

Botânica

Capítulo 1

Reino Vegetal - Origem e classificação das Plantas

A esta altura você já deve ter ouvido que os seres vivos são divididos em grupos. A divisão, classificação e características destes têm mudado com os anos devido aos avanços nas pesquisas e descobertas da ciência.

A maioria dos organismos macroscópicos (vistos a olho nu) pode ser facilmente classificada no Reino Vegetal ou no Reino Animal. Mas o que dizer os seres microscópicos, de estruturas pequeníssimas e tão peculiares? Assim os cientistas hoje utilizam a classificação em quatro ou cinco Reinos:

- Reino Animalia (animais)
- Reino Fungi (fungos e mixomicetos)
- Reino Protista (protozoários)
- Reino Monera (bactérias e algumas algas)
- Reino Plantae (Plantas e outras algas)

Este último é objeto do nosso estudo. Mas você já sabe algo sobre o Reino Plantae?

O Reino Vegetal, conhecido cientificamente como Plantae, é formado por aproximadamente 300.000 espécies conhecidas, sendo que, entre elas, encontram-se muitos tipos de ervas, arbustos, árvores, plantas microscópicas, etc.

Em geral são **autotróficos** cujas células incluem um ou mais **organelas** especializados na produção de material orgânico a partir de material inorgânico e da energia solar, os **cloroplastos**. Suas células possuem uma parede celular formada por celulose.

Muitas espécies de plantas que não são capazes de produzir seu próprio alimento, por esta razão, elas agem de forma parasita, extraindo de outras plantas os nutrientes necessários para sua sobrevivência.

Agora pareceu fácil identificar esses organismos né? não se engane! **Lineu** definiu o seu **reino** Plantae incluindo todos os tipos de plantas "superiores", as **algas** e os **fungos**. Depois de se descobrir que nem todas eram *verdes*, passou-se a definir planta como qualquer ser vivo *sem* movimentos voluntários. Já **Aristóteles** dividia todos os seres vivos em plantas (sem capacidade motora ou órgãos sensitivos), e em animais (classificação que foi usada por muito tempo). Mas o que dizer das sensitivas ou dormideira? É! Aquela plantinha que fecha os folíolos ao mínimo toque

ou ausência de luz? Ela também não é um vegetal? E tem órgãos sensitivos não é?

Hoje é muito utilizada a classificação conhecida como cladística, a qual relaciona as relações evolutivas entre organismos. Assim, o taxon (ou clado) deve ser monofilético, isto é, todas as espécies do grupo devem possuir um antepassado comum. Tá viajando? Então vamos continuar para ver se você compreende...

Segundo esta classificação, o Reino Plantae é um grupo monofilético (mesmo antepassado) com as características comuns como organismos eucarióticos que fazem fotossíntese usando clorofilas a e b e armazenam seus produtos fotossintéticos. Outra particularidade do grupo é possuir parede celular constituída principalmente por celulose. Agora ficou mais claro né!

Ainda neste contexto, as plantas estão divididas em dois grandes grupos:

Criptógamas: (cripto= escondido e gamae= gametas) são plantas que possuem as estruturas produtoras de gametas pouco evidentes como os musgos e samambaias.

Fanerógamas: (fanero= visível) são plantas que possuem as estruturas produtoras de gametas bem visíveis, além disso desenvolvem sementes e por isso são chamadas espermatófitas como pinheiros, mangueiras, roseiras, etc.

As criptógamas ainda dividem-se em:

Briófitas: Não possuem vasos especializados para o transporte de seiva, sendo plantas de pequeno porte. Como exemplo temos musgos e hepáticas.

