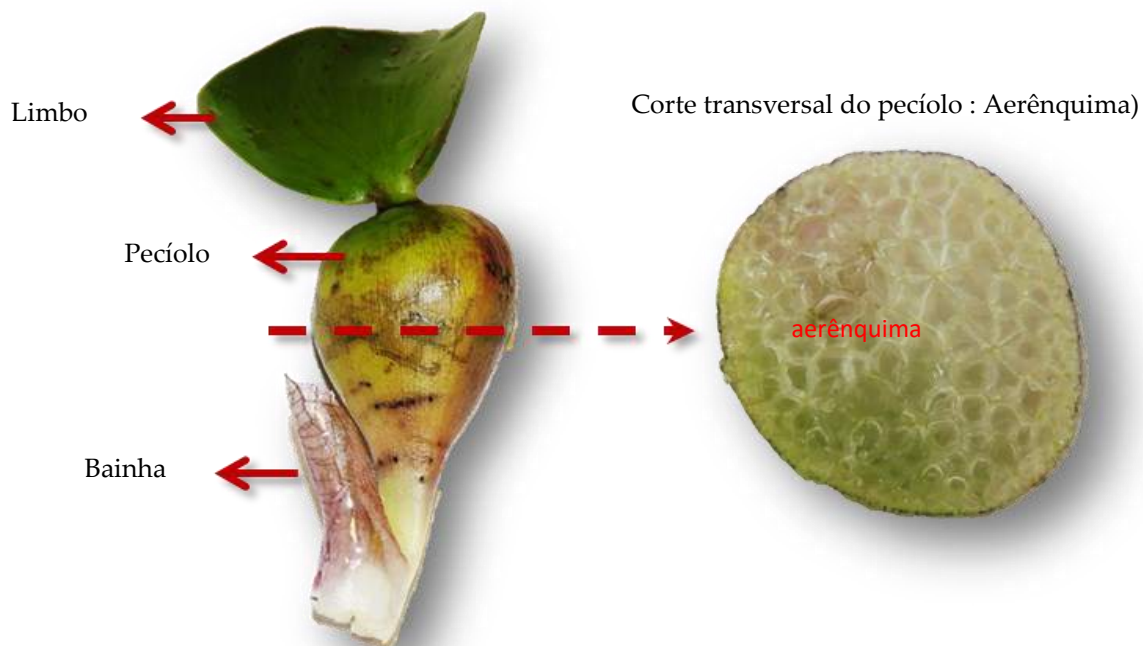


Figura 52: Aguapé, planta flutuante que apresenta pecíolo rico em aerênquima que auxilia na flutuação.

12 PROPAGAÇÃO: Por fim, vamos destacar a função de propagação das espécies, em cujas folhas desenvolvem gemas adventícias que se destacam e originam um novo indivíduo (figura 53).

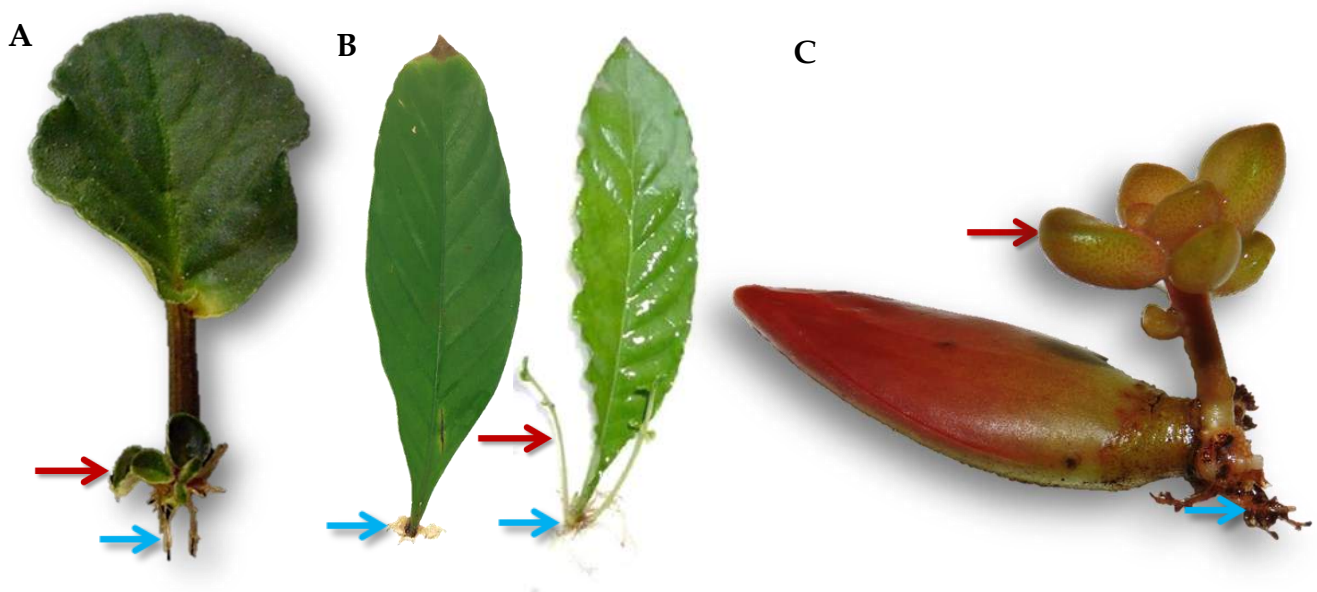


Figura 53: Propagação a partir da folha. Violeta (A); Chacrona (B) e crassulácea (C). Propágulos (setas vermelhas), raízes (setas azuis).

III DESENVOLVIMENTO

As folhas desenvolvem-se de maneira exógena surgindo na região correspondente ao nó do caule ou ramo, em intervalos regulares (*entrenós*) ao redor do ápice vegetativo, **sempre acompanhadas de uma gema típica ou adventícia em sua base adaxial ou axila** (*gema axilar ou lateral*). Portanto, para ser identificada como folha, **obrigatoriamente** temos que “encontrar” a gema axilar em sua base, seja esta vegetativa ou reprodutiva. **Fique atento!!!!** Quando a gema axilar iniciar a atividade de crescimento, esta se transformará em gema apical do ramo, flor ou inflorescência, e com seu desenvolvimento, não mais a encontraremos na axila da folha, e sim o ramo ou a flor, que ela originou. Observe as figuras 54 e 55.



Figura 54: Ramo apical exibindo a gema apical (seta verde); folha (seta azul); Inflorescência (seta vermelha) e gema axilar (seta preta).

Figura 55: Região apical de ramo de goiabeira evidenciando o desenvolvimento de dois botões florais (setas verdes) oriundos das gemas axilares de um par de folhas opostas (setas vermelhas).



IV DIVERSIDADE FOLIAR

A notável diversidade de cores, tamanhos, formatos e texturas das folhas, se deve principalmente a variações genótípicas e influências ambientais. A primeira idéia que vem em nossas mentes quando dizemos “folha” é que estas são verdes, o que é compreensivo, uma vez que a presença de clorofila é predominante. Todavia, nas folhas, existem outros pigmentos, como a xantofila e os carotenos que proporcionam à Natureza, uma aquarela de cores



Figura 56: Diversidade foliar.

1 CORES

A presença de pigmentos como xantofilas e carotenóides, fornece às folhas diferentes tonalidades, e algumas espécies variam suas cores durante as fases de desenvolvimento. A intensidade de luz interfere bastante nessa característica (figura 57).



Figura 57: Variação na coloração de folhas. Diferentes colorações em diferentes fases de desenvolvimento, podem ser observado na mesma planta (retângulo).

2 TAMANHO

As folhas apresentam variações incríveis de tamanho, desde minúsculas como na *Russelia*, cujas folhas tem 4×1 mm e o *Aspargo*, 8×1 mm, até folhas gigantes como a *Coccoloba* e *Taioba*, que chegam a atingir, na fase adulta e protegidas do vento, 2,50 m de comprimento por 1,5 m de largura (figura 58).

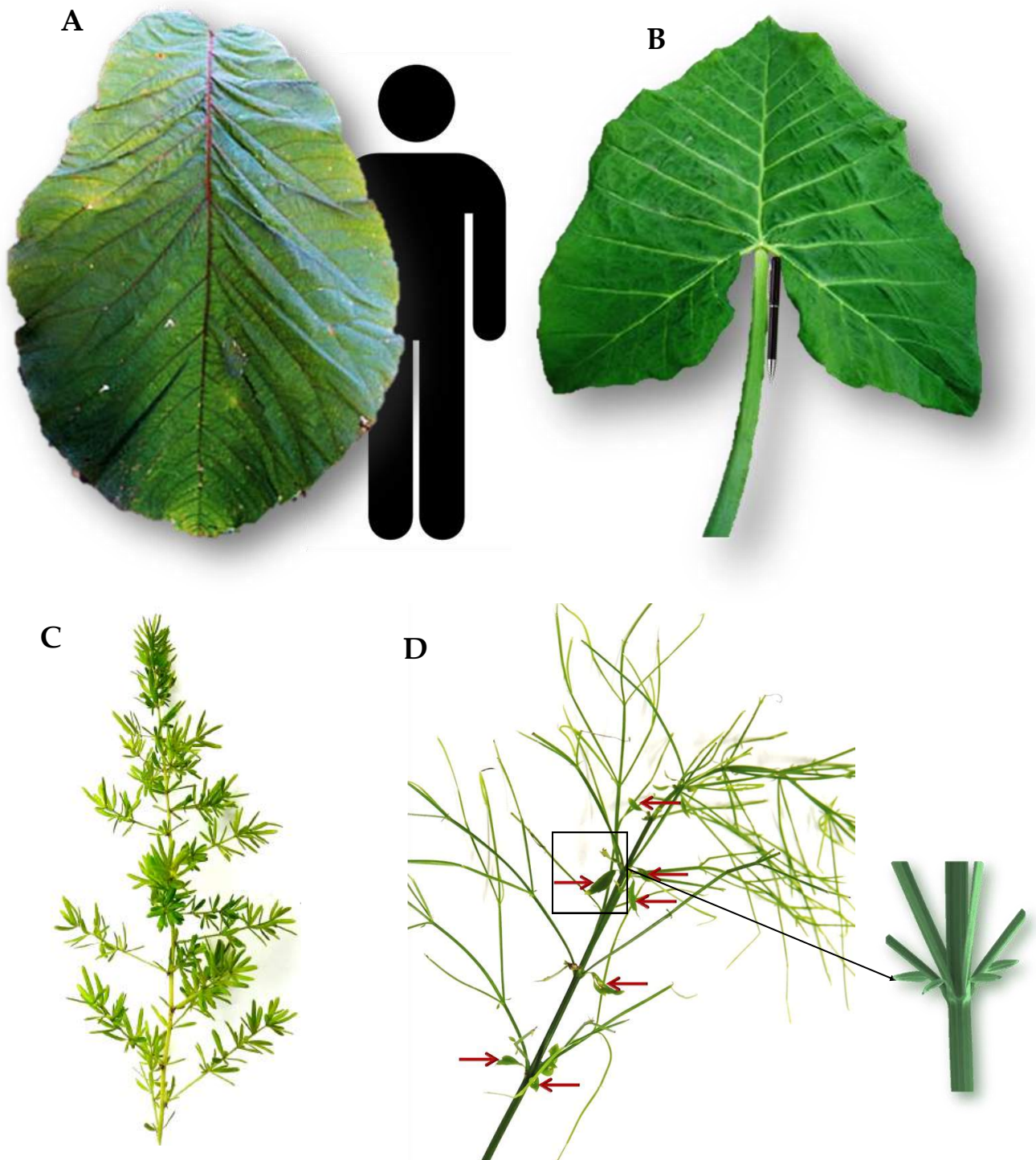


Figura 58: Diferentes tamanhos de folhas (*setas*). A: *Coccoloba* da Amazônia; B: *Taioba* ; C: *Asparaguinho* ; D: *Russelia*.

3 FORMAS

Em resposta aos diferentes ambientes a folha exibe expressivo polimorfismo, visível não somente nas cores e tamanhos, mas também nos formatos (figura 59). Vamos comentar apenas algumas formas, as mais frequentemente observadas ao nosso redor.



Figura 59: Formas mais comuns de folhas.

4 MARGEM

Margem é o contorno do limbo, que independe da forma, do tamanho ou do tipo de folha. Consideramos, portanto, que o contorno de todas as folhas, sejam elas simples, compostas ou recompostas, apresentam diferentes margens (figuras 60 e 61).

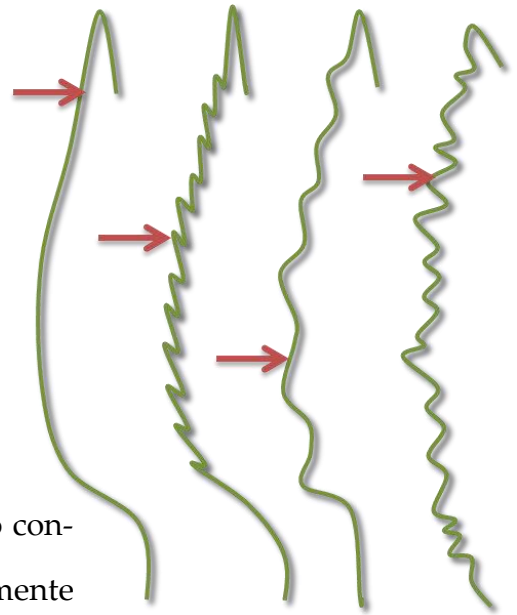


Figura 60: As setas indicam o contorno das margens, propriamente dito.



Figura 61: Diferentes folhas evidenciando os diferentes contornos do limbo (*Seta: margens*).

Em função da presença de recortes ou depressões pequenas ou grandes ou ondulações, as margens das folhas (figura 62) podem ser classificadas em:

- a) **INTEIRA OU LISA:** quando a margem apresenta-se lisa e sem recortes ou reentrâncias (indentações);
- b) **ONDULADA:** a margem tem ondulações;
- c) **DENTEADA:** apresenta recortes agudos, retos e simétricos;
- d) **DENTILHADA:** semelhante à margem denteada porém, com recortes mais próximos e menores;
- e) **SERREADA:** apresentam recortes semelhantes aos da margem denteada, porém, curvos como os dentes de uma serra;
- f) **SERRILHADA:** quando os “dentes” apresentam-se menores que as serreadas;
- g) **CRENADA:** apresenta recortes simétricos, arredondados e superficiais;
- h) **CRENULADA:** semelhante à margem crenada, porém, os recortes são obtusos, arredondados e minúsculos;
- i) **ESPINHOSA:** margem com espinhos grandes ou pequenos e abundantes ou escassos;
- j) **EROSA:** quando a margem apresenta dentes é irregularmente dispostos;
- k) **CRESPA:** também apresentam recortes irregulares, porém mais marcantes e excessivamente dividida e ondulada.

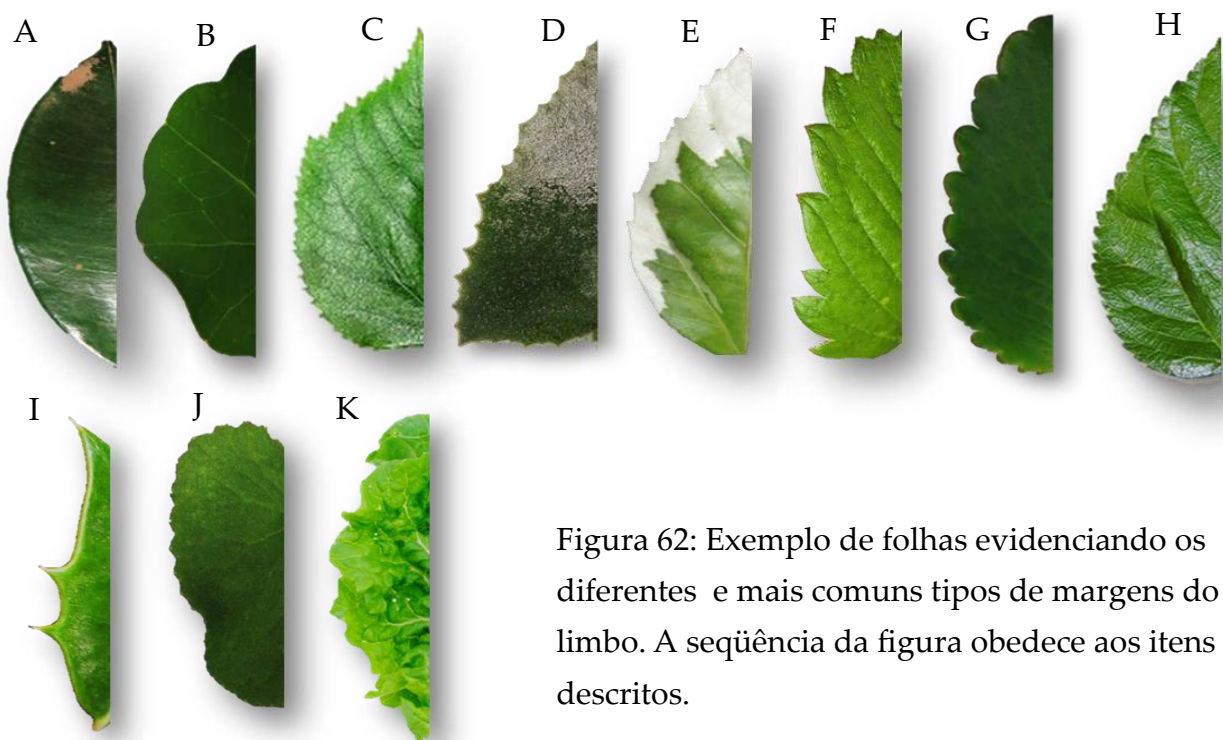


Figura 62: Exemplo de folhas evidenciando os diferentes e mais comuns tipos de margens do limbo. A sequência da figura obedece aos itens descritos.

5 TEXTURA

A consistência da folha depende da natureza dos tecidos que a compõe, do ambiente, do teor de água e de sua resistência, portanto, sua classificação é muito variável e bastante extensa. Desta forma vamos apresentar apenas os três tipos mais característicos e que auxiliam na identificação de espécies.

5.1 MEMBRANÁCEAS OU MEMBRANOSAS: são folhas finas, resistentes e flexíveis, como a maioria das hortaliças e uma infinidade de espécies (figura 63).

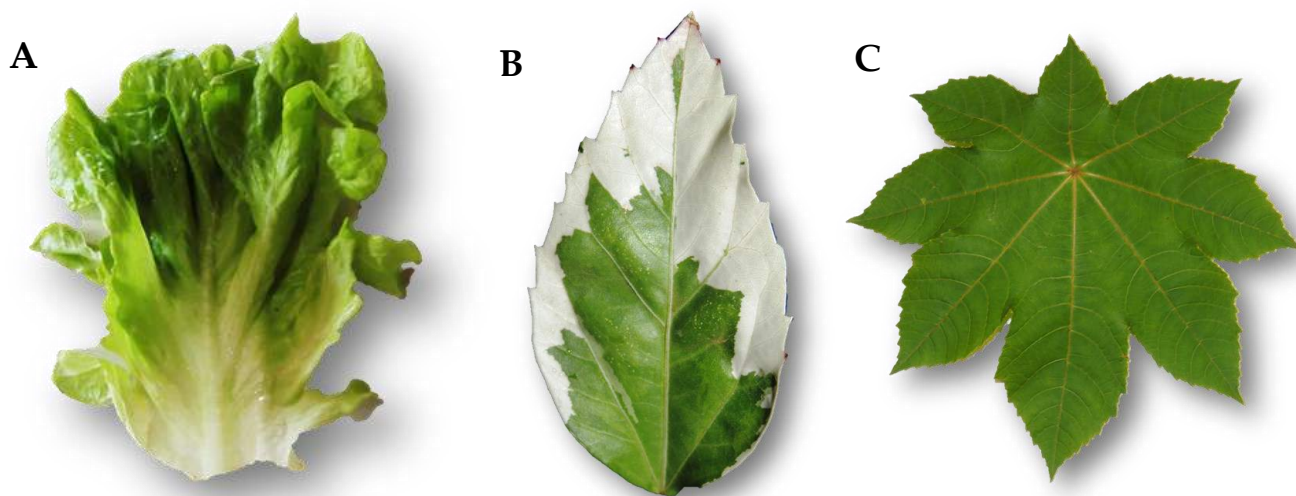


Figura 63: Folha Membranosa de alface (A); hibisco (B) e mamona (C).

5.2 CORIÁCEAS: são rígidas, espessas e resistentes (figura 64).

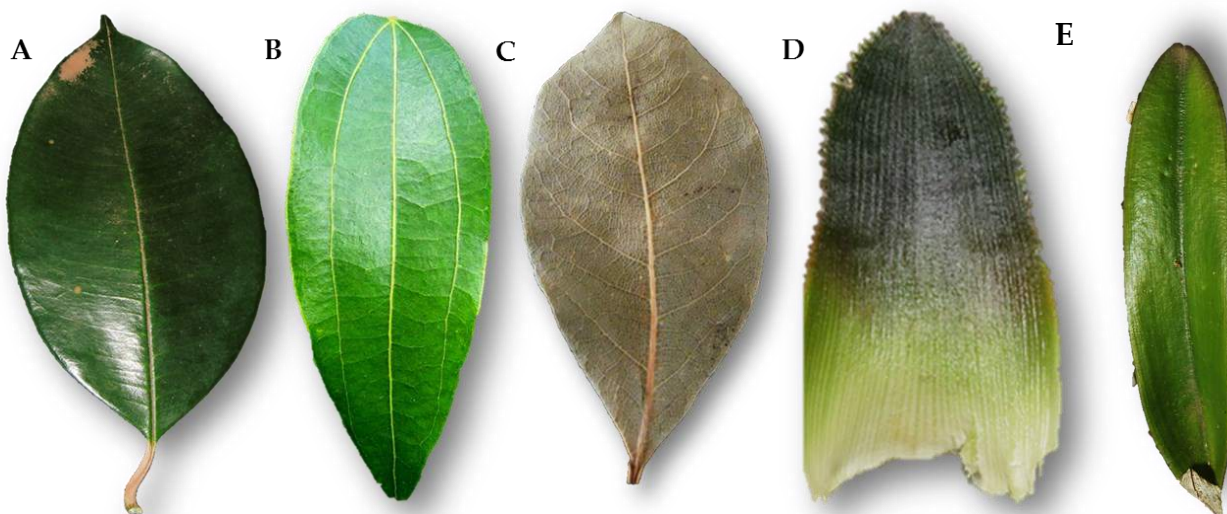


Figura 64: Folhas Coriáceas típicas de figueira (A); canela (B), louro (C); bromélias (D); orquídea (E).

5.3 CARNOSAS

Folhas de aspecto volumoso por armazenarem água, típicas de suculentas (figura 65).



Figura 65: Plantas suculentas constituídas por folhas de consistência carnosa.

V CONSTITUIÇÃO

A maioria das folhas das plantas com sementes apresentam-se constituídas por duas partes claramente definidas, limbo e pecíolo comum em Eudicotiledôneas e limbo e bainha nas Monocotiledôneas. No entanto, costuma-se definir que uma folha padrão é constituída por três partes: limbo, pecíolo e bainha (figura 66), sendo, portanto, classificada como **folha completa**, observada nas roseiras, bananeiras, palmeiras, aráceas, entre outras. Desta forma, quando o pecíolo e/ou a bainha são ausentes, as folhas são classificadas como **incompletas**. Podemos ainda, encontrar na Natureza, espécies classificadas como **sésseis** por apresentar apenas o limbo, como a planta conhecida como pincel.

