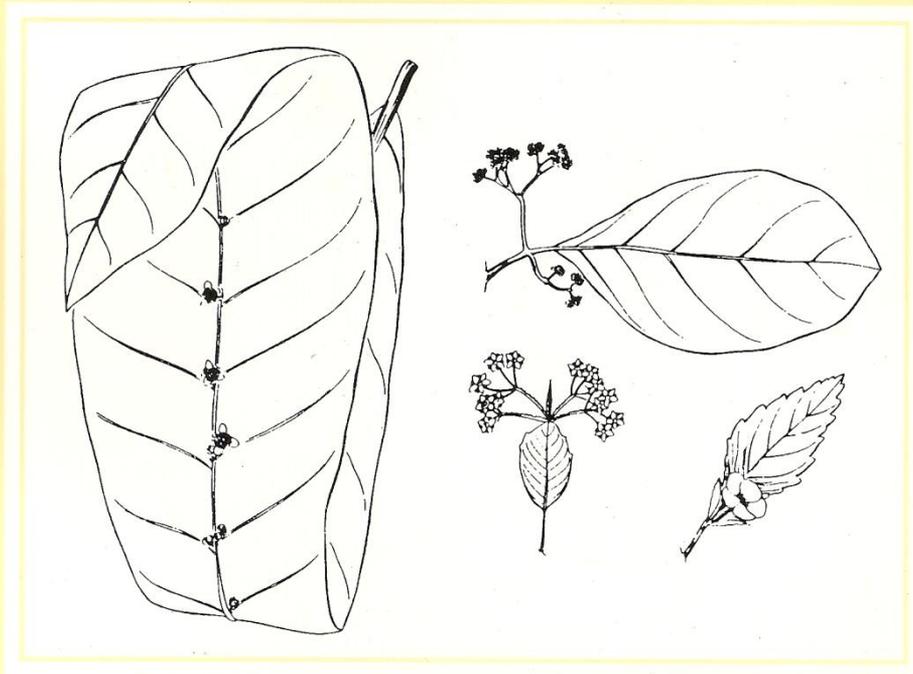


ASPECTOS POUCO COMUNS DA MORFOLOGIA DAS PLANTAS SUPERIORES

J. N. BRANDÃO OLIVEIRA



ÍNDICE

NOTA DO AUTOR	3
NOTA DO AUTOR À PRESENTE EDIÇÃO ELECTRÓNICA.....	5

PARTE I

INTRODUÇÃO	5
GERMINAÇÃO: Embriões e plântulas	11
RAIZ	20
CAULE	31
FOLHA	50
FLOR E INFLORESCÊNCIA	65
FRUTO	123
SEMENTE	135
MOVIMENTOS NÁSTICOS	141

PARTE II

ALGUMAS ANGIOSPÉRMICAS MUITO PARTICULARES	145
ANGIOSPÉRMICAS AQUÁTICAS, MINÚSCULAS, TALOSAS	146
ANGIOSPÉRMICAS AQUÁTICAS SEMELHANTES A ALGAS, LÍQUENES E/OU BRIÓFITOS	148
ANGIOSPÉRMICAS SEMELHANTES A FETOS.....	151
ANGIOSPÉRMICAS HOLOPARASÍTICAS FUNGIFORMES ...	152
ANGIOSPÉRMICAS SAPROFÍTICAS	157
ANGIOSPÉRMICAS CARNÍVORAS	161
ANGIOSPÉRMICAS AQUÁTICAS DE "HABITAT" MARINHO	171
 BIBLIOGRAFIA	 173

NOTA DO AUTOR

A importância do estudo da Morfologia das Plantas Superiores resulta, em grande parte, do facto do seu conhecimento estar na base da identificação das espécies, contribuir significativamente para a interpretação das relações filogenéticas e ainda constituir o ponto de partida para os estudos da morfo-funcionalidade.

Muito embora a moderna Sistemática procure cada vez mais fundamentar-se também noutras áreas científicas, a Morfologia continua a ser o ramo científico mais importante para a Sistemática.

Ao ocupar-se dos processos de adaptação dos órgãos a morfologia relaciona-se, por outro lado, de muito perto com a ecologia.

Os estudos morfológicos iniciam-se já, em parte, no estudo da célula (Citologia) e dos tecidos (Histologia), mas só atingem uma dimensão e importância consideráveis quando se trata do arranjo dos tecidos internamente no corpo do vegetal (Anatomia ou Morfologia Interna) e das formas exteriores dos órgãos (Morfologia Externa ou Organografia).

A experiência docente do autor permite-lhe reconhecer que o estudo da morfologia externa, pela riquíssima terminologia que comporta, exige um grande esforço cuja utilidade nem sempre é bem compreendida. Importa por isso no ensino da Morfologia, não menosprezar os aspectos evolutivos, aqueles que dizem respeito às inter-relações forma-função (embora estes muitas vezes sejam desconhecidos) e privilegiar a docência na forma de aulas teórico-práticas, aplicando os conhecimentos de Morfologia à identificação de espécimes vegetais.

O presente trabalho insere-se sobretudo no âmbito da morfologia externa, mas sempre que possível, referem-se os aspectos morfo-funcionais relacionados com a adaptação do órgão e até o seu significado em termos evolutivos.

Na exposição do tema, depois de muito resumidamente se referirem os principais aspectos da morfologia dos vários órgãos, passa-se à apresentação mais desenvolvida (e, sempre que possível, com ajuda de ilustrações) dos aspectos mais raros que certos órgãos podem apresentar.

No que respeita à sistemática, nomeadamente à circunscrição das ordens, famílias e demais unidades taxonómicas, seguiu-se CRONQUIST, A. (1981) em *An Integrated System of Classification of the Flowering Plants*. Nos casos em que surgiram dúvidas, relativamente ao nome dos géneros e *taxa* superiores, seguiu-se MABBERLEY, DJ. (1989) em *The Plant Book. A Portable Dictionary of the Higher Plants*.

Pretendeu-se elaborar um texto para utilização como complemento aos manuais clássicos de morfologia externa mais utilizados nas Universidades Portuguesas, como sejam, entre vários outros, *Noções Sobre Morfologia Externa das Plantas Superiores*, de VASCONCELLOS (1969).

Destina-se este texto, por isso, àqueles que estudam a morfologia externa das plantas superiores, constituindo uma leitura complementar, e em particular aos estudantes das licenciaturas em Biologia e

Biologia/Geologia, que irão ser futuros professores e que tantas vezes serão colocados perante perguntas tão "impertinentes" dos alunos, como: Existem plantas sem raízes? Podem as folhas desempenhar as funções das raízes? Podem as flores aparecer inseridas sobre as folhas? Podem os frutos amadurecer em certas espécies, alguns enterrados e outros expostos ao ar? Podem as reservas da semente encontrar-se na forma líquida? ... etc.

Foram de facto, alguns jovens professores que incentivaram o autor a elaborar este trabalho, que, muito se espera, possa contribuir para os ajudar na sua missão de ensinar.

O presente trabalho compreende duas partes, mais ou menos distintas. Uma primeira constituída por uma Introdução (em que se abordam os vários níveis de organização morfológica e se relaciona a Morfologia com outras áreas afins) e mais 8 Capítulos, um sobre cada um dos vários órgãos das plantas superiores, raiz, caule, folha, flor e inflorescência, fruto, semente, bem como sobre os aspectos ligados à germinação e aos movimentos násticos. E uma segunda parte constituída por 7 Capítulos em que é abordado, sobretudo do ponto de vista morfológico, o caso de Angiospérmicas muito particulares (carnívoras, saprófitos, parasitos, ... etc.).

Cada um dos primeiros oito Capítulos inicia-se com uma abordagem superficial à Morfologia Externa do órgão em questão, apontando-se desde logo os casos particulares e fazendo-se referência ao número do item (entre parêntesis) em que tal aspecto é tratado. Nestas curtas introduções, os números entre parêntesis não se referem nem ao número da página nem das Figuras, mas sim ao número do item.

Procurou-se que o texto seguisse uma ordem natural na exposição dos vários itens, por exemplo, no Capítulo "Flor e Inflorescência" a sequência escolhida foi: perianto; androceu; gineceu; polinização; inflorescência. No entanto, pontualmente, vimo-nos obrigados, nalguns casos, por imperativos de paginação a prescindir da ordenação que nos parecia mais correcta.

Impõe-se da nossa parte uma primeira palavra de agradecimento para o Sr. Professor Doutor AMARAL FRANCO, Jubilado do Instituto Superior de Agronomia, pela forma pronta como aceitou ler e redigir um Prefácio para este trabalho. Fê-lo com prejuízo evidente do seu tempo disponível numa atitude de generosidade que muito reconhecemos.

À Doutora LISETE CAIXINHAS (L.S.A.) que aceitou proceder a uma minuciosa revisão do texto na sua forma final, uma palavra de agradecimento.

Pelas sugestões e críticas ao presente trabalho está o autor particularmente grato aos Professores FERNANDO CATARINO (F.C.L.), MALATO BELIZ (U. Évora), TERESA ALMEIDA (U. Coimbra) e ao Dr. ÂNGELO PEREIRA (U. Aveiro).

Outras pessoas que seria fastidioso enumerar contribuíram também de forma muito diversa para a realização deste trabalho. Para eles uma palavra de agradecimento.

Por possíveis imperfeições é, no entanto, inteira e exclusivamente responsável o autor.

Desde já se agradecem quaisquer sugestões que possam contribuir para a valorização deste conteúdo.

Ponta Delgada, Novembro de 1991

NOTA DO AUTOR À PRESENTE EDIÇÃO ELECTRÓNICA

O Presente e-book é no essencial uma mera reprodução do livro original.

As únicas alterações que ocorreram tiveram a ver com a paginação que teve de ser modificada e dado que os documentos originais não estavam acessíveis, ou porque estavam “corrompidos” ou porque tendo sido escritos em Word para Mac em 1990/91 não se conseguia ter-lhes acesso, embora o próprio Centro de Informática da Universidade dos Açores tivesse procurado fazê-lo. O signatário teve de digitalizar o texto e corrigi-lo posteriormente. Trabalho moroso e de pormenor que se procurou fosse efectuado no estrito respeito pelo texto original. Por possíveis imperfeições, que apesar de tudo possam ter subsistido, nos penitenciamos junto dos leitores.

Departamento de Biologia da Universidade dos Açores, 15 de Outubro de 2010

INTRODUÇÃO

OS VÁRIOS NÍVEIS. DE ORGANIZAÇÃO MORFOLÓGICA

Um longo processo evolutivo separa as primeiras formas de vida, nomeadamente os primeiros vegetais aquáticos unicelulares, das plantas superiores terrestres altamente diferenciadas do ponto de vista anátomo-morfológico.

Importantes progressos, a nível da organização interna e externa, foram sendo conseguidos ao longo dos tempos como forma de garantir uma cada vez melhor adaptação à vida terrestre.

As cerca de 400 000 espécies do Reino Vegetal são normalmente agrupadas nos seguintes níveis de organização morfológica:

- **PROTÓFITOS** - Compreendem todos os vegetais unicelulares e ainda aqueles que são formados por agregados pouco coerentes e indiferenciados de células, embora possa existir já uma certa especialização no sentido de uma certa divisão de trabalho.

São por isso capazes de se separar facilmente em indivíduos unicelulares autónomos. Entre os protófitos é frequente distinguir, como fazem STRASBURGER *et al.* (1974), as formas: unicelulares (muitas bactérias, cianofíceas, algas mais primitivas); cenobiais (muitas bactérias, cianofíceas) e plasmódiais (mixomicetes).

- **TALÓFITOS** - Incluem todos os vegetais cuja estrutura vegetativa se encontra reduzido a um talo (tallus), estrutura pluricelular ou pelo menos cenocítica, cuja organização externa vai desde simples agregados celulares, esféricos ou filamentosos, até formas muito diferenciadas, em que de um ponto de vista morfo-funcional, pareceria à primeira vista correcto distinguir, raiz, caule e folhas como nos vegetais superiores.

Tal acontece, por exemplo, na alga vermelha *Delesseria sanguinea* e na alga castanha *Macrocystis pyrifera*, porém um exame mais aprofundado mostra, entre outros aspectos, não existir uma diferenciação interna de tecidos, pelo que aqueles "órgãos" não devem ser correctamente considerados homólogos da raiz, caule e folhas dos Cormófitos.

As feófitas superiores apresentam também uma diferenciação externa bastante acentuada; rizóides, caulóide e filóides, como nos briófitos folhosos.

Os Talófitos incluem a generalidade das Algas, Fungos e Líquenes.

Alguns autores incluem ainda neste grupo os Briófitos (Musgos, Hepáticas e Antocerotas).

De um ponto de vista evolutivo, os talófitos derivam sem dúvida dos protófitos, existindo mesmo inúmeras formas aparentemente intermédias como sejam, por exemplo, certas algas do género *Acetabularia* e muitos outros casos de formas cenoblásticas (STRASBURGER *et al.*, 1974).

- **BRIÓFITOS** - Este grupo inclui briófitos talosos (antocerotas e hepáticas talosas) e briófitos folhosos (musgos e as hepáticas folhosas). Nestes últimos, a sua estrutura vegetativa apresenta-se diferenciada em rizóides, caulóide e filídios, fazendo lembrar as raízes, o caule e as folhas das plantas superiores. No entanto, tais órgãos não podem ser considerados homólogos, pois apresentam uma estrutura muito mais primitiva, podendo inclusive ser unicelulares, caso dos rizóides da generalidade das hepáticas e das antocerotas, e não evidenciam diferenciação interna de tecidos, nomeadamente tecido vascular.

Alguns briófitos mais evoluídos possuem, no entanto, um cordão vascular central que, embora desprovido de verdadeiros elementos traqueais (ausência de lenhina) e crivosos, contém células que constituem de alguma forma um esboço daqueles (hidróides e leptóides).

A inexistência de tecidos condutores obriga a que o maior dos briófitos, apenas exceda por pouco os 50 cm e, embora os briófitos, do ponto de vista ecológico, existam numa ampla diversidade de nichos, desde as regiões mais frias e húmidas às quentes e secas, não há dúvida que eles preferem as regiões mais húmidas (dado que a maioria das espécies não apresenta uma epiderme cutinizada com estomas) e para que se efectue a própria reprodução sexuada é necessária a presença de água para veicular a deslocação dos espermatozóides até às oosferas (processo de fecundação aquática que apenas subsiste também nos Cormófitos menos evoluídos, os Pteridófitos).

O facto dos rizóides terem sobretudo a função de fixação ao substrato, já que a absorção de água e sais minerais se faz por toda a superfície do corpo, torna a generalidade dos briófitos excepcionalmente sensíveis à poluição.

Do ponto de vista da morfologia externa, enquanto os briófitos talosos se assemelham mais aos Talófitos, pois a sua estrutura vegetativa compreende apenas um talo laminar e rizóides, os briófitos folhosos aproximam-se mais dos Cormófitos.

Os Briófitos não ocupam assim uma posição muito clara e perfeitamente estanque, como aliás acontece um pouco com todos os grupos, revelando-se assim o artificialismo desta classificação, mas mais uma posição intermédia entre os Talófitos e os Cormófitos. Tal tem originado que alguns autores os tenham incluído entre os Cormófitos ou entre os Talófitos.

- **CORMÓFITOS** - Inclui todos os vegetais com a mais elevada diferenciação anatómica e morfológica de tecidos e, por isso mesmo, melhor adaptados à vida terrestre.

A estrutura vegetativa consta de um cormo (cormus), eixo vascularizado que compreende órgãos altamente especializados como são a raiz (fixação e absorção) e o caule (transporte das seivas, conferir disposição favorável às folhas) no qual se encontram inseridos apêndices laterais, as folhas (função clorofilina).

Os Cormófitos apresentam em relação aos Talófitos, além desta maior especialização morfológica, todo um conjunto de modificações no sentido de garantir uma cada vez maior independência e eficácia na autogestão das disponibilidades em água. As mais importantes são o aparecimento de uma epiderme cutinizada com estomas e de tecidos vasculares (realização em que a lenhina assume particular importância).

Os Cormófitos menos evoluídos, Pteridófitos e Gimnospérmicas ou *Pinophyta* (excepto *Gnetales*), apresentam ainda um tecido vascular mais primitivo, compreendendo traqueídeos como elementos traqueais e células crivosas como elementos crivosos, enquanto as Angiospérmicas ou *Magnoliophyta* (excepto *Winteraceae* e muitas espécies aquáticas, saprofíticas e parasíticas) têm já um tecido vascular altamente evoluído o qual compreende vasos lenhosos (traqueias ou vasos perfeitos), como elementos traqueais e tubos crivosos, como elementos crivosos.

O próprio processo de reprodução sexuada dos Cormófitos mais evoluídos (Espermatófitos) conhecido por sifonogamia, em que os gâmetas masculinos são desprovidos de flagelos não sendo necessária a presença de água para os conduzir até às oosferas, já que são transportados, primeiro nos grãos de pólen e depois no tubo polínico, ilustra bem a maior independência destes vegetais mais evoluídos em relação à água.

Nem todas as plantas superiores apresentam, no entanto, um verdadeiro cormo. De facto, algumas angiospérmicas são claramente talosas. Tal é o caso de muitos hidrófitos (*e.g.*, *Lemnaceae* e *Podostemaceae*) e parasitos (*e.g.*, *Balanophoraceae* e *Rafflesiaceae*) em que falta inclusive diferenciação interna de tecidos, assemelhando-se a estrutura vegetativa a um talo, ou mesmo, em casos extremos ao micélio dos fungos. O que todas as angiospérmicas apresentam, como aliás também as gimnospérmicas, são estruturas altamente evoluídas como são as flores (e nestas, grãos de pólen e óvulos), os frutos e as sementes.

MORFOLOGIA, EVOLUÇÃO E ADAPTAÇÕES

Os vegetais superiores apresentam uma enorme diversidade de formas que importa não só descrever mas, sobretudo, compreender e interpretar.

Tendo em vista conseguir este objectivo têm sido seguidas duas vias:

- a da **morfologia comparativa**, assente no conceito de que a diversidade de formas patente nos vegetais não é mais do que um conjunto de variações à volta de vários tipos estruturais primitivos. O que importa fundamentalmente é procurar reconhecer estes tipos e estabelecer as inter-relações com as formas deles derivadas.

- a da **morfologia experimental ou analítica**, cujos estudos se baseiam na moderna fisiologia do desenvolvimento.

Os estudos filogenéticos, cujo objectivo fulcral é reconstituir as séries de desenvolvimento evolutivo, mediante a redução da multiplicidade de formas actuais a um número restrito de formas originárias comuns, utilizam ambos aqueles métodos de estudo.

Em termos evolutivos é muito importante fazer a distinção entre:

- ***órgãos homólogos***, ou seja aqueles que embora tenham a mesma origem, em virtude de uma adaptação divergente apresentam formas bastante diversas, caso, por exemplo, da folha que pode adquirir a forma de gavinha, espinho, ascídia, catáfilo, etc. Apesar de grandes diferenças morfológicas todos estes órgãos são homólogos.

- ***órgãos análogos***, ou seja aqueles que embora não tenham a mesma origem, por via de mecanismos de adaptação convergentes, i.e., como resposta a condições ambientais semelhantes e tendo em vista o desempenho de funções equivalentes adquirem formas muito semelhantes. Um exemplo clássico é o caso dos cladódios, caules laminares, foliáceos, que são análogos das folhas e não homólogos destas.

Um dos objectivos mais importantes dos estudos da morfo-funcionalidade é poder interpretar os órgãos do vegetal como resultado da adaptação a determinado "habitat". Tenha-se, no entanto, presente que nem todas as características dos órgãos são o resultado de adaptações funcionais ao ambiente. Os designados **caracteres de adaptação**, adquiridos ao longo do processo evolutivo para conseguir uma melhor adaptação ao ambiente, coexistem com **caracteres de organização**, explicáveis apenas pela origem filogenética do vegetal e ainda com **caracteres indiferentes**, que não se conseguem explicar nem pela filogenia nem pela sua funcionalidade. Estes últimos caracteres são aliás muito evidentes, no facto de que é maior a diversidade de formas do que a de "habitats".

As funções da raiz, do caule e das folhas são, como regra, respectivamente, as de fixação e absorção; transporte das seivas e conferir uma disposição favorável às folhas; função fotossintética. Os caules verdes jovens contribuem também acessoriamente para a actividade fotossintética e nas folhas decorre a maior parte das actividades respiratória e da transpiração. Qualquer destes órgãos se pode apresentar adaptado à acumulação de reservas.

Com maior ou menor frequência algumas espécies mostram um ou mais destes órgãos com adaptações muito particulares face aos habitats em que vivem.

STRASBURGER *et al.* (1974), sintetizam, a nosso ver, de uma forma clara e bastante exemplificada as principais formas de adaptação dos órgãos vegetativos:

- **adaptações ao "habitat" aquático (hidrófitos)**

De um ponto de vista anatómico, como o oxigénio e a luz são os principais factores limitantes, muitas

espécies apresentam cloroplastos na epiderme e um parênquima aerífero ou aerênquima com largos espaços intercelulares que garante um grande arejamento interno. Dado que a absorção de água e sais minerais se faz por toda a sua superfície, os hidrófitos tendem a apresentar tecidos condutores e de suporte muito pouco desenvolvidos.

No que respeita à sua morfologia externa: alguns hidrófitos não apresentam raízes e as folhas submersas tendem a apresentar-se finamente recortadas de modo a aumentar a superfície de contacto com a água.

Algumas espécies apresentam raízes respiratórias ou, se as águas em que habitam se apresentam revoltas e agitadas, as raízes transformam-se num disco adesivo.

Toda estrutura vegetativa pode encontrar-se extraordinariamente reduzida, como acontece nas lemnáceas e podostemáceas.

- adaptações a ambientes secos (xerófitos)

Devem distinguir-se estratégias tendentes a: melhorar o aprovisionamento em água; diminuir as perdas de água; promover a sua acumulação.

No primeiro caso incluem-se, entre outros, o desenvolvimento, nalgumas espécies, de um sistema especializado de raízes superficiais (para aproveitamento das mais reduzidas quedas pluviais que mal chegam a penetrar no solo) e de raízes altamente profundantes.

Para diminuir as perdas de água existe um sem número de adaptações anátomo-morfológicas: desfoliação provocada sazonalmente pela própria planta; transformação das folhas em acúleos ou espinhos; ausência de folhas, passando a ser os caules, laminares e foliáceos, os cladódios, a desempenhar a fotossíntese; aparecimento de epidermes densamente revestidas de pêlos (para diminuir a insolação e transpiração excessivas), fortemente cutinizadas, com estomas aprofundados em relação à epiderme; presença de grupos de células que permitem que a folha se feche sobre si própria, diminuindo assim a superfície exposta à transpiração (caso das células motoras de certas gramíneas).

Por último, o armazenamento de água, num parênquima aquífero (hidrênquima) mais ou menos abundante pode ocorrer, consoante os casos, em qualquer um dos órgãos aéreos ou subterrâneos.

- adaptações tendo em vista garantir um melhor aproveitamento da luz

Constituem formas particularmente bem conseguidas de adaptação a ambientes muito fechados (*e.g.*, as florestas densas tropicais), onde a luz constitui um factor limitante, o desenvolvimento do hábito trepador e o aparecimento das espécies epífíticas.

As espécies trepadoras ou fanerófitos escandentes podem: apresentar simplesmente um caule volúvel que se enrola sobre a espécie que lhes serve de suporte; possuir gavinhas ou acúleos, ou mesmo espinhos (todos com a mais variada origem e características); utilizar raízes laterais para trepar.

Ao contrário dos fanerófitos escandentes que estão enraizados no solo, os epífitos vivem desde início sobre a planta que lhes serve de suporte, sem lhes causarem qualquer prejuízo. O caso dos hemi-epífitos constitui uma excepção já que estas espécies vêm mais tarde a enraizar no solo, depois de matarem a planta que lhes serviu de tutor.

Muitos epífitos desenvolveram formas de melhor captação da água (bainhas invaginantes das folhas; velame ou epiderme multisseriada de certas raízes), inclusive água na forma de vapor (pêlos absorventes de certas bromeliáceas aerícolas); acumulação de água (tubérculos, rizomas) e de acumulação de húmus

(caso das folhas colectoras).

- adaptações a condições muito particulares de nutrição

Incluem-se neste caso muitos espermatófitos, parcial ou mesmo totalmente heterotróficos, como sejam os hemiparasitos, os holoparasitos, os saprófitos e as espécies carnívoras.

Tanto os hemi como os holoparasitos apresentam um sistema particular de raízes, as raízes sugadoras, e aqueles últimos são totalmente desprovidos de parênquima clorofilino, sendo a sua estrutura vegetativa extraordinariamente reduzida e assemelhando-se em certos casos ao micélio dos fungos.

As espécies saprofíticas são de muito pequena dimensão; a sua estrutura vegetativa é também muito reduzida e indiferenciada, notando-se a ausência de clorofila.

A generalidade das espécies carnívoras, vivendo normalmente em terrenos muito pobres, apresentam um conjunto de adaptações que lhes permite viver de forma totalmente autotrófica. Dispõem de pequenas armadilhas, normalmente folhas modificadas em ascídias ou vesículas (no caso das armadilhas do tipo activo), ou simplesmente de pêlos secretores de mucilagens e de enzimas (no caso das espécies com armadilhas do tipo passivo) para captura de insectos.

No que diz respeito à variabilidade das estruturas de reprodução (as flores, os frutos e as sementes), ela é também enorme e resulta em parte de adaptações às condições particulares, do meio, mas sobretudo do desenvolvimento de diversas estratégias de polinização (incluindo a atracção dos agentes polinizadores) e posteriormente de disseminação dos diásporos (que nalguns casos são as sementes, noutros os frutos e noutros ainda, os frutos mais alguns acessórios, caso das cipselas).

Infelizmente, nem sempre os aspectos morfo-funcionais estão totalmente esclarecidos e as interpretações que se possam apresentar acerca do processo, como determinada forma de um órgão desempenhar melhor esta ou aquela função, representando uma adaptação melhor ou pior conseguida face a esta ou àquela característica do "habitat", incluem ainda uma certa dose de especulação. Outro tanto se passa quando se pretende por vezes interpretar, de um ponto de vista evolutivo, determinados aspectos da morfologia dos vários órgãos.

GERMINAÇÃO: Embriões e plântulas

INTRODUÇÃO

Nos indivíduos originados por via seminal é o embrião que, depois de colocado em condições externas favoráveis, abandona o estado de vida latente em que se encontrava - mercê da forte desidratação da semente e da relativa hermeticidade que lhe é garantida pelo tegumento - originando primeiro uma plântula e depois uma planta adulta. O crescimento do embrião é assegurado por reservas contidas num tecido especial de reserva ou, menos frequentemente, por reservas contidas no próprio embrião.

Nalguns casos, a semente pode conter mais do que um embrião, pelo que a partir de uma única semente se podem obter vários indivíduos (92), enquanto noutros casos, muito particulares, as sementes apresentam o seu único embrião de forma indiferenciada, pelo que a sua germinação envolve aspectos muito particulares (4 e 5). Em certas plantas os embriões nunca chegam a entrar em estado de vida latente, prosseguindo sempre o seu desenvolvimento dentro da semente e, nesta, dentro do fruto recém-formado (7). Neste fenómeno raro, conhecido por **viviparidade**, não se pode dizer, em rigor, que as sementes, no sentido próprio do termo, tenham chegado a formar-se, e isto porque o embrião em muitos casos não chega a entrar em latência. Muito pelo contrário, as sementes de muitas espécies não germinam de imediato mesmo quando colocadas em condições ideais de temperatura, luz e oxigenação, apresentando aquilo que se designa por **dormência**. Estas sementes só germinam depois de decorrer um período de tempo, mais ou menos longo, em que são ultrapassadas as dificuldades de germinação devidas a: um tegumento demasiado hermético (que dificulta as trocas com o meio ambiente); um embrião ainda imaturo e cujo desenvolvimento deve completar-se; presença de inibidores químicos da germinação que com o tempo e a acção dos factores ambientais acabam por desaparecer.

Entre outros, alguns casos invulgares ligados à germinação são: 1) o caso das sementes das palmeiras do género *Acrocomia* (*Acanthococos*) em que, o caule apresenta inicialmente geotropismo positivo enterrando-se apreciavelmente no solo por razões que se desconhecem e só mais tarde este inverte o seu geotropismo aproximando-se da superfície e saindo do solo (8); 2) o caso de muitas espécies dos mangais (e.g. *Rhizophora* spp.), cujos embriões iniciam o crescimento dentro dos frutos, soltando-se as plântulas destes numa fase em que já se apresentam bem desenvolvidas, sobretudo no que respeita às dimensões do eixo hipocótilo-radicular que pode atingir 50 cm ou mais. Nesta altura, constam já de um eixo verde com muitas lenticelas (ou lentículas) e, na sua parte basal desenvolvem-se raízes, enquanto na parte apical as folhas envolvem o botão vegetativo, cujo desenvolvimento origina o caule. Os dois cotilédones encontram-se soldados numa única peça (7).

As primeiras folhas da jovem plântula são as folhas embrionárias ou cotilédones, que são arrastados para fora do solo pelo alongamento do hipocótilo (germinação epígea) ou permanecem enterradas no solo (germinação hipógea).

Estes cotilédones são geralmente caducos, na maior parte dos casos inclusive bastante cedo. Mas em *Oenothera* e em *Streptocarpus*, eles transformam-se, passado algum tempo, em folhas "normais" e como

tal tornam-se persistentes. E, em algumas espécies afilas do género *Streptocarpus*, a única folha presente nas plantas adultas é um dos cotilédones que se desenvolve bastante, tomando-se persistente e na axila do qual se desenvolve mais tarde a inflorescência.

O número de cotilédones, embora tenda a ser de um nas Monocotiledóneas (*Liliopsida*) e de dois nas Dicotiledóneas (*Magnoliopsida*), apresenta inúmeras excepções (1, 2), o que revela o artificialismo com que esta característica pode ser considerada. Existem mesmo algumas espécies, como é o caso de *Papaver rhoeas* (1), em que o número de cotilédones não é fixo, podendo variar acentuadamente de indivíduo para indivíduo.

A germinação de certas plantas aquáticas, como sejam as ceratofiláceas, inteiramente desprovidas de raízes quando adultas, envolve aspectos muito particulares já que as plântulas são praticamente desprovidas de radículas (vestigiais) e hipocótilo, apresentando apenas dois grandes cotilédones e uma plúmula bem desenvolvida (11). Por outro lado, as plântulas de certas angiospérmicas são notáveis pelo facto de que embora tendo cotilédones e radículas bem desenvolvidas, não apresentam hipocótilo, é o que acontece, por exemplo nas esparganiáceas (*Sparganiaceae*) (11).

Nalgumas cactáceas afilas o embrião não apresenta quaisquer cotilédones, pelo que as plântulas são constituídas apenas por hipocótilo um tanto carnudo e radículas.

Em grande parte das plantas saprofíticas e parasíticas (*Burmanniaceae*, *Balanophoraceae*, *Hydnoraceae*, *Pyrolaceae*, *Orobanchaceae* ... etc.) os embriões apresentam-se um tanto indiferenciados, sendo as plântulas desprovidas de cotilédones, caulículo e/ou radículas e assumindo a germinação formas muito particulares (11).

1. O embrião de algumas monocotiledóneas pode, muito excepcionalmente, apresentar dois cotilédones como acontece em *Agapanthus*.

Por outro lado, os embriões de algumas dicotiledóneas apresentam apenas 1 cotilédone, como acontece em *Pinguicula*, *Trapa*, *Cyclamen*, *Streptocarpus*, *Chaerophyllum*, *Carum bulbocastanum*, ... etc. Inversamente, noutras espécies o embrião apresenta mais do que 2 cotilédones: 4 em *Psittacanthus*, 2-8 em *Persoonia*; 3-4 (raramente 2) em *Metteniusa*, ... etc. Mais raramente, o número de cotilédones não é constante para a mesma espécie. É o que acontece, por exemplo, em *Papaver rhoeas* que pode apresentar 2-5 cotilédones e em *Degeneria vitiensis* com 3-4 cotilédones.

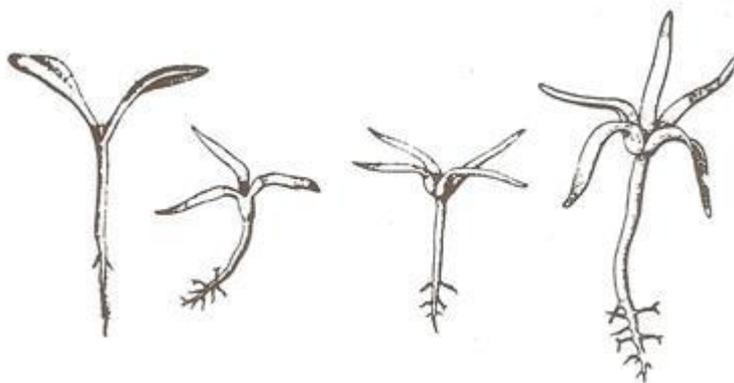


FIGURA 1. - Plântulas de *Papaver rhoeas* (papoila-das-searas) com 2-5 cotilédones. Adap. FONT QUER (1977).

2. Cotilédones estipulados são muito pouco frequentes mas ocorrem, por exemplo, no género *Fagopyrum* (e.g., *F. esculentum*, trigo-sarraceno).

Cotilédones apresentando nectários podem ser observados no rícino (*Ricinus communis*).

Linum e *Galium* são dois géneros onde se conhecem cotilédones providos de gemas axilares.

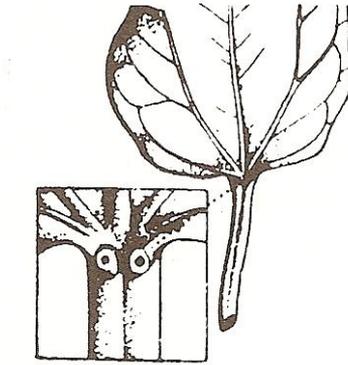


FIGURA 2 - Nectários extraflorais em cotilédono de *Ricinus communis*.

FONT QUER (1977).

3. Nas dicotiledóneas os dois cotilédones são normalmente iguais (**isocotilia**). A **heterocotilia** congénita é bastante rara, mas a que parece ser imputável a factores do meio e de que resulta um desigual desenvolvimento dos dois cotilédones, em que um deles permanece atrofiado e o outro se desenvolve acentuadamente, já não é tão rara. Registe-se que algumas dicotiledóneas marcadamente heterocótilas chegaram a ser descritas inicialmente como tendo apenas um cotilédono.

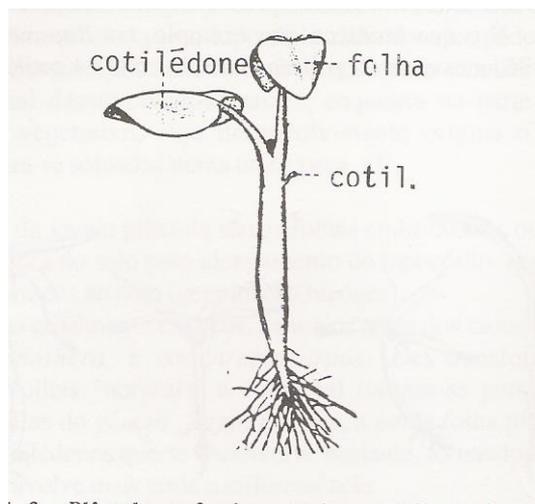


FIGURA 3 - Plântula profundamente heterocótila de *Streptocarpus caulescens*, como aliás acontece na generalidade das Gesneriáceas. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

4. Nas *Pyrolaceae*, *Orobanchaceae* e *Cynomoriaceae* a germinação envolve aspectos muito particulares. Postas a germinar, as sementes minúsculas e com um embrião indiferenciado, começam por originar, não, uma plântula provida de radícula, hipocótilo e cotilédones, como é normal, mas antes um corpo cilíndrico, filamentoso, que faz lembrar o protonema dos Musgos, o **procauloma**, cuja natureza não é claramente nem radicular nem caulinar, da qual se originam ao fim de um certo tempo eixos com origem endógena (*Orobanche*, *Pyrola*) e raízes exógenas (*Orobanche*). Refira-se ainda outra característica única destes

órgãos radiculares; são eles que nas plantas adultas constituem as estruturas de perenização de algumas espécies, já que, morrendo a parte aérea, a rebentação se faz a partir destas raízes.

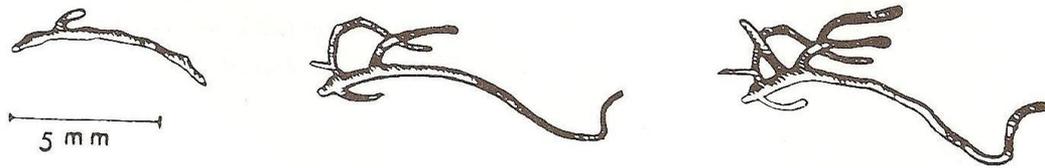


FIGURA 4 - Três estados sucessivos da germinação de uma semente de *Pyrola secunda*, o último, 23 meses após aquela se ter iniciado. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

5. Na generalidade das orquidáceas, como resultado da fecundação, o zigoto recém-formado não evolui completamente, por divisões sucessivas, como é normal, até estar formado um embrião "perfeito". As sementes destas espécies não apresentam assim um embrião totalmente diferenciado e quando postas a germinar começam por formar um corpo tuberiforme, **protocormo**, o qual se fixa ao substrato por rizóides e inicia então, por sua vez, a diferenciação de um eixo caulinar correspondente ao hipocótilo. As primeiras folhas só aparecem, como regra, bastante mais tarde e todo este mecanismo "sui generis" de germinação não pode efectivar-se em meio estéril, pois acontece em condições naturais, graças à simbiose com fungos do solo.

A dificuldade em conhecer as espécies de fungos mais apropriadas para conseguir a propagação de certas orquídeas por via seminal, associada, por vezes, ao insucesso da multiplicação vegetativa, explica as enormes barreiras que os conservacionistas têm encontrado na luta para a salvaguarda de certas orquídeas espontâneas e os preços elevadíssimos que certos espécimes atingem para os coleccionadores de orquídeas.

6. Normalmente os cotilédones são caducos, na maior parte dos casos, inclusive, bastante cedo. Muito pelo contrário, em *Oenothera* e em *Streptocarpus*, eles transformam-se, passado algum tempo, em folhas "normais" e como tal tornam-se persistentes.

Algumas espécies de *Streptocarpus* (*Gesneriaceae*) são afilas, sendo a única folha um dos cotilédones que se desenvolve bastante, tornando-se persistente. Mais tarde, é mesmo na axila deste cotilédone que se desenvolve a inflorescência.

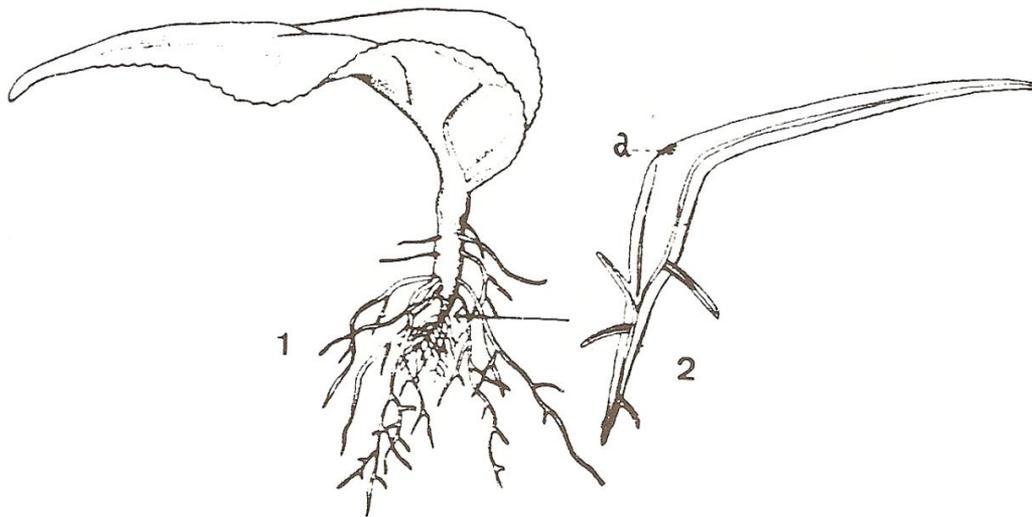


FIGURA 5 - *Streptocarpus wendlandii*: 1, aspecto geral de um indivíduo afilo à exceção do cotilédone persistente; 2, corte longitudinal mostrando o ápice vegetativo (a) a partir do qual se irá desenvolver a inflorescência. EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

7. Em certas plantas, os embriões nunca chegam a entrar em estado de vida latente, prosseguindo sempre o seu desenvolvimento dentro da semente e, nesta, dentro do fruto recém-formado. Este fenómeno raro é conhecido por **viviparidade** e podemos observá-lo em muitas espécies dos mangais, entre as quais as pertencentes aos géneros *Rhizophora*, *Ceriops* e *Bruguiera*. É no entanto, diferente da **pseudo-viviparidade** em que as plântulas têm origem adventícia (bolbilhos, gemas, etc.), como acontece em *Poa vivipara*, *Polygonum viviparum* ou mesmo em certos pteridófitos (e.g. *Asplenium bulbiferum*).

No caso das plantas dos mangais, as sementes por germinarem no interior do pericarpo do fruto são normalmente designadas por **sementes blastocárpicas**.

Em rigor, não se pode dizer normalmente que as sementes, no sentido próprio do termo, tenham chegado de facto a formar-se, e isto porque o embrião em muitos casos não chega a entrar em latência. As plântulas soltam-se dos frutos, que se abrem ou desagregam, já bem desenvolvidas, sobretudo no que respeita às dimensões do eixo hipocótilo-radicular que pode atingir 50 cm ou mais, como acontece no mangue (*Rhizophora mucronata*). Nesta altura, constam já de um eixo verde com muitas lentículas e na sua parte basal desenvolvem-se raízes, enquanto na parte apical as folhas envolvem o botão vegetativo, cujo desenvolvimento origina o caule. De notar ainda que os dois cotilédones se encontram soldados numa única peça.

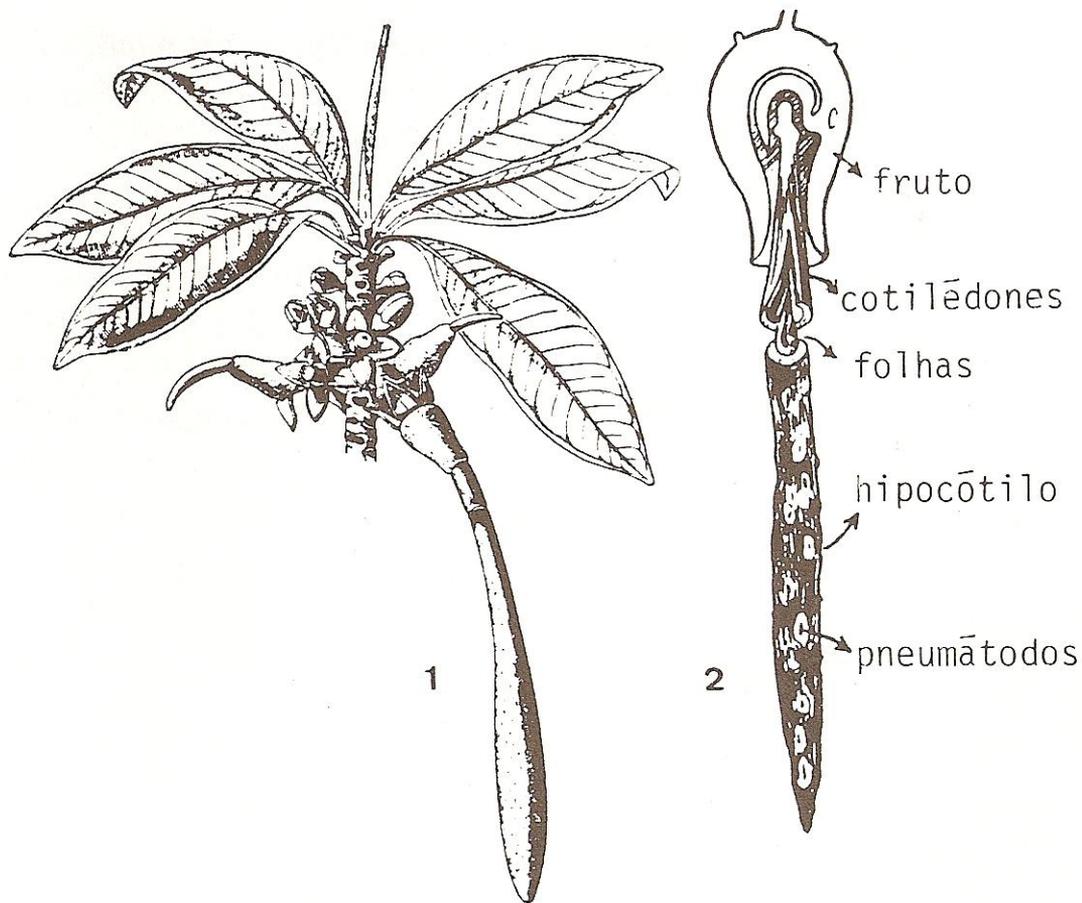


FIGURA 6 - *Rhizophora mucronata*: 1, aspecto geral mostrando várias plântulas em estados diferentes de desenvolvimento que iniciaram a sua germinação no interior de frutos que se encontram ainda inseridos na planta-mãe; 2, pormenor de uma plântula em estado muito mais avançado de desenvolvimento, prestes por isso a desprender-se da planta-mãe. 1, Adap. STRASBURGER *et al.* (1974); 2, FERRI (1979).

8. Na germinação das sementes de algumas monocotiledóneas, em particular de muitas palmeiras (*Arecaceae* ou *Palmae*), forma-se, por vezes, um **cordão cotiledonar** ("piece médiane") que liga a extremidade laminar do cotilédone, que permanece no interior do tegumento, ao **coleóptilo** ou cotilédone propriamente dito. Este cordão tem sido designado por **mesocótilo** (FONT QUER, 1977), no entanto, parece-nos mais correcto interpretá-lo como fazem EMBERGER & CHADEFAUD (1960) como sendo o pecíolo do cotilédone, já que o limbo seria a porção laminar que permanece no interior do involúcro da semente e a sua bainha, a região que é vulgarmente tida como o cotilédone propriamente dito (coleóptilo). O cotilédone ou folha embrionária destas monocotiledóneas seria assim uma folha completa (com bainha, pecíolo e limbo). É interessante notar que este cordão cotiledonar, ou pecíolo do cotilédone, embora normalmente curto, pode excepcionalmente chegar a atingir grandes dimensões: 3 a 4 metros em *Lodoicea maldivica*.

A designação de **mesocótilo** ficaria assim reservada para referenciar a região entre hipocótilo e epicótilo, nomeadamente, no caso de certas plântulas cujos cotilédones se não inserem ao mesmo nível no caulículo.

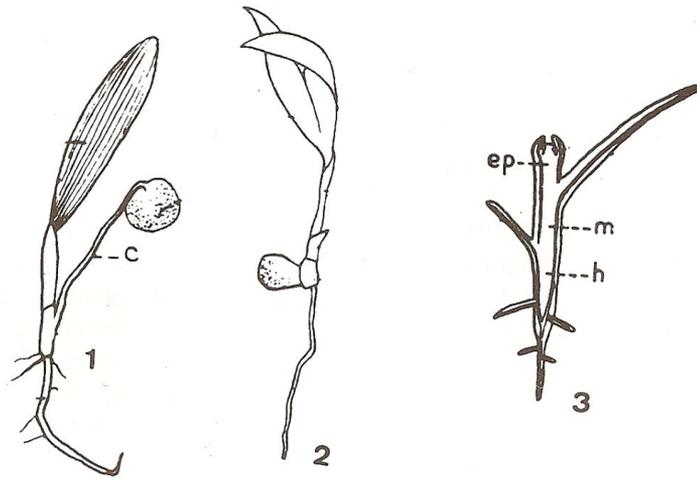


FIGURA 7 - 1-2, Germinação de sementes de arecáceas: 1, caso mais frequente em que há formação de um cordão cotiledonar (c); 2, sem formação de cordão cotiledonar; 3, plântula de *Streptocarpus caulescens*, em corte longitudinal, podendo observar-se a região do mesocótilo (m), localizada entre os dois cotilédones e ligando o hipocótilo (h) ao epicótilo (ep). EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

9. Nas palmeiras do género *Acrocomia* (*Acanthococos*), a germinação adquire aspectos muito invulgares. As sementes germinam normalmente nas melhores condições a cerca de 10 cm de profundidade. Na jovem plântula recém-germinada, as raízes desenvolvem-se normalmente em profundidade, mas, na outra extremidade do eixo, a gémula terminal do hipocótilo penetra no solo em vez de crescer em direcção à superfície. Assim, o caule apresenta inicialmente geotropismo positivo, enterrando-se no solo, e só quando a sua profundidade atinge cerca de 40-50 cm é que o geotropismo se inverte, prosseguindo o crescimento agora em direcção à superfície do solo.

Crê-se, como refere FERRI (1979), que este processo muito particular de germinação tenha como finalidade permitir à planta estabelecer-se desde início numa camada do solo mais profunda e portanto mais húmida.

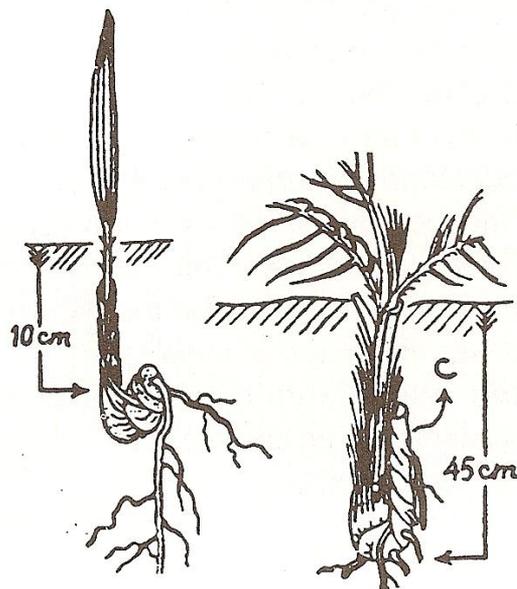


FIGURA 8 - Dois aspectos sucessivos da germinação e desenvolvimento de plântulas de *Acanthococos* sp. O caule apresenta inicialmente geotropismo positivo enterrando-se no solo até profundidades que atingem 40-50 cm e só mais tarde adquire geotropismo negativo, saindo do solo. c, porção de caule com trajecto descendente. FERRI (1979).

10. Nalgumas angiospérmicas (e.g., *Pterocarya* spp., *Tropaeolum* spp.) os cotilédones não se apresentam inteiros mas com recorte mais ou menos profundo (lobados, fendidos ou mesmo partidos). Noutros casos, sendo dois ou mais, apresentam-se não livres mas unidos, dizendo-se **sincótilos**. Assim, em *Oenothera tetragona* var. *frasieri*, por exemplo, a concrecência dos cotilédones é tão completa que resulta um corpo único, côncavo, e em algumas espécies de *Ranunculus* e *Tropaeolum* é comum os cotilédones encontrarem-se unidos, pelo que alguns autores erradamente os têm já referido como sendo apenas um.

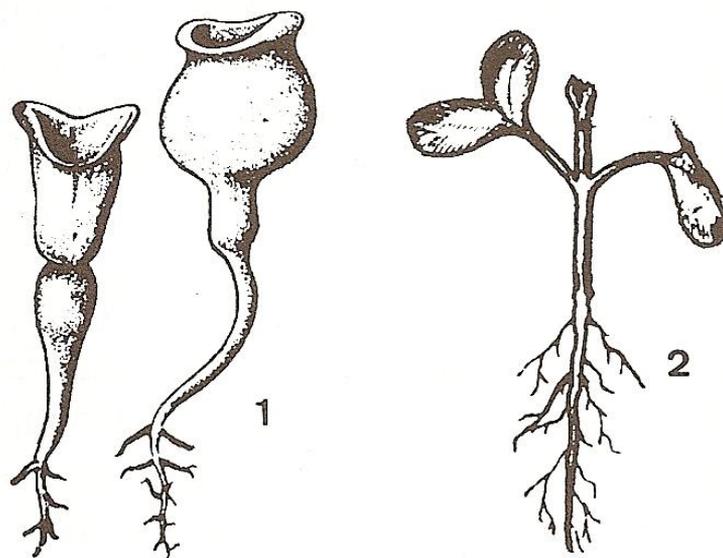


FIGURA 9 - 1, plântulas **anficótilas** de *Oenothera tetragona* var. *frasieri*; 2, cotilédones profundamente recortados. Adap. FONT QUER (1977).

11. A germinação de certas plantas aquáticas, como sejam as ceratofiláceas, inteiramente desprovidas de raízes mesmo quando adultas, envolve aspectos muito particulares já que as plântulas são praticamente desprovidas de radículas (vestigiais) e hipocótilo, apenas apresentando dois grandes cotilédones e uma plúmula bem desenvolvida.

Por outro lado, as plântulas de certas angiospérmicas são notáveis pelo facto de que, embora tendo cotilédones e radículas bem desenvolvidas, não apresentam hipocótilo, é o que acontece, por exemplo nas esparganiáceas (*Sparganiaceae*).

Nalgumas cactáceas afilas, o embrião não apresenta quaisquer cotilédones pelo que as plântulas são constituídas apenas por hipocótilo um tanto carnudo com a(s) sua(s) radícula(s).

Os embriões de muitos saprófitos e parasitos (*Burmanniaceae*, *Balanophoraceae*, *Hydnoraceae*, *Pyrolaceae*, *Orobanchaceae* ... etc.), apresentam-se indiferenciados, sendo as plântulas desprovidas de cotilédones, caulículo e/ou radículas e assumindo a germinação aspectos muito particulares.

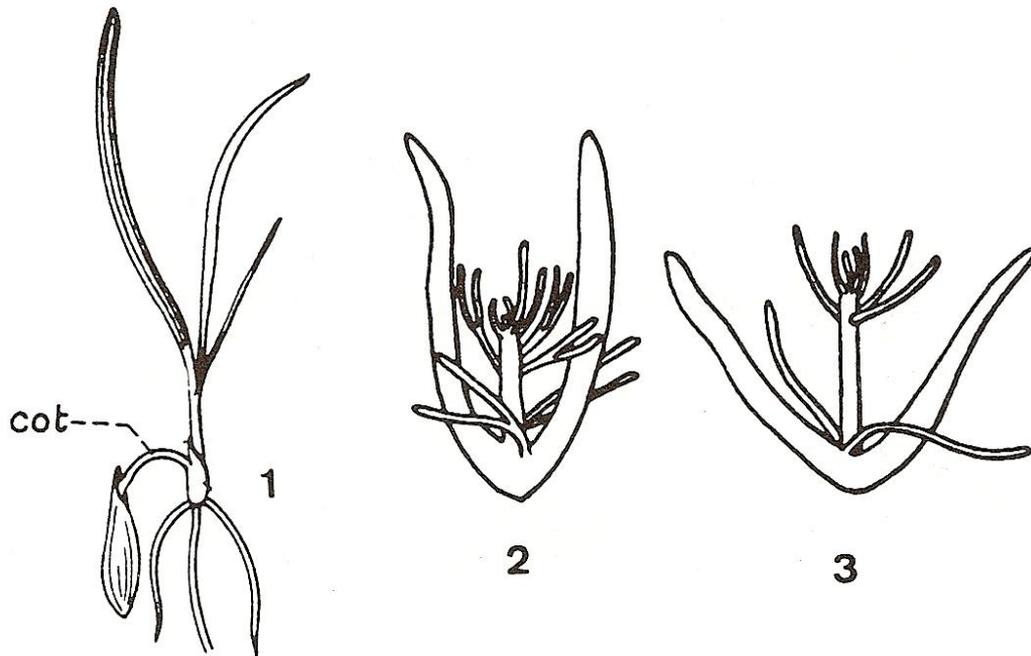


FIGURA 10 - 1, Plântula de *Sparganium ramosum*, com cotilédone (cot) e radículas bem desenvolvidas mas desprovida de hipocótilo; 2-3, plântulas de *Ceratophyllum echinatum* (2) e *C. demersum* (3), com cotilédones bem desenvolvidos e desprovidas de radículas. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

12. Na maioria dos espermatófitos as reservas contidas nas sementes apresentam-se num tecido próprio (albúmen ou endosperma), à parte portanto do embrião.

No entanto, num número muito significativo de espécies, como acontece, por exemplo, nas fabáceas (excepto em *Prosopis*), as reservas encontram-se nos cotilédones do embrião.

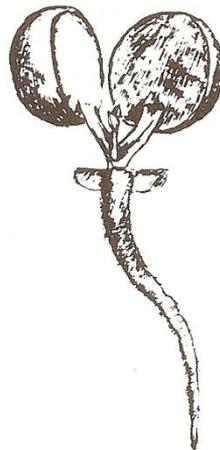


FIGURA 11 - Germinação de uma semente de *Camellia sinensis*; plântula com dois grandes cotilédones, um hipocótilo muito curto e uma radícula bem desenvolvida. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

Mais raramente as reservas apresentam-se contidas no caulículo (hipocótilo) do embrião, como acontece nas sementes de algumas araucárias (*Araucaria* spp.) e na maioria das espécies das *Lecythidaceae*, *Caryocaraceae* e *Marcgraviaceae*. A germinação toma então um aspecto muito característico, pois as

plântulas apresentam um hipocótilo extraordinariamente intumescido, curto e globoso.

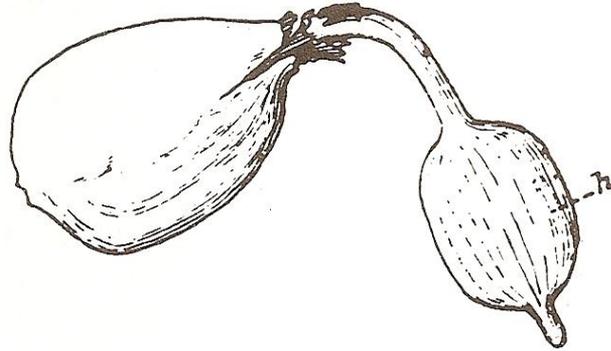


FIGURA 12 - Fase inicial da germinação de uma semente de Araucaria araucana, podendo observar-se: um hipocótilo (h) curto mas bastante intumescido compreendendo a maior parte da jovem plântula, sendo ele que contém a maioria das reservas; e, uma curta radícula em crescimento. Os cotilédones apresentam-se ainda contidos no invólucro da semente. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

RAIZ

INTRODUÇÃO

De um ponto de vista anatómico a raiz apresenta, como o caule, simetria radial, mas ao contrário deste, na estrutura primária, os feixes vasculares são simples e alternos e não duplos colaterais, o metaxilema é endarco e não exarco, as ramificações têm origem endógena e não exógena, o córtex é normalmente muito mais desenvolvido do que o cilindro central e não equilibrados e além disso na raiz a sua estrutura interna é em geral mais simples e primitiva do que a do caule. O arranjo dos tecidos varia pouco aos diferentes níveis pelo facto das raízes não apresentarem, como acontece com o caule, nós e entrenós e apêndices laterais (folhas). Porém, em grande número de raízes de dicotiledóneas e gimnospérmicas que apresentam engrossamento secundário, as extremidades (em estágio primário de crescimento) são anatomicamente muito distintas das porções mais idosas já com engrossamento secundário).

Nas plantas obtidas por via seminal as raízes provêm do desenvolvimento da(s) radícula(s) do embrião, dizendo-se **raízes seminais**, enquanto nas provenientes de multiplicação vegetativa as raízes que tiveram

origem nos tecidos endógenos do caule se designam por **raízes adventícias**. No entanto, inúmeras espécies, como a hera (*Hedera helix*), apresentam estes dois tipos de raízes na mesma planta, e noutras, como acontece com as Gramíneas, as raízes seminais são inteiramente substituídas por raízes adventícias nos indivíduos adultos.

A raiz tem normalmente as funções de fixar a planta ao solo e absorver deste, a água e os sais minerais necessários à sobrevivência do vegetal.

Consideram-se normalmente dois tipos principais de radiciação:

- o sistema radicular **aprumado**, característico das Dicotiledóneas e Gimnospérmicas, em que se pode claramente distinguir uma raiz principal de outras secundárias, de menores dimensões, e;
- o sistema radicular **fasciculado**, típico das Monocotiledóneas, em que não é possível distinguir uma raiz principal.

No entanto, como refere VASCONCELLOS (1960), existem alguns casos que se podem considerar de transição, além de que nas Dicotiledóneas e Gimnospérmicas obtidas por multiplicação vegetativa o sistema radicular tende a ser fasciculado.

Consoante a direcção que tomam no seu crescimento as raízes podem ser profundantes, pouco profundantes, pastadeiras ou até apresentarem geotropismo negativo absoluto, crescendo na vertical para fora do solo, como acontece com as raízes respiratórias.

As raízes podem também apresentar formas, coloração e consistência muito variadas. São, por exemplo, carnudas e avermelhadas na cenoura (*Daucus carota*), e lenhosas e acastanhadas nas espécies arbóreas.

A maioria dos espermatófitos, como espécies terrestres que são, apresentam raízes subterrâneas. No entanto, as espécies de "habitat" aquático apresentam raízes aquáticas, livres (normalmente desprovidas de pêlos absorventes) ou mais frequentemente enraizadas na vasa.

Algumas espécies aquáticas são desprovidas de raízes (14).

Muitos espermatófitos, sobretudo os epífitos, apresentam raízes aéreas (20). Um grande número destas espécies, crescendo nas florestas tropicais húmidas, desenvolvem raízes aéreas que crescem em direcção ao solo, podendo nalguns casos atingir o comprimento de algumas dezenas de metros (podendo servir inclusive como cordas; FERRI, 1979) e não apresentando quaisquer ramificações (excepto quando acidentalmente o meristema apical for afectado). Geralmente estas raízes dos epífitos são desprovidas de pêlos absorventes mas, em contrapartida, apresentam uma epiderme pluriestratificada de células mortas (o velame) que retêm muito facilmente a água, funcionando como que uma esponja.

Holo e hemiparasitos apresentam raízes que penetram nos tecidos do hospedeiro, ligando-se aos tecidos vasculares deste para daí lhes retirarem os nutrientes (18). Nalguns casos, como acontece em *Rafflesia*, o corpo da planta é constituído quase totalmente por haustórios inclusos nos tecidos radiculares do hospedeiro apresentando sobre a superfície do solo somente as suas flores vistosas.

Algumas espécies de terrenos alagadiços, em particular as dos mangais (ou mangues) desenvolveram um sistema de raízes respiratórias (ou pneumatóforos) que constitui uma adaptação muito bem conseguida a estes habitats (17). A par de raízes "normais" estas espécies apresentam outras com geotropismo negativo que saem fora do solo atingindo o nível da maré alta. Na vazante ficam expostas ao ar e dado que à sua

superfície apresentam pequenos orifícios (lenticelas ou pneumátodos) por onde pode dar-se o arejamento, funcionam como órgãos de respiração.

Raízes vigorosas e espessas, particularmente adaptadas à função de suporte (16), podem encontrar-se em certos *Pandanus* spp. e nalgumas espécies dos mangais (o que parece imprescindível dado que aí o solo se apresenta bastante movediço) além do caso das raízes tabulares de alguns *Ficus* spp. Segundo FERRI (1979), no caso das raízes tabulares parece que a sua função é não só conferir maior estabilidade à planta mas também aumentar a sua superfície respiratória, dado que estas espécies crescem em solos geralmente muito ricos em microrganismos (floresta densa húmida) e como tal menos ricos em oxigénio.

São também notáveis as raízes de certas angiospérmicas aquáticas de águas muito movimentadas que se apresentam transformadas num disco adesivo, fazendo lembrar certas algas (16).

A função de fixação das raízes assume no entanto características muito particulares, como refere CAMEFORT (1977), no caso de muitas espécies bolbosas, cujos indivíduos desenvolveram o fenómeno da contração radicular. Neste casos, as raízes contrácteis têm a finalidade de provocar um certo enterramento no solo dos bolbos ou pelo menos contrariarem a tendência que eles apresentariam de saírem do solo ao crescer (19).

Muitas espécies têm raízes adaptadas ao armazenamento de reservas. A tuberização é mesmo um processo que caracteriza certas plantas economicamente muito úteis, caso, por exemplo, da beterraba, da mandioca (*Manihot esculenta*, tão importante nalgumas regiões tropicais), da cenoura e do nabo.

Embora muitos espermatófitos apresentem um maior ou menor dimorfismo (ou heteromorfismo) radicular, ou seja o desenvolvimento a par de raízes "normais" (pelas suas características e funções) de outras especializadas em determinadas funções, esta situação é mais evidente, como referem EMBERGER & CHAUDEFAUD (1960), no caso de muitas espécies dos mangais com raízes respiratórias, das raízes-gavinhas (*Zannichellia* spp., *Dissochaeta* spp.) e das neotorrizas (algumas orquidáceas e aráceas) (17,19,21).

Altamente modificadas são ainda as raízes laminares verdes de certas espécies de *Taeniophyllum* (e.g., *T. zollingeri*), bem como de muitas podostemáceas, que substituem as folhas na sua função fotossintética (15).

Refira-se por último - não porque tenha menor relevância, muito pelo contrário - a enorme importância que certas simbioses entre bactérias ou fungos do solo e as raízes de certas plantas têm do ponto de vista da melhoria da sua nutrição mineral. Referimo-nos: 1) ao caso das **nodosidades** ou **nódulos radiculares** que são devidas à simbiose de bactérias do género *Rhizobium*, com as raízes de muitas leguminosas, e de certas rosáceas (e.g., *Dryas drumondii*) e que tão importantes são na nutrição azotada destas espécies; 2) à simbiose de certos fungos (*Boletus*, *Lactarius*, *Amanita*, etc.) com as raízes de inúmeras espécies dos géneros *Pinus*, *Betula*, *Larix*, *Populus*, etc., na forma de **micorrizas** que tão importantes são para assegurar a sua nutrição em fósforo e potássio (22).

13. As raízes de algumas espécies têm a capacidade de facilmente emitirem rebentação servindo por isso com relativa eficácia para a multiplicação vegetativa por estaca radicular, tal é o caso, por exemplo, das raízes de *Linaria vulgaris*, *Coronilla varia*, *Cirsium arvense*, *Rumex* spp., etc.

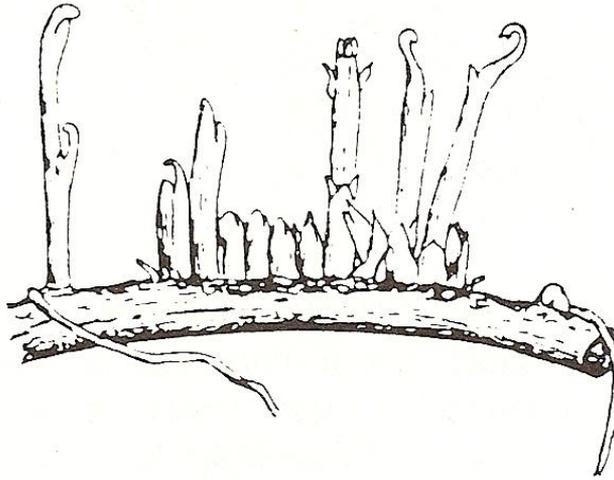


FIGURA 13 - Aspecto geral da formação de vários rebentos caulinares a partir de uma estaca radicular de *Coronilla varia*. STRASBURGER *et al.* (1974).

14. Desconhecemos a existência de plantas de "habitat" terrestre totalmente desprovidas de raízes, pois mesmo os holoparasitos as apresentam, embora transformadas em haustórios. No entanto, entre as plantas aquáticas, são frequentes aquelas que se apresentam destituídas de raízes como sejam as ceratofiláceas, algumas lemnáceas, etc.

Inversamente, existem outros espermatófitos, como sejam os pertencentes à família das *Podostemaceae*, em que na maioria dos casos as raízes constituem a quase totalidade da estrutura vegetativa.

15. São notáveis algumas orquídeas epifíticas do género *Taeniophyllum* em que, existindo um caule extremamente reduzido e sendo este afilo, são as raízes laminares e verdes que desempenham a fotossíntese, constituindo-se assim como o órgão assimilador por excelência. Ainda neste género, merece destaque o facto de que, dadas as reduzidíssimas dimensões do caule, a inflorescência parece partir directamente das raízes.

Situação algo semelhante ocorre também em certas podostemáceas.

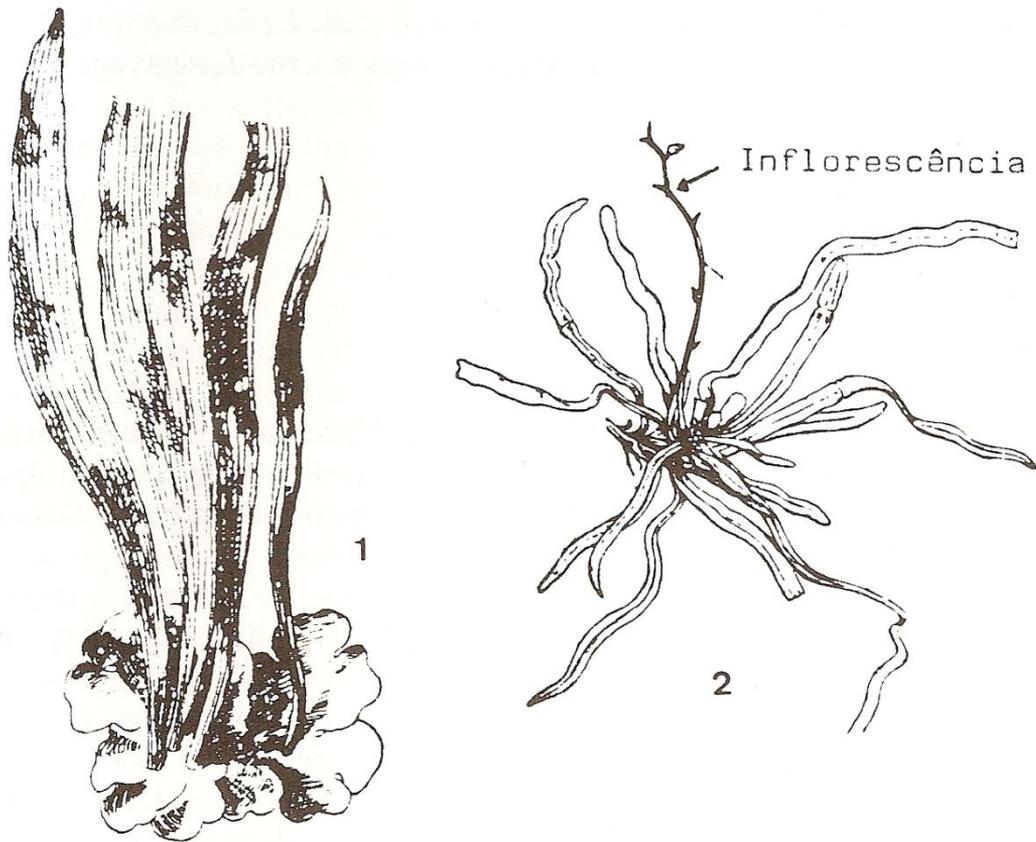


FIGURA 14 - 1, Aspecto geral de uma podostemácea com raízes talosas verdes e folhas amplas, o conjunto sendo muito semelhante a uma alga; 2, *Taeniophyllum zollingeri*, orquídea epifítica com caule muito reduzido e raízes aéreas verdes, assimiladoras. 1, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2, STRASBURGER *et al.* (1974).

16. Certos espermatófitos desenvolveram um sistema particularmente especializado de raízes com uma função única de suporte.

O caso mais excepcional é sem dúvida o de algumas espécies aquáticas de águas bastante movimentadas, como sejam as hidrostaquidáceas (*Hydrostachydaceae*) que desenvolveram um sistema particularmente eficiente de fixação ao substrato em que as raízes se encontram transformadas num disco adesivo que segrega inferiormente mucilagens para garantir a adesão às rochas. Tal não seria digno de nota se se tratasse de algas mas não se esqueça que se trata de espécies com flor.

Outros casos, porventura mais conhecidos, mas que nem por isso deixamos de julgar dignos de nota, são os que se referem à existência de:

- **raízes-escora** ou **raízes fúlcreas**, como acontece em *Pandanus* e em muitas espécies dos mangais (*e.g.*, *Rhizophora* spp.) .
- **raízes tabulares**, dado o seu aspecto tabuliforme, como acontece em certas espécies de *Ficus*.

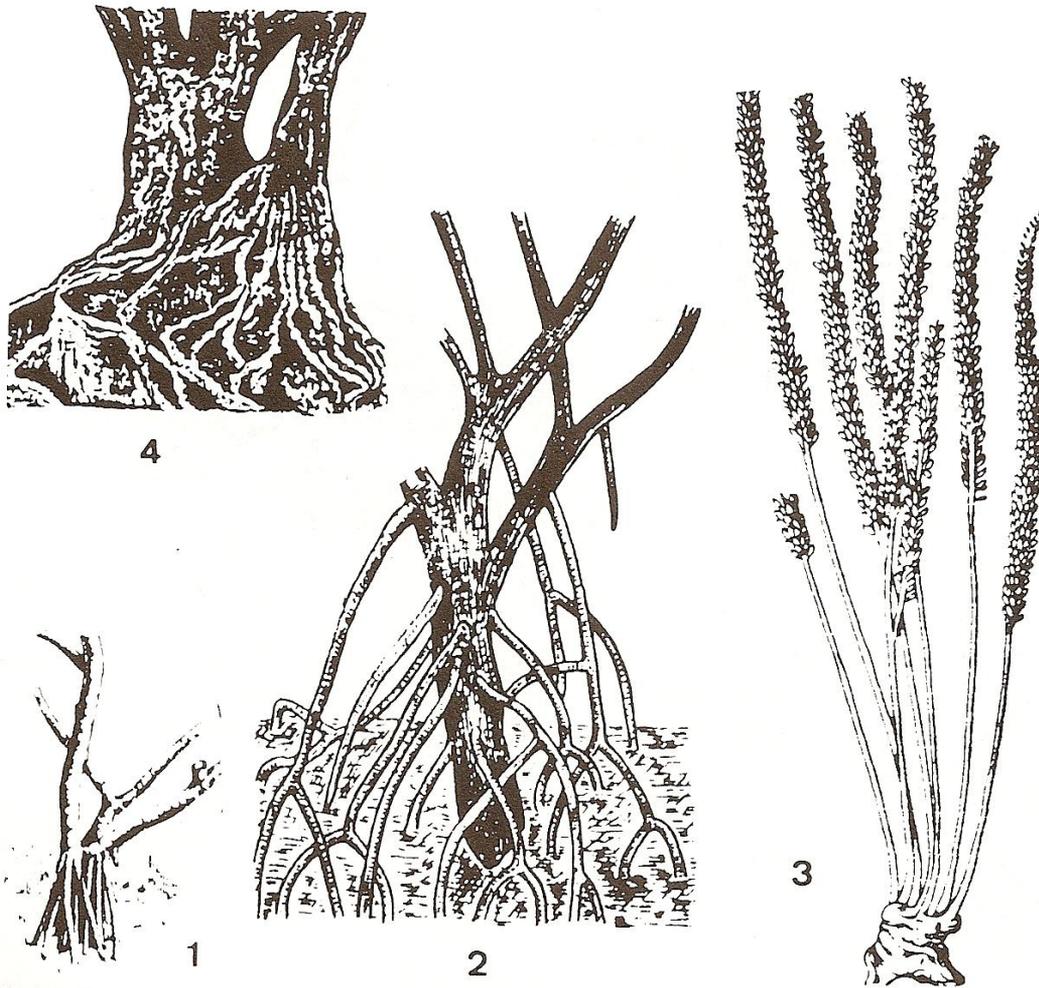


FIGURA 15 - 1-2, raízes fúlcreas de *Pandanus* sp. (1) e *Rhizophora mangle* (2); 3, **raiz transformada em disco adesivo de fixação** de *Hydrostachys* sp., hidrófito de águas particularmente agitadas; 4, raízes tabulares de *Ficus* sp.

1, FONT QUER (1977); 2 e 4, FERRI (1979); 3, EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

17. Certas plantas de "habitat" aquático, ou de terrenos periodicamente alagados como os mangais, desenvolveram um sistema de raízes epígeas, com geotropismo negativo e providas de um parênquima aerífero (aerênquima) bastante desenvolvido e com estomas aeríferos (lenticelas). Tais raízes são normalmente designadas por raízes respiratórias ou pneumatóforos e os estomas aeríferos por pneumátodos ou pneumatódios. Têm a função de absorver e canalizar o ar para o interior da planta já que a absorção de água e sais minerais está normalmente reservada a outras raízes. Raízes respiratórias ocorrem, p. ex., em *Rhizophora*, *Sonneratia*, *Avicennia*, *Bruguiera* e *Ceriops*. Em *Ludwigia* (*Jussiaea*), como refere FERRI (1979), estas raízes respiratórias apresentam-se muito ricas em aerênquima servindo não só como órgão respiratório mas igualmente para assegurar a flutuação das plantas na água.