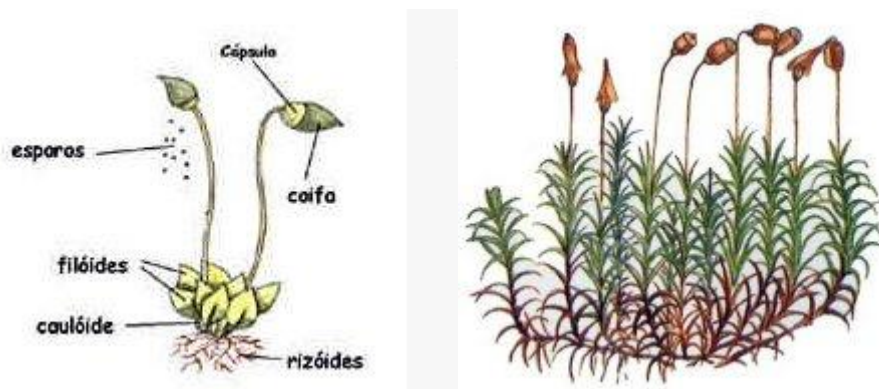
Pteridófitas: Estas possuem vasos condutores de seiva como samambaias e avencas.

Briófitas:

Briófitas (do gergo *bryon*: 'musgo'; e *phyton*: 'planta') são plantas pequenas, geralmente com alguns poucos centímetros de altura, que vivem preferencialmente em locais úmidos e sombreados.

O corpo do musgo é formado basicamente de três partes ou estruturas:

- **rizóides** - filamentos que fixam a planta no ambiente em que ela vive e absorvem a água e os sais minerais disponíveis nesse ambiente;
- **caulóide** - pequena haste de onde partem os filóides;
- **filóides** -estruturas clorofiladas e capazes de fazer fotossíntese.



Estrutura das briófitas

Essas estruturas são chamadas de rizóides, caulóides e filóides porque não têm a mesma organização de raízes, caules e folhas das plantas que estão presentes a partir das pteridófitas. Faltam-lhes, por exemplo, vasos condutores especializados no transporte de nutrientes, como a água. Na organização das raízes, caules e folhas verdadeiras verifica-se a presença de vasos condutores de nutrientes.

Aliás, uma das características mais marcantes das briófitas é a **ausência de vasos condutores de nutrientes**. Por isso, a água absorvida do ambiente é transportada nessas plantas de célula para célula, ao longo do corpo do vegetal. Esse tipo de transporte é relativamente lento e limita o desenvolvimento de plantas de grande porte. Assim, as briófitas são sempre pequenas, baixas.

Acompanhe o raciocínio: se uma planta terrestre de grande porte não possuísse vasos condutores, a água demoraria muito para chegar até as folhas. Nesse caso, especialmente nos dias quentes - quando as folhas geralmente transpiram muito e perdem grande quantidade de água para o meio ambiente -, elas ficariam desidratadas (secariam) e a planta morreria. Assim, toda a planta alta possui vasos condutores.

Mas nem todas as plantas que possuem vasos condutores são altas; o capim, por exemplo, possui vasos condutores e possui pequeno porte. Entretanto, uma coisa é certa: se a planta terrestre não apresenta vasos condutores, ela terá pequeno porte e viverá em ambientes preferencialmente úmidos e sombreados.

Musgos e hepáticas são os principais representantes das briófitas. O nome hepáticas vem do grego *hepathos*, que significa 'fígado'; essas plantas são assim chamadas porque o corpo delas lembra a forma de um fígado.