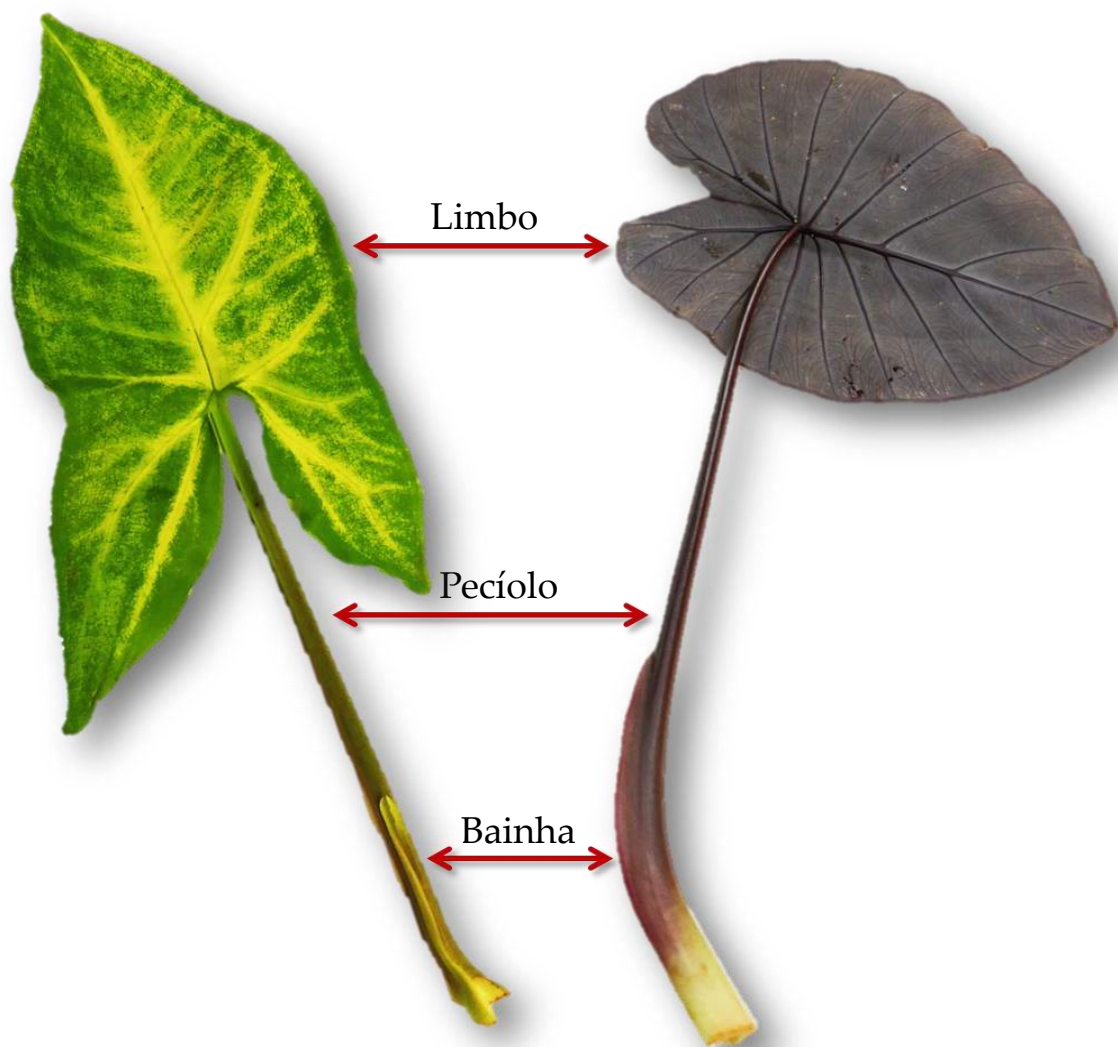


Figura 66: Folha completa constituída por bainha, pecíolo e limbo.

1 ESTRUTURAS FOLIARES

1.1 BAINHA: é a parte achatada, lisa e côncava presente na base do pecíolo, ou aderida diretamente a base do limbo, quando o pecíolo é ausente. Sua posição na folha lhe permite atuar como um órgão de proteção dos ramos, gemas apicais e axilares. A bainha é uma estrutura que pode ser mais ou menos extensa, abraçando e envolvendo completa ou parcialmente o caule ou ramo, e em função disso, são classificadas, respectivamente em: *amplexicaule (invaginante)* e *semi amplexicaule (semi invaginante)*.

1.1.1 AMPLEXICAULE OU INVAGINANTE: quando a bainha abraça totalmente o caule ou ramo, comuns em gramíneas, bambus, tradescância, palmeiras e musáceas (figura 67 a 69).

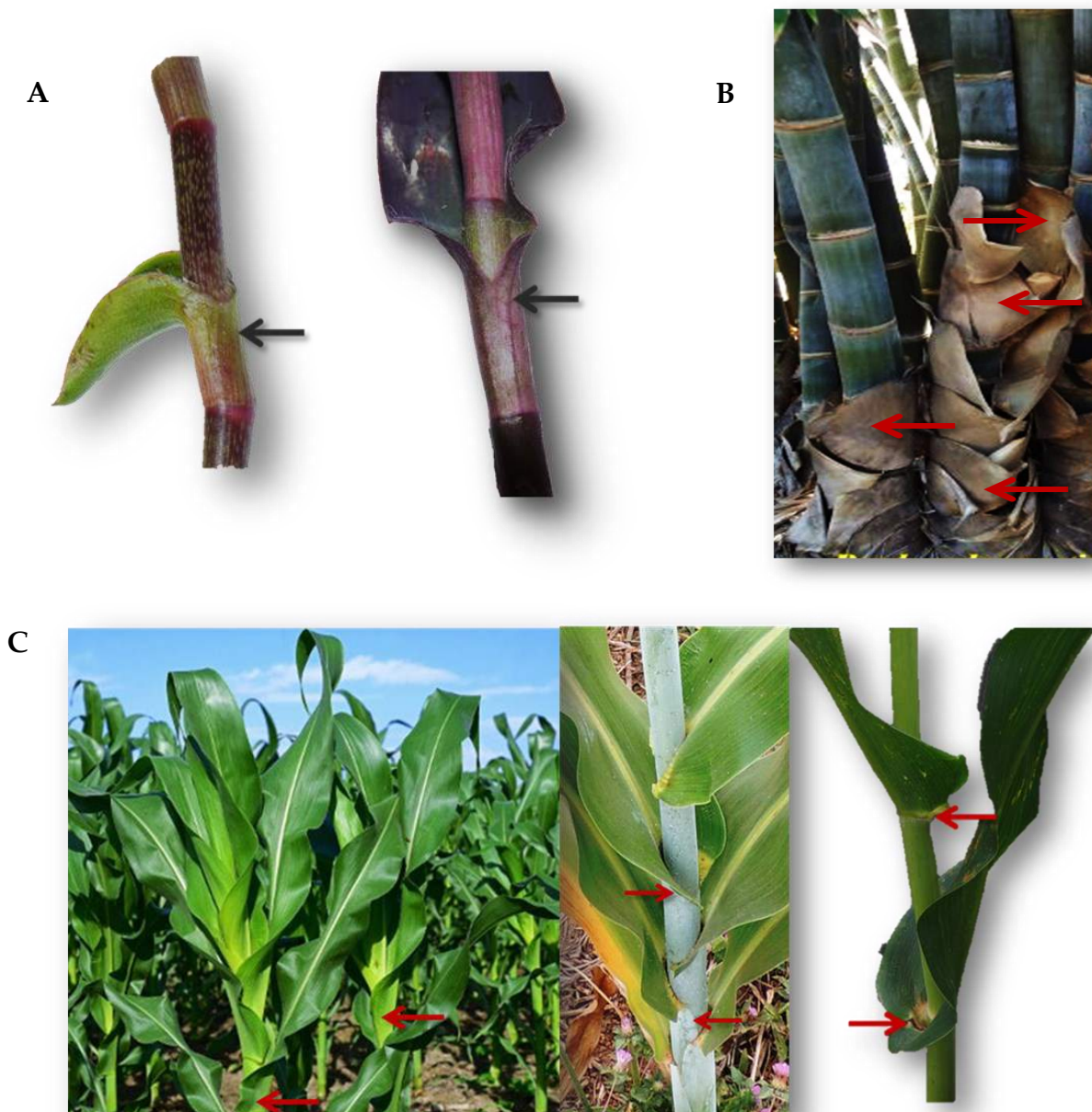


Figura 67: Bainhas amplexicaule ou invaginante: A: Tradescância; B: bambu; C: milho.

As bainhas amplexicaules das folhas de bananeira constituem o pseudocaule. Observem as setas e os círculos e vejam como elas são evidentes!



Figura 68: Bainhas amplexicaule ou invaginante em bananeira. O pseudocaule é erroneamente chamado de caule, porém, nada mais é do que bainhas que se abraçam completamente como se verificam nos círculos e setas.

As bainhas amplexicaules das folhas jovens de algumas palmeiras presentes no ápice caular constituem o palmito. Observem as setas, vejam como elas são evidentes!

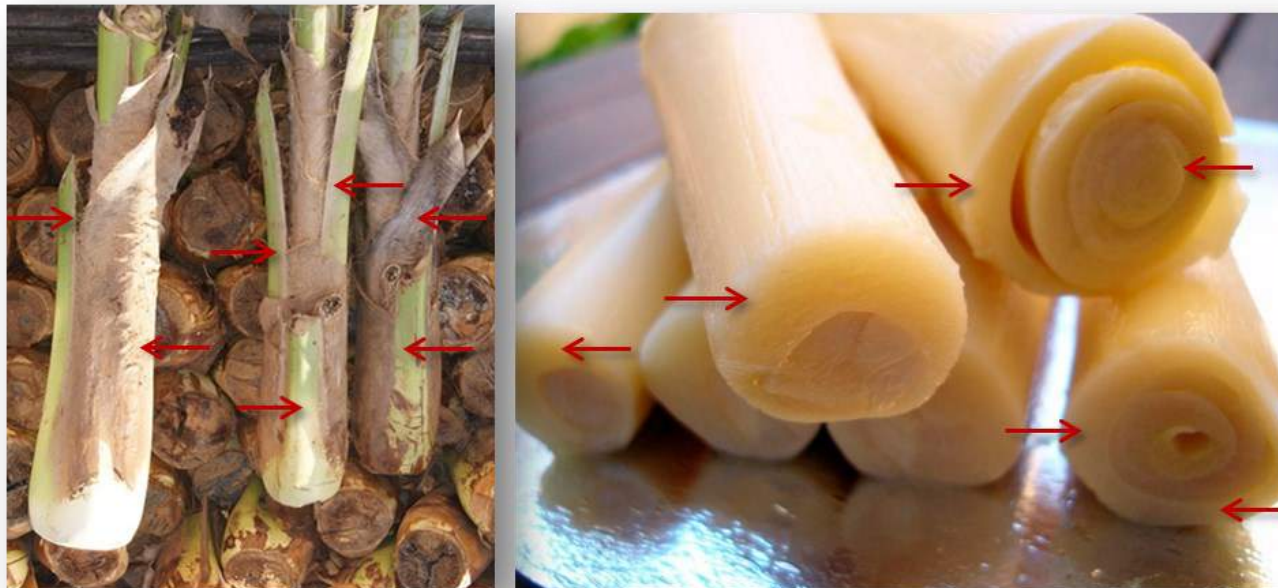


Figura 69: As setas indicam as bainhas amplexicaules ou invaginantes que, em conjunto, constituem o palmito em *Bactris gasipaes*.

1.1.2 Semi Amplexicaule ou semi invaginante: quando abraça parcialmente o caule ou ramo, comuns em algumas espécies de palmeiras, dracenas, babosa, roseiras, entre outras (figura 70 e 71).



Figura 70: Bainhas semi amplexicaule ou semi invaginante em palmeira (A); Dracena (B).



Figura 71: Bainhas semi amplexicaule ou semi invaginante em Roseira (A) e Babosa (B).

1.2 Pecíolo: haste que confere o movimento à folha, geralmente delgada e cilíndrica, basicamente restrita aos tecidos de condução, sustentação e revestimento, ligando, como uma “ponte”, a lâmina foliar (limbo) à bainha ou, diretamente ao caule ou ramo, quando a bainha é ausente. Muito freqüentemente e popularmente, o pecíolo é conhecido como “cabinho” da folha (figura 72).

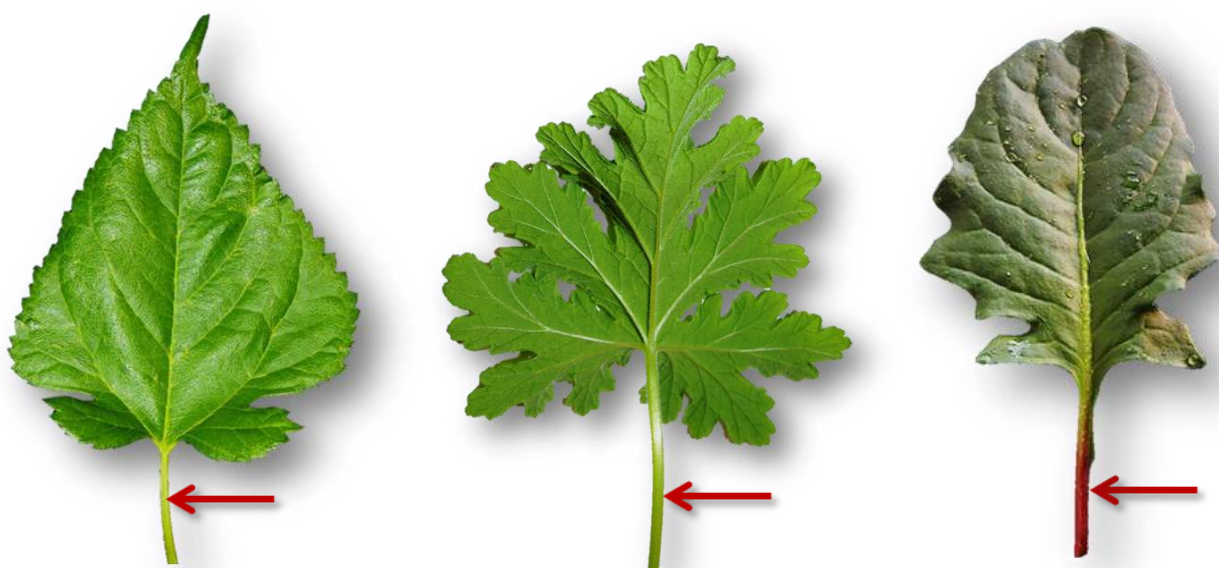


Figura 72: Folhas pecioladas incompletas pela ausência de bainha. Setas: pecíolos.

1.3 LIMBO: Agora que você possui informações essenciais sobre origens, funções, desenvolvimento, diversidade, tamanho, textura e constituição, vamos abordar o *limbo*, estrutura que representa a folha propriamente dita. Também chamado de lâmina foliar, o limbo é preenchido pelo parênquima fotossintético e percorrido pelos feixes vasculares, as nervuras, onde ocorrem as diferenças morfológicas que veremos a seguir. É importante salientar novamente que, a identificação de uma folha, deve ser realizada, visualizando primeiramente a gema axilar, pois isso lhe dará segurança para classificá-la em um dos três tipos: *simples (sem divisão)*, *composta (dividida)* e *recomposta (subdividida)* (figuras 73 e 74).

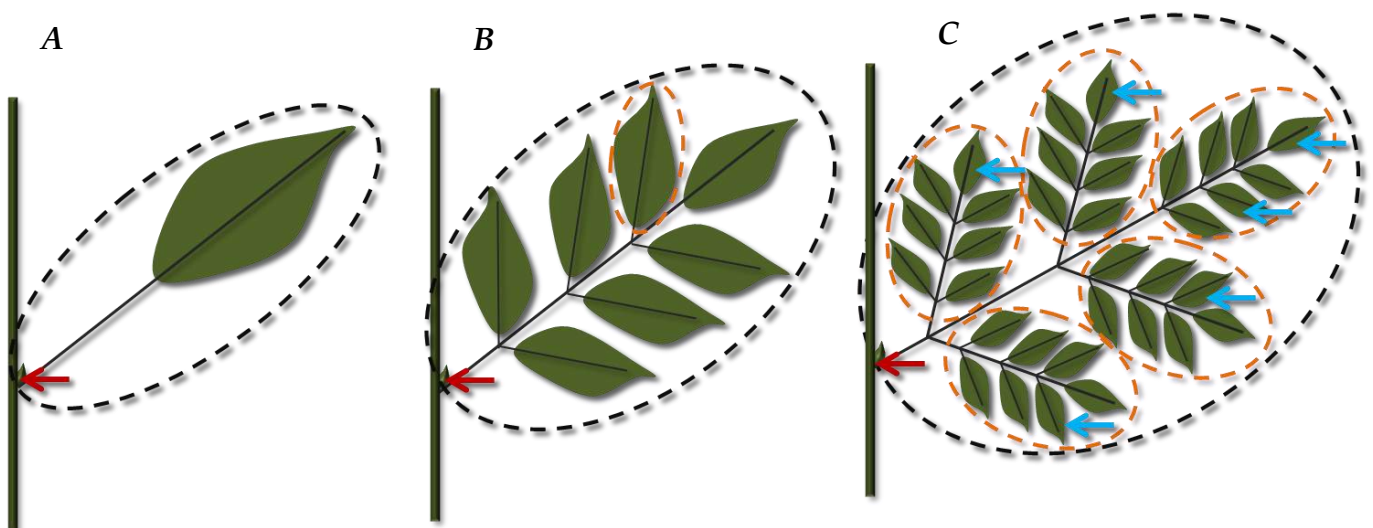


Figura 73: Representação esquemática de limbo: A: Limbo simples (sem subdivisões); B: Limbo composto (dividido em folíolos); C: Limbo recomposto (dividido em folíolos e estes subdivididos em foliólulos). Notem a posição das gemas axilares (*setas vermelhas*) definindo a folha. *Círculo preto*: folha; *círculo roxo*: folíolo, *Setas azuis*: foliólulos.

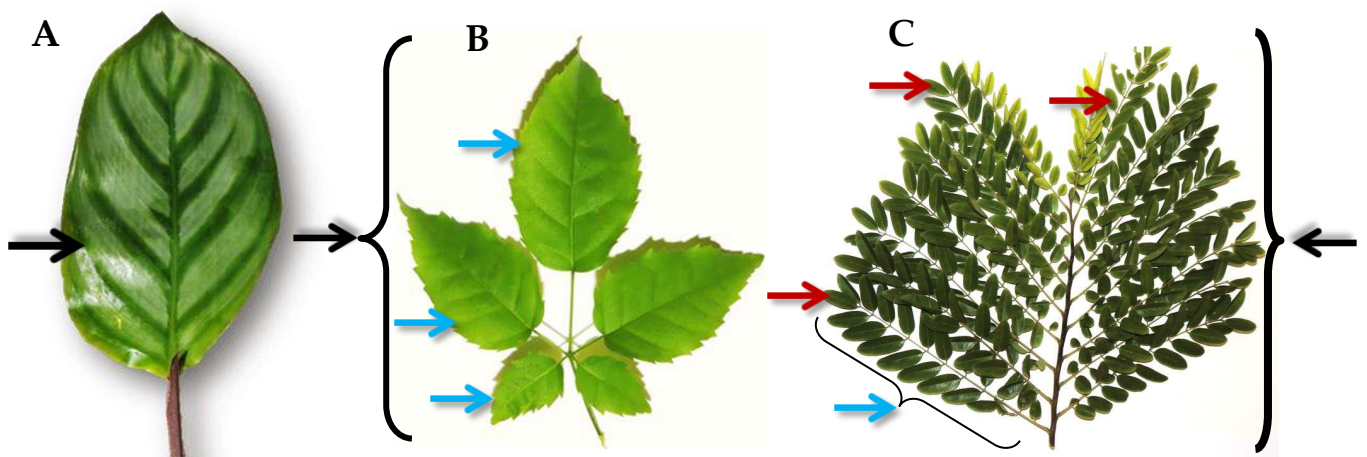


Figura 74: Exemplos de folhas quanto ao tipo de limbo: A: Limbo simples (sem subdivisões); B: Limbo composto (dividido em folíolos); C: Limbo recomposto (dividido em folíolos e estes subdivididos em foliólulos). *Setas pretas*: folha; *Setas azuis*: folíolos; *setas vermelhas*: foliólulos.

Folhas Sésseis: existem espécies cujas folhas apresentam-se em pecíolo e sem bainha, ou seja, o limbo está diretamente conectado ao ramo ou caule, e por essa razão são denominadas Sésseis

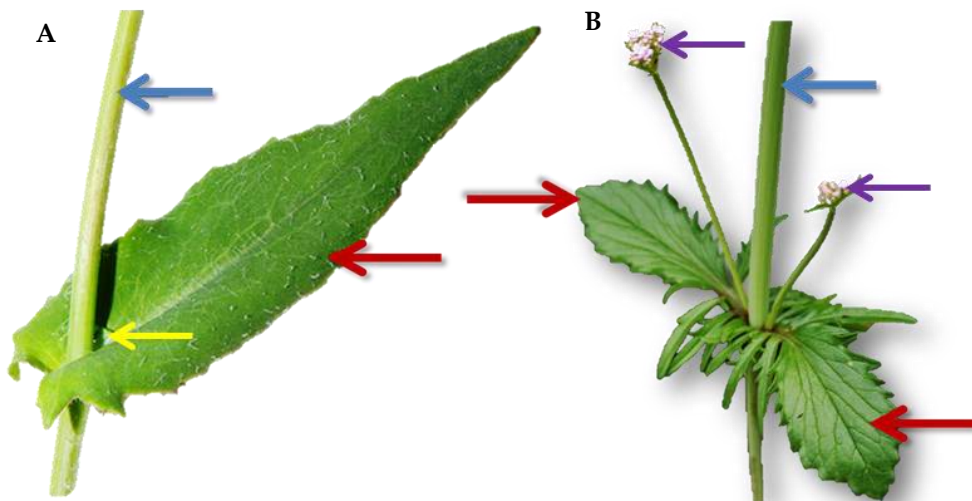


Figura 75: Folhas Sésseis (sem pecíolo e sem bainha). A: Píncel; B: Valeriana. Limbo foliar (setas vermelhas); Ramo (setas azuis); Gema axilar (seta amarela); Inflorescências resultantes do desenvolvimento das gemas axilares (setas roxas).

Lembre-se: A presença da bainha e dos anexos foliares, também colaboram com a identificação da folha, pois, comumente, tanto os folíolos, como os foliólulos, se assemelham a uma folha simples, e freqüentemente as classificações organográficas são incorretas.

Seguiremos com nosso estudo com a Nervação, que é fundamental e influencia diretamente a composição do limbo, seus recortes e divisões em folíolos e foliólulos. Para facilitar daremos continuidade ao estudo do limbo com ênfase em folhas simples, ou seja, com limbo não subdividido, retornando às folhas compostas e recompostas posteriormente no item composição do limbo.

1.3.1 NERVAÇÃO

O termo **nervação** ou **venação** refere-se à distribuição das nervuras ou veias, que nada mais são do que feixes vasculares que se estendem ao longo do limbo foliar.

Além das nervuras atuarem na distribuição de água, nutrientes e compostos orgânicos, sua constituição fornece sustentação, resistência e flexibilidade às folhas, pois, além dos elementos vasculares, elas apresentam colênquima e esclerênquima, tecidos responsáveis pela sustentação das plantas.

Geralmente, apenas uma nervura destaca-se como maior e central, recebendo o nome de **nervura principal (primária, mediana ou central)**. Todavia, existem alguns casos em que há mais de uma veia primária, com dimensões similares que seguem a central lateralmente umas às outras, sempre originando-se junto à base do limbo que está localizada no ápice do pecíolo. As **nervuras laterais (secundárias)** surgem a partir de ramificações da nervura central e vão se “diluindo” (ramificando) terminando junto à margem ou desaparecendo ao longo da lâmina foliar (Figura 76).



Figura 76: Esquema evidenciando a nervação ou venação da folha.

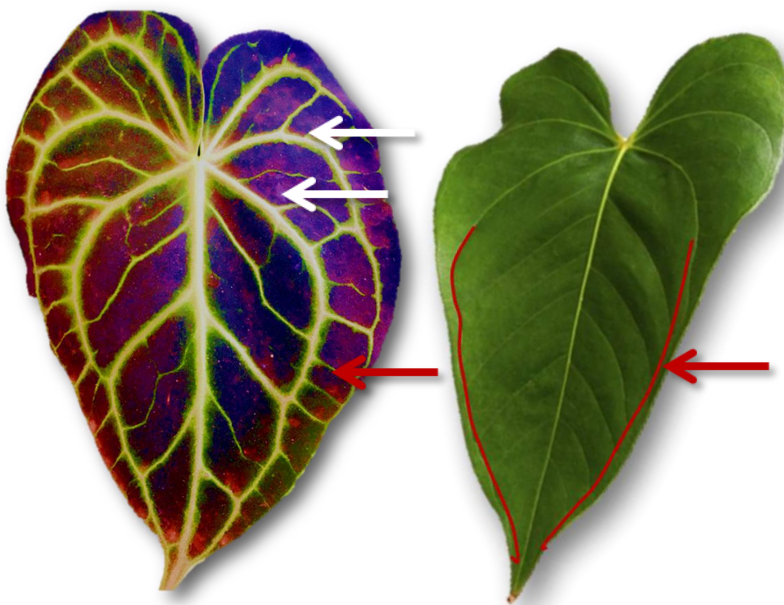


Figura 77: Folhas evidenciando a união das nervuras secundárias (seta branca) formando as nervuras marginais coletoras (seta vermelha).

O estudo da nervação é fundamentado no **número de nervuras visíveis, seu ponto de origem, como se irradiam e na disposição destas no limbo**. Em alguns grupos de plantas, como na maioria das Myrtaceae e no gênero *Anthurium*, as nervuras laterais se unem próximo à margem e formam a nervura marginal coletora (figura 77).

1.3.1.1 UNINERVADAS (UNINÉRVEAS): São folhas que, por serem carnosas, apresentam limbos que evidenciam apenas a nervura principal, como é o caso do bálsamo e da espada de São Jorge e da casca d'anta, por exemplo (Figura 78).