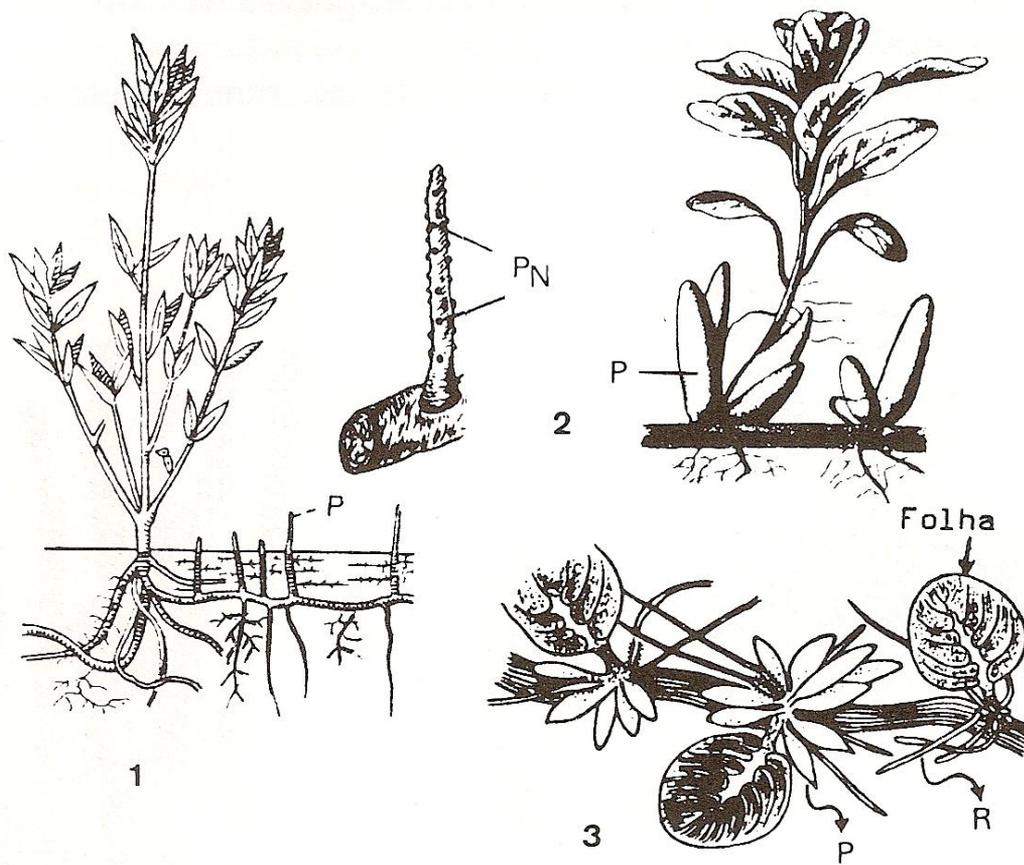


FIGURA 16 - 1, *Avicennia nitida* (*Verbenaceae*); 2, *Ludwigia repens* (*Onagraceae*); 3, *Ludwigia* sp. - P, pneumatóforo; PN, pneumátodo; R, raiz normal. 1, Adap. EMBERGER & CHADEF AUD (1960); 2, FERRI (1979) 3, FONT QUER (1977).

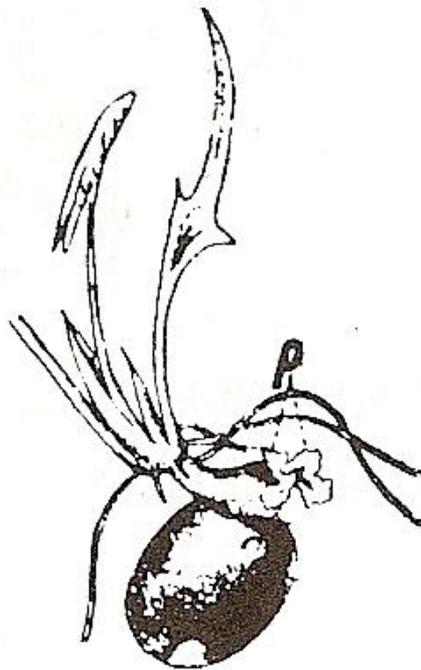


FIGURA 17 - Plântula recém germinada de *Euryale ferox* (aquática da família das *Nymphaeaceae*), desde muito cedo com o seu órgão respiratório (p). FONT QUER (1977).

18. Tanto os holoparasitos, totalmente dependentes dos hospedeiros por serem desprovidos em absoluto de clorofila (*Balanophoraceae*, *Orobanchaceae*, *Rafflesiaceae*, ... etc.), como os hemiparasitos (e.g., muitas lorantáceas) são providos de raízes sugadoras ou haustórios com que se fixam aos hospedeiros e lhes absorvem do seu interior os nutrientes.

Notáveis são, entre outros holoparasitos, as raflesiáceas que constituem também um dos casos de extrema redução da estrutura vegetativa. O caule, não vascularizado, é algo semelhante ao micélio dos fungos e desenvolve-se no interior do corpo do hospedeiro, funcionando ele próprio de haustório, já que estas plantas são - pelo menos segundo alguns botânicos - desprovidas de raízes. Dado que são também desprovidas de folhas, a única parte visível externamente são as suas flores. Acontece por isso que, sendo a maior parte das raflesiáceas parasitos de raízes, pode parecer a um leigo, ao observar tais flores, que elas tenham origem radicular (no hospedeiro). Assim acontece, por exemplo, em *Rafflesia arnoldii*, da Malásia, cujas flores chegam a atingir cerca de 1 metro de diâmetro e 15 Kg de peso, sendo as maiores que se conhecem, e inserindo-se através do "pseudo-micélio" caulinar directamente sobre as raízes de lianas do género *Cissus*.

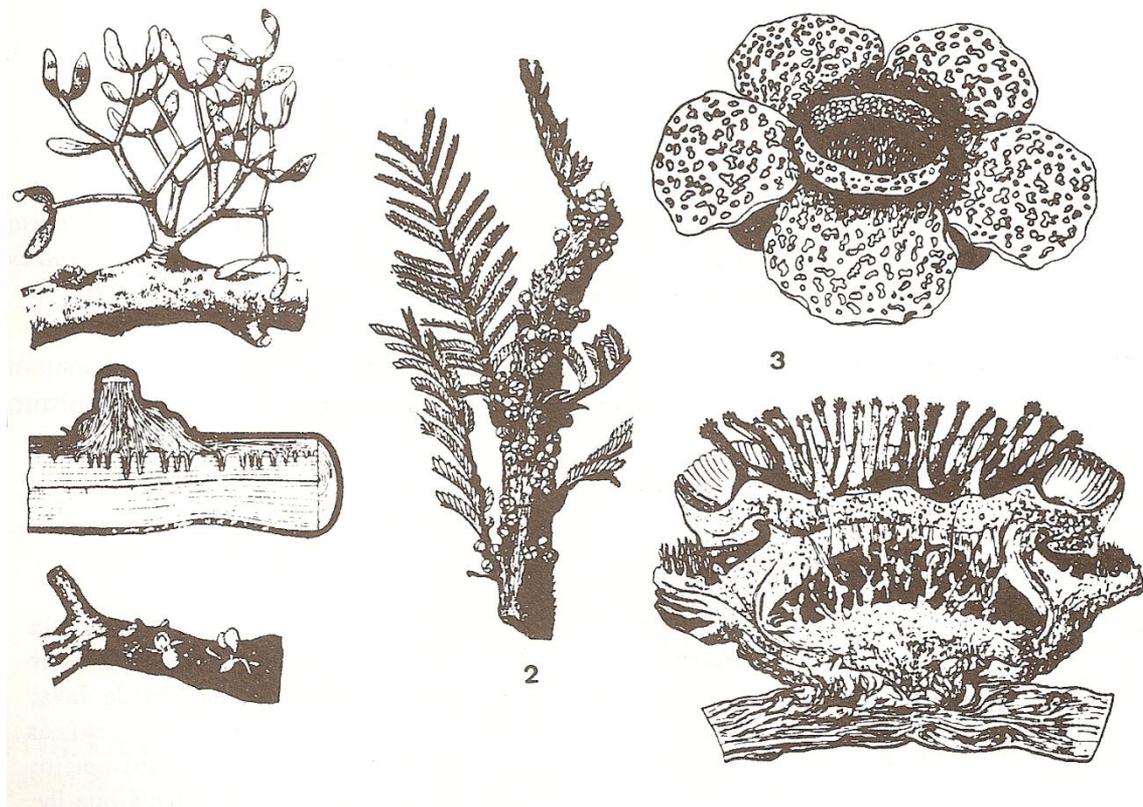


FIGURA 18 - 1, Ramo de *Prunus* sp. parasitado por um *Viscum* sp. (*Loranthaceae*). Em baixo, duas plântulas recém-germinadas; 2, porção do caule de uma leguminosa parasitado por *Pilostyles ulei*, raflesiácea cuja única parte visível externamente são as flores; 3, *Rafflesia arnoldii*, a maior flor do mundo (em corte, em baixo). 1, Adap. FONT QUER (1977); 2, STRASBURGER *et al.* (1974); 3, Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

19. Embora seja sobretudo entre as plantas epifíticas e as dos solos alagados (mangais) que são mais frequentes várias formas de dimorfismo radicular, também algumas espécies enraizadas em solos não encharcados as podem apresentar. Tal é o caso, por exemplo, de *Maranta depressa* que possui dois tipos

distintos de raízes, umas tuberosas e outras normais, e de muitas monocotiledóneas bolbosas dos géneros *Pancreatum*, *Gladiolus*, *Orchis*, *Lilium* e *Arum*, em que, a par de raízes normais, se formam outras na parte inferior do bolbo, **raízes contrácteis**, capazes de desenvolverem regularmente contracções cuja finalidade é promover o enterramento progressivo dos bolbos ou pelo menos contrariar a tendência natural que estes têm de, ao crescer, se aproximarem ou mesmo saírem do solo.

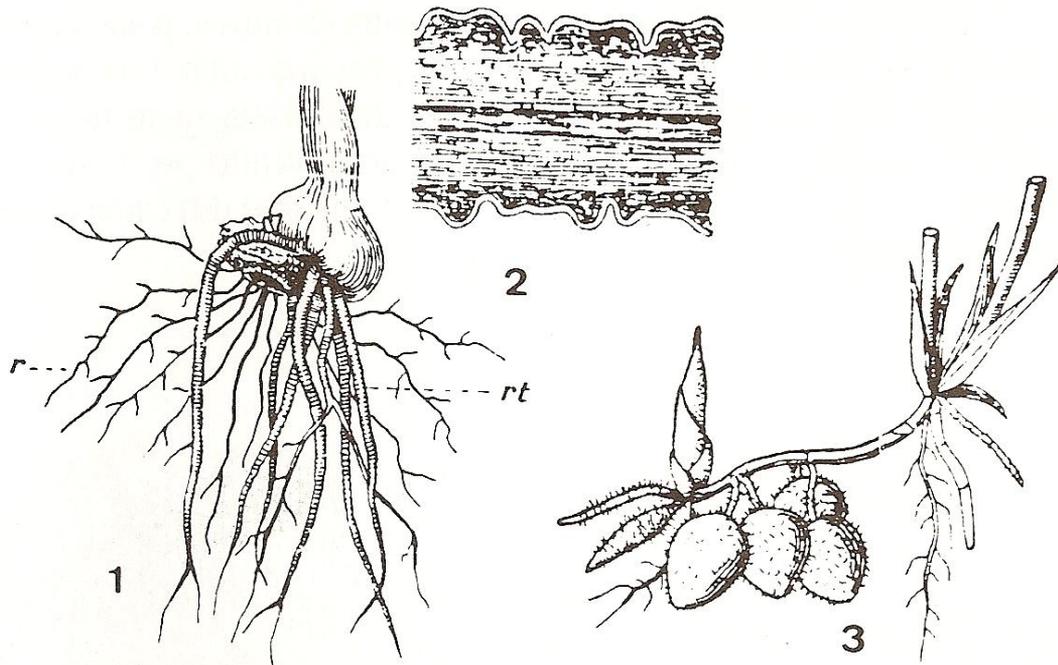


FIGURA 19 - I, *Gladiolus segetum* - raiz normal (r) e raiz contráctil (rt); 2, corte longitudinal de uma raiz contráctil; 3, *Maranta depressa*, com raízes tuberosas e raízes normais. 1 e 3, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2, STRASBURGER *et al.* (1974).

20. Certas vegetais desenvolvem-se inicialmente sobre outros, como quaisquer epífitos porém mais tarde produzem grandes raízes epígeas, com forte geotropismo positivo capazes de alcançar o solo e passar a absorver dele os nutrientes. Estas plantas são geralmente designadas por **hemi-epifíticas** e como exemplo referem-se algumas aráceas e espécies dos géneros *Ficus* e *Clusia*.

Alguns destes hemi-epífitos desenvolvem um sistema tão robusto e intrincado de raízes, ditas **raízes estrangulantes**, que originam a morte da planta que lhes serve de suporte. No entanto, quando tal acontece, já o epífito se encontra em geral devidamente enraizado e escorado no solo. Como refere FERRI (1979), estes epífitos são conhecidas no Brasil pela designação de mata-pau.

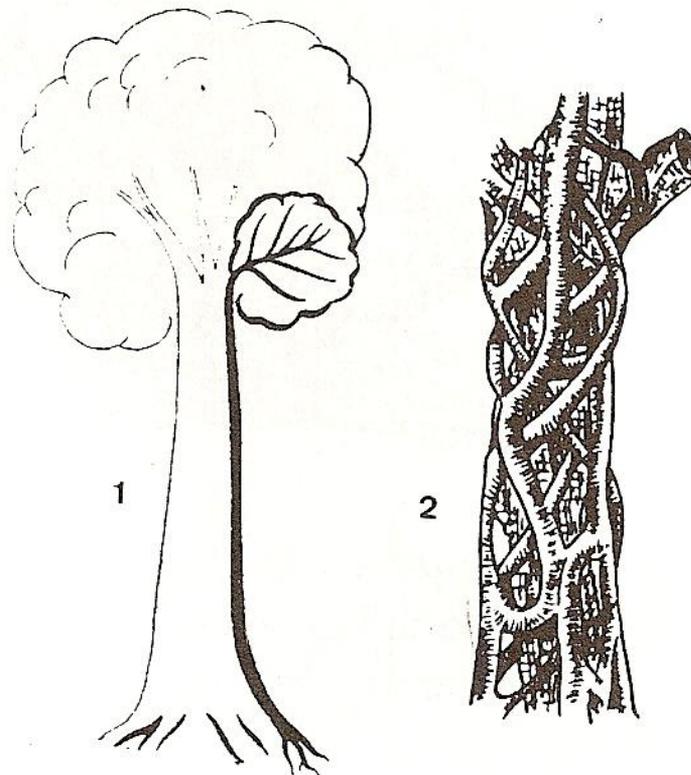


FIGURA 20 - 1, a negro, *Vaccinium laurifolium* espécie hemi-epifítica das regiões montanhosas de ilha de Java; 2, aspecto geral das raízes estrangulantes de um hemi-epífito envolvendo o tronco da planta que lhe serve de suporte. 1, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2, FERRI (1979) .

21. Em grande parte dos epífitos, verifica-se um dimorfismo maior ou menor das raízes. A tendência é para que, à parte as raízes com características normais, outras desenvolvam adaptações no sentido de melhor garantir a fixação dos epífitos às plantas que as suportam ou ainda de captar mais facilmente água e sais minerais. A este respeito, são notáveis as raízes fixadoras de certas *Zannichellia* spp. e *Dissochaeta* spp., muito semelhantes e funcionando exactamente como gavinhas, e as **raízes nutritivas** ou **neotorrizas** de algumas orquídeas e aráceas, extraordinariamente ramificadas e em forma de ninho de ave, para permitir a acumulação de húmus.

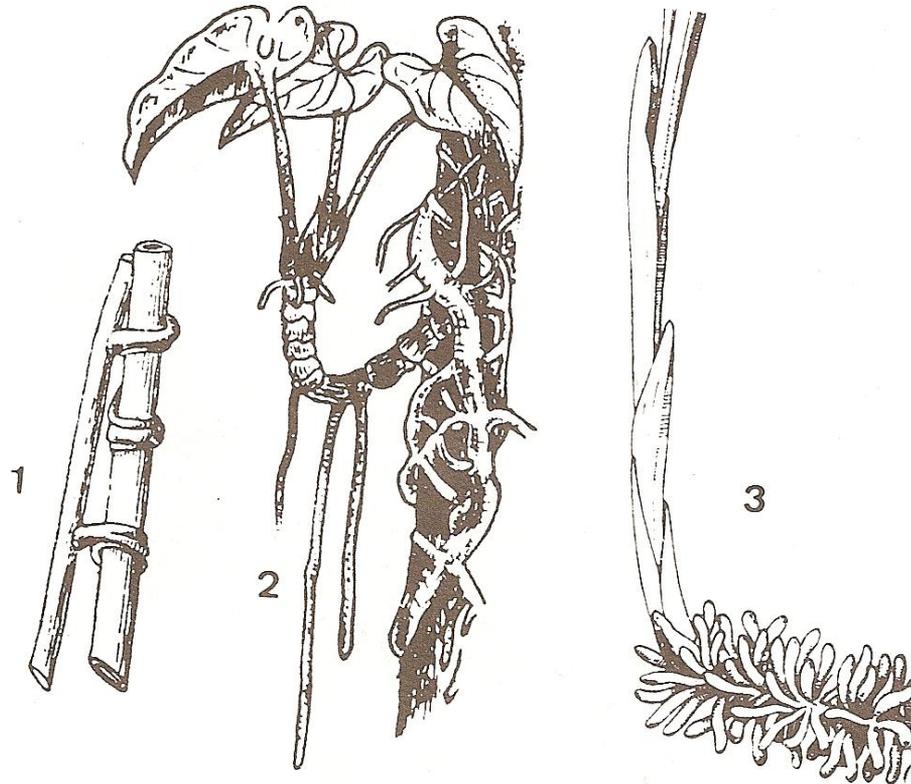


FIGURA 21 - 1, *Dissochaeta* sp. (*Melastomataceae*), raiz aérea funcionando como gavinha; 2, *Philodendron* sp. Podem distinguir-se algumas raízes que ajudam a fixar o epífito de outras que se dirigem para o solo. Estas últimas, são muito resistentes e chegam a atingir dezenas de metros, pelo que têm diversas utilidades, substituindo nalguns casos as cordas feitas de outros materiais; 3, neoterrizas em *Neottia nidus-avis* (*Orchidaceae*), aspecto geral. 1 e 3, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2, FERRI (1979).

22. As raízes de determinadas espécies podem apresentar um dos dois aspectos que se seguem: 1) **nodosidades** ou **nódulos radiculares**, que são devidas a uma simbiose com bactérias do género *Rhizobium* (e.g., *R. leguminosarum*), sendo bastante benéficas para a planta do ponto de vista em que as bactérias lhes fornecem grandes quantidades de azoto, captado directamente da atmosfera do solo, em troca de alguns nutrientes. Estes nódulos são muito frequentes nas leguminosas e apresentam, em termos económicos, a maior importância, dado que, nas espécies onde ocorrem, não é necessário, como regra, fazer adubações azotadas; 2) **micorrizas**, que são devidas a uma simbiose com fungos (*Boletus*, *Amanita*, *Lactarius*, etc.) sendo benéficas para as plantas, dado que os fungos lhes fornecem sobretudo fósforo e potássio em troca de alguns nutrientes. Apresentam micorrizas, muitas orquídeas e inúmeras espécies arbóreas (algumas betuláceas, pináceas, etc.). Muito características são as micorrizas coralóides em que as raízes assumem ramificação dicotómica. Em qualquer caso, as raízes são desprovidas de pêlos radiculares, que se encontram substituídos na sua função pelo micélio dos fungos.

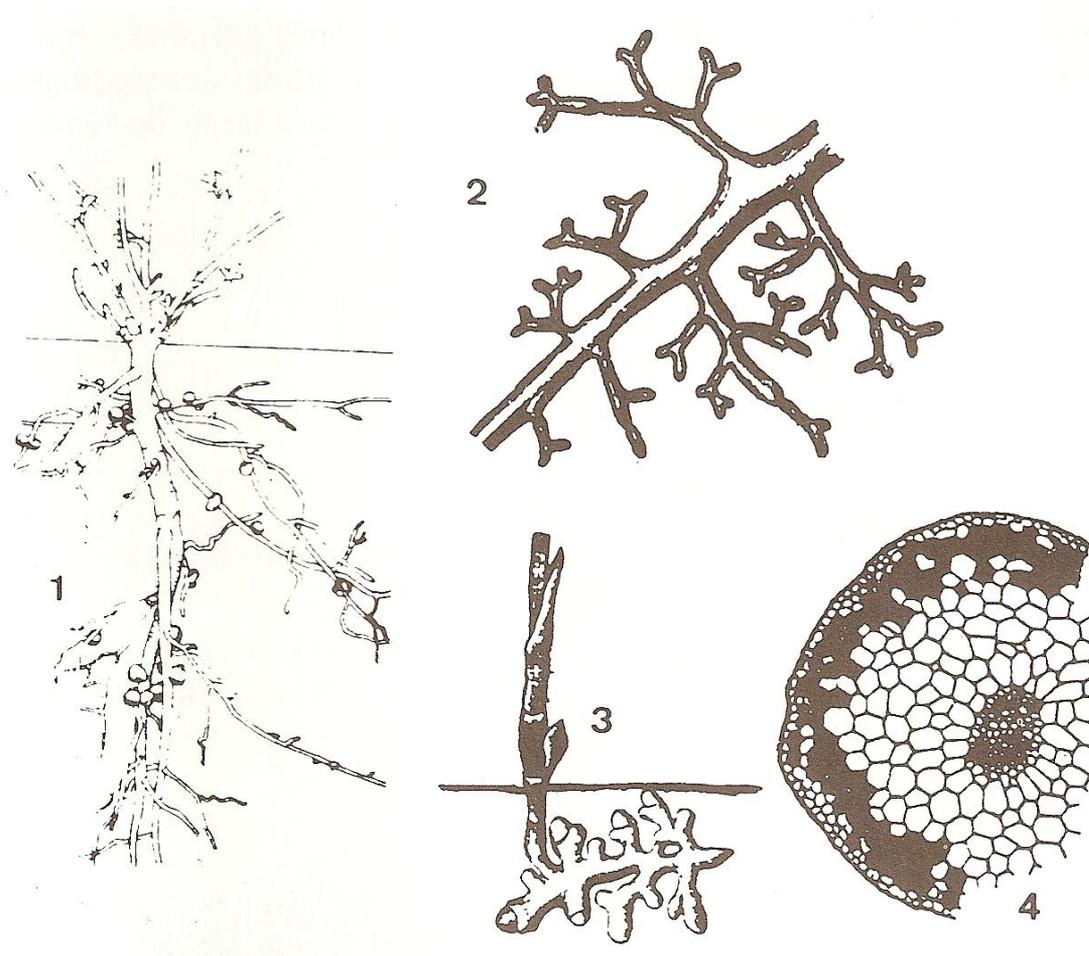


FIGURA 22 - 1, nodosidades radiculares numa leguminosa; 2, raiz de *Pinus* sp. com micorrizas coralóides; 3, *Corallorhiza trifida*, parte inferior do caule desta orquidácea e aspecto das raízes com micorrizas; 4, corte transversal de uma raiz de *Neottia nidus-avis* mostrando a negro as células subepidérmicas ocupadas pelo micélio de um fungo (endomycorrizas). 1 e 3, STRASBURGER *et al.* (1974); 2, VASCONCELLOS, 1969; 4, FONT QUER (1977).

CAULE

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista anatómico o caule apresenta-se bastante diferente da raiz; feixes duplos e não feixes simples alternos, metaxilema exarco e não endarco, córtex de dimensões semelhantes à medula e não muito maior que aquela. Daí que a nível do colo (região onde o caule se liga à raiz) se verifiquem importantes alterações no sentido de adaptar duas estruturas tão diferentes com o intuito principal de garantir a continuidade dos tecidos vasculares.

A epiderme que reveste os caules aéreos, com a sua cutícula mais ou menos espessa e estomas é também muito diferente da epiderme das raízes.

Nas plantas originadas por via seminal, o caule tem origem no caulículo do embrião enquanto nas resultantes da multiplicação vegetativa são as gemas da estaca caulinar que os originam.

Menos frequentemente, os caules provêm quer dos tecidos maduros da folha (caso das *Begonia* spp., em que é possível obter jovens plantas utilizando estacas foliares), quer dos tecidos internos da raiz (caso da multiplicação de certas espécies por estaca radicular).

A principal função do caule é estabelecer a comunicação entre a raiz (órgão de absorção da água e dos nutrientes) e as folhas (órgãos onde a seiva bruta é transformada em matéria orgânica) conferindo uma disposição favorável às folhas para um melhor aproveitamento da energia luminosa. Os caules novos, verdes, realizam também a fotossíntese e participam nos processos respiratório e da transpiração.

o caule cresce devido à actividade do seu meristema terminal. Este, ao contrário do meristema apical radicular que se encontra protegido por uma estrutura muito particular, a coifa ou caliptra, apenas se encontra protegido pelas próprias folhas enquanto no estágio de esboços foliares (nas gemas) ou por folhas particularmente adaptadas a esta função (catáfilos dos gomos).

Muitos caules apresentam também crescimento intercalar (caso de muitas gramíneas) devendo-se o alongamento tardio dos entrenós ao funcionamento de meristemas secundários intercalares.

Especialmente nas Gimnospérmicas e Dicotiledóneas é frequente o caule apresentar também, depois de terminado o seu alongamento, crescimento em diâmetro mercê da entrada em funcionamento de dois meristemas laterais secundários: o câmbio vascular (que produz xilema e floema secundários) e a felogene (que produz súber e feloderme, o conjunto destes e da felogene constituindo a periderme, que substitui a epiderme nas suas funções de protecção).

No que diz respeito à consistência, os caules, à semelhança do que acontece com as raízes, podem ter diferente lenhificação e teores muito variáveis em água apresentando-se desde carnudos (*e.g.*, nos cactos) até lenhosos. A coloração da casca também é muito variável, desde esbranquiçada (*Betula pubescens*) até cinzento-escuro (p. ex. na azinheira, *Quercus rotundifolia*). Outro tanto acontece com a forma dos caules. As ramificações do caule, ao contrário do que acontece na raiz, têm origem exógena em gemas com disposição muito variada (alterna, oposta, verticilada) e que evoluem no próprio ano em que se formam (de formação pronta), no ano seguinte (hibernantes) ou ao fim de vários anos (dormentes). A sua natureza pode também ser bastante diversa (gemas folheares, florais e mistas).

Segundo FONT QUER (1977), devem distinguir-se dois grandes tipos de ramificação:

- 1) a dicotómica, em que o meristema apical se divide em dois. Apesar de frequente entre os vegetais inferiores, a dicotomia verdadeira é muito rara entre as Angiospérmicas;
- 2) a lateral, com dois subtipos, a ramificação monopodial, mais frequente entre as gimnospérmicas e a ramificação simpodial, mais frequente entre as dicotiledóneas lenhosas.

A maioria das monocotiledóneas apresenta um caule não ramificado. Menos frequentemente algumas espécies, incluindo certas palmeiras (o que é muito raro) apresentam um caule ramificado (26).

A estrutura vegetativa de certos espermatófitos não apresenta caule ou este é praticamente inexistente (caso das plantas acaules). Nalguns casos porém, as bainhas das folhas longamente invaginantes e adpressas umas sobre as outras podem simular um caule aéreo que de facto não existe. Tal acontece, por exemplo, com o pseudo-caule de *Veratrum album* e o pseudo-tronco das bananeiras (*Musa* spp.) (25).

A maioria das plantas superiores apresenta um ou mais caules, com nós e entrenós muito evidentes nuns

casos e pouco perceptíveis, noutros.

O caule pode ser aéreo, subterrâneo ou aquático. No entanto, algumas espécies, como acontece, por exemplo, com a batateira (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) apresentam simultaneamente caules aéreos e subterrâneos (tubérculos).

Muitas vezes os caules subterrâneos não são mais do que as estruturas de perenização das espécies, constituindo a forma delas passarem o inverno. Outras espécies perenes de climas particularmente agrestes conservam sempre, no entanto, a parte aérea não renovando todos os anos, mas, nestes casos, é frequente as plantas tomarem uma morfologia muito particular (30).

A classificação dos principais tipos de caule encontra-se bem estruturada e exemplificada em V ASCONCELLOS (1969) e J ONES & LUCHSINGER (1987).

Os principais tipos de caules aéreos são: o estolho epígeo, o colmo, o tronco, o espique, o escapo floral, o sarmento e o turião. Os caules subterrâneos são: o tubérculo, o rizoma, o estolho hipógeo e o prato ou disco dos bolbos.

Algumas das principais adaptações do caule dizem respeito:

- à **acumulação de reservas.**

Todos os caules subterrâneos constituem adaptações simultaneamente à acumulação de reservas e à propagação. Com os bolbilhos acontece o mesmo, com a única diferença de que estes pequenos caules modificados nem sempre se formam abaixo do nível do solo podendo ocorrer, como acontece em *Allium*, na inflorescência.

- à **resistência à secura.**

Muitos xerófitos herbáceos apresentam um hidrênquima mais ou menos abundante. É no entanto invulgar, espécies lenhosas, como é o caso de *Cavanillesia arborea*, apresentarem um parênquima aquífero bastante desenvolvido (31).

Outras espécies de "habitats" muito secos encurtam muito o ciclo vegetativo (espécies efémeras) ou apresentam a capacidade de reduzir extraordinariamente a actividade metabólica, parecendo mortas, mas retomando-a quando as condições do meio se apresentam favoráveis, fenómeno da revivescência, que, embora muito frequente entre os musgos e os líquenes, é extremamente raro entre os vegetais superiores (*Selaginella*).

- à sua **transformação em gavinhas, espinhos ou acúleos, nas espécies com hábito trepador.**

Os espinhos podem também constituir uma adaptação do caule à xerofilia.

Invulgares são no entanto as plantas heteracantas (com dois tipos de espinhos e/ou acúleos) e aquelas que apresentam espinhos caulinares nos quais se inserem as flores (27).

- ao **desempenho da fotossíntese**, substituindo assim, total ou parcialmente, as folhas nesta importante função.

É o que acontece nos cladódios ou filocládios e em parte também nos caules alados (24, 28).

- à **floração e à frutificação.**

É discutível considerar ou não a flor como um ramo modificado, no entanto é certo que a ráquis (ou eixo) das inflorescências resulta de uma adaptação do caule.

No caso da frutificação, os **ramos curtos** ou **braquiblastos** (dardos, esporões e ramalhetes), com

características muito particulares, de muitas fruteiras importantes (amendoeira, pessegueiro, macieira, pereira, etc.) constituem sem dúvida uma adaptação do caule à produção e sustentação dos frutos na árvore (41).

23. Existem **plantas**, designadas **aerícolas** ou **aerofíticas**, que têm capacidade para se desenvolverem completamente (crescer, florescer e frutificar) exclusivamente a partir do ar, nalguns casos presas a fios telefônicos, em varandas ou inclusive, embora normalmente com menor vitalidade, em ambientes interiores.

Alguns destes aerófitos podem inclusive ser praticamente desprovidos de raízes, como acontece em certas bromeliáceas e orquídeas, mas encontram-se como regra sempre providos de uns pêlos epidérmicos especiais, designados pêlos absorventes, que lhes permitem absorver água mesmo na forma de vapor assim como os nutrientes na forma de poeiras em suspensão no ar.

Nos espécimes vivendo ao ar livre, assume também particular importância a retenção de água e poeiras nas bainhas intrincadas das folhas.

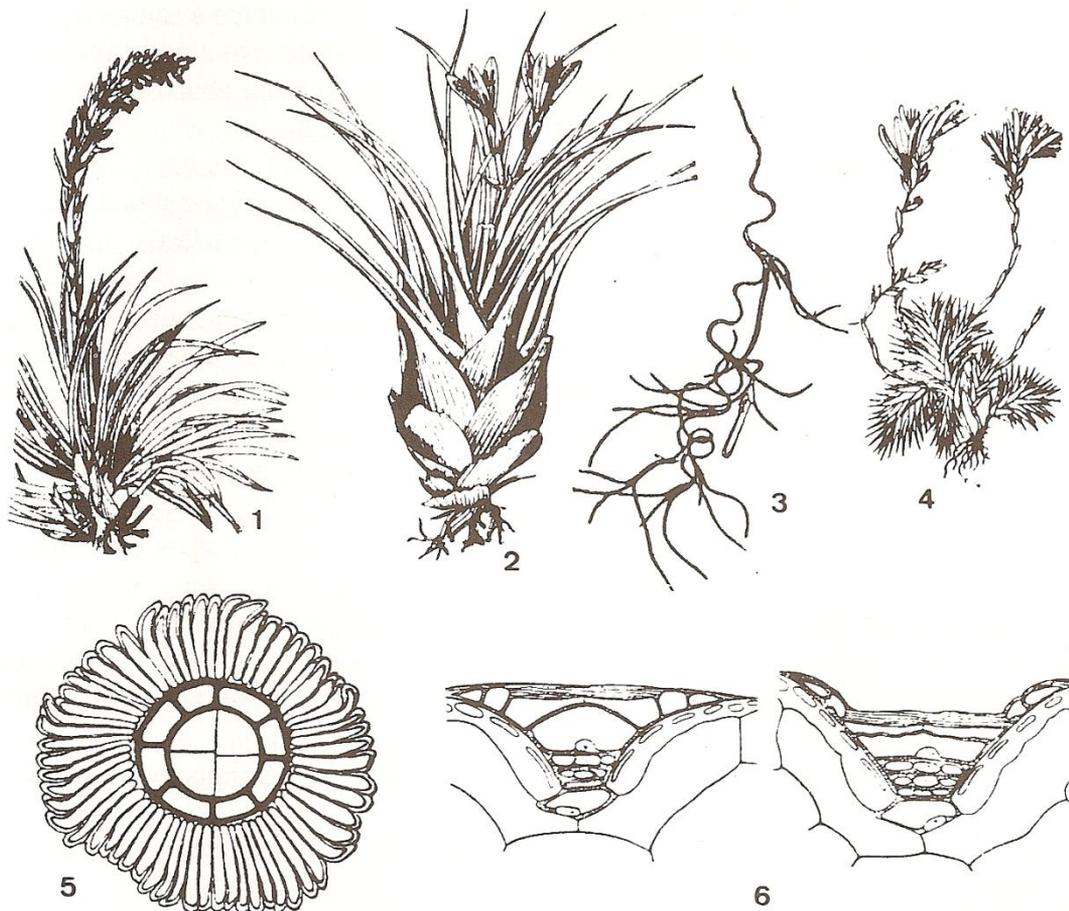


FIGURA 23 - Algumas bromeliáceas aerícolas: 1, *Fernseea italiaiae*; 2, *Quesnelia tillandsioides*; 3, *Tillandsia usneoides*; 4, *T. loliacea*.

Pêlos absorventes: 5, *Tillandsia flexuosa*, pêlo em vista frontal; 6, *T. usneoides*, pêlo em corte transversal em estado de turgescência (à esquerda) e de "secura" (à direita).

1 a 4, Adap. FONT QUER (1977); 5 e 6, STRASBURGER *et al.* (1974).

24. Entre outras, algumas espécies dos géneros *Opuntia*, *Ruscus* e *Phyllanthus*, apresentam caules com forma comprimida a laminar, assemelhando-se muito a folhas. As folhas verdadeiras encontram-se normalmente nestes casos reduzidas a escamas ou espinhos e é sobre estes caules "foliáceos", ditos **filocládios ou cladódios**, que surgem e se desenvolvem as flores e mais tarde os frutos.

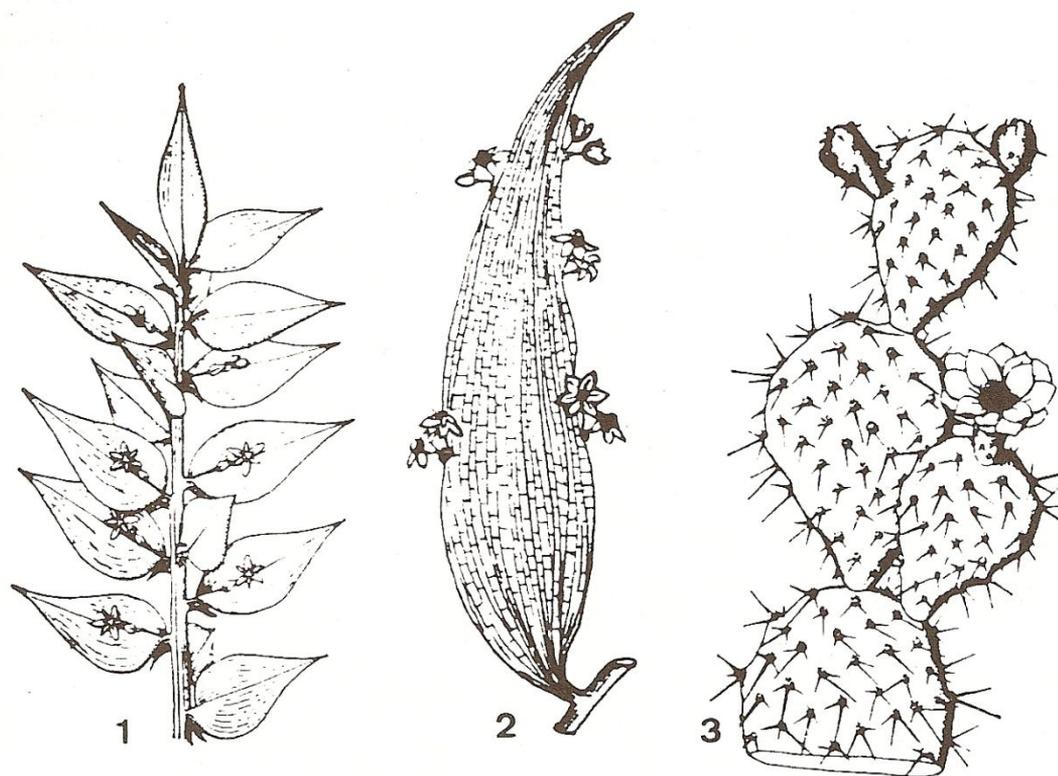


FIGURA 24 - Cladódios: 1, *Ruscus aculeatus* (Liliaceae); 2, *Semeie androgyna* (Liliaceae), pormenor de um cladódio; 3, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae). 1 e 3, STRASBURGER *et al.* (1974); 2, CAMEFORT (1977).

Menos frequentemente, como acontece em *Homalocladium platycladum*, os cladódios encontram-se providos de folhas com o limbo razoavelmente desenvolvido ou como em *Asparagus* os cladódios têm um aspecto muito diferente já que se apresentam muito finamente recortados.



FIGURA 25 - *Homalocladium platycladum*. FERRI (1979).

25. Em *Hedychium* (e.g., *H. gardneranum*, conteira), as folhas são na maioria basais, mas as suas bainhas são de tal forma compridas e adpressas umas sobre as outras que as folhas parecem inseridas alternadamente num "caule" que na sua maioria não o é verdadeiramente já que resulta apenas da concreção das bainhas das folhas. Em *Veratrum album*, este aspecto é ainda mais característico: o "caule" é na sua totalidade um pseudo-caule formado pelas bainhas das folhas.

Em *Musa* (e.g. *Musa acuminata* cv. 'Dwarf Cavendish', bananeira-anã), forma-se mesmo um pseudo-tronco, constituído pelas bainhas foliares muito extensas e densamente sobrepostas. Na realidade, o caule em *Musa* é subterrâneo, mais precisamente trata-se de um rizoma, as folhas são todas basais, e o único caule aéreo presente é o escapo floral (que transporta as flores). As maiores bananeiras, que podem atingir mais de 4 metros, dada a sua consistência inteiramente herbácea, ou seja, dada a inexistência de caule lenhificado, contam-se, de facto, como as maiores ervas do planeta.

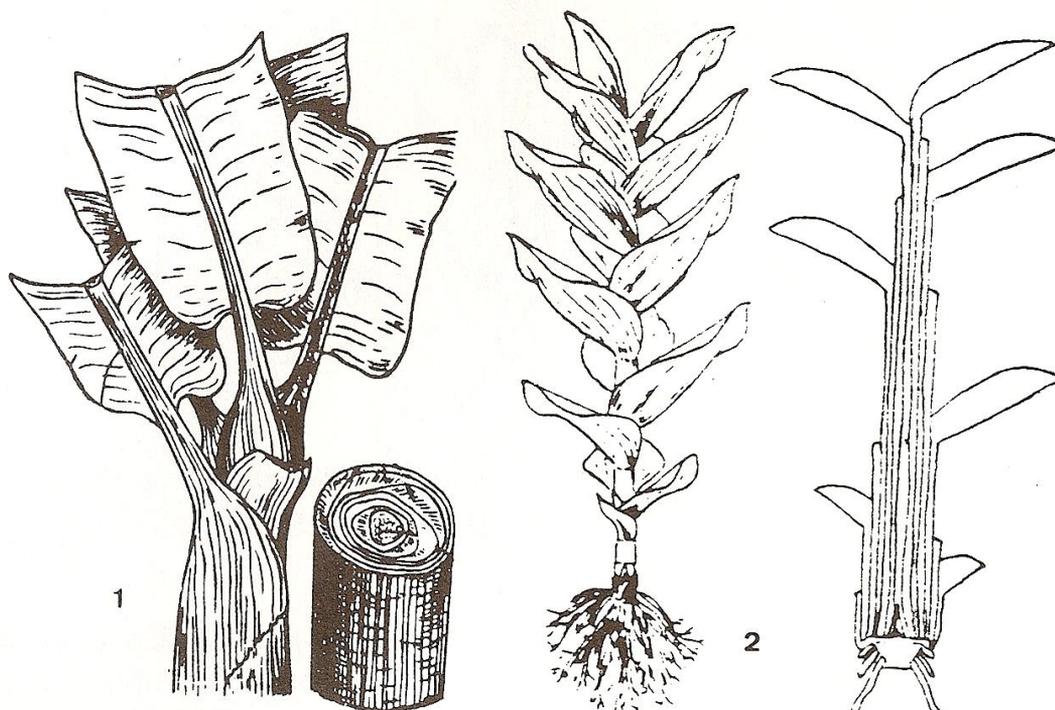


FIGURA 26 - 1, *Musa* sp. (bananeira); aspecto geral e corte transversal do pseudo-tronco; 2, *Veratrum album*, aspecto geral e corte longitudinal. 1, FERRI (1979); 2, Adap. CAMEFORT (1977).

26. Certas palmeiras têm hábito trepador, atingindo o caule mais de 150 m como acontece em certas *Calamus* spp. em que a ráquis das folhas termina muitas vezes por uma gavinha. Em *Iriarteia ventricosa*, o espique apresenta sensivelmente a meia altura uma dilatação muito peculiar, ovóide. E, em *Hyphaene* (e.g., *H. thebaica*, palmeira-do-gengibre) os espiques são ramificados. Tal constitui, aliás, um dos raros casos de ramificação dicotómica verdadeira nas Angiospérmicas (conjuntamente com os casos de *Chamaedorea martiana* e *Alstroemeria brasiliensis*) pois, a generalidade daquelas apresenta ramificação simpodial ou monopodial.

Existem também palmeiras monocárpicas plurianuais, cuja inflorescência de enormes dimensões é terminal e uma vez concluída a frutificação as plantas morrem (e.g., *Corypha* spp.).

27. Os espinhos, quando existem, são normalmente de origem caulinar, mas há-os também de origem

foliar (limbo, pecíolo ou mesmo estípulas). Bastante raros, são os espinhos de origem radicular que apenas podem ser observados em certas palmeiras dos géneros *Iriartea* e *Acanthorrhiza*.

Outros casos muito invulgares, neste particular, são ainda:

- a ocorrência de espinhos ramificados em *Colletia* sobre os quais se inserem directamente em muitos casos flores e inflorescências.

- a presença em simultâneo na mesma planta, como acontece em algumas rosáceas, de dois ou mais tipos de espinhos ou acúleos, ou mesmo de espinhos e acúleos simultaneamente (**plantas heteracantas**).

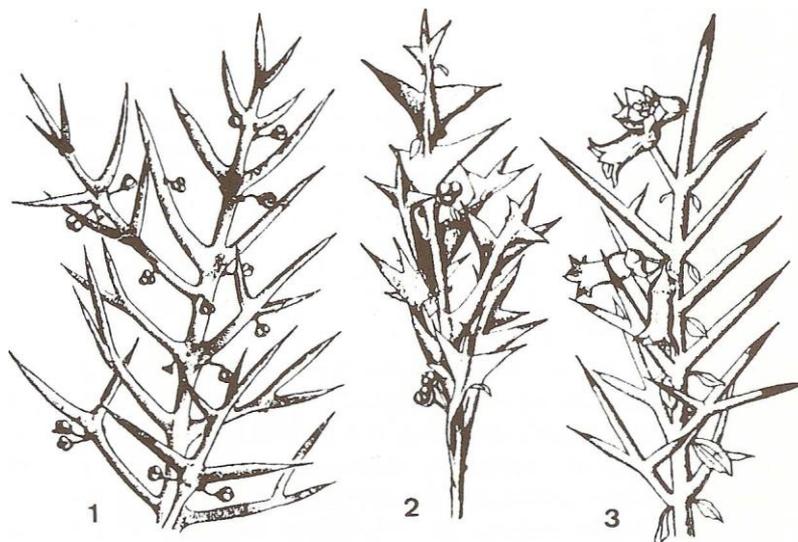


FIGURA 27 - 1, *Colletia spinosa* (*Rhamnaceae*), espécie afila, com espinhos caulinares nos quais são originadas e se inserem parte das flores; 2, *Colletia cruciata*, espécie com espinhos alados; 3, *Colletia cathartica*. Adap. FONT QUER (1977).

28. Os caules alados também não são muito frequentes.

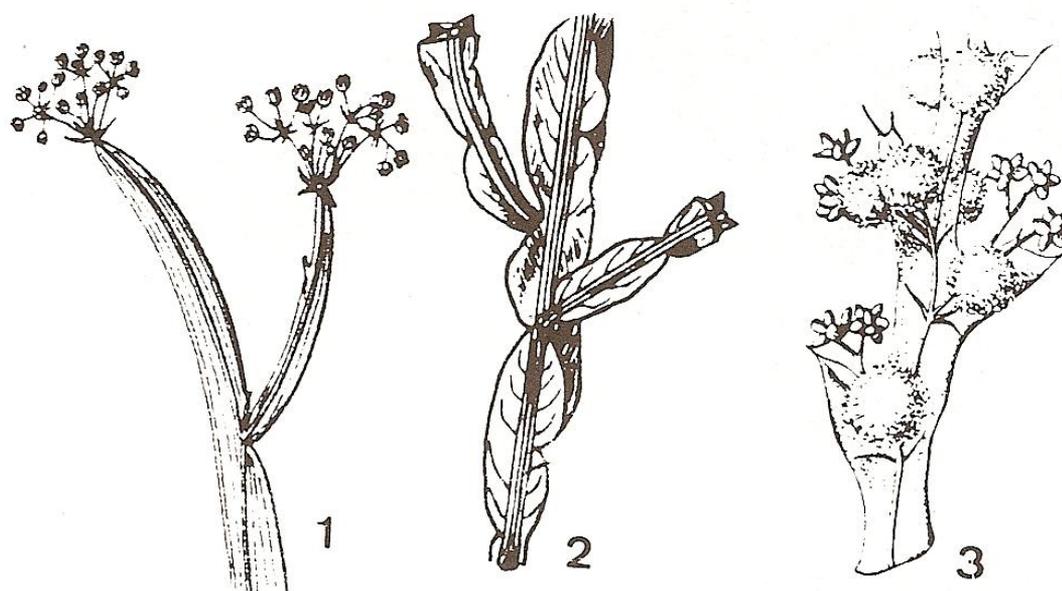


FIGURA 28 - Caules alados: 1, *Trachymene compressa*; 2, *Vicia* sp.; 3, *Acacia alata*. 1 e 3, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2, FERRI (1979);

29. Certos espermatófitos, caso de *Senecio johnstoni*, das *Espeletia* spp., e certas palmeiras, apresentam um tipo de filotaxia em roseta estipitada, a qual perdurando por largo tempo oferece às plantas uma fisionomia bastante particular: o chamado estípite.

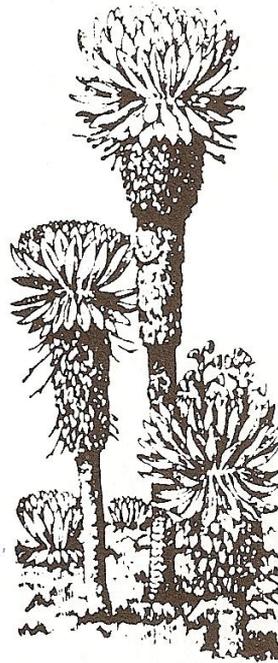


FIGURA 29 - *Espeletia lopezii*, espécie colombiana de estipe bastante característico. FONT QUER (1977).

30. Nas regiões árticas, desertos e regiões de grande altitude, é frequente as espécies perenes tomarem muito caracteristicamente, sobretudo na estação mais desfavorável, o aspecto pulviniforme, em que os caules muito ramificados e apertados entre si em roseta tomam uma disposição mais ou menos hemisférica. As extremidades dos ramos suportam então pequenas folhas muito juntas entre si.

Como referem STRASBURGER *et al.* (1974) estas espécies incluem-se entre os tropófitos, vegetais cuja morfologia externa se altera substancialmente como resposta às bruscas variações climáticas a que estão sujeitas.

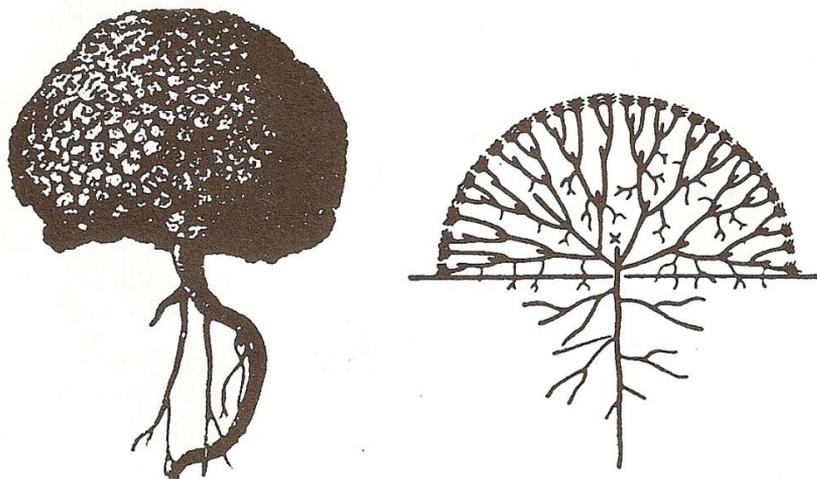


FIGURA 30 - *Azorella selago* (umbelífera das ilhas Kerguelen), planta com aspecto pulviniforme. À direita, corte esquemático para mostrar a sua estrutura simpodial. STRASBURGER *et al.* (1974).

31. Associa-se normalmente a capacidade de caules aéreos armazenarem apreciáveis quantidades de água aos caules mais ou menos herbáceos de um número muito significativo de espécies das *Cactaceae*, *Euphorbiaceae* e *Aizoaceae*, etc. No entanto, existem árvores capazes de armazenar água no seu tronco. As mais notáveis, de entre todas, são possivelmente as "barrigudas", tão frequentes no Brasil. Outro aspecto invulgar de plantas também ricas em parênquima aquífero diz respeito às "stone plants" ou plantas-pedra devido ao seu aspecto muito semelhante a pedras e que pertencem ao género *Lithops* (*Aizoaceae*).

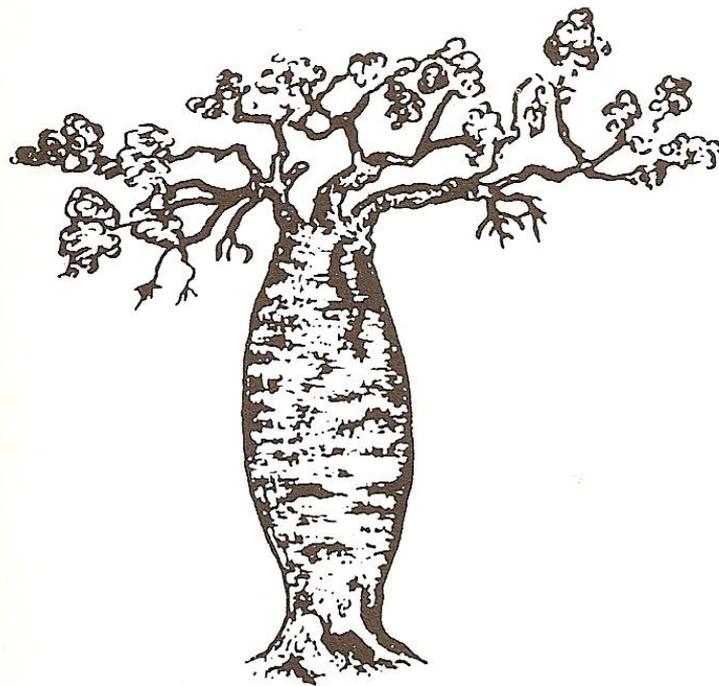


FIGURA 31 - *Cavanillesia arborea*, barriguda. FERRI (1979).

32. Certos espermatófitos, entre os quais são de destacar os carvalhos (*Quercus* spp.) e outros representantes das *Fagaceae*, são particularmente propensos à formação de neoplasias ou tumores vegetais, ditas cecídias (ou mais vulgarmente nozes-de-galha ou bugalhos) como resposta à picada de insectos ou menos frequentemente devido ao ataque de fungos, bactérias ou nemátodos.

Muitas vezes estas cecídias, porque se parecem extraordinariamente com frutos (ou outros órgãos), podem induzir em erro os observadores menos atentos.

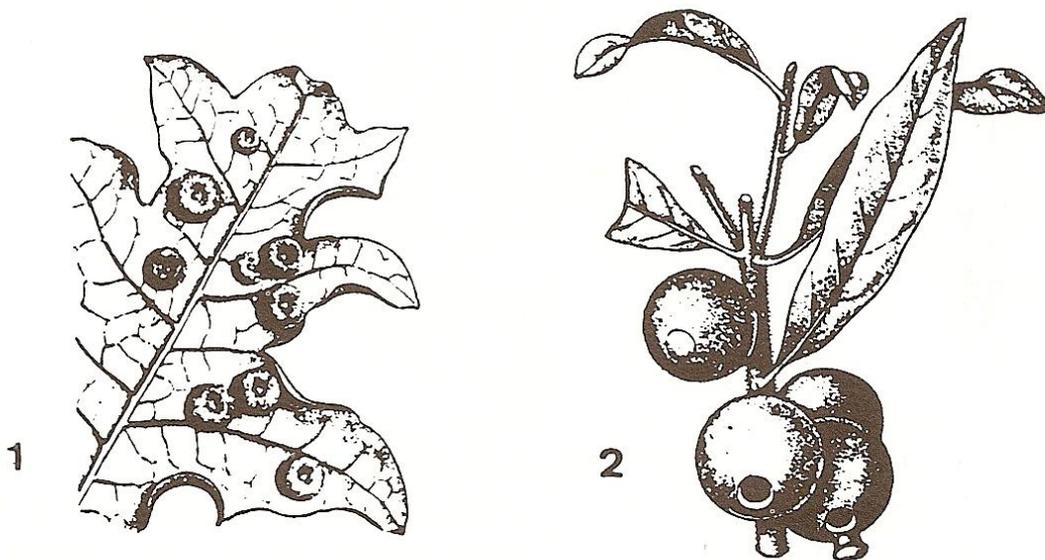


FIGURA 32 - Cecídias ou tumores vegetais: 1, sobre folha de *Quercus cerrioides*; 2, sobre ramo de *Davaua* sp. FONT QUER (1977).

33. A multiplicação vegetativa assume variadíssimos aspectos nas plantas superiores. Os mais vulgares são provavelmente a produção de tubérculos (e.g., *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*, batateira), rizomas (e.g., *Mentha*), bolbos e bolbilhos (e.g., muitas liliáceas e oxalidáceas), estolhos que enraízam (e.g., *Fragaria*), além do processo muito comum entre as gramíneas que diz respeito ao afilhamento. Entre os aspectos menos frequentes envolvendo a multiplicação vegetativa devem citar-se a produção de bolbilhos em órgãos aéreos, na axila das folhas ou mesmo nas inflorescências (ocupando o lugar que normalmente está reservado às flores, como acontece em *Allium* spp.) e a produção de plântulas completamente formadas e prontas a enraizar sobre as folhas (e.g., alguns *Kalanchoe* sect. *Bryophyllum* e *Begonia* spp.) ou nas inflorescências (e.g., *Poa bulbosa* var. *vivipara*).



FIGURA 33 - Alguns aspectos muito particulares envolvendo a multiplicação vegetativa nas angiospérmicas: 1, formação de bolbilhos nas axilas das folhas em *Cardamine bulbifera*; 2, formação de plântulas nas margens da folha em *Kalanchoe calycina*; 3, formação de plântulas ao longo da nervura principal da folha em *Kalanchoe falcata*; 4, formação de plântulas na inflorescência de *Poa bulbosa* var. *vivipara*; 5, Inflorescência de *Allium* sp. com flores e bolbilhos à mistura. 1, 2 e 4, STRASBURGER *et al.* (1974); 3, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 5, FONT QUER (1977).

34. Também nos Pteridófitos a multiplicação vegetativa assume variadíssimos aspectos:

- formação de estolhos quer de origem caulinar (e.g. *Nephrolepis* spp.), quer de natureza foliar (e.g. *Anemia* spp., *Asplenium* spp.).
- formação de bolbilhos epífilos (e.g. *Asplenium bolbiferum*, *Cystopteris bolbifera*).
- aposporia; desenvolvimento de protalos no lugar dos esporângios ou dos esporos (e.g. várias filicíneas).
- formação ao longo da folha, em regiões pré-determinadas, de novos indivíduos, caso de *Asplenium viviparum*, ou apenas no ápice da folha (*Osmunda regalis*, *Phyllitis rhizophyllum*).

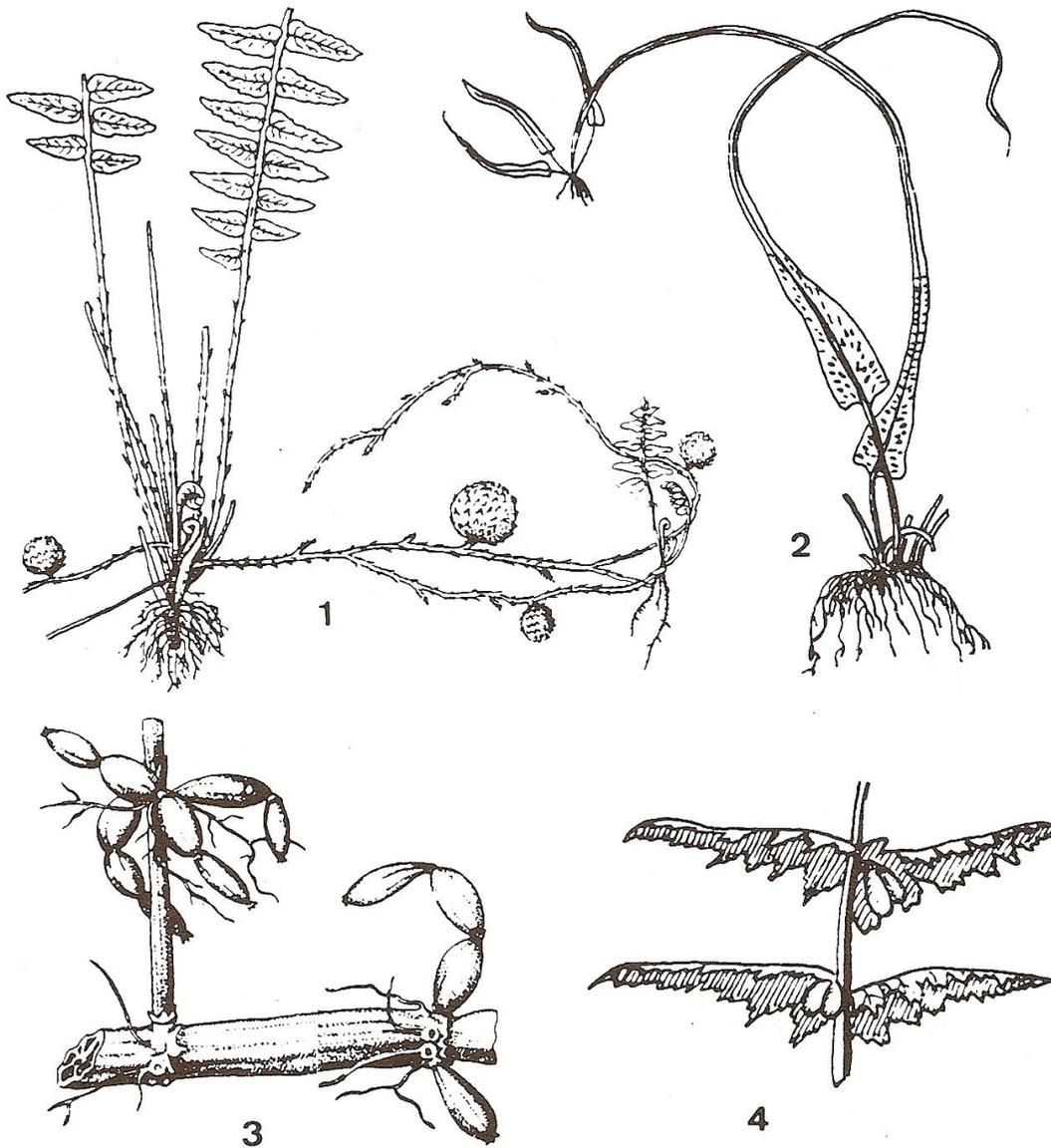


FIGURA 34 - Alguns aspectos particulares envolvendo a multiplicação vegetativa nos Pteridófitos: 1, *Nephrolepis cordifolia*, com rizoma vertical, estolhos plagiotrópicos e tubérculos; 2, *Phyllitis rhizophyllum*, tendo uma das folhas desenvolvido no ápice um novo indivíduo; 3, rizoma de *Equisetum* sp. em que alguns dos artículos subterrâneos, enriquecidos em reservas, se apresentam mais curtos e intumescidos servindo à multiplicação vegetativa; 4, bolbilhos epífilos em *Cystopteris bulbifera*. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

35. Em *Dioscorea elephantipes* a estrutura de perenização apresenta-se constituída por um enorme tubérculo basal com origem mista no hipocótilo e no primeiro entrenó do caule que se apresenta extraordinariamente intumescido e enrijecido (devido ao revestimento externo com fibras), continuando a engrossar anualmente, pelo que pode chegar a atingir mais de 300 kg.

Na estação das chuvas forma-se rebentação constituída por um longo caule trepador, mas com o aparecimento da estação seca este normalmente morre.



FIGURA 35 - *Dioscorea elephantipes*; aspecto geral de um indivíduo no início da rebentação (à esquerda) e pormenor de um dos ramos na altura da floração. HUTCHINSON (1973).

36. Um dos tipos de caule mais invulgar é sem dúvida o **turião**. Trata-se de um rebento caulinar aéreo de origem subterrânea apenas com folhas rudimentares e desprovido de clorofila na fase de desenvolvimento hipógeo. Apresentam turiões típicos os espargos (*Asparagus* spp.) e as silvas (*Rubus* spp.). São, no entanto, também conhecidos sob a designação de turiões ou hibernáculos, os eixos ou gemas modificadas que certos hidrófitos apresentam como estruturas simultaneamente de perenização e multiplicação vegetativa.

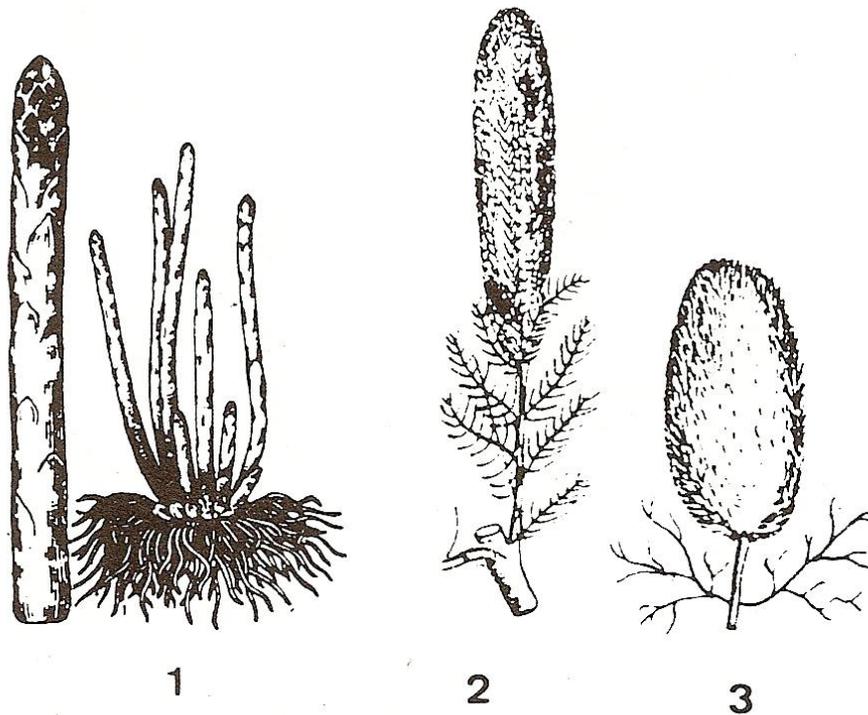


FIGURA 36 - 1, Aspecto geral de um indivíduo de *Asparagus* sp. e pormenor de um dos turiões; 2-3, turiões ou hibernáculos, estruturas de perenização e multiplicação vegetativa de dois hidrófitos, *Myriophyllum* sp. (2) e *Utricularia* sp. (3). 1, FONT QUER (1977); 2 e 3, CAMEFORT, 1977.

37. Os **ramos curtos ou braquiblastos** são outra das formas de adaptação do caule. Trata-se de ramos que não se destinam ao alongamento do eixo mas tão somente à produção de flores e frutos (caso dos esporões de muitas rosáceas frutícolas) ou folhas (*Cedrus*, *Pinus*, etc.).

No caso dos ramos curtos para frutificação e mais concretamente tratando-se de **esporões** estes são normalmente curtos e rugosos e apresentam frequentemente porções intumescidas (bolsas) resultantes da acumulação de nutrientes. Excepcionalmente, na ginjeira (*Prunus cerasus*) e na cerejeira (*Prunus avium*), estes ramos adaptados à frutificação chegam a atingir cerca de um metro de comprimento enquanto na amendoieira (*Prunus dulcis*) são extremamente curtos tomando a designação de ramalhetes.

No que respeita aos ramos curtos para produção de folhas estes coexistem - em *Pinus* e em *Cedrus*, por exemplo - com ramos compridos ou **macroblastos**. Enquanto estes últimos apenas possuem folhas escamiformes e têm por função assegurar o crescimento dos eixos, os **braquiblastos**, pelo contrário, têm um crescimento muito limitado, entrenós muito curtos e apresentam-se providos de folha(s).

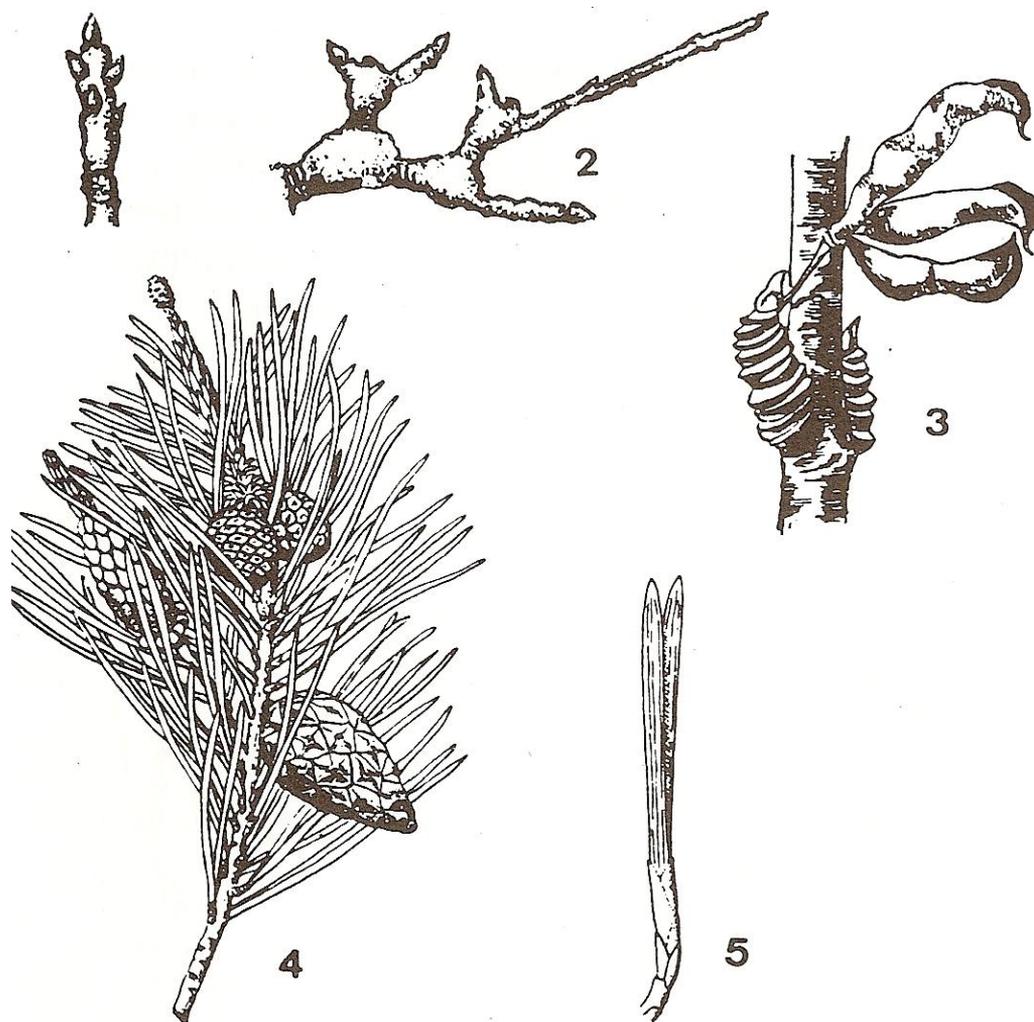


FIGURA 37 - 1-3, ramos curtos para frutificação; 1, esporão recto de uma ameixeira (*Prunus domestica*); 2, esporão tortuoso de uma pereira (*Pyrus communis*); 3, ramos curtos para frutificação em *Cercidiphyllum japonicum*; 4, ramo comprido de *Pinus sylvestris* (destinado ao alongamento do eixo, desprovido de folhas; apenas com escamas) e vários ramos curtos (folhosos); 5, pormenor de um dos ramos curtos. 1-2, VASCONCELWS (1969); 3-5, EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

38. Entre os bambus, os colmos podem apresentar os mais variados aspectos:

- desde mais de 25 metros de altura (*Dendrocalamus giganteus* e *D. brandigii*) até não mais de 40 cm em várias espécies anãs (e.g., *Pleioblastus pygmaeus*).
- secção quadrangular e não cilíndrica (e.g. *Chimonobambusa quadrangularis* e *Bambusa angulata*).
- hábito escandente (trepador), caso de *Arthrostylidium sarmentosum*.

39. Os caules de certos vegetais, **mirmecófilos**, oferecem alojamento a formigas em determinadas cavidades onde inclusive são produzidas, nalguns casos, substâncias nutritivas que aqueles insectos utilizam na sua alimentação. Em contrapartida, as formigas participam na polinização e disseminação dos diásporos (**mirmecocoria**). Tal é o caso, por exemplo, de *Hydnophytum formicarum*, *Cuviera longiflora*, *Myrmecodia* spp. e *Cecropia* spp. Nestas últimas espécies, as árvores apresentam no tronco aberturas

próprias (**próstomas**) que dão acesso às galerias interiores e, conforme refere WILLIS (1980), trata-se de um caso de verdadeira associação com mútuo benefício (simbiose) já que as formigas protegem a árvore de outros insectos habituais consumidores das folhas.

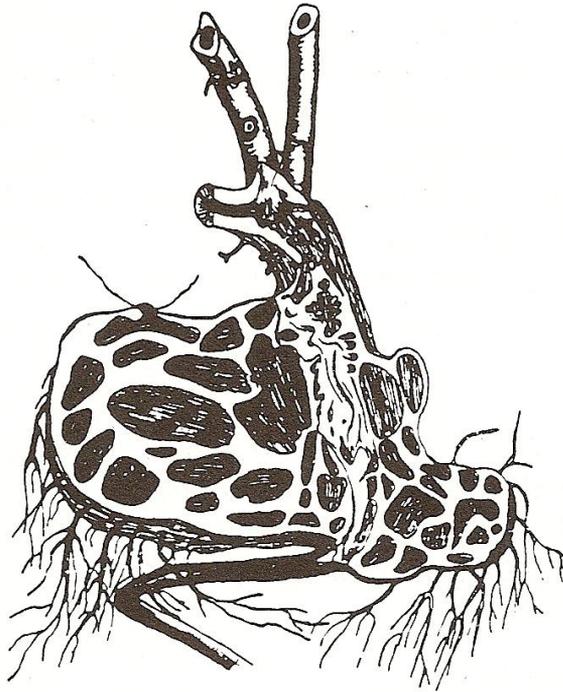


FIGURA 38 - Rizoma cavernoso de *Hydrophytum formicarum*, espécie mirmecófila. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

40. Nalguns pteridófitos (e.g., *Selaginella* spp., *Oleandra* spp.) as raízes não partem directamente do caule folhoso normal, mas antes de órgãos não ramificados e desprovidos de clorofila, designados por **rizóforos**. Estes são interpretados como um caule modificado pelo facto de terem origem exógena no caule folhoso, e porque em determinadas condições podem reverter à condição de caule folhoso. Na sua extremidade, ao contacto com o solo, desenvolvem-se raízes endógenas providas de coifa e pêlos absorventes.

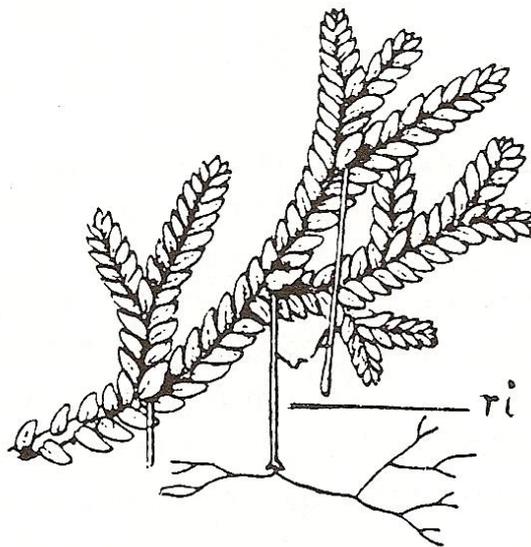


FIGURA 39 - *Selaginella* sp., aspecto parcial dum indivíduo provido de rizóforos (ri). EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

41. Várias plantas superiores apresentam simultaneamente uma ou mais formas de caules aéreos e subterrâneos. Tratando-se de espécies com um caule aéreo e outro subterrâneo obviamente que estes são diferentes, pelo que são inúmeros os casos de *taxa* com **dimorfismo caulinar**.

No entanto, uma forma muito particular - menos difundida e por isso mesmo mais curiosa - de dimorfismo caulinar, diz respeito às espécies que apresentam dois tipos de caules aéreos, como é, por exemplo, o caso de algumas espécies de *Equisetum* (e.g. *E. telmateia* e *E. arvense*), em que a par de caules estéreis (vegetativos), com ramos verdes, abundantemente ramificados, se formam outros, férteis, não ramificados, desprovidos de clorofila.

Algumas **angiospérmicas dióicas**, como sejam algumas *Alexgeorgea* spp. (*Restionaceae*), apresentam um **dimorfismo sexual muito acentuado**, tendo os indivíduos masculino e feminino aspectos fortemente dissemelhantes (**FIGURA 141**). Alguns espermatófitos apresentam dois tipos de ramos, curtos e longos, igualmente bastante dimórficos.

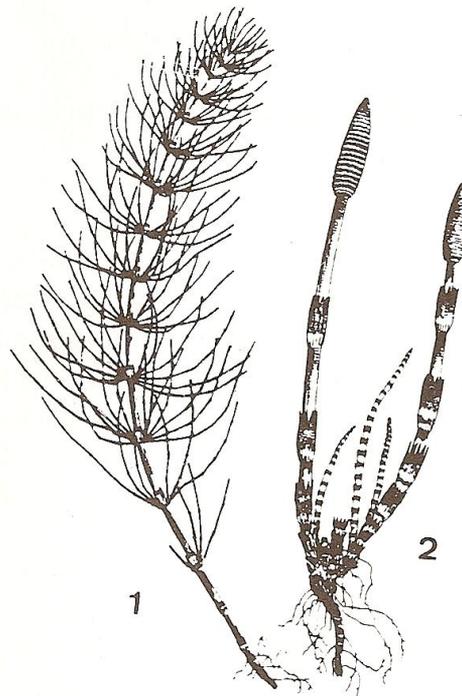


FIGURA 40 - Caules aéreos fortemente dimórficos de *Equisetum telmateia*: I, caule fértil, verde, ramificado; 2, caule estéril, desprovido de clorofila, não ramificado.