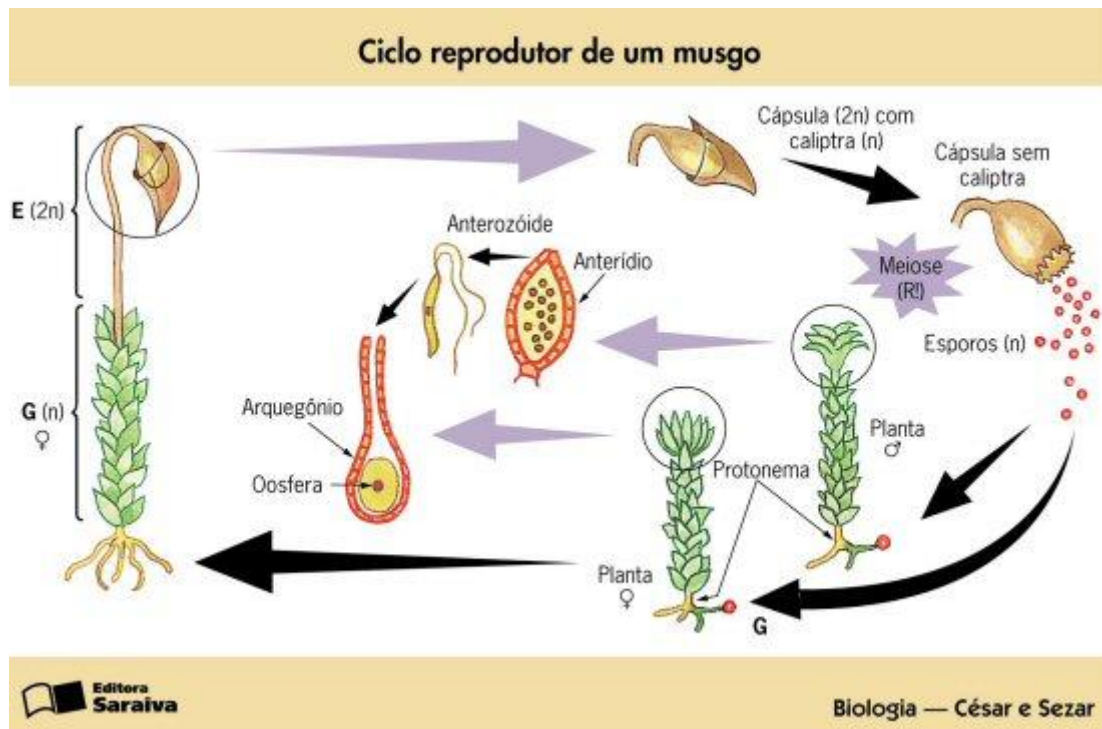


Hepática

Os musgos são plantas eretas; as hepáticas crescem "deitadas" no solo. Algumas briófitas vivem em água doce, mas não se conhece nenhuma espécie marinha.

Reprodução das briófitas

Para explicar como as briófitas se reproduzem, tomaremos como modelo o musgo mimoso. Observe o esquema:



Os **musgos verdes** que vemos num solo úmido, por exemplo, são **plantas sexuadas** que representam a fase chamada gametófito, isto é, a fase produtora de gametas.

Nas briófitas, os gametófitos em geral têm sexos separados. Em certas épocas, os gametófitos produzem uma pequena estrutura, geralmente na região apical - onde terminam os filóides. Ali os gametas são produzidos. Os gametófitos masculinos produzem gametas móveis, com flagelos: os anterozóides. Já os gametófitos femininos produzem gametas imóveis, chamados **oosferas**. Uma vez produzidos na planta masculina, os **anterozóides** podem ser levados até uma planta feminina com pingos de água da chuva que caem e respingam. Na planta feminina, os anterozóides nadam em direção à oosfera; da união entre um anterozóide e uma oosfera surge o zigoto, que se desenvolve e forma um embrião sobre a planta feminina. Em seguida, o embrião se desenvolve e origina uma fase assexuada chamada **esporófito**, isto é, a fase produtora de esporos.

No esporófito possui uma haste e uma cápsula. No interior da **cápsula** formam-se os esporos. Quando maduros, os esporos são liberados e podem germinar no solo úmido. Cada esporo, então, pode se desenvolver e originar um novo musgo verde - a fase sexuada chamada **gametófito**.

Como você pode perceber, as briófitas dependem da água para a reprodução, pois os anterozóides precisam dela para se deslocar e alcançar a oosfera.

O musgo verde, clorofilado, constitui, como vimos, a fase denominada gametófito, considerada duradoura porque o musgo se mantém vivo após a produção de gametas. Já a fase denominada esporófito não tem clorofila; ela é nutrida pela planta feminina sobre a qual cresce. O esporófito é considerado uma fase passageira porque morre logo após produzir esporos.

Pteridófitas

Samambaias, avencas, xaxins e cavalinhas são alguns dos exemplos mais conhecidos de plantas do grupo das pteridófitas. A palavra pteridófito vem do grego *pteridon*, que significa 'feto'; mais *phyton*, 'planta'. Observe como as folhas em brotamento apresentam uma forma que lembra a posição de um feto humano no útero materno. Antes da invenção das esponjas de aço e de outros produtos, pteridófitas como a "cavalinha", cujo aspecto lembra a cauda de um cavalo e tem folhas muito ásperas, foram muito utilizadas como instrumento de limpeza. No Brasil, os brotos da samambaia-das-roças ou feto-águia, conhecido como alimento na forma de guisados.