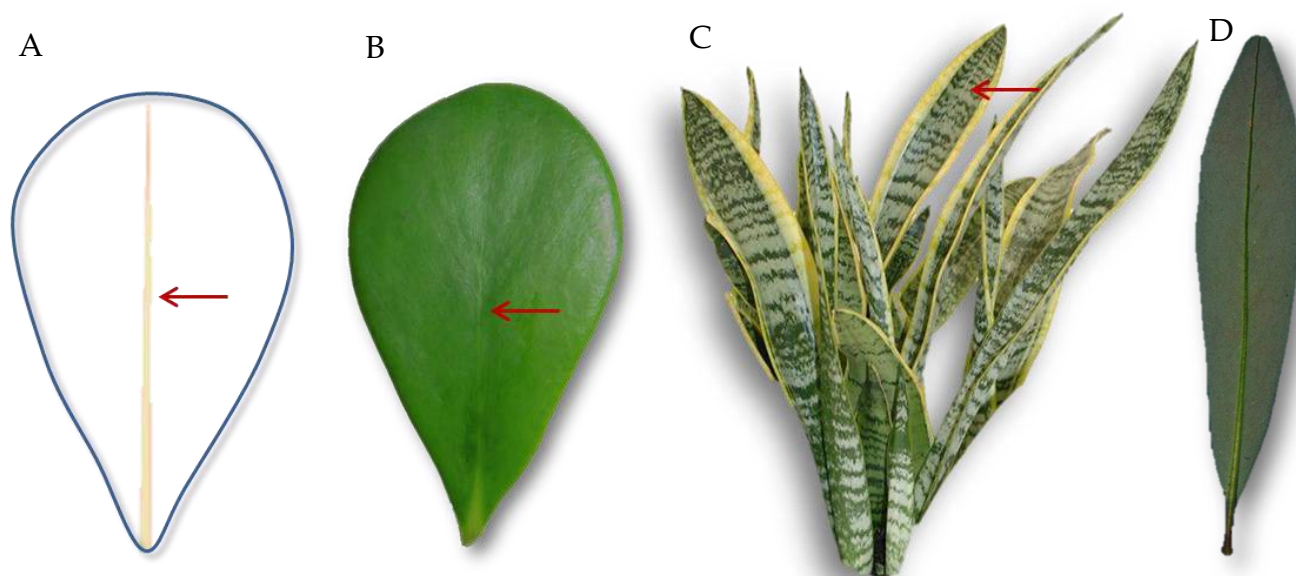


Figura 78: Folhas com nervação do tipo uninérvea. A: representação esquemática da folha uninérvea; B: bálsamo; C: espada de São Jorge; D: casca d' anta Setas: nervura principal.

Quando muitas nervuras são visíveis, tradicionalmente as folhas são classificadas em:

1.3.1.2 PENINÉRVEAS (PINATINÉRVEAS): quando as nervuras secundárias se originam ao longo da nervura primária (central) de maneira regular e espaçada, semelhante a uma pena, ou seja, suas ramificações (nervuras secundárias) partem da nervura central (primária) de forma alternada ou oposta entre o lado direito e esquerdo, sendo comum em folhas simples como as do eucalipto, café e espírradeira (Figura 79), ou mesmo em folhas compostas, que sofreram divisão do limbo em folíolos pinados (tipuana e ingazeiro) seguindo a distribuição das nervuras secundárias, ou ainda, as recompostas, que sofrem a divisão do limbo em folíolos e estes em foliólulos bipinados (flamboyant e pau-brasil) seguindo a distribuição das nervuras terciárias, que são similares às secundárias em relação à primária.

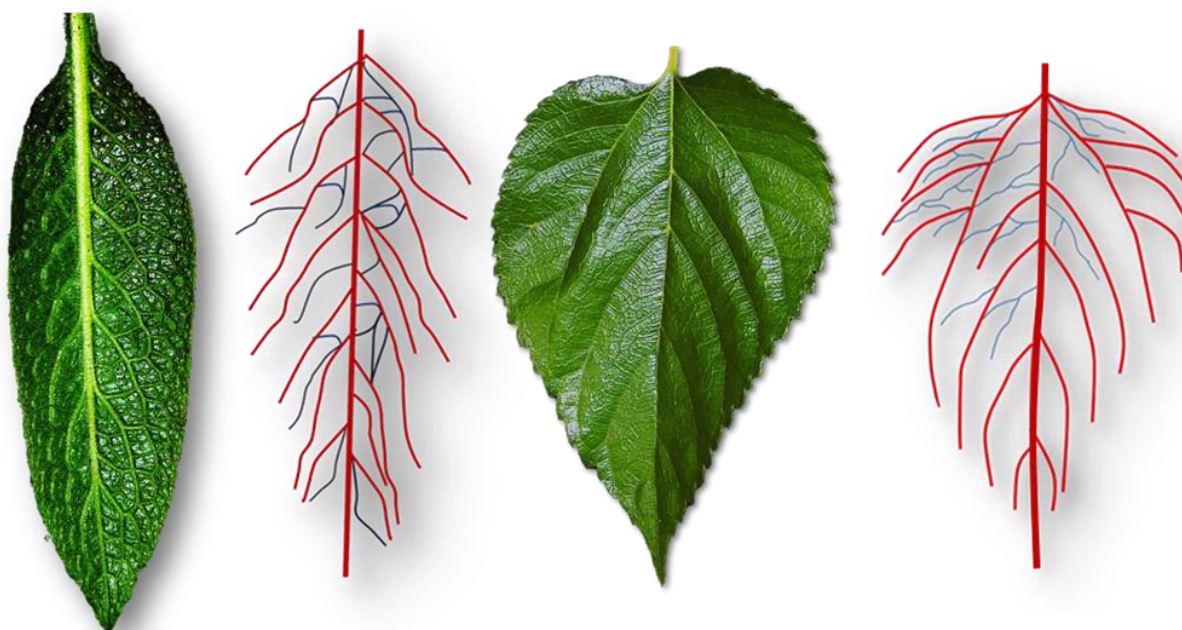


Figura 79: Folhas e esquemas representativos de nervação do tipo peninervia.

1.3.1.3 TRINÉRVEA

Quando o limbo apresenta três nervuras principais com origem na base do limbo, as folhas são denominadas **trinérveas**, porém, em alguns casos podem apresentar as duas nervuras laterais saindo um pouco acima **da base do limbo (suprabasais)** e nesse caso dizemos que, a folha apresenta nervação **triplinérvea** - o mesmo raciocínio pode ser usado para folhas quinquenérveas e quintuplinérveas e assim por diante (Figura 80).

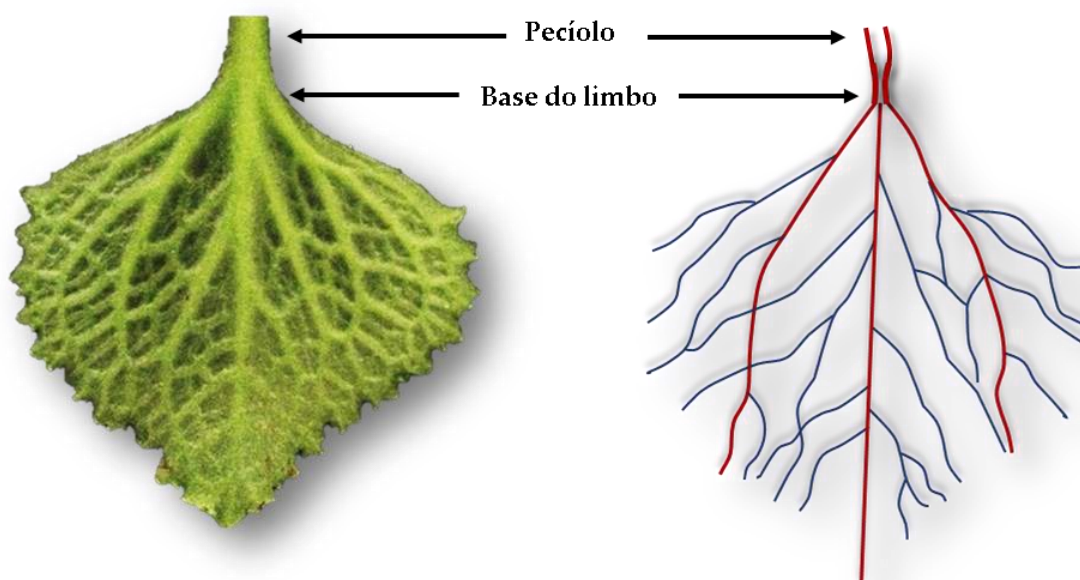


Figura 80: Folha e representação esquemática da nervação trinérvea.

1.3.1.4 CURVINÉRVEA: quando o limbo apresenta mais de uma nervura principal, e estas têm origem no mesmo ponto da base do limbo, acompanhando a nervura central, porém, apresentam-se curvas e distanciadas na região mediana do limbo, e convergindo para o mesmo ponto no ápice, comum em folhas simples da família Melastomataceae (quaresmeiras e manacá-da-serra) (Figura 81).

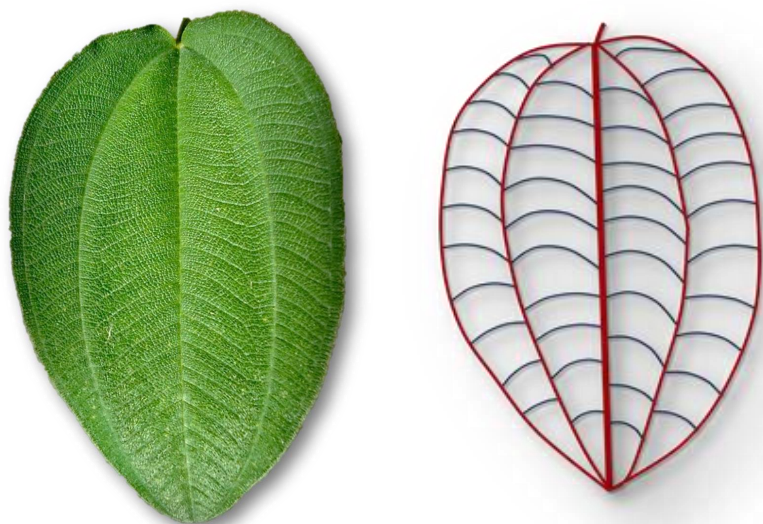


Figura 81: Folha de quaresmeira e representação esquemática da nervação curvinérvea.

1.3.1.5 PALMINÉRVEA (DIGITINÉRVEA OU PALMATINÉRVEA): quando duas ou mais nervuras primárias e laterais se originam no mesmo ponto da base **do limbo**, abrindo-se e irradiando-se como dedos da mão, sem se encontrar no ápice, como em folhas de mamona e mandioca, ou em folhas compostas, que sofrem a divisão do limbo em folíolos palmados (ipês rosa, amarelo e roxo), que seguem a distribuição das nervuras principais (Figura 82).

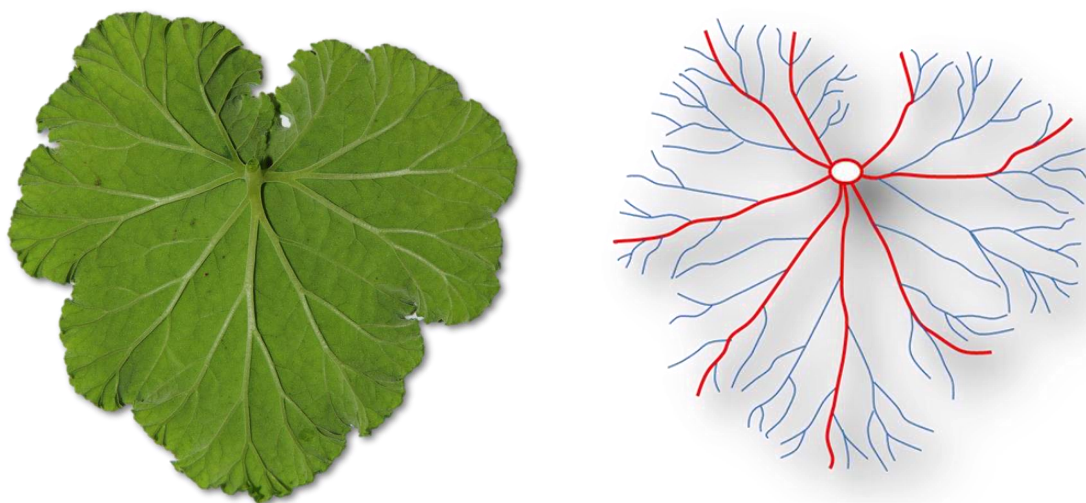


Figura 82: Folha de gerânio e representação esquemática de nervação palminérvea ou digitinérvea.

1.3.1.6. PARALELINÉRVEA: quando duas ou mais nervuras secundárias, igualmente espessadas, seguem paralelamente (de forma não arqueada ou muito levemente arqueada) a nervura central, somente encontrando-se no ápice. Estas nervuras são comuns em folhas simples de monocotiledôneas (cana-de-açúcar, milho, arroz, trigo, capins e gramas) (Figura 83).

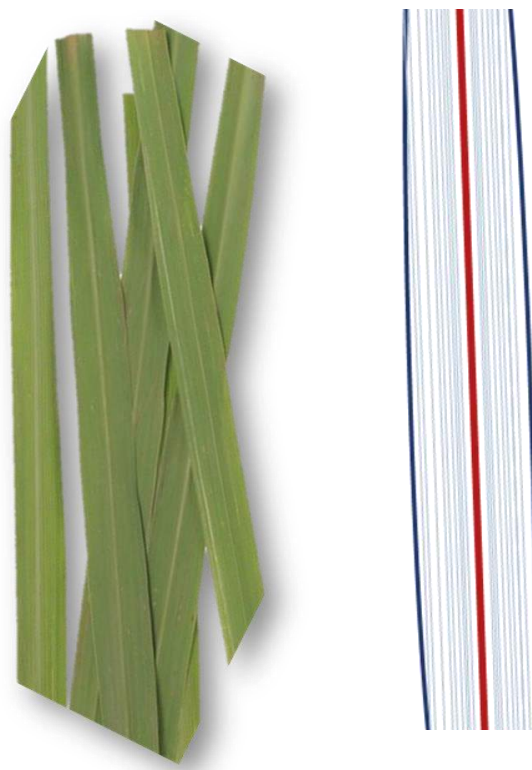


Figura 83: Folha de cana-de-açúcar e representação esquemática de nervação paralelinérvea.

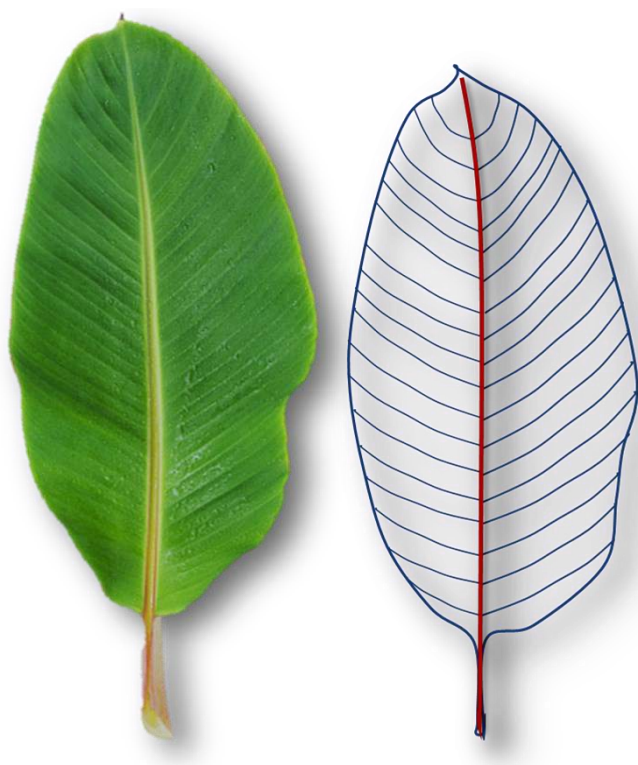


Figura 84: Folha de bananeira e representação esquemática de nervação peniparalelinérvea.

1.3.1.7. PENIPARALELINÉRVEA: representa uma variação entre dois tipos: peninérvea e paralelinérvea, em que a nervura principal, destaca-se das demais seguindo o sentido base-ápice, com as nervuras secundárias longas e paralelas entre si, ramificando-se levemente inclinadas quase perpendiculares comum em folha de bananeira (Figura 84).

1.3.1.8. PELTINÉRVEAS: restritas às folhas **Peltadas** em que o pecíolo se conecta ao meio do limbo e todas as nervuras se irradiam deste em direção à periferia por toda a circunferência (360°) (Figura 85).

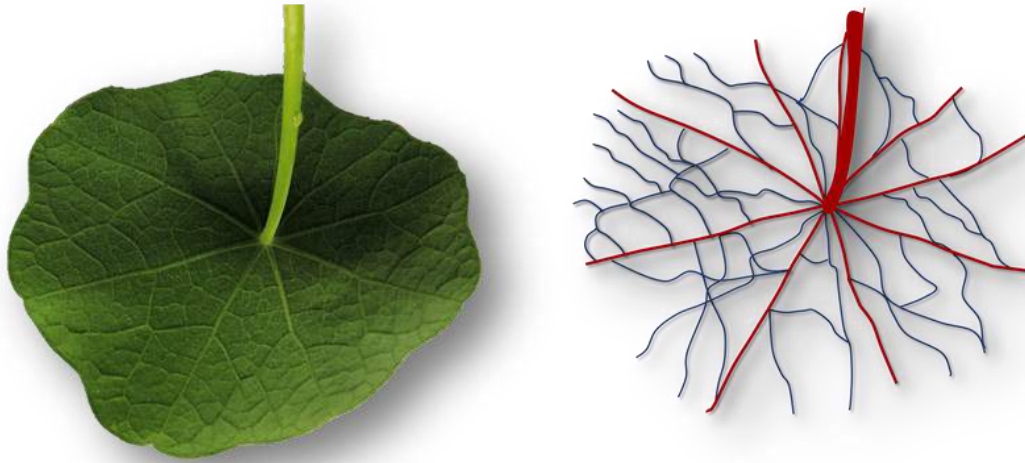


Figura 85: Folha de acariçoba e esquema representativo de nervação peltinévea.

*O termo peltado é empregado às folhas que apresentam-se peltinéveas cujo pecíolo não se insere na base do limbo e sim no centro deste. A acariçoba (*Hydrocotyle bonariensis*) é um exemplo (figura 85).*

1.3.2 ENERVADAS (ENÉRVEAS): São folhas que não apresentam nervuras visíveis por serem carnosas (muito espessas) como é o caso da babosa, agaves e crassuláceas. Não entenda que essas folhas não apresentam nervuras, elas somente não são visíveis pois o mesofilo é espesso demais, camuflando toda nervação (Figuras 86 a 88).

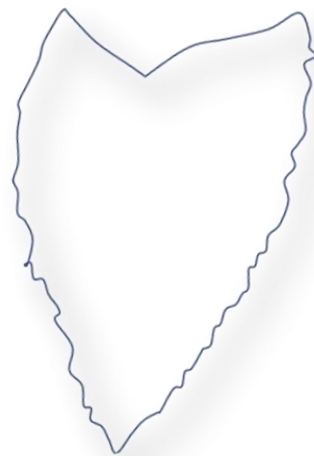


Figura 86: Representação esquemática de folha enervada.



Figura 87: Plantas com folhas carnosas classificadas como enervadas.

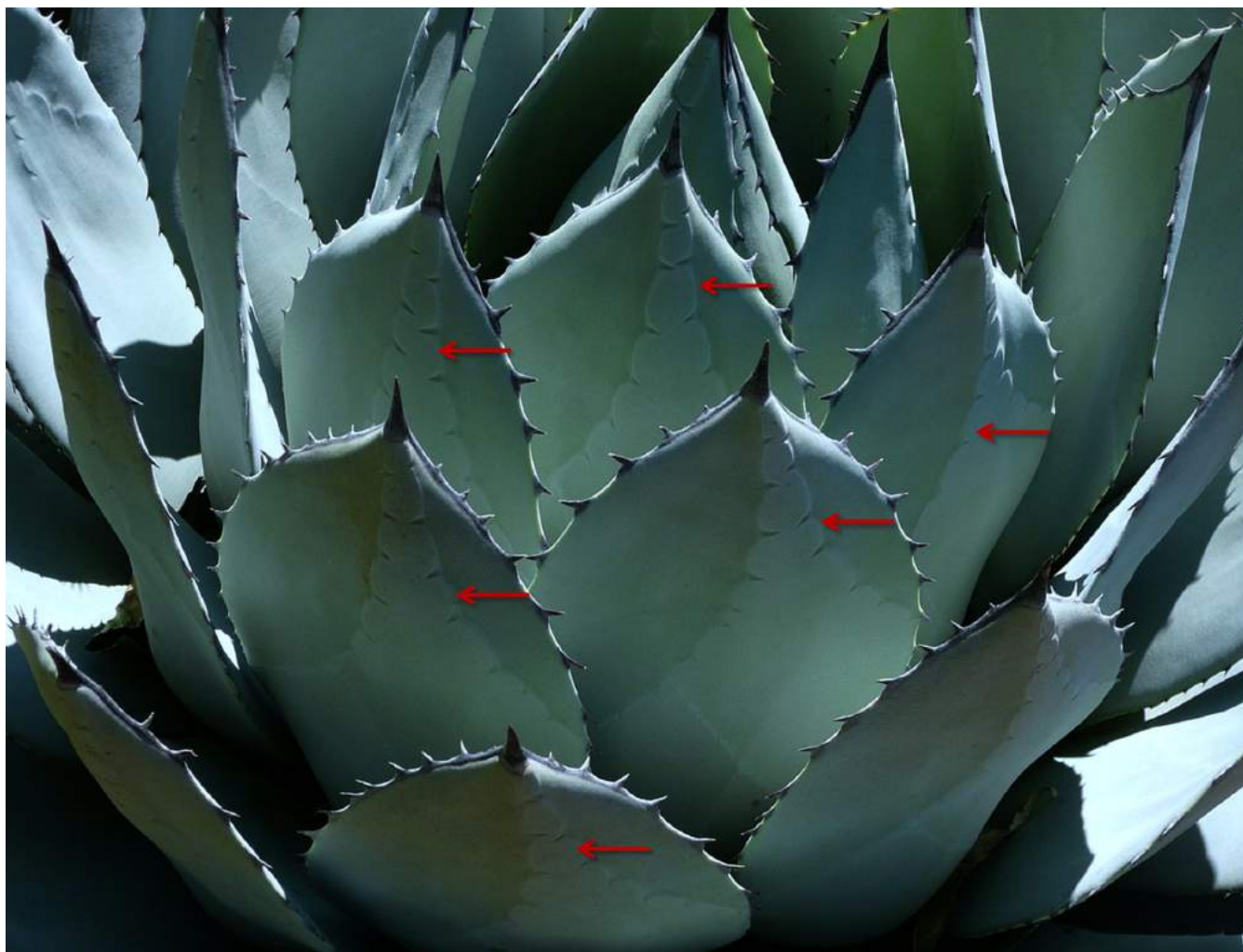


Figura 88: Folhas enérvias. As setas evidenciam a presença de cicatrizes das folhas na fase de desenvolvimento, *portanto, não as confunda com nervuras!!!!*

IX. COMPOSIÇÃO DO LIMBO

O esquema apresentado na figura 73 (pag. 58), facilita a visualização em relação à composição do limbo, e a partir deste, será abordada a expressiva diversidade de formas existente nas folhas. *Reafirmamos a necessidade da correta identificação da folha, e para tanto recomendamos que você encontre a gema axilar, pois somente após isso poderá compreender sua classificação em simples ou composta, lembrando ainda que, a presença da bainha e dos anexos foliares colaboram muito, pois na maioria das vezes tanto as subunidades (os folíolos), como as sub subunidades (os foliólulos) podem se assemelhar a uma folha simples, permitindo desta forma classificações organográficas errôneas.*

1 Folha SIMPLES: Quando o limbo apresenta-se não dividido em subunidades, portanto, constituído por uma única estrutura. As folhas simples, apesar de exibirem limbo não subdividido, podem apresentar recortes que partem da margem em direção ao centro, podendo estes, serem superficiais ou muito profundos, alcançando a nervura principal, porém, nunca formando folíolos, pela falta de articulações. De acordo com a presença e profundidade desses recortes, as folhas simples são classificadas em:

1.1 SIMPLES INTEIRA: quando o limbo se apresenta **inteiro**, ou seja, sem nenhum recorte, no entanto, podem apresentar a margem lisa, denteada, dentilhada, serreada ou serrilhada, quando os recortes restringem-se às margens ou bordo (figura 89).



Figura 89: Exemplos de folhas simples inteira. Observe que o tipo de margem não altera essa classificação.

1.2 SIMPLES LOBADA: quando o limbo é simples (não dividido), mas com recortes não superficiais, ou seja, não restritos a superfície da margem, porém, nunca chegando próximo a região mediana entre a margem e a nervura principal (figura 90).