42. Todos os órgãos, desde os caules até aos estames e ovários podem apresentar pêlos dos mais variados tipos e tamanhos. Os mais invulgares, são porventura:

- os pêlos acrescentes, carnudos, que revestem a parede interna do ovário, vindo a constituir a parte comestível dos hesperídios dos citrinos (e.g. laranja, limão ... etc.).
- os pêlos acrescentes, bastante longos que revestem as sementes, no caso do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) e que têm uma importante utilização industrial.
- os pêlos secretores de inúmeras plantas carnívoras e não carnívoras, incluindo o caso dos pêlos urticantes de várias espécies de *Urtica*.
- os pêlos absorventes especiais das plantas aerícolas.
- pêlos particularmente ramificados.

- pêlos colectores, localizados normalmente à volta e por baixo do estigma e cuja finalidade é ajudar a reter o pólen (e.g. certas compostas e campanuláceas).
- pêlos uncinados, terminando geralmente por um pequeno gancho que permite à planta agarrar-se facilmente a outras e trepar sem no entanto ser nem volúvel nem gavinhosa (e.g., *Gallium* spp.).
- pêlos intercelulares, ramificados, em T ou H ("spicular cells" de *Monstera* spp.).

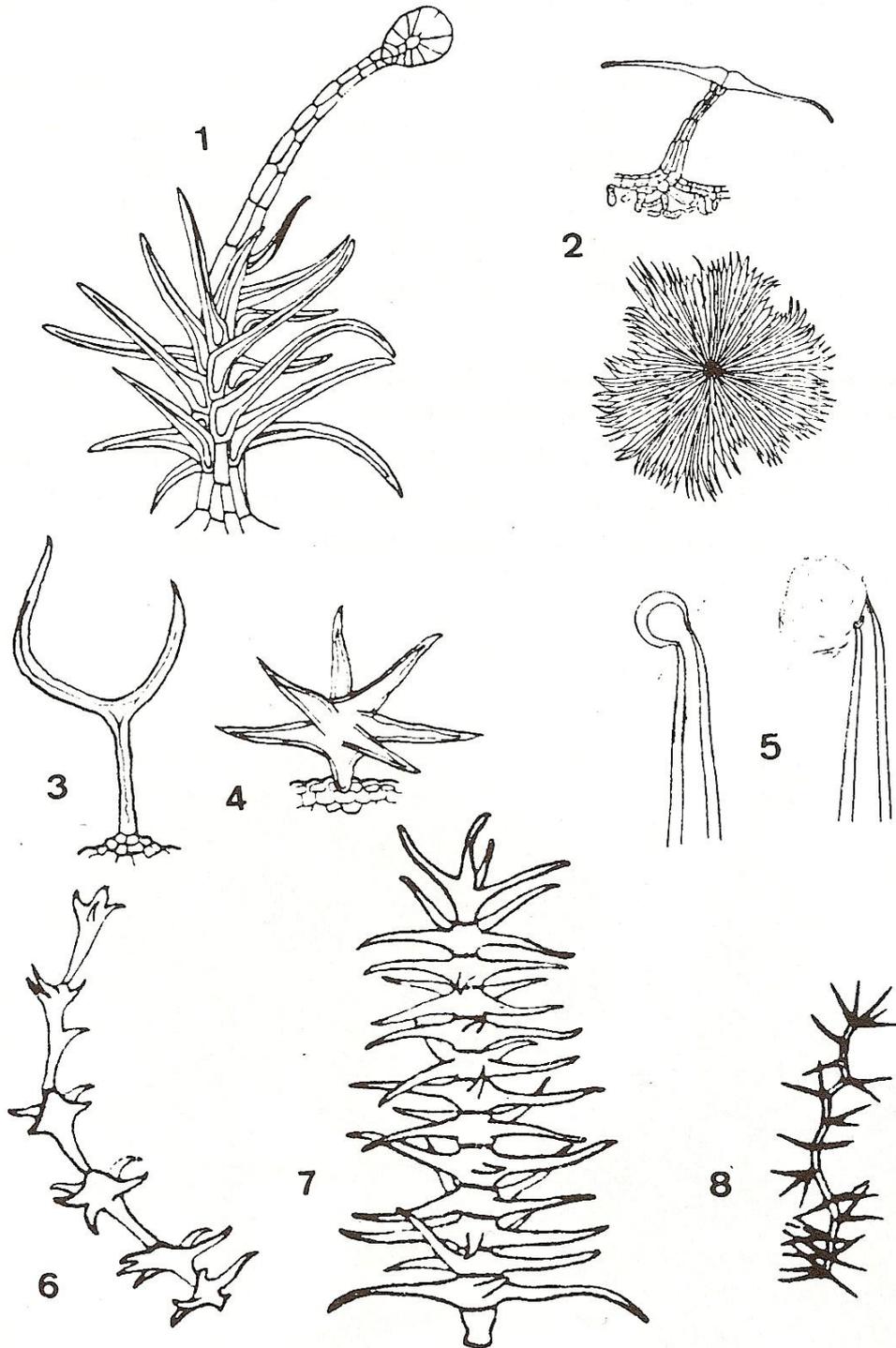


FIGURA 41 - 1, pêlo particularmente ramificado de uma melastomatácea; 2, pêlo peltado de *Shepherdia canadensis* (*Elaeagnaceae*) em corte (em cima) e em vista frontal (em baixo); 3-4, pêlos de duas malpigiáceas (*Malpighiaceae*); 5, pêlo urticante de *Urtica urens*, antes da fractura da extremidade (à esquerda) e após tal ter acontecido (à direita) vendo-se a extravasão do conteúdo celular; 6-8, pêlos repetidamente ramificados de *Loranthus* spp. (6 e 7) e *Verbascum thapsus* (8). Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

43. Alguns hemiparasitos apresentam uma extraordinária semelhança - tanto no estado vegetativo como no que diz respeito às inflorescências - com os seus hospedeiros.

Tal fenómeno é conhecido por **mimetismo** e resulta em muitos casos apenas de um processo evolutivo convergente, já que parasito e hospedeiro evoluíram sempre nas mesmas condições de meio. Noutros casos costuma atribuir-se uma finalidade: a de garantir uma defesa acrescida contra os herbívoros, tomando o hemiparasito o aspecto do hospedeiro já que este não é procurado pelos animais.

Embora este fenómeno atinja a máxima diversidade e complexidade na Austrália (WEBER & FORSTREUTER, EDS., 1987) em que nos casos de mimetismo mais acentuado, só uma análise cuidada permite distinguir os hemiparasitos (*Ameyma miquelii*) dos seus hospedeiros (*Eucalyptus* spp.), mesmo entre nós, nos Açores, é possível notar um certo mimetismo entre *Juniperus brevifolia* (zimbros ou cedros-da-mato) e o seu hemiparasito, *Arceuthobium azoricum* (espigos-de-cedro).

O termo mimetismo é também utilizado, por vezes, para referenciar a semelhança de certas plantas com objectos ou animais, tal é o caso, por exemplo, de algumas aizoáceas (e.g., *Pleiospilos* spp., *Lithops* spp.) que se assemelham fortemente às pedras entre as quais vivem e do labelo de algumas orquídeas, que faz lembrar bastante o corpo de certos insectos, uma aranha, no caso de *Ophrys sphegodes* e uma abelha, em *Ophrys apifera*.

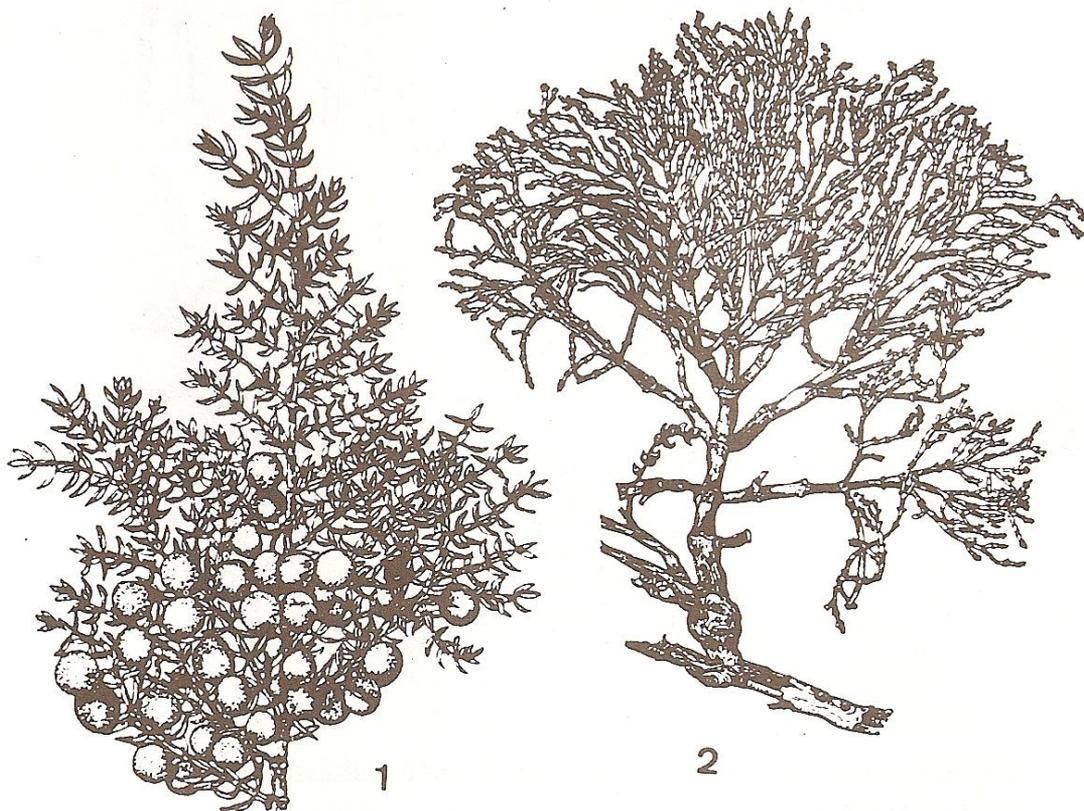


FIGURA 42 - Mimetismo: 1, Hospedeiro, *Juniperus brevifolia*; 2, hemiparasito, *Arceuthobium azoricum*.

44. Algumas liliáceas são afilas ou apresentam folhas reduzidas a escamas, pelo que são os caules laminares (**cladódios** ou **filocládios**) que desempenham as funções normalmente reservadas às folhas. Outras, apenas apresentam um número muito reduzido de folhas pequenas que cedo desaparecem, não tendo os indivíduos na floração quaisquer folhas (à excepção das escamas dos bolbos e das gemas). *Schizobasis* é um dos géneros em que tal acontece, tomando os indivíduos na floração um

aspecto bastante particular.

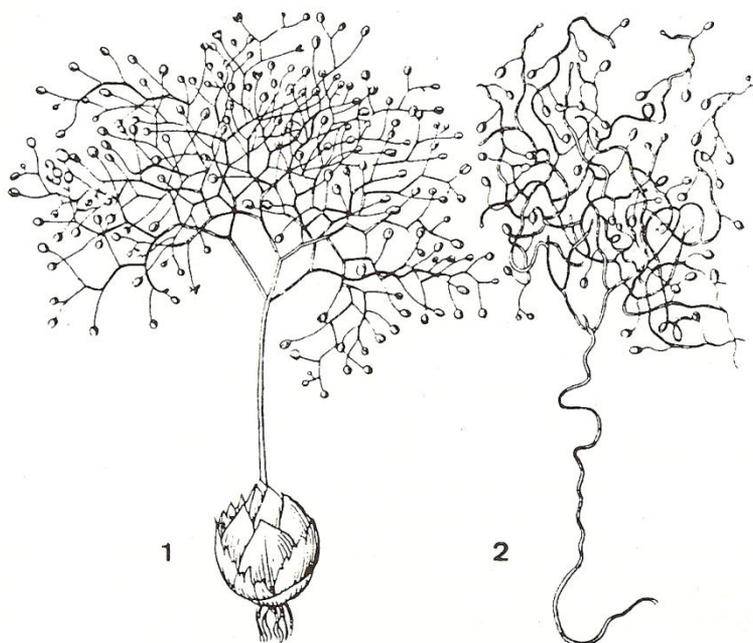


FIGURA 43 - 1, *Schizobasis intricata*, espécie afila na floração; 2, *Schizobasis cuscutoides*, parasito de caule volúvel, pouco ou nada ramificado; indivíduo em floração. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

FOLHA

INTRODUÇÃO

As folhas têm origem nos meristemas apicais dos caules, formando-se à periferia destes, exogenamente, a partir dos esboços foliares. Apenas as primeiras folhas (as primordiais ou embrionárias) têm origem directamente no embrião.

Ao contrário do caule e da raiz, a folha apresenta geralmente simetria bilateral e não radial (embora o pecíolo e mesmo o limbo de certas folhas apresentem simetria radial, 34). Por outro lado, são pouco frequentes os casos de espessamento secundário. Quando este ocorre, mesmo assim, apresenta-se restringido ao pecíolo e às nervuras principais. No entanto, as folhas modificadas que constituem os catáfilos de certos gomos podem apresentar inclusive a formação de uma periderme.

A função das folhas é a de órgão de assimilação por excelência, onde a síntese de compostos orgânicos a partir de água, sais minerais, dióxido de carbono e energia solar pelo processo fotossintético é activamente levada a cabo. No entanto, as folhas são também a sede principal de desempenho das funções respiratória e da transpiração.

A inserção das folhas no caule pode ser bastante diversa: filotaxia alterna, oposta (oposto-dística e oposto-cruzada ou decussada) e verticilada.

A maioria dos espermatófitos apenas apresenta folhas aéreas ou aquáticas. No entanto, algumas plantas aquáticas apresentam folhas emersas, flutuantes e imersas, por vezes, inclusive, morfologicamente diferentes. Algumas plantas terrestres, como a cebola, apresentam simultaneamente folhas subterrâneas (escamas do bolbo desprovidas de clorênquima mas ricas em parênquima de reserva) e folhas aéreas.

De um ponto de vista anátomo-morfológico as folhas das *Liliopsida* Monocotiledóneas) e *Magnoliopsida* (Dicotiledóneas) constituem tipos bastante distintos. Nas primeiras, o mesófilo é normalmente simétrico e homogêneo, os estomas dispõem-se tanto na epiderme adaxial como na abaxial, as folhas apresentam-se normalmente constituídas por bainha e limbo (algumas vezes também por pecíolo), a nervação é paralelinérvea.

Nas Dicotiledóneas, o mesófilo é normalmente heterogêneo e assimétrico, apenas a epiderme inferior apresenta geralmente estomas, as folhas não apresentam bainha e a sua nervação é normalmente peninérvea ou palminérvea.

Nas folhas sésseis apenas existe o limbo. E em certas *Acacia* spp., a folha apresenta-se reduzida ao pecíolo, constituindo um filódio (60).

As folhas podem apresentar um só limbo e, por mais profundamente recortado que este seja, denominam-se folhas simples. Muitas espécies têm folhas compostas ou mesmo recompostas, constituídas por vários limbos ou folíolos, geralmente distintamente peciolulados (o que está na base da sua distinção dos segmentos das folhas profundamente recortadas). Um caso limite diz respeito às folhas compostas unifolioladas dos citrinos (*Citrus* spp.) (54).

As folhas podem apresentar as mais variadas formas, sendo importante, em termos taxonómicos, conhecer não só a sua forma geral como igualmente as formas da base e do ápice, bem como as dos folíolos ou dos segmentos quando for caso disso.

Muitas espécies exibem heterofilia ou dimorfismo foliar no sentido em que apresentam folhas jovens diferentes das adultas, caso, por exemplo, do eucalipto (*Eucalyptus globulus*) ou folhas diferentes consoante a posição que estas ocupam (caso de muitas espécies aquáticas, com folhas emersas, flutuantes e imersas e de muitas espécies terrestres com folhas basilares diferentes das caulinares) (46).

As suas dimensões são também muito variáveis, desde menos de 1 mm em certas lemnáceas, até mais de 15 metros nos casos da palmeira da ráfia (*Raphia farinifera*) e da palmeira bambu da amazónia (*R. toedigera*). Mesmo assim, as folhas nestes casos apresentam crescimento limitado, sendo o caso das folhas de *Welwitschia mirabilis*, muito mais invulgar pois nesta espécie as folhas apresentam crescimento ilimitado ou seja que se verifica durante toda a vida da planta (48).

À parte o caso das folhas inteiras, que não apresentam qualquer recorte, as folhas podem ter recorte marginal (dentadas, serradas, crenadas), ou profundo (lobadas, fendidas, partidas e sectas), ou mesmo simultaneamente ambos os tipos de recorte.

As folhas podem apresentar as mais variadas colorações e indumento (desde as folhas glabras até às densamente lanosas). A sua consistência é igualmente bastante variável, por exemplo, são carnudas as folhas do chorão (*Carpobrotus edulis*), herbáceas as da batateira, *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*) e coriáceas as do azevinho (*Ilex aquifolium*).

A duração da vida das folhas está na base da distinção: 1) nas plantas herbáceas plurianuais, das **espécies vivazes** que renovam todos os anos a parte aérea e das **espécies perenes** em que tal não acontece; 2) nas perenes arbóreas, das espécies **caducifólias** ou de folha caduca (que se apresentam anualmente despidas de folhas na estação invernal) e das espécies **perenifólias** ou de folha persistente cujas folhas têm uma maior longevidade e são renovadas não de uma forma brusca, ou seja todas num período de tempo muito curto, mas de forma gradual. A queda das folhas é desencadeada hormonalmente nos vegetais e devidamente preparada por estes com a formação da zona de abscisão foliar na base do pecíolo (que compreende, uma camada de cicatrização e outra de abscisão propriamente dita).

Além daquelas que já foram referidas, algumas das principais adaptações da folha dizem respeito:

- à **acumulação de reservas** (folhas transformadas que constituem as escamas dos bolbos) ou simplesmente água (folhas carnudas).

- ao **desempenho de funções que normalmente incumbem às raízes** (caso das folhas imersas finamente recortadas e densamente revestidas de pêlos de *Salvinia natans*, pteridófito aquático).

Em certos epífitos algumas folhas embora não substituindo as raízes, auxiliam aquelas nas suas funções. Tal é o caso, por exemplo, das folhas colectoras, em forma de úrnula, de *Dischidia rafflesiana* (47).

- à **necessidade de assegurar a capacidade trepadora** a certas espécies. Caso da transformação das folhas em gavinhas ou espinhos (45,50,53).

Em *Lathyrus aphaca*, toda a folha se apresenta transformada em gavinha sendo as estípulas, foliáceas, que se assumem como entidade fotossintetizadora por excelência.

- ao desenvolvimento de **armadilhas para captura de insectos** no caso das espécies insectívoras; caso das ascídias (*e. g., Nepenthes, Utricularia*) normalmente providas de uma "tampa", ou de folhas que se dobram fechando-se sobre a nervura média (*e.g., Dionaea muscipula*), ou ainda de folhas simplesmente revestidas de pêlos secretores de mucilagens e de enzimas proteolíticas (*e.g., Drosera, Drosophyllum*).

- à **resistência à secura**. Folhas coriáceas, com indumento denso, espessamente cutinizadas, transformadas em espinhos, minúsculas ou mesmo inexistentes ou então carnudas.

- à **adaptação à reprodução**.

As brácteas são folhas modificadas que protegem as flores ou as inflorescências no seu conjunto.

É discutível se toda a flor é ou não um mero ramo modificado. Independentemente disso, algumas peças florais, sobretudo as sépalas de certas espécies são anátomo-morfologicamente muito semelhantes às folhas fazendo crer que não passam realmente de folhas modificadas.

45. Gavinhas de origem caulinar ou foliar, ramificadas ou não, aparecem com relativa frequência entre as Dicotiledóneas. Invulgares são, no entanto, as gavinhas caulinares de certas espécies de *Parthenocissus* (*e. g., P. tricuspidata*) e de algumas bignoniáceas (*e.g., Claziova bauhinioides*) que são providas nas extremidades de verdadeiras ventosas em forma de disco adesivo.

Muito mais raramente, como acontece nalgumas lianas do género *Pterisanthes* e em *Cardiospermum*

halicacabum, inflorescências completas ou pelo menos algumas flores formam-se sobre as gavinhas.

Em *Vanilla* (baunilhas) formam-se por vezes gavinhas de natureza radicular, que partem das raízes epígeas destas plantas. As angiospérmicas aquáticas do género *Zannichellia* e a espécie *Hydrilla verticillata*, dispõem igualmente de gavinhas de natureza radicular.

Muito invulgares são também as folhas transformadas em gavinha do feto *Lygodium volubile* que assim adquire o hábito trepador (extremamente raro entre os Pteridófitos)

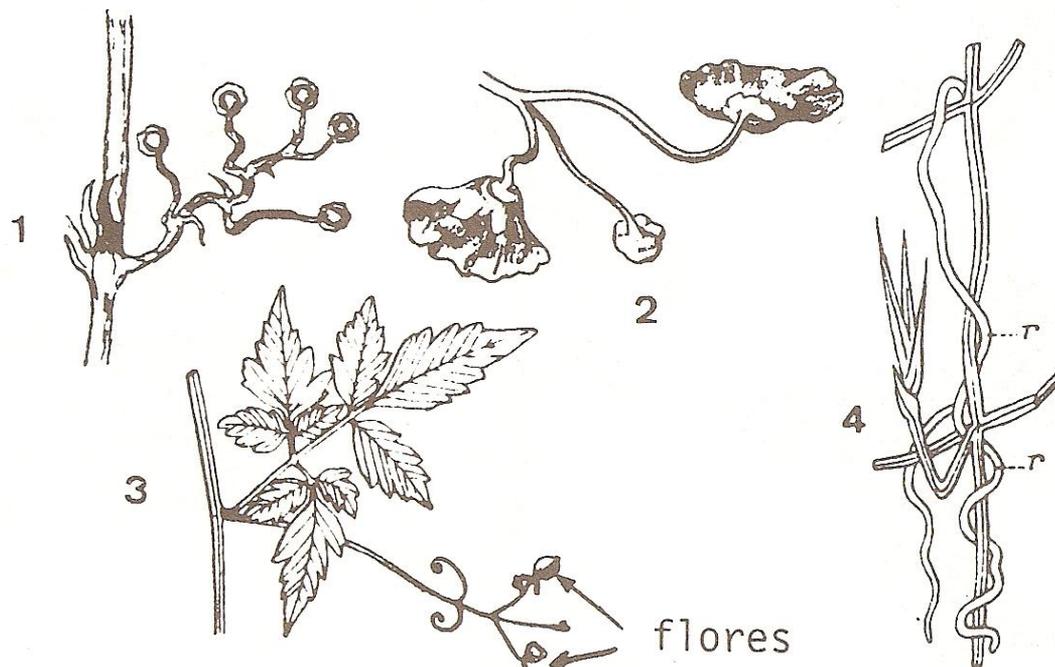


FIGURA 44 - A, *Parthenocissus tricuspidata*, gavinha com discos adesivos; B, *Claziova bauhinioides*, parte duma gavinha com discos adesivos (ventosas); C, gavinha de *Cardiospermum halicacabum* terminada em inflorescência; D, gavinha de natureza radicular em *Zannichellia* sp. Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960) .

46. Pode dizer-se que a **heterofilia** é relativamente frequente. Muitas espécies apresentam folhas jovens e folhas adultas diferentes, como é o caso dos eucaliptos (*Eucalyptus spp.*), de certas acácias (*Acacia spp.*) e do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). Outros Espermatófitos apresentam inclusive, como acontece em *Helleborus foetidus*, entre as folhas primordiais e as adultas, inúmeras formas de transição.

A heterofilia "de posição", é muito difundida entre plantas aquáticas, havendo a tendência para as folhas submersas se apresentarem mais finamente recortadas que as emersas (muitas vezes inteiras) no sentido de maximizar a relação superfície/volume respondendo melhor aos factores limitantes que em meio aquático são a luz e o ar. Em certas *Sagittaria spp.*, ocorrem três tipos de folhas morfológicamente distintos, coincidindo com a sua localização emersa, flutuante ou imersa na água.

Em certas espécies terrestres a heterofilia parece querer também visar um melhor aproveitamento da energia luminosa. Tal é o caso de certas gesneriáceas, que apresentam folhas maiores dispostas alternadamente e nos espaços entre si, onde não caberiam folhas de igual dimensão, outras bastante menores; o conjunto apresentando assim uma área com poucas aberturas.

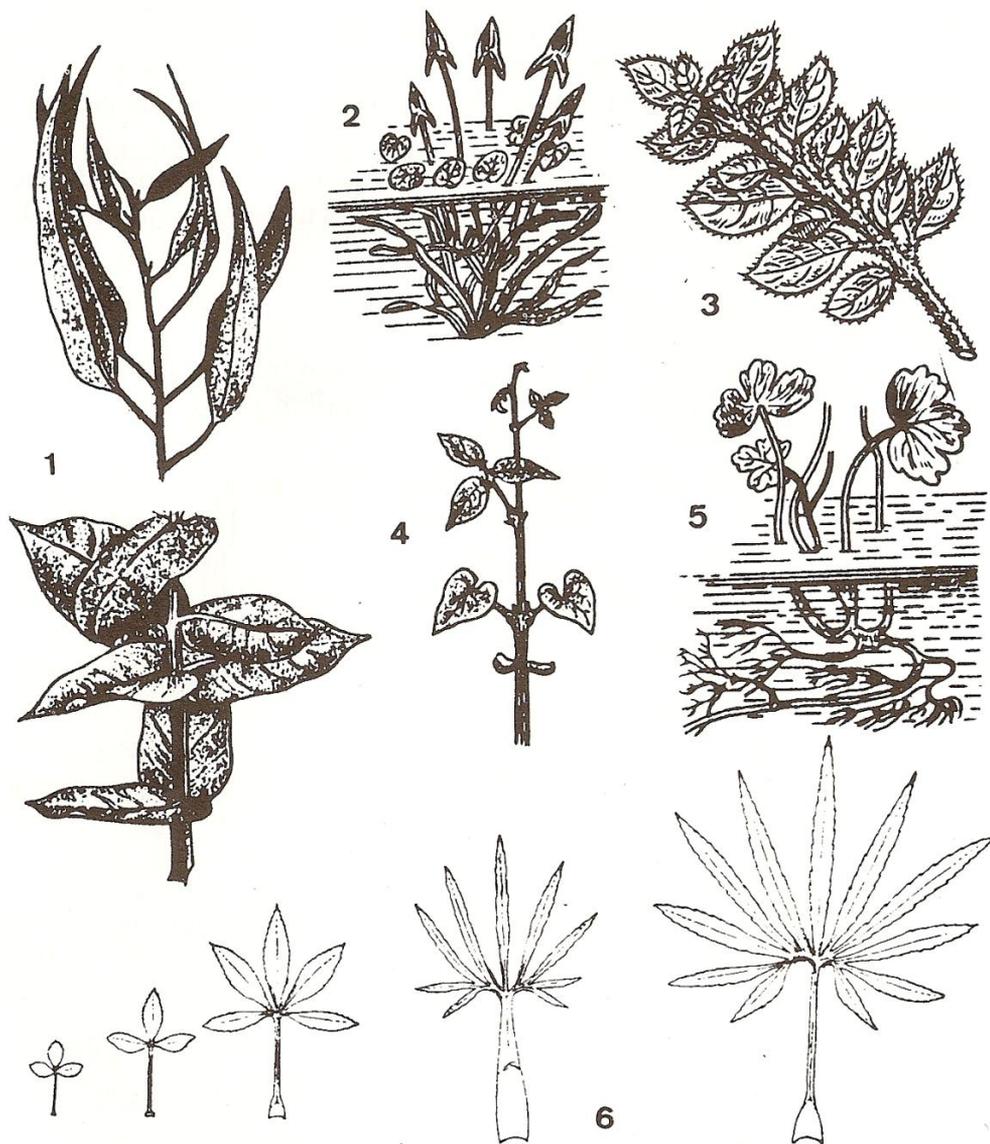


FIGURA 45 -1, *Eucalyptus globulus*, folhas juvenis (em baixo) e adultas (em cima); 2, *Sagittaria* sp. em que estão presentes 3 tipos morfológicamente distintos de folhas, aéreas, flutuantes e submersas; 3, raminho heterófilo de uma gesneriácea; 4, *Phaseolus vulgaris* (feijoeiro) com folhas cotiledonares, primordiais e adultas; 5, *Ranunculus aquatilis* com folhas submersas e aéreas muito diferentes na forma; 6, *Helleborus foetidus*, folha primordial e adulta, e formas de transição.

1-5, Adap. FERRI (1979); 6, Adap. STRASBURGER *et al.* (1974).

47. Um aspecto bastante curioso de heterofilia diz respeito à existência em certas espécies das chamadas **folhas colectoras** também designadas por **celófilos**. Tais folhas, que coexistem na mesma planta ao lado de outras normais, têm geralmente a forma de uma ou saco e destinam-se a acumular detritos vegetais, poeiras e água, que se transformam em húmus. Na sua axila, ou próximo desta, formam-se raízes que se dirigem para o interior destas folhas colectoras para daí retirarem os seus nutrientes. Embora este aspecto seja muito mais frequente entre os pteridófitos (*e.g.*, *Drynaria rigidula*, *Platycerium alcicorne* e *Drynaria quercifolia*), algumas plantas com flor não o deixam de apresentar (*e.g.*, *Dischidia rafflesiana*, uma asclepiadácea).

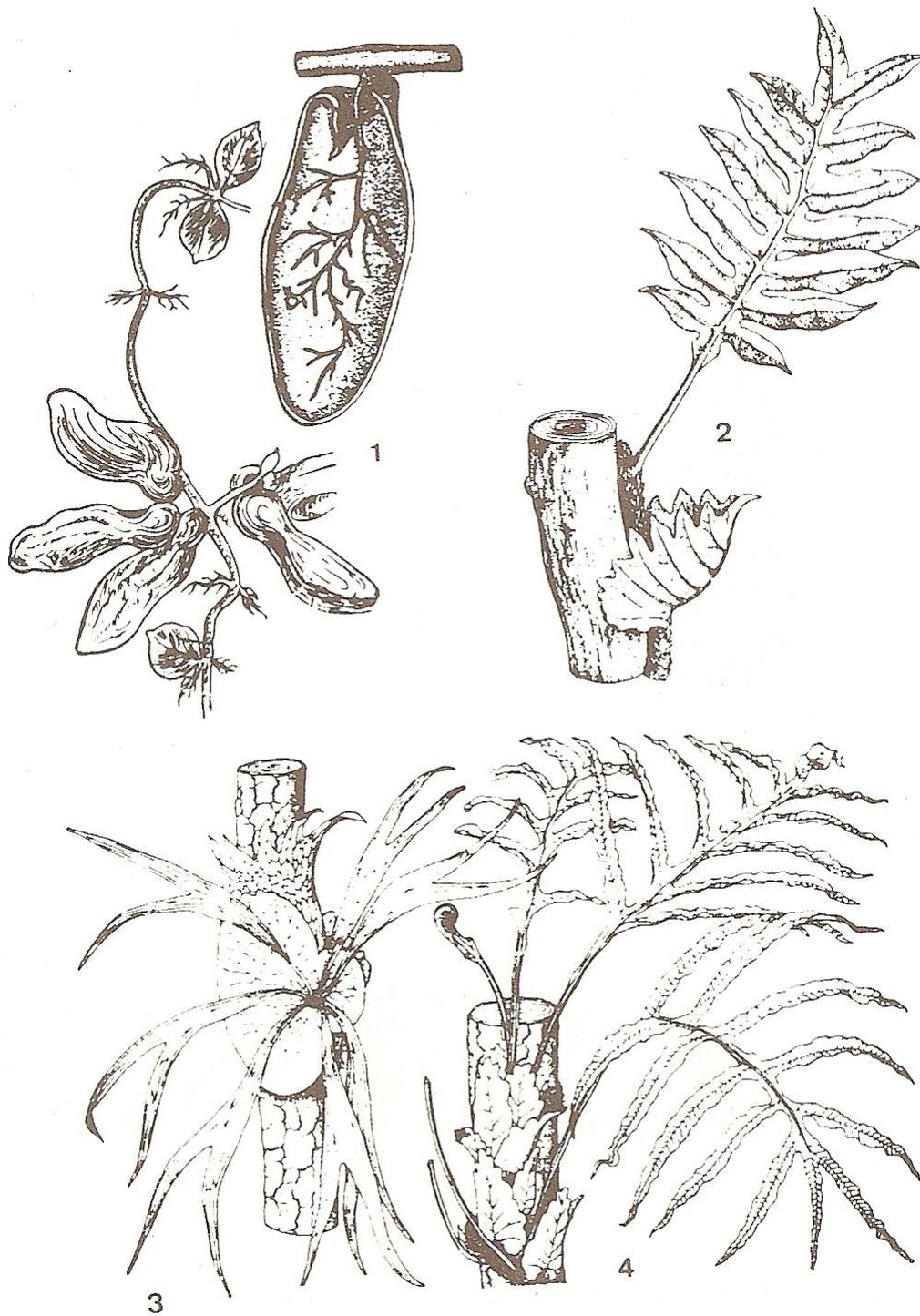


FIGURA 46 - 1, *Dischidia rafflesiana*, aspecto geral e pormenor de uma folha colectora com a respectiva raiz adventícia no seu interior (depois de ter sido retirado o húmus para melhor observação); 2, *Drynaria rigidula*, porção do rizoma com uma folha normal e outra colectora; 3, *Platycerium alcicorne*, folhas normais e colectoras; 4, *Drynaria quercifolia*. folhas normais e colectoras. 1, Adap. FERRI (1979); 2, FONT QUER (1977); 3 e 4, STRASBURGER *et al.* (1974).

48. O crescimento limitado das folhas é uma constante entre as plantas superiores. No entanto, as folhas de *Welwitschia mirabilis* apresentam **crescimento basal ininterrupto durante toda a vida da planta**, podendo atingir mais de 3 metros. Algumas espécies das *Burseraceae*, *Meliaceae*, *Sapindaceae* e

Vochysiaceae têm folhas com algumas características próprias dos eixos (EMBERGER & CHADEFAUD, 1960). Assim, em *Tristiropsis canarioides*, *Blighia sapida* e *Guarea rhopalocarpa*, a ráquis de cada folha composta termina num meristema que é responsável pela formação em cada um dos períodos de vegetação por novos folíolos. Na maior parte das espécies do gênero *Chisocheton* as folhas apresentam **crescimento indeterminado**. E, as folhas compostas de *Aporrhiza talboti* apresentam os folíolos inseridos na ráquis com uma filotaxia e divergência determinadas, como se de um caule se tratasse.

As folhas de certos pteridófitos (*Lygodium* spp. e *Neurophyllum* spp.) mantêm no ápice algumas iniciais que asseguram q. seu crescimento praticamente de forma indeterminada. Em *Neurophyllum rhizophyllum* este meristema apical emite mesmo, mais tarde, uma raiz aérea, adventícia.

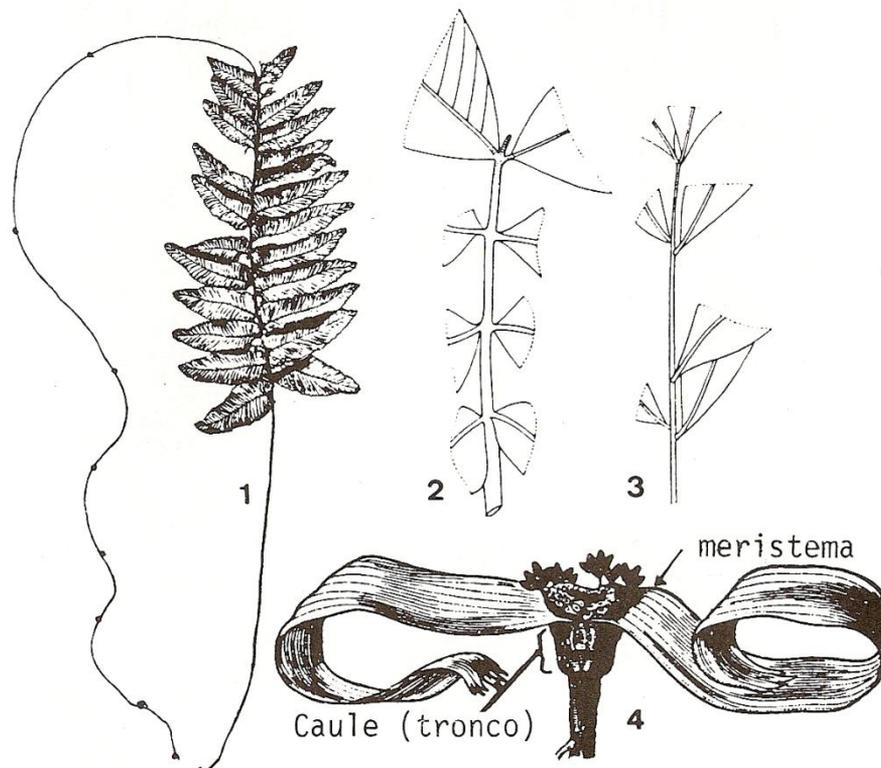


FIGURA 47 - 1, folha de *Neurophyllum rhizophyllum*, mantendo no ápice algumas iniciais que asseguram o seu crescimento apical praticamente de forma indeterminada até à emissão de uma raiz aérea; 2-3, folhas de sapindáceas com algumas características próprias dos eixos; 2, folha composta de *Blighia sapida* cuja ráquis termina por uma gema; 3, folha composta de *Aporrhiza talboti*, cujos folíolos se encontram inseridos na ráquis com uma filotaxia e divergência determinadas, como se de um caule se tratasse; 4, *Welwitschia mirabilis*, gimnospérmica com folhas de crescimento intercalar indeterminado. 4, CAMEFORT (1977); restantes, EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

49. Os **cletrófilos**, ou seja folhas que estiveram sujeitas ao processo de **fenestração**, apresentam um limbo com perfurações. Na origem destas, esteve geralmente a formação de anéis dispersos de tecido suberificado que isolam as várias porções centrais de tecido, que, morrendo, deixam espaços que passam a constituir as perfurações.

Os cletrófilos ou folhas cletradas ou fenestradas são bastante raros, apenas ocorrendo em algumas aráceas

(e.g., *Monstera deliciosa*), e em *Aponogeton madagascariensis* (*Aponogetonaceae*). Esta última é notável pelo aspecto fenestrado em elevadíssimo grau das suas folhas.

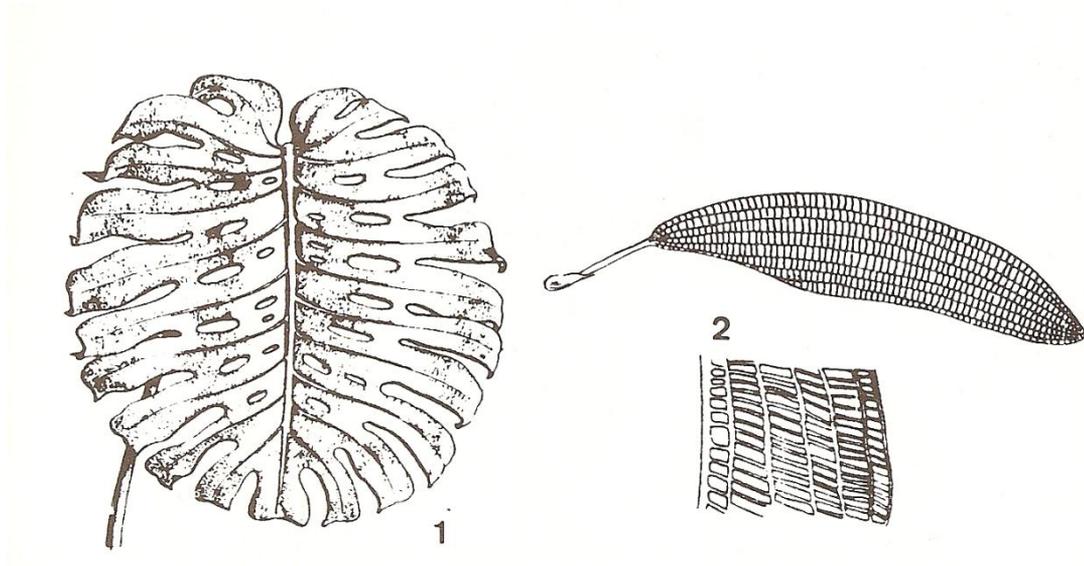


FIGURA 48 - 1, Cletrófilo de *Monstera deliciosa*; 2, cletrófilo de *Aponogeton madagascariensis*, aspecto geral e pormenor de parte duma das folhas em que é visível o seu aspecto altamente fenestrado. 1, FONT QUER (1977); 2, Adap. LAWRENCE (1977).

50. Em certos casos, a passagem das folhas vegetativas normais a outras transformadas em espinhos faz-se de forma muito gradual estando presentes inúmeras formas de transição.

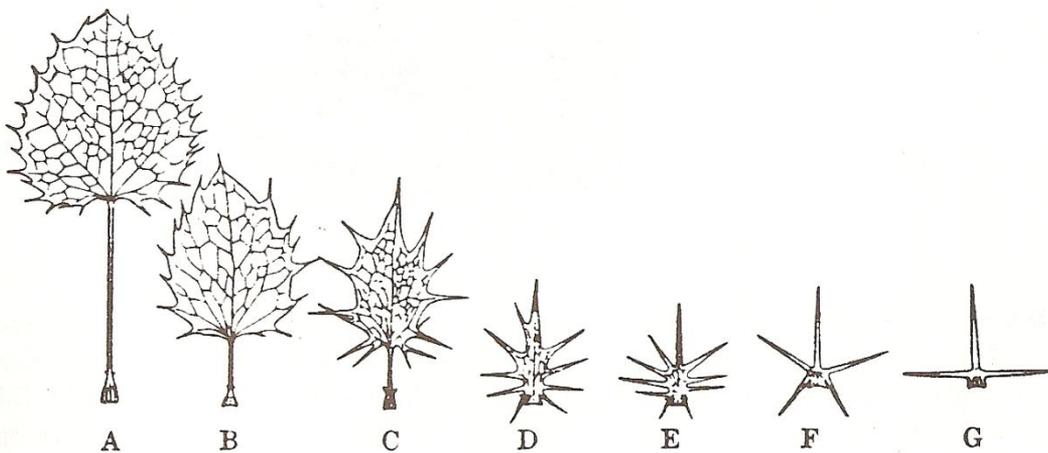


FIGURA 49 - *Berberis vulgaris*: A, folha normal; F a G, espinhos de 5 e 3 pontas respectivamente; B a E, formas intermédias. STRASBURGER *et al.* (1974).

51. Entre as folhas com aspecto mais fora do comum contam-se as seguintes:

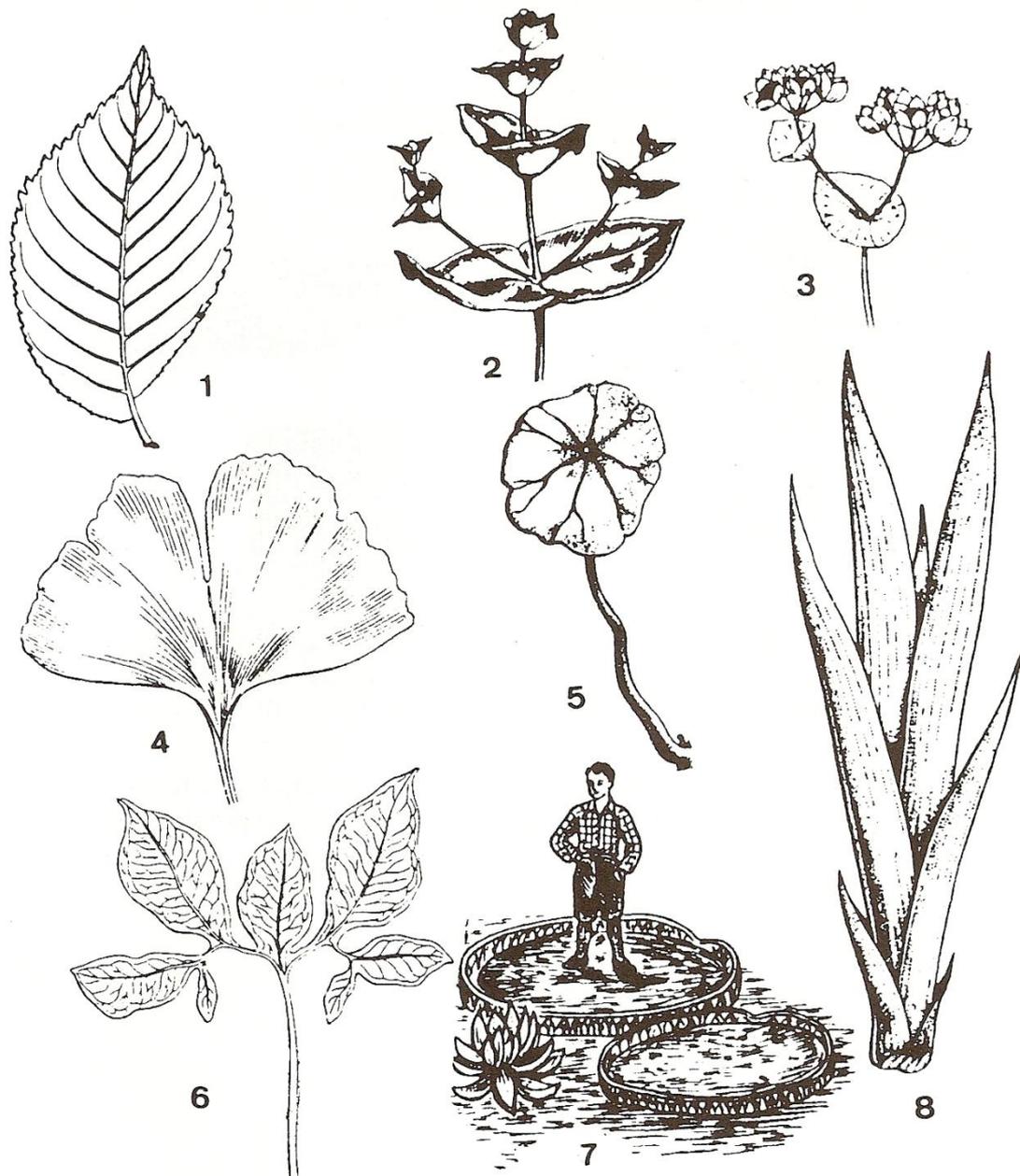


FIGURA 50 - 1, folha assimétrica de *Ulmus* sp.; 2, folhas adunadas de *Lonicera implexa*; 3, folhas perfolhadas de *Bupleurum rotundifolium*; 4, folhas flabeliformes de *Ginkgo biloba*; 5, folha peltada de *Tropaeolum majus*; 6, folha pedada de *Amorphopallus bulbifer*; 7, folhas enormes, flutuantes, de *Victoria amazonica*; 8, folhas ensiformes e equitantes de *Iris* sp.

6, FONT QUER (1977); restantes, STRASBURGER *et al.* (1974),

52. Em *Salvinia natans*, **uma das folhas toma o aspecto e desempenha as funções da raiz**. Os indivíduos desta espécie aquática apresentam em cada nó três folhas das quais duas são verdes, ovadas e flutuantes e uma terceira folha, submersa, apresenta-se finamente dividida em numerosas lacínias filiformes densamente revestidas de pêlos, desempenhando as funções das raízes que faltam neste pteridófito.

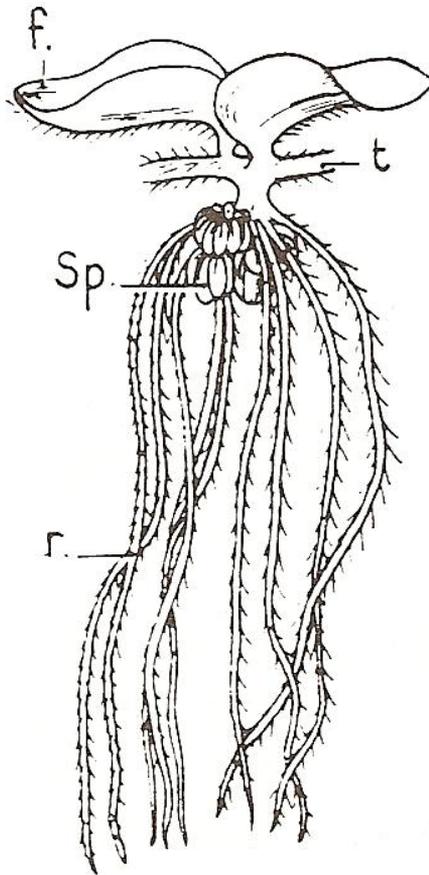


FIGURA 51 - *Salvinia natans*: indivíduo com três folhas, duas flutuantes (f) e uma submersa (r), finamente dividida em numerosas lacínias filiformes densamente revestidas de pêlos e que desempenha as funções das raízes que são inexistentes; t, caule; sp, esporocarpos. CAMEFORT (1977).

53. Em *Cucurbita pepo* (aboboreira) podem encontrar-se, numa mesma planta, variadíssimas formas de transição entre a folha e a gavinha típica.

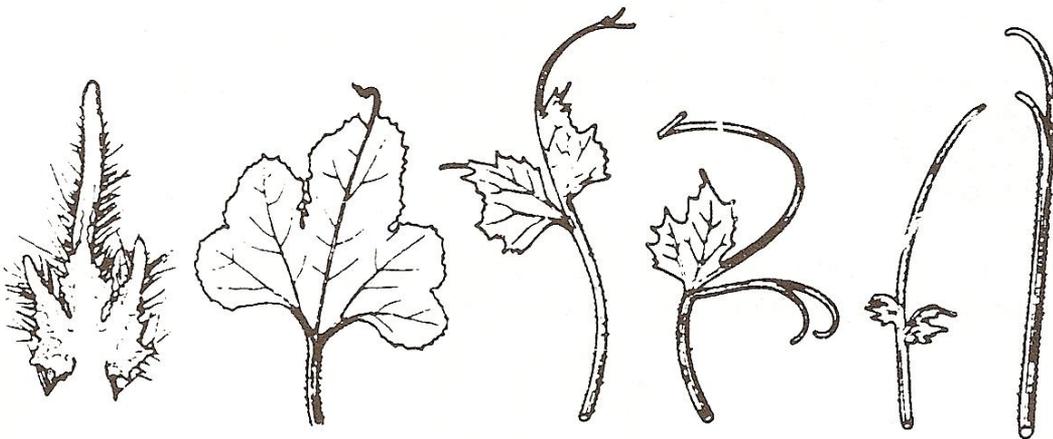


FIGURA 52 - *Cucurbita pepo*, aspecto da passagem gradual da folha à gavinha típica. STRASBURGER et al. (1974).

54. As folhas compostas e recompostas são relativamente usuais entre os vegetais superiores, no entanto, as folhas compostas 2-folioladas e o "caso limite" das **folhas compostas unifolioladas** são bastantes raros.

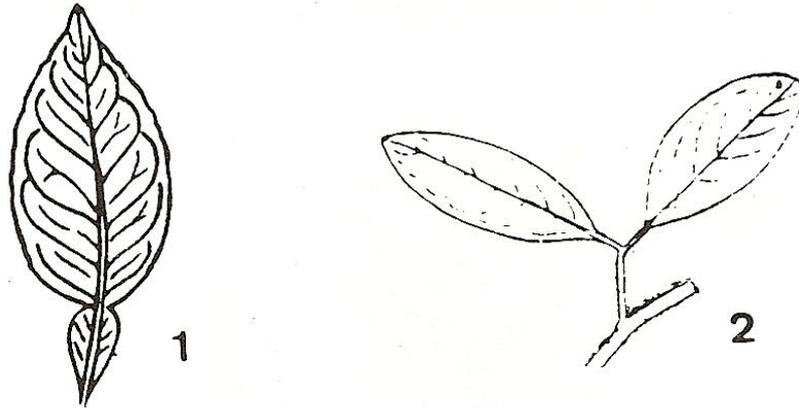


FIGURA 53 - 1, folha composta 1-foliolada de *Citrus* sp.; 2, folha composta 2-foliolada de *Balanites* sp. 1, FERRI (1979); 2, HUTCHINSON (1973).

55. A nervação dicotômica, tão frequente entre os pteridófitos (e gimnospermas mais primitivas, caso de *Ginkgo biloba*), apenas é conhecida em dois pequenos géneros de angiospermas, *Circaeaster* e *Kingdonia*. As folhas 3-nerveas de *Ziziphus* têm também um padrão de nervação muito pouco comum.

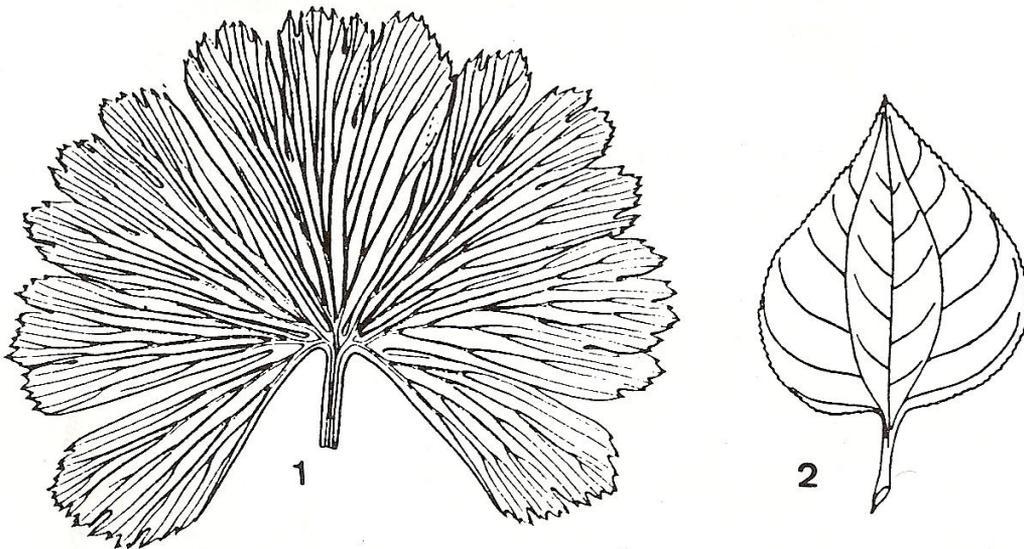


FIGURA 54 - 1, folha com nervação dicotômica de *Kingdonia uniflora*; 2, folha 3-nervea de *Ziziphus mucronata*. 1, GIFFORD & FOSTER (1988); 2, EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

56. Em *Gleditsia* spp. (e.g., *G. triacanthos*), formam-se num mesmo indivíduo folhas compostas e recompostas por vezes acompanhadas de folhas com formas intermédias ou de transição, cujas pínulas parciais são diferentes.

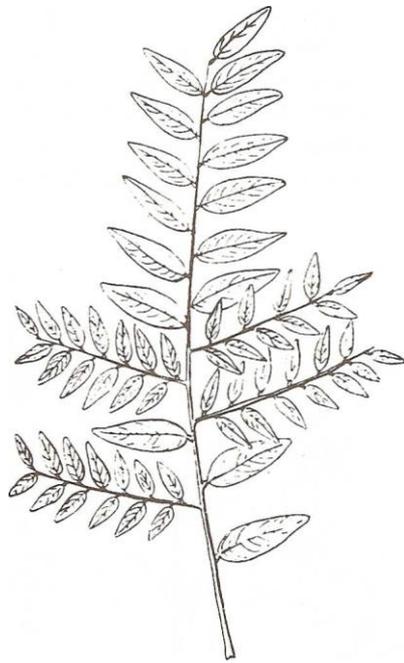


FIGURA 55 - Folha de *Gleditschia triacanthos*, forma de transição entre a folha composta e recomposta típicas, mostrando o dimorfismo das suas pínulas. EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

57. Em *Pathos* (*Araceae*), o pecíolo apresenta-se frequentemente largamente alado e articulado com o limbo, tomando as folhas um aspecto muito particular.

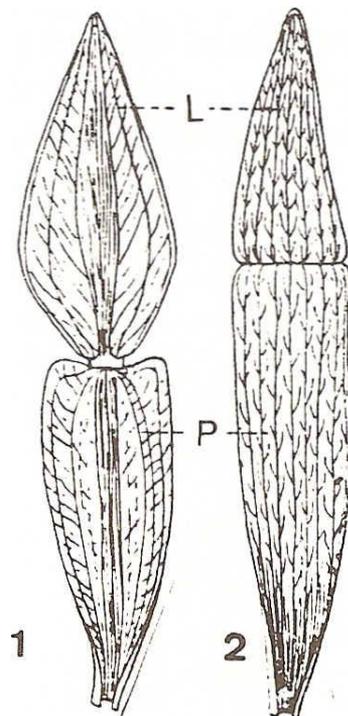


FIGURA 56 - Folhas simples com o limbo articulado com o pecíolo de duas aráceas: 1, *Pothos scandens*; 2, *Pothos lobbianum* - P, pecíolo; L, limbo. EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

58. Outro dos aspectos particulares que o pecíolo pode apresentar diz respeito ao caso em que este é carnudo e largamente dilatado pela presença de um abundante aerênquima que assim assegura a flutuação destas espécies aquáticas. É o que acontece, por exemplo, no jacinto aquático (*Eichhornia crassipes*) e em *Trapa*. Neste último género, existem também folhas submersas, muito menores e raízes (ou estípulas, segundo outros autores) plumosas e providas de clorofila.

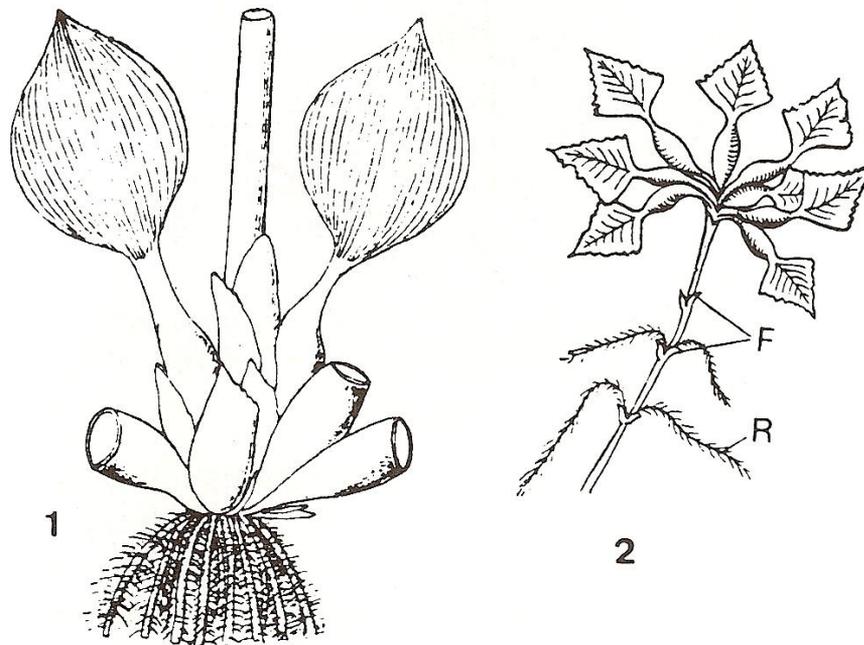


FIGURA 57 - Folhas com pecíolos dilatados pela presença de um aerênquima abundante: 1, *Eichhornia crassipes*; 2, *Trapa natans*. Notar a existência de folhas submersas muito mais pequenas (F) e de raízes (ou estípulas, segundo outros autores) plumosas, providas de clorofila (R). 1, HUTCHINSON (1973); 2, CAMEFORT (1977).

59. As estacas caulinares constituem sem dúvida os propágulos mais utilizados em multiplicação vegetativa. No entanto, as folhas de certas espécies podem também ser utilizadas com êxito para tal fim. É o que se passa, por exemplo, com as **estacas foliares** de certas *Begonia* spp., muito utilizadas na sua multiplicação.



FIGURA 58 - Estaca foliar de *Begonia* sp. em que se pode observar o desenvolvimento de vários indivíduos sobre o pecíolo e nervuras principais. FONT QUER (1977).

60. As folhas incompletas podem compreender apenas a bainha (e.g., *Eleocharis* spp.), o pecíolo (e.g., folhas adultas, filódios de muitas *Acacia* spp.), ou o limbo folhas **sésseis** ou **rentes**, relativamente frequentes).

Por vezes as folhas apresentam-se transformadas em gavinhas e são as estípulas, aladas, que desempenham as funções das folhas (e.g. *Lathyrus aphaca*).

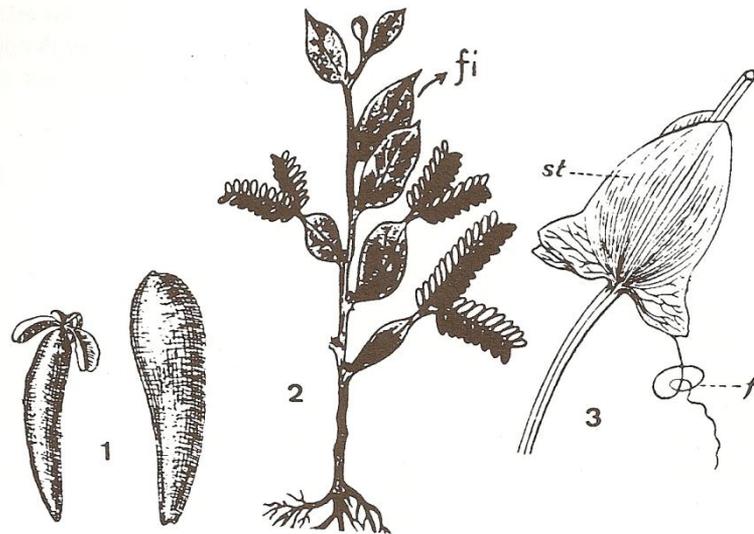


FIGURA 59 - 1, *Oxalis herreriae*, folha composta (à esquerda) e folha reduzida ao pecíolo carnudo (à direita); 2, indivíduo heterófilo de *Acacia* sp. cujas folhas distais se apresentam reduzidas aos pecíolos alados; 3, *Lathyrus aphaca*, as folhas apresentam-se transformadas em gavinhas e são as estípulas, aladas, que desempenham as funções das folhas - f, folha; fi, filódio; st, estípula. 1 e 3, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2, FERRI (1979).

61. As folhas apresentam normalmente simetria bilateral. As folhas roliças, cilíndricas da cebola (*Allium cepa*), assim como de algumas espécies das *Xanthorrhoeaceae*, *Amaryllidaceae*, *Agavaceae* (e.g., *Sansevieria cylindrica*) e as folhas carnudas mais ou menos esféricas de *Sedum brevifolium* contam-se entre as poucas folhas que apresentam **simetria radial**.

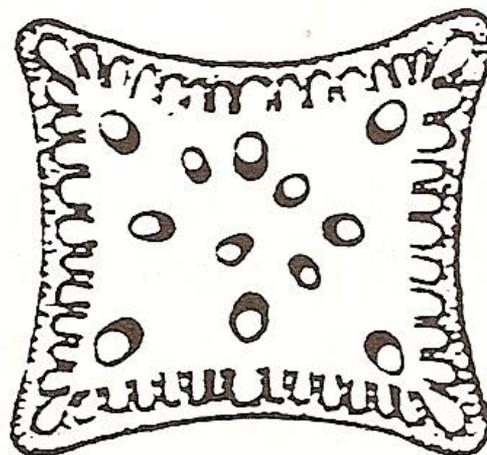


FIGURA 60 - Folha com simetria radial de *Xanthorrhoea quadrangulata* (corte transversal). EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

62. Frequentemente na base das folhas podem observar-se uns apêndices, em geral um de cada lado do pecíolo, denominados **estípulas**, que podem ter forma, dimensões e consistência muito diversas (desde espinhosas ou rudimentares a herbáceas e largamente aladas e maiores do que as próprias folhas), podendo inclusive apresentar os bordos contíguos unidos e concrecentes formando uma **ócrea**, como acontece nas poligonáceas.

Nalgumas folhas compostas e recompostas pode observar-se para além das estípulas na base do pecíolo da folha, outros apêndices semelhantes às estípulas denominados estípululas, na base dos folíolos sobre os pecíolulos. Tal acontece, por exemplo, em *Glycine*, *Phaseolus* e *Vigna*.

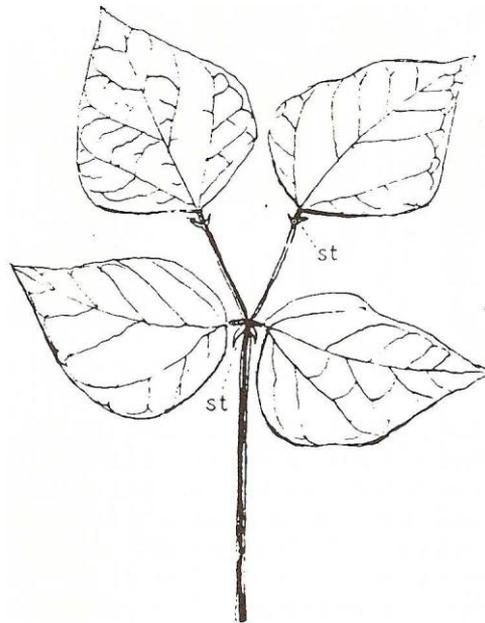


FIGURA 61 - Folha composta de *Phaseolus* sp. em que são visíveis as estípululas (st) na base dos pecíolulos. Não estão representados as estípulas na base da folha. EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

FLOR E INFLORESCÊNCIA

INTRODUÇÃO

Sobre o **origem da flor** existem basicamente duas teorias:

- a **teoria da metamorfose**, primeiramente apresentada por GOETHE em 1790, que considera a flor como um ramo modificado, com nós excepcionalmente curtos, suportando folhas florais ou antófilos (sépalas, pétalas, estames e carpelos) que não são mais do que folhas modificadas.

Como principais argumentos invocam que o pedúnculo, as sépalas e as pétalas têm uma estrutura anatômica normalmente muito semelhante à das folhas; e, sobretudo, que em muitas espécies existem formas intermédias entre estames e carpelos por um lado e as folhas vegetativas ou as pétalas por outro. Assim, é observar flores consideradas primitivas como sejam: o caso de *Degeneria* em que os estames foliáceos, providos de 4 sacos polínicos, não exibem qualquer diferenciação em filete e antera (83); o caso de *Nymphaea alba*, em que entre as pétalas e os estames se encontram inúmeras formas de transição numa mesma flor (87); o caso de *Drimys* e mesmo de *Degeneria*, em que o gineceu tem a forma de uma lâmina com os bordos aproximados, mas desprovida de estilete e estigma e tornando-se perfeitamente fechado apenas depois da fecundação (97); os casos de varias espécies de *Tragia* e *Cyclamen*, cujas sépalas são idênticas às folhas caulinares.

A teoria da metamorfose encontra ainda algum apoio no facto de excepcionalmente em algumas flores, ditas prolíferas (122), como acontece por vezes em *Rosa*, o meristema terminal, após ter sofrido a indução floral e iniciado a formação de um ou mais verticilos de peças florais, retomar a sua natureza vegetativa, prolongando-se num caule folhoso.

O estudo de outras anomalias florais, como sejam as metamorfoses progressiva e regressiva, parecem ter dado algum apoio a esta teoria (137).

- a teoria que considera a **flor como um órgão "sui generis"**.

Segundo esta teoria, a flor tem uma origem substancialmente diferente de um eixo vegetativo, dado que por via da indução floral importantes transformações ocorrem no meristema apical. A apresentação desta teoria aparece substancialmente desenvolvida em CAMEFORT & BOUÉ (1980).

Acerca das funções da flor deve dizer-se, em síntese, que esta é a sede das estruturas de reprodução sexuada.

Na flor inicia-se e completa-se todo o desenvolvimento da geração sexuada haplóide, a geração gametófita (com uma duração muito curta e inteiramente dependente da geração esporófita) e que como se sabe se inicia no micrósporo (no interior das anteras) e nos macrósporos (no seio dos óvulos), prossegue depois com o microprotalo (tubo polínico) e com o macroprotalo (saco embrionário) e termina com a fecundação sifonogâmica da oosfera pelo núcleo gamético masculino, desprovido de flagelo e que

é transportado até àquela pelo tubo polínico. Nas Angiospérmicas (*Magnoliophyta*), o processo de fecundação envolve ainda a fusão de um segundo núcleo gamético masculino com os núcleos polares do saco embrionário, formando-se por este processo de dupla fecundação, um zigoto secundário de cuja evolução resulta um tecido triplóide que é o albúmen ou endosperma secundário, tecido de reserva das sementes da generalidade das Angiospérmicas. Porque o tecido de reserva das Gimnospérmicas (*Pinophyta*), mais primitivas, tem origem anterior à fecundação deve evitar-se designá-lo por albúmen, mas antes chamá-lo de endosperma ou endosperma primário.

No caso de maior diferenciação a flor apresenta-se constituída por:

- um **pedicelo** ou pedúnculo floral (eixo de dimensão variável por onde a flor se liga ao caule ou ao eixo da inflorescência) e que termina, na sua parte superior, numa região mais alargada, o **receptáculo**, onde se inserem as peças florais.

- **peças florais estéreis** com a função de protecção e que no seu conjunto constituem o perianto. São, no caso de maior diferenciação, sépalas (cujo conjunto constitui o cálice) e pétalas (cujo conjunto constitui a corola).

- **peças florais férteis**, que têm uma acção directa na reprodução sexuada já que é aí que são formados os gâmetas. São, os estames (cujo conjunto constitui o androceu) e os carpelos (cujo conjunto constitui o gineceu).

As flores com perianto duplo (diferenciado ou não, androceu e gineceu férteis, dizem-se flores completas. Na maioria das Angiospérmicas, os diversos entrenós florais são contíguos na flor. Nalguns casos, que apresentamos em (63) um ou mais entrenós alongam-se em relação aos outros constituindo um **antóforo**, um **andróforo**, um **ginóforo** ou um **androgínóforo**.

Relativamente à forma como se faz a inserção das peças florais no receptáculo podemos distinguir: 1) flores **acíclicas**, características das Angiospérmicas menos evoluídas (*e.g.*, *Magnolia* spp.) em que todas as peças florais se inserem segundo uma linha helicoidal; 2) flores **hemicíclicas**, em que parte das peças florais se apresenta disposta em verticilos e a restante inserida helicoidalmente; 3) flores **cíclicas**, sépalas, pétalas, estames e carpelos, inseridos verticiladamente ou pelo menos com disposição oposta. A maioria das Angiospérmicas apresenta flores hermafroditas. Situação inversa ocorre com as Gimnospérmicas em que a maioria das espécies apresenta flores unissexuais masculinas ou femininas. São consideradas unissexuais as flores que apenas têm férteis os órgãos de um dos sexos, embora possam apresentar os órgãos do sexo oposto mas estes sejam estéreis ou rudimentares. Por vezes as flores são totalmente estéreis por redução ou ausência do androceu e do gineceu.

Atendendo ao(s) tipo(s) de flores que apresentam, as plantas, por sua vez, dividem-se em **monoclinas** (hermafroditas e monóicas), **diclinas** ou dióicas e **poligâmicas** (101). Muito raramente, como referem EMBERGER & CHADEF AUD (1960), a instabilidade sexual pode ser tão grande, como acontece em *Myrica*, que alguns indivíduos parecem mudar de sexo de um ano para o outro.

É evidente que as espécies monóicas e as poligâmicas apresentam **heterantia**, ou seja dois (ou mesmo três, no caso das espécies polígamo-monóicas) tipos diferentes de flores no mesmo indivíduo. O mesmo acontece com muitas compostas cujos capítulos apresentam corolas liguladas e corolas tubulosas. No

entanto, o tipo de heterantia presente em certas orquídeas é extremamente raro e curioso (123) .

As espécies anuais produzem flores uma única vez durante o seu ciclo de vida, e as bienais apenas no segundo ano do seu ciclo de vida. As espécies perenes produzem flores e frutos vários anos, mas um grupo muito restrito destas, as espécies **monocárpicas plurianuais**, como sejam, por exemplo, as piteiras (*Agave* spp.) e algumas palmeiras do género *Corypha*, apenas produzem flores e frutos uma única vez morrendo pouco tempo depois. O exercício da sexualidade parece fatal nestes casos!

No que respeita ao perianto as flores podem apresentar um perianto indiferenciado (flores **homoclamídeas** constituídas por um perigónio de tépalas, petalóide ou sepalóide consoante os casos), diferenciado (perianto **heteroclamídeo** compreendendo sépalas e pétalas) e inexistente (caso das flores nuas ou **aclamídeas**). Seguindo outro critério, ou seja consoante se apresenta constituído por um ou por dois verticilos de peças assim o perianto se diz monoclamídeo (haploclamídeo) e diploclamídeo.

Os elementos do perianto podem ter uma duração muito variável, apresentando-se desde caducos (quando caem antes da ântese) até acrescentes (como acontece no tomatinho-de-capucho, *Physalis peruviana*, em que as sépalas crescem muito a seguir à fecundação envolvendo por completo o fruto, 73), passando por casos intermédios de periantos persistentes e marcescentes (em que as peças secam mas mantêm-se aderentes ao receptáculo).

As peças que constituem o perianto tanto se podem apresentar livres como mais ou menos concrecentes entre si, utilizando-se na sua designação os prefixos diali- e sin (ou gamo-), respectivamente. Exemplificando: cálice gamossépalo é um cálice de sépalas concrecentes; perigónio dialitépalo é um perigónio de tépalas livres; corola simpétala é uma corola com as pétalas mais ou menos concrecentes).

Relativamente à simetria, existem dois grandes tipos de flores; actinomórficas ou regulares (com um eixo de simetria) e zigomórficas ou irregulares (com um só plano de simetria). Os casos de flores assimétricas (nenhum plano de simetria) e bilaterais (dois planos de simetria) são muito raros (66).

Raramente, alguns indivíduos de espécies com flores actinomórficas apresentam algumas flores zigomórficas, também podendo acontecer o inverso (67).

Considerando um conjunto tão diverso de características como a simetria da flor e a sua forma geral, o número de pétalas e a sua concrecência ou não entre si, e ainda o comprimento relativo da unha e do limbo, é importante distinguirem-se vários tipos de corolas, como o fizemos anteriormente (OLIVEIRA, 1984).

O androceu é constituído, salvo o caso que se apresenta em (94), por um ou mais estames formados cada um deles, no caso de maior diferenciação, por filete e antera.

Os estames tanto se podem apresentar inseridos espiralada como verticiladamente (1, 2 ou mais verticilos).

Filetes e anteras com aspectos mais invulgares são apresentados em (80 a 84).

Os estames tanto se podem apresentar livres como concrecentes entre si: 1) pelos filetes, num só grupo (**monadelfia**), em 2 grupos (**diadelfia**), em mais de dois grupos (**poliadelfia**); 2) pelas anteras, dizendo-se **sinantéricos**, como acontece na maioria das compostas; 3) pelos filetes e pelas anteras, dizendo-se os estames **singenésicos** e o androceu **sinfiandro**, como se pode observar na abóboreira (*Cucurbita pepo*) (90). Alguns autores utilizam a designação de estames singenésicos como sinónimo de sinantéricos o que não nos parece o mais correcto.

A deiscência da antera pode apresentar alguns aspectos menos vulgares que apresentamos em (91).

O gineceu constitui a parte feminina da flor e é formado por um ou vários pistilos. Cada pistilo (ovário, estilete e estigma) é formado por um ou mais carpelos. O carpelo, ou folha carpelar, é assim, a unidade elementar que compreende uma porção dilatada basal que faz parte do ovário, uma porção alongada fazendo parte do estilete e uma parte terminal constitutiva do estigma. Isto no caso de maior diferenciação pois certos pistilos são desprovidos de estilete (caso das papoilas, *Papaver* spp.). Considerando o número de pistilos da flor, o número de carpelos de cada um destes pistilos e o tipo de concrecência entre os carpelos, o gineceu pode ser (VASCONCELLOS, 1969; JONES & LUCHSINGER, 1987): 1) **unipistilado**, podendo ser monocarpelar ou pluricarpelar (e **cenocárpico**). Neste último caso, cada um dos carpelos pode ser completamente fechado sobre si próprio (gineceu sincárpico) ou serem os carpelos "abertos" e apenas concrecentes entre si pelos bordos (gineceu paracárpico); 2) **multipistilado** ou **apocárpico**, em que existem dois ou mais pistilos (cada um dos quais pode por sua vez ser mono ou pluricarpelar... etc.). O gineceu pseudo-cenocárpico (102) e o gineceu constituído por dois verticilos de carpelos sobrepostos (100) constituem casos excepcionais.

De outro ponto de vista, ou seja tomando apenas por base o tipo de concrecência dos carpelos ao longo do seu comprimento, podem distinguir-se os seguintes casos: 1) carpelos soldados em toda a sua extensão originando um pistilo com 1 ovário, 1 estilete e 1 estigma; 2) carpelos concrecentes apenas a nível do ovário, originando um pistilo com 1 ovário e vários estiletos e estigmas; 3) concrecência dos carpelos apenas a nível do ovário e do estilete, resultando um pistilo com 1 ovário, 1 estilete e vários estigmas. Duas outras situações muito particulares e raras podem ainda ser observadas: o caso em que os carpelos apenas se encontram soldados na parte inferior do ovário e a situação em que os carpelos apenas estão unidos pelo estigma (98).