Cavalinha, pteridófito do gênero *Equisetum*.

Atualmente, a importância das pteridófitas para o interesse humano restringe-se, principalmente, ao seu valor ornamental. É comum casas e jardins serem embelezados com samambaias e avencas, entre outros exemplos.

Ao longo da história evolutiva da Terra, as pteridófitas foram os primeiros vegetais a apresentar um sistema de vasos condutores de nutrientes. Isso possibilitou um transporte mais rápido de água pelo corpo vegetal e favoreceu o surgimento de plantas de porte elevado. Além disso, os vasos condutores representam uma das aquisições que contribuíram para a adaptação dessas plantas a ambientes terrestres.



Samambaia



Xaxins

O corpo das pteridófitas possui raiz, caule e folha. O caule das atuais pteridófitas é em geral subterrâneo, com desenvolvimento horizontal. Mas, em algumas pteridófitas, como os xaxins, o caule é aéreo. Em geral, cada folha dessas plantas divide-se em muitas partes menores chamadas folíolos.

A maioria das pteridófitas é terrestre e, como as briófitas, vive preferencialmente em locais úmidos e sombreados.

Pteridófitas mais conhecidas

Cavalinha: porte pequeno, caule subterrâneo e que formam ramos eretos que lembram vagamente um caule de cana-de-açúcar com cerca de 1 cm de diâmetro. Folhas em forma de fios, agrupadas em feixes, emergem do caule e lembram uma cauda de cavalo (veja foto acima).

Selaginela: erroneamente vendida como musgo nas floriculturas. Folhas miúdas que saem do caule cilíndrico bem fino.



Selaginela

Licopódio: caule subterrâneo e que dá ramos aéreos eretos dos quais saem folhas bem menores que as da selaginela. É comum formarem-se "buquês" de rosa acompanhados de ramos de licopódios.



Samambaias: As pteridófitas mais modernas são popularmente conhecidas como samambaias e pertencem à classe das filicíneas. Incluem as rendas portuguesas, as avencas, os xaxins, as samambaias de metro etc. Na maioria delas, o caule subterrâneo, chamado rizoma, forma folhas aéreas. No xaxim o caule é aéreo e estéril e pode atingir cerca de 2 a 3 metros. As folhas são muitas vezes longas, apresentam divisões (folíolos) e crescem em comprimento pelas pontas, que são enroladas, lembrando a posição do feto no interior do útero. Na época de reprodução, os folíolos ficam férteis e neles surgem pontos escuros, os soros, verdadeiras unidades de reprodução.



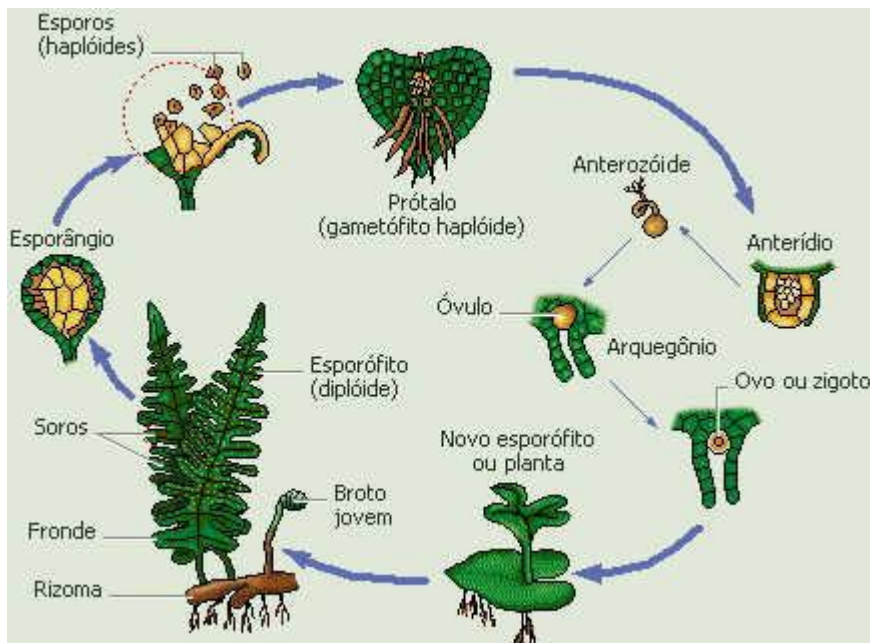
Soros nas folhas de samabaia.