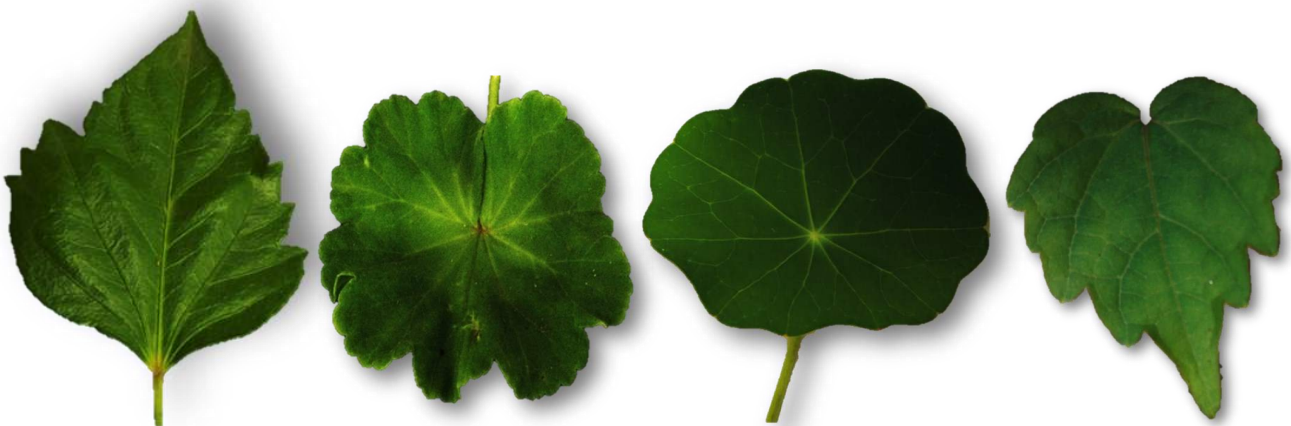


Figura 90: Exemplos de folhas simples lobada.

1.3 SIMPLES FENDIDA: *quando a folha é simples com recortes visivelmente mais profundos que o lobado, mas os mesmos não atingindo a metade da distância da margem à nervura central em uma folha penínérvea ou do ponto de encontro das nervuras em uma folha palminérvea (figura 91).*



Figura 91: Exemplos de folhas simples fendida.

1.4 SIMPLES PARTIDA: *quando a folha é simples com recortes visivelmente chegando ou mesmo passando da metade da distância entre a margem e a nervura central em uma folha penínérvea ou ponto de encontro das nervuras em uma folha palminérvea, porém, nunca chegando à nervura central ou a esse ponto (figura 92).*

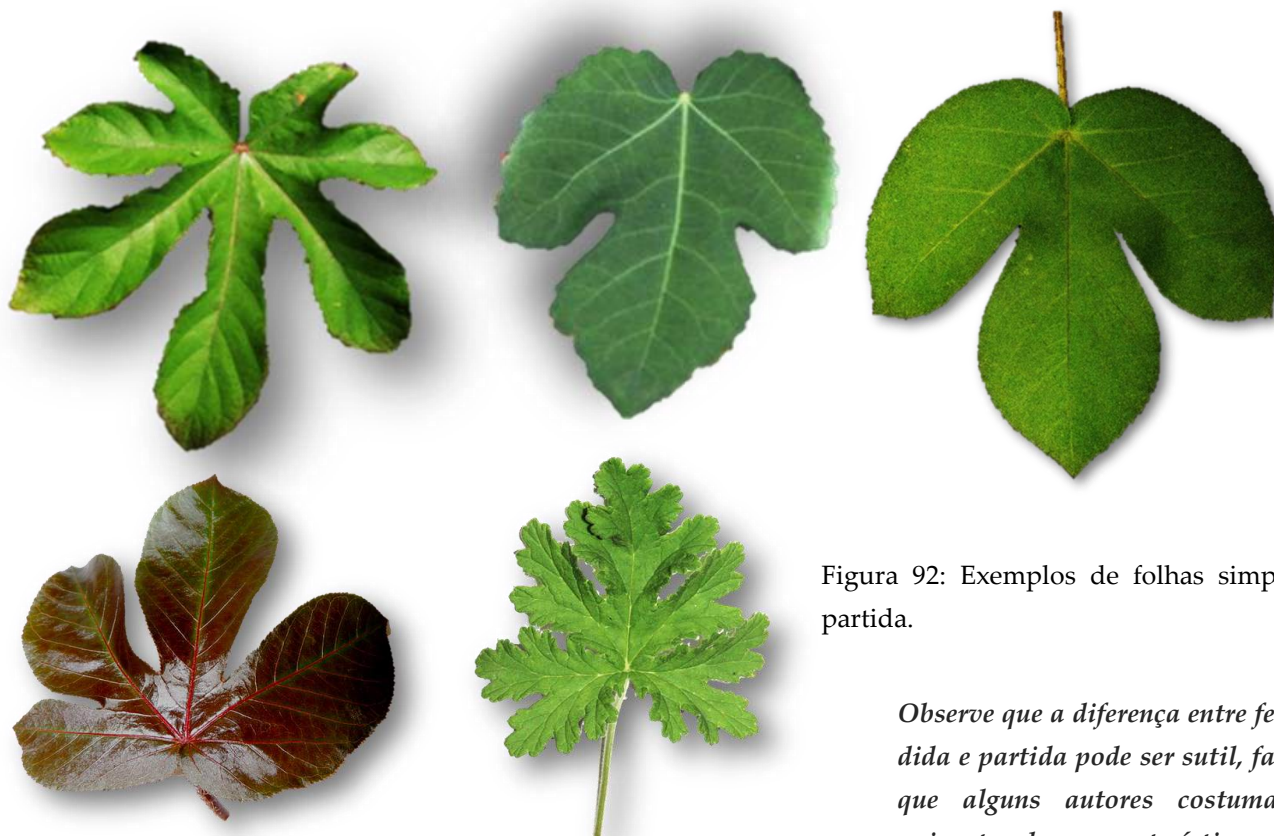


Figura 92: Exemplos de folhas simples partida.

Observe que a diferença entre fendida e partida pode ser sutil, fato que alguns autores costumam unir estas duas características.

1.5 SIMPLES SECTA: quando a folha é simples, mas com recortes tão profundos que **atingem a nervura principal em uma folha peninérvea ou ponto de encontro das nervuras em uma folha palminérvea, porém, não formam folíolos** (figura 93), fato este visível pela falta de articulação. As estruturas formadas pelos recortes profundos de uma folha secta são chamadas pínulas.



Figura 93: Exemplo de folha simples secta.

Na dependência do tipo de nervação peninérvea ou palminérvea, os recortes lobados, fendidos, partidos e/ou sectos, seguem o desenho da nervação, evitando dessa forma interrupção das nervuras. Em decorrência desse fato, podemos classificar os limbos foliares em pinatilobados, fendidos, partidos ou sectos, seguindo a classificação do tipo de recorte para os limbos com nervação peninérveo, e o mesmo como palmatilobados, fendidos, partidos e sectos para os palmatinérveos. Baseados nessas considerações, observamos que a maioria das

folhas de palmeiras apresentam-se simples pinatisectas, ou seja, folhas simples pinatisectas, com recortes que chegam a nervura principal, formando as pínulas, que muito se assemelham aos folíolos de uma folha composta, mas além de não apresentarem articulações, também podemos observar que durante a senescência foliar, diferentemente dos folíolos, as pínulas caem juntamente com as demais estruturas da folha (figura 94).



Figura 94: Folhas pinatisectas de palmeira.

Para facilitar sua compreensão, elaboramos dois esquemas (figuras 95) reunindo em uma única folha *Simples*, as formas: *inteira, lobada, fendida, partida e secta*, todas classificadas da mesma maneira que as anteriores, ou seja, de acordo com a profundidade do recorte em relação, ou à nervura principal (**peninérvea**) ou ao ponto de encontro das nervuras (**palminérveas**).

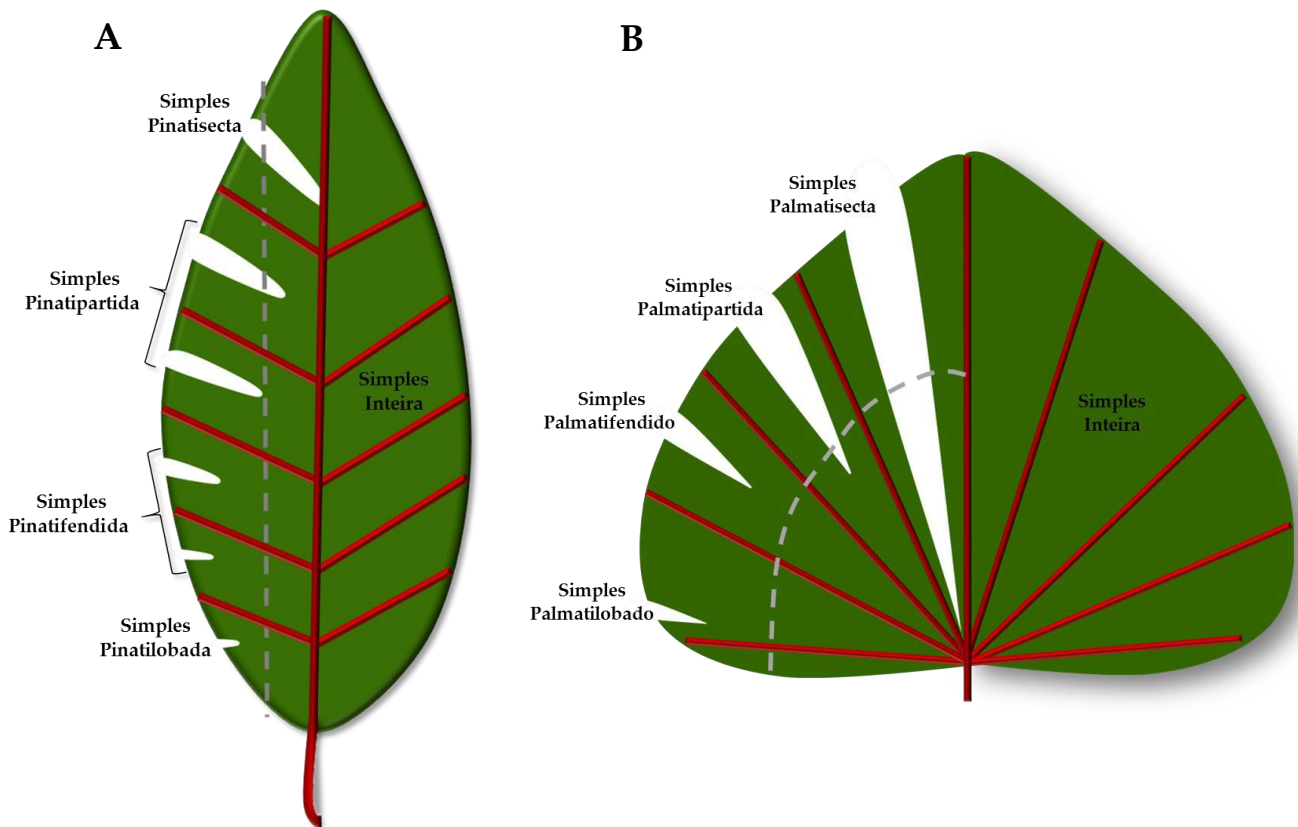


Figura 95: Esquema representativo, onde a linha imaginária tracejada, representa a metade da distância entre a margem e a nervura central ou, ponto de encontro das nervuras de uma folha simples. A: *Folha peninérvea* representando o tipo **Simples Inteiro** (sem recortes, a direita da imagem); **pinatilobada, pinatifendida, pinatipartida e pinatisecta** (com recortes, a esquerda da imagem). Note que o prefixo *pinati* caracteriza a nervação peninérvea (*pinatinervada*); B: *Folha palminérvea* representando o tipo **Simples Inteiro** (sem recortes, a direita da imagem); **palmatilobada, palmatifendida, palmatipartida e palmatisecta** (com recortes, a esquerda da imagem). Note que o prefixo *palmati* caracteriza a nervação palminérvea (*palmatinervada*).

As figuras 96 e 97 reúnem alguns exemplos de folhas que na dependência da nervura e da profundidade dos recortes são classificadas como: **pinatilobada, pinatifendida, pinatipartida, pinatisecta, palmatilobada, palmatifendida, palmatipartida e palmatisecta**.

Pinatilobada



Pinatifendida



Pinatilpartida



Palmatisecta



Palmatilobada



Palmatifendida



Figura 96: Diferentes classificações de acordo com a nervação e profundidade do recorte.

Palmatipartida



Figura 97: Exemplos de folhas palmatipartidas.

Vale lembrar que especificamente quando os recortes ocorrem em uma folha palmínérvea (digitinérvea) e o número de lobos formados forem 2 ou três, classifica-se a folha como bilobada e trilobada (figura 98).



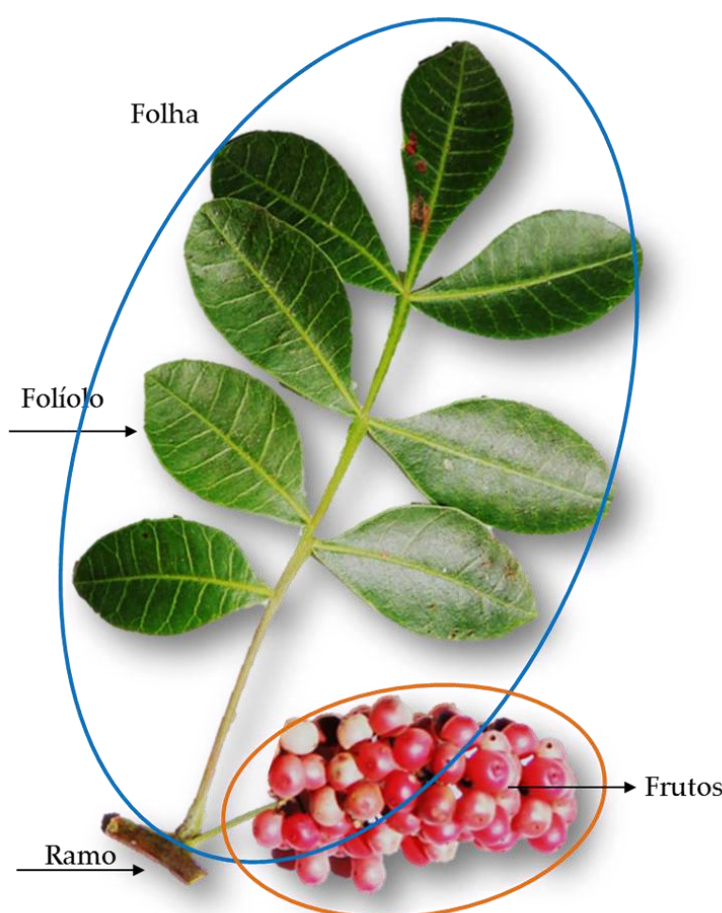
Figura 98: Folhas palminérveas formando dois ou três lobos. A) Bilobada e B) Trilobada. Especificamente no caso da folha de Bauhinia (A) existem tendências a acreditar se tratar de dois folíolos que se fundiram (isso será melhor discutido no item 2.1.1!).

Dando continuidade ao estudo das folhas nos deparamos com uma classificação bastante ampla: as folhas compostas. Essas se apresentam na Natureza de inúmeras formas, diferentes números, tamanhos e distribuição de folíolos e/ou foliólulos.

O número, tamanho e distribuição de folíolos em uma folha composta costuma ser constante dentro da espécie e muito variável entre elas. Essa característica pode ser tão marcante, que é possível classificar a folha composta de acordo com o número de folíolos e da forma como estão distribuídos.

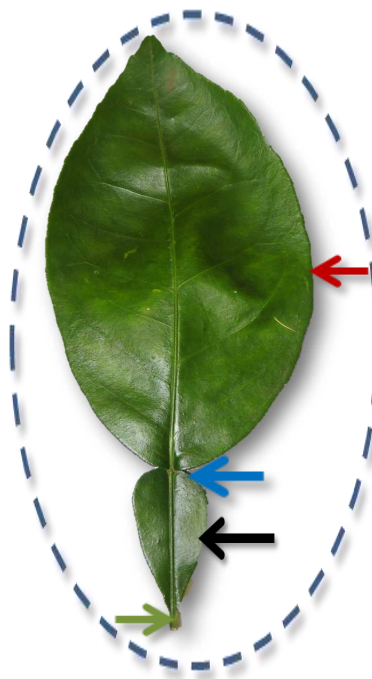
2 Folha Composta: Quando o limbo apresenta-se dividido formando subunidades, os **folíolos**, unidos por um único ponto junto ao ápice do pecíolo, ou distribuídos ao longo da nervura principal da folha, sempre com articulações que auxiliam em seu reconhecimento. Note na figura 99 que não existem gemas axilares

na base, do que em primeiro instante, pensamos ser uma folha, e ao prestarmos mais atenção, verificamos a presença de um cacho de frutos na axila da estrutura, provenientes do desenvolvimento de uma gema axilar, provando se tratar de uma folha o conjunto todo, e as divisões são *folíolos* que compõem a folha composta. **Atenção!!! Folíolos apresentam articulações.**



Os frutos surgem do desenvolvimento de uma gema axilar *Florífera* (Volume II—Coleção Botânica).

Figura 99: Folha de arueira evidenciando o limbo composto, com folíolos distribuídos ao longo da nervura principal.



2.1 COMPOSTA UNIFOLIOLADA: são as que apresentam um único folíolo como ocorre em algumas espécies de citrus (figura 100). Observe que os folíolos sempre apresentam articulação, diferentemente das pinas formadas em uma folha simples secta, inclusive os folíolos normalmente caem antes do pecíolo durante a senescência da folha. *Sem dúvidas no caso unifoliolada, fica muito difícil diferenciar esta, de uma folha simples, portanto, preste atenção na presença da articulação entre o limbo e o pecíolo, o que não ocorre em uma folha simples.*

Figura 100: Folha composta composta unifoliolada de citrus. Seta vermelha: folíolo; Seta azul: articulação; Seta preta: pecíolo alado; Seta verde: base do pecíolo.

2.2 COMPOSTA BIFOLIOLADA: folhas divididas em dois folíolos, como no jatobá (figura 101). Note que eles se ligam em um mesmo ponto do pecíolo.

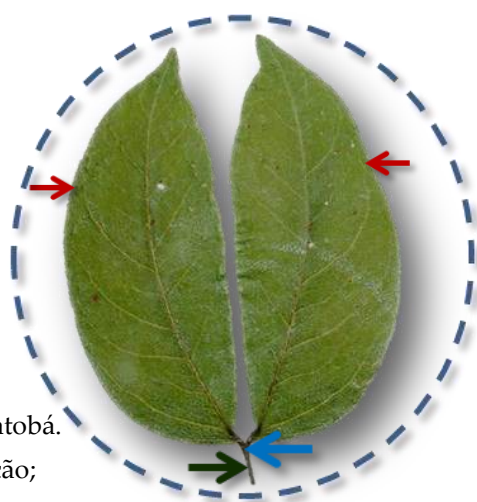


Figura 101: Folha composta bifoliolada de jatobá. Setas vermelhas: folíolos; Seta azul: articulação; Seta preta: pecíolo.

Na dependência do caminho evolutivo, no caso das folhas palminérveas de Bauhinia (figuras 102 e 103) , duas são as classificações possíveis: composta bifoliolada geminada, resultante da fusão de dois folíolos de uma folha bifoliolada, ou simples bilobada, devido a um recorte do ápice para a base seguindo a nervura central. Sem dúvidas, a mais aceita é o primeiro caso.

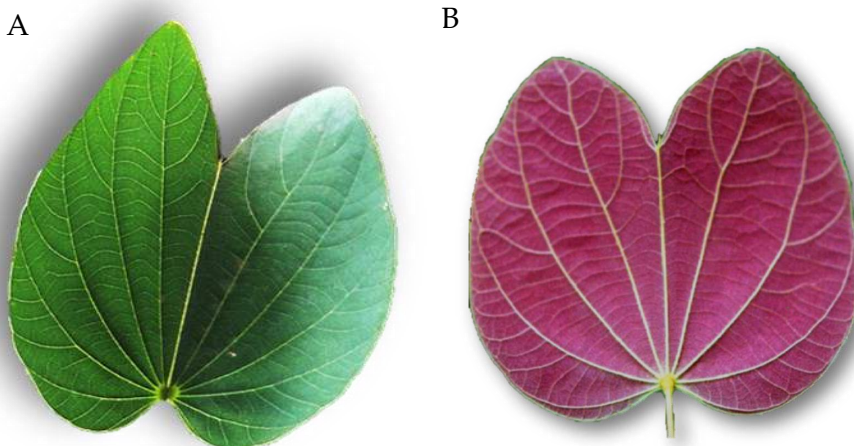


Figura 102: Folha bifoliolada geminada de casco de vaca (*Bauhinia* sp) nas posições adaxial (A) e abaxial.(B).

Nossa opção, *pela classificação em folha composta bifoliolada geminada para a Bauhinia*, se justifica ao observarmos com mais atenção a base do limbo no ponto de união ao ápice do pecíolo, onde verificamos a fusão de duas articulações de folíolos, porém, não se deve considerar como errônea a classificação em folha simples bilobada, até que novos estudos comprovem sua verdadeira origem evolutiva.

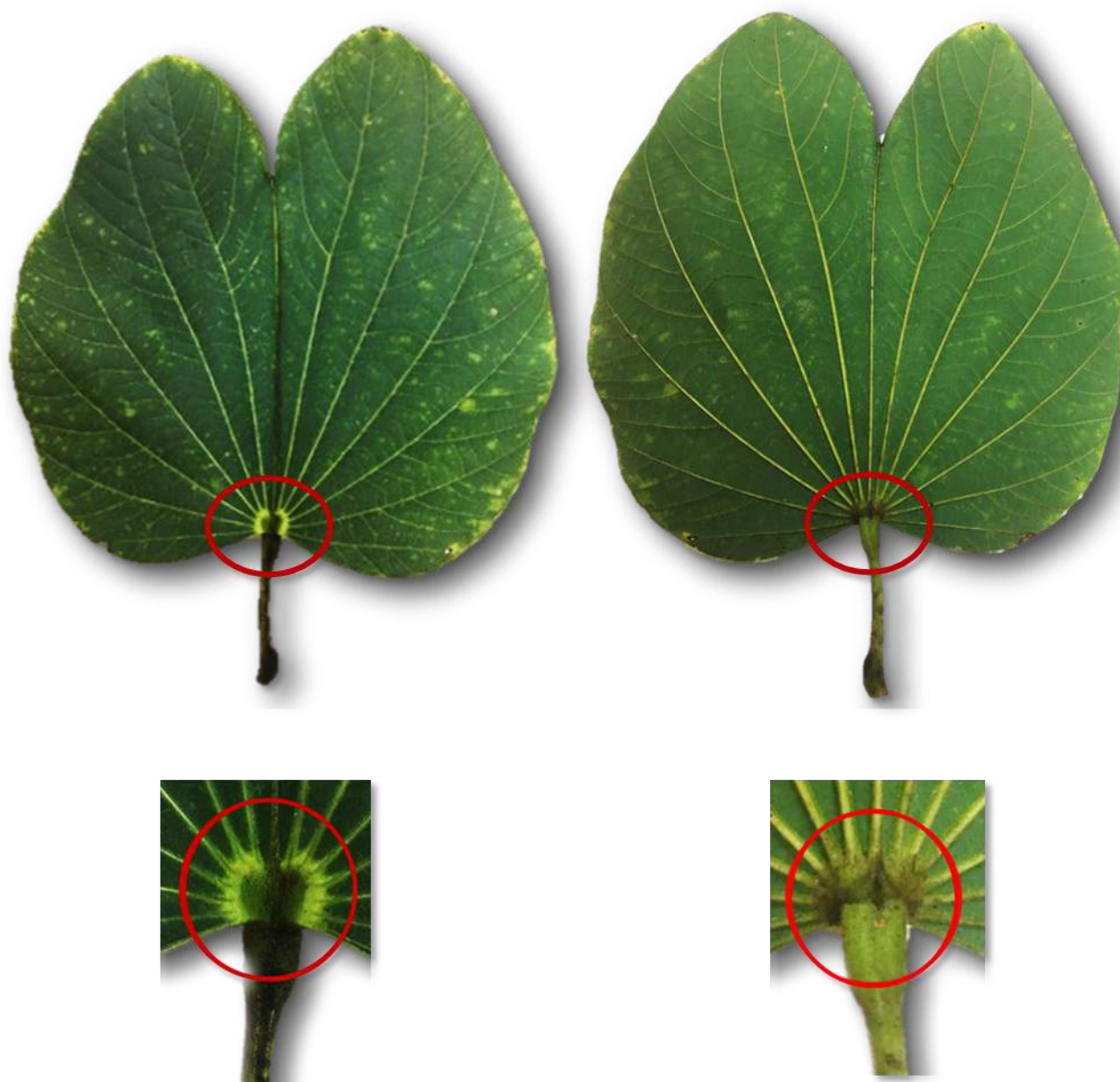
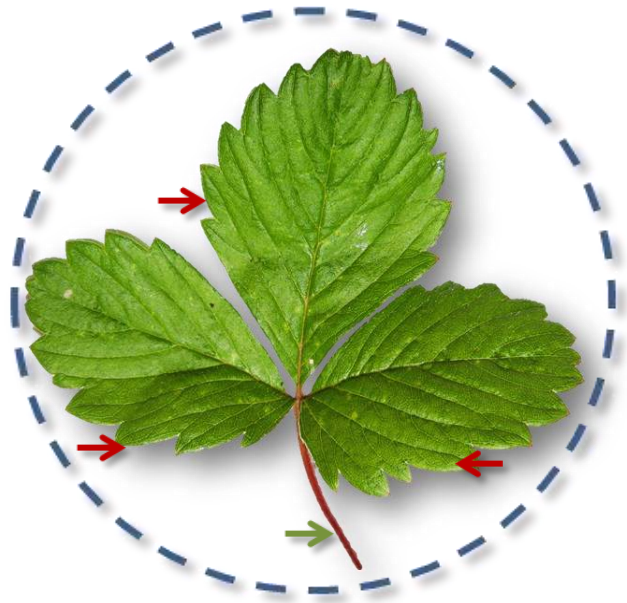


Figura 103: Superfícies adaxial (A) e abaxial (B), de folhas de *Bauhinia* destacando a região da base do limbo onde se observa a possível fusão das articulações dos folíolos (círculos).