Em Morfologia Floral, outra das questões mais importantes (OLIVEIRA, 1984), é a distinção com base na posição relativa do ovário em relação às restantes peças florais (receptáculo, perianto e androceu), de: 1) flores **hipogínicas** (com ovário súpero) em que o ovário se encontra inserido acima do ponto de inserção do perianto e do androceu; 2) flores **epigínicas** (com ovário ínfero), em que existe **hipanto** (ou hipântio) estrutura resultante da fusão do perianto e androceu e/ou prolongamento do receptáculo - e este se encontra fundido com as paredes do ovário elevando o perianto e o androceu acima da inserção do gineceu no receptáculo; 3) flores **perigínicas**, em que embora existindo hipanto este não se encontra soldado com as paredes do ovário (ovário súpero) ou fá-lo apenas até cerca de metade do seu comprimento (ovário sub-ínfero).

No ovário, o tipo de óvulos pode ser bastante diverso, assim como os tipos de placentação (106 a 108).

Tanto os estiletos como os estigmas podem apresentar os mais variados aspectos (112 e 113).

Nalgumas angiospérmicas o androceu pode encontrar-se fundido com o gineceu constituindo-se um **ginandro** ou **ginostémio** (92).

Acerca das características da morfologia floral que devem ser consideradas mais primitivas ou mais evoluídas existe uma certa diversidade de opiniões entre os vários investigadores, conforme referem GIFFORD & FOSTER (1988).

INFLORESCÊNCIAS

Muito embora as flores possam ocorrer isoladas, e inseridas quer em posição terminal no caule quer nas axilas das folhas, é também muito frequente o caso em que as flores aparecem agrupadas numa mesma inflorescência.

Costumam distinguir-se, tal como VASCONCELLOS (1969), dois grandes grupos de inflorescências: 1) cimeiras ou **inflorescências definidas** ou **centrífugas**, em que o eixo destas termina por uma flor que é a primeira a abrir ou então localizando-se as flores todas mais ou menos ao mesmo nível, a sua abertura faz-se do centro para a periferia. As cimeiras uníparas (**monocásios**), bíparas (**dicásios**) e múltíparas (**pleiocásios**) são os principais tipos de inflorescências definidas; 2) **inflorescências indefinidas** ou **centrípetas**, cujo eixo não termina por uma flor ou quando tal acontece, esta não é a primeira a abrir. No caso em que as flores se inserem todas ao mesmo nível num pedúnculo alargado (receptáculo) a sua abertura faz-se da periferia para o centro. Para distinguir os vários tipos principais de inflorescências indefinidas é importante considerar o facto das flores serem pediceladas ou sésseis e a existência ou não de entrenós florais. Na **espiga**, as flores são sésseis mas existem entrenós florais. Na **umbela**, as flores são pediceladas, mas porque partem de um ponto comum, não existem entrenós florais. No **cacho**, as flores são pediceladas e existem entrenós florais. E, no **capítulo**, as flores são sésseis e não existem entrenós florais.

São muito invulgares, entre outras, as **inflorescências epífilas** (em que, como a própria denominação deixa transparecer, as flores se inserem sobre as folhas (113), as inflorescências cujo eixo ou ráquis se encontra extraordinariamente alargado em forma de fita (127), as inflorescências com hábito trepador (134) e os casos em que as flores se inserem directamente nos troncos com vários anos (ou em ramificações muito curtas), **cauliflora** (121).

No caso das espécies acaules **antorrizas**, porque o eixo (ou escapo) floral é extremamente curto, as flores parecem inserir-se directamente sobre as raízes (128). Quanto ao sexo, as inflorescências podem ser: hermafroditas ou **homogâmicas** (quando constituídas só por flores hermafroditas); unissexuais (se incluem apenas flores de um dos sexos); androgínicas (quando constituídas por flores unissexuais masculinas e também femininas), e **heterogâmicas** (caso incluam flores hermafroditas e também flores unissexuais).

Com muita frequência as inflorescências apresentam-se protegidas por folhas modificadas, as brácteas, que podem ter os mais variados aspectos (124). O conjunto das brácteas pode, pela sua disposição e aspecto (semelhante a pétalas), fazer com que toda a inflorescência pareça uma única flor, caso dos **pseudantos** (120).

As brácteas podem apresentar-se intimamente associadas em invólucros muito particulares, casos da cúpula dos carvalhos (*Quercus* spp.) e do "ouriço" do castanheiro (*Castanea sativa*), ou ainda constituir a quase totalidade de certas inflorescências, no caso das **inflorescências comosas** (124).

Finalmente, algumas considerações sobre a polinização, ou seja, a forma como se dá o transporte do pólen das anteras, onde é produzido, até ao estigma das Angiospérmicas, ou até aos óvulos nus no caso das Gimnospérmicas.

A **autogamia** é mais frequente entre as espécies pioneiras e as infestantes. No caso de ambientes muito agrestes onde rareiam os insectos e animais polinizadores (regiões sub-árticas, desertos) a autogamia constitui por vezes quase a única possibilidade de se efectuar a reprodução sexuada.

A **cleistanteria** constitui um caso extremo de autogamia obrigatória (116).

No caso da **alogamia** o pólen tanto pode ser transportado pelo vento, como por pequenos insectos, mamíferos, pássaros, etc.

No caso de flores em que a polinização é feita pelo vento (**anemofila**), como é o caso da maioria das gimnospérmicas, é absolutamente desnecessária a existência de uma corola vistosa ou de estruturas secretoras de néctar (como acontece no caso da **polinização entomófila** e **ornitófila**). Importante é uma superprodução de pólen pois, como este é transportado ao acaso, a maior parte cairá longe das estruturas reprodutoras femininas que devem apresentar de preferência estigmas amplos. A quantidade de pólen libertado é por vezes tão grande que chega a formar nuvens amarelas conhecidas como "chuvas de enxofre". Adaptação à anemofilia é também a existência dos estigmas plumosos, tão característicos das gramíneas, por exemplo.

A produção de agregados viscosos e mais ou menos estáveis de grãos de pólen que, no caso das **polinídias** (89), atinge um número muito elevado de grãos que são disseminados em conjunto constitui um exemplo de adaptação à polinização entomófila e inadaptação à anemofilia.

É interessante verificar que nas flores exibindo **heterostilia** (i.e. diferenças de comprimento do estilete e estames, sendo os primeiros maiores do que os segundos nalgumas flores e acontecendo o inverso noutras) a estratégia do ponto de vista da polinização é também essencialmente promover a polinização cruzada (114). A

mesma parte do insecto que tocar as anteras da flor **brevistílica** tocará o estigma da flor **longistílica** e, de modo inverso, a parte que tocar as anteras da flor longistílica arrastará o pólen para o estigma da flor brevistílica. Promove-se assim a polinização cruzada entomófila.

Em *Aristolochia*, género que apresenta **dicogamia**, (117), fenómeno que consiste num desfasamento no tempo entre a maturação das anteras e a receptividade do estigma, as anteras amadurecem depois do estigma (**protogina**). O cheiro atrai um insecto para o interior de uma flor. Depois de penetrarem nela deixam sobre o estigma o pólen de outra flor que tenham visitado anteriormente. Entretanto, não podem sair imediatamente porque o longo tubo da corola é revestido interiormente por muitos pêlos virados em direcção ao receptáculo floral. Enquanto o insecto fica retido na flor, as anteras completam a sua maturação e o estigma deixa de se apresentar receptivo. Entretanto, os pêlos que revestem internamente o tubo da corola murcham o que permite que o insecto saia com o corpo coberto de pólen para visitar outras flores fertilizando-as com o pólen que transportam.

As flores de *Salvia*, com os seus estames muito particulares, funcionando como alavancas interfixas constituem mais um entre tantos casos de adaptação bem conseguida à polinização entomófila (85). De comum, baseiam-se geralmente no facto de conseguirem atrair os insectos através de flores vistosas, produção de substâncias aromáticas, produção de alimentos para os insectos ou para os pássaros (néctar, ou mesmo pólen que é propositadamente produzido para o efeito, 78) e de por mecanismos diversos obrigar a que o insecto, o pássaro ou mesmo o pequeno animal (caso dos morcegos e da **polinização quiropterófila** das flores de *Freycinetia insignis*; dos caracóis e da **polinização malacófila** das flores de *Aspidistra elatior*) ao procurar o alimento que o atraiu transporte consigo ao abandonar a flor algum

pólen que ele irá involuntariamente utilizar para fecundar a próxima flor que visitar.

Certas angiospérmicas desenvolveram uma relação obrigatória com um tipo particular de insecto que viabiliza a sua polinização. É o caso de certas espécies de *Ficus* e *Yucca*, em relação a insectos polinizadores dos géneros *Blastophaga* e *Tegeticula*.

A **hidrofilia** (ou **hidrogamia**) é muito rara nos Espermatófitos (96). Mesmo a maioria das espécies aquáticas apresentam polinização entomófila ou anemófila já que as suas flores emergem da água e o seu pólen é transportado pelo vento ou por insectos. Em *Utricularia inflata* o eixo das inflorescências inclui algumas ramificações curtas, ricas em aerênquima que assim asseguram a flutuação da inflorescência (CAMEFORT, 1977). E em *Vallisneria spiralis*, as flores masculinas são flutuantes e levadas pela água aproximam-se eventualmente de uma flor feminina até a tocarem sendo depositados então alguns grãos de pólen no estigma (119).

Apenas num número muito reduzido de géneros, entre os quais, *Ceratophyllum*, *Najas*, *Posidonia* e *Zostera* (este último com grãos de pólen filamentosos que chegam a atingir 2 mm de comprimento), o pólen é transportado pela água até aos estigmas, verificando-se assim hidrogamia, mas não fecundação aquática (característica de Briófitos e Pteridófitos) pois aqueles *taxa*, como aliás acontece com a generalidade dos Espermatófitos, apresentam sifonogamia.

63. Na maioria das angiospérmicas, a flor é uma estrutura muito condensada, ou seja, com um receptáculo bastante curto, pelo facto dos diversos verticilos florais se encontrarem bastante próximos. Por outras palavras, os entrenós florais são bastante curtos.

Menos frequentemente, um ou mais **entrenós florais alongam-se desmedidamente** em relação aos outros resultando: um **andróforo** (*Malvaceae*), um **ginóforo** (*Capparidaceae*), um **androgínóforo** (*Passifloraceae*) ou ainda, mais raramente, um **antóforo** (certas *Silene* spp.).

No entanto, o que é extraordinariamente raro é poder-se encontrar, como acontece em *Jenmaniella varians* (*Podostemaceae*), espécie com acentuado polimorfismo floral, flores de 3 tipos: com andróforo, com ginóforo e outras sem qualquer destes entrenós.

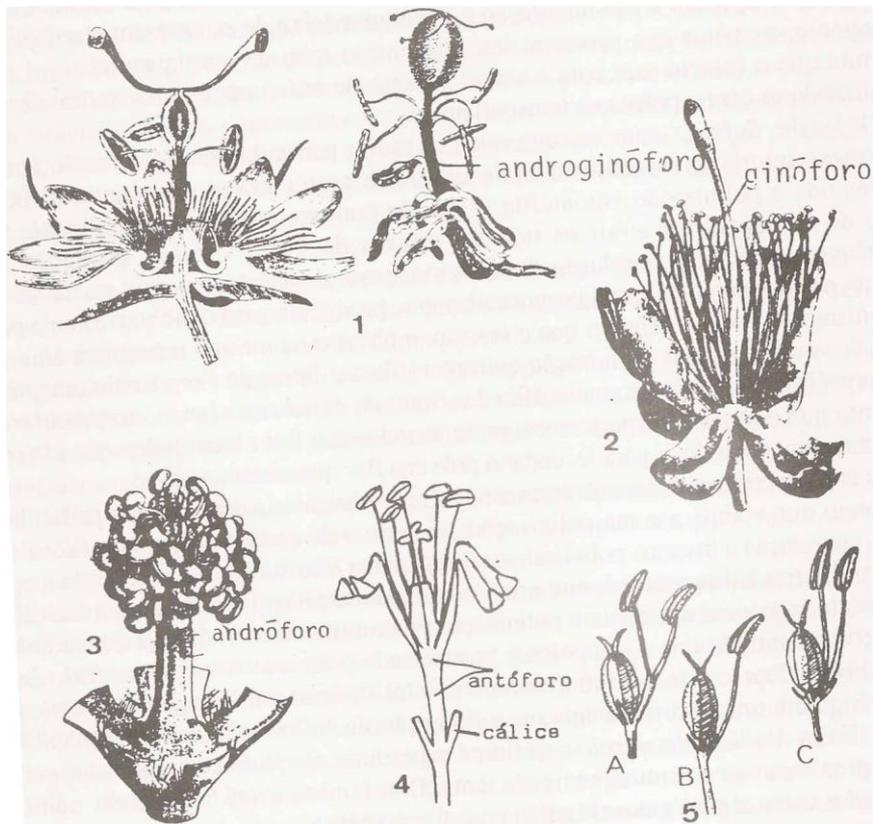


FIGURA 62 - Diversos aspectos de entrenós florais: 1, *Passiflora rothiana*; 2, *Capparis spinosa*; 3, *Malva nicaeensis*; 4, *Silene saxifraga*; 5, *Jenmaniella varians* - A, flor com andróforo; B, flor com androgínóforo; C, flor sem qualquer entrenó. 1,3 e 4, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2 e 3, FONT QUER (1977).

64. Como é sabido as Monocotiledóneas apresentam normalmente flores 3-meras, enquanto nas Dicotiledóneas as flores são geralmente 4- ou 5-meras.

Se entre as Monocotiledóneas as exceções não são muito frequentes, o mesmo não se poderá dizer em relação às Dicotiledóneas. Assim, as flores são, por exemplo:

- 2-meras - *Circaea*, *Stemona*, algumas espécies de *Circaeaster* ... etc.
- 3-meras - generalidade das espécies das *Polygonaceae*, *Fagaceae* e *Aristolochiaceae*.
- 6-meras - *Lythraceae*, *Cephalotus* spp., *Lysimachia thyrsiflora*.
- -meras - *Trientalis europaea*.
- 8-meras - *Dirachma* spp., *Sedum coeruleum*, *Rubus arcticus*.
- 9-meras - *Trientalis* spp.
- 3-32- meras - *Crassulaceae*.

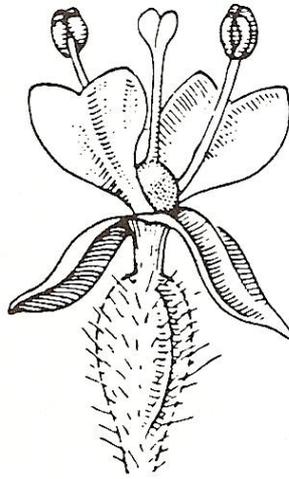


FIGURA 63 - Flor 2-mera de *Circaea lutetiana*. EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

65. Embora o número de peças florais seja normalmente constante para uma dada espécie, ele pode variar, por vezes, inclusive num mesmo indivíduo. Assim, indivíduos de algumas espécies com flores 5-meras podem eventualmente apresentar algumas flores **meiómeras** com um menor número de peças (por exemplo 4-meras) ou inversamente flores **pleiómeras**, com um número mais elevado de peças (por exemplo 7-meras). A variação da organização floral, **anomomeria**, pode ser observada nalguns *taxa* (e.g., *Colchicum autumnale*, *Chrysophyllum cainito*, *Lonicera spinosa* var. *alberti*, *Cornus mas*, *Jasminum* spp etc.), por vezes inclusive de uma forma um tanto regular, como acontece, por exemplo, em *Adoxa* e em *Ruta*, cujas flores dispostas em cimeiras, apresentam normalmente a central, um perianto 5-mero (*Ruta*) ou 4-mero (*Adoxa*) e as flores laterais, perianto 4-mero (*Ruta*) ou 5-6-mero (*Adoxa*).

Na origem da anomomeria podem estar: a fusão (ou concrescência), o aborto e a proliferação de órgãos ou peças florais.

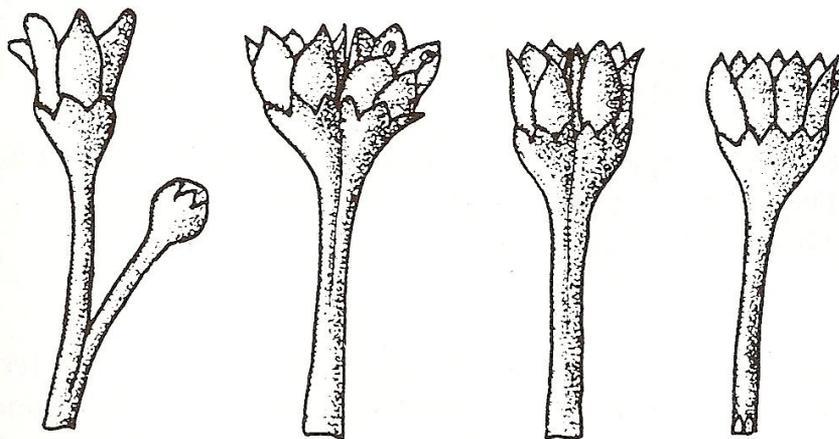


FIGURA 64 - Estados progressivos da fusão de duas flores de *Chrysophyllum cainito* terminando com a formação de uma flor pleiómera. EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

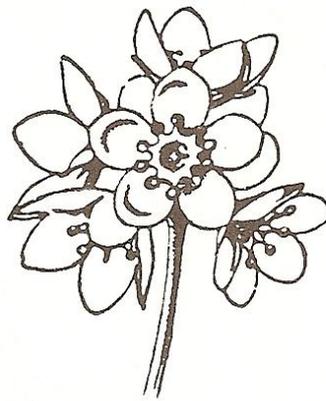


FIGURA 65 - Cimeira de *Adoxa moschatellina*; a flor terminal 4-mera e as laterais 5- 6-meras. HUTCHINSON (1973).

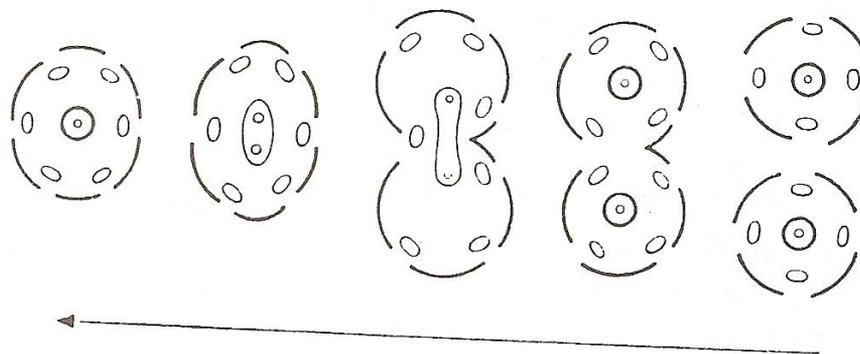


FIGURA 66 - Esquema elucidativo da formação em *Cornus mas* de uma flor pleiómera através da fusão de duas flores 4-meras. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

Outra consequência desta tendência que certas angiospérmicas têm (em particular as rubiáceas e as caprifoliáceas) para apresentarem uma contracção maior ou menor das flores das suas inflorescências numa só flor ou num número reduzido de flores, é o facto de se poder observar, por vezes, como acontece em *Pomax* e em *Lonicera*, duas flores partilhando o mesmo ovário.

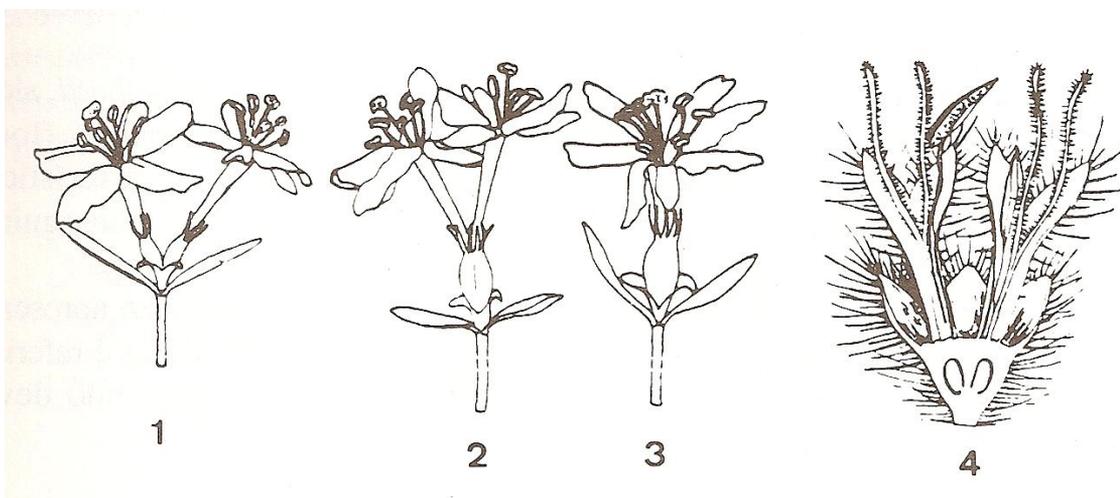


FIGURA 67 - 1-3, estados progressivos da contracção de uma inflorescência em *Lonicera* sp. (*Caprifoliaceae*); 4, *Pomax umbellata* (*Rubiaceae*); corte longitudinal de uma inflorescência biflora

fortemente contraída podendo observar-se que em consequência da concrecência parcial das duas flores estas apresentam um ovário comum. Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

66. Na generalidade das angiospérmicas, as flores, quanto à sua simetria, ou são actinomórficas (eixo de simetria) ou zigomórficas (1 só plano de simetria).

Muito raramente, como acontece nas canáceas e marantáceas, as flores não apresentam um único plano de simetria, dizendo-se assimétricas, ou, como em certas papaveráceas (*Dicentra* spp., *Hypocoum* spp.), as flores apresentam dois planos de simetria dizendo-se bilaterais.

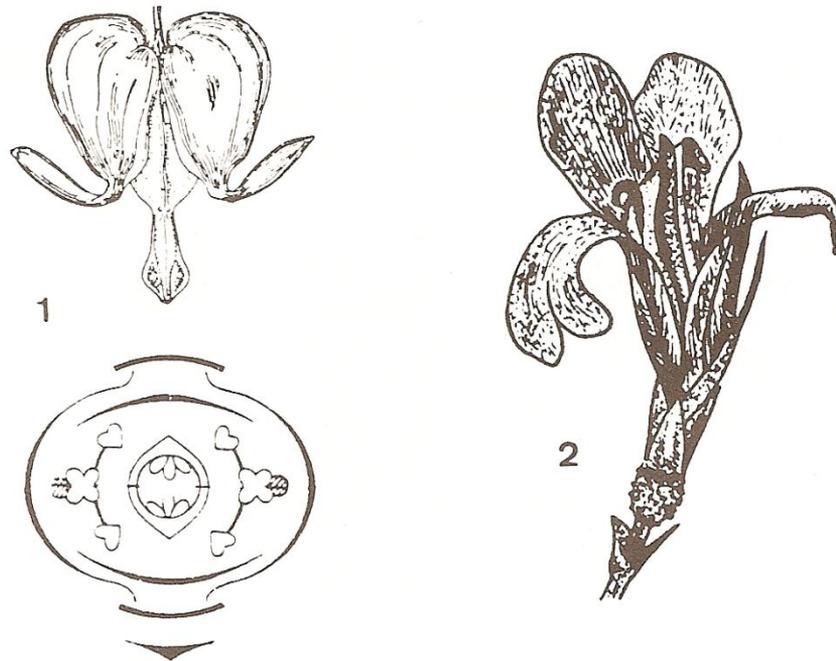


FIGURA 68 - 1, Flor bilateral de *Dicentra spectabilis*; 2, flor assimétrica de *Canna indica*. 1, Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2, FERRI (1979).

67. Numa mesma espécie, as flores são normalmente todas, no que respeita à simetria, apenas de um dos tipos (actinomórficas, zigomórficas, assimétricas ou bilaterais).

Porém, raramente, como acontece em *Linaria* e em *Lonicera spinosa* var. *alberti*, além das flores zigomórficas normais, podem ser igualmente produzidas flores actinomórficas, designadas **pelóricas**, e inclusive flores com características intermédias, ou seja, em que a transformação pelórica não é inteiramente conseguida, designando-se estas por **hemipelóricas**.

O fenómeno inverso, **geomorfia**, ou seja, numa espécie que normalmente apresenta flores actinomórficas ocorrerem flores zigomórficas, é ainda mais raro, mas é referido por VELENOVSKY (cit. FONT QUER, 1977) como existente, parecendo dever atribuir-se à acção da gravidade.

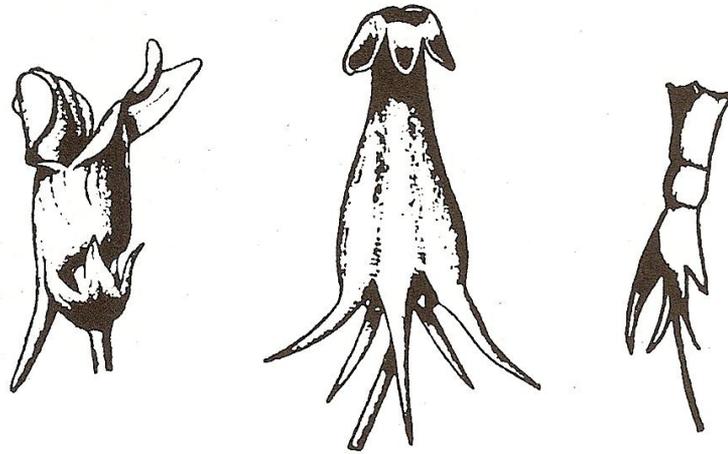


FIGURA 69 - *Linaria vulgaris*. Da esquerda para a direita, flor normal, pelórica e hemipelórica. Adap. FONT QUER (1977).

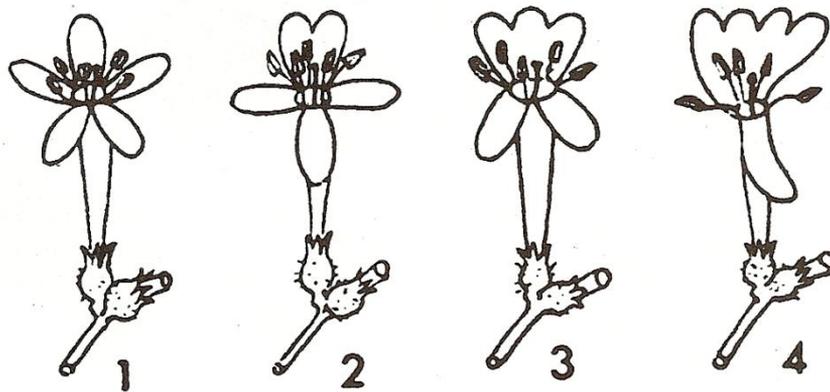


FIGURA 70 - *Lonicera spinosa* var. *alberti*. Flores: actinomórfica (1), zigomórfica esporoadá típica (4) e formas intermédias (2 e 3). EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

68. Algumas flores apresentam um conjunto de brácteas, bractéolas ou apêndices estipulares na base do cálice, assemelhando-se o conjunto a um segundo cálice, que recebe a designação de **calículo, epicálice ou sobrecálice**.

Inversamente, muitas flores, embora providas de corola, não apresentam cálice.

O cálice e a corola podem faltar conjuntamente e assim, na falta de qualquer elemento do perianto, as flores dizem-se nuas ou aclamídeas.

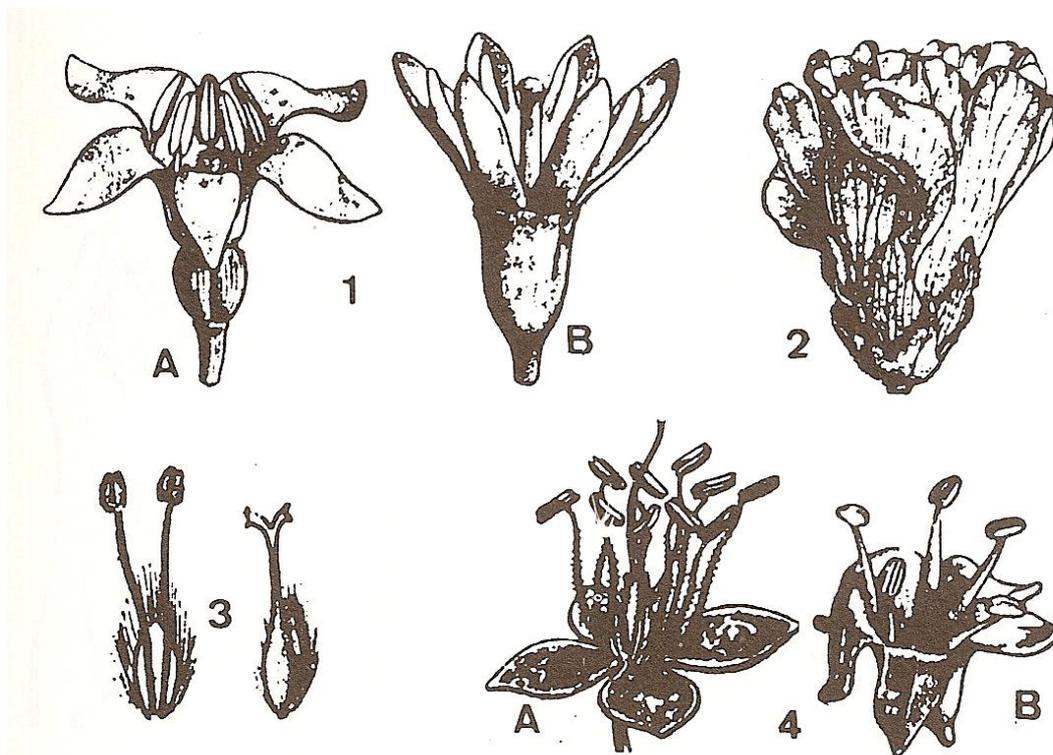


FIGURA 71 - 1, Flores assépalas de *Rubia tinctorum* (A) e *Loranthus* sp. (B); 2, flor de *Aleea rosea* com calículo; 3, flores unissexuais aclamídeas de *Salix* sp.; 4, flores apétalas de *Copaifera* sp. (A) e de *Rhamnus alaternus* (B). Adap. FONT QUER (1977).

69. Em certas espécies (e.g. *Lychnis* spp.), forma-se um conjunto de apêndices ligulares nas pétalas, que se assemelham no conjunto a uma segunda corola (**paracorola**) no interior da autêntica. Tais apêndices podem encontrar-se concrecentes formando uma coroa como em *Narcissus* e em *Pancratium*.

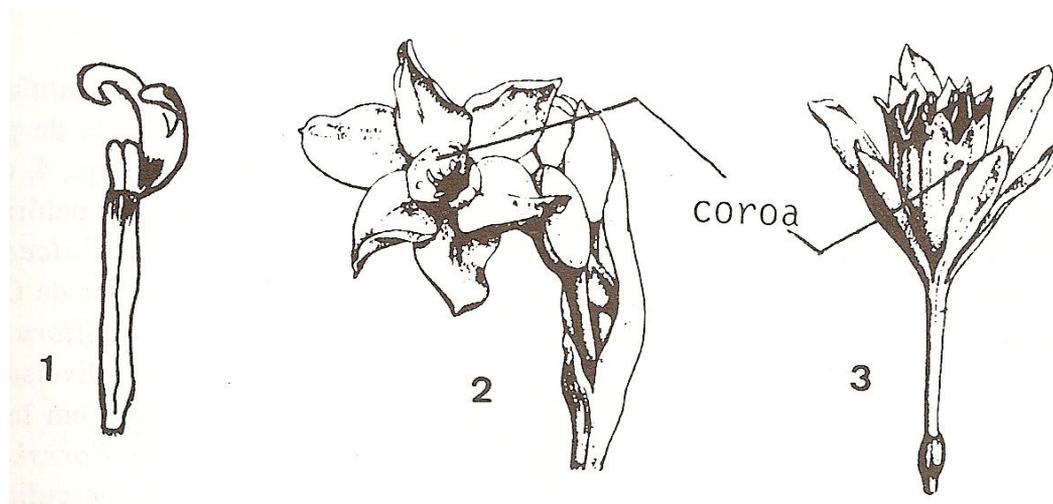


FIGURA 72 - 1, pétala ligulada de *Silene disticha*.; 2 e 3, flores de *Narcissus tazetta* e de *Panocratium foetidum* mostrando as respectivas coroas. 1, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2 e 3, FONT QUER (1977).

Noutras espécies, em particular nas passifloráceas, ocorre uma coroa de filamentos livres entre si, situados entre a corola e o androceu. Dada a sua origem axial, não são no entanto interpretados como constituindo uma paracorola.

Inversamente, muitas flores, embora providas de cálice, não apresentam corola.

70. Algumas corolas com aspecto mais invulgar:

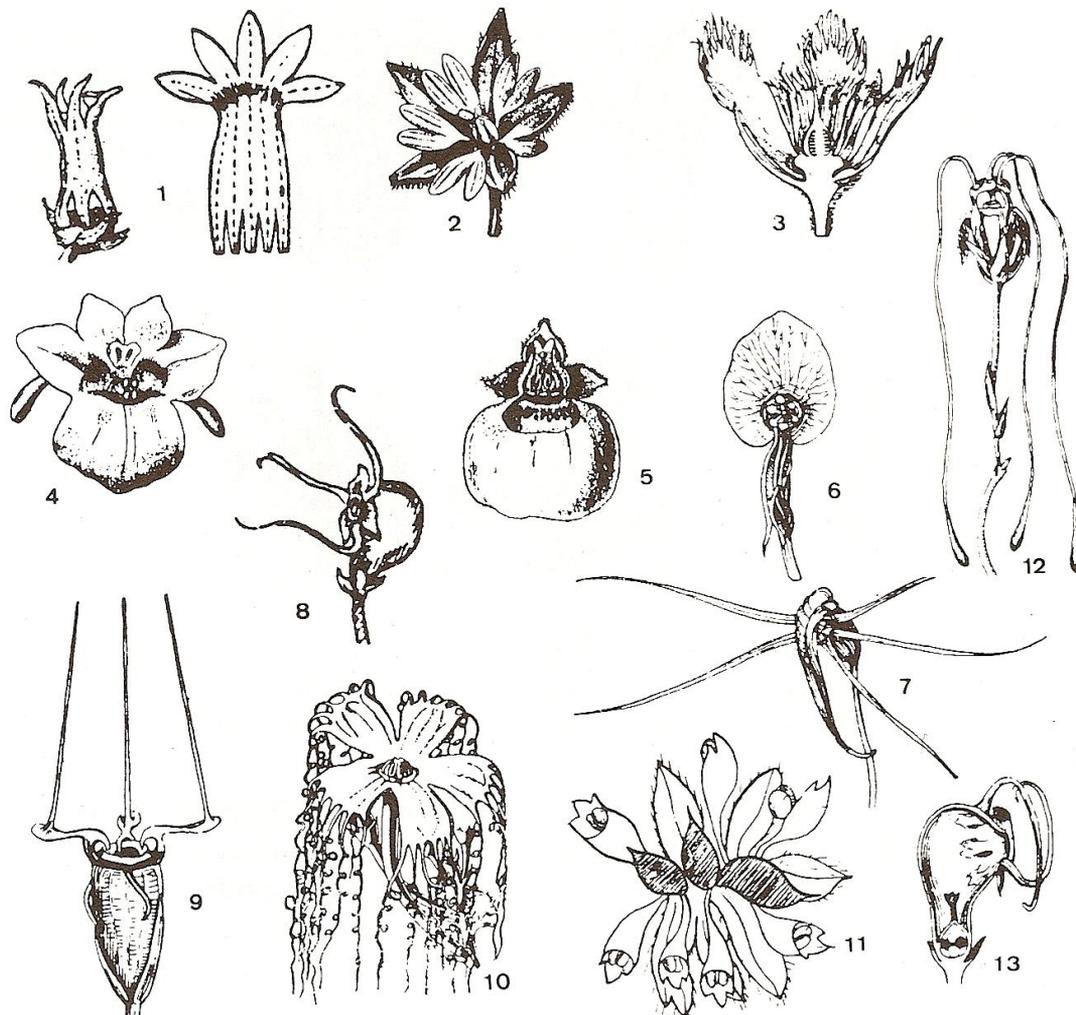


FIGURA 73 - 1, corola de *Stackousia intermedia*, muito invulgar por ser constituída por pétalas livres na base, unidas mais acima e depois novamente livres; 2, corola de pétalas bifendidas de *Stellaria media*; 3, corola de pétalas laciniadas de *Elaeocarpus* sp.; 4, corola bi-esporoada de *Diascia barberae* o que é muito invulgar embora as pelóricas e hemipelóricas de *Linaria* apresentem 3-5 esporões; 5, corola bilabiada de *Calceolaria plantaginea* em que o lábio inferior se apresenta transformado em bolsa; 6, flor de *Corsia ornata* com uma pétala ampla e as outras lineares; 7, corola de *Arachnitis uniflora* de 5 pétalas lineares e uma outra mais larga e recurvada; 8-9, corolas campanuladas diversamente apendiculadas no ápice de duas tismiáceas; 10, corola cujas pétalas terminam em lacínias enroladas de *Hodgsonia macrocarpa* (cucurbitácea); 11, inflorescência de *Forsskaolea angustifolia* em que se vêem 3 flores centrais femininas e à volta flores masculinas de perianto tubuloso; 12, corola longamente apendiculada de *Glaziocharis* sp (burmaniácea); 13, corola apendiculada de uma tismiácea.

1,2,4, e 5, FONT QUER (1977); restantes, EMBERGER & CHADEFAUD (1960)

71. Numa mesma corola, as pétalas e, se for caso disso, os lobos da corola, têm normalmente a mesma forma, aspecto e dimensões. No entanto, nem sempre assim acontece (*e.g.* corolas papilionáceas da maioria das fabáceas), havendo mesmo casos, *e.g.* *Reseda arabica*, em que numa mesma corola se podem observar pétalas desde inteiras a diversamente laciniadas.

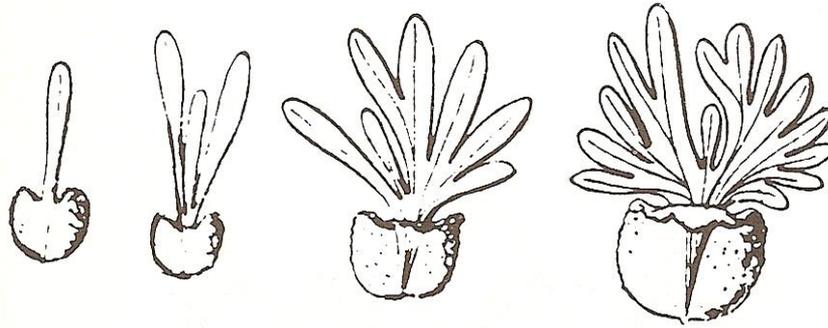


FIGURA 74 - *Reseda arabica*: pétalas inteiras a profundamente recortadas de uma mesma flor. HUTCHINSON (1983).

72. Numa mesmo cálice as sépalas e, se for caso disso os lobos do cálice têm normalmente a mesma forma, aspecto e dimensões .

Nalguns dos casos mais invulgares em que tal não acontece dizem respeito a algumas rubiáceas (e.g. *Pogonopus* spp., *Mussaenda* spp.), cujo cálice sinsépalo apresenta um dos lobos muito expandido, normalmente de cor viva e cuja forma faz lembrar uma folha (com pecíolo e limbo).

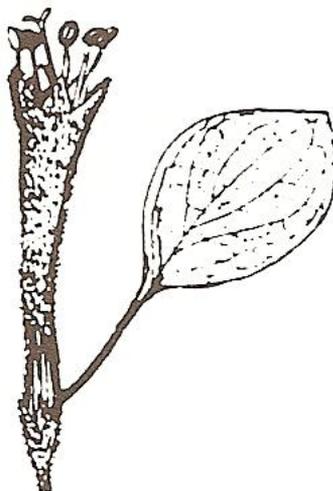


FIGURA 75 - Flor de *Pogonopus exserlus* sendo de destacar o cálice profundamente zigomórfico com um dos seus lobos extraordinariamente expandido, de cor viva e cuja forma faz lembrar uma folha (com pecíolo e limbo). EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

73. Muitas espécies têm flores cujo cálice se apresenta acrescente ou seja se desenvolve a seguir à polinização como sejam, e.g., *Punica granatum* (romãzeira), *Dysphania* spp. e inúmeras anacardiáceas (e.g., *Loxostylis* spp., *Parishia* spp.).

No entanto, em *Physalis* (e.g. *Physalis peruviana*, tomatinho-de-capucho) esta característica é levada ao extremo, já que o cálice continuando a crescer bastante a seguir à polinização acaba por envolver

completamente o fruto na maturação.

Mais raros são os casos de flores cuja corola é acrescente, como acontece, por exemplo, em muitas espécies das *Anacardiaceae* (e.g. *Melanorrhoea* spp., *Astronium* spp. e *Swintonia* spp.). Em *Swintonia* as pétalas acrescentes conferem mesmo aos frutos o aspecto alado.

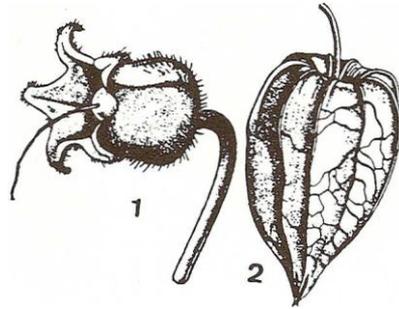


FIGURA 76 - *Physalis peruviana* (tomate-capucho): 1, flor na altura do desprendimento da corola; 2, fruto na maturação completamente envolvido pelo cálice extraordinariamente acrescente. FONT QUER (1977).

74. Nas flores esporoadas, o esporão tem normalmente origem no conjunto ou numa das sépalas, ou então, no conjunto ou numa das pétalas. Mais raramente, como acontece em *Heterotoma lobelioides*, o esporão tem uma origem mista já que resulta da fusão da corola com duas das sépalas.

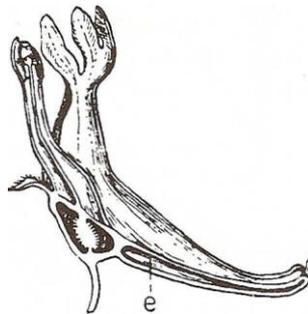


FIGURA 77 - Flor de *Heterotoma lobelioides* em que o esporão (e) resulta da fusão da corola com duas das sépalas. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

75. É muito invulgar a forma como se faz a "abertura" de certas flores.

Em *Cleistocalyx*, os lobos do cálice apresentam-se concrecentes formando um capuz que envolve no ápice o botão floral e que se destaca por inteiro.

Nas *Marcgraviaceae* é a corola simpétala que se destaca cedo na forma de um capuz. Em *Vitis*, o cálice é rudimentar e as pétalas desprendem-se em conjunto, unidas pelo ápice, apenas se desligando na base, do receptáculo floral.

Em *Eucalyptus*, as pétalas são pelo menos em parte concrecentes com as sépalas e o conjunto do perianto solta-se sob a forma de um opérculo.

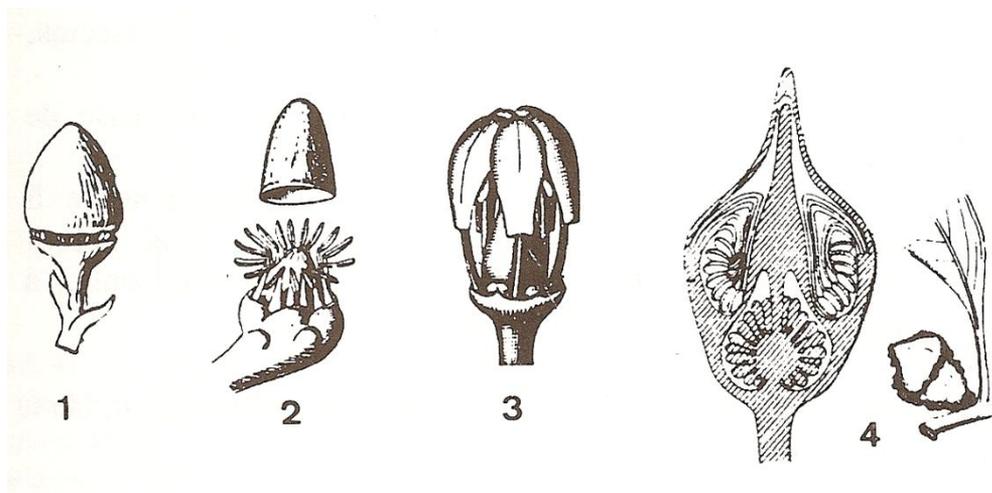


FIGURA 78 - 1, desprendimento do cálice em *Cleistocalyx* sp.; 2, desprendimento da corola em *Marcgravia* sp.; 3, flor da videira (*Vitis vinifera*), na altura do desprendimento da corola; 4, flores do eucalipto (*Eucalyptus globulus*), em corte e aspecto exterior para mostrar o opérculo. 1 e 2, HUTCHINSON (1983); 3 e 4, STRASBURGER *et al.* (1974).

76. Existem flores praticamente de todas as cores. As mais raras são, no entanto, as corolas pretas (e.g., *Nonea stapelia*) e verdes, caso das videiras (*Vitis* spp.), dos coucelos (*Umbilicus* spp.), de *Narcissus viridiflorus* e de algumas orquídeas.

Muitas espécies exibem no mesmo indivíduo flores de cores distintas (*Salvia bicolor*, *Lantana* spp., ... etc.).

Raramente, como acontece em *Hibiscus mutabilis*, as flores começam por ser brancas no abrir dos botões florais, mais tarde tornam-se rosadas e por fim vermelho-escuras.

77. A espécie *Lilaea subulata* é notável pelo carácter monómero de todas as suas partes florais: 1 estame, gineceu monocarpelar e perianto 1-mero.

78. Numa mesma flor, à parte os estaminódios quando presentes, todos os estames férteis são normalmente semelhantes, se exceptuarmos as variações no comprimento do filete. Em certos casos, como acontece em muitas comelináceas (*Commelinaceae*), os estames são manifestamente heteromorfos, existindo **heterandria** mais ou menos acentuada.

No entanto, é sem dúvida em *Heterostemon* que é possível observar os casos de maior diversidade morfológica e funcional a nível do androceu, sendo possível distinguir os seguintes tipos de anteras:

- gonantera - antera produtora de pólen destinado à polinização.
- haptoantera - antera estéril mas sobre a qual devem pousar os insectos, com vista a uma maior eficácia da polinização.
- idioantera - antera de recurso à polinização autogâmica, no caso de falhar a alogâmica.
- trofantera - antera que produz pólen destinado exclusivamente à alimentação dos insectos polinizadores. Esta antera desempenha também, pelo seu aspecto, cor e tamanho, a função de atrair os insectos vectores.

Raramente, algumas espécies (e.g., *Verbascum* spp.) podem apresentar, numa mesma população, a par de indivíduos heterandros, outros isandros.

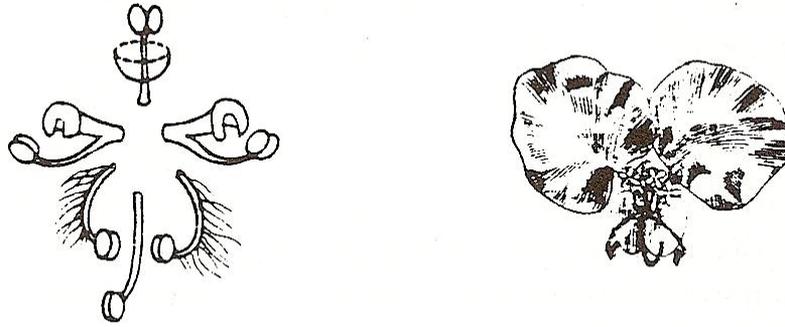


FIGURA 79 - *Tradescantia pulchella* (*Commelinaceae*); flor e pormenor dos estames heteromorfos. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

79. Não é raro os estames encontrarem-se concrecentes com a corola, por vezes mesmo em toda a sua extensão e inserindo-se inclusive a vários níveis diferentes. Relativamente invulgar é o que acontece em *Viscum* (*Loranthaceae*), pois os estames aparecem adnados às tépalas (sépalas ou mesmo pétalas, segundo outros autores), estando os sacos polínicos embutidos naquelas. Por isso mesmo, alguns autores atribuem-lhes a designação de **tépalas poliníferas**

80. Na grande maioria das angiospérmicas, salvo o caso em que as **anteras são sésseis** (*Ruppiaceae*, *Posidoniaceae*, etc.), cada estame é constituído por um filete e uma antera. Estames com duas anteras são pouco frequentes mas podem ser observados, por exemplo, em *Theobroma capilliferum*. Porém, os casos mais notáveis dizem respeito a *Ricinus* e a *Melaleuca*, em que os filetes se apresentam muito ramificados (com aspecto arborescente). O caso de **estaminódios ramificados** também não é muito frequente (e.g. *Parnassia*).

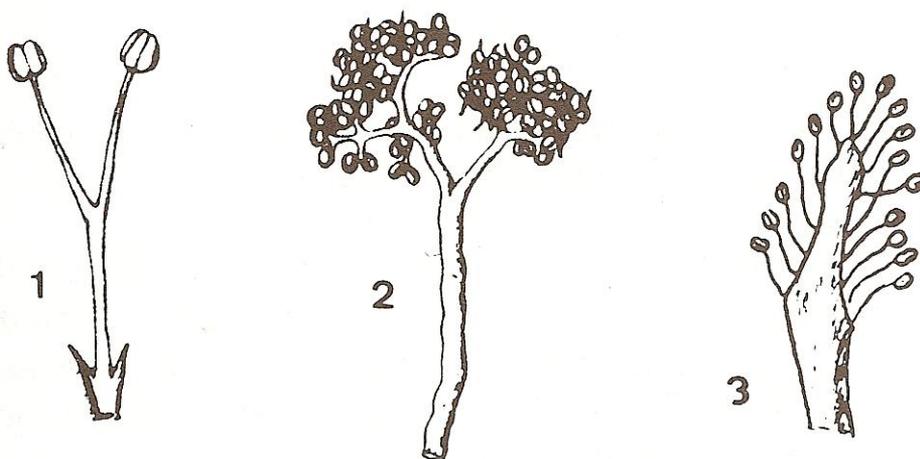


FIGURA 80 - 1, *Theobroma capilliferum*, estame bifurcado a nível do filete e com 2 anteras; 2, *Ricinus communis* (rícino), estame repetidamente ramificado, cada uma das ramificações terminando por uma teca; 3, *Melaleuca* sp., estame profusamente ramificado sendo cada terminação uma antera completa com 2 tecas. 1 e 3, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2, FONT QUER (1977).

81. Na generalidade das angiospérmicas, cada antera apresenta 2 tecas, cada uma das quais com 2 lóculos, que mais tarde, na maturação, se tornam confluentes apresentando então cada antera 2 sacos polínicos. Raramente, como acontece nalgumas malváceas, as anteras são biloculares e monotecas.

Inversamente, anteras com mais de 2 lóculos, i. e. pluriloculares, são pouco frequentes, caso dos géneros *Garcinia* e *Hibiscus* (*Bombycidendron*).

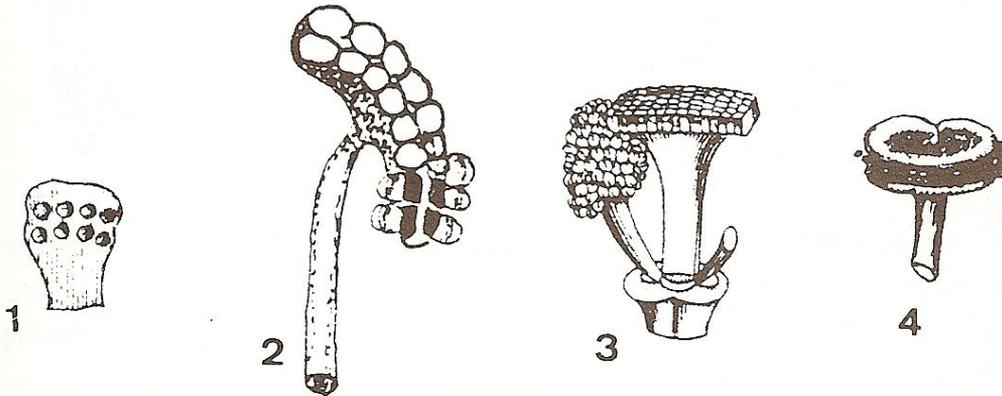


FIGURA 81 - 1-3, estames com anteras multiloculares: 1, *Garcinia hanburyi*; *Bombycidendron vidalianum*; 3, *Garcinia multiflora* (androceu e gineceu); 4, estame com antera monoteca de *Hibiscus* sp. (*Malvaceae*). 1-3, EMBERGER & CHADEF AUD (1960); 4, FONT QUER (1977).

82. Em *Najas major*, cada flor masculina encontra-se reduzida a uma antera subséssil envolta pelo perianto, o conjunto apresentando simetria radial.



FIGURA 82 - Flor masculina de *Najas major* reduzida a uma antera subséssil envolta pelo perianto e com simetria radial. EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

83. O conectivo é normalmente uma pequena porção de tecido estéril que se situa entre as duas tecas mantendo-as unidas. Raramente, apresenta-se muito desenvolvido, separando as duas tecas e conferindo aos estames variados aspectos. Em casos extremos, como em *Degeneria*, o conectivo é de tal modo desenvolvido que os estames se tomam foliáceos (com 4 sacos polínicos na sua face ventral) e sem qualquer esboço de diferenciação de filete e antera.

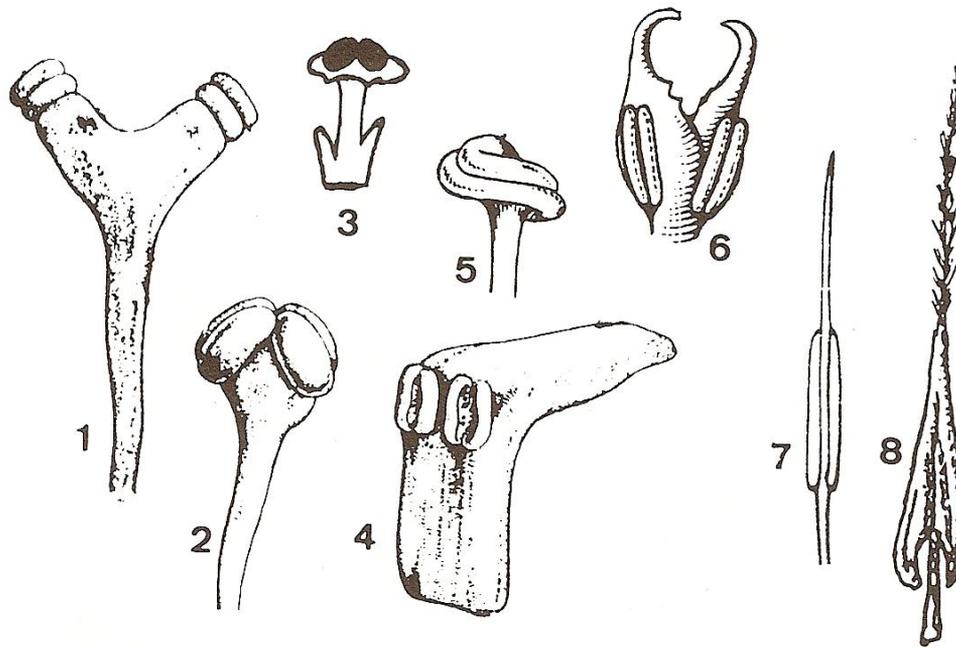


FIGURA 83 - Estames com o **conectivo muito desenvolvido**: 1, *Tetracera* sp.; 2, *Acrotrema thwaitesii*; 3, estame estipulado e com o conectivo em forma de taça de *Sabia lanceolata*; 4, *Popowia barteri*; 5, *Arisarum vulgare*; 6, anteras sésseis alado-tepalóides de *Posidonia oceanica*; 7, *Paris quadrifolia*; 8, *Nerium oleander*. 1 a 4, FONT QUER (1977); restantes EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

84. Outras vezes, o conectivo apresenta-se particularmente desenvolvido na forma de um apêndice. E é sem dúvida nas Melastomatáceas que existe maior diversidade de **apêndices estaminais**.

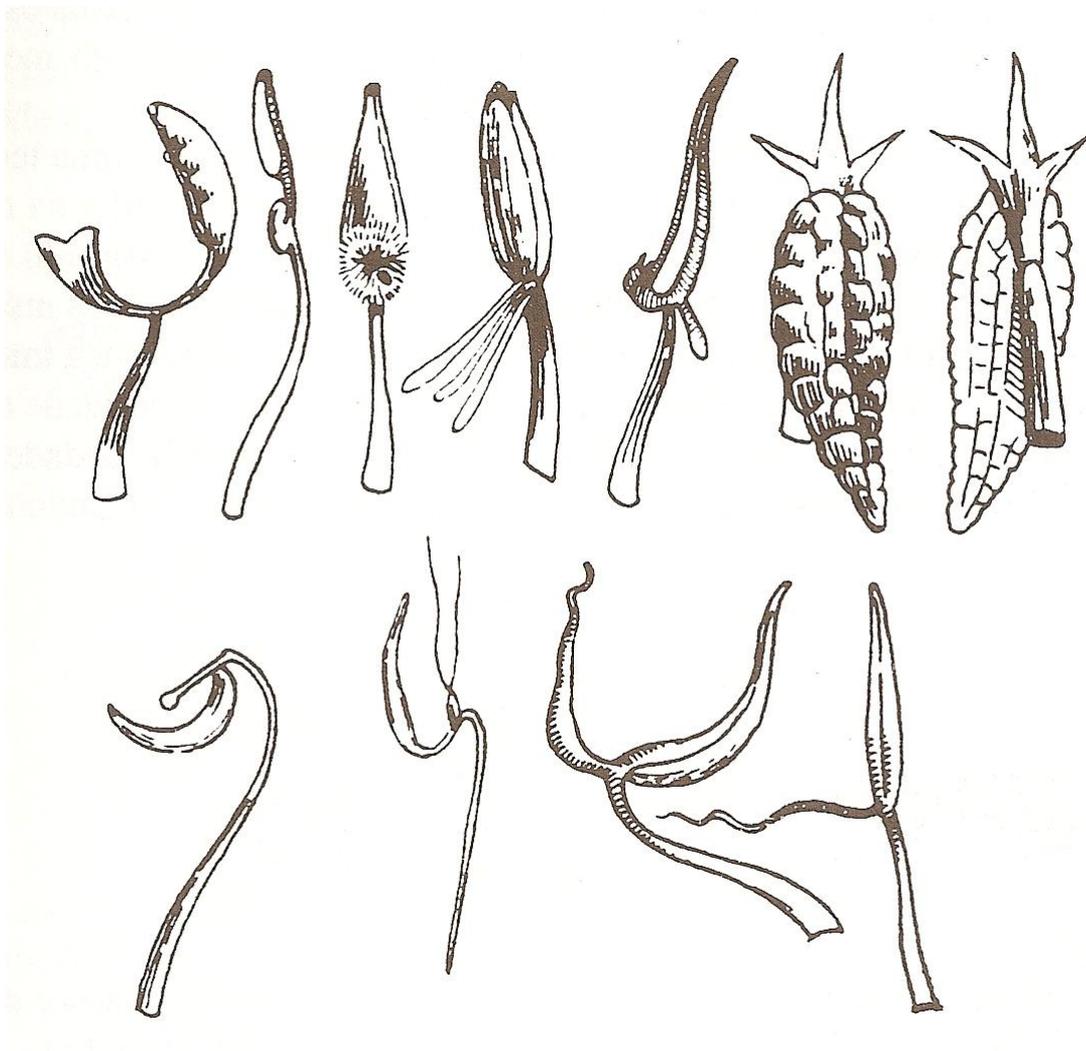


FIGURA 84 - Diversas formas de apêndices estaminais em algumas melastomatáceas. Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

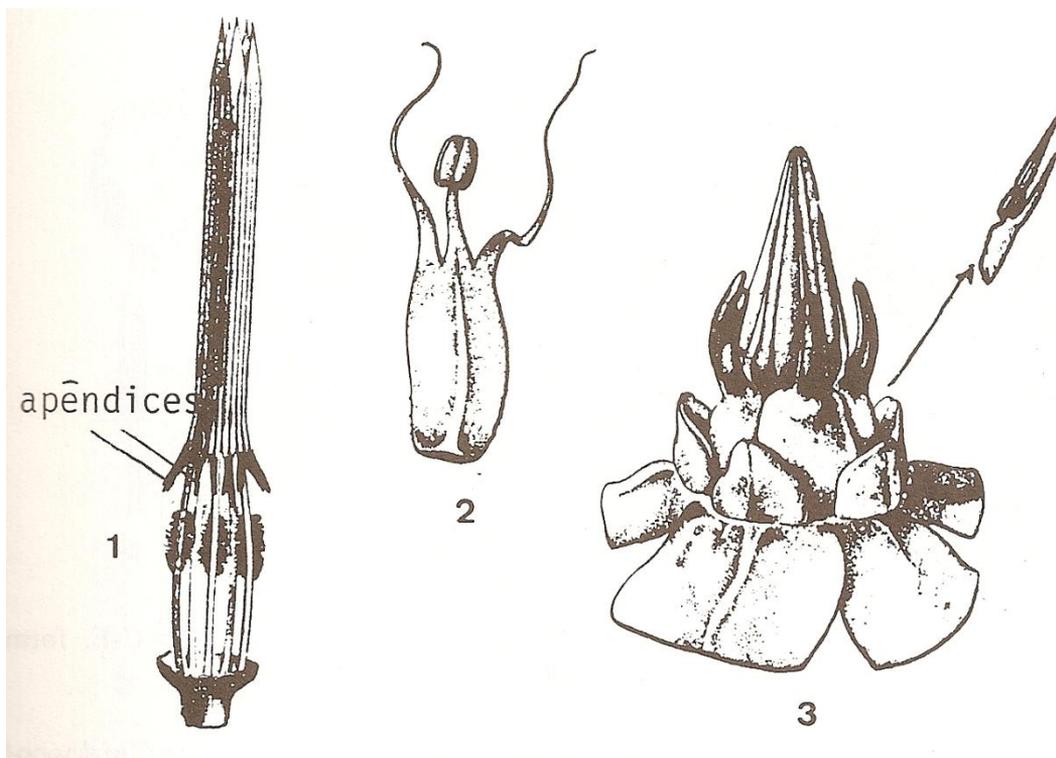


FIGURA 85 - Apêndices estaminais: 1, *Leontodon* sp.; 2, *Allium* sp.; 3, *Borago* sp. FONT QUER (1977).

85. Sem dúvida que um dos casos mais extraordinários de apêndices estaminais diz respeito aos estames das sálvias (*Salvia* spp.) que dispõem de um mecanismo ímpar para promover a polinização cruzada entomófila.

Em *Salvia* cada estame é semi-fértil (no sentido em que possui apenas uma teca fértil), o conectivo é bastante comprido, tendo numa extremidade a teca fértil e na outra um apêndice, que resulta da transformação da outra teca, e que é constituído por uma estrutura em forma de colher onde se acumula o néctar destinado a atrair os insectos.

O conjunto tem inserção medifixa no filete e funciona como uma alavanca interfixa de modo que o insecto ao procurar o néctar (ou seja ao pressionar a extremidade da antera que o contém) acciona o funcionamento da alavanca indo a outra extremidade, a fértil, embater no seu corpo e deixando neste algum pólen que o insecto, ao abandonar a flor, transporta consigo.

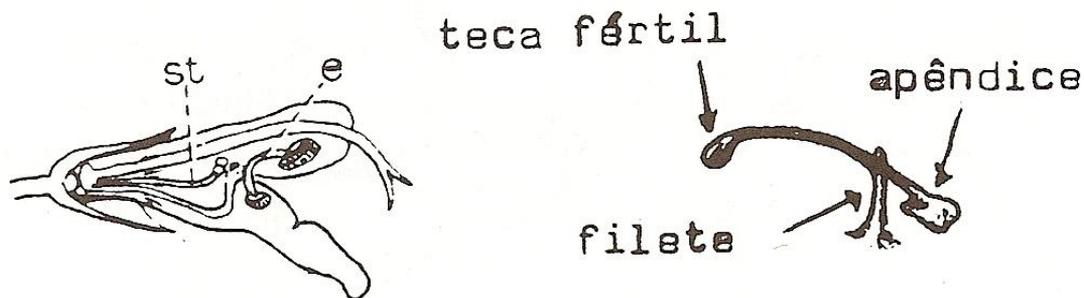


FIGURA 86 - 1, Flor de *Salvia* sp. - e, estame; st, estaminódio; 2, pormenor do estame semi-fértil. 1, EMBERGER & CHADEF AUD (1960); 2, VASCONCELLOS (1969)

86. Em certas espécies de nenúfares (e.g. *Nymphaea alba*), podem ser observadas formas intermédias entre as pétalas e os estames.

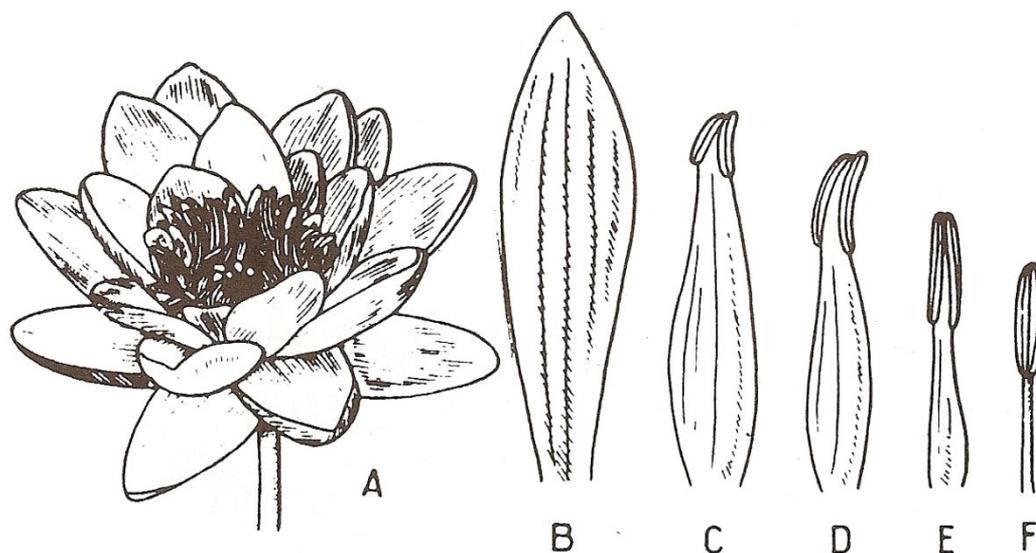


FIGURA 87 - *Nymphaea alba* : A, flor; B, pétala; F, estame normal; C-E, formas intermédias entre pétalas e estames. CAMEFORT & BOUÉ (1980).

87. Aspecto invulgar tem sem dúvida o "androceu colunar" de *Cnidocolus lasoides* e de algumas espécies de *Garcinia*. Outro tanto acontece com o androceu da maioria das lecitidáceas (*Lecythidaceae*)

cujos estames, diadelfos, se dispõem em dois conjuntos fortemente dimórficos. Parte num disco estaminal mais ou menos circular e parte numa coluna normalmente elevada e encurvada sobre o gineceu. Uma só flor pode apresentar mais de 1200 estames.

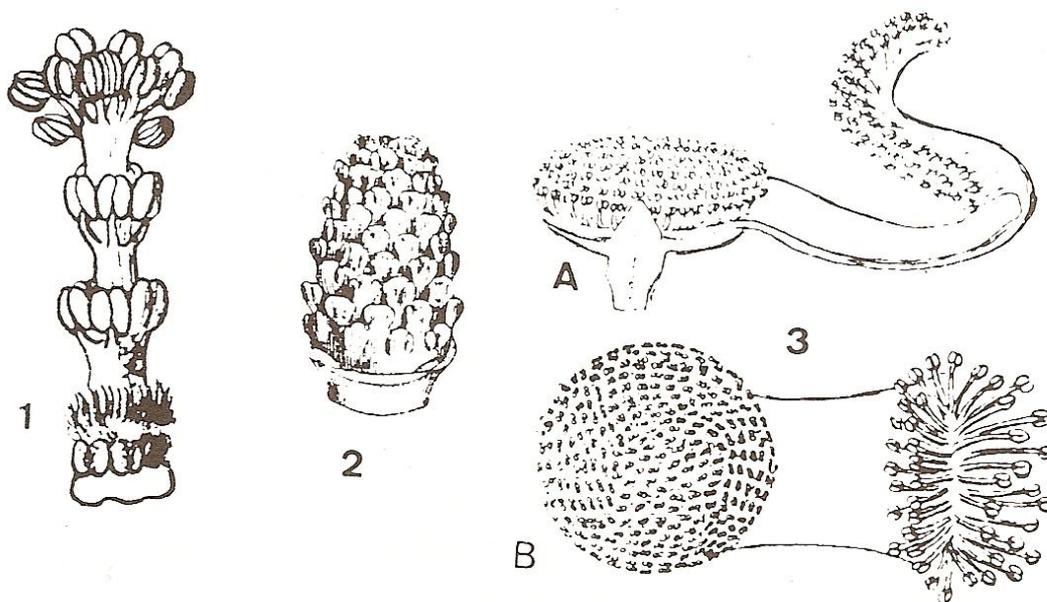


FIGURA 88- 1-2, Androceu colunar: 1, *Cnidoseolus loasoides*; 2, *Garcinia malaccensis*; 3, androceu diadelfo de *Couroupita guianensis* (*Lecythidaceae*) - A, vista lateral; B, vista de cima. 1 e 2, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 3, HUTCHINSON, (1973).

88. Em *Garcinia* (*Clusiaceae*), a organização do androceu e gineceu, além de ser muito diversificada no género, atinge aspectos fora do comum.

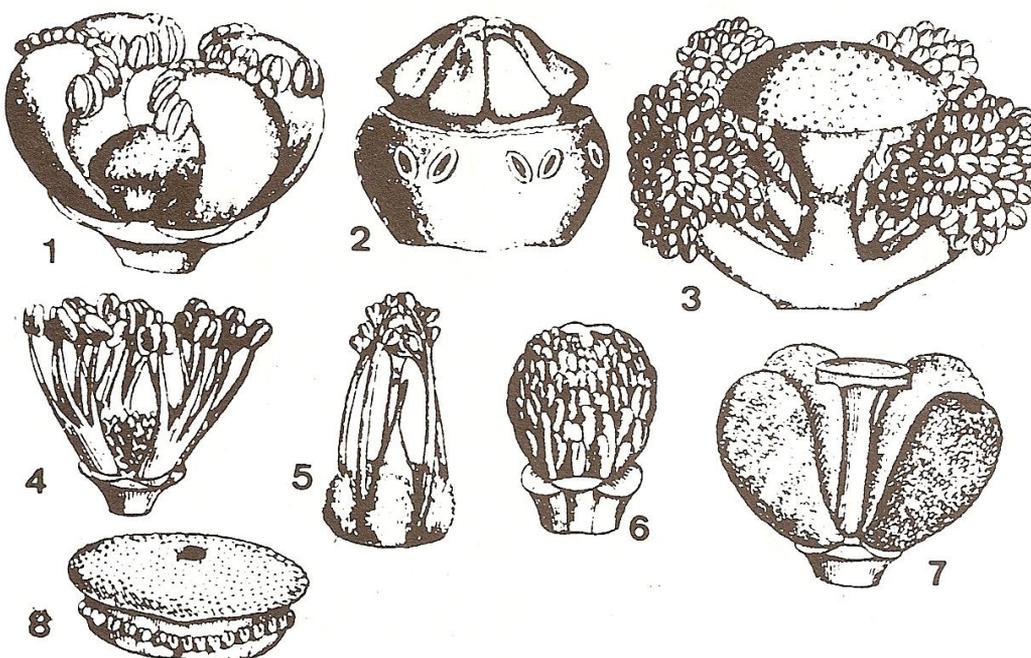


FIGURA 89 - Androceu e gineceu de algumas *Garcinia* spp.: 1, *G. punctata*; 2, *G. minor*; 3, *G. fulva*; 4, *G. smeathmannii*; 5, *G. vilersiana*; 6, *G. indica*; 7, *G. dives*; 8, *G. dryobalanoides*. Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960) e FONT QUER (1977).

89. Na generalidade das angiospérmicas, os grãos de pólen são expulsos das anteras, livres uns dos outros, e isto porque na sua maturação ocorre a separação dos 4 esporos constituintes de cada uma das tétradas. Menos frequentemente, como acontece nas Ericáceas, os grãos de pólen constituintes das tétradas nunca chegam a separar-se, fazendo-se a sua disseminação em grupos de quatro.

Em muitas acácias (*Acacia* spp.), por outro lado, as tétradas unem-se entre si em grupos que podem conter até 64 grãos de pólen.

Este aspecto é levado ao extremo na generalidade das asclepiadáceas e orquidáceas, em que os grãos de pólen de cada teca se encontram reunidos num só aglomerado de tétradas ou num pequeno número destes formando **polinídias**

Nas Orquidáceas, normalmente, cada antera biteca possui também duas polinídias. Cada uma destas apresenta-se atenuada num apêndice delgado (caudículo) que termina frequentemente por uma pequena excrescência viscosa que assegura a sua inserção (retináculo). O conjunto aparece normalmente incluído em duas pequenas bolsas (bursículos) que estão presas ao lado anterior do estigma (rostelo).

Nas Asclepiadáceas, as polinídias, quando existem, estão presas pela base ou pelo cima a dois prolongamentos laterais do estigma (retináculos) ou a cinco apêndices laterais côncavos, apropriados a receber as polinídias (translatores).

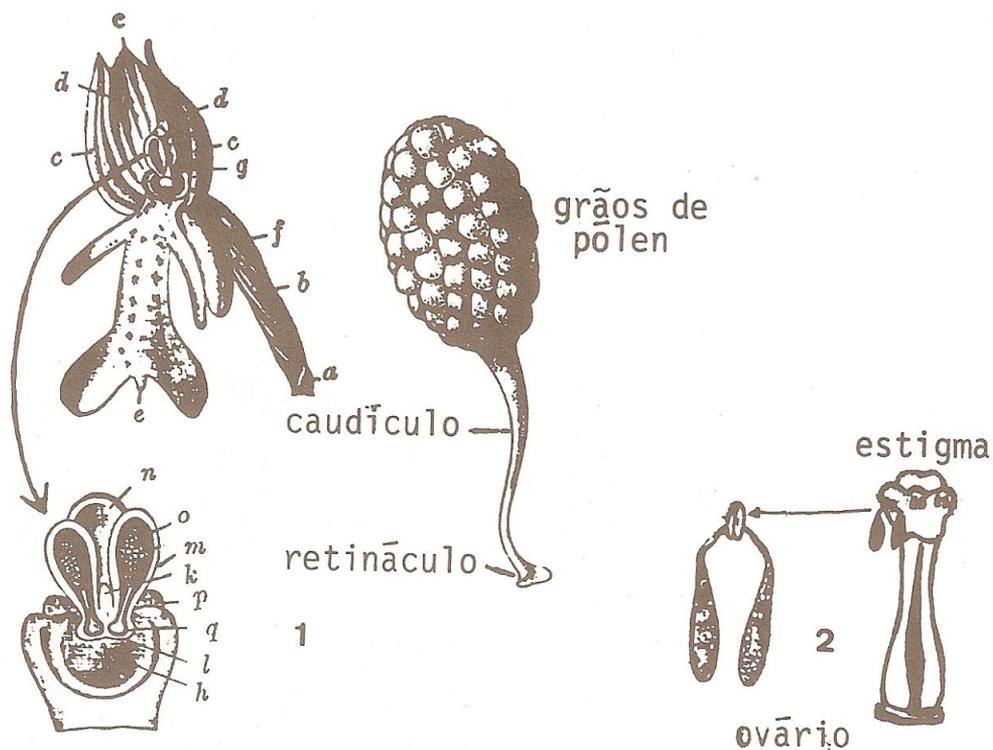


FIGURA 90 - 1, *Orchis militaris*, aspecto geral da flor e pormenor de uma polinídia e de um corte através do ginostémio: a, bráctea; b, ovário; c, tépalas externas; d, tépalas internas; e, labelo; f, esporão; g, ginostémio; h, estigma; i, apêndice; l, rostelo; m, tecas; n, conectivo; o, polinídias; q, caudículo e retináculo; p, estaminódios; 2, *Asclepias* sp., notar que o gineceu é constituído por 2 carpelos unidos apenas pelo estigma e que as anteras estão dispostas à volta do estigma sendo concrecentes com este. À esquerda podem observar-se em pormenor duas polinídias depois de destacadas. 1, STRASBURGUER *et al.* (1974); 2, B, FERRI (1979).

90. A maioria das angiospérmicas tem flores cujos estames se apresentam livres entre si. Os casos em que os estames se encontram concrecentes pelo filete, em um, dois ou mais grupos; estames monadelfos, diadelfos ou poliadelfos, embora menos frequentes não são raros. O mesmo acontece com os estames sinantéricos, ou seja, em que se verifica concrecência das anteras, da generalidade das compostas.

Mais raro é o que se passa nas lobélias (*Lobelia* spp.) e em algumas cucurbitáceas e clusiáceas, em que todos os estames constituintes do androceu se apresentam reunidos num só grupo, soldados pelos filetes e pelas anteras. Neste caso utilizam-se as designações estames singenésicos e/ou **androceu sinfiandro**.