Reprodução das pteridófitas - Ciclo haplodiplobionte

Da mesma maneira que as briófitas, as pteridófitas se reproduzem num ciclo que apresenta uma fase sexuada e outra assexuada. Para descrever a reprodução nas pteridófitas, vamos tomar como exemplo uma samambaia comumente cultivada (*Polypodium vulgare*).

A samambaia é uma planta assexuada produtora de esporos. Por isso, ela representa a fase chamada esporófito.

Em certas épocas, na superfície inferior das folhas da samambaias formam-se pontinhos escuros chamados **soros**. O surgimento dos soros indica que a samambaias está em época de reprodução - em cada soro são produzidos inúmeros esporos. Quando os esporos amadurecem, os soros se abrem. Então os esporos caem no solo úmido; cada esporo pode germinar e originar um **protalo**, aquela plantinha em forma de coração mostrada no esquema. O protalo é uma planta sexuada, produtora de gametas; por isso, ele representa a fase chamada de gametófito.



Ciclo reprodutivo das samambaias

O protalo da samambaias contém estruturas onde se formam anterozóides e oosferas. No interior do protalo existe água em quantidade suficiente para que o anterozóide se desloque em meio líquido e "nade" em direção à oosfera, fecundando-a. Surge então o zigoto, que se desenvolve e forma o embrião. O embrião, por sua vez, se desenvolve e forma uma nova samambaias, isto é, um novo esporófito. Quando adulta, a samambaias forma soros, iniciando novo ciclo de reprodução.

Como você pode perceber, tanto as briófitas como as pteridófitas dependem da água para a fecundação. Mas nas briófitas, o gametófito é a fase duradoura e o esporófito, a fase passageira. Nas pteridófitas ocorre o contrário: o gametófito é passageiro - morre após a produção de gametas e a ocorrência da fecundação - e o esporófito é duradouro, pois se mantém vivo após a produção de esporos.

Gimnospermas

As gimnospermas (do grego *Gymnos*: 'nu'; e *sperma*: 'semente') são plantas terrestres que vivem, preferencialmente, em ambientes de clima frio ou temperado. Nesse grupo incluem-se plantas como pinheiros, as sequóias e os ciprestes.

As gimnospermas possuem raízes, caule e folhas. Possuem também ramos reprodutivos com folhas modificadas chamadas **estróbilos**. Em muitas gimnospermas, como os pinheiros e as sequóias, os estróbilos são bem desenvolvidos e conhecidos como cones - o que lhes confere a classificação no grupo das coníferas.

Florestas de coníferas de regiões temperadas são ricas em árvores do grupo das gimnospermas. No Brasil, destaca-se a **Mata de Araucárias do Sul do país**.

Há produção de sementes: elas se originam nos estróbilos femininos. No entanto, as gimnospermas não produzem frutos. Suas sementes são "nuas", ou seja, não ficam encerradas em frutos.



Araucárias, tipo de conífera.

São também gimnospermas as *Cycas*, popularmente conhecidas como palmeira-de-ramos ou palmeira-de-sagu, comuns em alguns lugares do Brasil. O tronco também costuma ser espesso, a folha é parecida com a das palmeiras, porém, é muito mais rígida.

Reprodução das gimnospermas - Ciclo haplodiplobionte na Coníferas

Vamos usar o pinheiro-do-paraná (*Araucária angustifolia*) como modelo para explicar a reprodução das gimnospermas. Nessa planta os sexos são separados: a que possui estróbilos masculinos não possuem estróbilos femininos e vice-versa. Em outras gimnospermas, os dois tipos de estróbilos podem ocorrer numa mesma planta.