2.3 COMPOSTA TRIFOLIOLADA: folhas que apresentam três folíolos (feijão, morango e alguns *Citrus*). Notem que eles se ligam ao mesmo ponto do ápice do pecíolo, e que apresentam-se articulados (figura 104).

Figura 104: Folha composta trifoliolada. Círculo: folha, setas vermelhas folíolos e seta verde pecíolo.



Outro exemplo pouco comum é observado em folhas que apresentam o limbo dividido em três folíolos e cada um destes por sua vez é subdividido em três foliólulos, especificamente neste caso, denomina-se a folha como Triternada (figura 105).

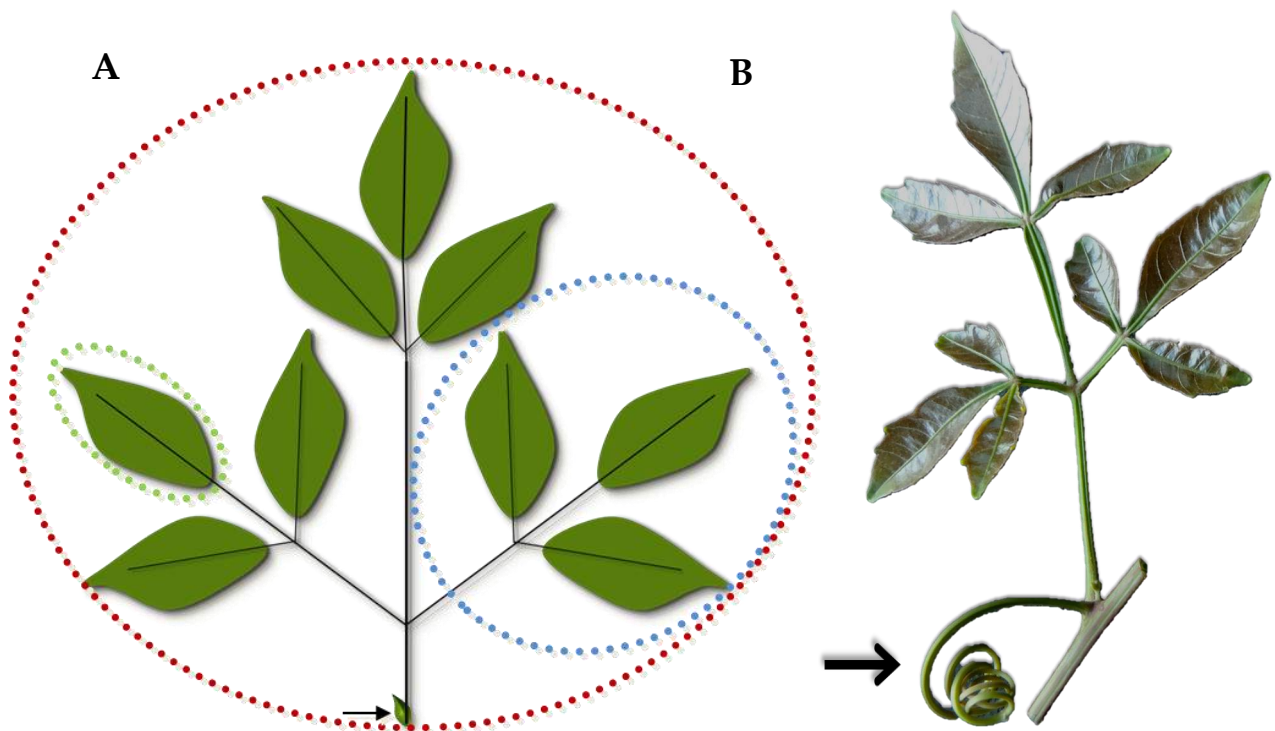


Figura 105: Folha composta triternada. A: Esquema representativo evidenciando: folha (círculo vermelho); folíolo (círculo azul); foliólulo (círculo verde); gema axilar (seta). B: gema axilar desenvolvida em ramo metamorfoseado: gavinha (seta).

Existem casos em que a folha apresenta-se dividida em mais de três folíolos, e por essa razão recebe as seguintes classificações, na dependência de como os folíolos estão distribuídos, o que é claramente consequência do tipo de nervação da folha que os originou (palminérvea ou peninérvea):

2.4 COMPOSTA PALMADA OU DIGITADA: folhas palminérveas com mais de três folíolos que partem de um mesmo ponto do ápice do pecíolo, semelhantemente aos dedos da mão, daí o nome palmada ou digitada, como ocorre na maioria dos ipês e chefleras (figura 106).

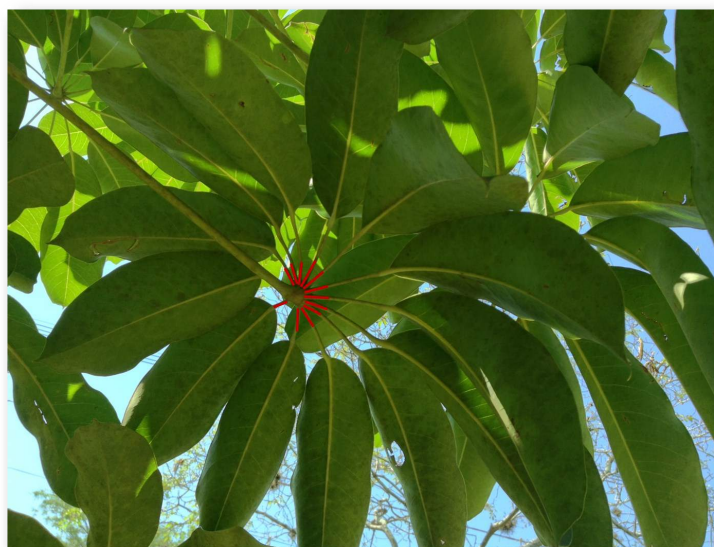
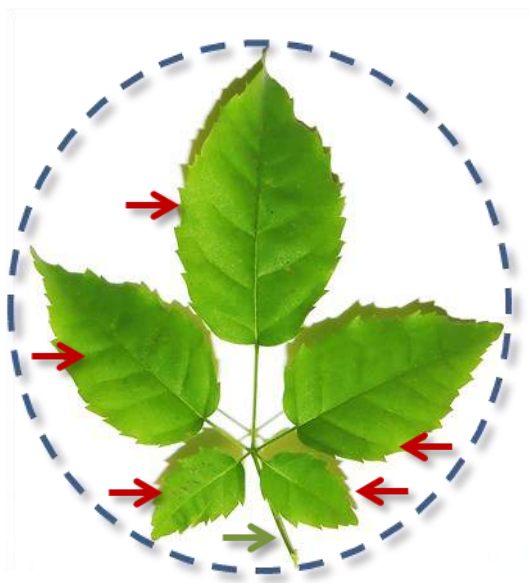


Figura 106: Folhas composta palmada ou digitada: A) folha palmada de ipê com cinco folíolos partindo de um ponto comum do ápice do pecíolo (setas: folíolos), ; B) Folha palmada de cheflera apresentando inúmeros folíolos todos também com um mesmo ponto de origem no ápice do pecíolo (traços vermelhos).

2.5 COMPOSTA PINADA: folhas peninérveas que apresentam mais de três folíolos dispostos ao longo da nervura principal, que passa a ser chamada de **ráquis** (ou **raque**).

Especificamente neste caso, na dependência do número impar ou par de folíolos no ápice da ráquis, as folhas compostas pinadas são classificadas como:

2.5.1 IMPARIPINADA: A folha apresenta um único folíolo terminal (figura 107).



Figura 107: Folha composta imparipinada. Seta: folíolo único

2.5.2. PARIPINADA: quando a folha apresenta um par de folíolos terminal (figura 108).

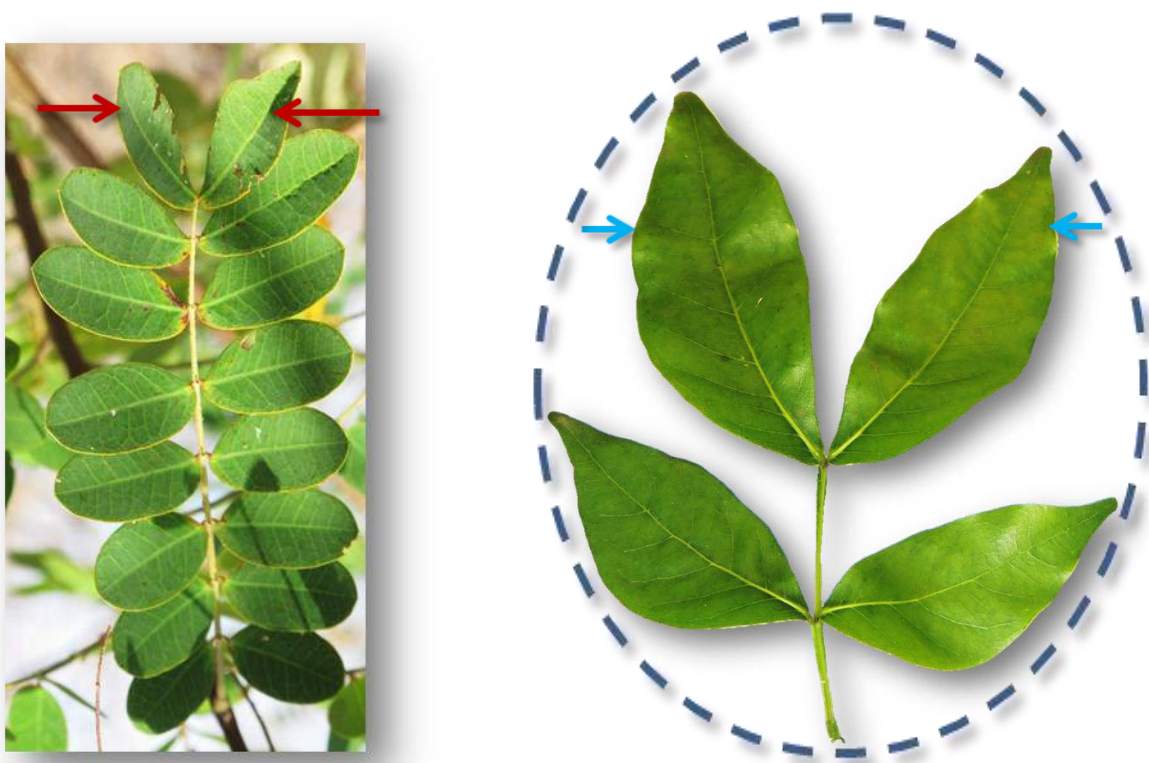


Figura 108: Folhas compostas paripinadas. Setas: par de folíolos terminal.

Lembre-se!!!!

O termo “composta” é normalmente aplicado quando observamos a presença de folíolos, porém, quando especificamos a classificação, normalmente nos referimos às folhas utilizando a classificação mais específica, ou seja: folha bifoliolada, folha palmada, folha pinada conduzindo nossa compreensão de folhas compostas tão diferentes!!!!

3 FOLHA RECOMPOSTA: Folhas que apresentam o limbo duplamente dividido, ou seja, limbo dividido em folíolos e estes por sua vez divididos em novas subunidades, **os foliólulos**. As folhas recompostas mais frequentes apresentam os folíolos dispostos ao longo da **ráquis** (nervura principal) e os foliólulos dispostos ao longo das nervuras secundárias (**raquillas**), caracterizando uma origem a partir de uma folha peninérvea, e por essa razão são classificadas como **Folhas Bipinadas**, ou seja, devemos classificar a folha como bipinada (figura 109), quando essa for duplamente pinada (ex. pau-brasil, flamboyant).

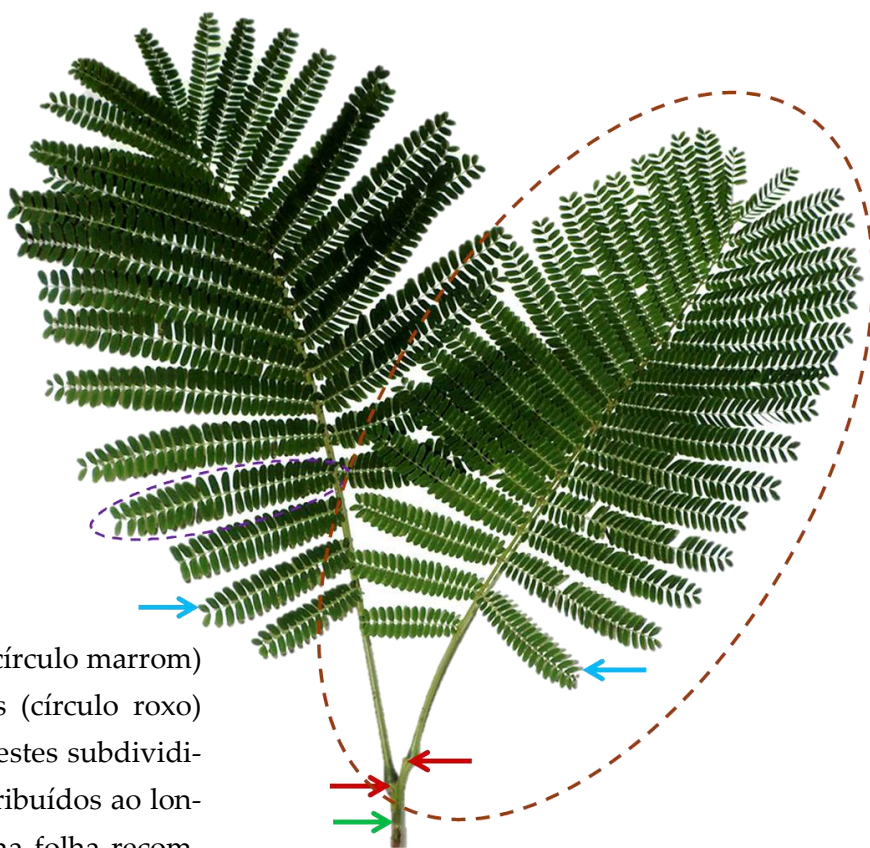


Figura 109: Folhas de flamboyant (círculo marrom) com divisão do limbo em folíolos (círculo roxo) distribuídos ao longo da ráquis e estes subdivididos em foliólulos (setas azuis) distribuídos ao longo das raquillas, caracterizando uma folha recomposta bipinada. Seta verde: pecíolo, Seta vermelha: pulvinos com as gemas axilares de cada folha.

Os esquemas a seguir representam resumidamente as variações que ocorrem nas folhas compostas e recompostas (Figura 110).

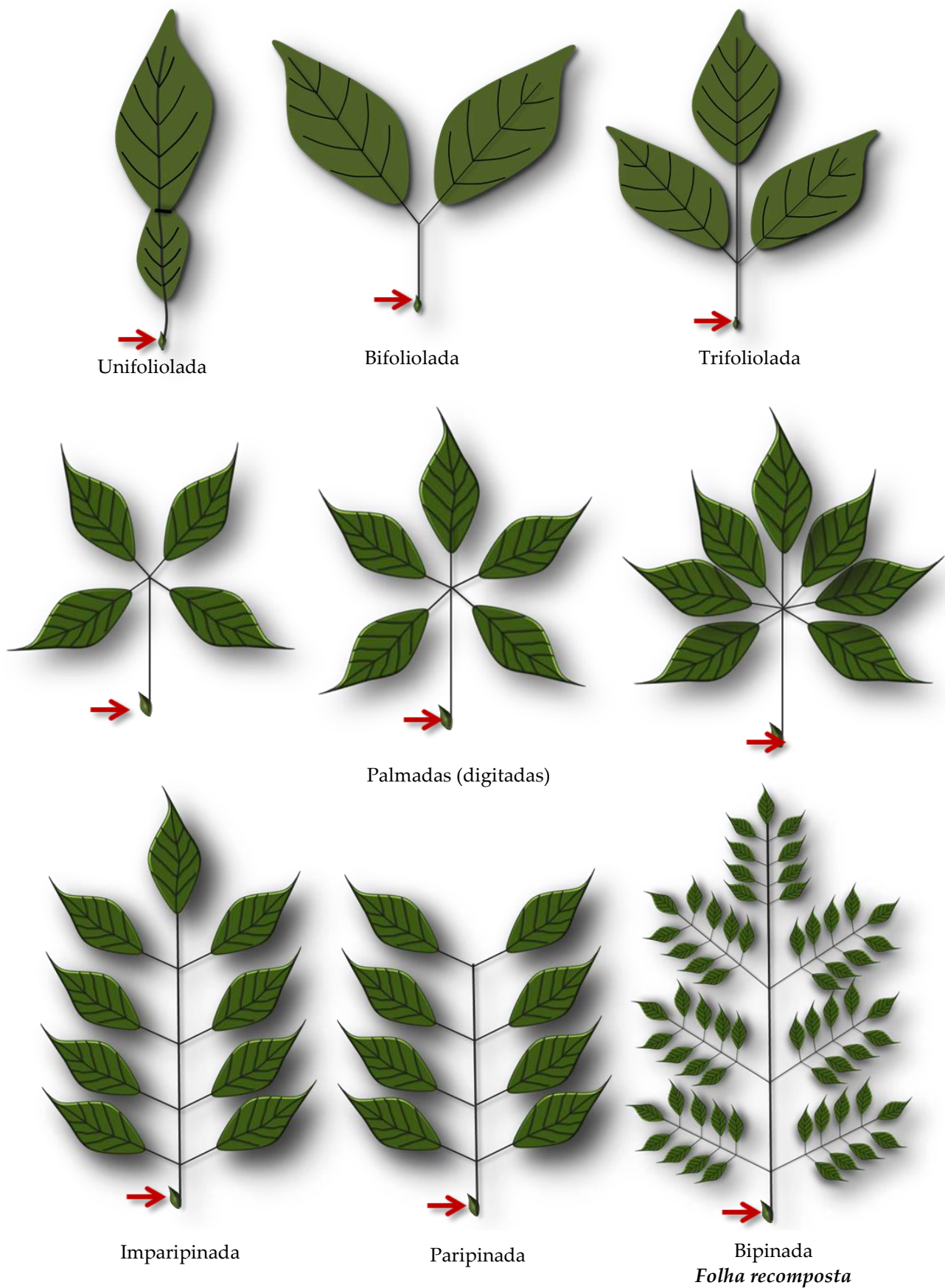


Figura 110: Esquema representativo dos diferentes tipos de folhas compostas e recompostas e suas particularidades. *Setas: gemas axilares.*

Para reforçar sua compreensão e a importância da nervação no polimorfismo das folhas, observe as representações esquemáticas a seguir.

Semelhante ao observado na figura 98 (palminérvea), se ao invés de sofrer recortes, a folha for subdividida em folíolos, a folha simples inteira a esquerda da imagem, dará origem a folha composta palmada ou digitada, com os folíolos (a direita) distribuídos de acordo com a disposição das nervuras principais da folha inteira que os originou, com todos os folíolos partindo de um mesmo ponto, no ápice do pecíolo e se irradiando para as margens da folha (figura 111).

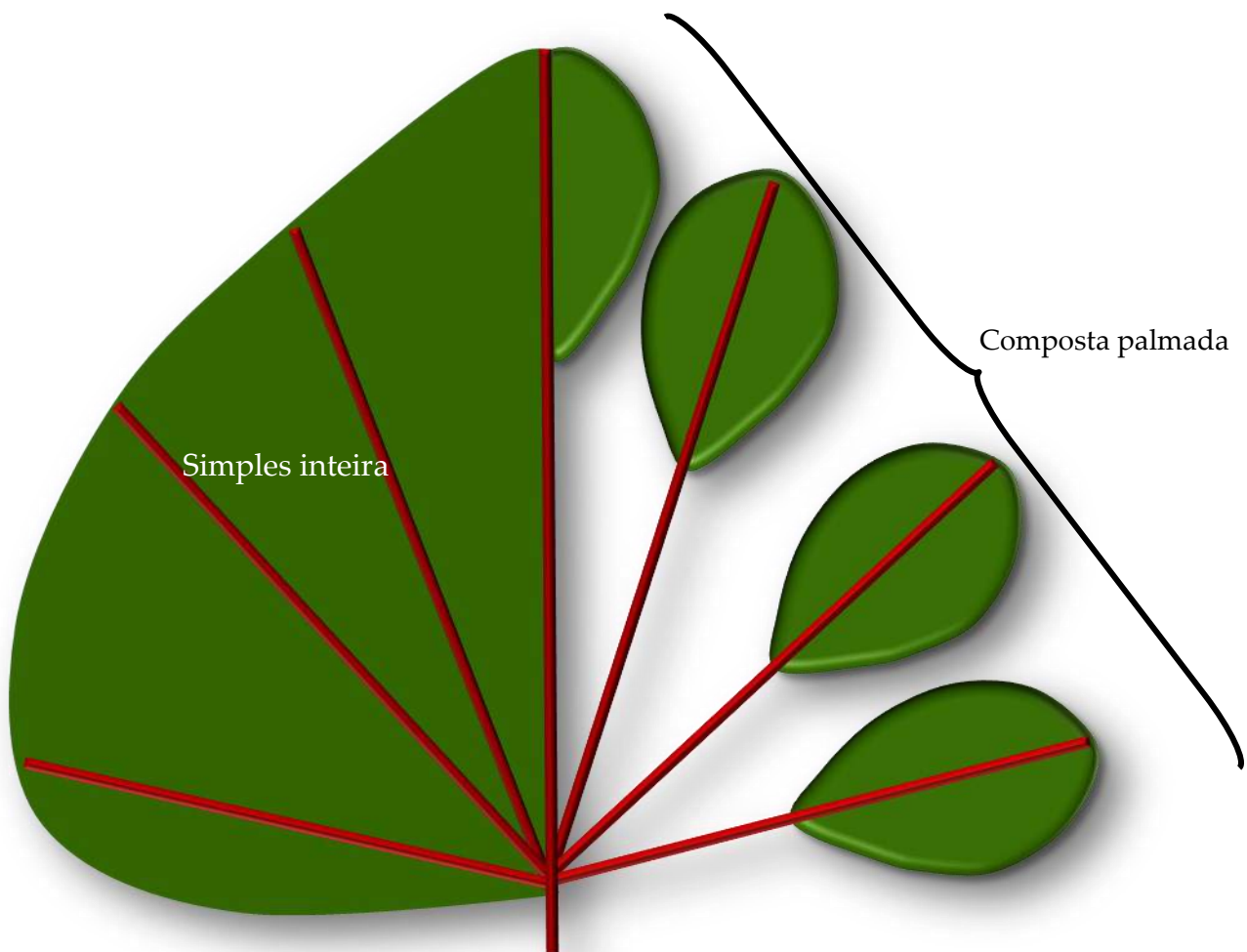


Figura 111: Representação esquemática da folha simples palminérvea (esquerda) e folha composta palmada (direita).

Observe que, quando não existe articulação a tentativa de separação dos “folíolos” é dificultada, pois há necessidade de quebrar as nervuras no ponto de encontro da folha simples palmatisecta, diferentemente, do que ocorre quando a folha é realmente composta palmada, onde os folíolos são facilmente separados. A separação dos folíolos “verdadeiros” é facilmente observada durante a fase de senescência das folhas, onde eles naturalmente caem antecedendo a queda do pecíolo (figura 112).