Alguns autores utilizam, em nosso entender incorrectamente, a designação de estames singenésicos como sinónima de sinantéricos.

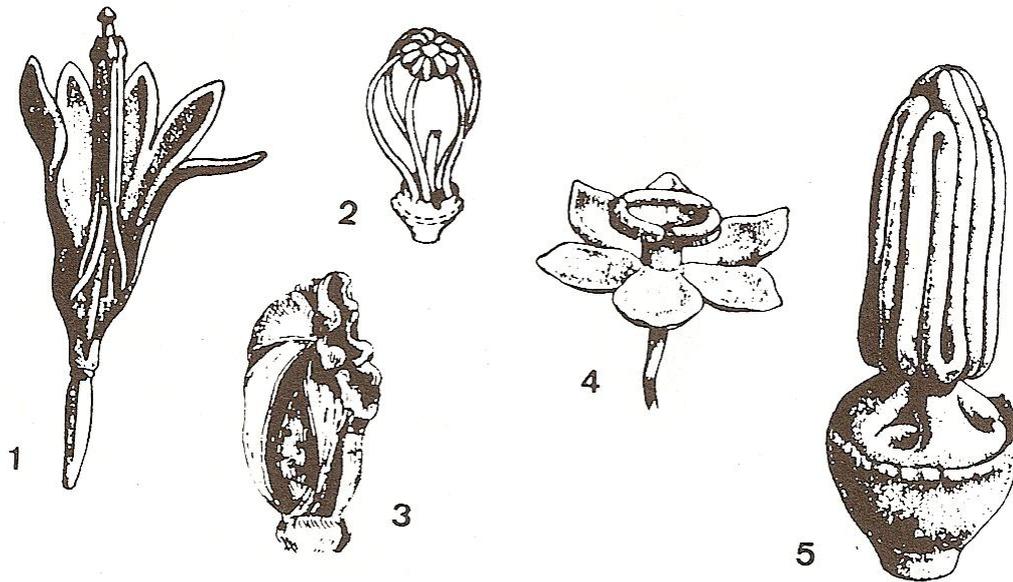


FIGURA 91 - 1-3, estames sinantéricos: 1, *Calendula suffruticosa*; 2, *Sinningia* sp.; 3, *Hydrocera* sp.; 4-5, androceu sinfiandro: 4, *Phyllanthus cyclanthera*; 5, *Cucurbita pepo*.

91. A deiscência das anteras faz-se geralmente por fendas longitudinais e menos vezes por fendas transversais, poros, valvas, ou outras. Certas urticáceas apresentam anteras cuja deiscência se faz muito subitamente, como que de forma explosiva, o que permite lançar o pólen a distâncias apreciáveis.

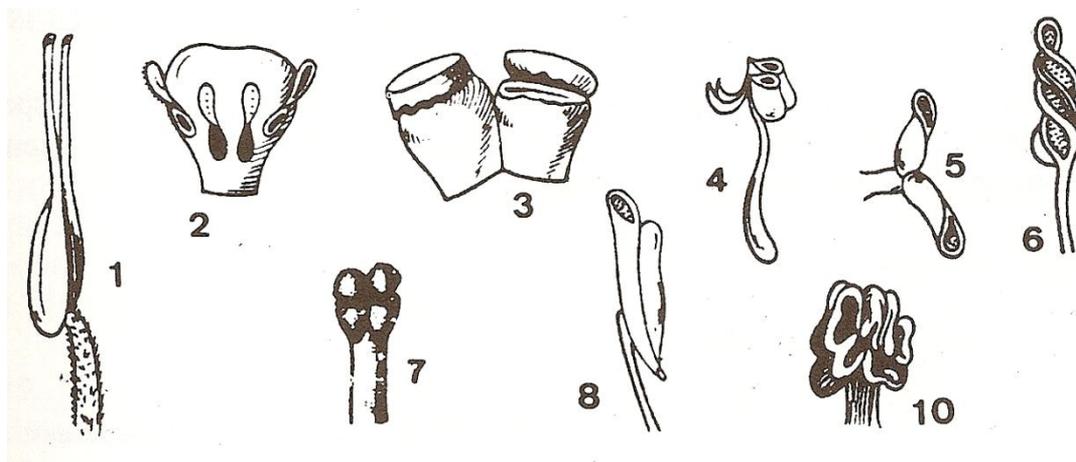


FIGURA 92 - Deiscência poricida e valvular de algumas anteras: 1) *Vaccinium* sp.; 2, *Nectandra* sp.; 3, *Garcinia* sp.; 4, *Arbutus* sp.; 5, *Calceolaria* sp.; 6, *Centaurium* sp.; 7, *Euphorbia* sp.; 8, *Cassia* sp.; 9, *Columellia* sp. EMBERGER & CHADEFAUD (1960)

92. Na generalidade das espécies das *Orchidaceae*, *Asclepiadaceae* e *Aristolochiaceae*, as flores têm reunidos num só corpo o androceu e o gineceu, ou seja, as anteras, sendo sésseis, encontram-se concrecentes com o estilete ou com o estigma, ficando constituído um **ginandro**. Em particular, nas Orquidáceas, existe geralmente um prolongamento colunar e unilateral do eixo floral por cima do ovário, em cujo lado anterior se inserem o(s) estame(s) e o estigma (**ginostémio**).

Em *Hippuris*, o único estame das flores hermafroditas encontra-se inserido no ápice do ovário, ao lado do estilete.

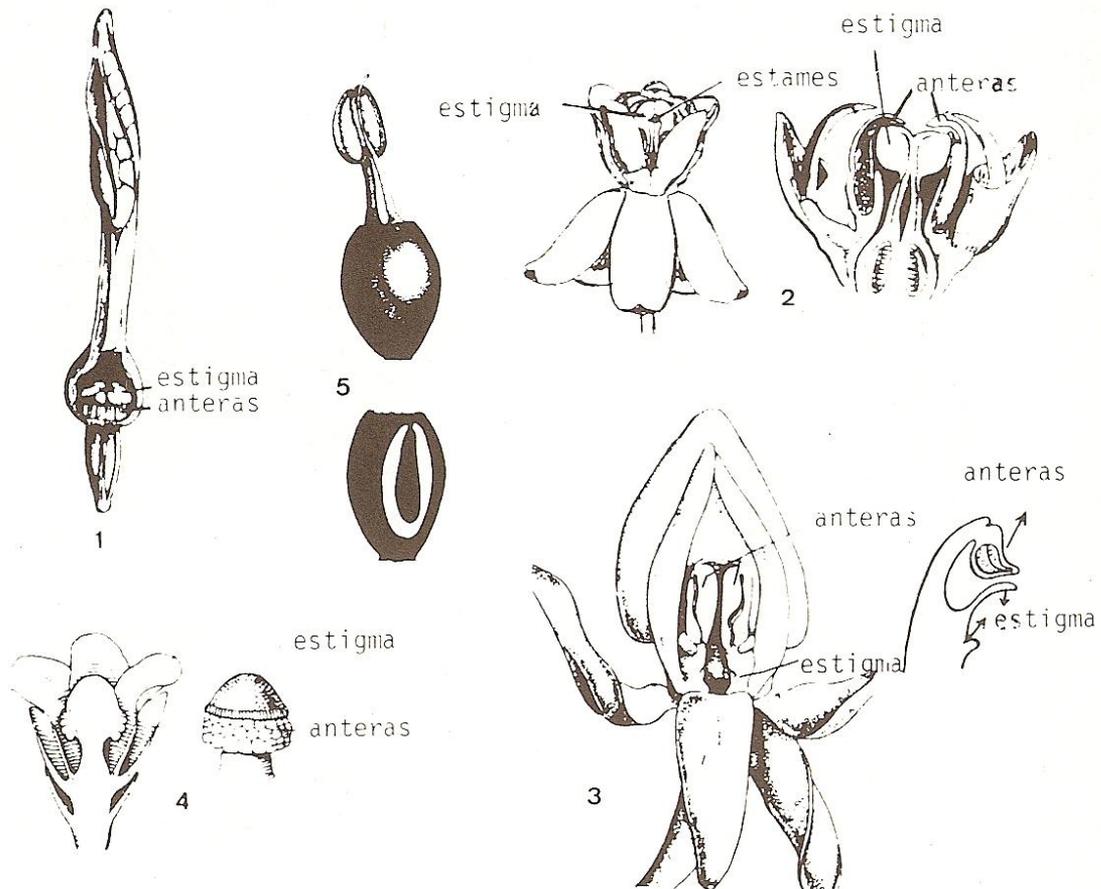


FIGURA 93 - 1, *Aristolochia clematitis*, aspecto do gineceu e do androceu concrecentes num só corpo; 2, *Asclepias syriaca*, flor e corte longitudinal; 3, *Orehis bifolia*, flor e corte longitudinal; 4, *Plostyles berterii* (*Rafflesiaaceae*), flor e pormenor do ginostémio; 5, *Hippuris vulgaris*, flor e ovário em corte (em baixo). 1 e 3, FONT QUER (1977); 2 e 4, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 5, CARLQUIST.

93. Os estames podem apresentar-se não na posição habitual mas antes suspensos ou pendentes, ou seja invertidos na sua inserção, como acontece, por exemplo, nalgumas espécies saprofíticas das *Burmanniaceae* e *Thismiaceae*.

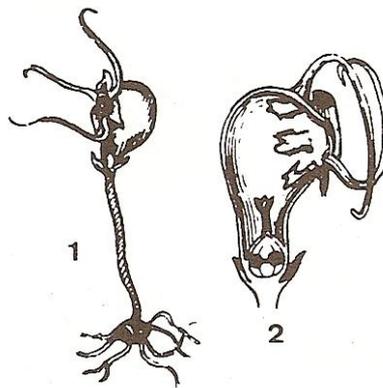


FIGURA 94 - *Thismia macabensis*. 1, planta inteira em tamanho natural; 2, pormenor da flor em corte.

94. O androceu compreende normalmente, pelo menos, 2 estames. Mesmo assim, não são raros os casos em que aquele se encontra reduzido apenas a um estame, e.g., *Lemna*, *Scirpus*, *Euphorbia*, *Callitriche*, ... etc).

Nas *Cannaceae* e *Marantaceae* o androceu compreende até 6 estames, todos eles estéreis e transformados em estaminódios petalóides, à exceção geralmente de um deles que é **semi-fértil**. Este estame semi-fértil é também petalóide mas apresenta, como regra na sua extremidade, metade de uma antera normal ou seja uma teca com dois lóculos polínicos. Esta é sem dúvida uma situação curiosa na medida em que este estame semi-fértil, ainda por cima petalóide, constitui na maioria dos representantes daquelas famílias a totalidade do androceu das flores.

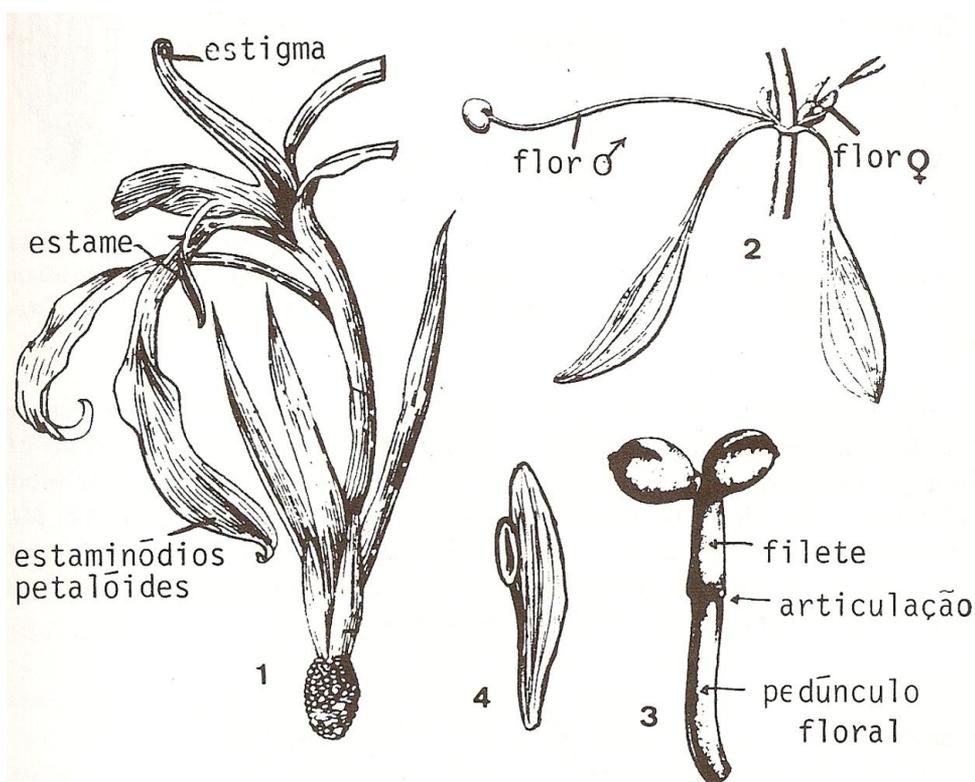


FIGURA 95 - 1, flor de *Canna indica*; 2, fragmento do caule de *Callitriche stagnalis* com duas flores, uma masculina e outra feminina; 3, flor masculina retirada de um ciato de *Euphorbia* sp.; 4, pormenor do estame petalóide semi-fértil de *Canna indica* numa fase inicial. 1 e 2, CAMEFORT & BOUÉ (1980); 3 e 4, FONT QUER (1977).

95. Na maioria das angiospérmicas, os estames apresentam-se em cada flor aproximadamente do mesmo tamanho. No entanto, são muito conhecidos os casos do androceu didinâmico (*Lamiaceae*), tridinâmico (*Narcissus*) e tetradinâmico (*Brassicaceae*). Muito menos comuns, e por isso mesmo dignos de nota, são os casos do **androceu monodinâmico** do cajueiro (*Anacardium occidentale*) e pentadinâmico de *Hugonia serrata* e das oxalidáceas.

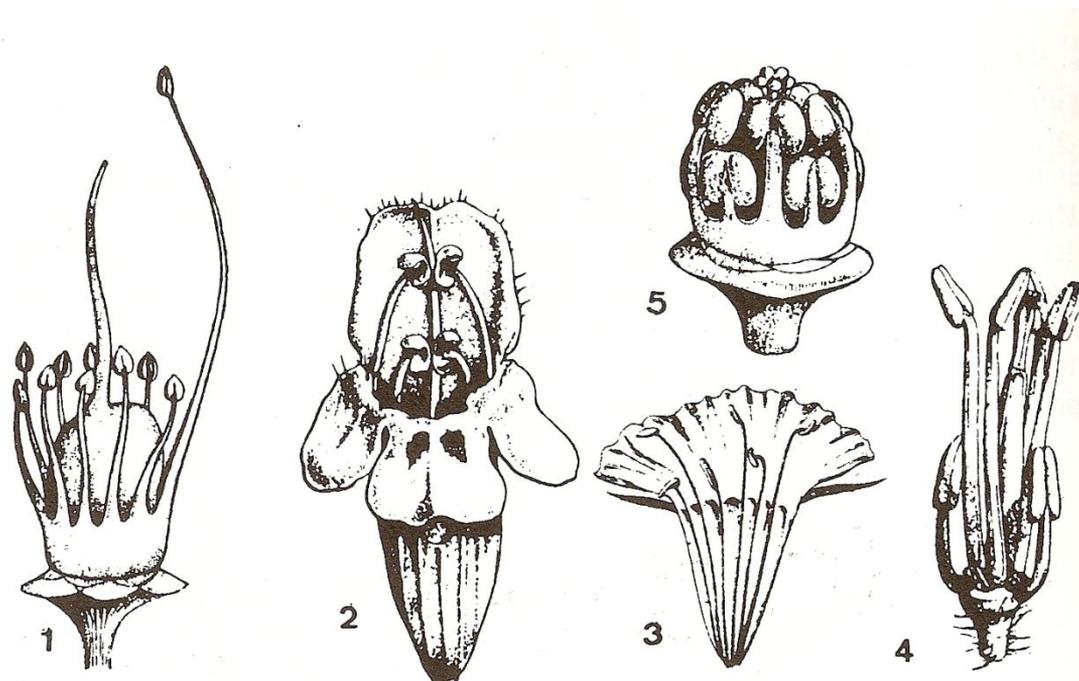


FIGURA 96 - 1, Estame monodinâmico de *Anacardium occidentale*; 2, Estames didinâmicos de *Nepeta nepetoides*; 3, estames tridinâmicos de *Narcissus bulbocodium*; 4, estames tetradinâmicos de *Diplotaxis muralis*; 5, estames pentadinâmicos de *Hugonia serrata*. Adap. FONT QUER (1977).

96. Nas plantas com flores totalmente submersas, a polinização e a fecundação são aquáticas apenas no sentido em que ocorrem na água, pois de resto existe sifonogamia como na generalidade dos espermatófitos. De qualquer modo, a hidrogamia não deixa de se revestir com um carácter de excepção nas plantas superiores e são muito curiosas algumas adaptações neste sentido, das quais a mais importante é sem dúvida a ocorrência de pólen filiforme desprovido de exina, como acontece nas Zosteráceas, Posidoniáceas e Címodoceáceas.

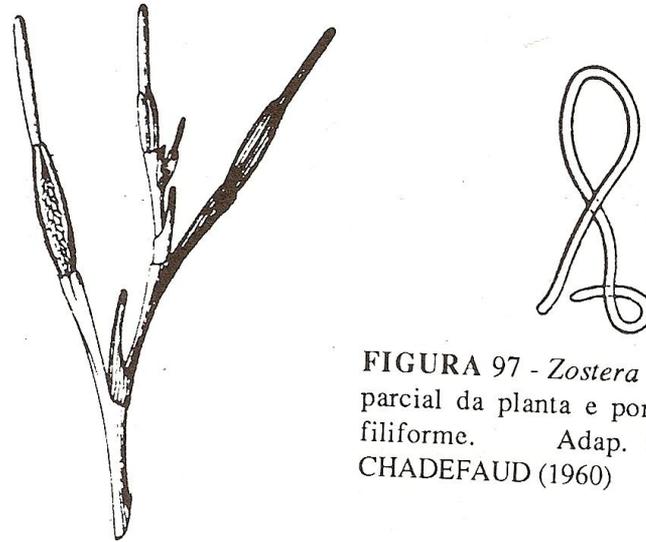


FIGURA 97 - *Zostera marina*, aspecto parcial da planta e pormenor do pólen filiforme. Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960)

97. Sem dúvida que uma das características fundamentais, comum a todas as angiospérmicas, é o facto destas apresentarem os óvulos (mais tarde as sementes) em carpelos fechados, ovários (mais tarde frutos). Excepcionalmente, porém, nalgumas angiospérmicas, os carpelos, embora com os bordos aproximados, nunca chegam a estar perfeitamente fechados (pelo menos em toda a sua extensão). É o que acontece em certas aráceas (*e.g.*, *Remusatia* spp., *Steudnera* spp.), na generalidade das resedáceas, em *Drimys* e em *Degeneria*.

Por outro lado, o ovário de certas angiospérmicas (*e.g.*, *Dioncophyllaceae*) abre-se muito cedo, por altura da queda das pétalas, deixando expostos os óvulos.

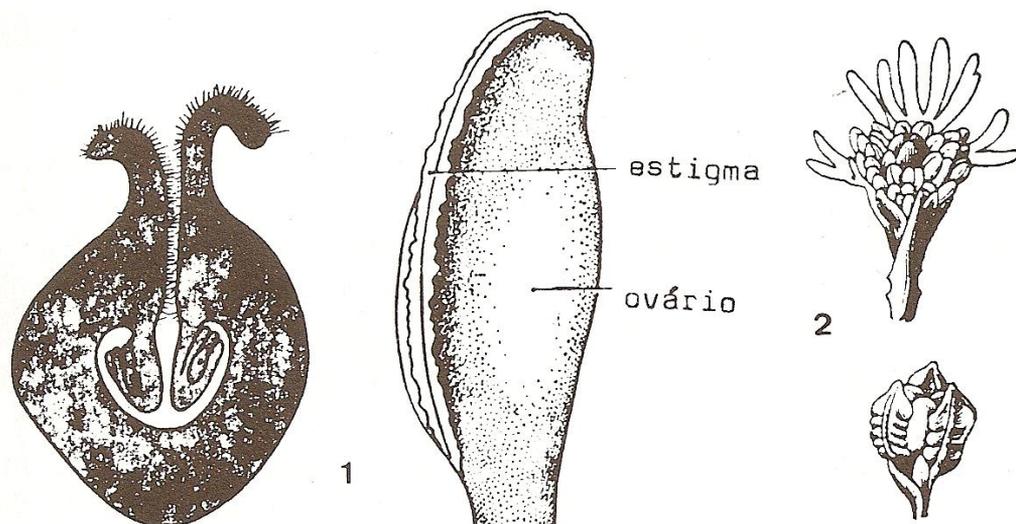


FIGURA 98 - 1, *Drimys piperita*, gineceu em corte transversal e visto externamente. Repare-se também na posição lateral do estigma que não deixa de ser involgar (exclusivo de certas poligaláceas e magnoliáceas); 2, *Reseda luteola*, flor (com ovário permanentemente aberto no cimo) e fruto. Adap. CAMEFORT & BOUÉ (1980).

98. No caso do gineceu sincárpico, existem duas situações involgares que por serem "casos-limite" devem merecer particular atenção:

- o caso em que os carpelos se apresentam concrecentes apenas pelos estigmas, como acontece em

algumas rutáceas (e.g., *Zanthoxylum americanum*).

- o caso em que os carpelos são livres em toda a sua extensão, excepto na base do ovário onde são concrecentes, como acontece em muitas asclepiadáceas.

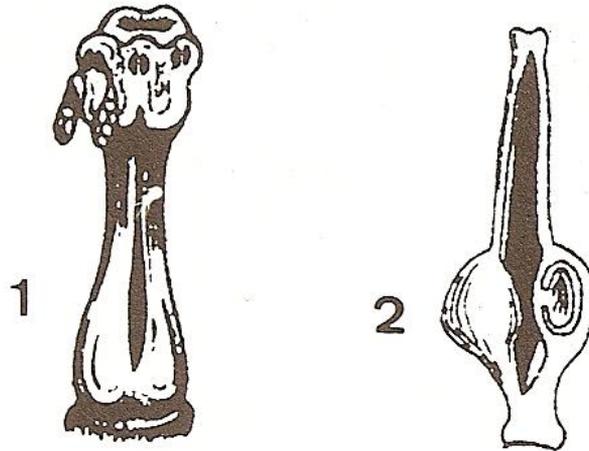


FIGURA 99 - 1, *Asclepias* sp.; carpelos unidos apenas na base do ovário. 2, *Zanthoxylum americanum*; carpelos unidos apenas pelos estigmas. Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

99. Certas espécies são notáveis pela brevidade com que, uma vez no estado de floração, são produzidos frutos e sementes. O caso mais extraordinário entre as plantas com flor diz respeito a algumas podostemáceas do género *Apinagia* em que, em média, decorrem apenas 48 horas entre a plena floração e a frutificação.

Certas flores são também notáveis pelo seu carácter efémero. É o caso da rainha-da-noite, *Cereus grandiflorus* (*Cactaceae*), cujas flores abrindo normalmente ao anoitecer começam a murchar logo a meio da noite. O mesmo se passa, ainda que de forma não tão drástica, em *Veronica* spp.

Noutras plantas os elementos do perianto dizem-se com maior propriedade, não efémeros, mas fugazes ou muito cedo caducos, porque se desprendem do receptáculo muito cedo (em casos extremos menos de uma hora após a abertura do botão floral). É o caso das pétalas em *Portulaca*, *Cistus* e *Linum*, e das sépalas em *Papaver*.

100. Num gineceu sincárpico, os diversos carpelos dispõem-se sempre num único verticilo, ficando portanto inseridos a um mesmo nível. A romãzeira (*Punica granatum*) constitui uma excepção já que os carpelos se dispõem em 2-3 verticilos sobrepostos. De facto, em *Punica* o ovário apresenta duas séreis de lóculos sobrepostos sendo a placentação parietal no verticilo superior e axial inferiormente. Pensa-se que tal gineceu deve ter sido originado por concrecência de carpelos que se dispunham inicialmente em 2-3 verticilos contíguos, mas livres.

Em algumas centrolepidáceas o ovário tem dois ou mais carpelos e um número correspondente de lóculos sobrepostos cada um deles com um único óvulo pêndulo.

Na cultivar 'Baía' de *Citrus aurantium* (laranjeira), formam-se também frutos a partir de gineceus com os carpelos em dois verticilos sobrepostos.

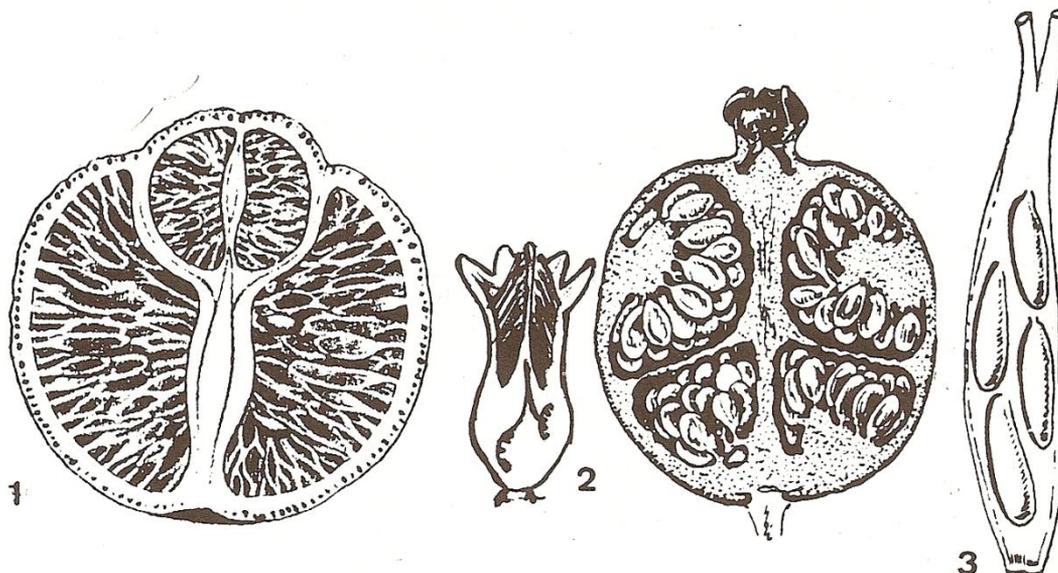


FIGURA 100 - 1, fruto de *Citrus aurantium*, originado num gineceu de dois verticilos de carpelos. Resultam dois "frutos" um na extremidade do outro; 2, corte longitudinal da flor de *Punica granatum* vendo-se os carpelos em dois andares. À direita, fruto em corte longitudinal; 3, Corte longitudinal do gineceu de *Centrolepis aristata* em que o ovário pluricarpelar se apresenta constituído por carpelos e lóculos uniovulados em verticilos sobrepostos. 1, FONT QUER (1977); 2, FERRI (1979); 3, HUTCHINSON (1983).

101. Na grande maioria dos espermatófitos, a repartição dos sexos faz-se do seguinte modo: 1) ou se trata de plantas monoclínicas, em que os 2 sexos estão na mesma flor (plantas hermafroditas) ou em flores distintas, unissexuais masculinas ou femininas mas no mesmo indivíduo (plantas monóicas); 2) ou se trata de plantas diclínicas ou dióicas em que há separação de sexos ocorrendo portanto indivíduos masculinos e outros femininos.

Embora muito menos frequente, existe ainda uma terceira situação. Trata-se das espécies poligâmicas (polígamo-monóicas, polígamo-dióicas) em que num mesmo indivíduo, como acontece p. ex. na alfarrobeira (*Ceratonia siliqua*), podem ocorrer lado a lado flores hermafroditas e outras unissexuais masculinas e femininas. Na papaia, *Carica papaya*, existem mesmo três tipos de plantas: masculinas, femininas e polígamas.

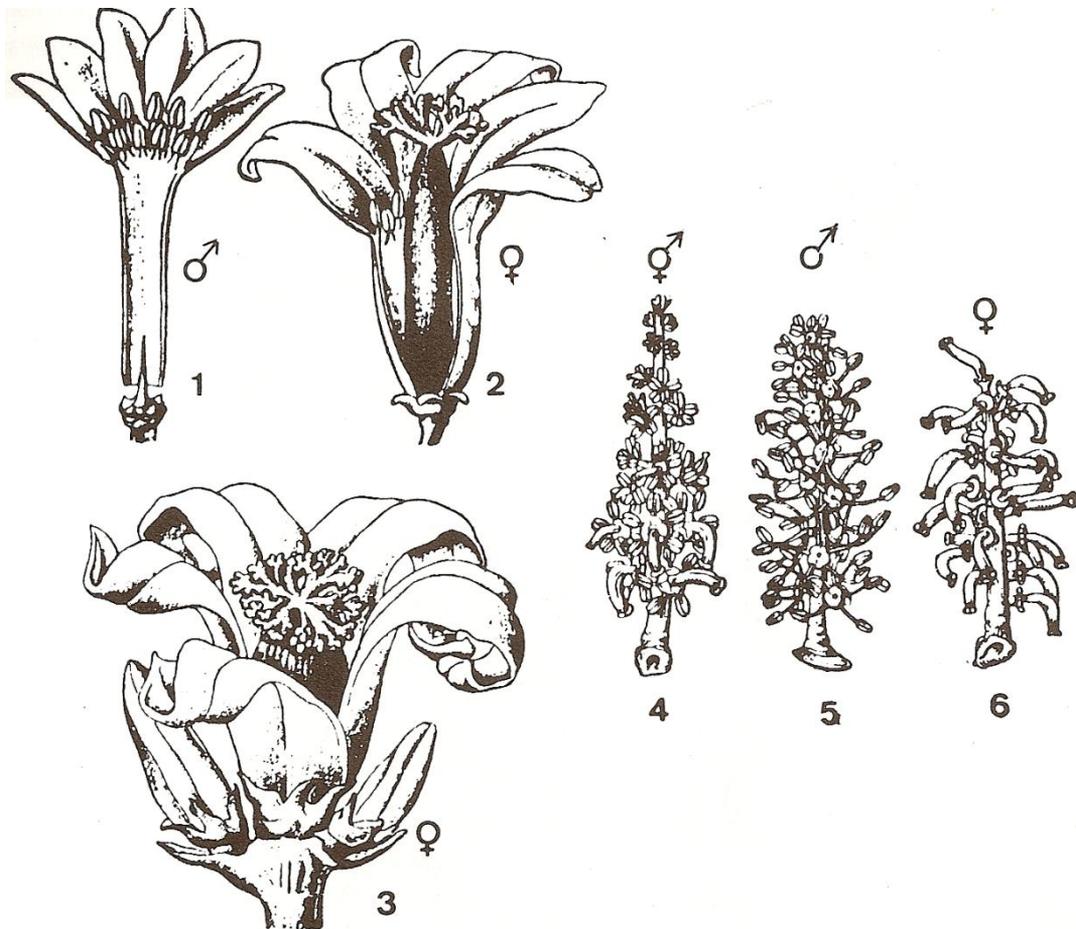


FIGURA 101 - 1-3, flores masculina, hermafrodita e feminina da papaia, *Carica papaya*; 4-6, cachos de flores hermafroditas, masculinas e femininas da alfarrobeira, *Ceratonia siliqua*. Adap. FONT QUER (1977).

102. No gineceu apocárpico algumas situações particulares merecem destaque:

- o caso em que o receptáculo não apresenta, como é normal, a forma convexa, ficando os carpelos dispersos e livres na sua periferia, mas antes apresenta a forma de um cone invertido, estando os carpelos encerrados na sua extremidade pelo que não estão de maneira alguma "soltos", mas estreitamente reunidos num só corpo.

Nesta situação, o gineceu tem sido também designado (CAMEFORT & BOUÉ, 1980) como sendo "**pseudocenocárpico**". Tal situação apenas é conhecida nos géneros *Nelumbo* e *Eupomatia*.

- o caso em que o receptáculo (hipanto, disco; os vários autores não estão inteiramente de acordo neste particular) se apresenta muito desenvolvido e sendo normalmente acrescente acaba por envolver numa forma mais ou menos completa os vários pistilos. Em algumas rosáceas, o gineceu é multipistilado e as flores perigínicas - pois as sépalas, pétalas e estames aparecem inseridos na extremidade do hipanto, acima dos vários pistilos. Dado que o hipanto é acrescente, carnudo e urceolado os vários aquénios aparecem inclusos neste na frutificação. O fruto múltiplo designa-se então por **cinorrodo**. De notar que se verifica ocorrência de apocarpia associada a periginia o que não é muito frequente entre os espermatófitos. Muitas monimiáceas apresentam um aspecto semelhante.

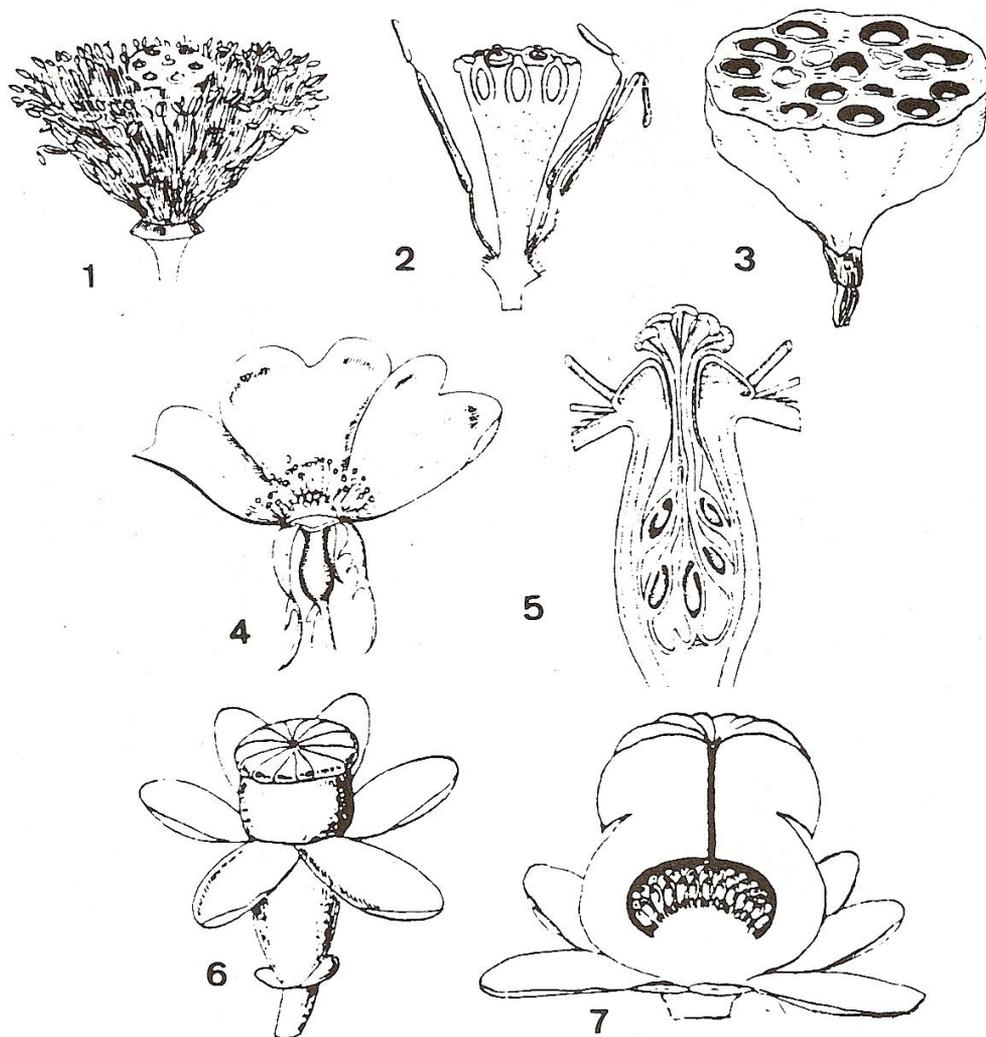


FIGURA 102 - 1-3, *Nelumbo nucifera*; 1, flor sem o perianto; 2, corte longitudinal num estado inicial de desenvolvimento do gineceu "pseudocenocárpico"; 3, fruto; 4 .. 5, *Rosa canina*; 4, aspecto geral da flor; 5, corte longitudinal do gineceu na altura da floração; 6 .. 7, flor feminina de *Scyphostegia borneensis*; 6, aspecto geral; 7, corte longitudinal observando-se os vários pistilos inseridos na base do disco. 1-3, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 4 .. 5, HICKEY & KING (1988); 6 .. 7, HUTCHINSON (1973).

Em *Scyphostegia* e *Siphonodon*, o receptáculo apresenta-se extraordinariamente desenvolvido envolvendo completamente os vários pistilos e apenas deixando uma pequena abertura na sua extremidade que se assemelha fortemente a um estigma. O conjunto faz lembrar o sícone (figo, de *Ficus carica*) mas as diferenças são grandes pois aqui trata-se de uma única flor e não de uma inflorescência. Neste caso a apocarpia aparece associada a hipoginia.

A observação dos frutos (esquizocarpos) das umbelíferas poderia levar a pensar na existência de epiginia associada a apocarpia mas deve notar-se que não existe apocarpia verdadeiramente pois os carpelos apenas se separam na maturação.

103. As flores perigínicas são providas de um hipanto que não se apresenta concrecente com o ovário (súpero, neste caso) ou é concrecente com aquele até sensivelmente metade da sua altura (ovário semi-

ínfero). Em todo o caso, como regra o pistilo apresenta-se inserido no prolongamento do eixo floral. Muito raramente, como acontece em certas leguminosas (e.g., *Hymenostegia* spp. e *Macrolobium* spp.), o pistilo encontra-se inserido ao longo do tubo hipantial ou mesmo na sua extremidade.

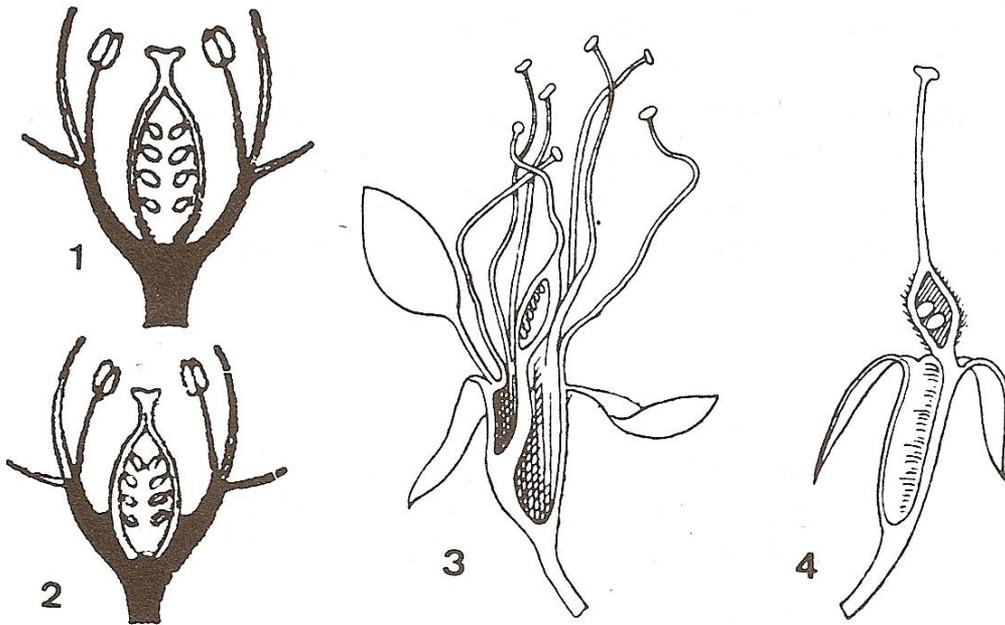


FIGURA 103 - 1-2, Flores perigínicas - com ovário súpero (1) e semi-ínfero (2). O hipanto apresenta-se representado a negro; 3-4, flores perigínicas fora da comum cujos pistilos se encontram inseridos sensivelmente a meio do tubo hipantial (3) ou mesmo no ápice daquele (4); 3, *Hymenostegia afzelii*; 4, *Hymenostegia emarginata*, não estão representados nem a corola nem o androceu. Adap. EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

104. O ovário das cactáceas (à semelhança do que acontece com as aizoáceas) parece ter, segundo EMBERGER & CHADEF AUD (1960), uma natureza caulinar.

Em certas espécies ele pode ramificar-se (e. g., *Opuntia* spp., *Pereskia* spp.) e nas axilas das sépalas podem observar-se as mesmas aréolas (caules laterais de entrenós extraordinariamente curtos com folhas reduzidas a espinhos) que existem nos caules foliáceos (cladódios). Em *Opuntia fulgida* o ovário não apresenta a seguir à fecundação as modificações características que acompanham o desenvolvimento dos frutos, parece pelo contrário conservar a sua natureza "caulinar" pelo que pode facilmente ser utilizado como estaca na multiplicação vegetativa desta espécie.

105. Segundo EMBERGER & CHADEF AUD (1960), a instabilidade sexual em *Myrica* é tão grande que foram observados indivíduos em que se verificou mudança de sexo de um ano para outro.

106. Os óvulos das Angiospérmicas têm normalmente 2 tegumentos (primina e secundina).

Menos vezes eles apresentam um único tegumento (e.g., *Convolvulaceae*, *Sapotaceae*, *Cornaceae*, *Apiaceae*, *Araliaceae*).

Muito mais raramente algumas angiospérmicas apresentam óvulos com 3 tegumentos (e.g., *Asphodelus fistulosus*) ou nenhum, dado que por redução extrema dos tegumentos os óvulos se tomam nus (e.g., *Santalaceae*, *Crinum*, *Loranthus*, *Voyria*, algumas balanoforáceas).

Num caso verdadeiramente ímpar, apenas conhecido para *Viscum* e para algumas outras lorantáceas (*Loranthaceae*), os óvulos, na verdadeira acepção do termo, não chegam a individualizar-se dado que é impossível distinguir da parede interna do ovário uma estrutura como tal. Não se formam nem placenta, nem tegumentos, nem nucelo. As células-mãe dos macrósporos e mais tarde as oosferas estão mais ou menos afundadas no parênquima do ovário. Segundo outros autores, os óvulos nestes casos formam-se mas confundem-se com a placenta, estando indistintos.

Em *Torenia*, os óvulos possuem a parte anterior do saco embrionário saliente do micrópilo, pelo que a oosfera e as sinergídias são extraordinariamente fáceis de observar.

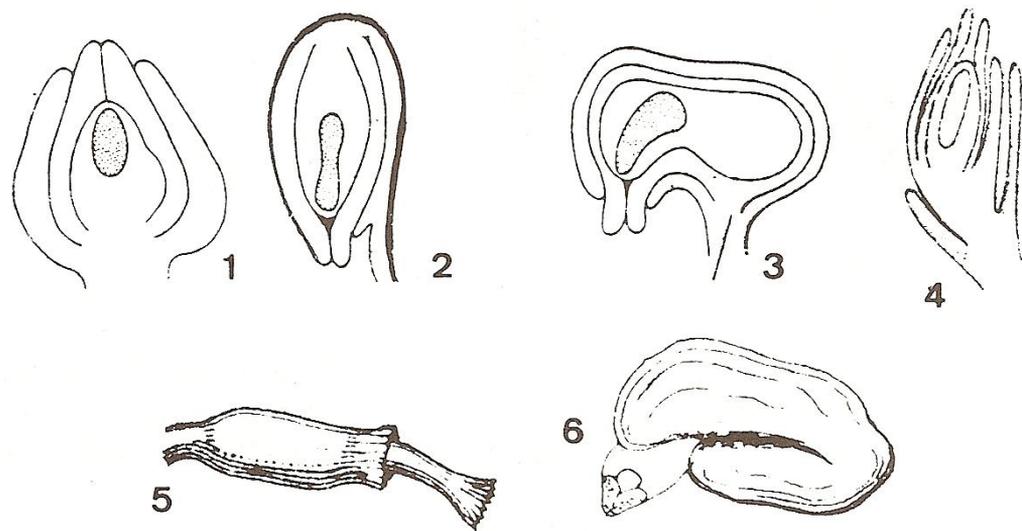


FIGURA 104 - 1, Óvulo direito (ortotrópico) com 2 tegumentos; 2, óvulo invertido (anatrópico) com 1 tegumento; 3, óvulo campilotrópico com 2 tegumentos; 4, óvulo provido de 3 tegumentos de *Asphodelus fistulosus*; 5, óvulo festoneado de *Acorus calamus*; 6, óvulo de *Torenia* sp. com a parte anterior do saco embrionário extraordinariamente saliente. Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

107. A placentação diz respeito à forma como os óvulos se inserem nos carpelos mas, de um ponto de vista mais abrangente, diz igualmente respeito à forma como aqueles se localizam no ovário.

Assim, no que respeita à placentação em relação ao ovário esta pode ser apical (óvulos pendentes), axial (ou axilar), parietal, basilar e central livre, sendo qualquer um destes casos bastante frequente.

Existem ovários onde a placentação é mista. Assim, por exemplo: em *Punica*, o ovário apresenta duas séries de lóculos sobrepostos sendo a placentação parietal no verticilo superior e axial inferiormente; em *Monotropa* ela é, por vezes, axial na base e parietal para o ápice do ovário; em *Cochlospermum* e *Amoreuxia*, a placentação é axial no ápice do ovário enquanto na base, devido ao desenvolvimento das placentas, ela é parietal.

Os óvulos podem inserir-se numa posição ascendente ou descendente. Raramente, como acontece em *Eriostemon myoporoides* os óvulos são **heterotrópicos** já que num mesmo ovário alguns são ascendentes e outros descendentes.

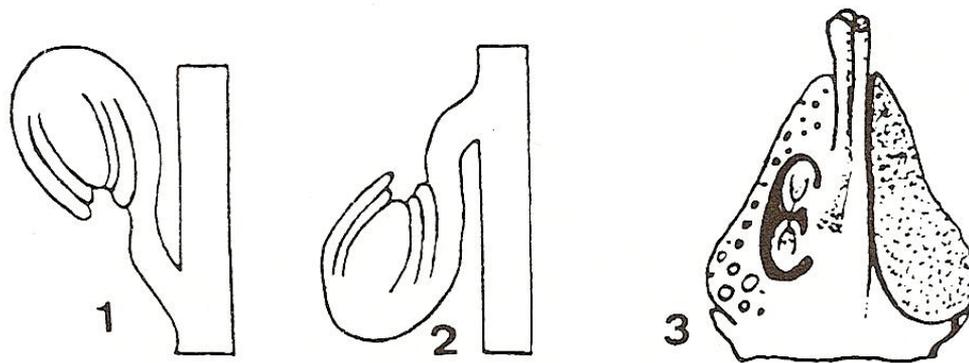


FIGURA 105 - 1-2, óvulos anatópicos - ascendente (1) e descendente (2); 3, corte longitudinal do gineceu de *Eriostemon myoporoides* observando-se dois óvulos anatópicos um ascendente e outro descendente. Verifica-se portanto **heterotropia** (ou **anfitropia**). EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

No que respeita à placentação em relação à folha carpelar, ela pode ser marginal, quando os óvulos se dispõem sobre a margem do(s) carpelo(s), o que é a situação mais frequente, ou difusa (ou reticulada) quando aqueles se dispõem sobre as suas nervuras - caso muito menos frequente mas que se encontra, por exemplo, em *Papaver*. Nas Butomáceas e Cabombáceas este último tipo de placentação, considerado muito primitivo, é levado ao extremo já que os óvulos se dispõem de forma muito dispersa por toda a superfície interna dos carpelos.

Na maioria das Cucurbitáceas as placentas encontram-se extraordinariamente desenvolvidas indo normalmente desde as paredes até ao centro do ovário e tomando, por isso, a designação de **placentas intrusivas**.

Nas Crucíferas a hipertrofia das placentas é ainda mais acentuada verificando-se ao longo de todo o diâmetro do fruto e levando à formação de um falso septo (repto ou diafragma) que faz com que as silíquas sejam biloculares, apesar do ovário que lhes deu origem ser paracárpico.

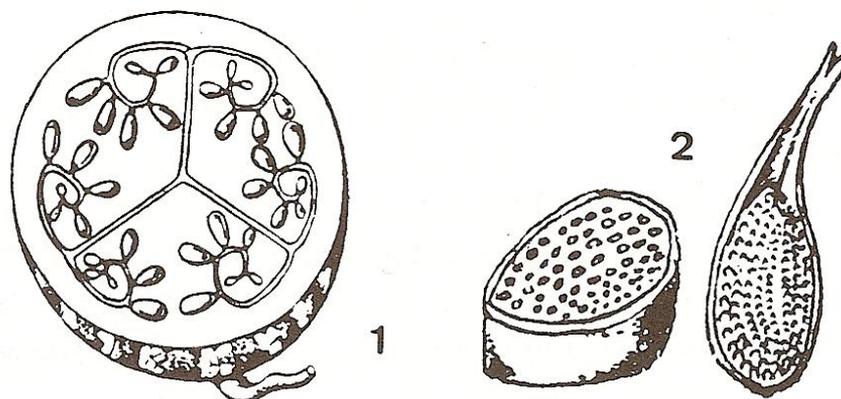


FIGURA 106 - 1, corte transversal do ovário de uma cucurbitácea vendo-se a inserção dos óvulos em placentas muito desenvolvidas (placentas intrusivas); 2, cortes longitudinal e transversal do ovário de *Butomus umbellatus* em que é visível a inserção dos óvulos de forma muito dispersa por toda a superfície interna dos carpelos.

108. Cada óvulo apresenta-se ligado à placenta por um cordão ou funículo como regra curto e recto. Em *Nidularium*, o funículo apesar de curto apresenta-se muito intumescido, enquanto na maior parte das acantáceas (*Acanthaceae*) os funículos endurecidos e persistentes nas sementes constituem-se como ejaculadores ajudando à sua dispersão. Em *Ctenolophon* cada óvulo apresenta-se pendente de um longo funículo recto. E, em certas acácias (*e.g.*, *Acacia retinodes* e *A. cyclops*) o funículo é muito longo e rodeia o óvulo (mais tarde a semente) numa dupla volta.

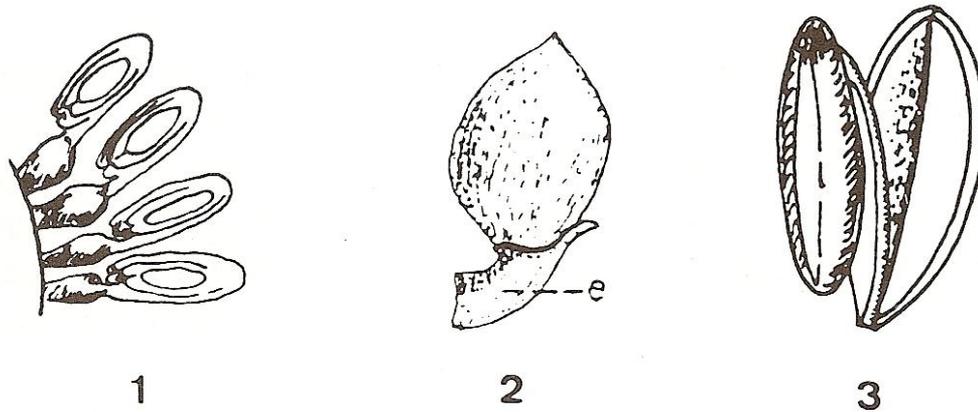


FIGURA 107 - 1, funículos curtos mas bastante intumescidos em *Nidularium* sp.; 2, funículo curto, persistente e endurecido, transformado em ejaculador para ajudar à disseminação das sementes em *Strobilanthes anisophyllus*; 3, fruto monospermico de *Ctenolophon* sp. em que a semente se apresenta pendente de um longo funículo. EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

109. Excepcionalmente o ovário pode apresentar-se alado como acontece na maioria das begónias (*Begonia* spp.).

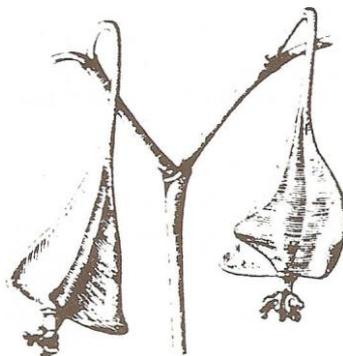


FIGURA 108 - Ovário alado de *Begonia grandis*. EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

110. Por razões que não são inteiramente conhecidas, determinados órgãos de certas espécies estão sujeitos a apresentar fenómenos de disjunção, na maior parte dos casos traduzidos na circunstância de que certas peças que geralmente aparecem unidas, ocorrem separadas ou o inverso. Assim:

- em *Primula vulgaris*, espécie de cálice gamossépalo, podem ocorrer algumas flores cujas sépalas são livres;
- em algumas *Campanula* spp., em vez da corola normalmente gamopétala podem ocorrer algumas flores com as pétalas livres;

- nalgumas malváceas o androceu pode passar de monadelfo a poliadelfo ou mesmo serem livres todos os estames de certas flores;
- no fruto do limoeiro (*Citrus limon*) , os carpelos normalmente concrecentes em toda a sua extensão tornam-se livres para o ápice.

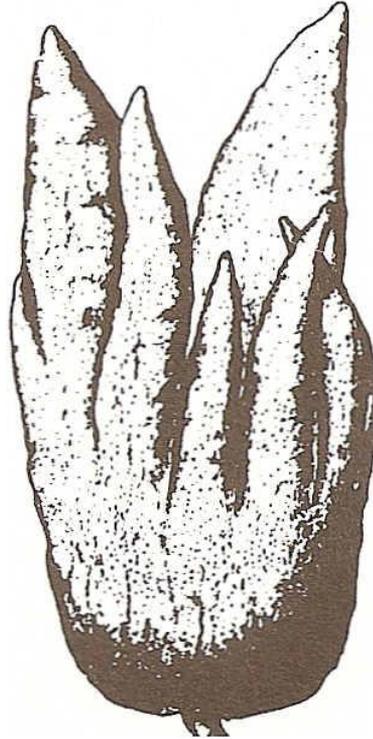


FIGURA 109 - Fruto de *Citrus limon*, originado a partir de um gineceu anormal, apresentando os carpelos livres para o cima. FONT QUER (1977).

111. Como regra nas Angiospérmicas, a seguir à fecundação todos os carpelos desenvolvem-se mais ou menos por igual, contribuindo um tanto equitativamente para a constituição do fruto. No entanto, em certas tiliáceas, existe um acentuado **dimorfismo carpelar**, no sentido em que apenas um carpelo, dito fértil, se desenvolve, enquanto os outros, estéreis, ditos **carpelódios**, ficam atrofiados. Este aspecto, embora muito diferente, não deixa de fazer lembrar a distinção, sem dúvida muito mais frequente, entre estames férteis e estaminódios.

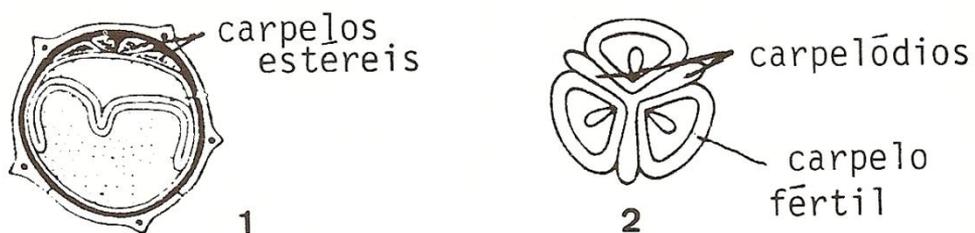


FIGURA 110 - 1, corte transversal dum fruto de *Tilia* sp. com 4 carpelos atrofiados e um bem desenvolvido; 2, polimorfismo carpelar em *Trilechin palustris*. Gineceu de 3 carpelos férteis e 3 estéreis (carpelódios). EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

112. Alguns aspectos de estigmas:

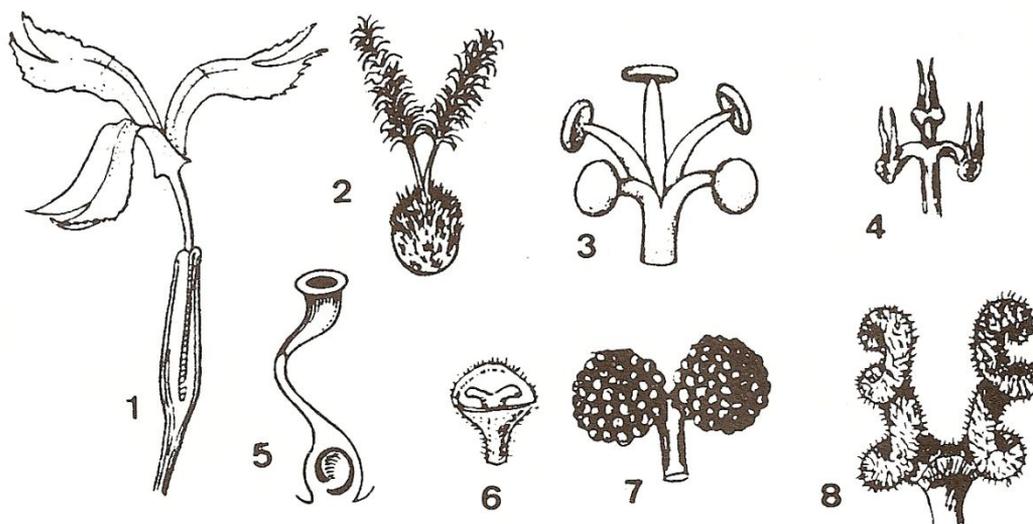


FIGURA 111 - 1, estigmas laminares e petalóides de *Iris pseudacorus*; 2, estigmas plumosos de uma gramínea; 3, estigmas discóides de *Hibiscus* sp.; 4, estigmas apendiculados de *Ptychomeria* sp.; 5, estigma em forma de cachimbo de *Davilla lucida*; 6, estigma de *Scaevola gracillis*, compreendendo uma pequena taça para o pólen; 7, estigmas fortemente glandulosos de *Ipomoea* sp.; 8, estigmas enrolados sobre si próprios de *Begonia* sp. 5 e 8, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 6, HUTCHINSON (1973); restantes LAWRENCE (1977).

113. O estilete insere-se normalmente na extremidade superior do ovário, dizendo-se **terminal**. Menos frequentemente, ele encontra-se inserido na base do ovário, como acontece na maioria das boragináceas e labiadas assim como em *Allium* spp., dizendo-se **basilar** ou **ginobásico**. Raramente, o estilete pode apresentar-se inserido à volta de um ponto médio entre o ápice e a base do ovário, dizendo-se **lateral**, como em *Potentilla reptans*, *Stilbe vestita* e *Rhabdodendron macrophyllum*.

O comprimento do estilete pode chegar a atingir, como acontece nas flores femininas de *Zea mays* (milho), cerca de 20 cm e inversamente, pode faltar completamente, dizendo-se os estigmas sésseis, como em *Papaver* spp. (papoilas). Nalguns casos (e.g., *Sarraceniaceae*), o estilete pode tomar formas muito particulares. E nas *Xyridaceae*, é frequente o estilete apresentar apêndices diversos.

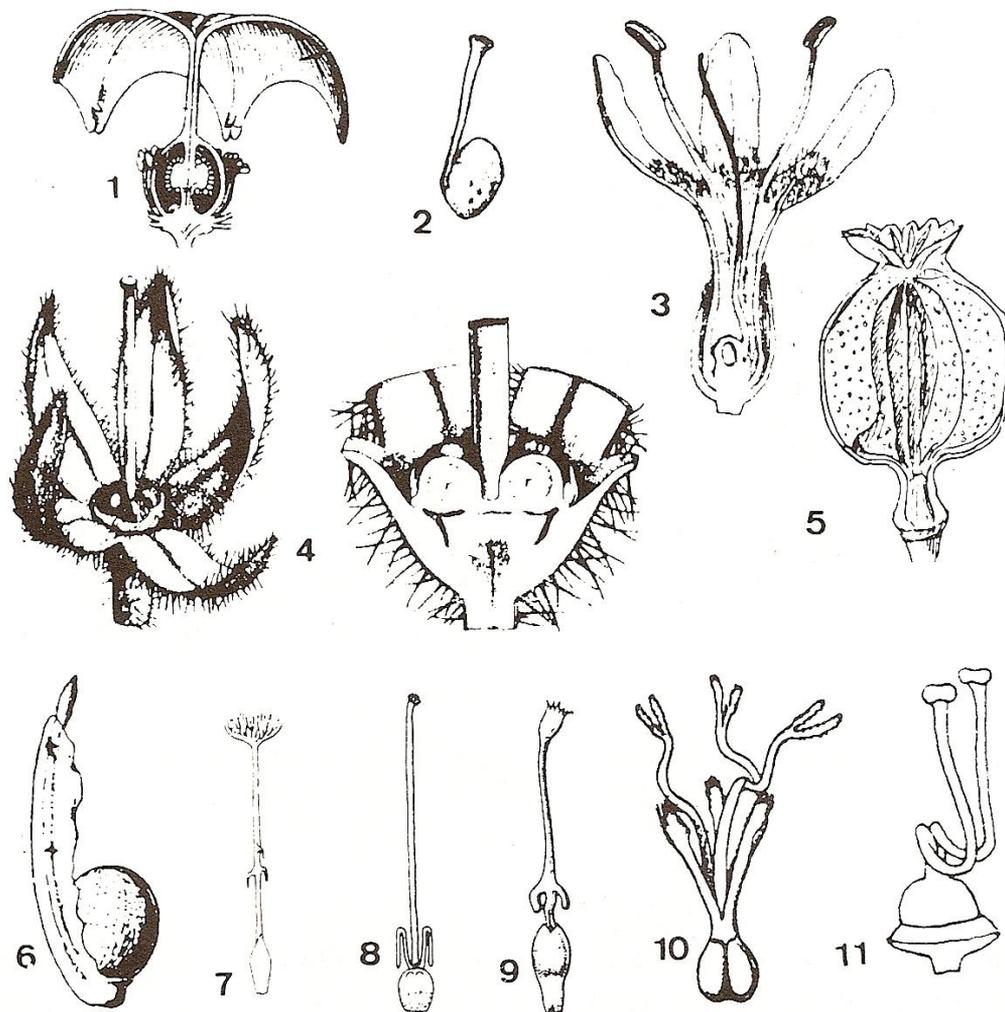


FIGURA 112 - 1, estilete em forma de chapéu de chuva de *Sarracenia purpurea*; 2, estilete lateral de um dos pistilos que constitui o gineceu de *Fragaria x ananassa* (morangueiro); 3, estilete lateral em *Stilbe vestita*; 4, estilete ginobásico de *Borago officinalis*, aspecto externo e em corte longitudinal; 5, estigmas sésseis em cápsula de *Papaver* sp.; 6, estilete basilar de *Theligonum* sp.; 7-9 estiletos diversamente apendiculados de algumas *Xyridaceae* - 7, *Abolboda linearifolia*; 8, *Orectanthe spectrum*; 9, *Abolboda poeppigii*; 10, *Paepalanthus* sp.; 11, estilete geniculado de *Hoplestigma klaineum*.

1 e 11, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2, V ASCONCELLOS (1969); 3, 4 e 5 FONT QUER (1977); 7-9 DAHLGREN *et al.* (1985); 6 e 10, HUTCHINSON (1973).

114. Em certas angiospérmicas, o tamanho dos estiletos, quando comparado com o dos estames, varia muito de indivíduo para indivíduo (heterostilia).

Na heterostilia trimorfa, caso de muitas litráceas (*e.g. Lythrum salicaria*) podem observar-se indivíduos com flores cujos estiletos são maiores que os estames (longistilia), outras em que, pelo contrário, o estilete é bastante menor que os estames (brevistilia) e por fim um último grupo de indivíduos com flores com características intermédias (mesostilia).

Nas espécies com heterostilia **dimorfa** (*e.g., Primula* spp.), existem apenas indivíduos brevistílicos e longistílicos.

Mais raro é o caso de espécies como *Menyanthes trifoliata* que apresentam, a par de indivíduos homostílicos, outras heterostílicos.

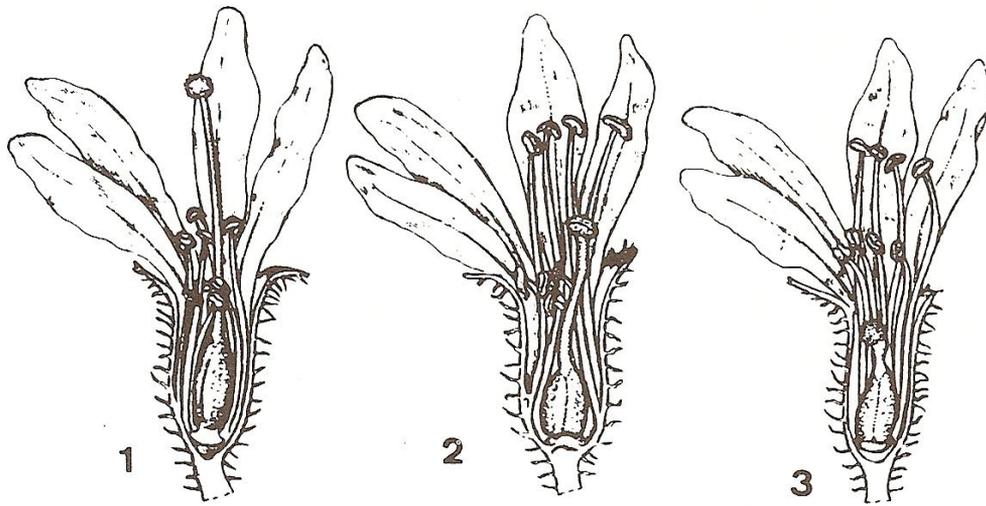


FIGURA 113 - Flores com heterostilia trimorfa de *Lythrum salicaria*: 1, flor longistílica; 2, flor mesostílica; 3, flor brevistílica. HICKEY & KING (1988).

115. Em certos casos, numa mesma espécie, podem reconhecer-se dois grupos de indivíduos com tipos de polinização distintos e manifestando alterações morfológicas neste sentido.

Assim, por exemplo, em *Viola tricolor*, espécie auto-alógâmica, existem indivíduos adaptados à autogamia enquanto outros o estão para a alogamia; em *Plantago media*, espécie anemo-entomófila, surgem indivíduos adaptados à anemofilia e outros à polinização entomófila; e em *Iris pseudacorus*, espécie di-entomófila, as flores manifestam adaptações diferentes consoante se destinem a ser polinizadas por dípteros ou por himenópteros.

116. Embora normalmente a polinização ocorra estando as flores abertas (**casmogamia**), nalguns géneros, como é o caso de *Vitis*, *Lamium* e *Leiphaimos*, a polinização dá-se estando as flores ainda por abrir (**cleistogamia**).

Algumas espécies de *Viola*, *Chloris*, *Amphicarpum*, *Lamium*, etc., apresentam 2 tipos de flores (na mesma população, por vezes na mesma planta) umas normais, casmogâmicas e outras cleistogâmicas.

Em algumas *Viola* spp. e *Voyria* spp., o processo da cleistogamia é ainda levado mais longe de modo que nem se chega a dar a deiscência das anteras, germinando os grãos de pólen no interior daquelas e tendo então o tubo polínico que atravessar a parede intacta da antera para chegar até ao estigma. Verifica-se aqui, além de cleistogamia, **cleistânteria**.

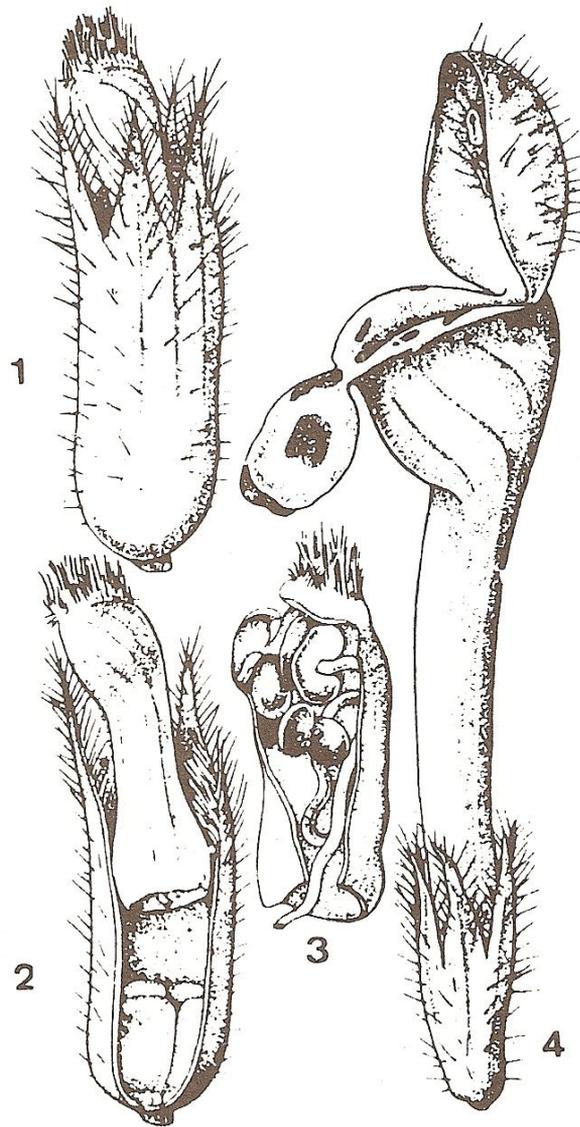


FIGURA 114 - *Lamium amplexicaule*: 1, flor cleistogâmica; 2, a mesma flor com a corola retirada para mostrar o fruto quase maduro; 3, ainda a mesma flor, agora para mostrar as anteras intactas; 4, flor casmogâmica normal. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

117. Algumas vezes, as flores, embora morfologicamente hermafroditas, devem ser consideradas, do ponto de vista fisiológico, como unissexuais. Tal é o caso de certas espécies em que estas no sentido de privilegiar a fecundação cruzada desenvolveram o fenómeno da **dicogamia**, ou seja a possibilidade de haver um desfasamento no tempo entre a maturação da(s) anteras e do(s) estigma(s). Assim, tanto pode ocorrer **protoginia**, i.e. os estigmas mostrarem-se receptivos muito antes de haver pólen viável (*e.g.*, *Aristolochia*, *Magnolia*), como inversamente, estarem as anteras plenamente desenvolvidas com pólen fértil e os estigmas não estarem prontos para o receber, **protandria** (muitas campanuláceas, umbelíferas e compostas, entre outras).

Muito mais raras são contudo as espécies **heterodicógamas** em que existem a par de indivíduos protogínicos outros protândricos e as espécies **homodicógamas** em que a par de indivíduos protândricos e protogínicos existem outros que não são dicógamos de todo.

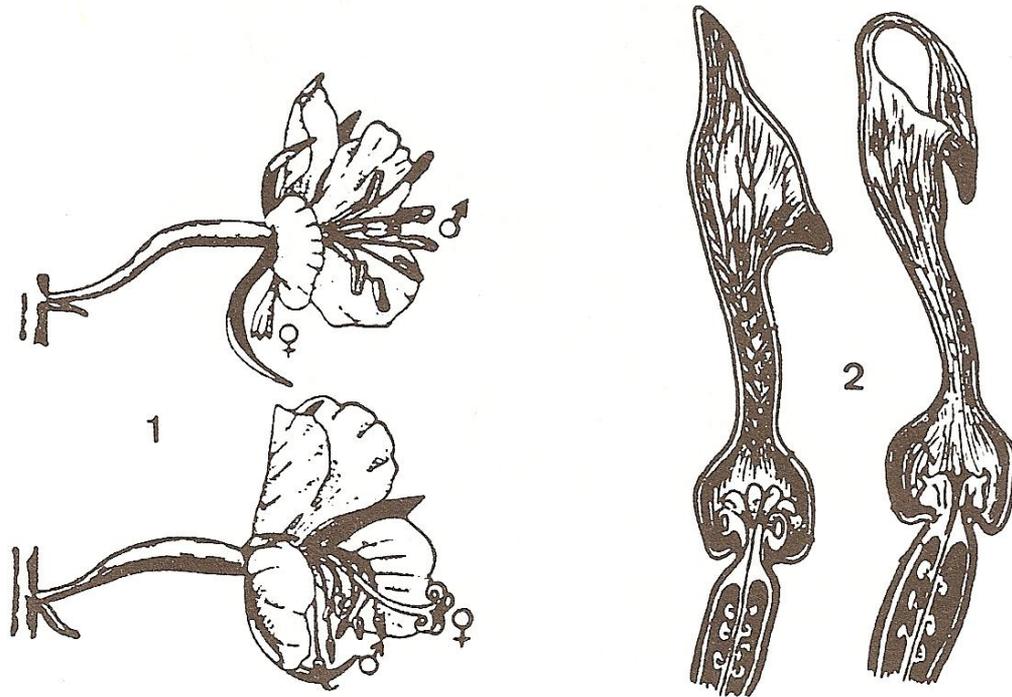


FIGURA 115 - 1, protandria em *Epilobium angustifolium*; em cima, flor em "estado masculino"; em baixo, flor em "estado feminino"; 2, protoginia em *Aristolochia* sp.; à esquerda, flor em "estado feminino" (antras por abrir); à direita, flor em "estado masculino", o estigma já não se apresenta receptivo mas as antras estão abertas. 1, CAMEFORT & BOUÉ (1980); 2, FERRI (1979).

118. Certas plantas são extraordinariamente precoces, florescendo muitíssimo cedo, em casos extremos ainda no estado de plântula, apenas com folhas cotiledonares, num fenómeno que é conhecido pela designação de pedantia. Tal ocorre principalmente em plantas que têm de suportar condições de meio excepcionalmente adversas, principalmente no que respeita à água, como seja nos desertos.

Inversamente, certas plantas monocárpicas plurianuais como as piteiras (*Agave* spp.), apenas florescem ao fim de muitos anos, em geral mais de 20 e fazem-no apenas uma vez, pois morrem a seguir à floração e frutificação. Os bambus como regra só florescem pela primeira vez ao fim de várias dezenas de anos, mas depois passam a fazê-lo normalmente com alguma frequência.

119. Em *Vallisneria spiralis*, espécie aquática dióica, as flores masculinas, constituídas por 3 sépalas e 2 estames, separam-se cedo (antes de abrir) da inflorescência masculina e como são flutuantes dirigem-se para a superfície, onde abrem mais tarde. As flores femininas permanecem presas à planta-mãe por um longo pedúnculo floral (P), mas este permite trazê-las até à superfície da água, altura em que aquelas abrem para se dar a polinização. Levadas pela água as flores masculinas aproximam-se eventualmente de uma flor feminina até a tocarem sendo depositados então directamente alguns grãos de pólen no estigma. A seguir à polinização os pedúnculos florais retraem-se enrolando-se helicoidalmente pelo que os frutos (F) amadurecem debaixo de água (hidrocarpia). Em *Enhalus* (*Hydrocharitaceae*), o processo de polinização é bastante semelhante ao acima descrito

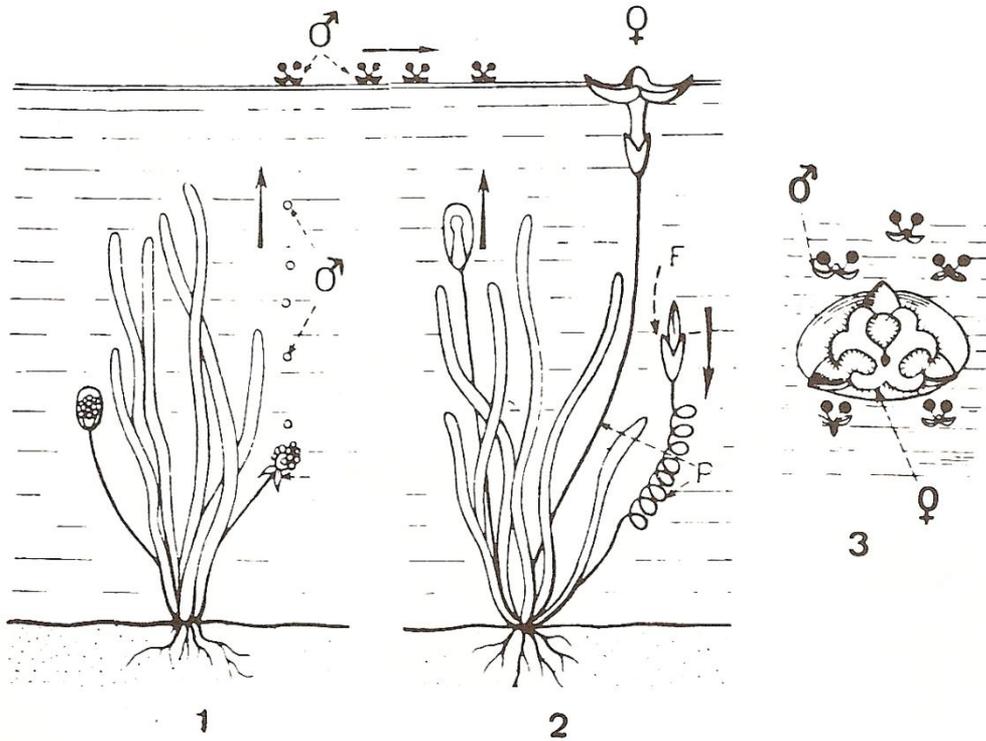


FIGURA 116 - *Vallisneria spiralis*: 1, indivíduo masculino; 2, indivíduo feminino; 3, pormenor da aproximação de algumas flores masculinas de uma flor feminina (*ver texto*). CAMEFORT (1977).