Existem dois tipos de estróbilos, um grande e outro pequeno e, como consequência, há dois tipos de esporângios e de esporos. Nos estróbilos maiores, considerados femininos, cada esporângio, chamado de óvulo, produz por meiose um **megásporo** (ou macrósporo). O megásporo fica retido no esporângio, não é liberado, como ocorre com os esporos das pteridófitas. Desenvolvendo-se no interior do óvulo o megásporo origina um gametófito feminino. Nesse gametófito surge a oosfera e, no interior de cada um deles, diferencia-se uma **oosfera** (que é o gameta feminino).

Nos estróbilos menores, considerados masculinos, cada esporângio - também chamado de **saco polínico** - produz por meiose, numerosos micrósporos. Desenvolvendo-se no interior do saco polínico, cada **micrósporo** origina um gametófito masculino, também chamado de grão de pólen (ou gametófito masculino jovem). A ruptura dos sacos polínicos libera inúmeros grãos de pólen, leves, dotados de duas expansões laterais, aladas. Carregados pelo vento, podem atingir os óvulos que se encontram nos estróbilos femininos. O processo de transporte de **grão de pólen** (não se esqueça que eles representam os gametófitos masculinos) constitui a polinização, que, nesse caso, ocorre pelo vento.

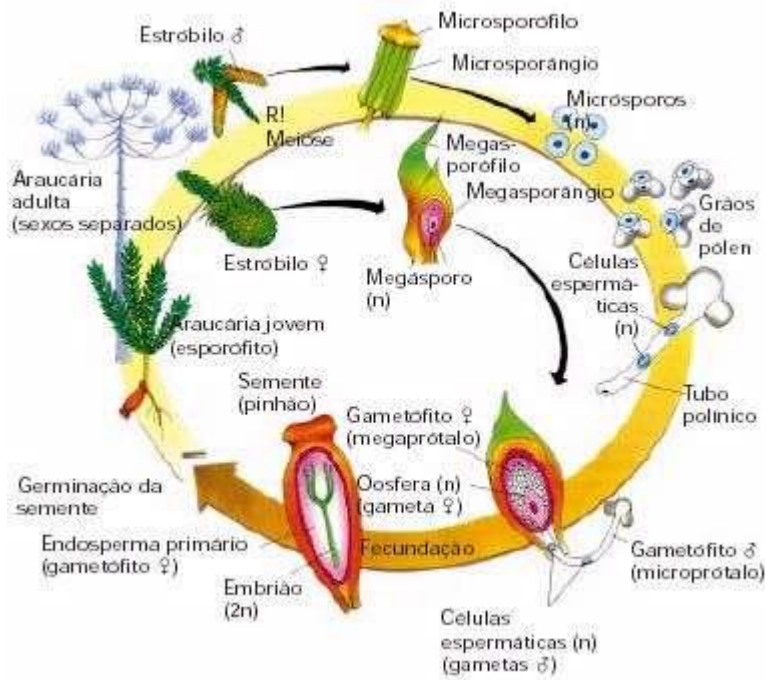


Cones ou estróbilos.

Cada grão de pólen, aderido a uma abertura existente no óvulo, inicia um processo de crescimento que culmina com a formação de um tubo polínico, correspondente a um grão de pólen adulto (gametófito masculino adulto). No interior do tubo polínico existe dois núcleos gaméticos haplóides, correspondentes aos anterozóides das pteridófitas. Apenas um dos núcleos gaméticos fecunda a oosfera, gerando o zigoto (o outro núcleo gamético degenera). Dividindo-se repetidamente por mitose, o zigoto acaba originando um embrião, que mergulha no tecido materno correspondente ao gametófito feminino.

Após a ocorrência da fecundação e da formação do embrião, o óvulo converte-se em semente, que é uma estrutura com três componentes: uma casa (também chamada de integumento), um embrião e um tecido materno haplóide, que passa a ser denominado de endosperma (ou endosperma primário), por acumular substâncias de reserva que serão utilizadas pelo embrião durante a sua germinação. A dispersão das sementes, em condições naturais, pode ocorrer pelo vento, no caso do pinheiro comum, ou com ajuda de animais (gralhas-azuis ou esquilos) como acontece com os pinhões do pinheiro-do-paraná.