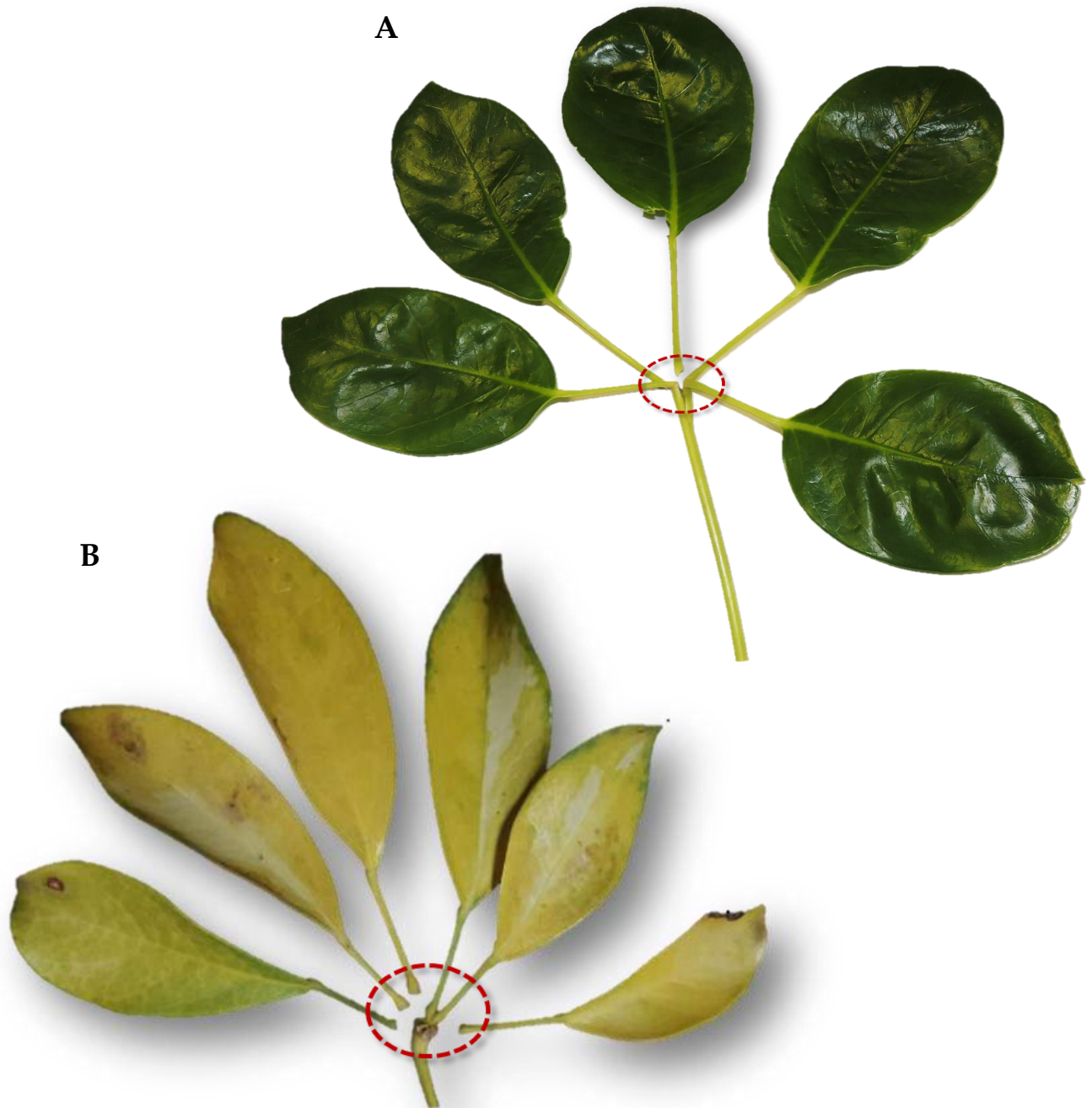


Figura 112: Distinção entre folhas simples e compostas, pela presença ou não de articulações. A) Folha simples palmatisecta evidenciando o rompimento das nervuras (círculo) na tentativa de separação; B) Folha composta palmada evidenciando a natural separação dos folíolos durante a senescência (círculo).

Semelhante ao observado na figura da folha simples peninérvea (figura 79), se ao invés de sofrer recortes, a folha for subdividida em folíolos, a folha simples inteira dará origem a folha composta pinada, com todos os folíolos distribuídos ao longo da nervura principal, que passa a constituir a ráquis da folha composta pinada, ou caso ocorra dupla divisão, com os folíolos também subdivididos em foliólulos, estes, também distribuídos ao longo das nervuras secundárias, que passam a constituir as raquillas das folhas recompostas ou bipinadas (Figura 113).

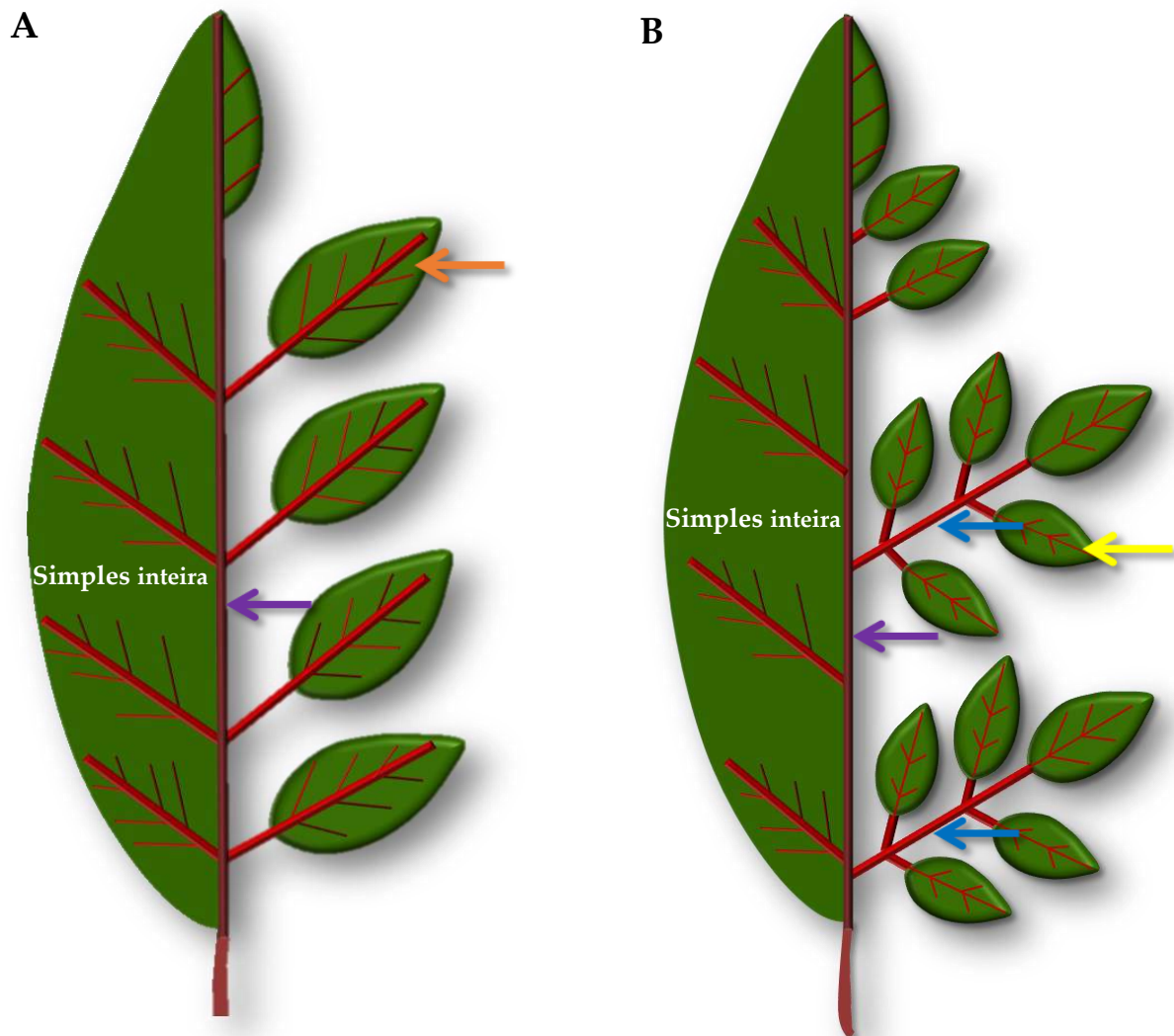


Figura 113: Representação esquemática de folhas simples inteira composta pinada e recomposta com origem da nervação eninérvea. A: Folha simples inteira a esquerda da figura, e composta imparipinada a direita do esquema. B: folha simples inteira a esquerda e recomposta (B) a direita do esquema. Seta laranja: folíolo; Seta amarela: foliólulo; Seta roxa: raquis; Seta azul: raquilla.

RESUMINDO:

Tanto os folíolos, como os foliólulos sempre apresentarão articulações entre a parte laminar e o peciólulo (“cabinho”) que os unem à nervura ou pecíolo, dessa forma, folhas como as encontradas nas espécies de *Citrus*, podem apresentar um único folíolo, gerando assim confusão em sua classificação, pois a estrutura se apresenta visualmente como uma folha simples, mas em observação mais cautelosa, pode-se observar a presença da articulação entre o pecíolo e o “limbo”, e por definição temos uma **Folha Composta**, mesmo que apresente somente um folíolo.

Mais uma vez devemos salientar que a presença da gema axilar (lateral) é fundamental para determinar o início da folha, garantindo a correta classificação de uma folha como simples, composta ou mesmo recomposta, pois independente do tamanho, número e forma das estruturas que se apresentam, somente podemos determinar com certeza se tratar de um limbo único, folíolo ou foliólulo, pela presença e localização da gema axilar, que por se encontrar na base, garante que todas as estruturas a partir desse ponto, constituem partes de uma folha.

Porém, em determinadas situações, as gemas axilares são especialmente difíceis de serem observadas, nestes casos, podemos recorrer a outros indícios, como por exemplo, sempre que uma folha simples cair em consequência aos processos naturais de senescência, ela sempre se desprende como um todo, permanecendo somente a gema axilar e sua cicatriz no ramo, ao passo que as compostas e recompostas, primeiro irão desprender os folíolos e foliólulos, e somente após isso, a nervura principal, quando presente, e o pecíolo irão se desprender do ramo.

Outra característica bastante útil é a presença de bainha, pois essa sempre está associada a base da folha, e portanto, de forma similar à gema axilar, definem a folha. Apêndices foliares, assunto tratado na página seguinte, como a lígula, pulvino, estípulas e ócrea, da mesma forma também contribuem para tal. E por fim, podemos ainda distinguir uma folha composta de um ramo, pela presença da gema apical na extremidade do ramo e sua ausência na folha composta, mas facilmente ainda se esta terminar por um único folíolo como nas imparipinadas.

VII APÊNDICES FOLIARES

1 LÍGULA: excrescência membranosa presente na base do limbo, junto a conexão bainha-limbo sempre na face superior (adaxial) da folha, comum em algumas Monocotiledôneas, principalmente nas gramíneas (figura 114).

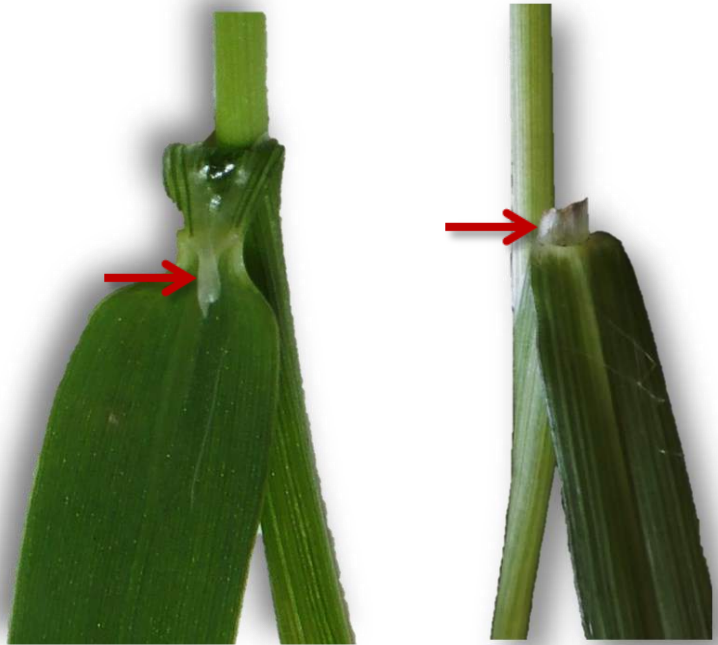
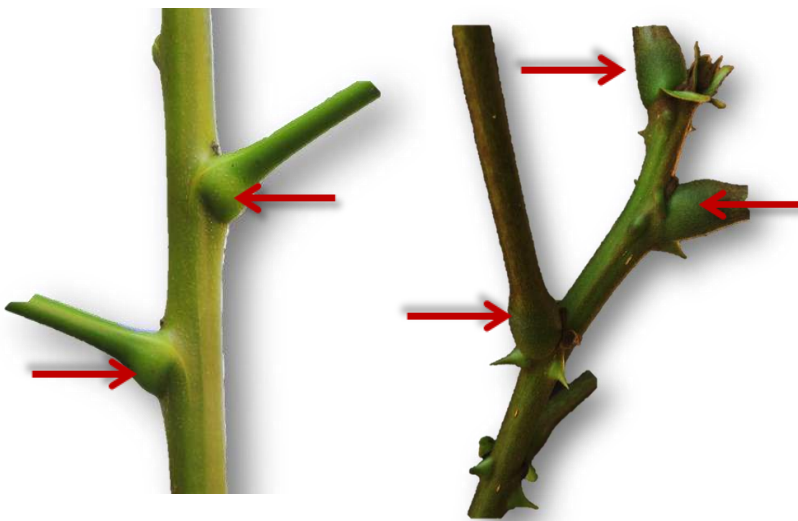


Figura 114: Folhas de gramíneas evidenciando a presença de Lígula (setas vermelhas).



2 PULVINO: quando a base e/ou o ápice do pecíolo apresentam-se abruptamente intumescidos em consequência do acúmulo de água nas células parenquimáticas, formando um engrossamento semelhante a uma “almofada” (figura 115).

Figura 115: Ramos evidenciando a presença de pulvinos

A variação diferencial do teor de água (turgor) entre as células das superfícies superior e inferior do pulvino, ocasionam o movimento da folha que é facilmente observado nas “dormideiras” que, ao serem tocadas fecham seus folíolos. Movimentos diurnos também ocorrem em outras leguminosas, causados pela presença do pulvino, gerando um aspecto de folhas murchas (figura 116).



Figura 116: A: Folhas de dormideira abertas e fechando após toque. B: folhas de ingá evidenciando movimento diuturno.

3 ESTÍPULAS: são estruturas muitas vezes confundidas com folhas por serem comumente laminares e membranosas. Podem apresentar grande desenvolvimento, como ocorre na ervilha, ou serem pequenas e caducas (que caem) como ocorre na maioria das vezes. A localização das estípulas determina a seguinte classificação:

3.1 ESTÍPULAS LATERAIS:

Frequentemente são distribuídas aos pares e livres, nas laterais da base das folhas, como observado nas Malvaceas (figura 117 a 127).

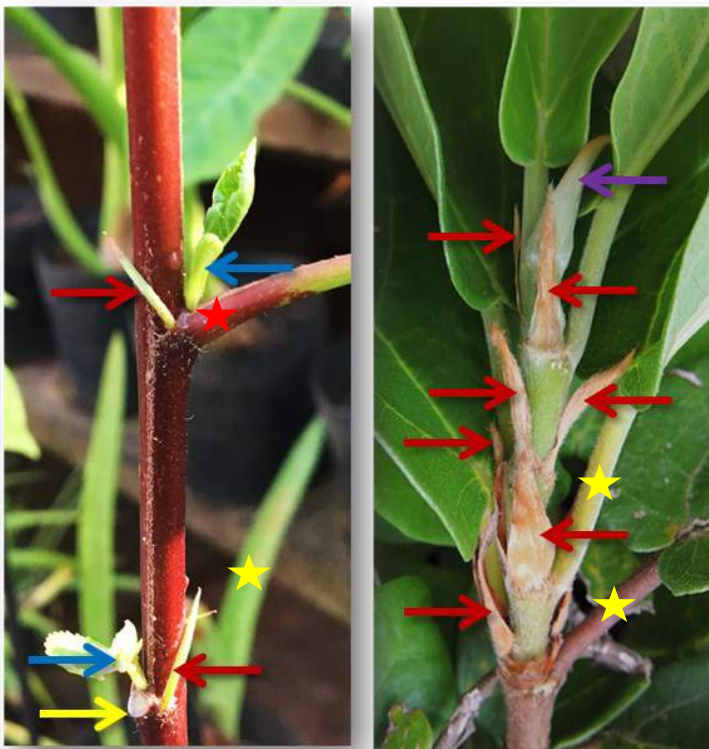


Figura 117: Plantas com estípulas laterais (setas vermelhas); brotos recém desenvolvidos a partir das gemas axilares (setas azuis); pecíolo (asteriscos); cicatriz foliar (seta amarela). Detalhe para a presença de estípula terminal (seta roxa).

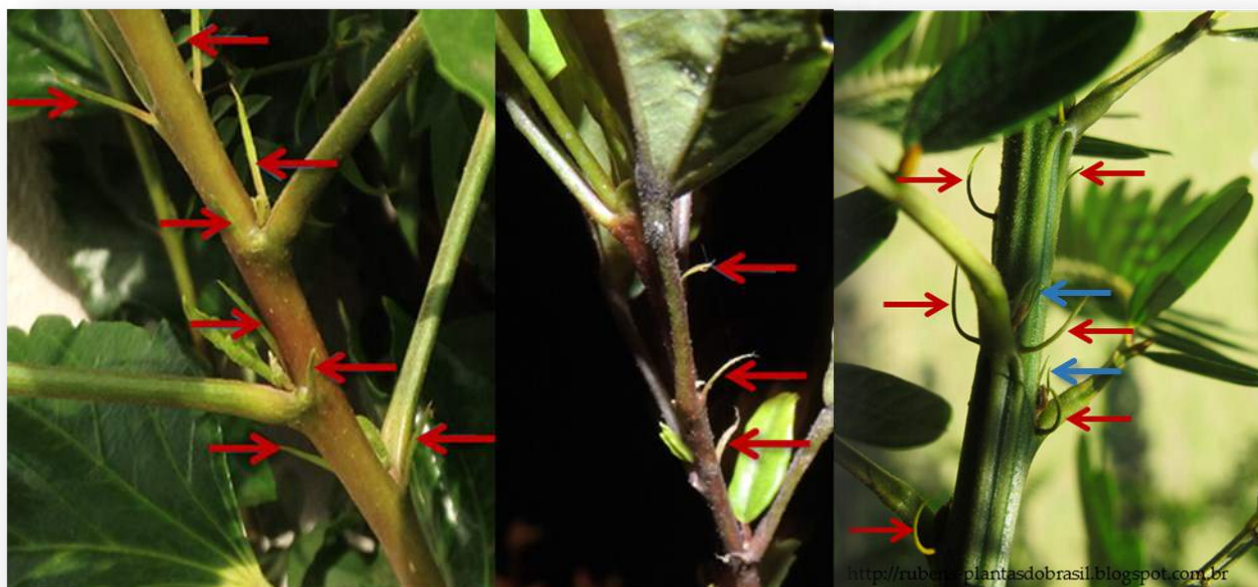


Figura 118: Estípulas laterais: setas vermelhas. Seta azul: folha jovem frequentemente confundidas com estípulas.

As estípulas laterais podem assumir aspecto muito semelhante a folhas, e por essa razão são freqüentemente denominadas estípulas foliáceas, o que complica ainda mais seu reconhecimento (figura 119).

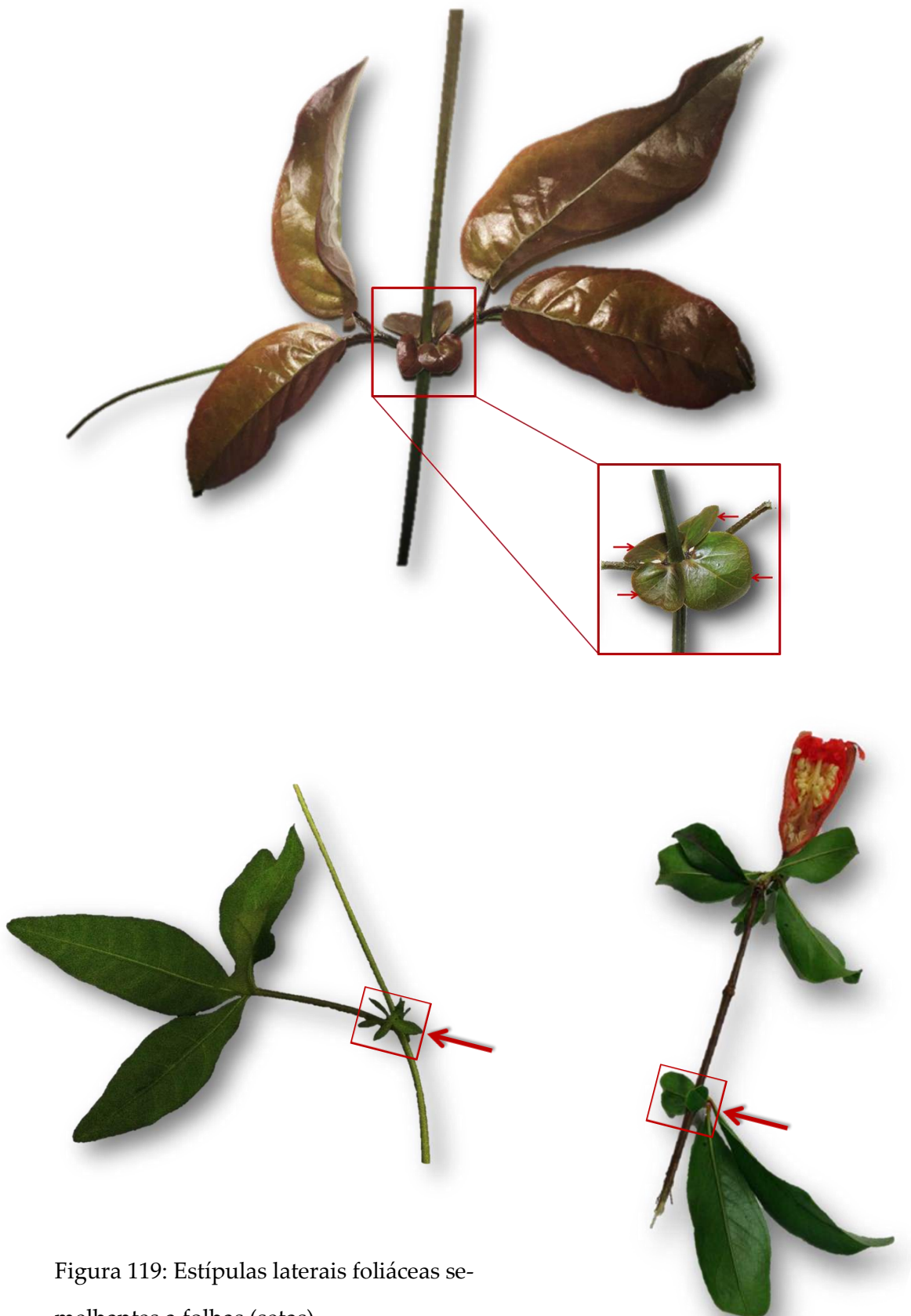


Figura 119: Estípulas laterais foliáceas semelhantes a folhas (setas).

Existem estípulas laterais que apresentam-se subdivididas em unidades semelhantes às folhas compostas onde ocorrem os folíolos, como observamos no flamboyant (figura 120).

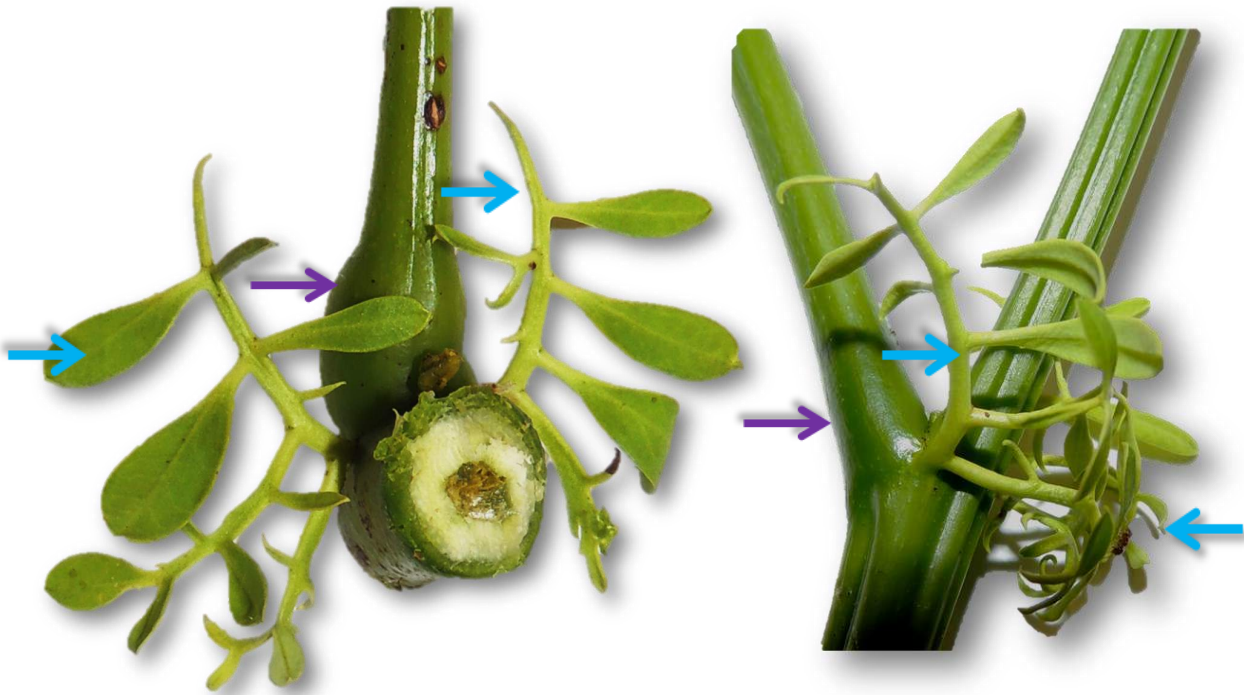
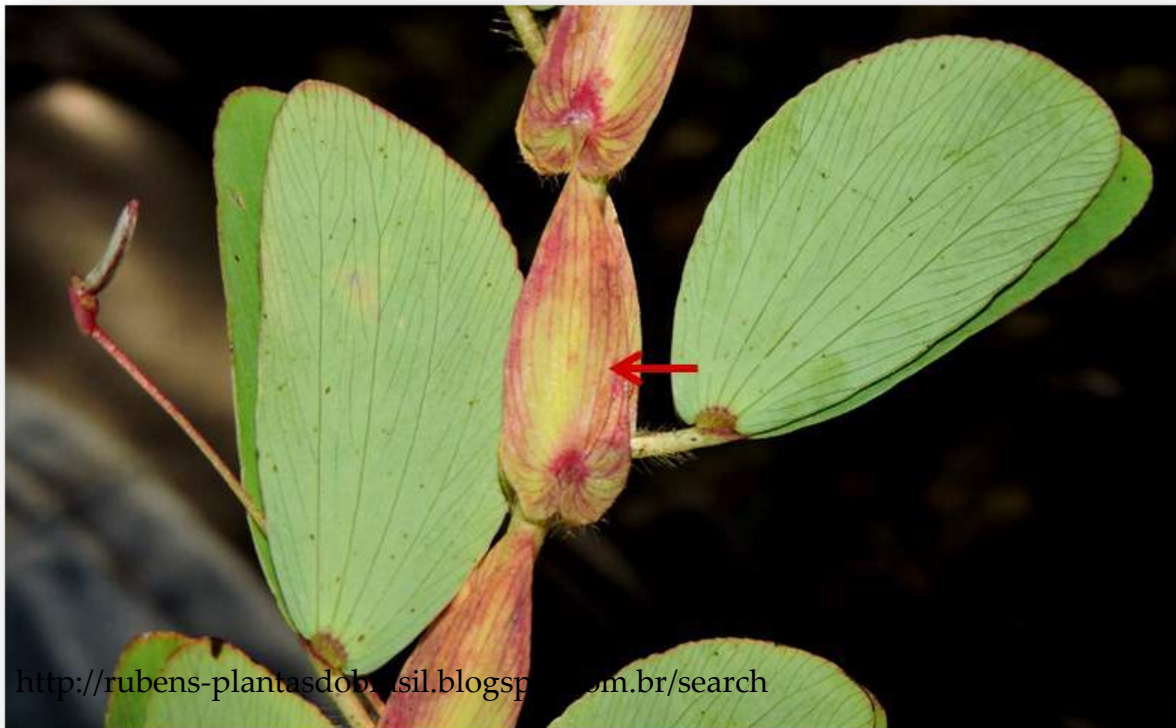


Figura 120: Estípulas laterais subdivididas (setas azuis) de flamboyant e pulvino (setas roxas).