120. Existem diversas inflorescências ditas **pseudantos**, em que pela forma como estão dispostas as flores, bem como pela presença muitas vezes de brácteas coloridas, o conjunto se assemelha fortemente a uma única flor.

Os pseudantos mais conhecidos são os capítulos das compostas, os espadices/espadas das aráceas e os ciatos das eufórbias (*Euphorbia* spp.), no entanto, outros casos existem (*e.g.*, *Diplolaena* spp., *Bougainvillea* spp.)

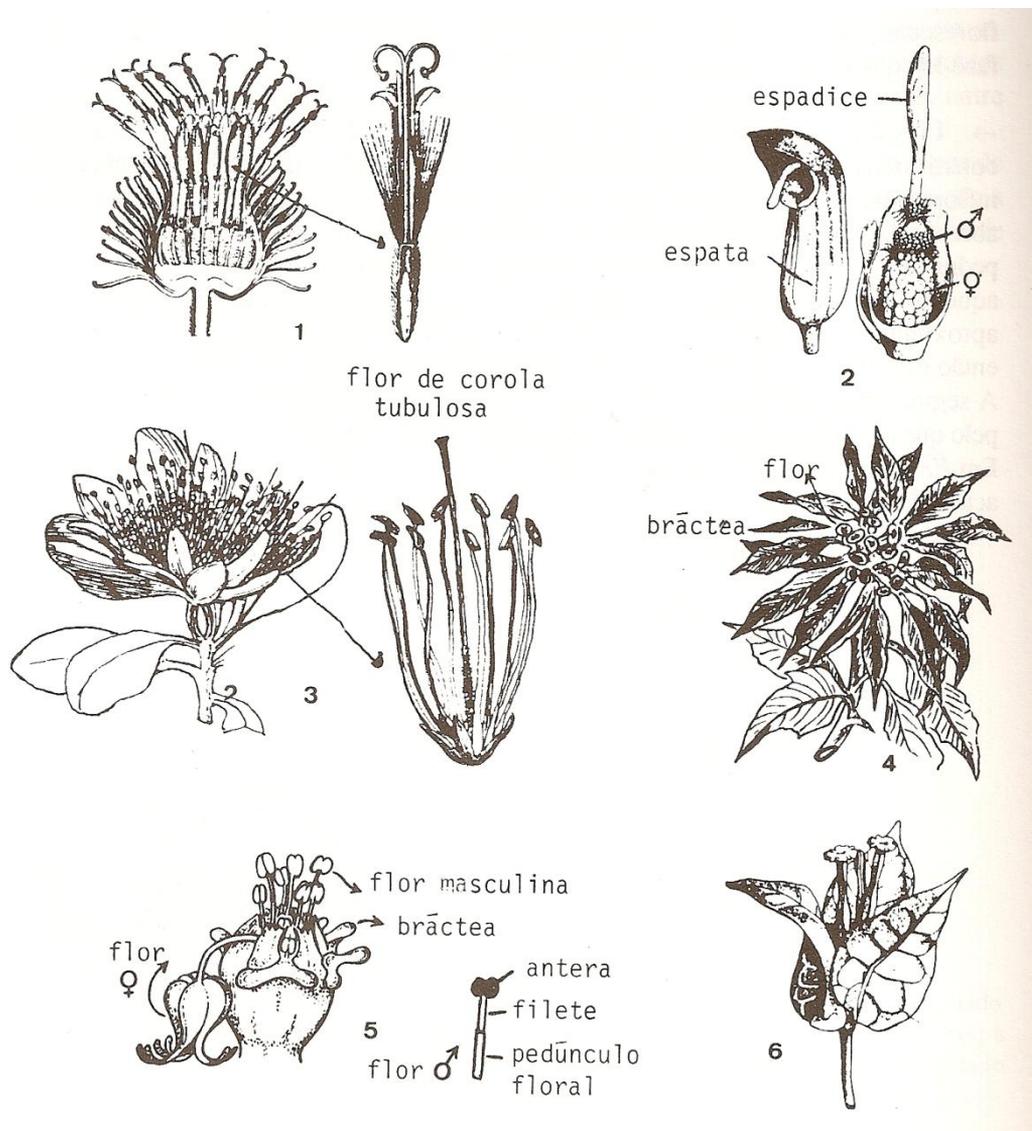


FIGURA 117 - Alguns pseudantos: 1, capítulo de uma composta e uma das suas flores tubulosas depois de destacada do receptáculo; 2, *Arisarum vulgare*; 3, *Diplolaena grandiflora*; 4-5, ciatos, 4, *Euphorbia pulcherrima*; 5, *Euphorbia peplus*; 6, *Bougainvillea glabra*. 1,3 e 5, Adap. EMBERGER & CHADEF AUD (1960); 4, FERRI (1979); 2 e 6, FONT QUER (1977).

121. É muito invulgar a localização das flores (e, mais tarde, logicamente dos frutos) em espécies como *Cercis siliquastrum* (olaia ou árvore-de-Judas), *Ceratonia siliqua* (alfarrobeira) e *Theobroma cacao* (cacaueiro), já que nascem directamente dos ramos grossos, idosos, ou inserindo-se directamente no tronco, inclusive na sua base. Este fenómeno designa-se por **cauliflora** e além das espécies supracitadas apenas parece ocorrer num número restrito de espécies tropicais e subtropicais.

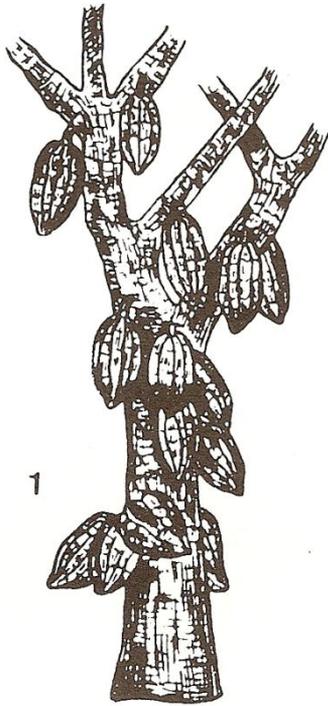


FIGURA 118 - Cauliflora: 1, frutos sobre o tronco e ramos principais de *Theobroma cacao*; 2, flores inserindo-se na base do tronco em *Cercis siliquastrum*. 1, FERRI (1979); 2, FONT QUER (1977).

122. Anomalia muito curiosa verifica-se por vezes nos ápices florais de *Rosa* spp. Estes, após terem formado diversos verticilos de peças florais (em geral sépalas e pétalas), em vez de terminarem a sua actividade com a conclusão da flor, retomam a actividade vegetativa originando um lançamento folhoso. Tais flores anómalas são conhecidas por flores prolíferas.



FIGURA 119 - Flor prolífera de *Rosa* sp. CAMEFORT & BOUÉ (1980).

123. A **heterantia**, diz respeito à existência de flores diferentes sobre uma mesma planta e não é um fenómeno tão raro como poderia parecer à primeira vista. De facto, todas as plantas monóicas e poligâmicas, assim como as espécies que apresentam flores estéreis são heterantas. As espécies

polígamo-monóicas possuem mesmo três tipos de flores distintas sobre um mesmo indivíduo.

Grande parte das compostas tem capítulos com dois tipos de flores distintas, as marginais liguladas e as do disco, tubulosas, sendo estas muitas vezes inclusive de cores diferentes (*Bellis*, *Leucanthemum* ... etc.). Em *Iberis* (*Brassicaceae*) e em muitas umbelíferas, as flores são tanto mais zigomorfas e maiores quanto mais próximas da periferia da inflorescência.

Um forma notável de heterantia ocorre em algumas orquídeas (e.g. *Catasetum*) em que as flores unissexuais masculinas e femininas, com um perianto bastante vistoso, são fortemente dimórficas ou mais raramente trimórficas (unissexuais masculinas, femininas e hermafroditas). Num mesmo indivíduo a produção de flores unissexuais masculinas, femininas e hermafroditas parece ser controlada pelo fotoperíodo e pela nutrição mineral, pelo que de um ano para o outro os indivíduos chegam a "mudar de sexo" pois produzem flores morfológica e sexualmente distintas. Em consequência disso certos espécimes chegaram mesmo a receber em anos diferentes dois nomes diferentes como se de duas espécies diferentes se tratasse. (EMBERGER & CHADEFAUD, 1960; WALTERS *et al.*, 1984).

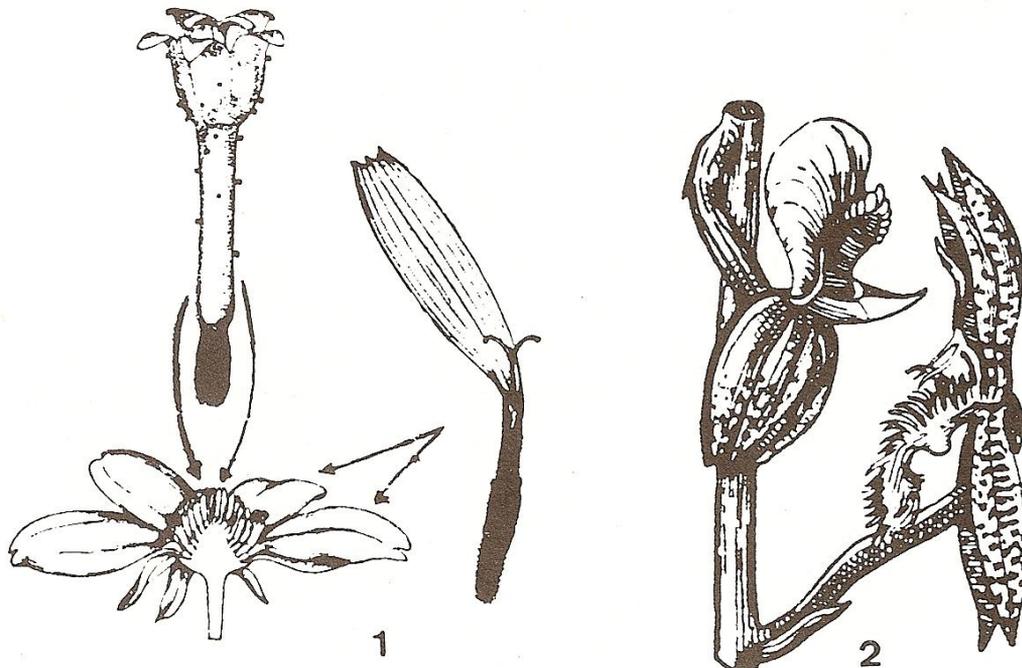


FIGURA 120 - 1, corte de um capítulo de *Helianthus annuus* e pormenor dos dois tipos de flores (tubulosa e ligulada); 2, dimorfismo floral muito acentuado em *Catasetum tridentatum* (*Orchidaceae*). 1, Adap. FONTQUER (1977); 2, EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

124. As brácteas podem apresentar variadíssimos aspectos. Entre os mais invulgares contam-se, provavelmente: as brácteas lenhoso-fibrosas de certas palmeiras que podem atingir mais que 1 metro; as brácteas diversamente coradas, que envolvendo toda uma inflorescência (pseudanto), fazem com que esta se assemelhe a uma única flor (e.g. *Araceae*, *Bougainvillea* spp., *Euphorbia pulcherrima*, ... etc.); as brácteas sem flores na axila ou com flores rudimentares, o conjunto formando um **coma** (e a inflorescência dizendo-se comosa) como acontece em muitas labiadas (*Lamiaceae*).

Nas *Fagaceae* é muito característico o facto das flores femininas e posteriormente os frutos estarem envolvidos na base por um involúcro que resulta em parte do prolongamento do pedúnculo ou

receptáculo floral e também de numerosas brácteas imbricadas que o forram externamente. O conjunto tem a forma de uma taça, denomina-se **cúpula** e pode ser observado, por exemplo, nos carvalhos (*Quercus* spp.). No castanheiro (*Castanea sativa*), as brácteas encontram-se revestidas de espinhos e a cúpula (ouriço) é acrescente cobrindo completamente os frutos e apenas abrindo pelo cima na maturação.

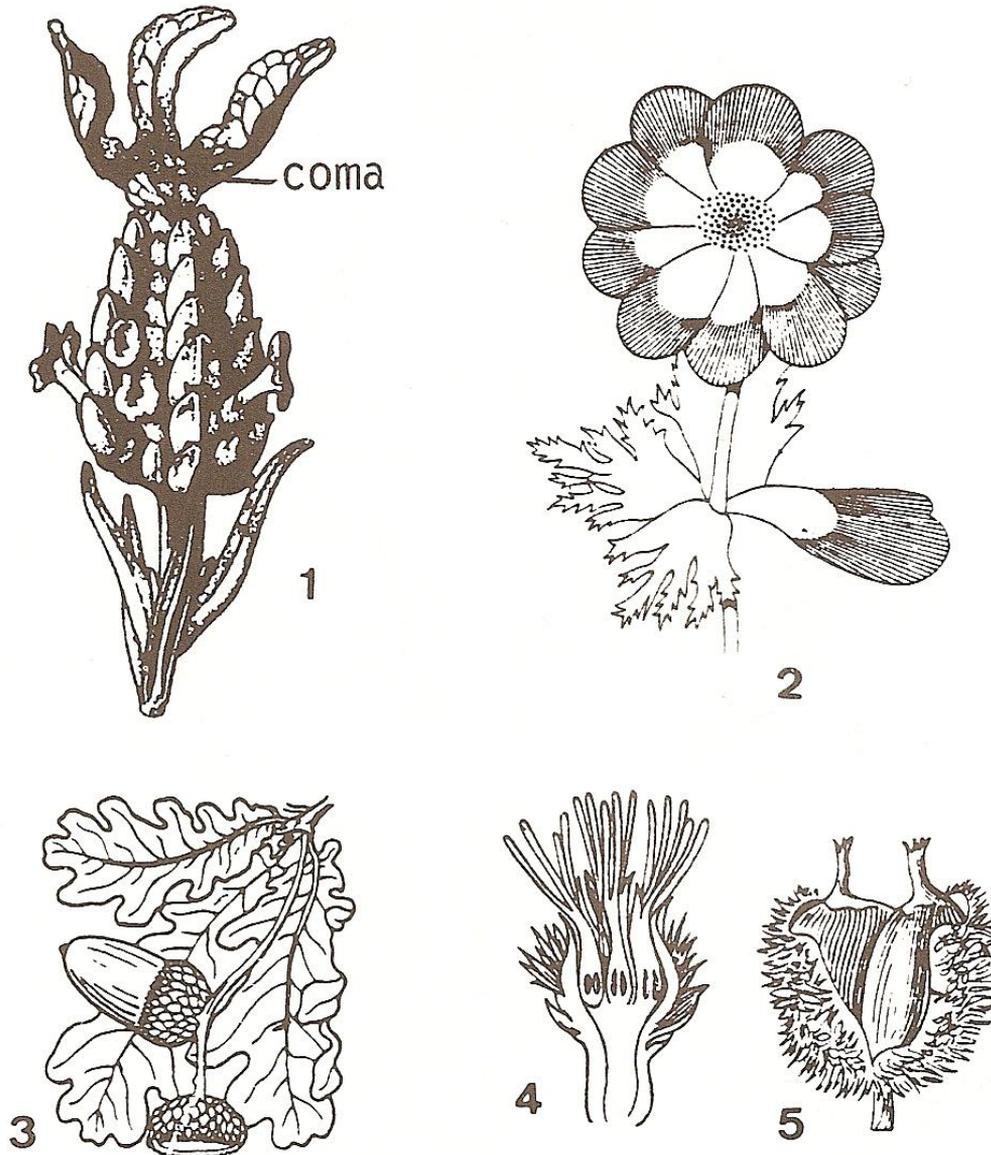


FIGURA 121 - 1, inflorescência espiciforme de *Lavandula stoechas* observando-se o coma na sua extremidade; 2, *Anemone coronaria*. Uma das brácteas do involúcro floral é semelhante às pétalas; 3, glande de *Quercus pedunculata* envolvida na base pela correspondente cúpula. Noutra das cúpulas o fruto já se desprendeu; 4, cimeira de flores femininas de *Castanea sativa* na altura da floração; 5, frutos de *Castanea sativa* na maturação tendo-se já verificado a abertura da cúpula, normalmente designado por ouriço. 1, FONT QUER (1977); 2 a 4, EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

Na aveleira, *Corylus avellana* (*Corylaceae*), o involúcro foliáceo tubuloso (cúpula) tem origem apenas nas brácteas e bractéolas acrescentes.

As *Marcgraviaceae* são também notáveis pela enorme diversidade de brácteas providas normalmente de nectários que podem apresentar.

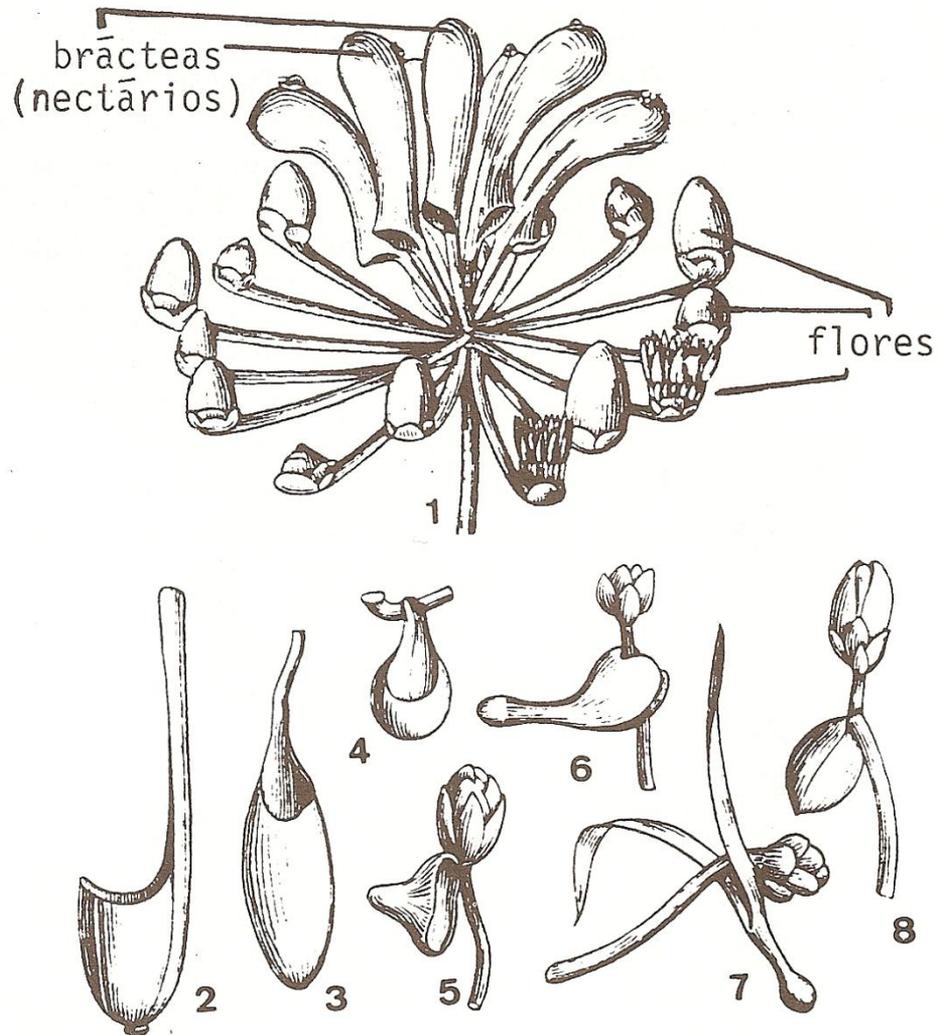


FIGURA 122 - Brácteas de diversas marcgraviáceas. 1, aspecto geral da inflorescência de *Souroubea amazonica* com flores cuja corola tem deiscência caliptriforme sendo as brácteas tubulosas e providas de nectários; 2-4, brácteas tubulosas e em forma de taça de outras *Marcgravia* spp.; 5-7, brácteas esporoadas de *Souroubea* spp.; 8, bráctea esférica, sólida, de *Ruyschia* sp. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

125. Em certas labiadas (e.g., *Lamium amplexicaule*, *Ajuga iva*, etc.) as primeiras flores a formarem-se ainda que férteis têm corola rudimentar.

Flores como estas, em que a formação de alguma das suas partes é abortada dizem-se abortifloras. Nas gramíneas acontece por vezes as espiguetas terminais das inflorescências serem estéreis (aborto basífugo), enquanto o contrário é já menos frequente.

126. É muito frequente encontrarem-se brácteas na axila onde se inserem as flores ou inflorescências no caule. O que é invulgar é o que se pode observar nas tílias (*Tilia* spp.), em que o pedúnculo da inflorescência é adnado em parte com a nervura média da bráctea de modo que as flores parecem ter origem foliar e não caulinar.



FIGURA 123 - *Tilia americana*, bráctea e respectiva inflorescência parcialmente adnada. FONT QUER (1977).

127. Em *Pterisanthes* (*Vitaceae*), as inflorescências têm características únicas. Apresentam-se inseridas em gavinhas e a ráquis da inflorescência apresenta-se excepcionalmente alargada, em forma de fita, e é sobre esta que se inserem as minúsculas flores.

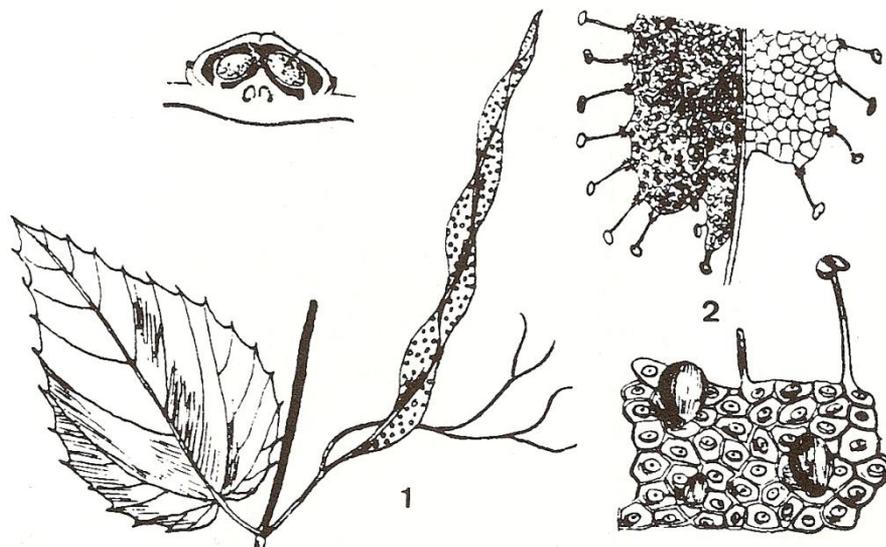


FIGURA 124 - 1, *Pterisanthes miquelii*. Em baixo, porção de um ramo com uma inflorescência; em cima, corte através de uma das flores hermafroditas; 2, *Pterisanthes cissoides*. Em cima, porção de uma inflorescência; em baixo, pormenor da superfície da mesma, vendo-se 3 frutos e uma flor masculina. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

128. As flores nem sempre têm origem num caule mais ou menos evidente. Assim: nas *Lemnaeae*, dado que o caule não se forma, as flores surgem directamente em pequenas bolsas sobre os talos foliáceos (frondes); na maioria das *podostemáceas*, as flores formam-se sobre caules extremamente rudimentares, de dimensões diminutas quando comparados com as raízes laminares e assimiladoras que constituem a quase totalidade do aparelho vegetativo.

Nalguns parasitos de raízes pertencentes à família das *Rafflesiaeae*, o hospedeiro pode parecer ter as

flores inseridas directamente sobre as suas raízes quando na realidade se trata das flores do parasito (única parte visível deste, frequentemente).

À parte estes aspectos tão invulgares, é também notável o caso de muitas plantas ditas "acaules" em que as flores parecem nascer directamente das raízes, pelo que se dizem antorrizas (e.g. *Colchicum autumnale*). Em *Pagella areheri* (*Crassulaceae*) as flores inserem-se directamente sobre um curto eixo, misto radicular e caulinar, muito ao contrário do que acontece em casos similares, em que se forma geralmente um escapo floral, este sim encarregado de suportar as flores (como acontece p. ex., na beterraba). E em *Littorella uniflora*, as flores femininas são praticamente sésseis, inserindo-se logo por cima das raízes por entre a roseta de folhas basilares sendo as flores masculinas as únicas que dispõem de um escapo floral.

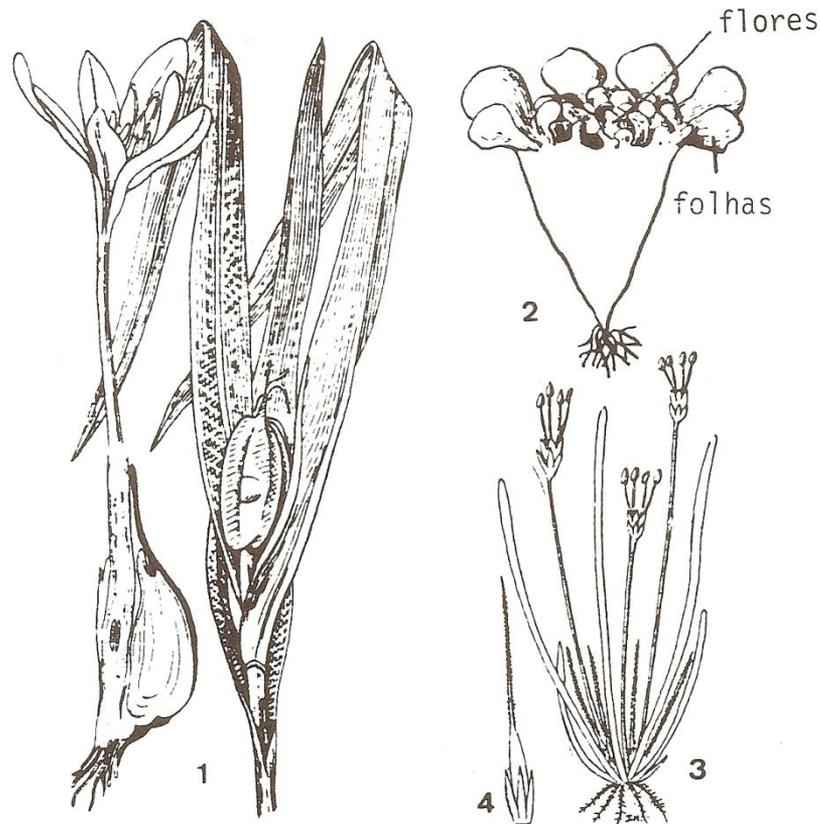


FIGURA 125 - 1, *Colchicum autumnale*, indivíduos em floração e frutificação - note-se a posição do ovário logo por cima das raízes; 2, *Pagella archeri*; 3-4, *Littorella uniflora* - 3, flores femininas subsésseis e as masculinas num escapo floral; 4, flor feminina. 1-2, Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 3-4, HUTCHINSON (1973).

129. Nalgumas comelináceas (e.g., *Geogenanthus* spp., *Coleotrype* spp., *Aneilema* spp., *Buforrestia* spp.), as flores formam-se numa pequena cimeira que se insere directamente na região do colo, muito próximo portanto da raiz e irrompendo para o exterior através da base dilatada da primeira folha, perfurando-a.

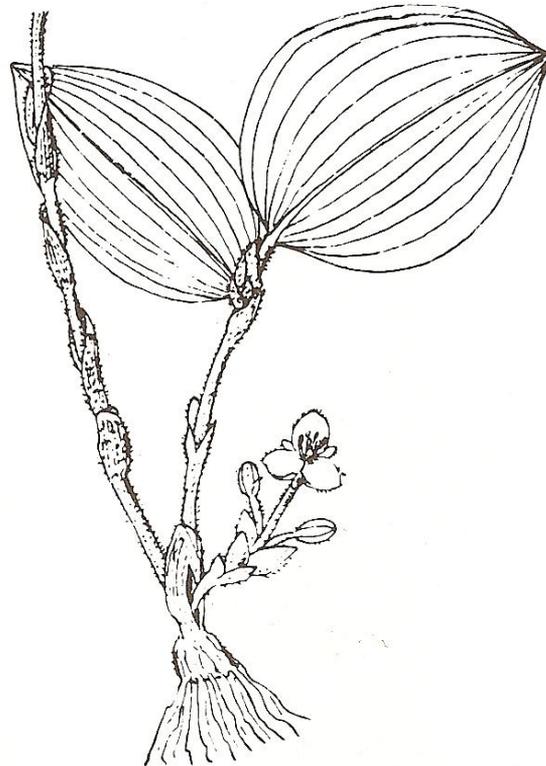


FIGURA 126 - Indivíduo de *Geogenanthus undatus* (*Commelinaceae*) em floração. Reparar em particular na inserção da inflorescência na região do colo e perfurando a base dilatada da primeira folha. HUTCHINSON (1983).

130. Em *Echinops* (*Asteraceae*), os capítulos encontram-se reduzidos a uma só flor, pelo que a inflorescência no seu conjunto é um **capítulo de capítulos unifloros**

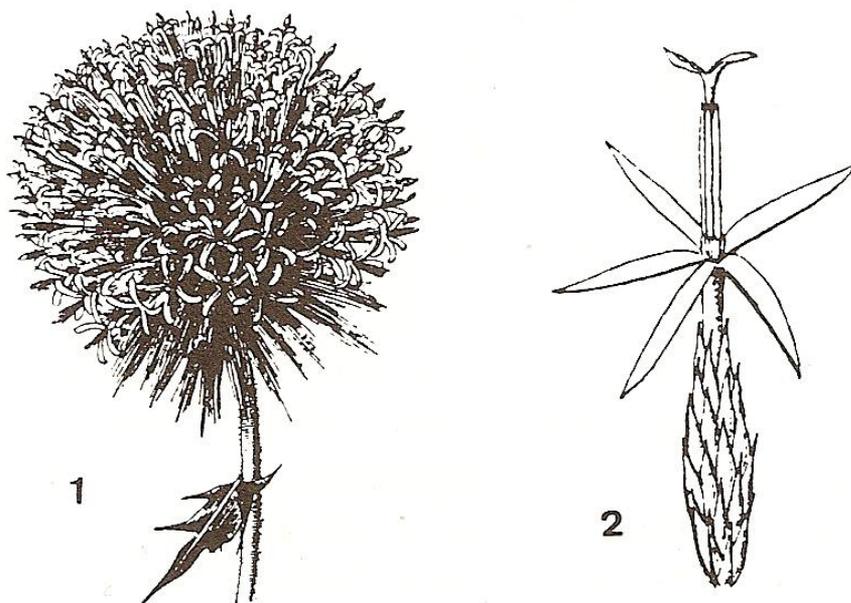


FIGURA 127 - 1, Capítulo de capítulos unifloros de *Echinops sphaerocephalus*; 2, pormenor de um dos capítulos unifloros. 1, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2, HUTCHINSON (1983).

131. As flores nem sempre têm um gineceu e carpelos bem distintos do receptáculo. É o que acontece, por exemplo, com as flores unissexuais femininas de *Cyclanthus* (*Cyclanthaceae*) e de algumas moráceas. Nas *Misodendraceae*, espécies subarbustivas hemiparasíticas, as flores femininas também se encontram afundadas num receptáculo comum não sendo minimamente distintos os carpelos que constituem cada um dos gineceus.

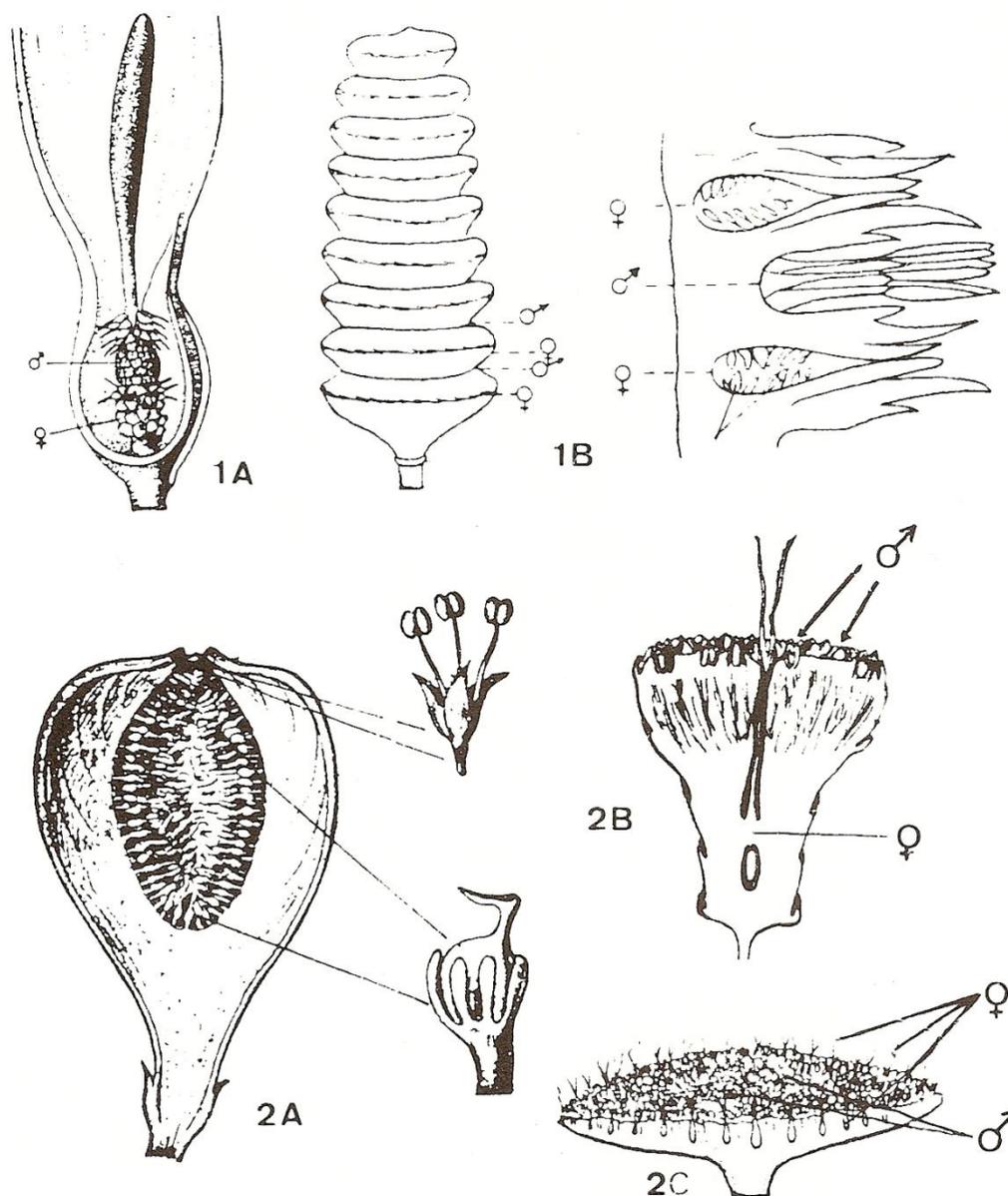


FIGURA 128 - 1A, tipo de espadice muito frequente, sobretudo entre as Aráceas. Notar que as flores femininas têm um gineceu perfeitamente individualizado do eixo carnudo da espiga; 1 B, aspecto exterior e corte esquemático do espadice de *Cyclanthus bipartitus*, em que se notam flores masculinas perfeitamente individualizadas, ao contrário das femininas cujos carpelos são indistintos do eixo floral; 2A, capítulo côncavo típico das Moráceas, com flores masculinas próximo da sua abertura terminal e de resto femininas, mas estas de gineceu perfeitamente distinto do receptáculo; 2B-2C, capítulos planos de duas moráceas, *Lanessania turbinata* e *Dorstenia brasiliensis*, vendo-se as flores femininas com carpelos mais ou menos indistintos do receptáculo. Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

132. Algumas aráceas apresentam inflorescências bastante particulares. Assim, por exemplo:

Em *Cryptocoryne griffithii* o espadice apresenta as flores masculinas, na sua extremidade, protegidas por um "capuz" que mais tarde se desprende, enquanto as flores femininas se dispõem num único verticilo.

Em *Ambrosina*, o espadice é alado sendo as asas adnadas com a espata o que leva à existência nesta de dois compartimentos interiores, um superior com dois verticilos de flores masculinas e outro inferior com uma única flor feminina.

Em *Pistia*, o espadice apresenta-se igualmente adnado com a espata ficando definidos nesta dois compartimentos, um superior com flores masculinas e outro inferior com flores femininas.

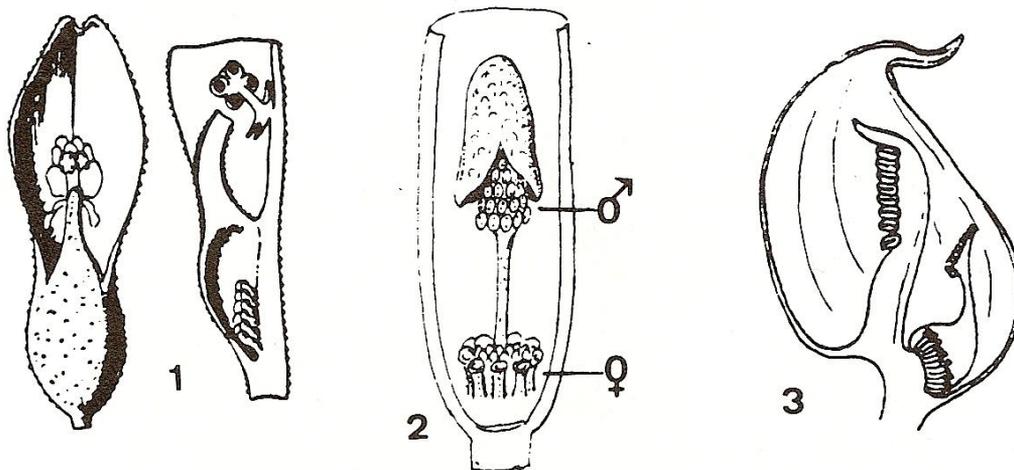


FIGURA 129 - 1, *Pistia stratiotes*, aspecto geral da inflorescência e corte longitudinal da mesma; 2, *Cryptocoryne griffithii*, aspecto geral da inflorescência depois de retirada parte da espata; 3, *Ambrosina* sp., inflorescência em corte longitudinal. 1-2, HUTCHINSON (1983); 3, EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

133. Extremamente invulgares são as **inflorescências epífilas**.

Sob esta designação incluem-se (METCALFE & CHALK, 1983) as inflorescências **suprapeciolares**, **epífilas** (*sensu strieto*), **epiraguidiais** e **hipófilas**, consoante as flores se inserem respectivamente, sobre o pecíolo, página superior do limbo, ráquis ou página inferior do limbo.

Decidir sobre a origem foliar ou axial (caulinar) destas flores não é fácil na maior parte dos casos embora, no caso de certas inflorescências epífilas (*sensu strieto*), seja possível mostrar que os primórdios florais se localizavam inicialmente na axila das folhas e que só mais tarde, em virtude de um crescimento intercalar muito característico destas folhas, as flores foram "arrastadas" para o limbo.

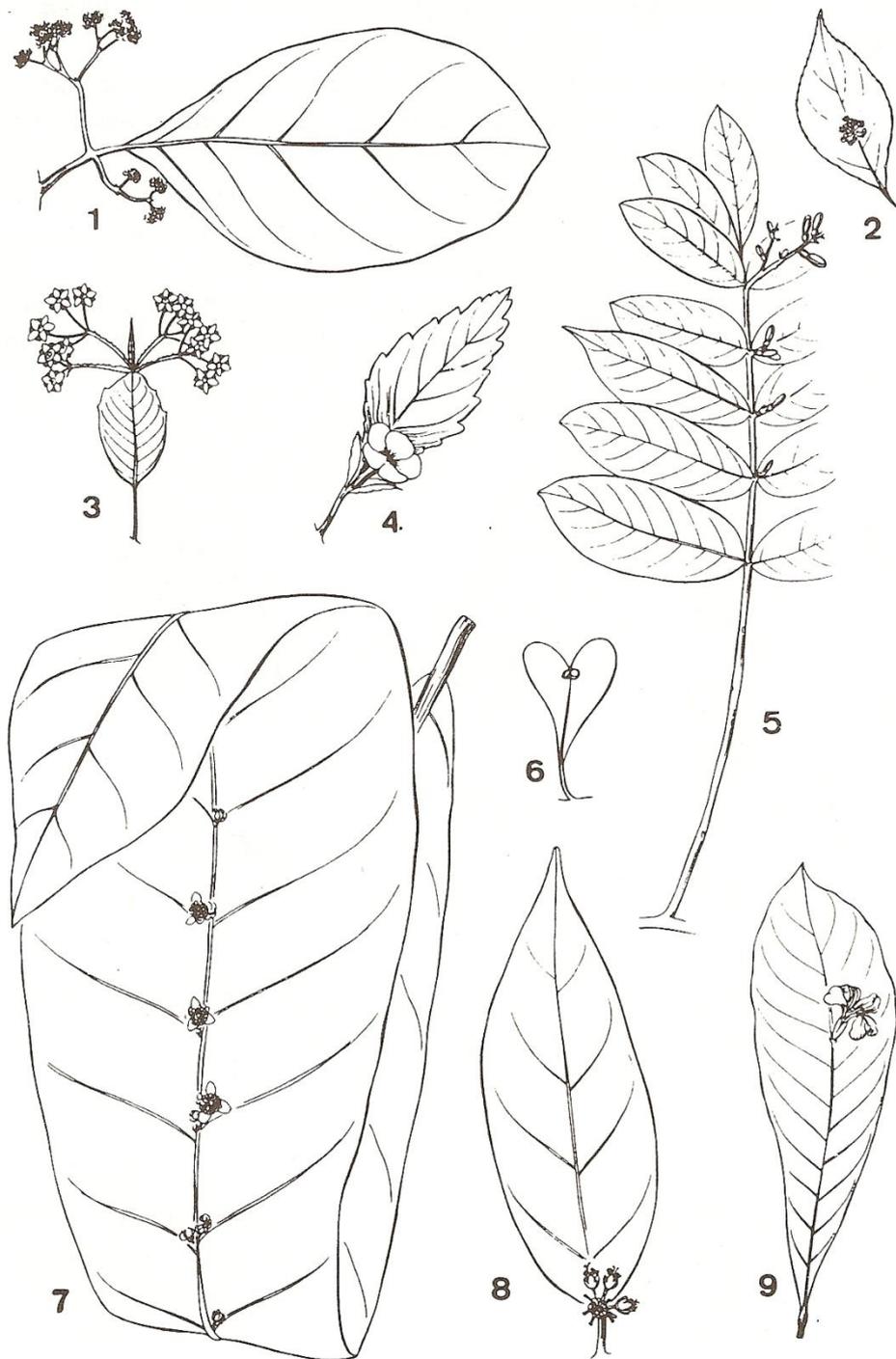


FIGURA 130 - 1, inflorescências **epipetiolares** em *Dichapetalum latifolium*; 2, inflorescência epífila em *Helwingia japonica*; 3, inflorescências epífilas em *Phyllonoma laticuspis*; 4, inflorescência epipetiolar, provida de brácteas em *Tumera ulmifolia*; 5, inflorescência **epiraquidial** em folha composta de *Chisocheton pohlianus*; 6, inflorescência inserida no ápice emarginado da folha em *Polycardia phyllanthoides*; 7, inflorescência epífila em *Phyllobotryon spathulatum*; 8, inflorescência inserida na junção do pecíolo com o limbo em *Tapura latifolia*; 9, inflorescência hipófila em *Erythrochiton hypophyllanthus*. METCALFE & CHALK (1983).

134. Em *Bowiea* (*Liliaeae*), as folhas são escassas, os caules bolbos superficiais e as inflorescências apresentam um aspecto muito invulgar, são trepadoras. Parte da ráquis apresenta-se transformada em gavinhas.

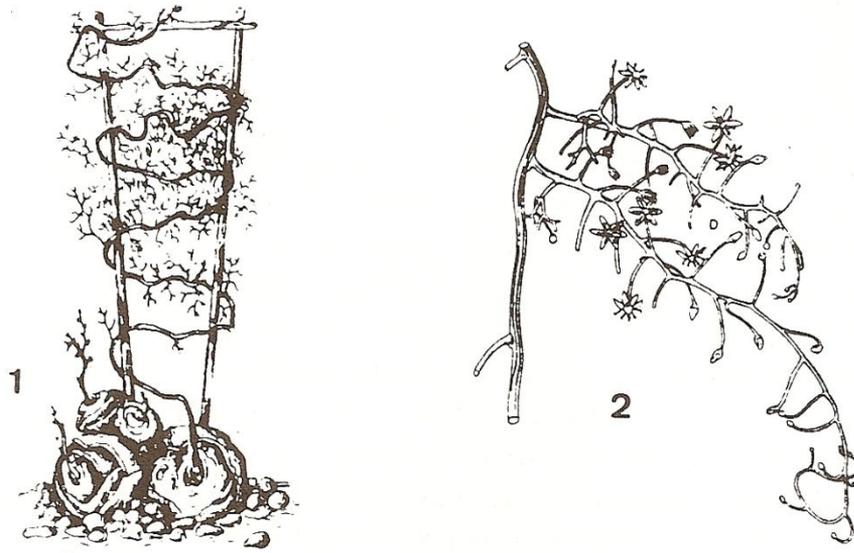


FIGURA 131 - *Bowiea volubilis*. 1, aspecto geral de um indivíduo com bolbos bastante saídos do solo e a sua inflorescência trepadora; 2, pormenor da inflorescência em que a ráquis se apresenta transformada parcialmente em gavinhas. 1, EMBERGER & CHADEF AUD (1960); 2, DAHLGREN *et al.* (1985).

135. As gavinhas têm geralmente origem caulinar ou foliar. Mas há-as também com origem radicular (e.g. *Zanniehelia*, *Dissoehaeta*, *Vanilla*) ou mesmo com origem em inflorescências modificadas o que acontece, por exemplo, na maioria das espécies das *Passifloraceae* e *Petermanniaceae*, em que algumas das inflorescências se apresentam transformadas, no todo ou em parte, em gavinhas diversamente ramificadas.



FIGURA 132 - 1, *Petermannia cirrhosa*. Porção de um caule em floração em que a inflorescência menos afastada da região proximal se encontra transformada em gavinha; 2, Pormenor da extremidade de uma gavinha de *Passiflora* sp. em que se podem observar algumas peças florais rudimentares (sépalas). 1, HUTCHINSON (1983); 2, EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

136. Em *Catananche lutea*, terófito da família das *Asteraceae*, são produzidos além de capítulos na maioria longamente pedunculados, outros menores, sésseis, na base do caule, mesmo ao nível do solo,

como medida de assegurar a persistência da espécie no caso dos capítulos aéreos serem todos ingeridos pelos animais.

137. Por vezes, sobretudo em determinadas espécies, pode observar-se a transformação anómala de umas peças florais noutras. São as chamadas metamorfoses em que umas peças quaisquer, passam a revestir, em lugar da forma que lhes devia corresponder, dada a sua situação, a de outras mais internas, metamorfose progressiva, ou mais externas, metamorfose regressiva.

Por metamorfose progressiva originam-se por vezes brácteas petalóides em *Anemone*; as sépalas transformam-se em pétalas (*Rubus*, *Ranunculus*); ou as pétalas em estames ou estes em carpelos - estames que podem conservar as anteras no todo ou em parte e produzir simultaneamente óvulos (*Papaver*, *Rosa*).

Por metamorfose regressiva as brácteas podem passar ao estado de folhas normais (*Zantedeschia*, *Arum*); as sépalas e pétalas transformam-se em folhas normais; os estames em pétalas, tomando-se a flor mais vistosa, dobrada, como é costume dizer-se (*Rosa*, *Camellia*, *Anemone*); podem mesmo, todas as peças da flor transformar-se em órgãos verdes, de estrutura e aspecto foliáceo, constituindo as chamadas flores verdes e designando-se este processo por **virescência** (*Rosa*, *Ranunculus*).

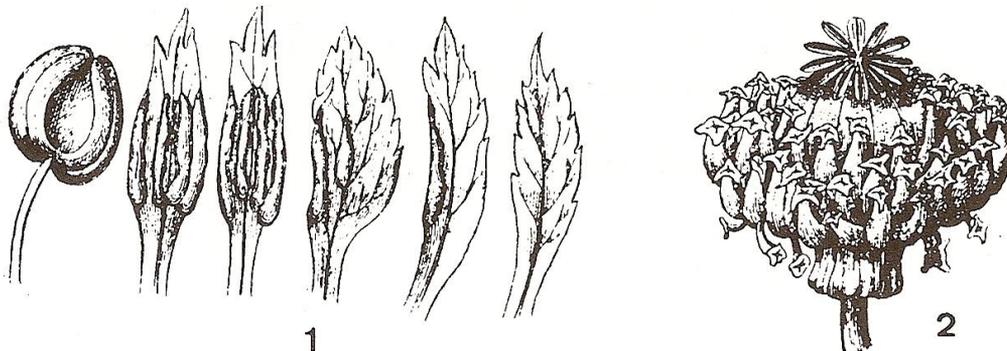


FIGURA 133 - 1, metamorfose regressiva em *Rosa* sp., transformação progressiva dos estames em pétalas; 2, metamorfose progressiva em *Papaver* sp., transformação dos estames em carpelos. CAMEFORT & BOUÉ (1980).

138. Na generalidade das plantas aquáticas, mesmo nas totalmente submersas, a polinização é anemófila ou entomófila já que as flores se formam desde logo fora de água ou em inflorescências que são trazidas para a superfície, muitas vezes através de longos pedúnculos.

Aspecto de certa forma invulgar tem o eixo das inflorescências de *Utricularia inflata* pois inclui algumas ramificações curtas, ricas em aerênquima que assim melhor asseguram a flutuação da inflorescência contribuindo para uma maior eficácia da polinização.

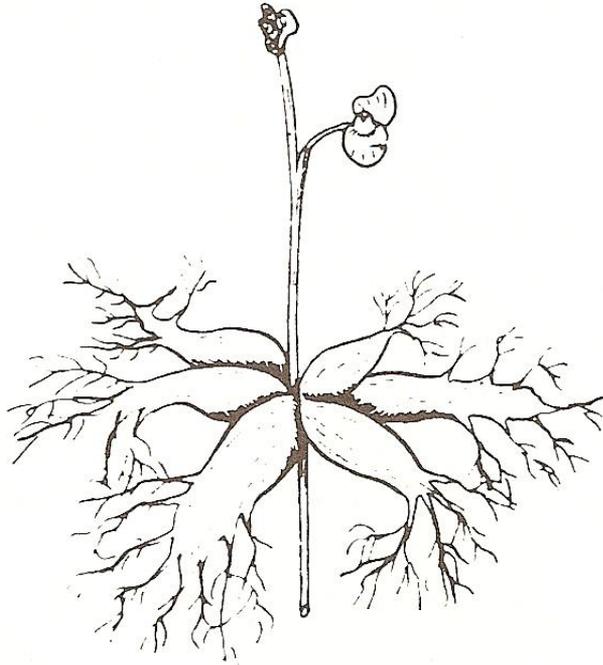


FIGURA 134 - *Utricularia inflata*. Parte terminal da inflorescência desta espécie aquática em que se podem ver os eixos curtos e grossos, ricos em aerênquima, que asseguram a sua flutuação. CAMEFORT (1977).

139. Em muitas pontederiáceas aquáticas (e.g. *Monochoria hastifolia*) o eixo da inflorescência encontra-se parcialmente adnado com as folhas parecendo as flores partirem dos pecíolos destas.



FIGURA 135 - Indivíduo em floração de *Monochoria hastifolia* (Pontederiaceae). Notar, em particular, na inserção das inflorescências. HUTCHINSON (1973).

FRUTO

INTRODUÇÃO

O **fruto** tem origem no desenvolvimento das paredes do ovário ou, conjuntamente, nestas e em tecidos adjacentes, como seja o hipanto, por exemplo.

Assim sendo, apenas as Angiospérmicas (*Magnoliophyta*) apresentam frutos na verdadeira acepção do termo. As Gimnospérmicas (*Pinophyta*), como referimos anteriormente (OLIVEIRA, 1982), pelo facto de não apresentarem ovários, apenas carpelos abertos, também não apresentam frutos, mas antes **frutificações** (pinhas, estróbilos, gálbulas, falsas-gálbulas e gálbulas baciformes) ..

Por outro lado, enquanto nos frutos formados a partir de ovários súperos, a sua origem se deve apenas ao desenvolvimento das paredes do ovário, nos frutos resultantes de ovários íferos, o hipanto contribui também, inclusive de forma muito significativa nalguns casos, como no pomo, de muitas rosáceas, para a formação do fruto. Daí que se reserve normalmente a designação de **pseudofrutos** para o caso dos frutos originados em ovários íferos, e na sua designação se use o prefixo pseudo- (por exemplo, uma baga que seja originada num ovário ífero deve designar-se por pseudobaga).

Como regra o conjunto de modificações que levam à transformação do ovário em fruto, apenas é desencadeado após a fecundação, no entanto, tratando-se de **frutos partenocárpicos** (caso da generalidade das *Musa* spp., bananeiras) tal não é preciso acontecer para que se dê a formação dos frutos, que são nestes casos, obviamente desprovidos de sementes.

Cada fruto encerra uma ou mais sementes que provêm dos óvulos fecundados.

E o que é mais correcto considerarem-se as sementes como fazendo parte do fruto ou não?

Parece preferível abordá-los como entidades distintas. No entanto, caso a resposta tivesse sido positiva havia forçosamente que distinguir entre o fruto propriamente dito, o pericarpo, e a(s) semente(s).

O pericarpo é extremamente delgado nalguns tipos de frutos (*e.g.* aquénio e cariopse) e muito desenvolvido noutros (generalidade dos frutos carnudos). Quando tal acontece é normalmente possível distinguir três camadas: uma mais externa, delgada, o epicarpo ou **exocarpo**, que corresponde nalguns casos à casca do fruto; outra média, por vezes muito espessa, o **mesocarpo**; e outra mais interna, normalmente delgada, que fica em contacto com a(s) semente(s), o **endocarpo**.

Consoante a consistência do pericarpo, nomeadamente o seu teor em água, podem distinguir-se três tipos de frutos; os frutos **secos**, os **carnudos** e os **semicarnudos**. Nestes últimos, também conhecidos por frutos com caroço, o endocarpo e parte do mesocarpo apresentam-se muito endurecidos (esclerificados).

Importa ainda distinguir: 1) os frutos deiscentes, que se abrem para deixarem cair as sementes, dos indeiscentes, em que tal não acontece; 2) os frutos, quanto ao número de sementes que contêm (monospérmicos, dispérmicos, ... polispérmicos); 3) os frutos monocárpicos, dicárpicos, ... consoante são originados de gineceus monocarpelares, dicarpelares, etc.

Mas a classificação mais importante dos frutos diz respeito à sua separação em:

- **frutos simples**, com origem em gineceus **unipistilados** (ou seja, no ovário único de uma só flor).
- **frutos múltiplos**, com origem em gineceus **multipistilados** (ou seja nos vários ovários de uma mesma flor).

Um caso particular deste tipo de frutos, são os **esquizocárpicos** em que os vários frutos parciais se separam na maturação.

- **frutos agregados, sinantocárpicos** ou **infrutescências**, com origem nos vários ovários mais ou menos concrecentes de várias flores de uma inflorescência.

Os vários tipos de frutos vêm descritos em diversos manuais de botânica. Chaves para a sua identificação têm sido propostas por inúmeros autores, entre outros, por OLIVEIRA (1982) e por JONES & LUCHSINGER (1987).

A morfologia dos frutos tem sobretudo implicações a nível da forma como são disseminadas as sementes (GIFFORD & FOSTER, 1988). Os frutos indeiscentes constituem eles próprios as unidades de disseminação, diásporos. Já nos frutos deiscentes são as sementes, normalmente, as unidades de disseminação, enquanto no caso de certos frutos os diásporos incluem os frutos e outros invólucros (caso do cálice nas cipselas das compostas).

140. Muitas compostas e umbelíferas apresentam uma heterocarpia pouco acentuada dado que os frutos produzidos num mesmo indivíduo são ligeiramente diferentes. Tal acontece, por exemplo, em *Acleisanthes obtusa*, em que os frutos priginados nas flores casmogâmicas se apresentam densamente revestidos de pêlos longos enquanto aqueles que se desenvolvem a partir de flores cleistogâmicas apenas desenvolvem poucos pêlos, bastante curtos.

Nalgumas angiospérmicas exibindo **heterocarpia** acentuada, os frutos são manifestamente muito diferentes, num mesmo indivíduo como acontece, por exemplo, em *Calendula suffruticosa*.

Em *Fedia cornucopiae* (*Valerianaceae*), formam-se quatro tipos de frutos morfológicamente distintos (sobretudo de um ponto de vista anatómico), nos quais os mecanismos de dispersão são também aparentemente diferentes.

A heterocarpia pode ainda manifestar-se apenas dentro de uma população de uma determinada espécie, como acontece em *Macleaya cordata* (*Papaveraceae*) em que alguns indivíduos produzem frutos capsulares polispérmicos e outros núculas monospérmicas.

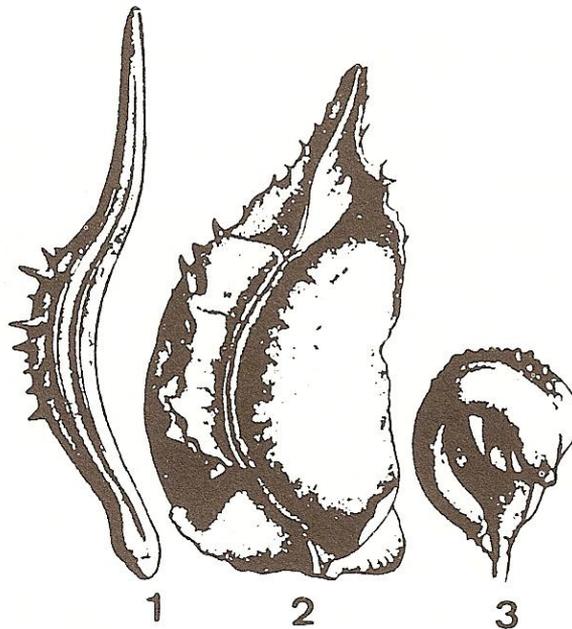


FIGURA 136 - 1-3, heterocarpia em *Calendula suffruticosa*; três frutos do mesmo capítulo frutificado. FONT QUER (1977).

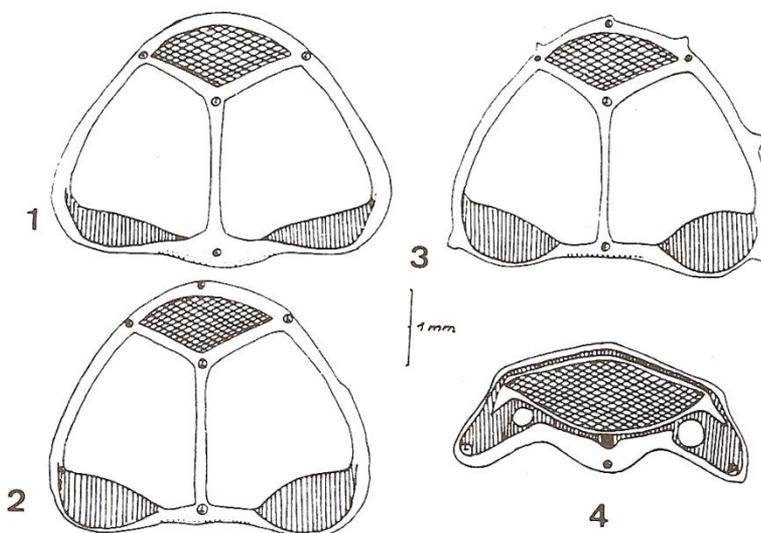


FIGURA 137 - Corte transversal de 4 frutos diferentes (heterocarpos) formados num mesmo indivíduo de *Fedia cornucopiae*: 1 e 2, apenas distinguíveis anatomicamente; 3, fruto ligeiramente alado; 4, fruto muito comprimido. ROTH (1977).

141. Um caso particular da heterocarpia diz respeito à **heteromericarpia**, caso em que espécies com frutos múltiplos, apresentam frutos parciais distintos na forma e no aspecto. É o que acontece, por exemplo, com os dois mericarpos de *Heteromorpha trifoliata* (*Apiaceae*), que são perfeita e regularmente dissemelhantes.



FIGURA 138 - Heteromericarpia em *Cakile maritima*; o mericarpo superior é muito maior que o inferior. FONT QUER (1977).

142. Na generalidade das angiospérmicas, os frutos formam-se e são mantidos em contacto com o ar mesmo depois de maduros (**aerocarpia**). Raramente, como acontece em *Arachis hypogaea* (amendoim), *Trifolium subterraneum* (trevo subterrâneo) e *Ficus geocarpa*, os frutos ao formarem-se são "enterrados" pela planta e amadurecem debaixo do solo (**geocarpia**). Mais raramente ainda, plantas como *Vicia sativa* subsp. *amphicarpa*, produzem dois tipos de frutos, uns que amadurecem fora do solo ou seja em contacto com o ar e outros enquanto enterrados (**anfocarpia**). Em muitas plantas aquáticas os frutos formam-se e amadurecem debaixo de água (**hidrocarpia**).

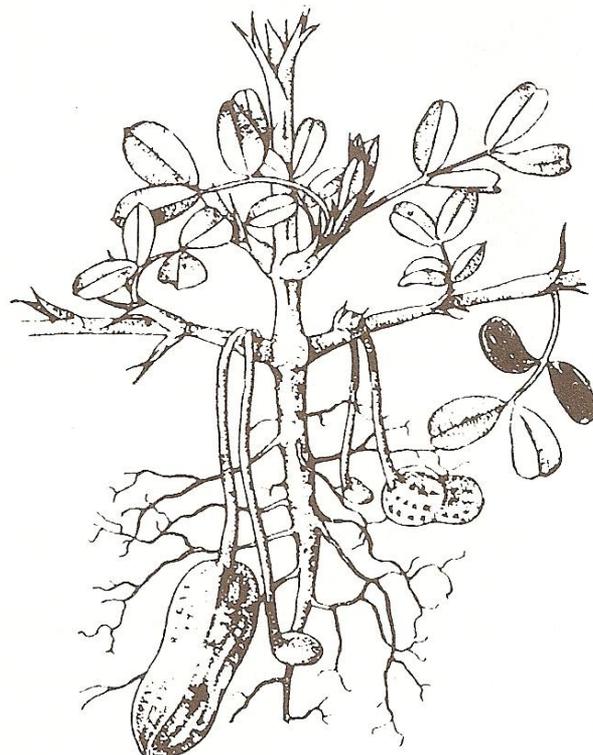


FIGURA 139- Geocarpia (frutos hipógeos) em *Arachis hypogaea*. FONT QUER (1977).

143. A heterocarpia aparece muitas vezes associada à anficarpia.

Em *Cardamine chenopodifolia* as silíquas localizadas na parte aérea são deiscentes enquanto aquelas que se localizam debaixo do solo nunca chegam a abrir. Anatomicamente as diferenças são muito significativas (ROTH, 1977).

Segundo (CLAYTON & RENVOIZE, 1986) nalgumas gramíneas do género *Amphicarpum* assim como em *Chloris chloridea*, a par de espiguetas formadas na parte aérea com flores casmogâmicas incapazes de desenvolver muitas vezes sementes viáveis, são produzidas outras espiguetas cleistogâmicas, produtoras de frutos bem desenvolvidos:

- nas bainhas das folhas basais (espiguetas designadas por **cleistogenes**).
- abaixo do nível do solo partindo de rizomas subsuperficiais (espiguetas designadas por **rizantogenes**).

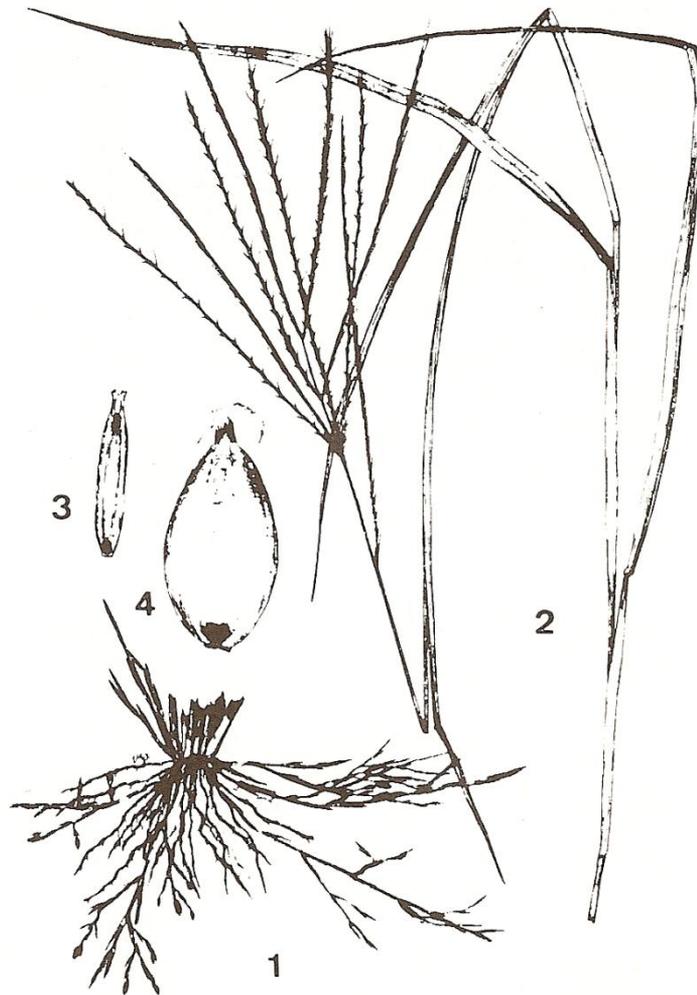


FIGURA 140 - *Chloris chloridea*: 1, porção basal da planta provida de espiguetas com flores cleistogâmicas que se desenvolvem abaixo do nível do solo (rizantogenes); 2, parte do colmo e a inflorescência que se desenvolve acima do nível do solo; 3, cariopse bem desenvolvida, formada debaixo do solo; 4, cariopse atrofiada, desenvolvida a partir das espiguetas casmogâmicas aéreas. GOULD & SHAW (1983).

144. Em *Alexgeorgea subterranea* (*Restionaceae*) verificam-se além de geocarpia outras características dignas de nota. Trata-se de uma **espécie dióica** que apresenta um **dimorfismo sexual muito acentuado**. Os indivíduos femininos produzem flores quase completamente enterradas à exceção dos estiletos e estigmas que emergem do solo para receber o pólen produzido pelos indivíduos masculinos em flores

dispostas na sua totalidade em panículas aéreas.

Os frutos formam-se e desenvolvem-se debaixo do solo.

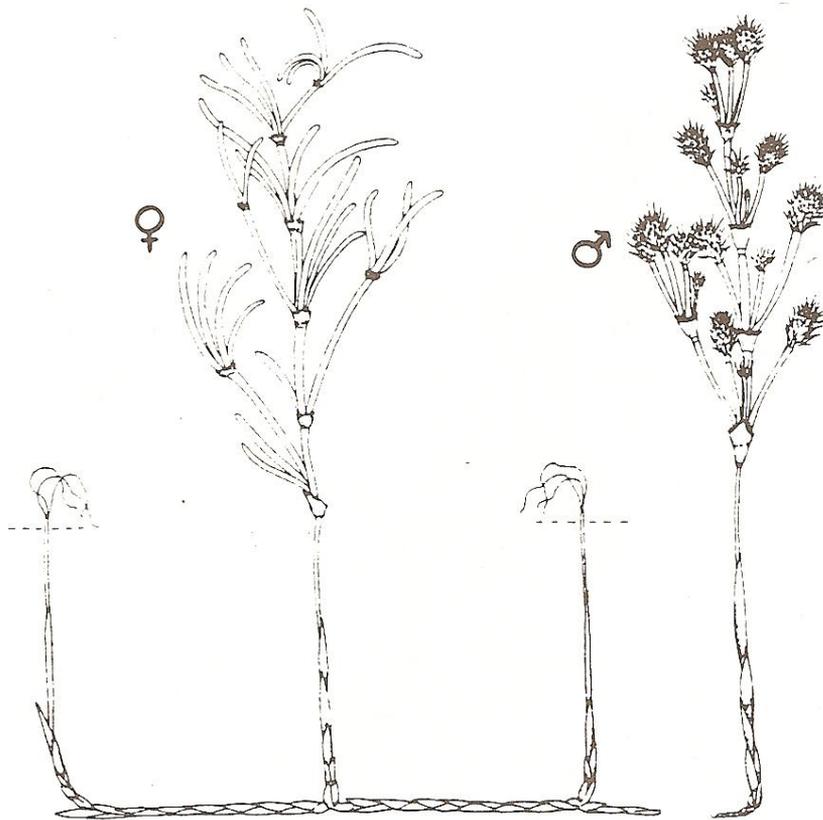


FIGURA 141 - *Alexgeorgea subterranea* (*Restionaceae*), espécie geocárpica, dióica, com dimorfismo sexual muito acentuado. À esquerda, indivíduo feminino com duas flores enterradas no solo à excepção dos estiletos e estigmas (o nível do solo encontra-se representado a tracejado). À direita, indivíduo masculino em floração. DAHLGREN *et al.* (1985).

145. Os frutos de algumas espécies manifestam total incapacidade para formar sementes e isto porque a fecundação nunca chega a ocorrer, desenvolvendo-se os frutos por partenogénese. É o que acontece na maioria das bananeiras (*Musa* spp.) e em algumas espécies de *Citrus* e *Vitis*, ditas aspérmicas.

Por outro lado, também ocorre por vezes, como em *Populus*, formarem-se as sementes mas estas serem desprovidas de embrião; facto aliás muito mais frequente entre as gimnospérmicas.

146. Nalgumas espécies os frutos, ditos macrobiocárpicos, conservam-se muitos anos sobre a árvore ou arbusto onde são formados sem que se verifique sequer a sua deiscência. Um caso extremo diz respeito a *Pinus attenuata* cujas pinhas normalmente nunca se desprendem da árvore e só se abrem aquando e a seguir à morte da planta-mãe.

147. Existem frutos nos quais, em rigor, a parte comestível é:

- a testa, camada externa do tegumento ou seja aquilo que vulgarmente se designa por casca das sementes; caso da romãzeira, *Punica granatum*.

- os pêlos intumescidos, acrescentes, carnudos, que revestem internamente o endocarpo; caso dos hesperídios dos citrinos (*Citrus spp.*).
- o receptáculo (carpóforo acrescentado) da flor, dilatado e tomando-se carnudo após a fecundação; caso do morangueiro (*Fragaria x ananassa*).

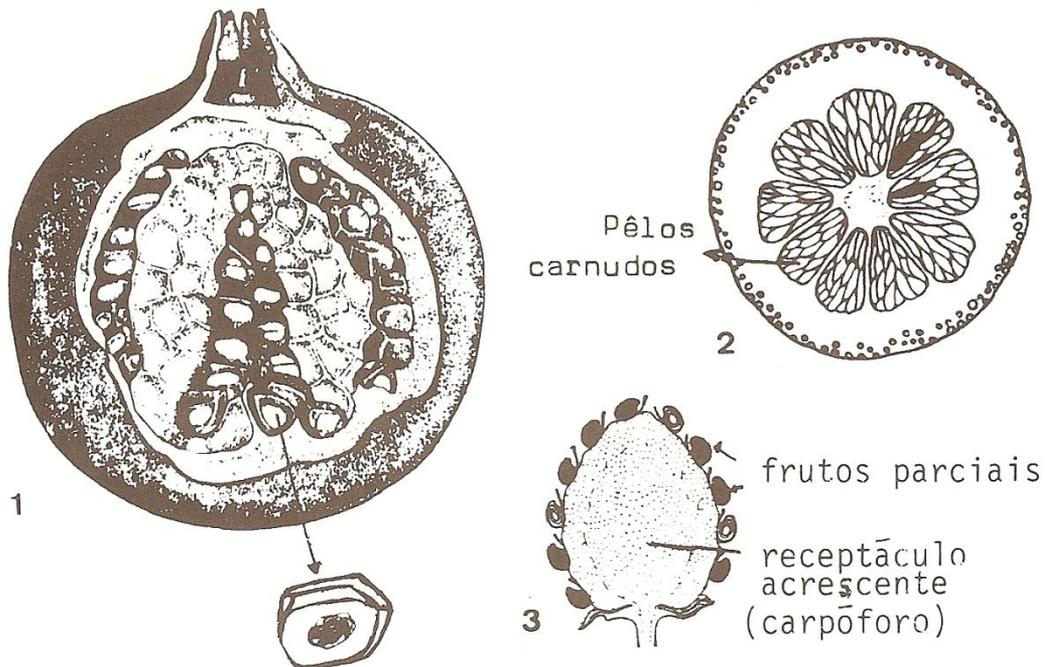


FIGURA 142 - 1, Balaústia de *Punica granatum* e pormenor de uma semente; 2, hesperídio de *Citrus aurantium* ; 3, fruto múltiplo de aquénios do morangueiro (*Fragaria x ananassa*). 1, FONT QUER (1977); 2, FERRI (1979); 3, CAMEFORT & BOUÉ (1980).

148. Invulgares são também os frutos de *Anchietea* (*Violaceae*) que abrindo muito cedo, continuam depois a crescer mas com as sementes expostas.

Em *Caulophyllum* e *Gymnospermium*, as sementes são também expostas antes de completamente maduras já que o pericarpo do fruto se desagrega muito cedo.



FIGURA 143 - Fruto de *Anchietea* sp. JOLY (1977).

149. No cajueiro (*Anacardium occidentale*) após a fecundação, o aumento de volume do pedúnculo e do receptáculo é tão intenso relativamente ao ovário, que na maturação os frutos são muito menores que o

pedúnculo que os sustenta.

Em *Hovenia* (*Rhamnaceae*), o pedúnculo floral também se desenvolve bastante, tomando-se semelhante a um fruto e sendo igualmente carnudo e comestível.

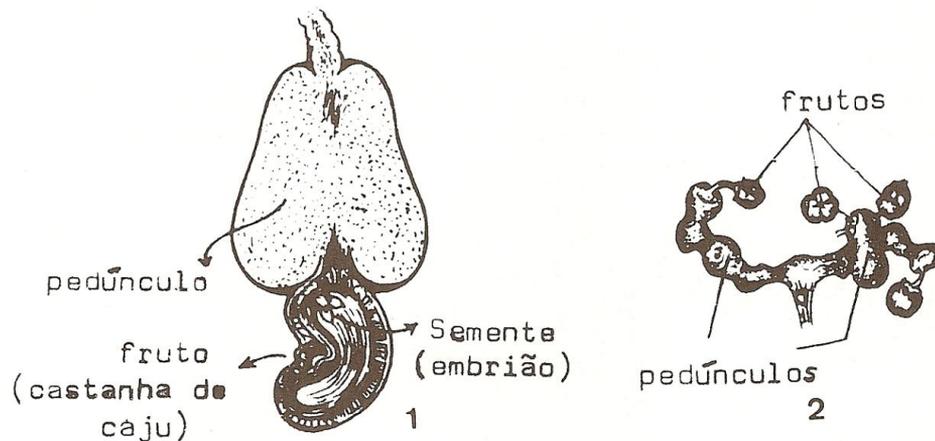


FIGURA 144 - 1, fruto do cajueiro, *Anacardium occidentale*, em corte longitudinal; 2, frutos de *Hovenia* sp. 1, FERRI (1979); 2, JOLY (1977).

150. Nalgumas inflorescências as flores apresentam-se muito próximas umas das outras sendo mesmo concrecentes desde início nalguns casos, de modo que, a seguir à fecundação os vários frutos não se conseguem individualizar, falando-se então de **frutos agregados ou sinantocarpos**. Além disso frequentemente, o perianto, as brácteas e nalguns casos o próprio eixo da inflorescência, também se tornam carnudos e comestíveis.

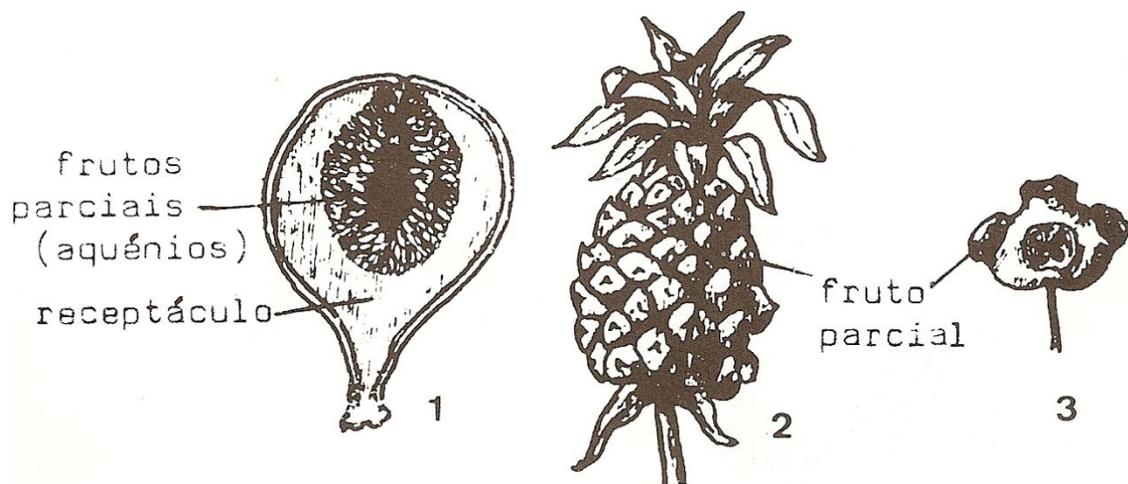


FIGURA 145 - Frutos agregados (sinantocarpos): 1, corte de um sícone de *Ficus carica* (figueira); 2, sorose de *Ananas comosus* (ananaseiro); 3, fruto agregado de cápsulas de *Syncarpia laurifolia*. VASCONCELLOS (1969).