<http://rubens-plantasdobrasil.blogspot.com.br/search>

Figura 121: Estípulas laterais lanceoladas de *Chamicrista diphylla*.

Existem espécies cujas estípulas se apresentam em forma de espinhos, e em função disto são designadas, espinescentes (figuras 122).

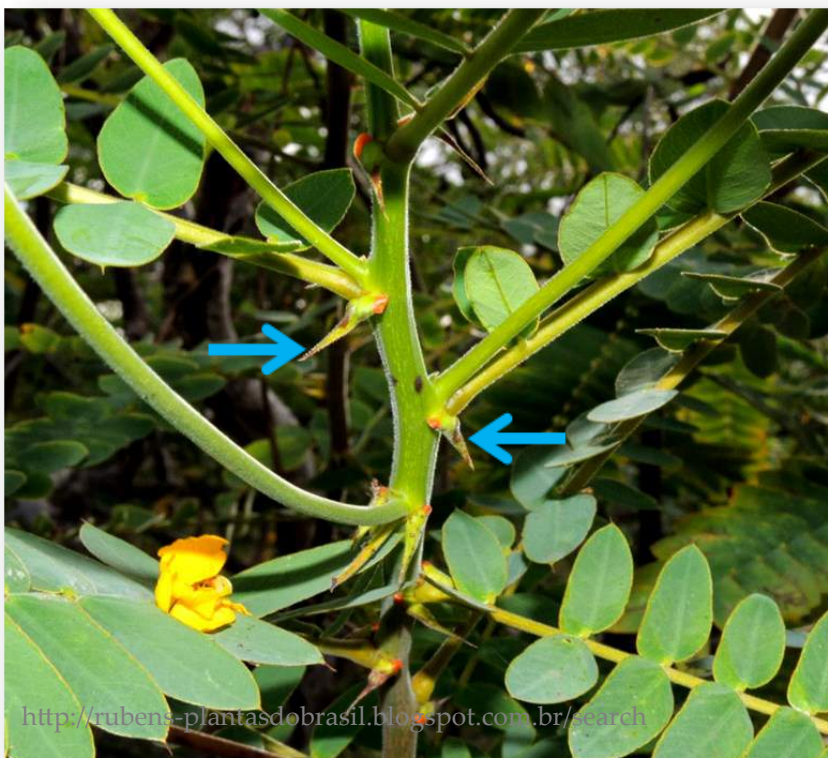
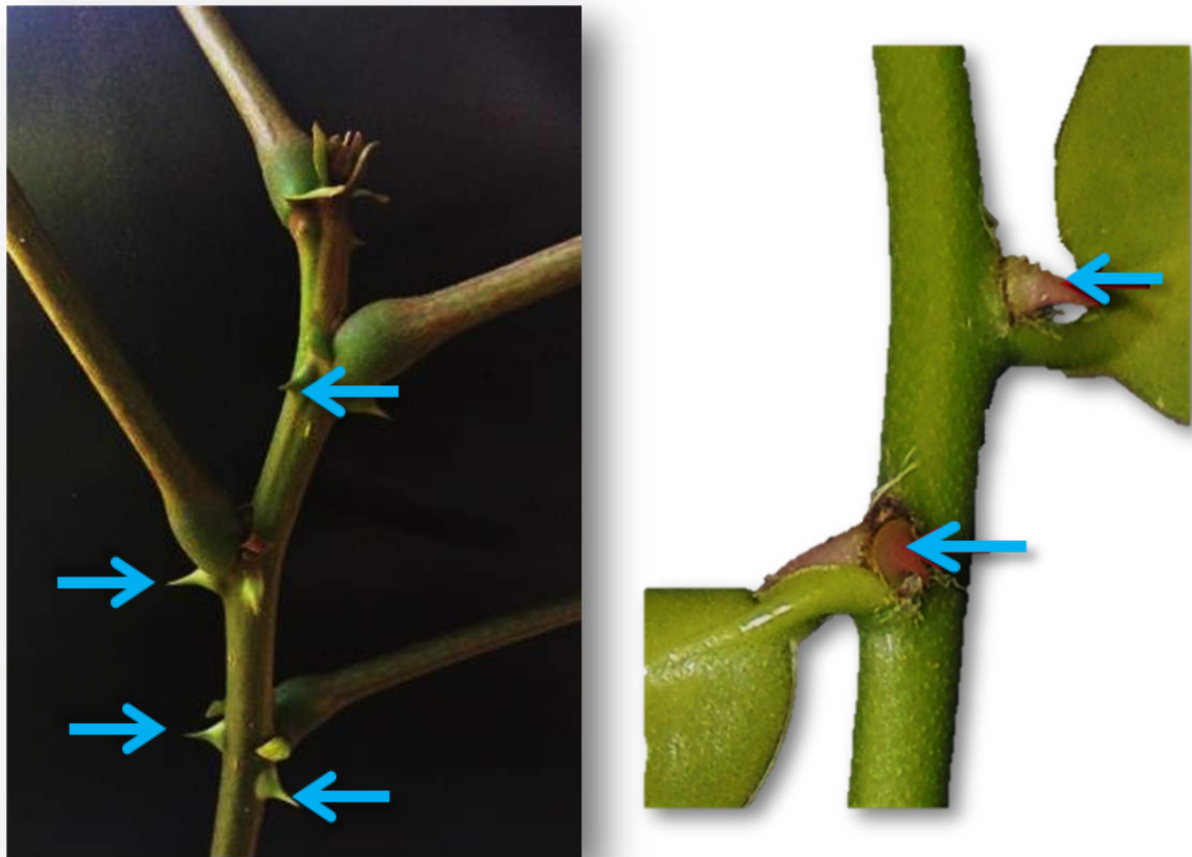


Figura 122: Presença de estípulas laterais espinescentes (em forma de “espinhos”) (setas).

3.2. ESTÍPULAS INTRAPECIOLARES: quando as estípulas laterais de uma mesma folha se fundem durante seu desenvolvimento, cobrindo e protegendo a gema axilar (figura 123).



Figura 123: Estípulas intrapeciolares (setas).

3.3 ESTÍPULAS INTERPECIOLARES: quando ocorre a fusão entre estípulas laterais de folhas opostas em um mesmo nó, como observado nas espécies da família Rubiaceae (figura 124), notem que esse tipo de estípula passa a cobrir a região do nó entre os pecíolos de folhas opostas.



Figura 124: Estípulas interpetiolar (seta) de cafeeiro (A) e ixora (B).

3.4 ESTÍPULA TERMINAL: Quando ocorrem no ápice de caules e ramos, protegendo as gema apical e os primórdios foliares (figura 125 e 126).



Figura 125: Estípulas terminais (setas vermelhas) e estípulas destacadas do ápice (setas azuis).



Figura 126: Estípulas terminais (setas).

ATENÇÃO!!!!

É extremamente comum caracterizar como estípulas, pequenas folhas ou brácteas presentes em inúmeras plantas. Portanto, preste atenção se na base da estrutura que você está chamando de estípula, não existem gemas axilares (figura 127).



Figura 127: As setas azuis indicam pequenas folhas ou brácteas usualmente confundidas com estípulas . Observe em ambas as figuras o desenvolvimento de gemas florais (setas amarelas).

4 ÓCREA: a ócrea é mais um apêndice foliar resultante do crescimento e fusão de estípulas laterais que envolvem o caule ou ramo, acima do ponto de inserção da folha. Semelhante a uma bainha invertida, a ócrea é comum em plantas da família Polygonaceae (figura 128 a 130).



Figura 128: Ócrea (seta).

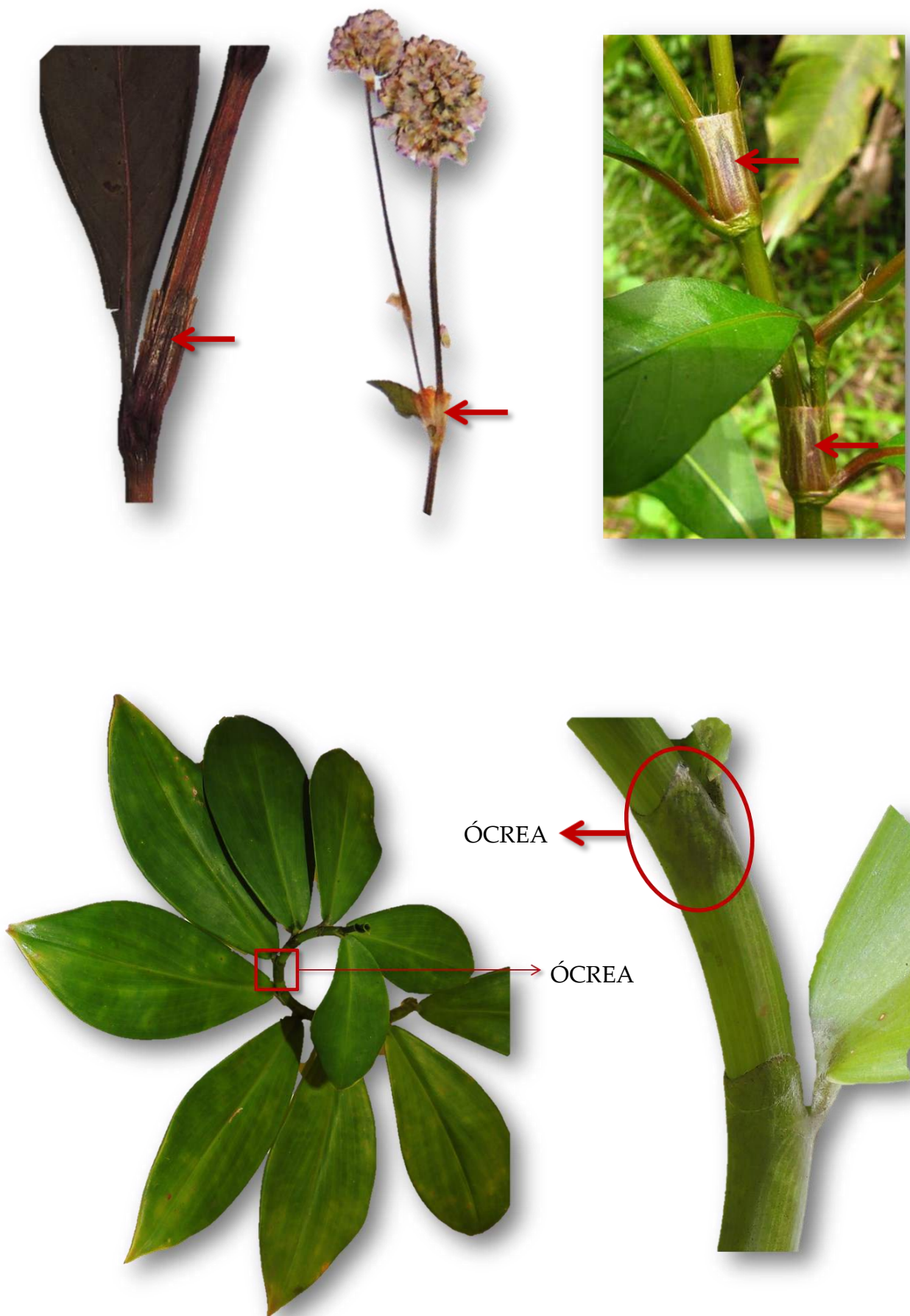


Figura 129: Ócrea (seta). Atenção: o pecíolo sempre se insere abaixo da ócrea!!!!



Figura 130: Ócrea (seta).

VIII FILOTAXIA

A filotaxia representa como as folhas estão inseridas e distribuídas ao longo de um caule ou ramo, ou seja, o padrão de distribuição das folhas, como o número de folhas presentes em um nó e o ângulo estabelecido entre as folhas de nós adjacentes ao longo do ramo. Esse padrão é variável entre as espécies e geralmente constante na espécie, permitindo classificá-las em relação a sua filotaxia em: *Alternas dísticas*, *alternas espiraladas*, *opostas dísticas*, *opostas cruzadas*, *verticiladas*, *fasciculadas* e *rosuladas* (Figuras 131 e 132).

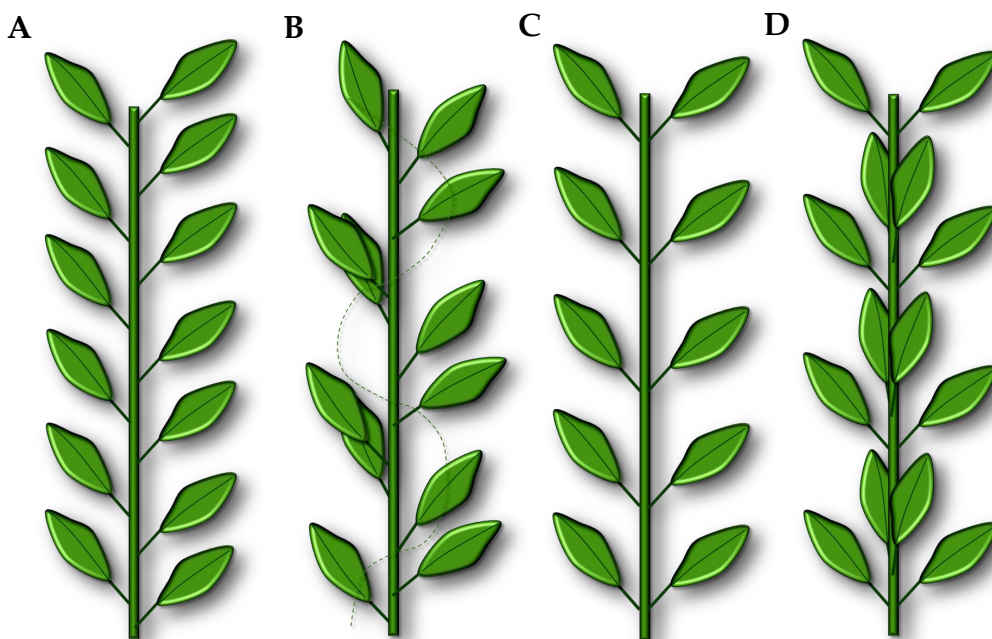


Figura 131: Esquema representando os diferentes padrões de filotaxia. A: *Alternas dística*; B: *alterna espiralada*; C: *oposta dística*; D: *oposta cruzada*.

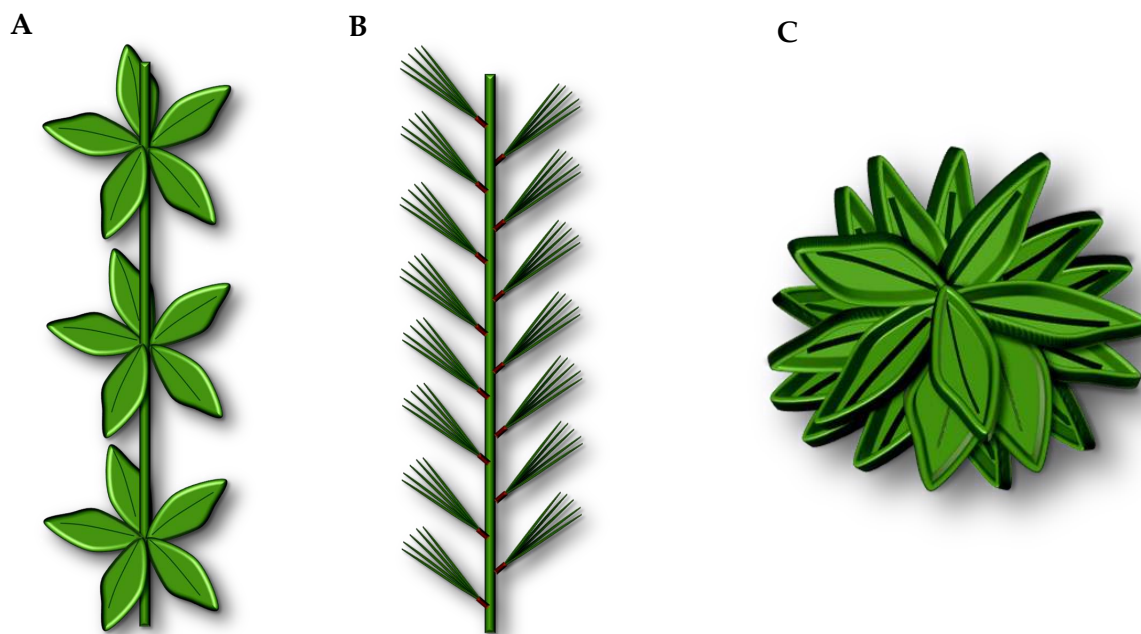


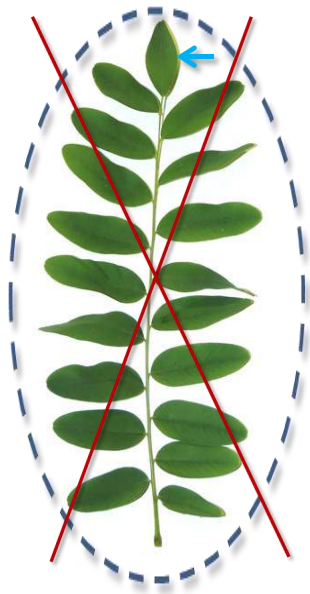
Figura 132: Esquema representando os diferentes padrões de filotaxia: A: *Verticilada*, C: *Fasciculada* e D: *rosulada*.

1 FOLHAS ALTERNAS: quando apresentam **uma única folha por nó**. O ângulo determinado pelas folhas em nós adjacentes para as inserções alternas pode definir duas subclassificações:

1.1 ALTERNAS DÍSTICAS: quando todas as folhas de todos os nós estiverem dispostas em um mesmo plano, apresentando um ângulo aproximado de 180° , ou seja, sempre com uma folha saindo para a direita e a do nó adjacente para a esquerda e assim sucessivamente por todo o ramo, definindo dessa forma um único plano de distribuição de folhas quando observadas do ápice para a base do ramo (figuras 133). Comum em pata de vaca, milho, gengibre e algumas raras palmeiras ornamentais. Observe que se os nós ímpares tiverem suas folhas inseridas à direita do ramo, todas as folhas dos nós pares estarão à esquerda do mesmo ou vice e versa.



Figura 133: Exemplo e esquema de filotaxia *Alternada dística*.



Preste atenção!!! Certifique-se primeiro da localização da gema axilar, para ter certeza, do que realmente é a Folha!! Nesta imagem, certamente a confusão dos folíolos como folhas, conduziriam a classificação para folhas alternas dísticas, ao passo que ela é uma folha composta imparipinada!!!! (figura 134)

Figura 134: Folha imparipinada, frequentemente confundida como alterna dística.

1.2 ALTERNAS ESPIRALADAS: Assim como a inserção alterna dística, as alternas espiraladas apresentam apenas uma folha por nó, porém, o ângulo formado entre as folhas de nós adjacentes é menor que 180° , definindo, portanto, diversos planos ao redor do eixo, e desta forma, origina uma espiral imaginária por toda a circunferência ao redor do ramo quando observadas do ápice para a base (figura 135), comum na maioria das palmeiras, em algumas espécie de *Eucalyptus*, girassol, cheflera e mandioca.

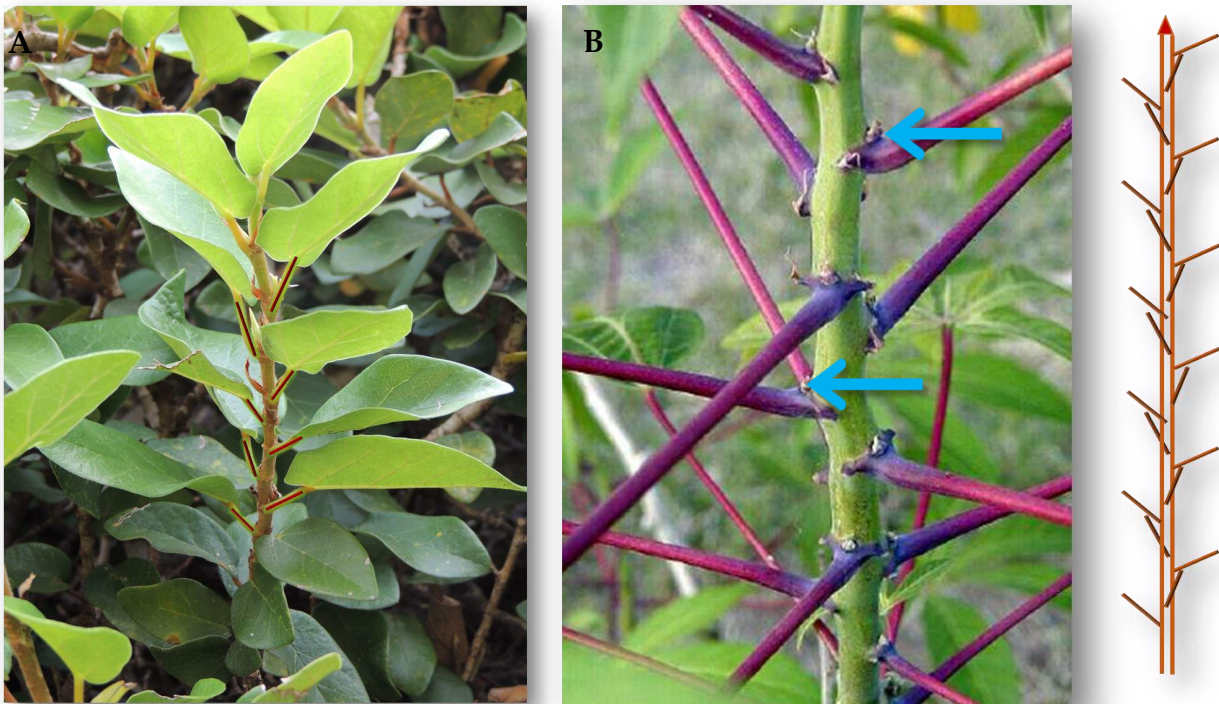


Figura 135: Exemplos e esquema de filotaxia *Alternas espiralada* em hera unha de gato (A) e mandioca (B). Setas: gemas axilares.

2 FOLHAS OPOSTAS: apresentam **duas folhas em um mesmo nó**, porém, estas encontram-se distribuídas em polos opostos do mesmo nó (180°). De forma similar a inserção alterna, na inserção oposta, o ângulo determinado pelas folhas de um nó com o adjacente define as subclassificações:

2.1 OPOSTAS DÍSTICAS: quando todas as folhas de todos os nós apresentarem-se em um mesmo plano, ou seja, sempre com uma folha para a direita e outra para a esquerda, semelhante ao caso das alternas dísticas, porém, lembre-se que nesta situação, temos duas folhas por nó (figura 136). São raros os exemplos que apresentam essa filotaxia, mais comumente são observados casos decorrentes da torção do ramo em busca da luz, gerando a falsa impressão de que as folhas estão distribuídas em um único plano (figuras 136 e 137).



Figura 136: Exemplo e esquema de inserção oposta dística.

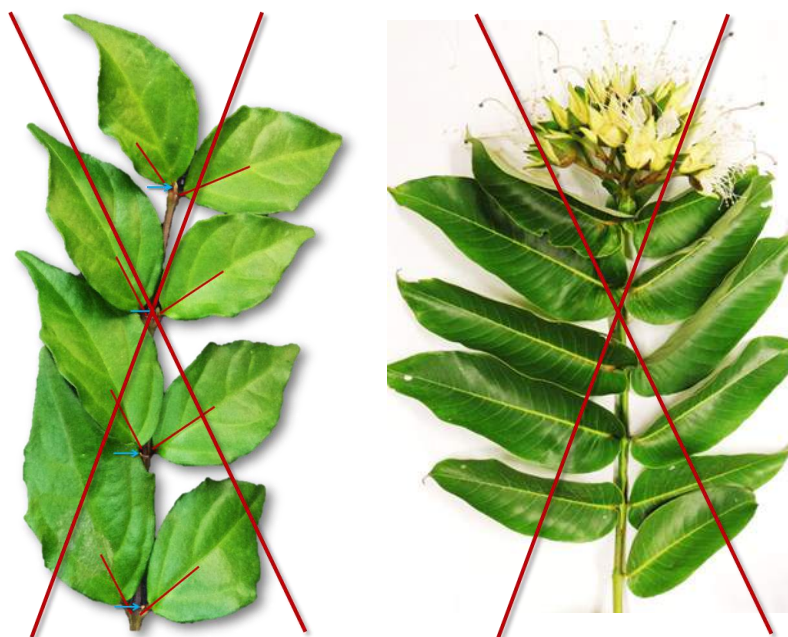


Figura 137: Detalhe de ramos que apresentaram torção em decorrência do crescimento em direção à luz, dando a falsa impressão de inserção oposta dística, quando na verdade é uma oposta cruzada.

Preste atenção novamente!!! Certifique-se a localização da gema axilar, para ter certeza, do que é a Folha!! Nas imagens ao lado, certamente a confusão dos folíolos como folhas, conduziriam a classificação para folhas opostas dísticas, ao passo que elas são, na verdade, compostas paripinadas!!!! Figura 138.

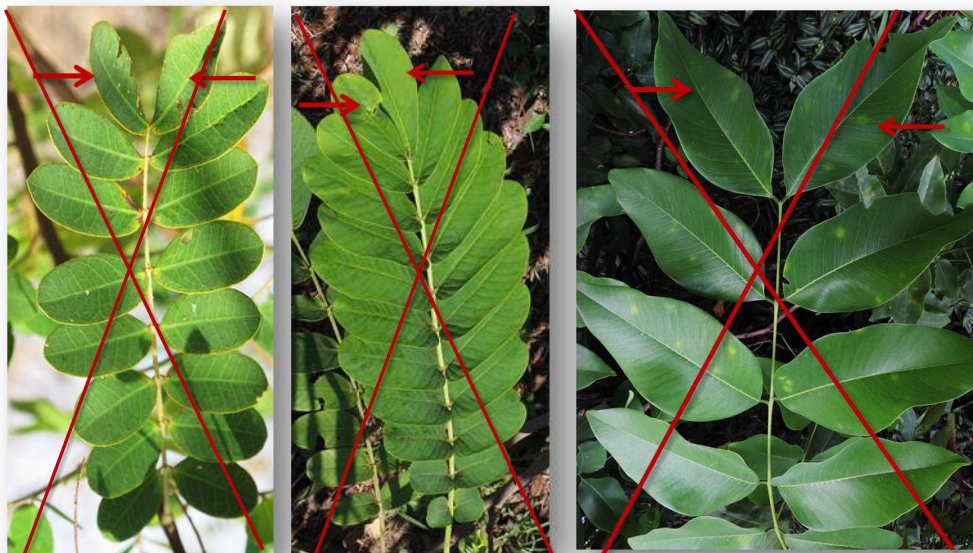


Figura 138: Folhas compostas paripinadas, frequentemente confundida com insecção oposta dística.

2.2 OPOSTAS CRUZADAS: quando apresentarem duas folhas por nó, porém, as folhas dos nós ímpares do ramo distribuídas no sentido direito-esquerda, e as dos nós pares distribuídas no sentido anteroposterior, ou seja, uma para frente e outra para trás (figura 139). Essa disposição de folhas ao serem observadas do ápice para a base do ramo determina o formato de uma cruz (direito-esquerda e anteroposterior). São exemplos de plantas com folhas opostas cruzadas o cafeeiro, a ixora, o boldo e a goiabeira.



Figura 139: Ramo de goiabeira e esquema evidenciando a inserção oposta cruzada.

3 FOLHAS VERTICILADAS: quando apresentam **mais de duas folhas por nó**, distribuídas de maneira razoavelmente proporcional ao longo do mesmo, como pode ser observado na espirradeira e na alamanda (figura 140).



Figura 140: Esquema e ramo de alamanda evidenciando a inserção verticilada.

Para finalizar o tema Filotaxia, deixamos por último duas classificações polêmicas: inserções *rosuladas* e *fasciculadas*, definidas de diferentes maneiras. Consideramos, contudo, esses dois casos como variações da *filotaxia alterna espiralada*, como veremos a seguir.

Ao se observar mais atentamente, perceberemos que tanto a inserção rosulada, como a fasciculada apresentam entrenós muito curtos, causando a falsa impressão de que não existe caule, e que as folhas saem diretamente da raiz (alface, cenoura e repolho) daí o nome *rosuladas* ou de um mesmo ponto do nó, formando feixes (fascículos) de folhas, daí o nome *fasciculadas*, como em pinheiros. Em especial para as gimnospermas existe a formação de estruturas especializadas para a emissão de folhas, os braquiblastos, que são ramos muito pequenos, com crescimento limitado e definido, apresentando entrenós muito curtos, liberando uma folha por nó com filotaxia alterna espiralada, podendo apresentar de dois a muitos nós e consequentemente de duas a muitas folhas agrupadas, causando a impressão do fascículo de folhas.

Por esta razão sugerimos para estes dois casos (*folhas rosuladas e fasciculadas*), o uso da terminologia:

4 FOLHAS ALTERNAS ESPIRALADAS ROSULADAS: quando nos referimos à filotaxia em que temos apenas uma folha por nó, distribuída em vários planos, em um caule formado por diversos nós com entrenós muito curtos, dando a impressão de ser uma planta acaule, formando uma espiral muito estreita (figuras 141, 142 e 143).



Figura 141 Representação esquemática e exemplos de plantas que apresentam inserção alternas espiralada rosulada.



Figura 142: Exemplos de plantas que apresentam inserção alterna espiralada rosulada.

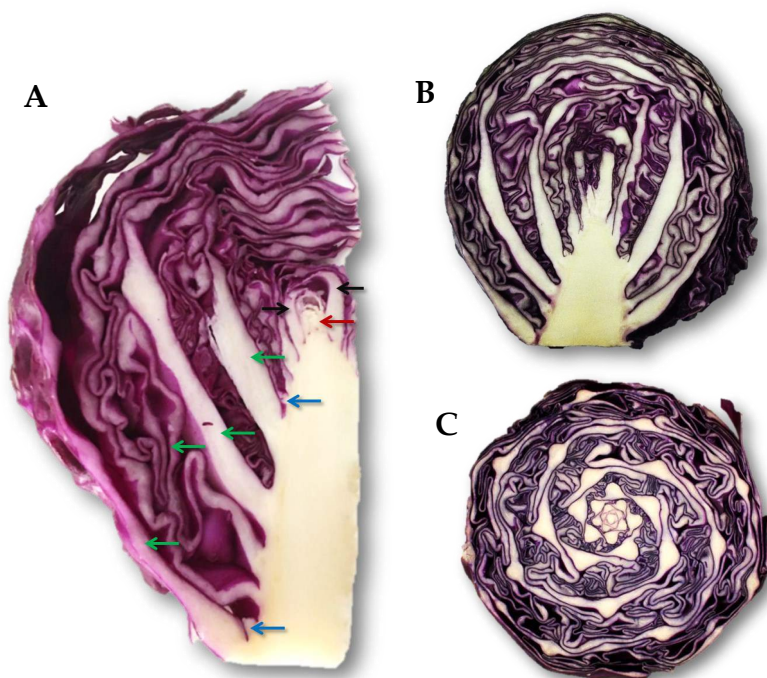


Figura 143: Repolho em corte longitudinal (A e B) e transversal (C) evidenciando a inserção alterna espiralada rosulada das folhas ao longo de um caule com entrenós curtos. Seta vermelha: ápice caulinar; setas pretas: primórdios foliares, setas verdes: folhas; setas azuis (gemas axilares).

5 FOLHAS ALTERNAS ESPIRALADAS FASCICULADAS: Quando nos referimos a filotaxia que ocorre em um caule especial (braquiblasto) de crescimento determinado a formar de dois a alguns nós, chegando a mais de vinte na dependência da espécie, também com entrenós muito curtos, gerando a impressão de que as folhas estão agrupadas em feixes, mas que na verdade estão distribuídas de forma alterna espiralada (figura 144).

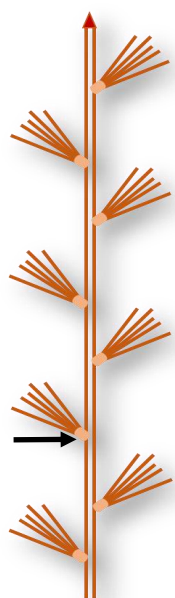


Figura 144: Representação esquemática e exemplos de plantas que apresentam inserção alterna espiralada fasciculada. Setas braquiblastos.

Uma prova de que o braquiblasto é mesmo um ramo, e não simplesmente uma capa na base das folhas, é que ao serem devidamente estimulados por reguladores de crescimento, com a capacidade de reativar o meristema apical do ramo (braquiblasto), estes podem retomar o crescimento e até formar um ramo normal (figura 145).



Figura 145: Braquiblasto de *Pinus* em início de brotamento (círculo); Seta vermelha: escama do braquiblasto; Seta preta: acícula do braquiblasto).

IX HETEROFILIA

Presença de polimorfismo foliar em uma mesma planta, ou seja, folhas com formas diferentes inseridas a níveis diferentes do caule ou ramo. A heterofilia pode ocorrer em decorrência do genótipo por exemplo no feijoeiro em que o primeiro par de folhas, após a germinação, é simples e os demais são composto trifoliolado; ou do período de desenvolvimento da folha, como por exemplo, em folhas de eucalipto em que as folhas jovens têm forma distinta das adultas; ou ainda, do ambiente onde, plantas aquáticas apresentam formas diferentes para as folhas submersa, flutuantes e aéreas, como na Sagitária, em que três formas de folhas são observadas em função do ambiente em que se encontram na mesma planta, sendo as submersas alongadas, as flutuantes arredondadas e as aéreas em forma de seta (figura 146).

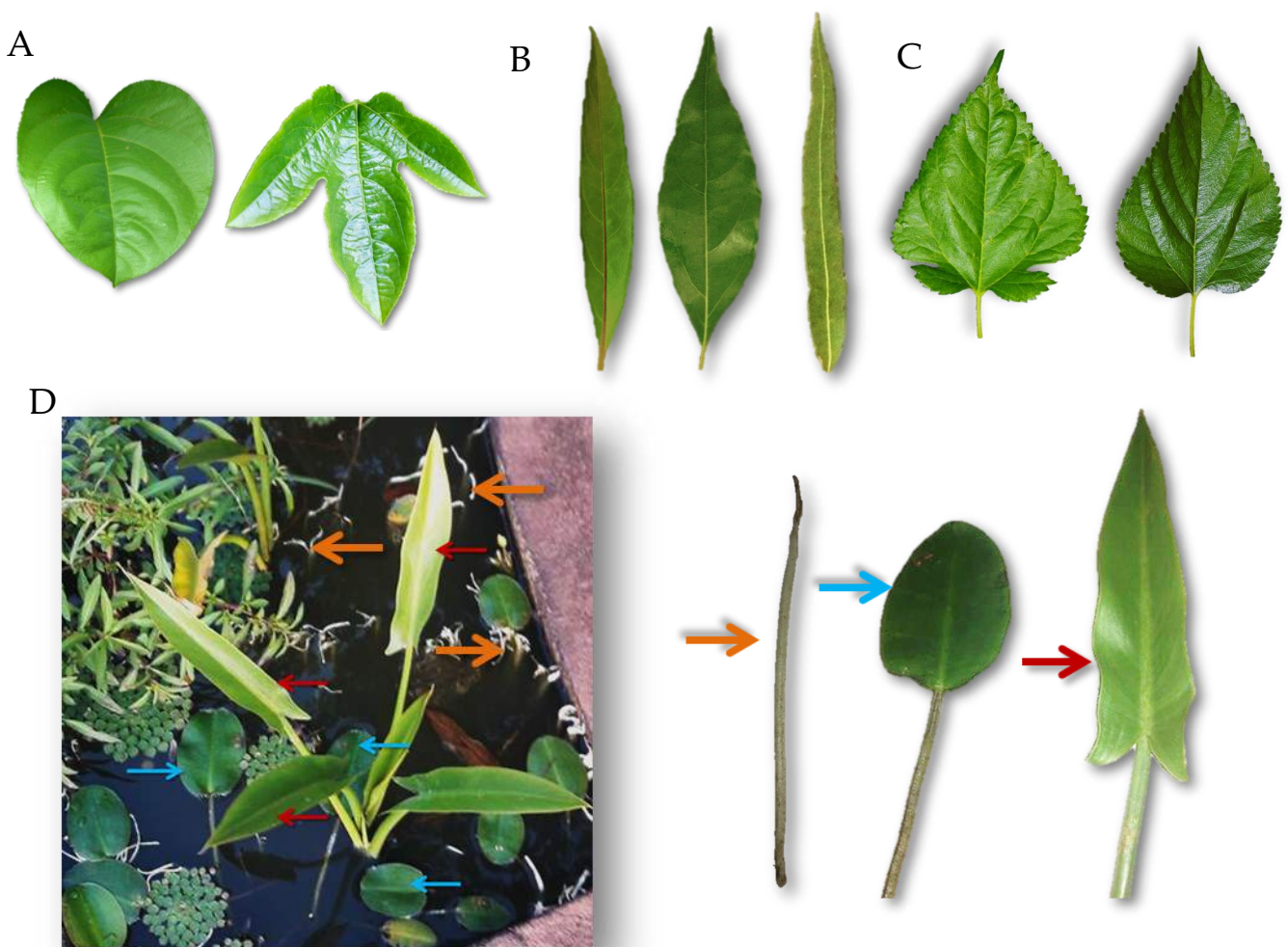
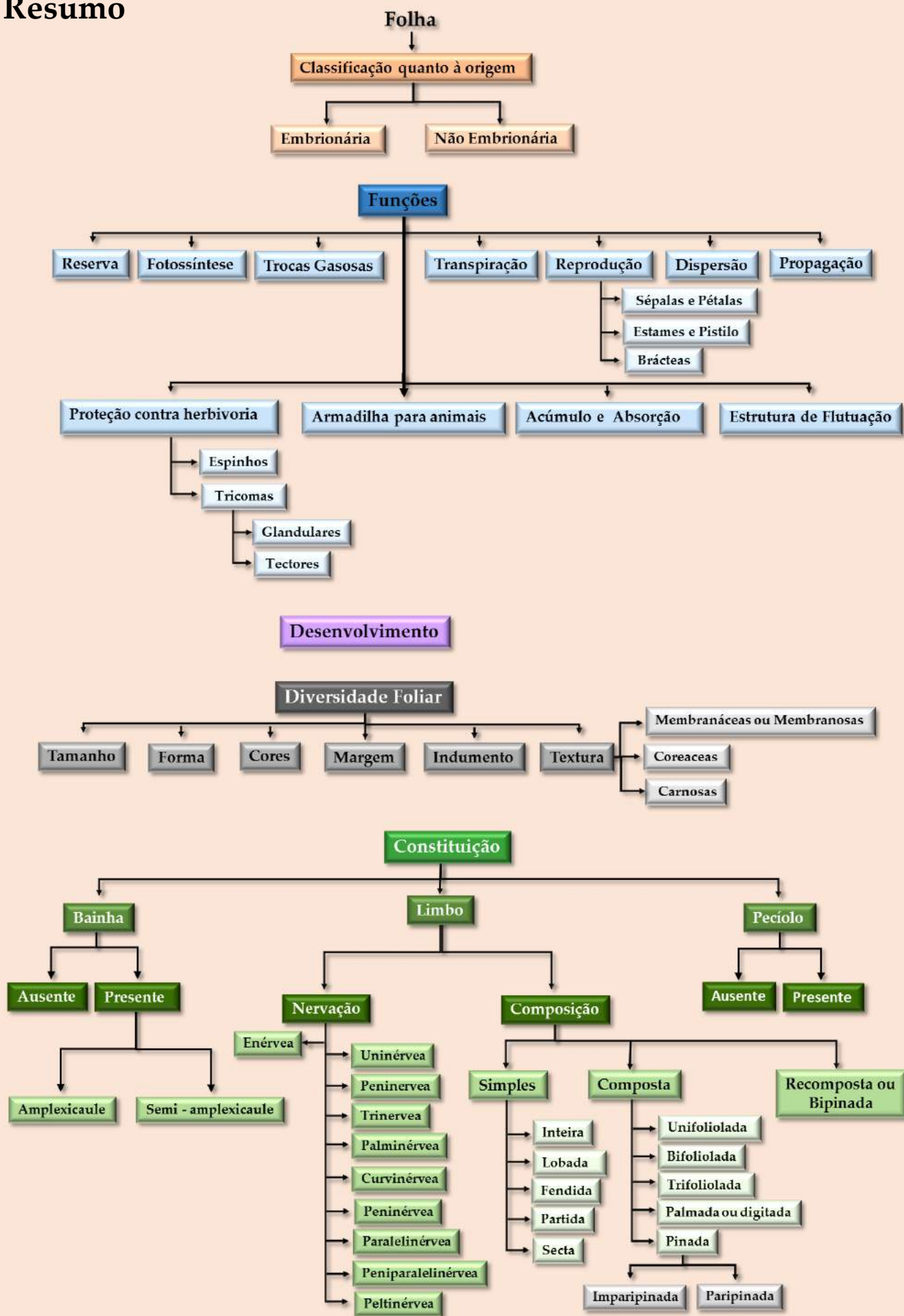
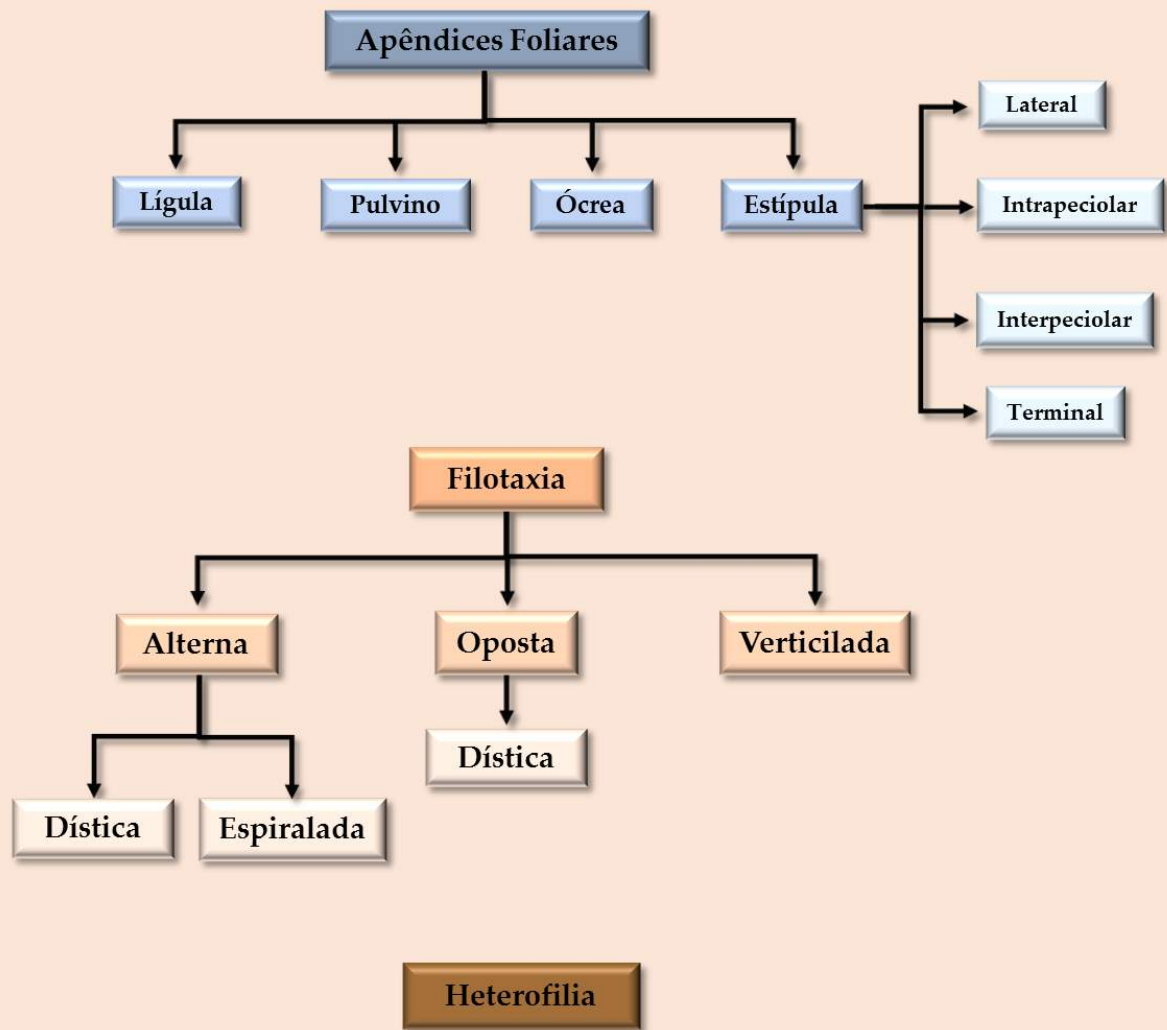


Figura 146: Heterofilia. A: Maracujá; B: eucalipto; C: amora. Observe que em D, a expressiva, heterofilia da planta aquática Sagitaria, que apresenta três formas de folhas de acordo com o ambiente que ocupam, sendo as folhas submersas alongadas e clorótica (*setas laranjas*), folhas flutuantes ovais (*setas azuis*) e folhas aéreas sagitadas, em forma de seta (*setas vermelhas*).

Resumo





BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

ALMEIDA, M.; ALMEIDA, C.V. **Morfologia da raiz de plantas com sementes**. Piracicaba: ESALQ, 2014. 71 p. (Coleção Botânica, 1). Disponível em: <http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/sites/www4.esalq.usp.br/biblioteca/files/morfologia_raiz.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2018.

_____. **Morfologia do caule de plantas com sementes**. Piracicaba: ESALQ, 2014. 155 p. (Coleção Botânica, 2). Disponível em: <http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/sites/www4.esalq.usp.br/biblioteca/files/morfologia_caule.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2018.

ANGIER, N. Plants that are predators. **The New York Times**, New York, 14 Sept. 2015. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2015/09/15/science/plants-that-are-predators.html>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. **Morfologia de sistemas subterrâneos: histórico e evolução do conhecimento no Brasil**. Ribeirão Preto: A.S. Pinto, 2003. 80 p.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. ; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (Org.) . **Anatomia vegetal**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2012. v. 1, 404 p.

BELL, A.D. **Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology**. 2nd ed. Portland: Timber Press, 2008. 431 p.

THE CARNIVORE GIRL: carnivorous plant boutique. *Sarracenia*. Disponível em: <<http://www.thecarnivoregirl.com/tag/sarracenia/page/3/>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

FERRI, M.G.; MENEZES, N.L.; MONTEIRO-SCANAVACCA, W.R. **Glossário ilustrado de botânica**. São Paulo: EBRATEC; EDUSP, 1978. 197 p.

GARDEN IN ON A DIME. **Pitcher plant (*Nepenthes*)**. Disponível em: <<http://gardeningonadime.com/pitcher-plant-nepenthes>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

GLOBO.COM. **Plantas carnívoras**. Disponível em: <<http://revistacasaedjardim.globo.com/Revista/Common/0,,GF80368-16771,00-PLANTAS+CARNIVORAS.html#fotogaleria=1>>. Acesso em: 05 mar. 2018

GOLA, G.; NEGRI, G.; CAPPELLETTI, C. **Tratado de botânica**. 2. ed. Barcelona: Ed. Labor, 1965. 1160 p.

GRUPO DE CACTUSFORUM.NL. Disponível em: <<https://www.facebook.com/groups/Cactusforumnlgroup>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

HICKEY, L.J. Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. **American Journal of Botany**, New York, v. 60, p. 17-33, 1973.

HICKEY, L.J.; WOLFW, J.A. The basis of angiosperm phylogeny: vegetative morphology. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, St. Louis, v. 62, n. 3, p. 538-589, 1975.

INSTAGRAN. **Exotic flora**. Disponível em: <<https://www.instagram.com/exotic.flora/>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

PLANTAS DO BRASIL LEGUMINOSAE—FABACEAE. Disponível em: <<http://rubens-plantasdobrasil.blogspot.com.br/search>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

WIKIPEDIA. **Leaf morphology**. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leaf_morphology_es.svg>. Acesso em: 05 mar. 2018.