151. Entre os frutos indeiscentes existem alguns em que apesar de tudo, na maturação eles se dividem em pequenas porções (artículos), ficando assim facilitada a sua disseminação; são os **frutos lomentáceos** (vagens e silíquas lomentáceas) de algumas fabáceas e crucíferas.

Muito mais invulgares são os craspédios característicos de algumas *Mimosa* spp., em que o fruto se decompõe na maturação em segmentos monospermicos, indeiscentes, mas mantendo-se na planta o

"esqueleto" do fruto, formado pela nervura média e sutura ventral do carpelo.

Noutras fabáceas (e.g., *Pithecellobium multiflorum* e *Plathymeniafoliosa*), o epicarpo e o mesocarpo são deiscentes formando ao abrir as duas valvas características, enquanto o endocarpo permanece fechado e só mais tarde se apresenta septado transversalmente como se de um verdadeiro lomento se tratasse.

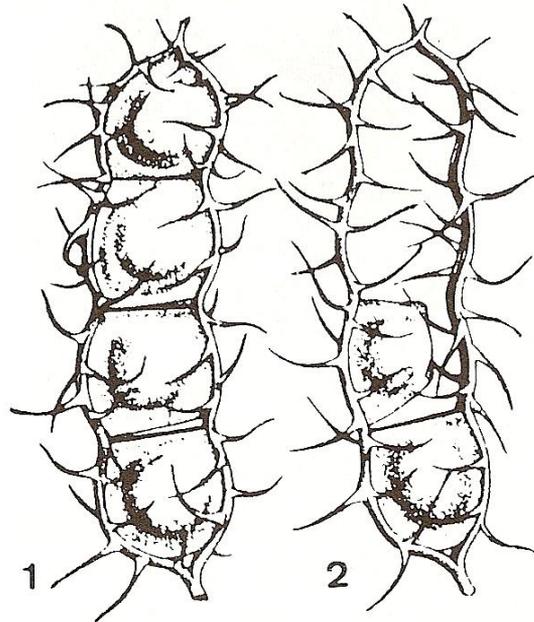


FIGURA 146 - Craspédio de *Mimosa pudica*, antes (1) e depois (2) de se segmentar. FONT QUER (1977).

152. O fruto de muitos bambus é uma drupa ou uma baga. Em *Melocanna* o fruto é uma baga, semelhante a uma pêra, que chega a atingir 12 x 8 cm, apresentando algumas espécies viviparidade já que as suas sementes iniciam a germinação no interior do frutos presos à planta e caindo ao solo nalguns casos, quando as plântulas apresentam um tamanho de 10-15 cm.

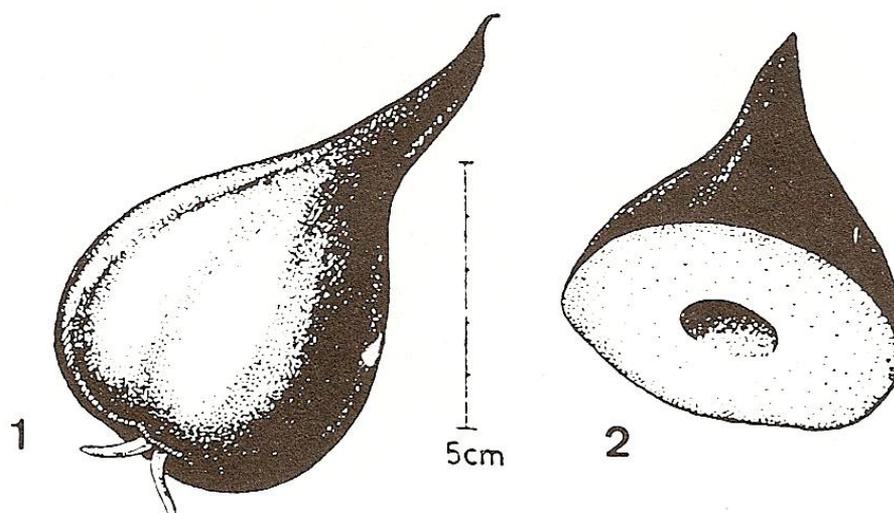


FIGURA 147 - Baga piriforme de *Melocanna baeifera*: 1, aspecto do fruto podendo observar-se na base as raízes de uma plântula a emergirem. Trata-se de um bambu que apresenta viviparidade; 2, baga em corte transversal. DAHLGREN *et al.* (1985).

153. Alguns frutos de aspecto mais invulgar:

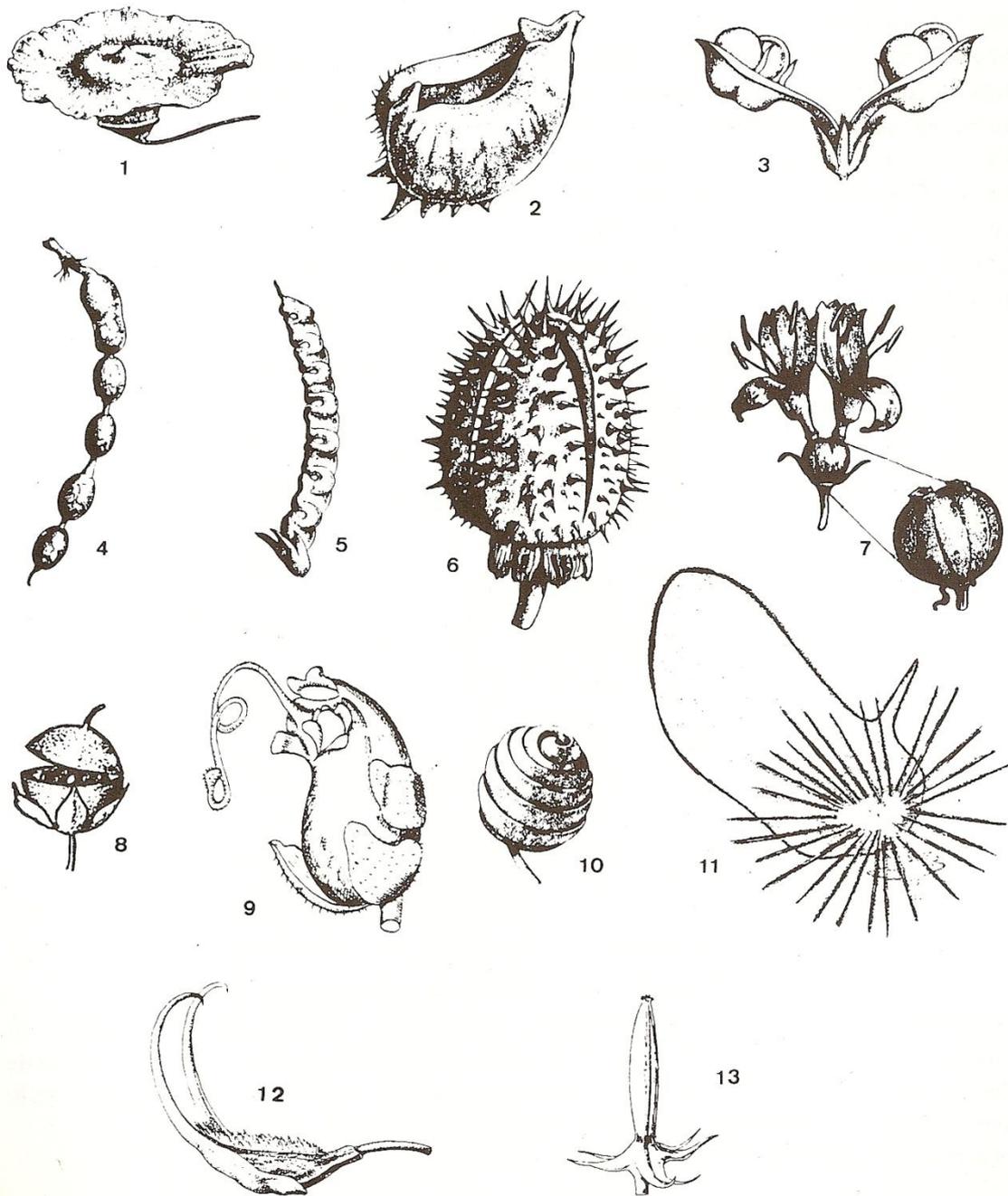


FIGURA 148 - 1, fruto alado-deprimido de *Paliurus spina-christi*; 2, fruto navicular de *Calendula suffruticosa*; 3, fruto de *Poikilacanthus gilliesii* (*Acanthaceae*) com dispositivo para projectar as sementes (ejaculador); 4, fruto moniliforme de *Sophora japonica*; 5, fruto articulado de *Hippocrepis* sp.; 6, fruto aculeado de *Datura stramonium*; 7, bibaga de *Lonicera alpigena*, notar a particularidade de serem duas flores com um ovário comum; 8, pixídio (cápsula opercular) de *Anagallis arvensis*; 9, cápsula porífera de *Antirrhinum majus*; 10, vagem enrolada helicoidalmente sobre si própria de *Medicago scutellata*; 11, fruto esporoado e espinhoso de *Centrolobium robustum*; 12, fruto pluri-esporoado de *Triglochin calcitrapa*; fruto bicorniculado de *Proboscidea* sp.

8, VASCONCELLOS (1969); 10, HICKEY & KING (1988); restantes FONT QUER (1977).

154. Nos frutos esquizocárpicos, os carpelos uniovulados dispostos normalmente em volta de um carpóforo bem definido separam-se na maturação em cocas monospermicas. Tal acontece, por exemplo, nas *Geraniaceae*, cujo fruto, um **regma**, se apresenta constituído por 5 cocas monospermicas aristadas que se separam na maturação de uma coluna central (estilete persistente) arrojando as sementes a uma distância bastante apreciável nalgumas espécies.

Nas *Medusagynaceae*, o fruto é uma cápsula septicida em que os carpelos se desprendem pela base mas se mantêm unidos pelo ápice e afastando-se radialmente tomam o aspecto de um guarda-chuva.

Outros frutos são notáveis pela forma tipicamente explosiva como se faz a sua deiscência. Tal é o caso, entre outros, dos frutos de *Cyclanthera explodens* (*Cucurbitaceae*) e *Impatiens* (*Balsaminaceae*).

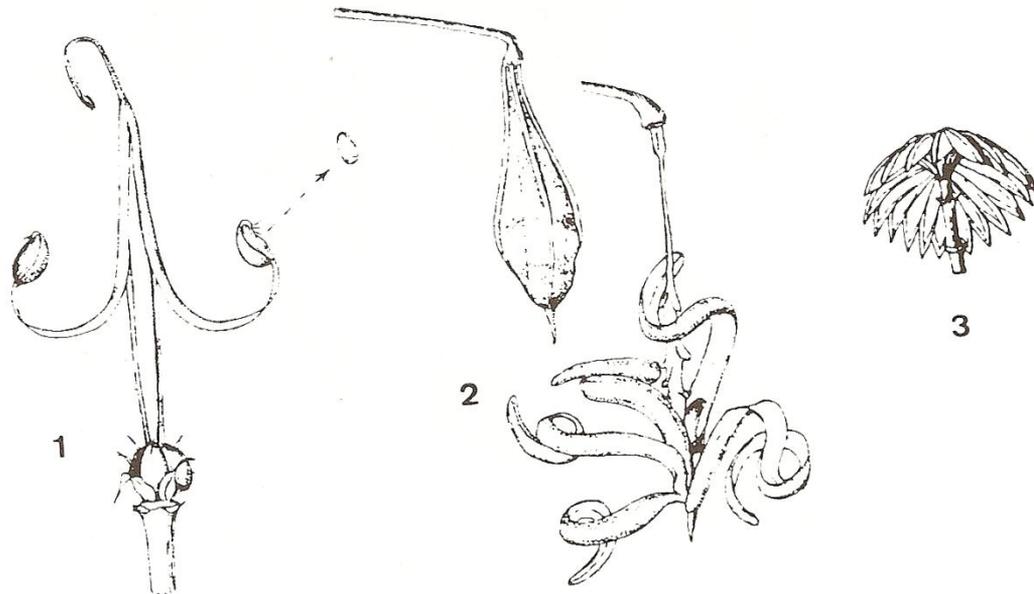


FIGURA 149 - 1, regma (fruto esquizocárpico) de *Geranium pratense*; 2, frutos de *Impatiens glandulifera*, antes e após se ter verificado a sua deiscência explosiva; 3, fruto de *Medusagyne oppositifolia* em que se verificou já a deiscência e os carpelos unidos pelo ápice e afastados radialmente na base tomam a forma de um guarda-chuva. 1 e 2 HICKEY & KING (1988); 3, HUTCHINSON (1973).

155. Muito invulgar é a contribuição dos estames para a formação de frutos simples. É o que acontece, por exemplo, em *Paris quadrifolia* em que a base do filete, muito próxima do ovário se torna carnuda, persistente e acompanha o ovário no conjunto de transformações que este empreende a seguir à fecundação, inclusive no que respeita à alteração da cor (ROTH, 1977).

156. Na generalidade das gramíneas o fruto é uma cariopse na verdadeira acepção do termo. No entanto, em, *Sporobolus* e *Eleusine*, o pericarpo do fruto separa-se na maturação da semente. Em *Sporobolus*, a camada mais interna do pericarpo do fruto toma-se mucilaginosa às primeiras chuvas e depois, ao secar, a semente é expelida do pericarpo.

157. Os frutos alados, adaptados à disseminação pelo vento, apresentam o pericarpo prolongado por uma asa membranácea de maior ou menor dimensão.

Alguns frutos tomam no entanto um aspecto alado e comportam-se como diásporos anemocóricos sem no

entanto o seu pericarpo apresentar aquelas características. Trata-se de frutos, por exemplo, que sendo ápteros se encontram concrecentes com longas sépalas acrescentes, aladas, como acontece na maioria das dipterocarpaceas ou com brácteas igualmente aladas, como é o caso das *Engelhardia* (*Juglandaceae*). Os frutos alados de *Ventilago* (*Rhamnaceae*) são-no devido ao estilete fortemente acrescente enquanto em *Swintonia* (*Anacardiaceae*) são as pétalas acrescentes que conferem aos frutos o aspecto alado.

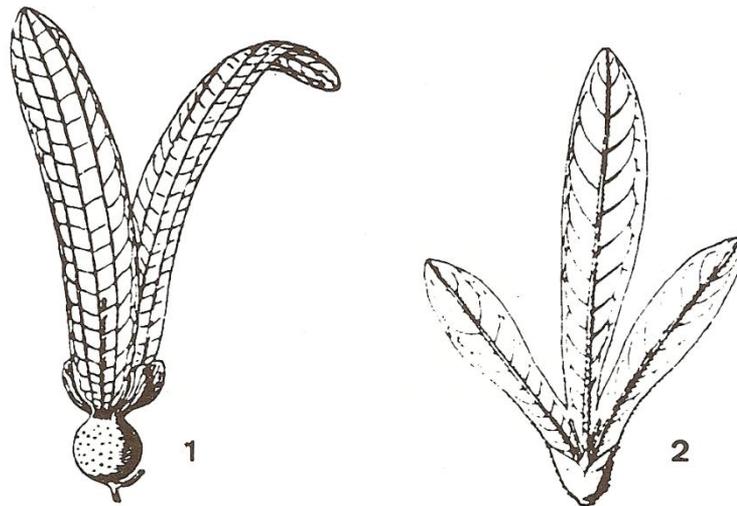


FIGURA 150 - I, fruto encimado pelas sépalas acrescentes, aladas em *Dipterocarpus trinervus*; 2, fruto concrecente com a bráctea axilar, escariosa, largamente tripartida em *Engelhardia nudiflora*. HUTCHINSON (1973).

158. A generalidade dos frutos deiscentes são frutos secos. O peponio espermatófitico do pepino-de-São-Gregório (*Ecballium elaterium*), notável pela forma explosiva como são projectadas as sementes aquando da abertura do fruto, constitui uma das excepções.

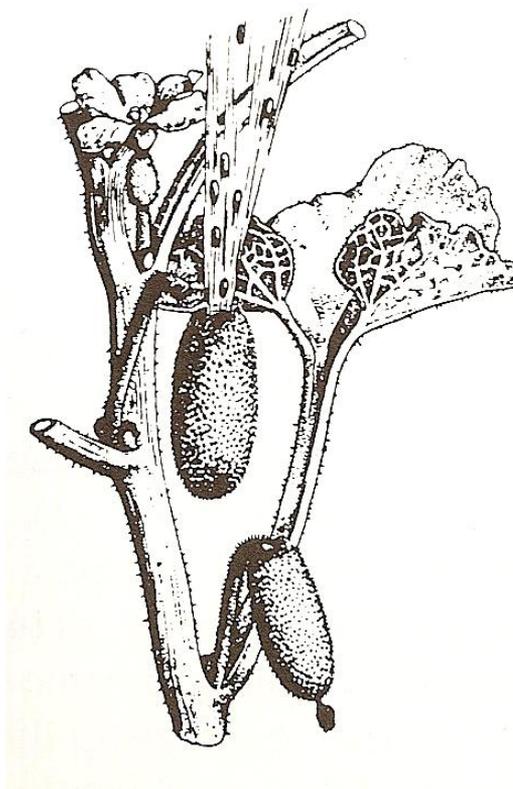


FIGURA 151 - *Ecballium elaterium* (*Cucurbitaceae*) com dois frutos maduros (pepónios espermatófiticos) um deles mostrando a forma explosiva como se faz a sua deiscência. FONT QUER (1977).

SEMENTE

INTRODUÇÃO

A semente tem origem no óvulo fecundado.

Os **tegumentos do óvulo** são, como regra, dois a **primina** e a **secundina** (mas o seu número pode variar (106), originam o tegumento da semente que compreende igualmente em geral duas camadas, uma mais interna, o **tégmen** (endopleura) e outra externa, a **testa**.

Como regra este tegumento ou casca da semente, nomeadamente a testa, apresenta-se mais ou menos esclerificada e cutinizada, para melhor garantir a hermeticidade do conjunto. No entanto, em casos muito excepcionais, como na romãzeira, a camada mais externa que constitui o tegumento, a testa, apresenta-se carnuda, constituindo mesmo a parte comestível dos frutos (165).

Tudo o que está no interior do tegumento, ou seja o embrião e o tecido de reserva, é designado por amêndoa.

Nas Gimnospérmicas (*Pinophyta*), o tecido de reserva, **endosperma** (ou **endosperma primário**), tem geralmente origem anterior à fecundação daí que, como regra, as sementes tenham quase o mesmo tamanho que os óvulos que as originaram.

Pelo contrário, nas Angiospérmicas (*Magnoliophyta*), que apresentam dupla fecundação, o tecido de reserva, triploíde, o **albúmen** (ou **endosperma secundário**) é de origem posterior à fecundação.

As reservas apresentam-se sempre na forma sólida, excepto em casos muito raros (160) mas nem sempre se apresentam constituindo um tecido à parte. Assim, em muitos casos as reservas podem encontrar-se no próprio embrião, normalmente nos cotilédones ou então raramente no hipocótilo (161).

O embrião tem origem no oosfera fecundada e apresenta-se normalmente diferenciado em radícula(s), caulículo (hipocótilo, epicótilo), cotilédone(s) e plúmula (ou gémula). Como regra, nas Dicotiledóneas (*Magnoliopsida*) os cotilédones são dois e nas Monocotiledóneas (*Liliopsida*) apenas um. No entanto, existem inúmeras excepções (1 e 10)). Em certos grupos vegetais o embrião apresenta-se indiferenciado o que dificulta bastante a multiplicação destas espécies por via seminal (4,5 e 11).

Em geral, as sementes apresentam um único embrião. A **poliembrionia** é rara nas Angiospérmicas embora seja relativamente frequente nas Gimnospérmicas (166).

No tegumento externo de certas sementes, e com origem em pontos bastante distintos (no funículo, no micrópilo, no hilo, na rafe ou na calaza) e atingindo dimensões bastante variáveis, formam-se por vezes excrescências, **arilos**, cuja função é, como regra, a de atrair diversos animais que assim ajudam à sua disseminação zoocórica (163). Apontam-se, como exemplos, o caso das sementes do teixo (*Taxus baccata*) que são providas de um arilo vermelho que as envolve quase por completo com a função de atrair os pássaros, que comendo-os ajudam a disseminar as sementes e da noz-moscada cujo arilo amplo e ramificado, possui substâncias aromáticas capazes de atrair os animais.

Na disseminação das sementes, ou melhor dos **diásporos**, já que as unidades de disseminação são, no caso dos frutos indeiscentes, a totalidade dos frutos e noutros casos estes e ainda elementos acessórios

(cálice, no caso das cípselas das compostas; glumas no caso de muitas gramíneas, etc.) têm papel importante inúmeros agentes vectores:

- o vento, e neste caso é frequente os **diásporos anemocóricos** encontrarem-se providas de expansões aliformes (e.g. frutos alados, sâmaras), de pêlos (que podem ser inclusive extremamente longos e com importância económica, como acontece no algodoeiro, 159), ou de outros elementos acessórios (cujo exemplo clássico é o cálice apresentar-se transformado num papilho de pêlos, aristas ou sedas, mas existem muitos outros).
- a água, e o melhor exemplo são os frutos de *Cocos* spp., cujo mesocarpo fibroso assegura a flutuação e protege simultaneamente o fruto nos embates contra as vagas no mar ou mesmo contra as rochas. Alguns **diásporos hidrocóricos** apresentam como em *Avicennia* "órgãos flutuadores".
- os animais, e neste caso é frequente os diásporos apresentarem estruturas no sentido de melhor os atraírem a fim de serem ingeridos (e.g. sementes com arilos do teixo, *Taxus baccata*), ou de aderirem aos pêlos ou às penas dos animais (superfície espinhosa, aculeada, como acontece, por exemplo, na cápsula da figueira-do-inferno, *Datura stramonium*, e no invólucro das cípselas de *Xanthium spinosum*). Consoante o transporte dos diásporos seja efectuado no interior do organismo do animal ou à sua superfície, assim o processo de disseminação (e os próprios diásporos) se dizem **endozoocóricos** ou **epizoocóricos**.
- a própria espécie, que enterra ela mesma os frutos (caso dos **frutos geocárpicos** do amendoim, 142), ou simplesmente os dispersa à sua volta (caso de muitos frutos deiscentes).

Outro agente importante de disseminação é o homem (**antropocoria**).

Refira-se ainda que no caso de certas infrutescências constituídas por frutos indeiscentes, caso do fruto agregado de núculas da beterraba (*Beta vulgaris*), cada diásporo compreende não apenas um mas vários frutos aderentes entre si pelo perianto e receptáculo intumescidos.

A forma, a cor, o aspecto da superfície e sobretudo as dimensões das sementes (desde as minúsculas sementes das orquidáceas até às sementes com mais de 10 Kg de *Lodoicea maldivica*) podem ser muito variáveis.

Mais interessante é porém notar que no caso de certas espécies, exibindo uma **heterospermia** acentuada (164) cujo significado pode muito bem ser interpretado como uma adaptação a várias formas de disseminação, **policorismo**, as sementes num mesmo indivíduo assumem por vezes formas muito diferentes.

159. Os óvulos, e mais tarde as sementes, são normalmente destituídos de qualquer indumento.

Menos frequentemente, como acontece em *Gossypium* (e.g. *G. hirsutum*, algodoeiro), o tegumento dos óvulos apresenta-se revestido por um conjunto denso de pêlos brancos entrelaçados e que a seguir à fecundação se desenvolvem extraordinariamente vindo a constituir o algodão.

Nas *Bombacaceae* e em *Trigonia*, entre outros casos, as sementes também se apresentam revestidas de longos pêlos brancos.



FIGURA 152 - *Gossypium hirsutum* (algodoeiro): 1, fruto (cápsula) aberta, encontrando-se as sementes encobertas pelo enorme emaranhado de pêlos. À direita, pormenor do aspecto externo de uma semente. Adap. FERRI (1979).

160. Nas sementes, as substâncias de reserva encontram-se geralmente no estado sólido. Raramente, como acontece nos coqueiros (*Cocos* spp.) e em certas gramíneas (e.g. *Limnodea arkansana*) as reservas encontram-se, pelo menos em parte, no estado líquido.

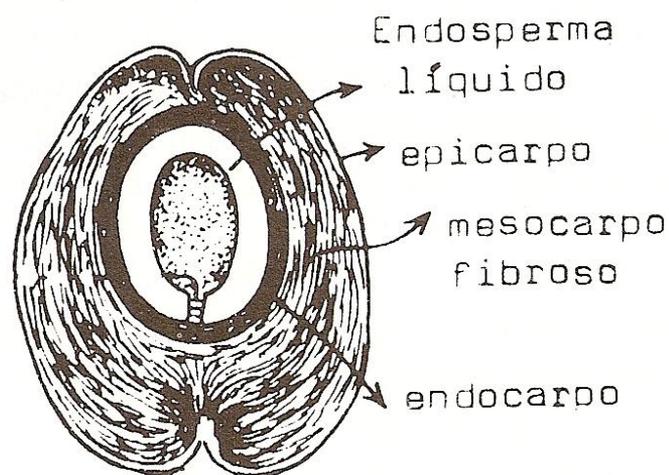


FIGURA 153 - Fruto de *Cocos nucifera* (em corte longitudinal). FERRI (1979).

161. As reservas das sementes apresentam-se, na maioria dos espermatófitos, num tecido próprio (albúmen ou endosperma secundário), à parte, portanto, do embrião. No entanto, num número bastante significativo de espécies, como acontece, por exemplo, nas *Fabaceae* (excepto em *Prosopis*), as reservas encontram-se nos cotilédones do embrião. Bastante raro é o caso em que as reservas se apresentam no caulículo (hipocótilo) do embrião, como acontece na maioria das espécies das *Lecythidaceae* (e.g. castanha-do-pará, *Bertholletia excelsa*), *Caryocaraceae* e *Marcgraviaceae*.

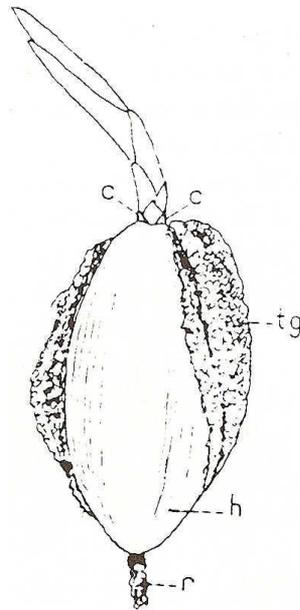


FIGURA 154 - Semente de *Bertholletia excelsa* na fase inicial de germinação podendo observar-se: o tegumento (tg); um hipocótilo (h) bastante desenvolvido e compreendo a quase totalidade da semente, sendo ele que contém as reservas; dois cotilédones minúsculos; uma radícula (r) e algumas folhas. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

162. Nas sementes da generalidade das espécies das *Commelinaceae*, *Flagellariaceae* e *Mayacaceae* o tegumento apresenta uma calosidade discóide proeminente, muito característica, a **embriotégio**, que permite referenciar externamente o embrião, pois este localiza-se sempre imediatamente por baixo daquela.

No início da germinação esta pequena "tampa" solta-se para melhor deixar sair as radículas

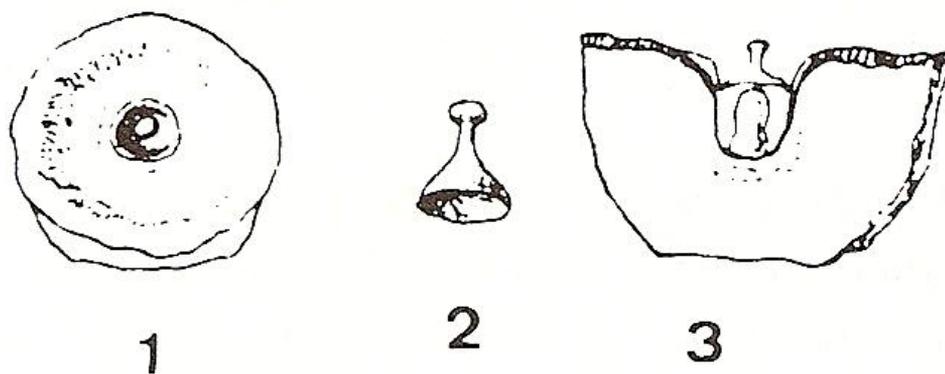


FIGURA 155 - *Pollia crispata* (*Commelinaceae*): 1, vista frontal da semente; 2, embriotega, depois de destacada da semente; 3, corte transversal da semente observando-se o embrião imediatamente por dentro da embriotega. HUTCHINSON (1973).

163. No tegumento externo de certas sementes, em pontos distintos consoante os casos e atingindo dimensões bastante variáveis, formam-se por vezes excrescências que tomam a designação geral de

arilos. Estes podem ter origem: 1) no funículo (e.g. arilo funicular em *Nymphaea*; estrofiolo em *Chelidonium*); 2) no micrópilo (arilo micropilar da noz-moscada; carúncula em *Euphorbia* e em *Ricinus*); 3) em tomo do hilo (arilo umbilical); 4) na rafe (e.g. arilo rafeal em *Caltha*); 5) na calaza (e.g. *Malesherbiaceae*).

Em qualquer dos casos, o arilo pode apresentar diversos aspectos, podendo inclusive cobrir toda a semente, como acontece em *Euonymus*, em que o arilo se abre violentamente ajudando a projectar as sementes.

Na generalidade dos casos, e embora isso seja mais evidente nalgumas sementes do que noutras, os arilos têm sido interpretados como modificações no sentido de ajudar à disseminação das sementes.

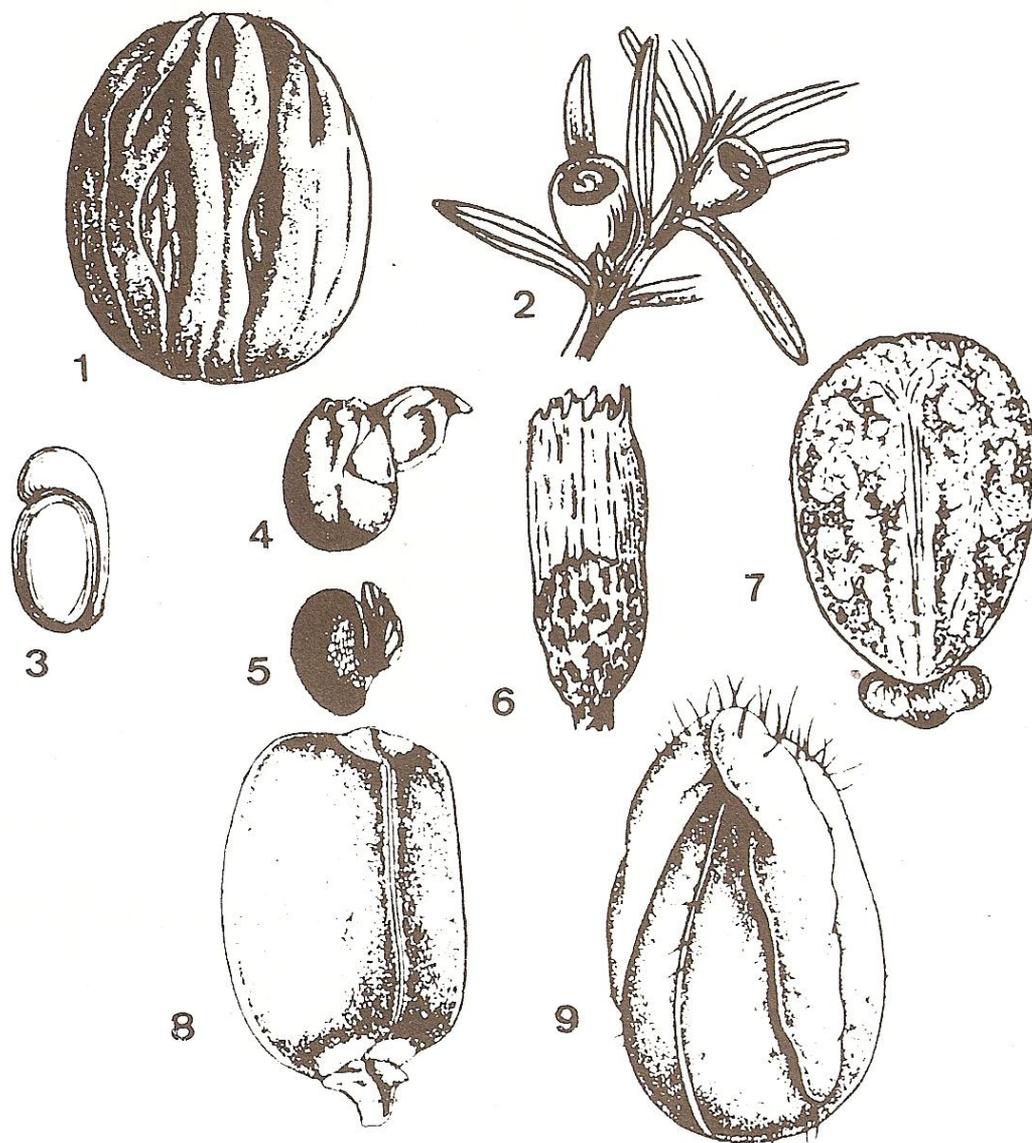


FIGURA 156 - Sementes com arilos: 1, *Myristica fragrans*; 2, *Taxus baccata*, o arilo, avermelhado, envolve completamente a semente; 3, *Malesherbia* sp.; 4, *Euonymus* sp.; 5, *Chelidonium majus*; 6, *Passiflora* sp.; 7, *Ricinus communis*; 8, *Euphorbia characias*; 9, *Polygala senega*.

1,8 e 9, FONT QUER (1977); 3, EMBERGER & CHADEF AUD (1960); 4-7, FERRI (1979).

164. Existe normalmente em muitas espécies uma certa variação na forma e dimensões das sementes, por vezes não apenas numa mesma população mas inclusive num mesmo fruto. No entanto, os casos de

heterospermia acentuada não são muito frequentes. É o caso de certas *Spergularia* spp. em que numa mesma cápsula as sementes da base do fruto são aladas e todas as restantes são ápteras.

165. O tegumento (ou casca) das sementes, nomeadamente a sua camada mais externa, a testa, apresenta-se normalmente mais ou menos esclerificada e cutinizada por forma a melhor garantir uma certa hermeticidade face aos agentes exteriores. No entanto, em casos excepcionais, como seja em certas aráceas e na romãzeira (*Punica granatum*), a testa apresenta-se carnuda (sarcotesta) sendo mesmo comestível. Inversamente, as sementes de *Canna* apresentam um tegumento (e albúmen também) extraordinariamente rijo. As sementes de *Canna brittonii* foram outrora largamente utilizadas no Novo Mundo como unidade de peso, à semelhança do que acontecia no Velho Mundo com as sementes da alfarrobeira (*Ceratonia siliqua*), unidade importante de peso no comércio do ouro. As sementes de *Canna bidentata* são utilizadas no fabrico artesanal de pequenas jóias.

166. Por vezes forma-se mais do que um embrião numa mesma semente. Nestes casos além do embrião normal resultante da fecundação da oosfera por um dos núcleos masculinos do tubo polínico, formam-se outros **embriões adventícios**, a partir de: 1) uma célula do nucelo (embrião nucelar); 2) um sinergídio; 3) uma das antípodas; 4) célula(s) do(s) tegumento(s).

Nas Angiospérmicas, a **poliembrionia** pode ainda ser devida ao facto anormal de se terem formado num mesmo óvulo dois ou mais sacos embrionários.

Nas Gimnospérmicas, e em particular nas coníferas, é frequente, num mesmo óvulo, formarem-se várias oosferas. Embora na maior parte dos casos apenas uma delas seja fecundada, num número reduzido de casos tal constitui a causa da poliembrionia.

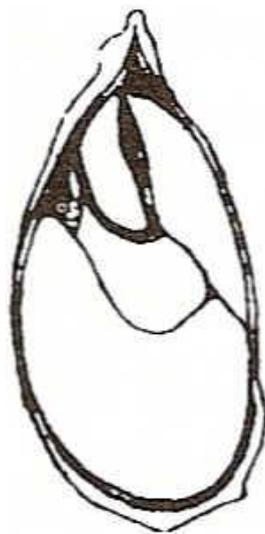


FIGURA 157 - Semente de *Citrus aurantium* (laranjeira) com dois embriões. FONT QUER (1977).

MOVIMENTOS NÁSTICOS

INTRODUÇÃO

É indiscutível que os vegetais captam os mais diversos estímulos embora respondam a estes de forma bastante variável.

Os processos do movimento e da excitabilidade são talvez as respostas mais espectaculares dos vegetais mas que não chegam todavia para demonstrar que existe uma "consciencialização" dos estímulos por parte daqueles, como acontece nos animais.

À parte o caso dos movimentos locomotores de todo o vegetal (vegetais inferiores flagelados; gâmetas; movimentos protoplasmáticos), STRASBURGER *et al.* (1974) sintetizam de forma bastante clara e exemplificada os vários tipos de movimentos nos vegetais, distinguindo:

- 1) **Tropismos** (movimentos orientados como resposta a estímulos direccionados); fototropismo (condiciona frequentemente o crescimento dos caules), geotropismo (exibido frequentemente pelas raízes de certas espécies), quimiotropismo (frequente nos tubos polínicos de certas espécies) e haptotropismo (observável em espécies com gavinhas depois destas serem excitadas por contacto).
- 2) **Tactismos** ou **movimentos násticos** que são movimentos reversíveis, independentes da direcção do estímulo seguindo uma sequência de reacção invariável, pré-estabelecida, e apenas determinada, em muitos casos, pela estrutura dorsiventral do órgão. Podem distinguir-se: **termonastia** (e.g. abertura e fecho do perianto de flores de *Tulipa* spp. e *Crocus* spp. face à variação da temperatura do ar); **fotonastia** (e.g. abertura dos capítulos de *Leontodon hispidus* ao amanhecer e encerramento ao anoitecer, 170); **haptonastia e quimionastia** (caso dos movimentos dos pêlos secretores de certas plantas insectívoras, *Drosera* spp. e *Pinguicula* spp., com capacidade para reagirem não só a certos estímulos tácteis como igualmente a estímulos químicos, 168); **sismonastia** (incluem alguns dos movimentos mais espectaculares nos vegetais superiores e que se devem à variação muito brusca do grau de turgescência de grupos de células. Como exemplos citam-se os movimentos que se verificam nas flores de *Berberis vulgaris* e *Mimulus luteus* e nas folhas de *Mimosa pudica*, 167); movimentos estomáticos.
- 3) **Movimentos autónomos** que parecem ter origem não tanto em estímulos exteriores mas sobretudo em processos levados a cabo regularmente no corpo do vegetal, caso do hábito volúvel dos caules de certas espécies trepadoras.
- 4) **Movimentos bruscos irreversíveis** devidos à variação rápida da turgescência de grupos de células, caso muito conhecido da deiscência explosiva dos frutos de *Impatiens parviflora*.
- 5) **Movimentos higroscópicos** com origem na hidratação e desidratação de um grupo de células mortas, e que explicam, por exemplo, a deiscência de muitos frutos.
- 6) Movimentos com base em mecanismos de coesão e que explicam por exemplo o funcionamento das minúsculas ascídias para captura de insectos das *Utricularia*.

167. Nalgumas espécies, estames e estigmas são capazes de reagir ao toque de insectos polinizadores. É o que acontece p. ex. em *Berberis vulgaris* cujos estames, ao serem excitados pelo toque de um insecto, se

curvam rapidamente em direcção ao estigma. Em *Sparmannia*, os estames são de tal modo sensíveis que basta o toque num só estame para que imediatamente todos se afastem para varrer de uma só vez o tórax do insecto polinizador.

Em *Mimulus luteus*, os ramos estigmáticos fecham-se para reter o pólen que eventualmente vem aderente a determinado insecto quando este entra na flor. Em *Proboscidea*, os ramos estigmáticos são sensitivos de um modo ainda mais espectacular. Colocando pólen da mesma espécie no estigma, a planta aceita-o, aproximando e fechando sobre si próprios os ramos estigmáticos. Porém, se for colocado pólen de outra espécie, os ramos estigmáticos aproximam-se primeiro fechando-se, mas logo se abrem por duas ou três vezes seguidas, como se a flor estivesse a protestar, expulsando todo o pólen estranho.

Possivelmente algumas das reacções mais notáveis a estímulos tácteis encontram-se em certas leguminosas dos géneros *Neptunia* e *Mimosa* (e.g. *M. pudica*) cujas folhas recompostas se fecham muito rapidamente quando tocadas e se deflectem. Em *Biophytum sensitivum* (*Oxalidaceae*) os folíolos também reagem muito rapidamente e de forma espectacular a estímulos tácteis.

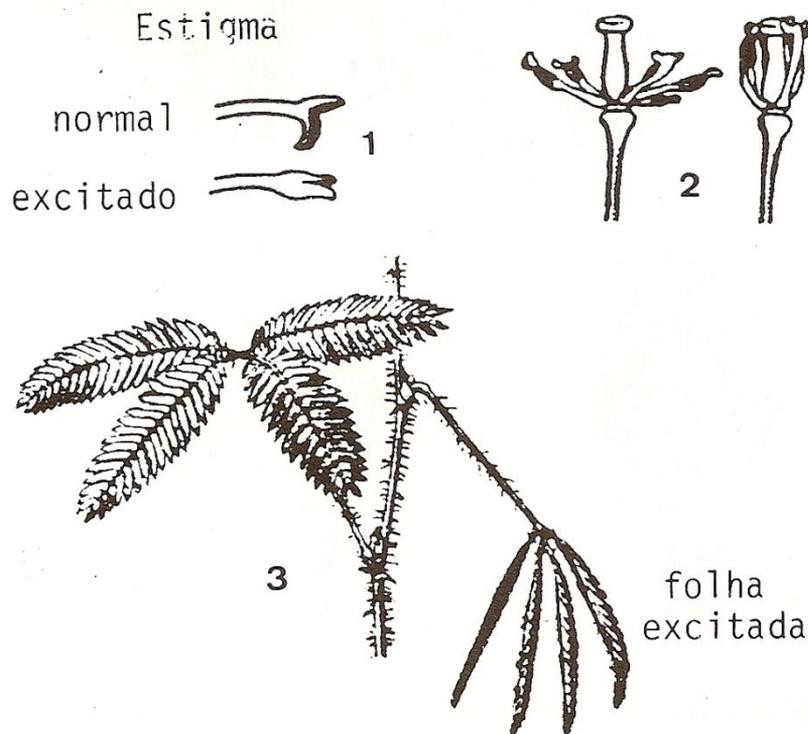


FIGURA 158 - 1, *Mimulus luteus*; 2, *Berberis vulgaris*; 3, *Mimosa pudica*. (ver explicação no texto). Adap. STRASBURGER *et al.* (1974).

168. Inúmeras plantas insectívoras têm órgãos capazes de responder a estímulos tácteis. É o caso daquelas que possuem armadilhas do tipo activo, como seja alguns géneros da família das *Droseraceae*, e.g. *Dionaea* e *Aldrovanda*, em que o contacto de um insecto com a armadilha faz com que esta aproxime rapidamente os seus dois bordos até se fechar completamente sobre si própria.

Em *Utricularia*, género que inclui muitas espécies aquáticas que dispõem de armadilhas activas submersas, que actuam pelo princípio da sucção ("suction traps"), a captura dos insectos é levada a cabo em pequenas ascídias) cujo interior é mantido sob pressão hidrostática negativa até que se verifique subitamente a sua abertura e consequente entrada de água e do insecto que estimulou a abertura da

válvula.

Outras plantas insectívoras (e.g. *Drosera* spp.), destituídas de ascídias propriamente ditas, apesar de menos espetaculares, reagem também rapidamente ao contacto de um insecto, retraindo os pêlos glandulosos que segregam a mucilagem à qual aquele havia aderido e pondo-o portanto em contacto com glândulas digestivas sésseis produtores de enzimas proteolíticas.

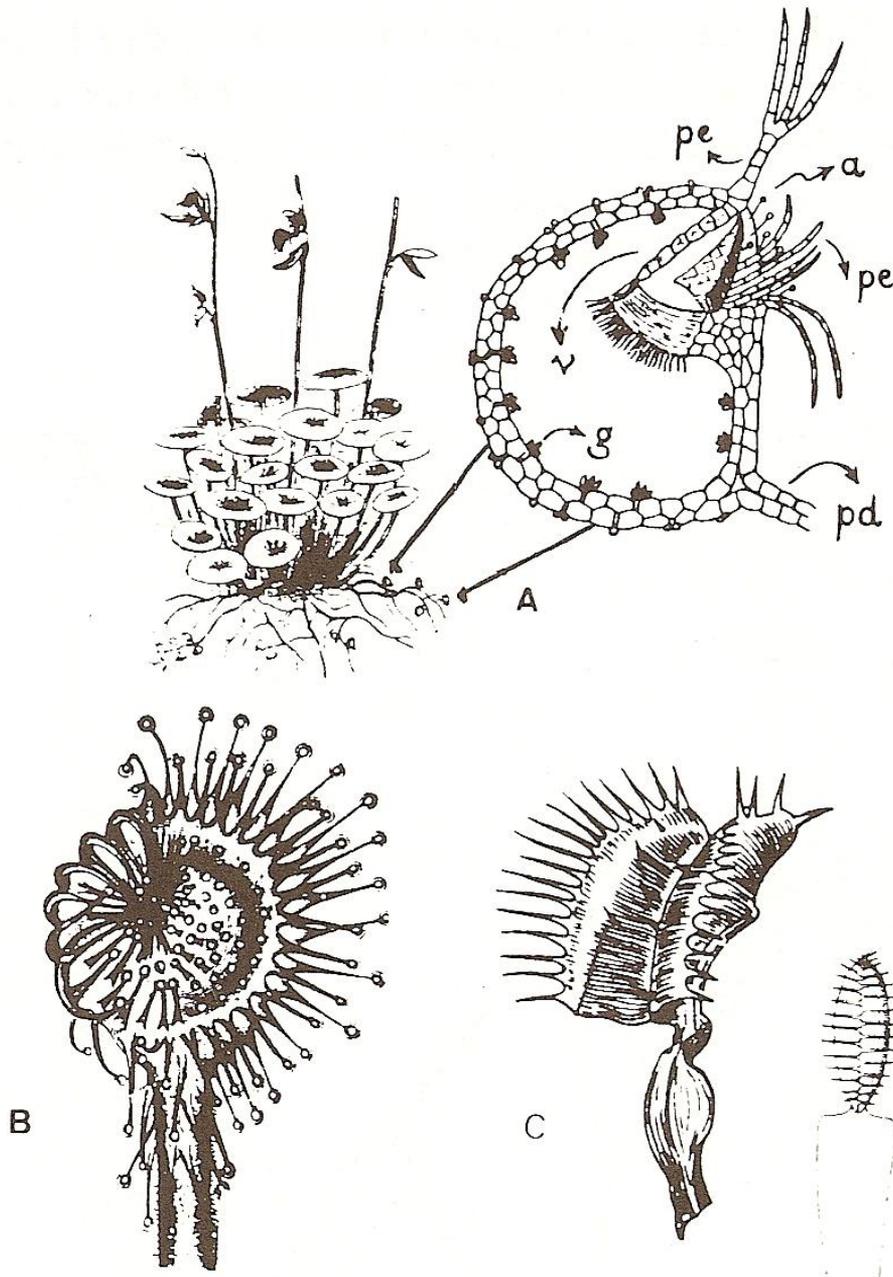


FIGURA 159 - A, *Utricularia peltata*, aspecto geral e pormenor de uma ascídia: pd. pedúnculo que se prende ao caule; a, abertura por onde a água e os insectos penetram; pe, pêlos na vizinhança da abertura; v, válvula que só se abre para o interior; g, glândulas; B, folha modificada de *Drosera rotundifolia* densamente revestida de pêlos secretores de mucilagem observando-se os da metade esquerda retraídos sobre um insecto; C, folha preênsil de *Dionaea muscipula* aberta e fechada sobre um insecto (à direita). A e D, FERRI (1979); B, STRASBURGER *et al.* (1974); C, FONT QUER (1977).

169. Nalgumas compostas do género *Carlina* (e.g. *C. acaulis*), as brácteas que rodeiam o capítulo são muito sensíveis a variações do estado higrométrico do ar, encurvando-se em direcção ao centro do capítulo quando a humidade relativa aumenta e respondendo de modo inverso a um aumento do grau de secura. Plantas como estas, têm sido utilizadas pelos camponeses em alguns locais do globo como **barómetros de flora** (FONT QUER, 1977).

170. As flores de algumas espécies como sejam *Anagallis arvensis*, *Mirabilis jalapa*, *Matthiola tristis*, *Ornithogalum umbellatum*, a generalidade das *Oenothera* spp. e *Silene* spp., e os capítulos de inúmeras compostas, manifestam um ritmo diário de abertura e fecho, fotonastia.

Curiosamente, já LINEU, após ter observado cuidadosamente a periodicidade deste fenómeno, chegou à conclusão de que, para determinadas espécies, em particular para as compostas, *Hieracium murorum*, *Silene noctiflora*, *Hypochoeris maculata* entre muitas outras, havia uma grande regularidade - para cada espécie de *per si* - no que respeitava aos valores horários de abertura e fecho dos capítulos, tendo mesmo construído para Uppsala, para determinada época do ano, um **relógio de Flora** (FONT QUER, 1977).

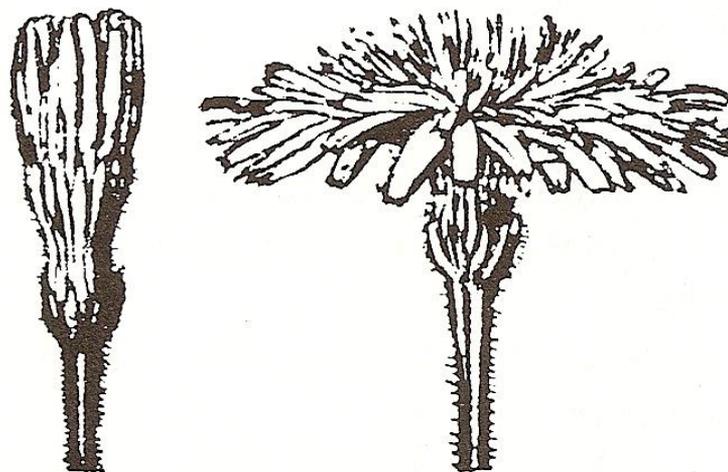


FIGURA 160 - Capítulos de *Leontodon hispidus*, fechado na obscuridade e aberto em plena luz. STRASBURGER *et al.* (1974).

ALGUMAS ANGIOSPÉRMICAS MUITO PARTICULARES

INTRODUÇÃO

Algumas angiospérmicas apresentam uma extraordinária redução da sua estrutura vegetativa. Trata-se de:

- alguns hidrófitos (*Podostemaceae* e *Lemnaceae*).
- alguns **holoparasitos** (*Rafflesiaceae*, *Balanophoraceae*, *Mitrastemmataceae* e *Hydnoraceae*).
- **saprófitos** (*Burmanniaceae*, *Geosiridaceae*, *Corsiaceae*, algumas orquídeas) notáveis também pela sua **heterotrofia**, associada normalmente ao estabelecimento de **simbioses com fungos**.

Em qualquer destes casos é impossível reconhecer a diferenciação da estrutura vegetativa em raiz, caule e folhas, mas as flores (apesar de minúsculas nalgumas espécies) estão sempre presentes.

Nalguns casos as plantas assumem um aspecto externo muito semelhante ao dos fetos, musgos, hepáticas, algas ou mesmo líquenes.

Nos casos de maior redução, os indivíduos são destituídos de tecidos condutores e a estrutura vegetativa faz lembrar histologicamente o micélio dos fungos.

Outras angiospérmicas (*Sarraceniaceae*, *Nepenthaceae*, *Byblidaceae*, *Droseraceae*, *Lentibulariaceae*, ...), são notáveis pela forma de nutrição que apresentam - a **carnivoria** - assim como pelos inúmeros tipos de armadilhas que exibem.

Finalmente, outras angiospérmicas (*Zosteraceae* e *Posidoniaceae*), são igualmente dignas de referência não pela extraordinária redução da sua estrutura vegetativa, nem devido à sua forma de nutrição, mas devido ao "habitat" que ocupam (águas marinhas, a profundidades que podem ir até aos 50 m) e à presença de um tipo muito raro de polinização (mesmo entre as plantas permanentemente submersas), a hidrogamia.

De todos estes casos se tratará, embora de uma forma sucinta e atendendo sobretudo aos aspectos morfológicos, nos próximos Capítulos.

ANGIOSPÉRMICAS AQUÁTICAS MINÚSCULAS, TALOSAS

A família das *Lemnaceae* reúne 6 gêneros de distribuição cosmopolita, com cerca de 30 espécies. Nestas, a redução da estrutura vegetativa é levada ao extremo. *Wolffia brasiliensis*, a menor angiospérmica do planeta (produzindo igualmente as menores flores que se conhecem) atinge quando muito 1 mm de comprimento, é desprovida de raízes e a sua estrutura vegetativa encontra-se reduzido a um pequeníssimo corpo vegetativo talóide.

As lemnáceas são plantas minúsculas, flutuantes ou submersas, sem raízes (*Wolffia*, *Wolffiella*), com uma (*Lemna*) ou várias raízes não ramificadas (*Spirodela*). A estrutura vegetativa encontra-se reduzida a um talo foliáceo que alguns botânicos interpretam como sendo simplesmente as folhas e que recebe frequentemente a designação de **fronde**.

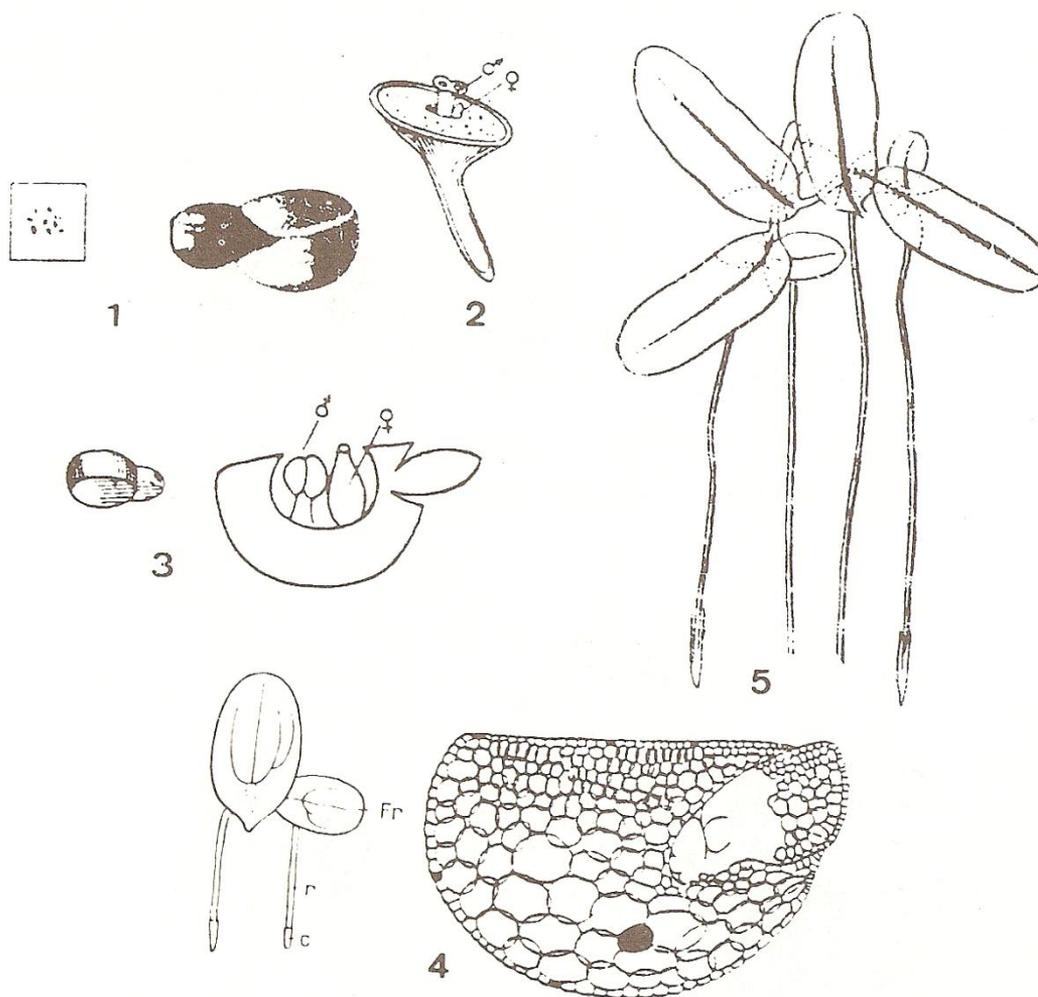


FIGURA 161 - Lemnáceas: 1, *Wolffia brasiliensis*, a menor angiospérmica do mundo (à esquerda em tamanho natural); 2, *Wolffia microscopica*, planta inteira em floração, muito aumentada; 3, *Wolffia arrhiza*, aspecto geral e corte longitudinal de uma planta em floração; 4, *Lemna minor* (lentilha-de-água-menor), aspecto geral de uma planta que apresenta uma planta-filha (à esquerda), e pormenor da inserção de uma planta-filha num pé-mãe; 5, *Lemna vaidiviana*, planta inteira. c, coifa; fr, fronde; r, raiz.

1 a 3, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 4 e 5, FONT QUER (1977).

O sistema vascular encontra-se extraordinariamente reduzido estando os vasos lenhosos ausentes e os traqueídeos apenas presentes nas raízes das espécies do género *Spirodela*. As flores, unissexuais, pequeníssimas, raramente se formam, já que predomina a multiplicação vegetativa, mas, quando ocorrem, formam-se directamente sobre os corpos vegetativos talóides, frondes ou folhas (conforme a interpretação que se faça daqueles órgãos), em pequenas bolsas protegidas, pelo menos inicialmente, por uma pequeníssima espata

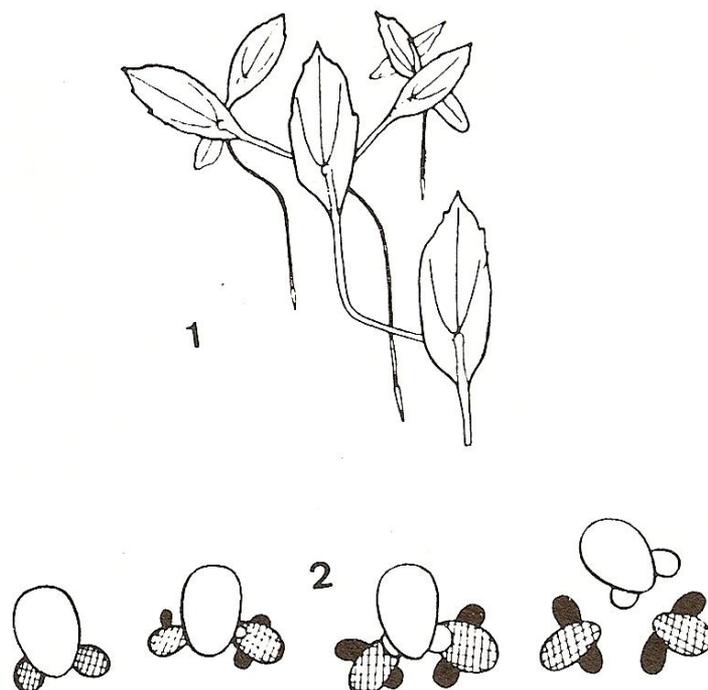


FIGURA 162 - Multiplicação vegetativa em duas lemnáceas: 1, *Lemna trisulca*; 2, *Lemna minor* (esquema sequencial). CAMEFORT (1977).

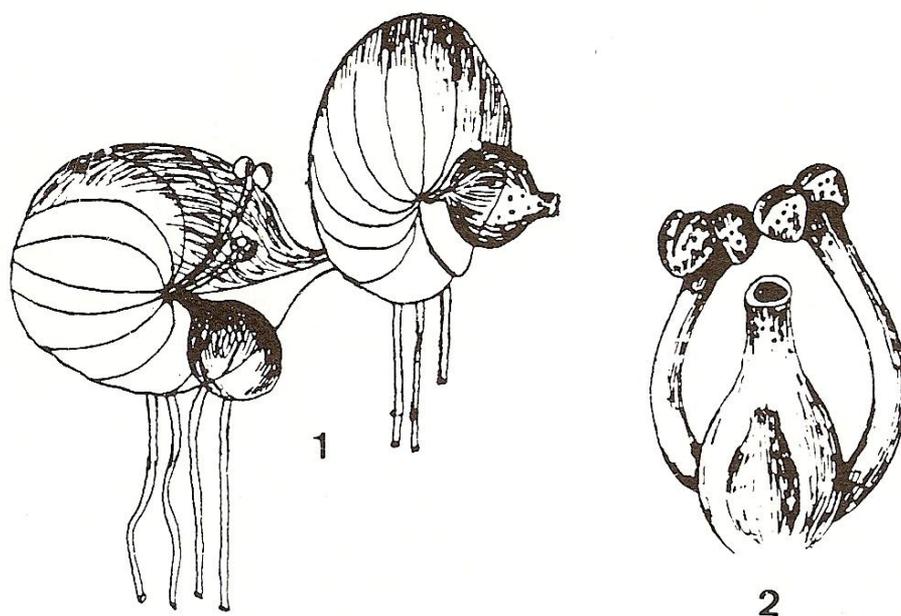


FIGURA 163 - *Spirodela* sp.: 1, indivíduo com flor (à esquerda) e fruto (à direita); 2, flor depois de retirada a bráctea. JOLY (1977).

ANGIOSPÉRMICAS AQUÁTICAS SEMELHANTES A ALGAS, LÍQUENES E/OU BRIÓFITOS

As *Podostemaceae* reúnem cerca de 40 géneros, com 200-250 espécies de "habitat" aquático na generalidade, muito semelhantes a Algas, Líquenes e/ou Briófitos. Trata-se de uma família muito interessante, de distribuição pantropical, cujos representantes aparentemente mantêm um conjunto de características "pré-angiospérmicas" tanto a nível vegetativo como floral (WILLIS, 1980).

Estas espécies vivem na sua maioria em águas bastante movimentadas ("rápidos" dos rios, ou mesmo sob pequenas cascatas) e estão presas ao substrato rochoso através de uma estrutura dorsiventral, laminar e verde, o *thallus*, em muitos casos interpretada como sendo as raízes altamente modificadas. Muitas espécies são laticíferas.



FIGURA 164 - Podostemáceas semelhantes a algas: 1, *Marathrum utile*; 2, espécie indeterminada. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

As raízes constituem na maioria das espécies o essencial da estrutura vegetativa, apresentando-se laminares e providas de clorênquima. No entanto, certas espécies flutuantes são desprovidas de raízes, como acontece em *Mourera*.

O caule pode apresentar-se razoavelmente desenvolvido como em *Crenias (Mniopsis)*, ou, como acontece

na maioria das espécies, faltar quase completamente e então as flores formam-se em reduzidíssimos eixos vegetativos que partem das raízes.

Em todas as podostemáceas a vascularização é inexistente ou incipiente.

Dada a extrema variedade e complexidade dos órgãos vegetativos nem sempre é possível estabelecer as respectivas homologias com a raiz, caule e /ou folhas.

A floração tem lugar normalmente apenas quando as plantas ficam expostas na estação seca. As flores são muito pequenas e geralmente hermafroditas. O perianto pode constar nalguns casos de uma pequena espata capsuliforme o que faz aumentar ainda mais a semelhança de certas espécies com os musgos, como acontece em *Mniopsis*.

As plantas morrem como regra pouco tempo depois da produção das sementes (diminutas e sem endosperma) a não ser que o nível das águas volte rapidamente a subir.



FIGURA 165 - Podostemáceas semelhantes a algas: 1, *Apinagia* sp., indivíduo em floração; 2, *Oserya coulteriana* - indivíduo em floração sobre uma rocha exposta; 3, *Dicraea algiformis* no estado vegetativo e porção de uma fronde frutificada (à direita). 1, LAWRENCE (1977); 2, HUTCHINSON (1973).

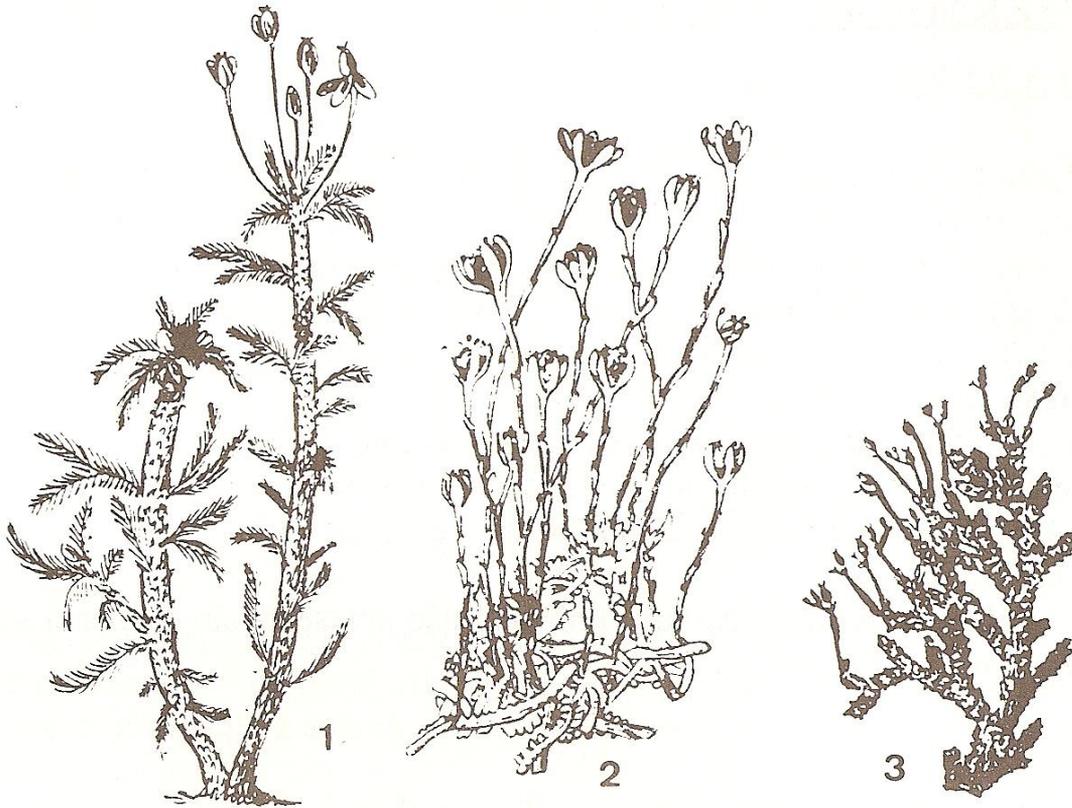


FIGURA 166 - Podostemáceas semelhantes a briófitos: 1, *Trislichia* sp., indivíduo em floração; 2, *Weddellina squamulosa*, indivíduo em floração; 3, *Inversodicraea* sp., indivíduo em floração. 1, JOLY (1977); 2 e 3, EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

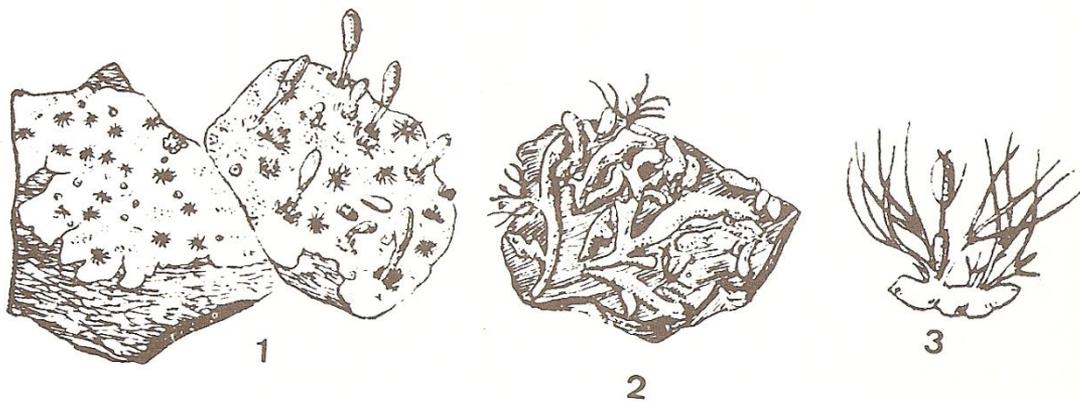


FIGURA 167 - Podostemáceas semelhantes a líquenes: 1, *Lawia zeylandica*, raiz talosa com eixos vegetativos e eixos florais; 2, *Ceralolacis erylhrolichen*; 3, *Saxicolella nana*, eixo floral inserido sobre um fragmento de raiz com folhas.

EMBERGER & CHADEF AUD (1960).

ANGIOSPÉRMICAS AQUÁTICAS SEMELHANTES A FETOS

A família *Hydrostachydaceae* inclui um único gênero, *Hydrostachys*, com cerca de 20 espécies que ocorrem em águas mais ou menos movimentadas, frequentemente em "rápidos" de rios e riachos ou mesmo sob pequenas quedas de água, de certas regiões tropicais (Madagáscar e Sudoeste Africano). Apresentam-se fixadas ao substrato rochoso normalmente através de uma raiz altamente diferenciada num disco adesivo algo semelhante ao que certas algas apresentam. No entanto, as suas folhas, que podem atingir 1 m de comprimento, fazem lembrar bastante as dos fetos.

A floração e a frutificação têm lugar normalmente apenas quando as plantas ficam expostas na estação seca e como esta geralmente se prolonga por alguns meses as plantas morrem em seguida.

O sistema vascular apresenta-se bastante reduzido não apresentando o xilema vasos lenhosos mas apenas traqueídeos.



FIGURA 168 - *Hydrostachys* sp., indivíduos em estado vegetativo (1) e de frutificação (2). Adap. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

ANGIOSPÉRMICAS HOLOPARASÍTICAS FUNGIFORMES

Embora outras angiospérmicas possam apresentar um aspecto externo que faz lembrar os fungos, esse é característico das cerca de 60 espécies holoparasíticas, totalmente desprovidas de clorofila, das *Rafflesiales* (*Rafflesiaceae*, *Mitrastemmataceae* e *Hydnoraceae*) e das 45 espécies das *Balanophoraceae*, todas de distribuição pantropical. Trata-se na generalidade de holoparasitos de raízes ou menos frequentemente de ramos (*Pilosyles*) cujo sistema vegetativo se encontra reduzido a um conjunto largamente filamentosos em forma de micélio dos fungos, que se desenvolve no interior das raízes do hospedeiro, funcionando ele próprio como haustório. Verifica-se portanto **endoparasitismo** já que as flores constituem, na generalidade dos casos, a única parte visível externamente do parasito pois tudo o resto se encontra imerso nas raízes do hospedeiro.

Os representantes das *Hydnoraceae* e *Balanophoraceae* não são considerados **endoparasitos** - embora não sejam também rigorosamente considerados como **ectoparasitos** - pois apresentam visível externamente uma parte apreciável da sua estrutura vegetativa.

Dado que nas espécies endoparasíticas as plantas vivem toda a sua fase vegetativa no interior dos tecidos do hospedeiro, tem-lhes sido, por vezes, atribuída a designação de **endofíticas** (por oposição a epifíticas, note-se).

Verifica-se sempre ausência de estomas (excepto *Cynomorium*), clorofila e o tecido vascular apresenta-se muito reduzido ou mesmo inexistente (algumas balanofóráceas e hidnoráceas apresentam, no entanto, vasos lenhosos).

As folhas, quando presentes, são escamiformes, desprovidas de estomas funcionais e localizam-se normalmente apenas no pedúnculo floral.

BALANOPHORACEAE

Nas *Balanophoraceae* é possível reconhecer raízes altamente modificadas, normalmente designadas por "tubérculos", volumosos, amorfos, que emitem na face superior as estruturas reprodutoras. Estes tubérculos emitem lateralmente rizomas (raízes?) delgados que desenvolvendo-se horizontalmente à superfície do solo vão parasitar novos hospedeiros.

É de realçar a inexistência de verdadeiros haustórios ou raízes sugadoras, já que nos pontos de contacto entre o parasito e o hospedeiro se formam, ao contrário do que é normal, hiperplasias tuberiformes de natureza muito complexa compreendendo tecidos de ambos estreitamente ligados. A situação normal parasito/hospedeiro encontra-se mesmo até certo ponto invertida nalguns casos (e.g., em *Thonningia sanguinea*) já que as raízes parasitadas do hospedeiro parecem penetrar também no parasito. Esta situação parece dever-se ao facto de que as células corticais do hospedeiro, estimuladas pelo contacto do parasito proliferam abundantemente penetrando neste, o que leva a que rapidamente se organize uma associação íntima dos tecidos de ambos.

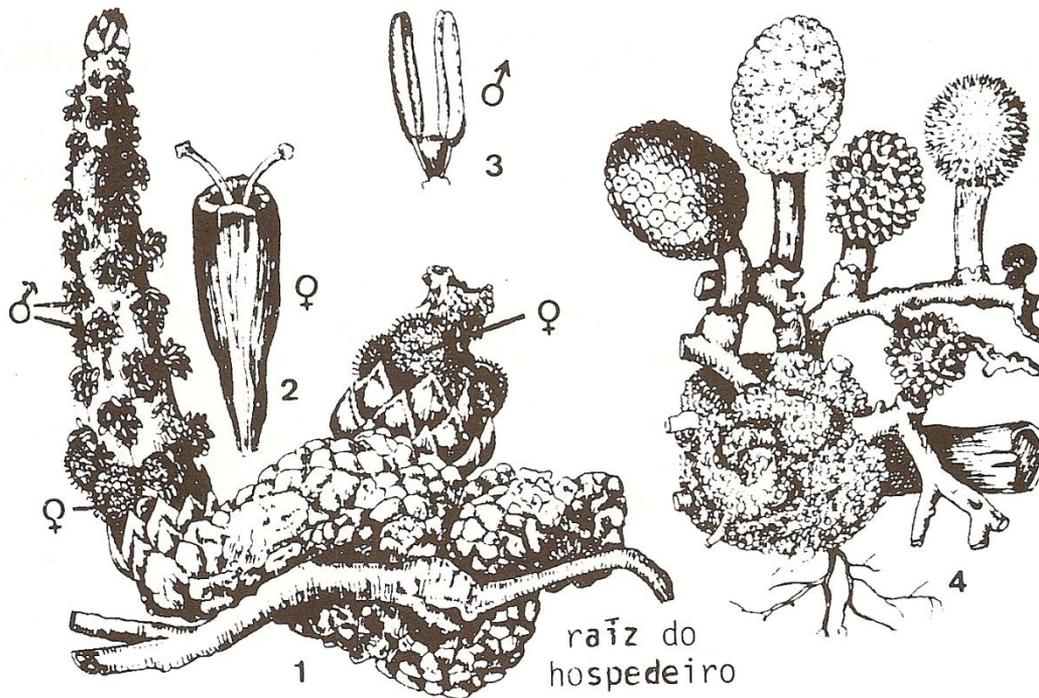


FIGURA 169 - Balanoforáceas: 1-3, *Lophophytum* sp., 1, indivíduo em floração; 2, flor feminina; 3, flor masculina; 4, *Helosis* sp., indivíduo em floração.
EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

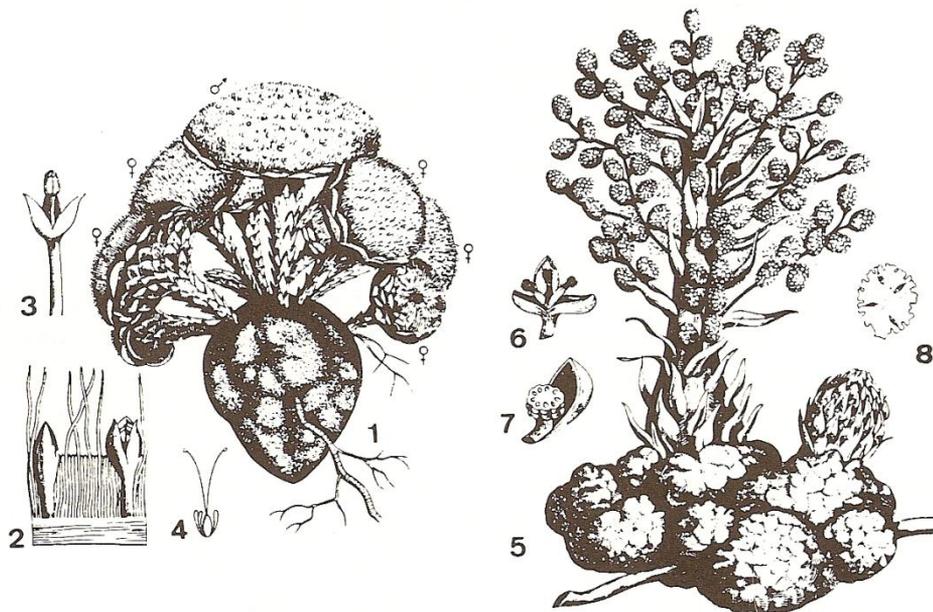


FIGURA 170 - 1, *Scybalium fungiforme*; 2, porção da inflorescência masculina; 3, flor masculina; 4, flor feminina rodeada de pêlos multicelulares; 5, *Sarcophyte sanguinea*; 6, flor masculina; 7, sépala e estame (em corte transversal); 8, inflorescência feminina. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

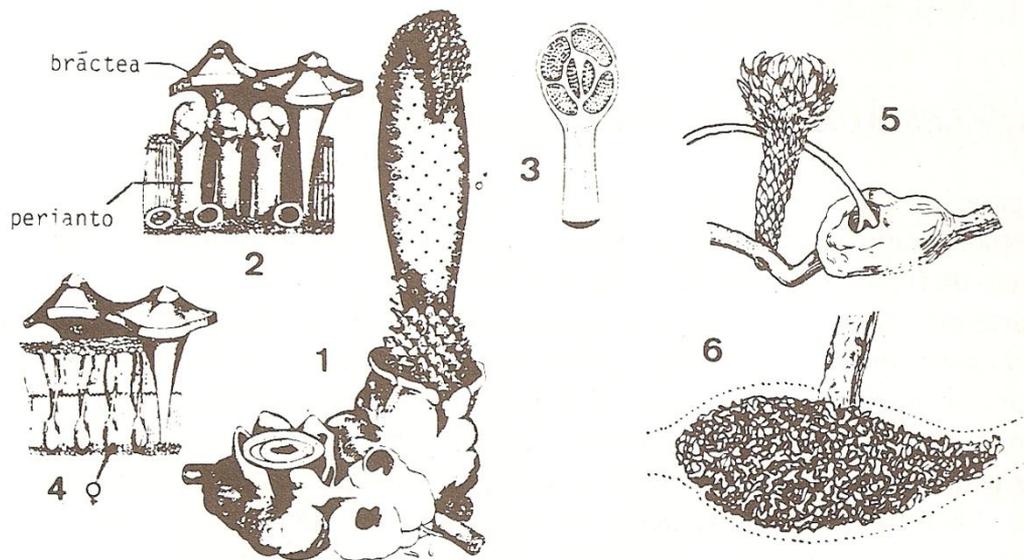


FIGURA 171 - 1, *Rhopalocnemis phalloides*; 2, inflorescência masculina; 3, corte longitudinal de uma flor masculina à qual foi retirado o perianto; 4, fragmento de uma inflorescência feminina; 5, *Thonningia sanguinea*, aspecto geral de um indivíduo feminino no início da floração; 6, pormenor da interpenetração íntima dos tecidos do parasito com os do hospedeiro. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

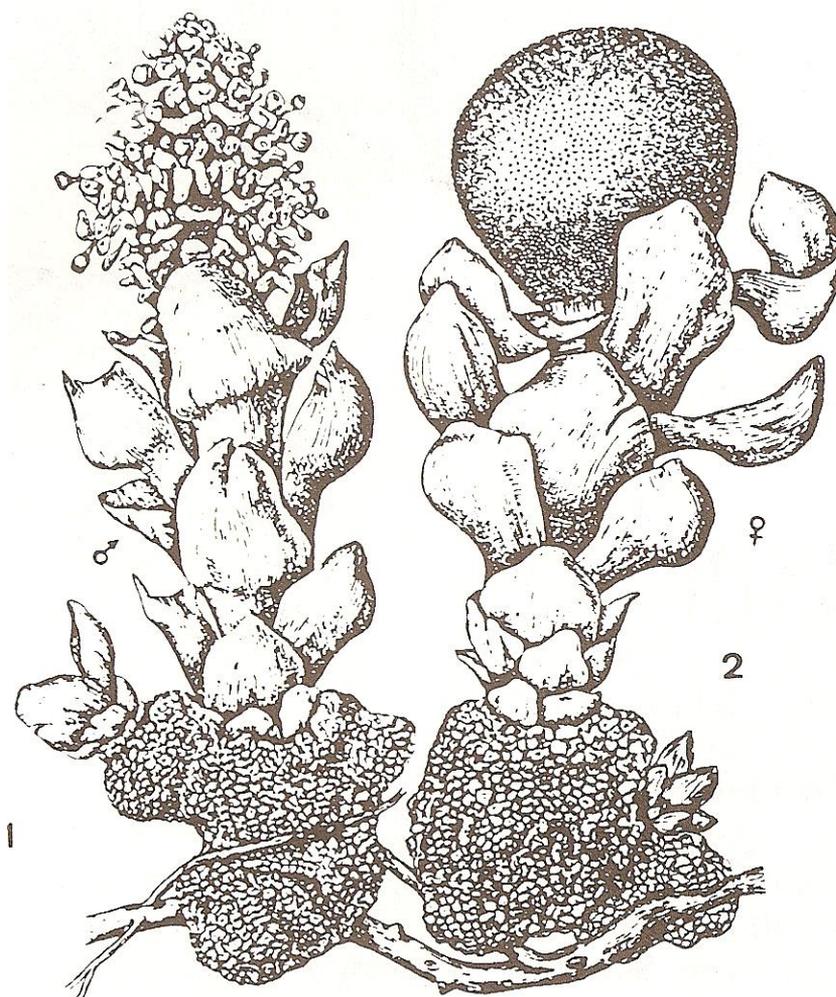


FIGURA 172 - *Balanophora fungosa* subsp. *indica* em floração: 1, Indivíduo masculino; 2, indivíduo feminino. Adap. WEBER & FORSTREUTER (EDS.), 1987.

RAFFLESIALES

- RAFFLESIACEAE E MITRASTEMMATACEAE

Endoparasitos, por excelência, de raízes de árvores e arbustos das florestas tropicais e subtropicais cujo sistema vegetativo se encontra extraordinariamente reduzido a um conjunto de filamentos semelhante ao micélio dos fungos.

As flores inserem-se, normalmente, directamente sobre este micélio e são a única parte visível externamente do parasito. Poder-se-ia por este facto ser levado a pensar, numa análise obviamente muito superficial e incorrecta que as flores seriam do hospedeiro (árvore ou arbusto) e que este as produzia directamente nas suas raízes.

Flores pequenas a muito grandes (as de *Rafflesia arnoldii*, da Malásia, chegam a atingir 1m de diâmetro e 15 Kg de peso, sendo as maiores que se conhecem), solitárias, unissexuais. Ovário ínfero a semi-ínfero com numerosos óvulos. Fruto, uma baga. Presença de folhas escamiformes no pedúnculo da inflorescência.

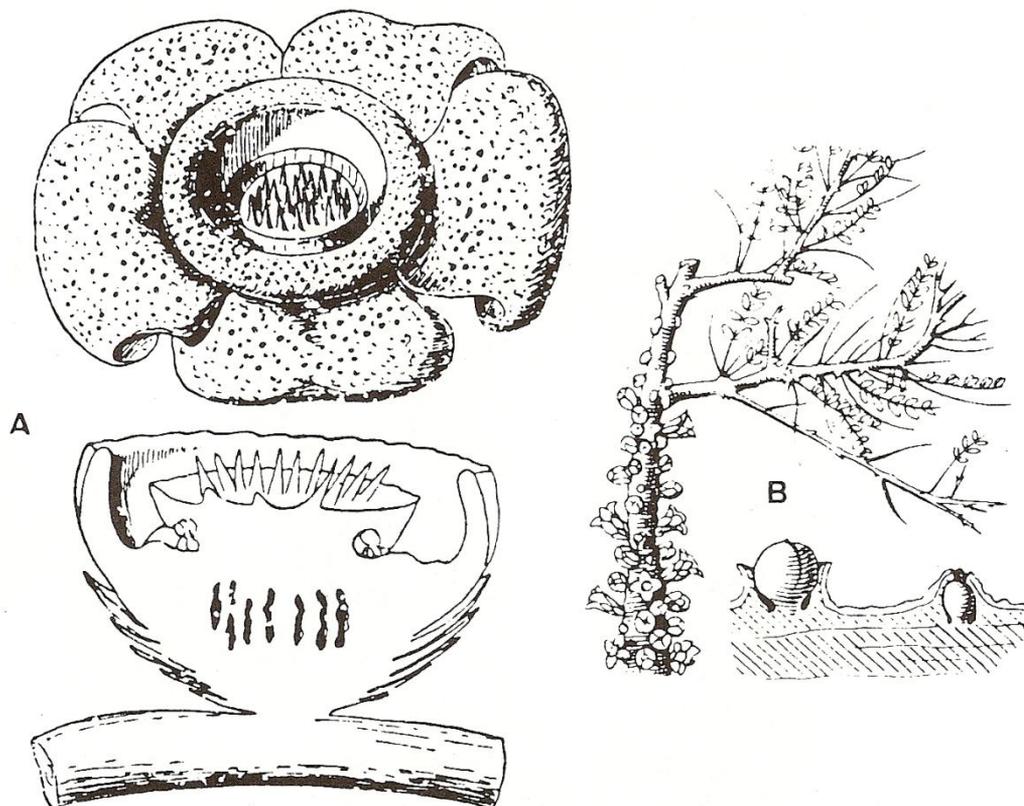


FIGURA 173 - A, *Rafflesia patma* sobre raiz de *Cissus* sp., em cima, aspecto geral; em baixo, corte longitudinal; B, ramo de *Adesmia microphylla* com flores do seu parasito *Pilostyles berterii*. Em baixo, pormenor da inserção do parasito no hospedeiro (corte longitudinal de um ramo).

A, HUTCHINSON (1973); B, EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

HYDNORACEAE

Plantas essencialmente ectoparasíticas. Estrutura vegetativa constituída por um "rizoma" diversamente costado ou menos frequentemente cilíndrico - coberto externamente por numerosos "tubérculos" ou agregados vermiformes - a partir do qual partem numerosas raízes não ramificadas (haustórios) que emergem nos tecidos do hospedeiro. Folhas ausentes.

Flores hermafroditas, solitárias, subsésseis, epigínicas. Fruto com um pericarpo mais ou menos coriáceo. Sementes minúsculas, muito numerosas.

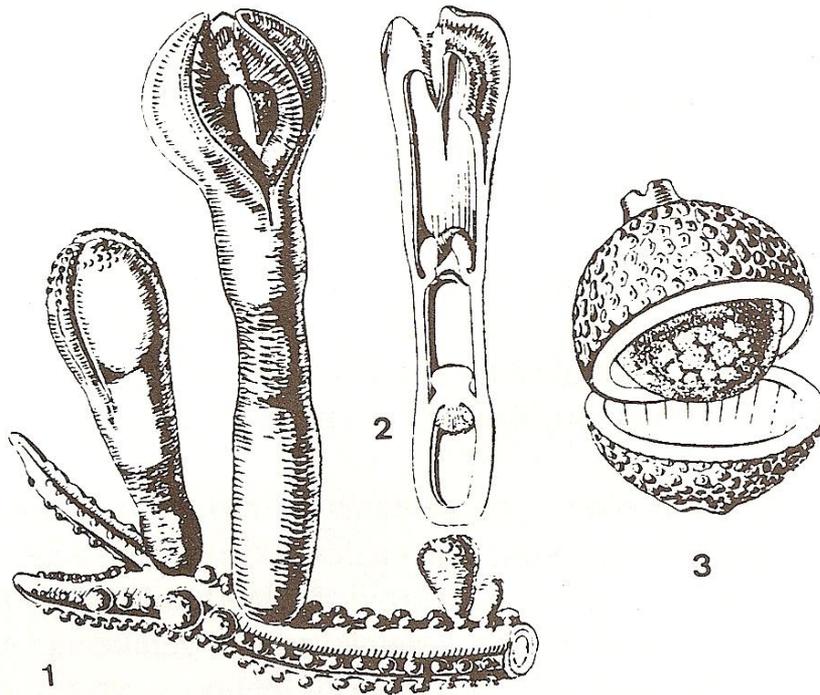


FIGURA 174 - *Hydnora longicolia*: 1, aspecto geral de um indivíduo em floração; 2, flor, em corte longitudinal; 3, fruto, em corte transversal. HUTCHINSON (1973).

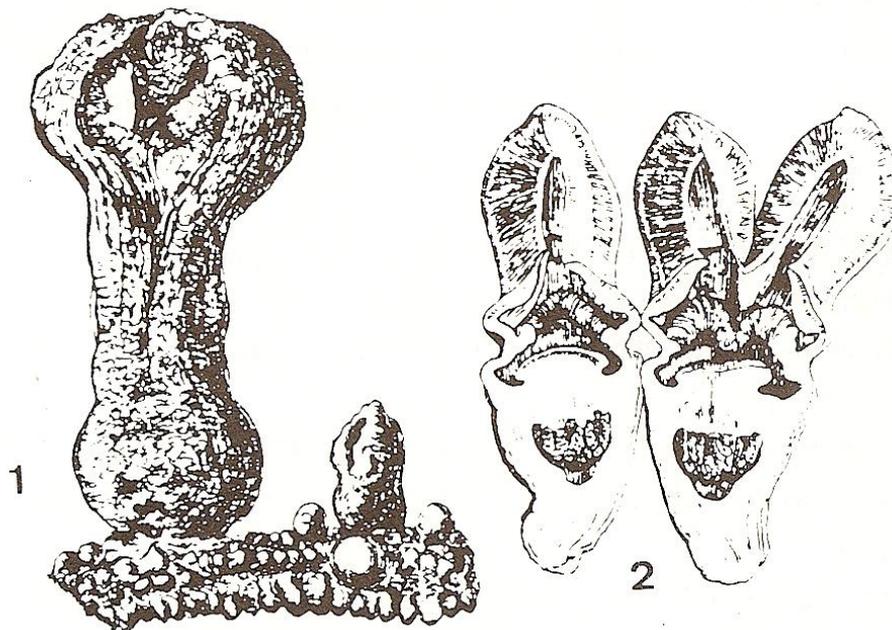


FIGURA 175 - *Hydnora africana*: 1, aspecto geral de um indivíduo em floração; 2, flor, em corte longitudinal; 3, fruto, em corte transversal. EMBERGER & CHADEFAUD (1960).

ANGIOSPÉRMICAS SAPROFÍTICAS

Algumas orquídeas (*Orchidaceae*), e todos os restantes representantes (cerca de 140 espécies) das outras famílias das *Orchidales* (*Burmanniaceae*, *Geosiridaceae* e *Corsiaceae*), são espécies saprofíticas que vivem em associação com fungos do solo na forma de micorrizas.

Esta dependência face aos fungos simbiotes é indispensável desde logo para a germinação das sementes, mantendo-se durante toda a vida dos saprófitos.

A ordem das *Triuridales*, compreendendo duas famílias, *Petrosaviaceae* e *Triuridaceae*, com cerca de 70 espécies no conjunto, também se encontra representada apenas por saprófitos.

Trata-se de ervas anuais ou perenes, frequentemente rizomatosas ou tuberosas, geralmente pequenas, delgadas e delicadas, com caules normalmente não ramificados; folhas normalmente reduzidas a escamas, desprovidas de clorofila, esbranquiçadas, amareladas, avermelhadas ou purpurascentes; sistema vascular geralmente muito pouco desenvolvido compreendendo, apenas raramente, vasos lenhosos, e estes, como regra, somente nas raízes.

Como regra estas angiospérmicas saprofíticas desenvolvem-se nas florestas tropicais em lugares húmidos e sombrios, por entre restos vegetais em decomposição. As suas sementes são muito numerosas (excepto *Triuridaceae*), minúsculas, com um embrião indiferenciado e não possuem endosperma (excepto *Triuridales*).

O caso mais notável diz respeito a três orquídeas que são quase inteiramente subterrâneas apenas sobressaindo à superfície do solo as suas flores.

BURMANNIACEAE (cerca de 20 géneros e 130 espécies pantropicais tanto do Novo como do Velho Mundo - as espécies saprofíticas entre os ramos e folhagem caída, nas florestas densas e húmidas e as espécies autotróficas em pastagens e locais pantanosos)

Ervas anuais ou perenes, frequentemente rizomatosas ou tuberosas, desprovidas de clorofila ou menos frequentemente esverdeadas (espécies **hemi-saprofíticas** ou mesmo autotróficas).

Folhas geralmente escamiformes, alternas, esbranquiçadas a avermelhadas, menos frequentemente verdes e com o limbo razoavelmente desenvolvido.

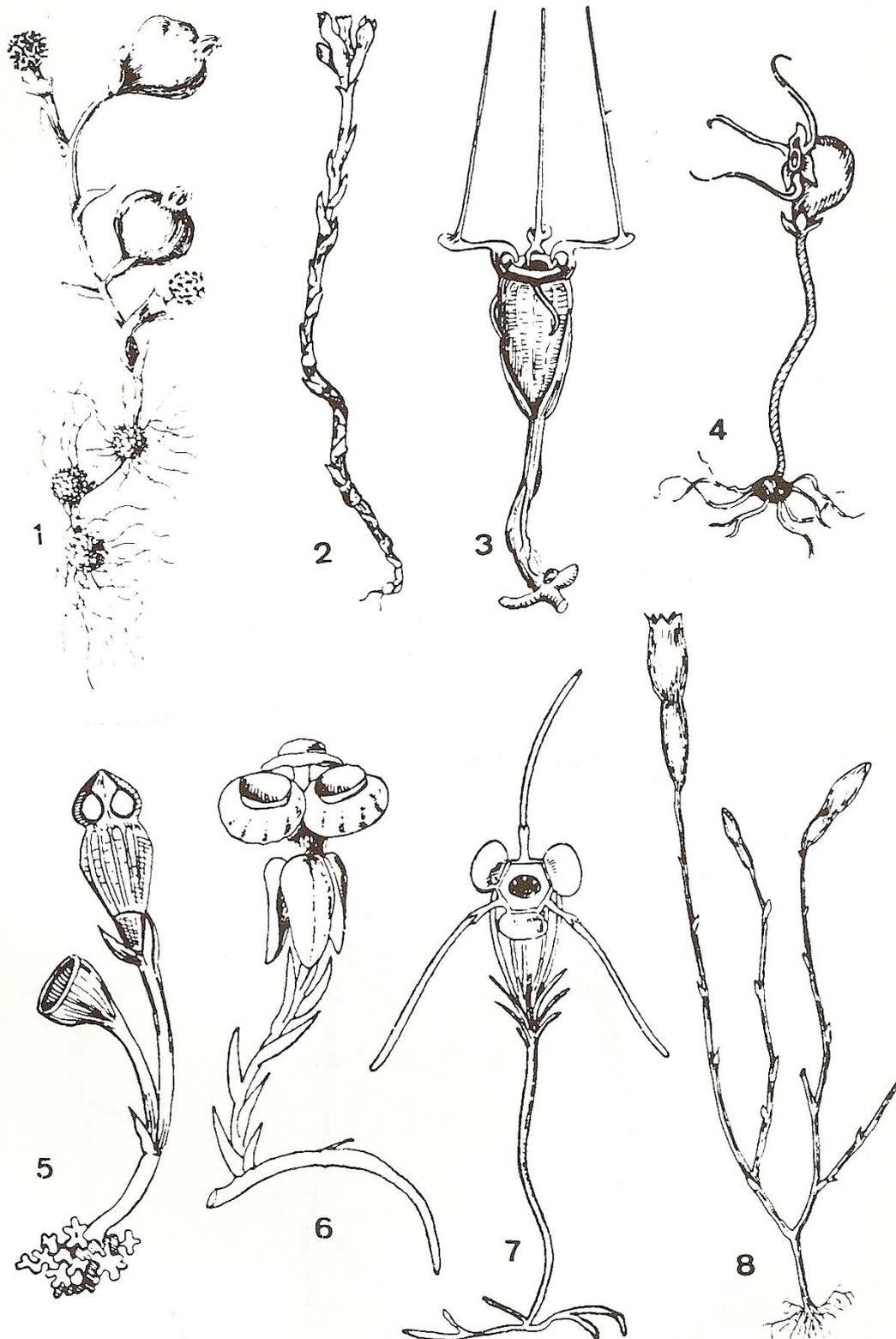


FIGURA 176 - Algumas burmaniáceas saprofitas: 1, *Afrothismia pachyantha*; 2, *Burmannia bifaria*; 3, *Thismia neptunis*; 4, *Thismia macabensis*; 5, *Bagnisia episcopalis*; 6, *Triscyphus fungiformis*; 7, *Thismia gardneriana*; 8, *Apteris* sp, indivíduo de caule várias vezes ramificado, o que não é muito frequente.

1, DAHLGREN *et. al.* (1985); 2-5, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 6-7, HUTCHINSON (1973); 8, JOLY (1977).

PETROSAVIACEAE (1 género com 3 espécies tropicais - Ásia oriental e Malásia).

GEOSIRIDACEAE (uma só espécie, *Geosiris aphylla*, de Madagáscar).

CORSIACEAE (2 géneros e cerca de 30 espécies tropicais - Nova Guiné e Chile)

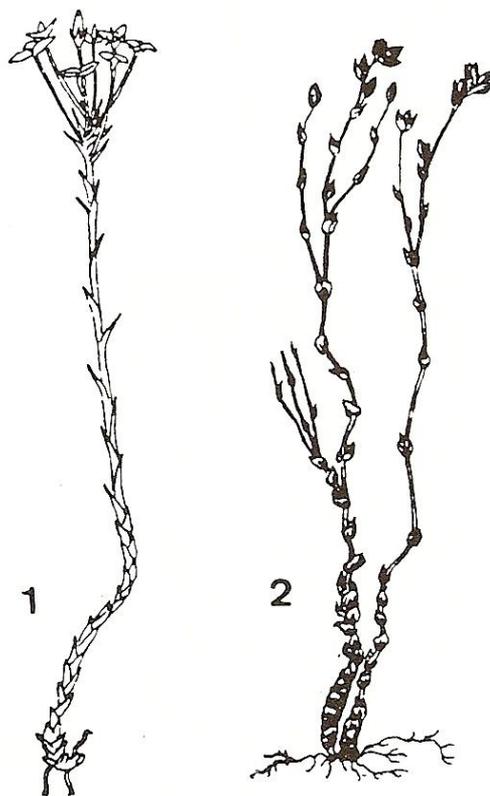


FIGURA 177 - Petrosaviácea e geosiridácea saprofíticas: 1, *Petrosavia stellaris*; 2, *Geosiris aphylla*. 1, HUTCHINSON (1981); 2, DAHLGREN *et. al.* (1985).

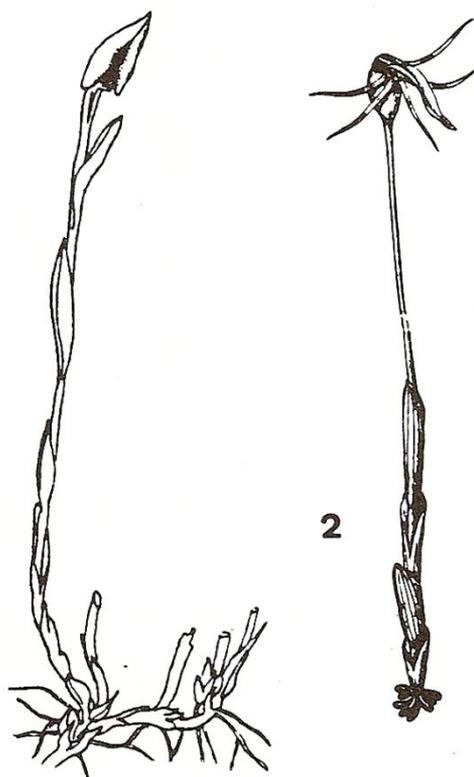


FIGURA 178 - Corsiáceas saprofíticas: 1, *Corsia ornata*; 2, *Arachnitis uniflora*. 1, HUTCHINSON (1973); 2, DAHLGREN *et. al.* (1985).

TRIURIDACEAE (7 géneros e cerca de 80 espécies tropicais - América, Ásia, África)

Plantas muito pequenas, amarelo-esbranquiçadas a avermelhadas, sempre sem clorofila. Folhas escamiformes dispostas ao longo do eixo que transporta as flores. Estas na maioria unissexuais e os indivíduos dióicos.

Tecido vascular muito pouco desenvolvido; ausência de vasos lenhosos.

Fruto múltiplo de folículos. Sementes pouco numerosas (o que constitui uma exceção entre as angiospérmicas saprofíticas), minúsculas, com um embrião indiferenciado, mas com endosperma (característica igualmente excepcional entre os saprófitos).



FIGURA 179 - Triuridáceas saprofíticas: 1, *Sciaphila albescens*, indivíduo em floração; 2-5, *Sciaphila thailandica*; 2, aspecto geral de um indivíduo em floração; 3, cacho de flores unissexuais fortemente dimórficas; 4, flor masculina; 5, flor feminina. 1, CRONQUIST (1981); 2, DAHLGREN *et al.* (1985).

ANGIOSPÉRMICAS CARNÍVORAS

As plantas carnívoras que utilizam os tecidos de pequenos animais (na maior parte dos casos insectos) para a sua nutrição totalizam cerca de 500 espécies sendo os géneros *Utricularia* (200), *Drosera* (110), *Nepenthes* (68) e *Pinguicula* (52) aqueles que contribuem largamente com o maior número de *taxa*.

De comum, estas espécies apresentam a capacidade de aprisionar, i.e. reter, os pequenos animais e digerirlos, absorvendo os seus nutrientes. Dispõem também muitas vezes da capacidade de atrair as presas através de estímulos visuais, secreção de compostos voláteis (odores) ou pela produção de néctar.

Apesar da simplicidade do conceito de carnivoría:

- existem *taxa* que foram outrora considerados carnívoros, como sejam *Roridula* e *Dipsacus* e que deixaram de o ser pois estudos mais aprofundados mostraram que embora os representantes destes géneros disponham de glândulas secretoras de mucilagens para captura de insectos, não utilizam os nutrientes das presas pois não dispõem de glândulas digestivas.

- só muito recentemente (1974-79) foram reconhecidas como carnívoras verdadeiras duas monocotiledóneas da família das *Bromeliaceae*, *Brocchinia reducta* (espécie dos solos ácidos e húmidos das savanas Argentinas e da Guiana) e *Catopsis berteroniana* (espécie epifítica dos mangais da Florida e do Brasil).

Estas espécies não dispõem de ascídias propriamente ditas sendo as presas retidas nas suas folhas invaginantes e digeridas depois.

De uma forma geral, em termos ecológicos, como referem JUNIPER *et al.* (1989), as espécies carnívoras apresentam uma preferência por solos pobres, ácidos e frequentemente alagados por períodos dilatados de tempo. São, como regra, pouco competitivas mas bastante resistentes a condições climáticas adversas preferindo elevadas insolações. São ainda, salvo raras excepções (*Drosophyllum lusitanicum*, *Byblis gigantea*, *Ibicella lutea* e *Triphyophyllum peltatum*), espécies com um enraizamento muito superficial ou mesmo totalmente desprovidas de raízes (*taxa* aquáticos, e.g. *Utricularia*, *Aldrovanda*, *Genlisea*). Além de espécies terrestres e aquáticas existem também carnívoras epifíticas, casos de *Catopsis berteroniana* e de algumas *Pinguicula* spp., *Utricularia* spp. e *Nepenthes* spp.

Propondo um esquema adaptado de FERNANDES (1940, 1941, 1942) e de JUNIPER *et al.* (1989) podemos sintetizar assim as principais estratégias utilizadas pelas plantas carnívoras na captura das suas presas:

1) Armadilhas activas

- **armadilhas submersas funcionando pelo princípio da sucção** ("suction traps"). Armadilhas constituídas por vesículas mais ou menos ovóides terminando por uma valva cuja abertura repentina após o contacto de uma presa leva à admissão súbita desta conjuntamente com alguma água para a cavidade que se encontrava sob pressão hidrostática negativa.

Ocorrência: *Utricularia* e *Genlisea* (?).

- **costelos** ("snap traps").

Armadilhas activas por excelência em que as duas metades do limbo da folha (ascídia) se fecham muito rapidamente ao serem estimuladas pelo toque de um animal, aprisionando-o.

Ocorrência: *Dionaea muscipula* e *Aldrovanda vesiculosa*.

- **armadilhas adesivas (papel de apanhar moscas)** com movimentos násticos. Armadilhas constituídas por superfícies produtoras de mucilagens às quais os animais ficam aderentes mas que apresentam complementarmente movimentos no sentido de ajudar à captura e digestão das presas.

Ocorrência: *Drosera* e *Pinguicula*.

2) Armadilhas passivas

- **ascídias propriamente ditas** ("pitchers").

Armadilhas normalmente em forma de jarro ou trombeta, providas como regra de uma estrutura que atrai os insectos (nectários, estímulos visuais, odores). Estes, ao serem atraídos são levados a cair numa cavidade da qual só muito excepcionalmente conseguem sair, pelo facto desta ser muito lisa, se encontrar revestida de ceras, apresentar pêlos dirigidos para o fundo ou outra qualquer forma de os impedir de sair. No fundo da armadilha ficam normalmente as glândulas digestivas.

As duas únicas monocotiledóneas carnívoras que se conhecem, *Brocchinia reducta* e *Catopsis berteroniana* não dispõem de ascídias propriamente ditas sendo as presas retidas entre as folhas invaginantes, na água que aí fica retida e digeridas mais tarde. No entanto, a forma passiva como é feita a captura das presas leva a incluí-las neste grupo. Ocorrência: *Brocchinia*, *Catopsis*, *Cephalotus*, *Darlingtonia*, *Heliamphora*, *Nepenthes* e *Sarracenia*.

- **armadilhas adesivas ou do tipo papel de apanhar moscas** ("adhesive traps"). Armadilhas constituídas por superfícies produtoras de mucilagens às quais os animais ficam aderentes.

Ocorrência: *Byblis*, *Drosophyllum*, *Ibicella* e *Triphyophyllum*.

Armadilhas activas:

- **costelos**

Dionaea muscipula, única representante do género, é uma espécie dos pantanos da Carolina (E.V.A.) tendo sido a primeira angiospérmica a ser reconhecida como carnívora dado que desde cedo a espectacularidade das suas armadilhas chamou a atenção dos botânicos.

As folhas, dispostas numa roseta basal, apresentam um pecíolo alado, verde, ao qual se liga o limbo, constituído por dois lobos trapezoidais unidos pela nervura média e denteados na sua margem. Na página superior, cada um dos lobos apresenta três pêlos colocados triangularmente de modo que um insecto que poise sobre o limbo só muito dificilmente poderá deixar de lhes tocar. Eles são muito sensíveis e ao mais pequeno toque de um insecto transmitem excitação ao limbo cujos dois lobos se fecham então muito rapidamente, articulados pela nervura média que funciona de charneira. O facto de possuírem uma articulação basal permite aos pêlos sensíveis ficarem dobrados dentro do limbo retomando mais tarde a posição erecta aquando da abertura dos lobos. A digestão da presa é assegurada por numerosas glândulas

digestivas avermelhadas dispostas na página superior do limbo. A digestão e absorção de pequenas presas pode levar vários dias.

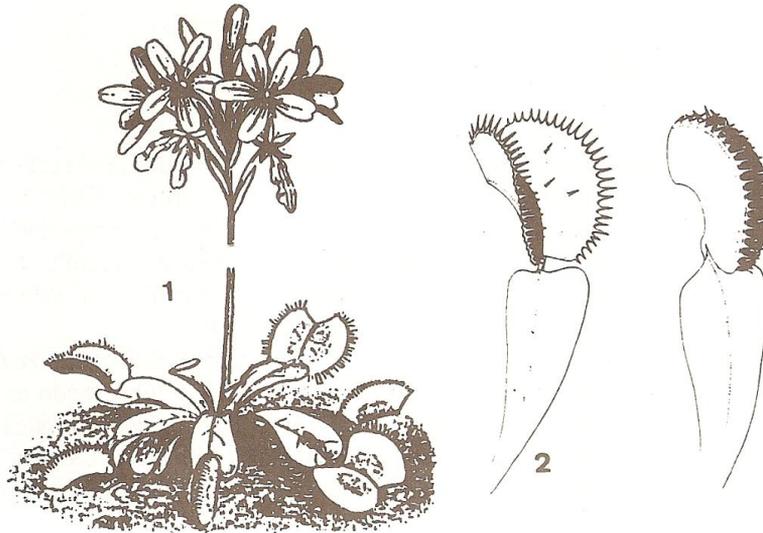


FIGURA 180 - *Dionaea muscipula* (*Droseraceae*): 1, aspecto geral de um indivíduo em floração; 2, pormenor de duas ascídias (costelos) - folhas de pecíolo alado, verde e limbo constituído por dois lobos articulados pela nervura média - a da esquerda completamente aberta e a da direita fechada sobre uma presa. 1, FERNANDES (1942); 2, JUNIPER *et al.* (1989).

Na única espécie do género *Aldrovanda*, *A. vesiculosa*, planta aquática, flutuante, de larga distribuição geográfica, o mecanismo de captura e o processo de digestão das presas é praticamente idêntico ao de *Dionaea muscipula*. Note-se que embora se trate de uma espécie de "habitat" aquático ela é flutuante pelo que são as armadilhas emersas que capturam as presas, sempre fora de água.

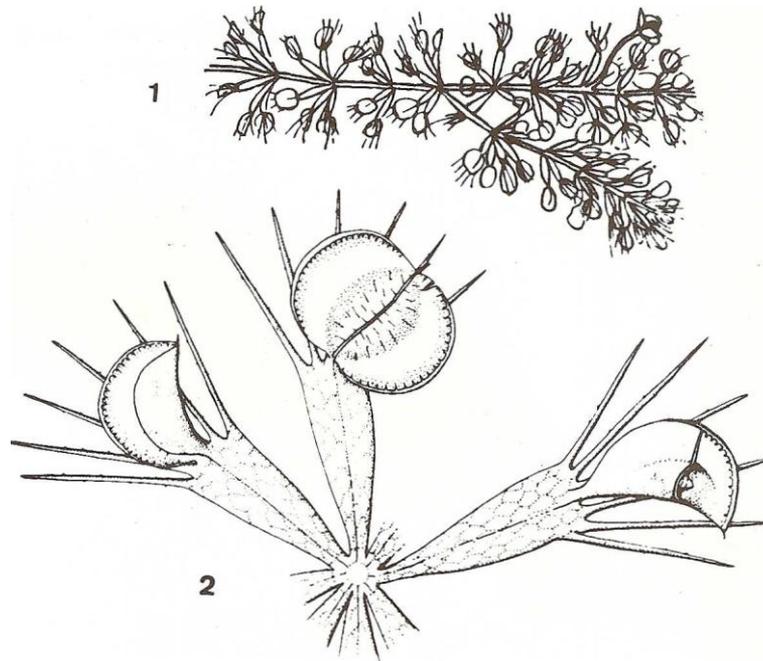


FIGURA 181 - *Aldrovanda vesiculosa* (*Droseraceae*), carnívora aquática, flutuante: 1, aspecto parcial de um indivíduo em floração; 2, três ascídias (costelos) - folhas de pecíolo alado, verde e limbo constituído por dois lobos articulados pela nervura média - a central completamente aberta e a da direita fechada sobre uma presa. 1, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2, JUNIPER *et al.* (1989).

- armadilhas submersas funcionando pelo princípio da sucção

As espécies aquáticas do género *Utricularia* são desprovidas de raízes. Apresentam um caule pouco espesso no qual se inserem folhas muito finamente recortadas. Ligadas a estas por curtos pedicelos encontram-se pequenas vesículas ou utrículos (ascídias) mais ou menos ovóides. Estas vesículas terminam por uma abertura ornamentada por longos pêlos (antenas) cuja finalidade se julga ser a de orientar as presas para o seu interior. À abertura segue-se normalmente um pequeno compartimento (antecâmara) no fundo do qual existe uma porta ou valva que só abre para o interior e que dá acesso ao interior propriamente dito da vesícula. Tanto a porta (valva) como a antecâmara encontram-se normalmente ornamentados com inúmeros pêlos alguns dos quais (os que revestem a aldabra da porta) têm uma importância decisiva no despoletar do mecanismo de abertura repentina da valva. Imediatamente contíguo à porta existe uma película, o *velum*, que não é mais do que uma exfoliação da cutícula do tecido glandular do batente da porta e cuja função é fechar hermeticamente a valva.

O interior da vesícula é mantido sob pressão hidrostática negativa, tendo para tal a planta que expulsar para o exterior, na fase de preparação da armadilha, a água que nela se encontrava contida.

As presas ao tocarem alguns dos pêlos que revestem a valva provocam a sua abertura súbita e conseqüente entrada de água, insectos e partículas em suspensão.

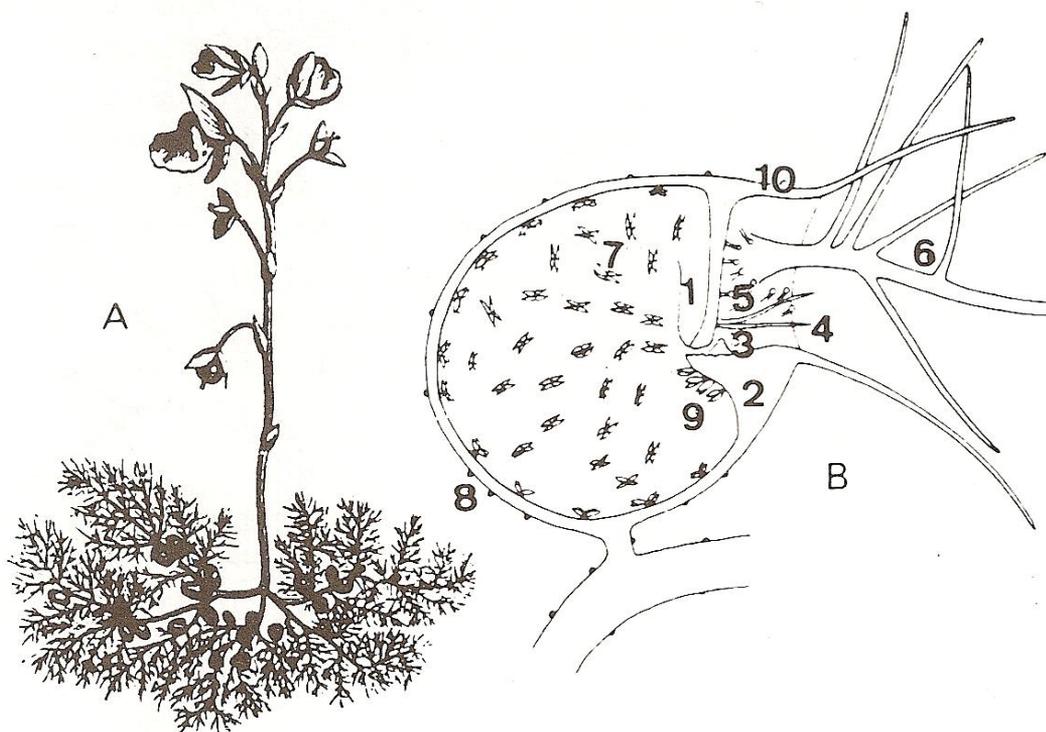


FIGURA 182 - *Utricularia vulgaris* (*Lentibulariaceae*): A, aspecto geral de um indivíduo em floração; B, pormenor de uma das vesículas (ascídia) em corte transversal. 1, porta ou valva; 2, epitélio secretor de mucilagens; 3, *velum*; 4, pêlos sensitivos, que estimulados provocam a abertura da porta; 5, glândulas produtoras de mucilagens; 6, antenas; 7, câmara interior com glândulas digestivas constituídas por 4 células; 8, glândulas esféricas, sésseis; 9, glândulas bicelulares; 10, rostro.

1, EMBERGER & CHADEFAUD (1960); 2, JUNIPER *et al.* (1989).

Embora não exista claramente em *Genlisea* uma estrutura comparável à valva ou porta nas suas armadilhas, crê-se que o mecanismo de captura possa ter muitas semelhanças com o descrito para *Utricularia*.

As *Genlisea* spp. são pequenas carnívoras aquáticas dos lugares pantanosos das margens dos rios (América do Sul e África). São desprovidas de raízes e do caule, muito curto, partem dois tipos de folhas, umas aéreas, verdes e outras bifurcadas, enterradas no lodo e que constituem o órgão de captura das presas. Estas últimas, por apresentarem uma pequena dilatação são conhecidas por folhas utriculíferas.

As presas parecem ser atraídas para as folhas pelas mucilagens por esta produzidas, penetram através das aberturas das terminações das folhas (enroladas helicoidalmente) e uma vez no interior do tubo a disposição dos pêlos que o revestem internamente impedem-nas de sair.

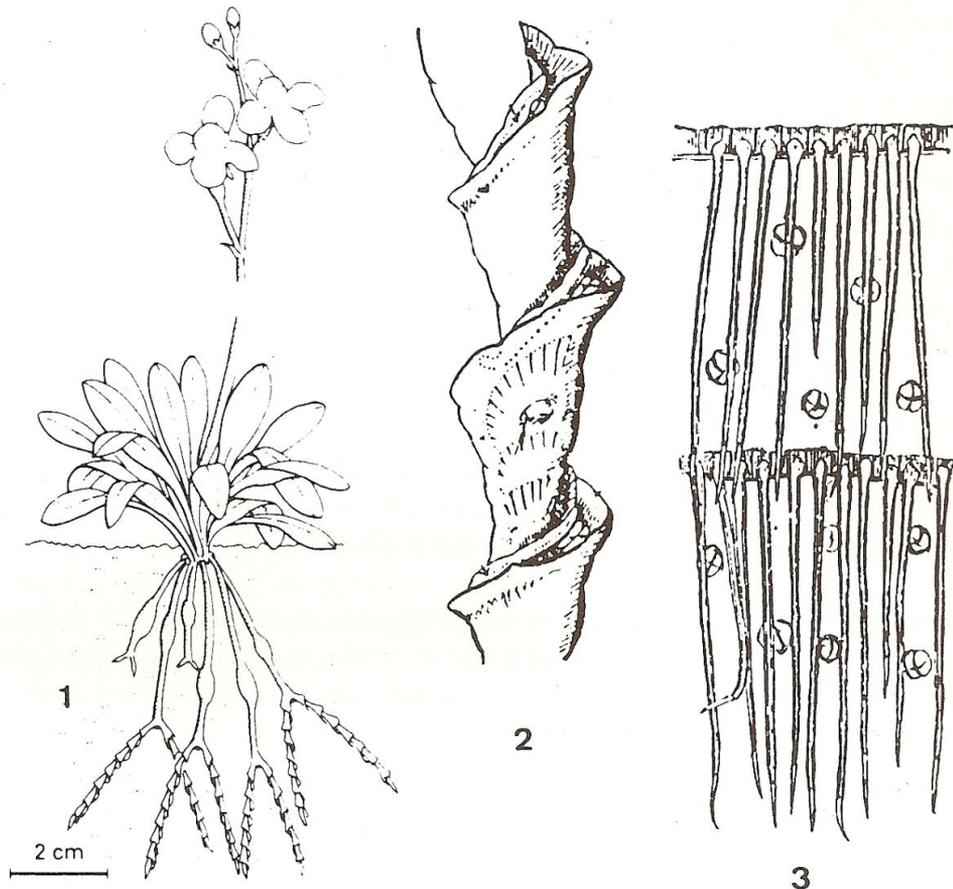


FIGURA 183 - *Genlisea* sp.; 1, aspecto geral de um indivíduo em floração; 2-3, pormenor da extremidade das folhas utriculíferas - 2, aspecto externo vendo-se o seu enrolamento e as fendas por onde se verifica a entrada das presas; 3, aspecto interno vendo-se os pêlos cuja orientação impede que as presas saiam, assim como algumas glândulas digestivas. 1, JUNIPER *et al.* (1989); 2, FERNANDES (1940).

- armadilhas adesivas (papel de apanhar moscas) com movimentos násticos.

Em *Pinguicula* as folhas apresentam na página superior dois tipos de glândulas, umas pediculadas produtoras de mucilagem (para aprisionamento dos insectos) e outras sésseis, produtoras de enzimas proteolíticas (para a digestão daqueles).

As plantas emitem odores que juntamente com a cor brilhante das folhas se crê funcionem como agentes de atracção das presas.

Os bordos da folha enrolam-se lentamente sobre a presa depois das glândulas pediceladas terem sido excitadas pelo contacto com aquela, voltando a abrir-se só depois de completada a digestão.

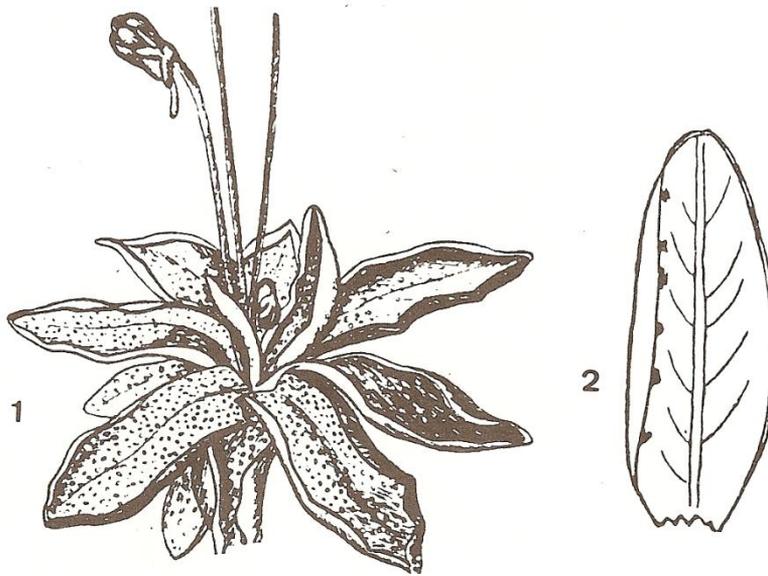


FIGURA 184 - *Pinguicula alpina*; 1, aspecto parcial de um indivíduo no início da floração; 2, pormenor de uma folha cujos bordos se começam a enrolar sobre uma fiada de insectos. I, EMBERGER & CHADEF AUD (1960); FERNANDES (1941).

Em *Drosera* o mecanismo de captura apresenta algumas semelhanças com o descrito para *Pinguicula*. As folhas reagem igualmente ao contacto de insectos, retraíndo os pêlos glandulosos que segregam a mucilagem à qual aqueles aderem e pondo-os em contacto com glândulas digestivas sésseis.

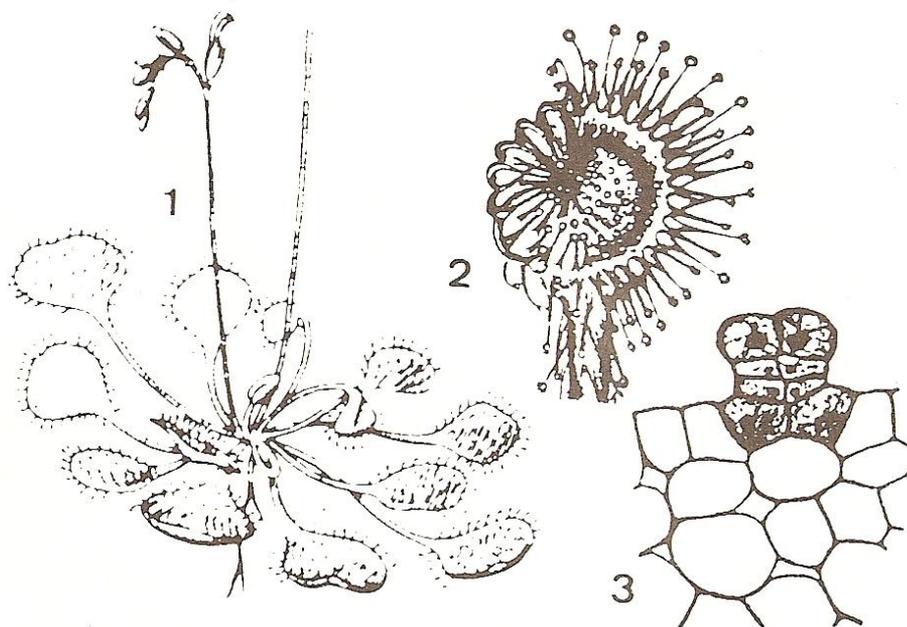


FIGURA 185 - *Drosera rotundifolia*; 1, aspecto geral de um indivíduo em floração; 2, pormenor de uma das folhas, densamente revestida de pêlos secretores de mucilagem observando-se os da metade esquerda retraídos sobre um insecto; 3, corte transversal de uma das glândulas digestivas sésseis. I, EMBERGER & CHADEF AUD (1960); 2, STRASBURGER *et al.* (1974); 3, FERNANDES (1941).

Armadilhas passivas:

- ascídias propriamente ditas

o género *Sarracenia* reúne cerca de 10 espécies carnívoras arrosetadas cujas folhas se apresentam transformadas em ascídias com a forma de trombetas recurvadas, providas de uma asa e terminadas superiormente, no dorso, por uma expansão curva.

O corte longitudinal de uma ascídias mostra, internamente, a existência de 5 zonas:

Zona 1 (Z1) - estende-se desde o ápice da ascídia até ao nível da abertura. Apresenta-se revestida por numerosos pêlos rígidos voltados para baixo e possui numerosas glândulas secretoras de néctar. Tem cores do espectro ultravioleta para atrair as presas.

Zona 2 (Z2) - corresponde à abertura da ascídia. Apresenta-se descorada e igualmente provida de glândulas nectaríferas e numerosos pêlos rígidos voltados para baixo.

Zona 3 (Z3) - trata-se da região mais larga da ascídia. A sua superfície é lustrosa, muito escorregadia e provida de numerosas glândulas.

Zona 4 (Z4) - apresenta-se revestida por numerosos pêlos compridos, dirigidos para baixo, e é destituída de glândulas. Encontra-se normalmente cheia de um liquido resultante em parte da água das chuvas e em parte de secreções da planta. A epiderme desta zona é destituída de cutícula sendo por isso facilitada a absorção dos nutrientes resultantes da "digestão" da presa.

Zona 5 (Z5) - região muito estreita desprovida de pêlos e glândulas e que nem todas as *Sarracenia* spp. apresentam.

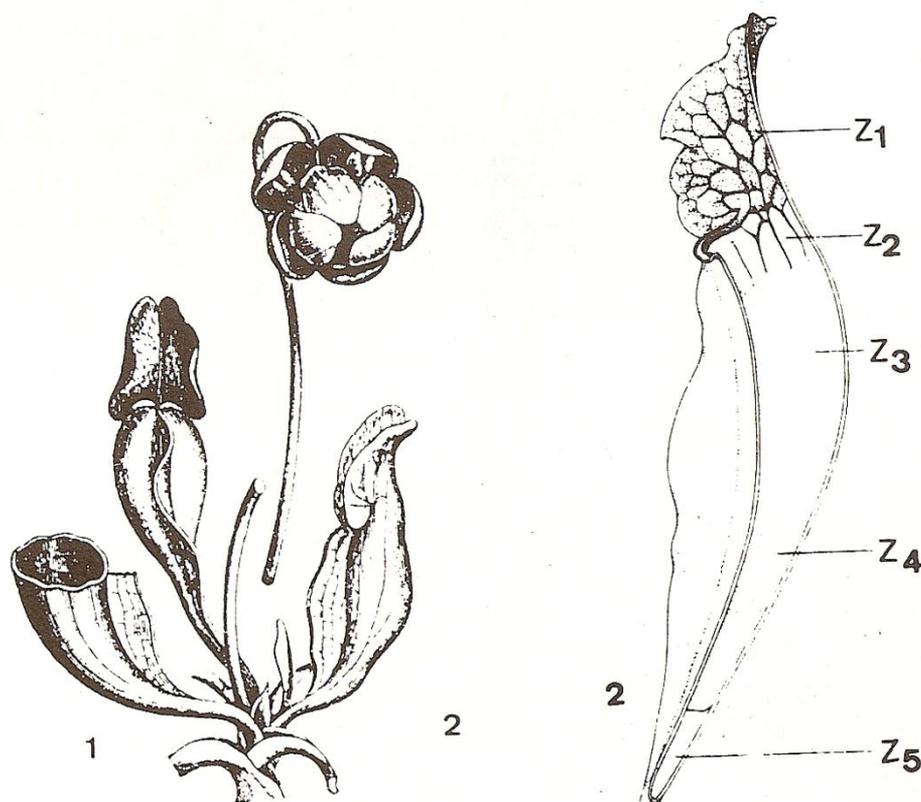


FIGURA 186 - *Sarracenia purpurea* (*Sarraceniaceae*): 1, aspecto geral de um indivíduo em floração; 2, diagrama do corte longitudinal de uma das ascídias (*ver texto*). 1, FERNANDES (1940); JUNIPER *et al.* (1989).

O género *Nepenthes* inclui cerca de 40 espécies carnívoras, trepadoras, algumas completamente epifíticas, da Ásia, Austrália, Madagáscar e Nova Caledónia.

As folhas são constituídas por expansões laminares relativamente compridas, que desempenham a função clorofilina, e se prolongam por longas gavinhas que funcionam como órgãos de preensão. Na sua extremidade localizam-se as ascídias, com dimensão e coloração bastante variáveis consoante as espécies mas normalmente em forma de jarro ou caneca e providas da respectiva tampa.

Num mesmo indivíduo pode observar-se em certas espécies um polimorfismo relativamente acentuado das ascídias (JUNIPER *et al.*, 1989).

O corte longitudinal de uma ascídias mostra, internamente, a existência de 4 zonas:

Zona 1 (Z1) - compreende o rebordo da abertura, provido de pregas terminadas em dentes por baixo dos quais se encontra um fiada de glândulas nectaríferas. É a zona de atracção por excelência.

Zona 2 (Z2) - compreende aproximadamente o terço superior da ascídia. Internamente revestida de ceras constitui um escorregadoiro muito eficaz.

Zona 3 (Z3) - compreende um pouco menos do que o terço médio da ascídia e aparentemente trata-se de uma região sem qualquer função específica.

Zona 4 (Z4) - região inferior que se encontra normalmente repleta de liquido resultante em parte da água das chuvas e em parte de secreções da planta. É a zona de absorção dos nutrientes resultantes da "digestão" da presa.

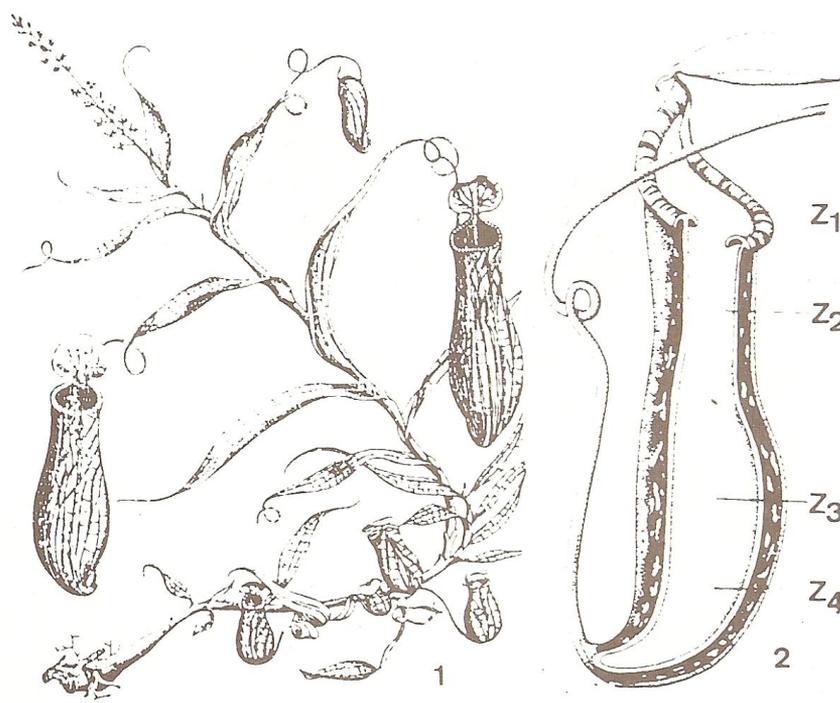


FIGURA 187 – *Nepenthes* sp. (*Nepenthaceae*): 1, aspecto parcial de um indivíduo em floração; 2, diagrama do corte longitudinal de uma das ascídias (*ver texto*). 1, JOL Y (1977); JUNIPER *et al.* (1989).

Em *Brocchinia reducta* (*Bromeliaceae*), espécie dos solos ácidos e húmidos das savanas Argentinas e da Guiana, uma das poucas monocotiledóneas carnívoras - só recentemente reconhecida como tal - não existem ascídias na verdadeira acepção do termo. São as bainhas adpressas das folhas que retendo água e produtos da secreção da própria planta funcionam como armadilhas para captura e posterior "digestão" das presas.



FIGURA 188 - *Brocchinia reducta* (*Bromeliaceae*) : 1, aspecto geral de um indivíduo; 2, pormenor (em corte longitudinal) das folhas invaginantes, sendo a zona Z2 aquela onde os animais ficam retidos sobrenadando eventualmente no líquido (água e enzimas) que preenche esta região. As zona Z1 e Z2 são ambas providas de glândulas secretoras apenas diferindo no facto de que só a região emersa (Z2) se apresenta revestida internamente de ceras (como é tão frequente nas ascídias). JUNIPER *et al.* (1989).

Triphyophyllum peltatum é uma **carnívora parcial**. Trata-se de uma espécie com hábito de liana que pode atingir 40 m de comprimento e com um sistema radicular bem desenvolvido. Apresenta três tipos de folhas morfologicamente distintos e que se formam ciclicamente. As primeiras a desenvolverem-se na rebentação, i.e. nos lançamentos juvenis, são verdes pelo que nesta fase do seu ciclo a planta é claramente autotrófica. As folhas que se formam mais tarde apresentam gavinhas e finalmente as últimas a formarem-se, já na estação em que os insectos são mais abundantes, apresentam-se transformadas em ascídias, pelo que a heterotrofia passa a assumir um papel importante na nutrição desta espécie. Como referem JUNIPER *et al* (1989), esta **alternância periódica entre carnivoría e autotrofismo** não é, no entanto, exclusivo de *Triphyophyllum peltatum* podendo encontrar-se noutras espécies, como seja, *Cephalotus jollicularis*, cuja rebentação primaveril compreende essencialmente ascídias, enquanto no outono, como regra, apenas se formam folhas normais.

A secreção de mucilagens, com uma função normalmente defensiva, é relativamente frequente entre as angiospérmicas não carnívoras.

A sensibilidade e capacidade de resposta a estímulos tácteis através de movimentos mais ou menos bruscos também não é exclusivo das carnívoras (Capítulo 8).

Várias espécies entre as quais *Aristolochia siphon* e *A. clematites*, desenvolveram mecanismos complexos de polinização dispondo da capacidade de aprisionar insectos nas suas flores de perianto tubuloso - semelhantes a ascídias - sendo estes libertados mais tarde.

Exclusivo das espécies carnívoras parece ser assim apenas a capacidade de "digerir" e absorver as suas presas.

É interessante notar que certas espécies não carnívoras apresentam por vezes mutantes nos quais é possível observar a transformação das suas folhas, no todo ou em parte, em estruturas semelhantes a ascídias.

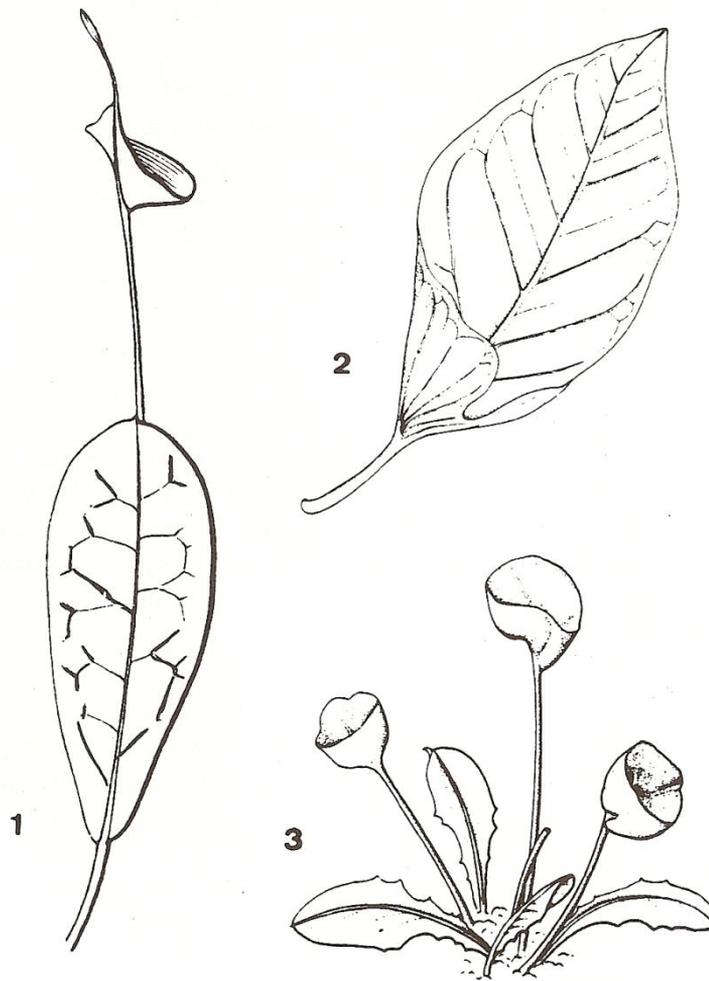


FIGURA 189 - Mutantes de espécies não carnívoras com folhas transformadas no todo ou em parte em estruturas semelhantes a ascídias. 1, *Codiaeum variegatum*; 2, *Ficus benghalensis* cv. 'Krishnae'; 3, *Taraxacum officinalis*. JUNIPER *et al.* (1989).

ANGIOSPÉRMICAS AOUÁTICAS DE HABITAT MARINHO

A esmagadora maioria das angiospérmicas aquáticas vive em lagos e cursos de água doce, ou quando muito em águas salobras. No entanto, algumas espécies podem viver no mar, nas regiões costeiras, totalmente submersas a profundidades que podem atingir os 50 metros. Trata-se sobretudo das cerca de 40 espécies da ordem das *Najadales*, famílias *Posidoniaceae* (3 espécies da região mediterrânica e Austrália), *Cymodoceaceae* (18 espécies das regiões costeiras tropicais e subtropicais) e *Zosteraceae* (18 espécies das regiões marinhas subtropicais, temperadas, subárticas e subantárticas) que entre muitas outras coisas em comum, possuem pólen filiforme (até 2mm de comprimento) e polinização hidrogâmica. Algumas espécies das *Najadaceae*, *Zannichelliaceae* e *Ruppiaceae* podem também ocorrer em águas salobras ou menos, esporadicamente, em "habitats" marinhos.

Na generalidade destes *taxa* marinhos o sistema vascular apresenta-se extraordinariamente reduzido notando-se a ausência de vasos lenhosos.

Nas *Zosteraceae* as inflorescências constam de espigas ou espádices axilares inclusos na bainha das folhas e apenas exsertos na altura da frutificação. As flores são unissexuais e dispõem-se no mesmo espádice (espécies monóicas, *Zostera* spp. e *Heterozostera* spp.) ou em espádices distintos de indivíduos distintos (espécies dióicas, *Phyllospadix* spp.). Cada flor masculina é constituída por um único estame enquanto as flores femininas são unipistiladas, monocarpelares, uniovuladas.

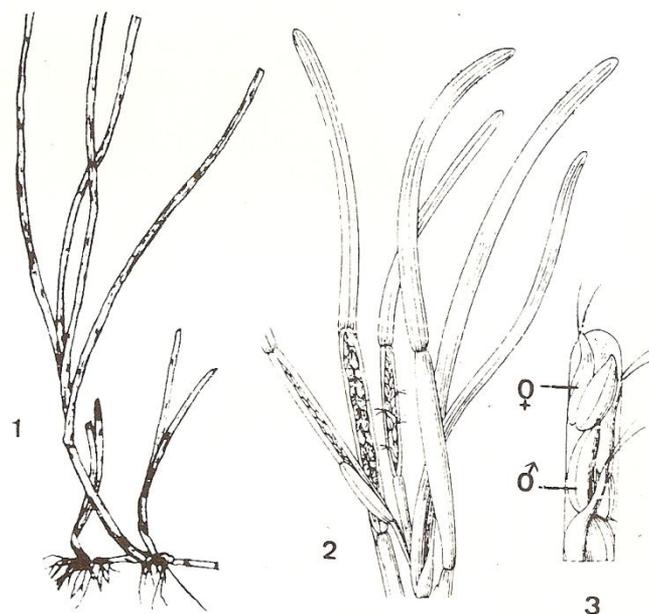


FIGURA 190 - *Zostera marina*; 1, aspecto parcial de um indivíduo no estado vegetativo; 2, pormenor da inserção das inflorescências (espádices) nas bainhas das folhas; 3, pormenor de um dos espádices com flores masculinas e femininas inseridas alternadamente no eixo.

1, BACH *et al.* (1963); 2 e 3, DAHLGREN *et al.* (1985).

As posidoniáceas são igualmente ervas perenes, rizomatosas, monóicas.

As flores, geralmente bissexuais, sésseis, dispõem-se em grupos de 3 a 5 em cachos espiciformes axilares. As anteras, sésseis, apresentam um conectivo prolongado na forma de um apêndice. Os pistilos apresentam estigmas laciniados.

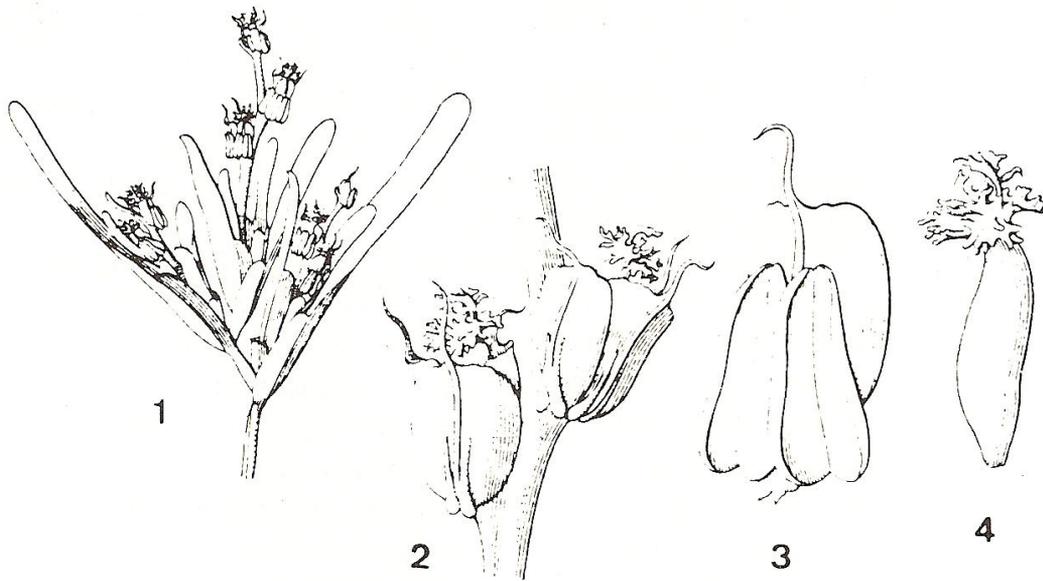


FIGURA 191 - *Posidonia oceanica*: 1, aspecto geral de uma inflorescência; 2, pormenor de duas flores; 3, estame; 4, pistilo. DAHLGREN *et al.* (1985).

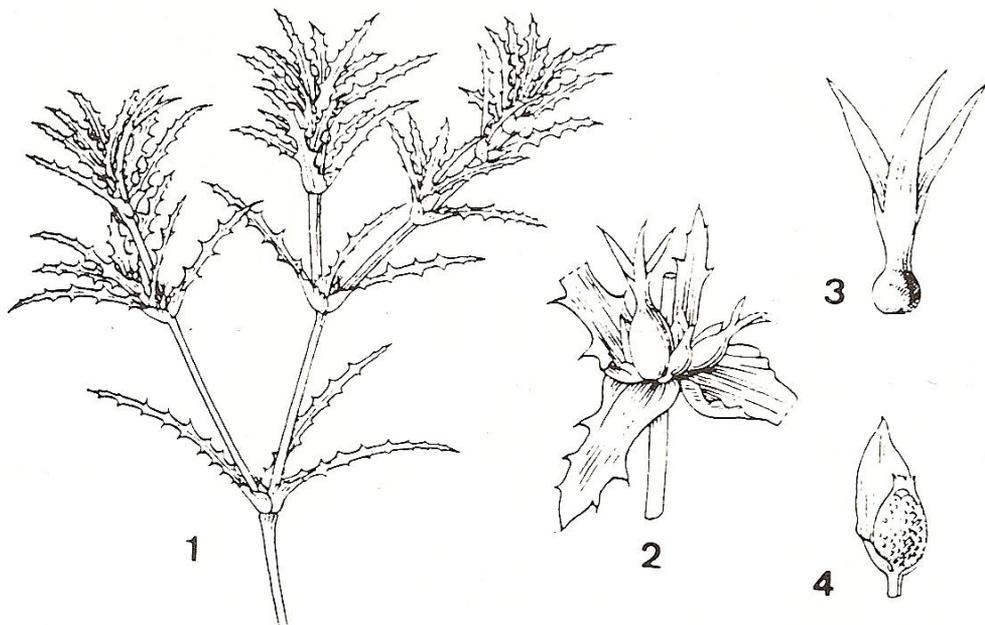


FIGURA 192 - *Najas marina*: 1, aspecto parcial de um indivíduo em floração; 2, inflorescência; 3, flor feminina; 4, flor masculina envolta no perianto. DAHLGREN *et al.* (1985).

BIBLIOGRAFIA

- ABBAYES, H., CHADEFAUD, M., FERRÉ, Y., FELDMAN, J., GAUSSEN, H., GRASSÉ, P.P., LEREDDE, M.C., & OZENDA, P. 1976 - *Précis de Botanique* - Masson Ed., Paris.
- BACH, D., MASCRÉ, M., & DEYSSON, G., 1963 - *Cours de Botanique Générale* - S.E.D.E.S., Paris.
- BAILEY, L.H., 1976 - *Hortus Third. A Concise Dictionary of the Plants Cultivated in the United States and Canada* - MacMillan Publishing Company, New York.
- BIERHORST, D. W., 1971 - *Morphology of Vascular Plants* Macmillan, New York.
- BELL, P.R. & WOODCOCK, C.L., 1968 - *The Diversity of Green Plants* - Addison-Wesley, Reading, Mass.
- BOLD, H. C., 1972 - *O Reino Vegetal* - Editora da Universidade de S. Paulo, S. Paulo.
1973 - *Morphology of Plants* - Harper & Row Publishers, New York.
- BOLD, H. c., ALEXOPOULOS, C. J., & DELOVORYAS, Th., 1980 *Morphology of Plants and Fungi* - Harper & Row Publishers, New York.
- CAMEFORT, H., 1977 - *Morphologie des Végétaux Vasculaires* Doin Ed., Paris
- CAMEFORT, H. & BOUÉ, H., 1980 - *Reproduction et Biologie des Végétaux Supérieurs* - Doin Ed., Paris.
- CHAMPAGNAT, P., BAILLAUD, L. & OZENDA, P., 1969 - *Précis de Biologie Végétal, Tome III. Croissance, morphogénèse, reproduction* - Masson Ed., Paris.
- CHAPMAN, A.R.O., 1987 - *Functional Diversity of Plants in the Sea and on Land* - Jones & Bartlett Publishers, Boston.
- CAIXINHAS, M.L. & QUEDAS, M.F., 1982 - *Elementos sobre Estrutura das Sementes* - Dep. de Botânica, I.S.A., Lisboa.
- CLA YTON, W.D. & RENVOIZE, S.A., 1986 - *Genera Graminum. Grasses of the World* - H.M.S.O. Books, London.
- CORNER, E. J.H., 1976 - *The Seeds of Angiosperms. Vol I & II* Cambridge University Press.
- CRÉTÉ, P. & GUIGNARD, J-L., 1962 - *Précis de Botanique* - Masson Ed., Paris.
- CRONQUIST, A., 1981 - *An Integrated System of Classification of the Flowering Plants* - Columbia University Press, New York.
- DAHLGREN, R.M.T., CLIFFORD, H.T. & YEO, P.F., 1985 - *The Families of the Monocotyledons* - Springer-Verlag, Berlin.
- EAMES, A. J., 1961 - *Morphology of the Angiosperms* - Mc Graw-Hill Book C. , New York.
- EMBERGER, L. & CHADEFAUD, M., 1960 - *Les Végétaux Vasculaires* - Masson Ed., Paris.
- FERNANDES, A., 1940 - *Morfologia e Biologia das Plantas Carnívoras* - *Anuário da Sociedade Broteriana*, 6, 14-46.
- 1941 - *Morfologia e Biologia das Plantas Carnívoras*

- *Anuário da Sociedade Broteriana*, 7, 16-52.
 - 1942 - *Morfologia e Biologia das Plantas Carnívoras*
 - *Anuário da Sociedade Broteriana*, 8, 6-47.
- FERNANDES, R. B., 1972 - *Vocabulário de Termos Botânicos - An. Soc. Brot.*, Ano XXXVIII.
- FERRI, M. G., 1979 - *Botânica: Morfologia Externa das Plantas (Organografia)* - Cª Melhoramentos de S. Paulo, S. Paulo.
- FONT QUER, P. F., 1977 - *Diccionario de Botánica* - Editorial Labor, Madrid.
- FRANCO, J. A., 1971 - *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*.
 Volume I - Edição do Autor, Lisboa.
 1984 - *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*.
 Volume I - Edição do Autor, Lisboa.
- GIFFORD, M. & FOSTER, A., 1988- *Morphology and Evolution of Vascular Plants* - W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- GORIS, A., 1967 - *Manuel de Botanique* - Masson Ed., Paris.
- GOULD, F.W. & SHAW, R.B., 1983 - *Grass Systematics* - Texas A&M University Press.
- GUIGNARD, J-L., 1973 - *Abrégé de Botanique* - Masson Ed., Paris.
- GUINOCHET, M., 1965 - *Notions Fondamentales de Botanique Générale* - Masson Ed., Paris.
- HICKEY, M. & KING, c., 1988 - *100 Families of Flowering Plants* - Cambridge University Press, Cambridge.
- HUTCHINSON, J., 1973 - *The families of flowering plants* - 3ª Ed., Oxford University Press.
- JOLY, A. B., 1977 - *Botânica. Introdução à Taxonomia Vegetal* Companhia Editora Nacional, S. Paulo.
- JONES, S. & LUCHSINGER, A., 1987 - *Plant Systematics* - McGraw-Hill Book Company, New York.
- JUNIPER, B.E., ROBINS, R.J. & JOEL, D.M., 1989 - *The Carnivorous Plants* - Academic Press, London.
- LA WRENCE, G., 1977 - *Taxonomia das Plantas Vasculares*, II Vol. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- MABBERLEY, D. J., 1989 - *The Plant Book. A Portable Dictionary of the Higher Plants* - Cambridge University Press, Cambridge.
- METCALFE, C.R. & CHALK, L., 1983 - *Anatomy of the Dicotyledones* - Oxford University Press, Oxford.
- MOREAU, F., 1960 - *Botanique. Encyclopedie de la pléiade* Gallimard, Paris.
- OLIVEIRA, LN.B., 1982 - *Chave Carpológica* - Universidade dos Açores (policopiado), Ponta Delgada.
 1984 - *Morfologia Floral - Relatório para uma aula Prática para Provas A.P.C.C.*, Universidade dos Açores, Ponta Delgada
- PLANTEFOL, L., 1960 - *Cours de Botanique et de Biologie Végétale* Eugene Belin, Paris.
- RAVEN, P. & EVERT, R., 1976 - *Biology of Plants* - Worth Publishers, New York.
- ROTH, I., 1977 - *Fruits of Angiosperms* - Gebruder Borntraeger, Berlin.
- SCAGEL, R.F., BANDONI, R.J., ROUSE, G.E., SCHOFIELD, W.B., STEIN, J.R. & TAYLOR, T.M.C., 1965 - *An Evolutionary Survey of the Plant Kingdom* - Wadsworth, Belmont, California.

- SPORNE, K.R. 1971 - *The Mysterious Origin of Flowering Plants* Oxford Biol. Readers, no. 3, London.
1974 - *The Morphology of Angiosperms* - Hutchinson University Library, London.
- STRASBURGER, E., FITTING, J., SIERP, A., HARDER, R. & FIRBAS, F., 1974 - *Tratado de Botánica* - Editorial Marin, Barcelona.
- V ASCONCELLOS, J. c., 1969 - *Noções sobre Morfologia Externa das Plantas Superiores* - Ministério da Economia, Dir. Geral dos Serv. Agrícolas, Lisboa.
- WALTERS, S.M. et al., 1986 - *The European Garden Flora*, vol. I Cambridge University Press, Cambridge.
- 1984 - *The European Garden Flora*, vol. 11 Cambridge University Press, Cambridge.
- 1989 - *The European Garden Flora*, vol. III Cambridge University Press, Cambridge.
- WEBER, H.C. & FORSTREUTER, W. (EDS.), 1987 - *Parasitic Flowering Plants* - Proceedings of the 4th ISPPF, Marburg (Germany).
- WILLIS, J.C., 1980 - *A Dictionary of the Flowering Plants and Ferns* - Cambridge University Press, Cambridge.