Portanto, ao comparar gimnospermas coníferas com as pteridófitas, as seguintes novidades podem ser citadas: estróbilos produtores de óvulos (que, depois, serão convertidos em sementes), estróbilos produtores de grãos de pólen, polinização, diferenciação do grão de pólen em tubo polínico e, por fim, a fecundação independente da água ambiental (esse tipo de fecundação é conhecido por sifogamia). Perceba que as árvores coníferas representam a geração duradoura, o esporófito, sendo os gametófitos reduzidos e pouco duradouros.



Angiospermas

Atualmente são conhecidas cerca de 350 mil espécies de plantas - desse total, mais de 250 mil são angiospermas.

A palavra angiosperma vem do grego *angeios*, que significa 'bolsa', e *sperma*, 'semente'. Essas plantas representam o grupo mais variado em número de espécies entre os componentes do reino Plantae ou Metaphyta.

Flores e frutos: aquisições evolutivas

As angiospermas produzem raiz, caule, folha, flor, semente e fruto. Considerando essas estruturas, perceba que, em relação às gimnospermas, as angiospermas apresentam duas "novidades": as **flores** e os **frutos**.



A flor e o fruto do maracujá

As flores podem ser vistosas tanto pelo colorido quanto pela forma; muitas vezes também exalam odor agradável e produzem um líquido açucarado - o néctar - que serve de alimento para as abelhas e outros animais. Há também flores que não têm peças coloridas, não são perfumadas e nem produzem néctar.

Coloridas e perfumadas ou não, é das flores que as angiospermas produzem sementes e frutos.

As partes da flor

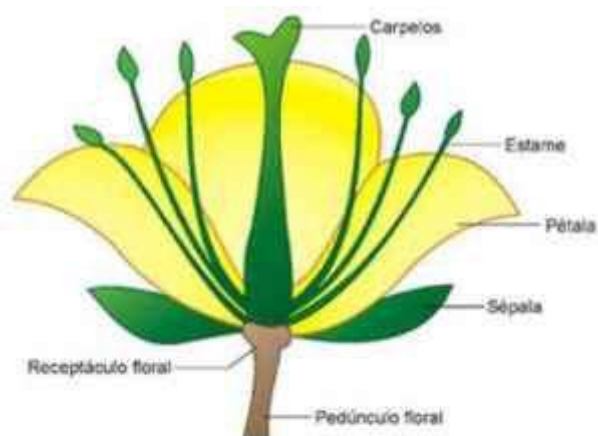
Os órgãos de suporte – órgãos que sustentam a flor, tais como:

pedúnculo – liga a flor ao resto ramo;

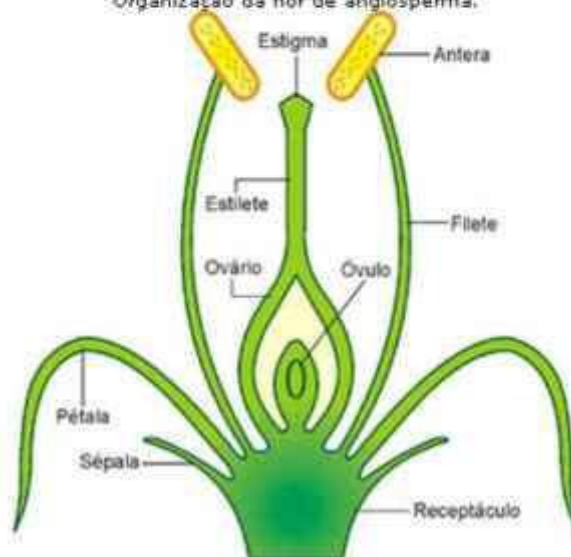
receptáculo – dilatação na zona terminal do pedúnculo, onde se inserem as restantes peças florais;

órgãos de proteção – órgãos que envolvem as peças reprodutoras propriamente ditas, protegendo-as e ajudando a atrair animais polinizadores. O conjunto dos órgãos de proteção designa-se perianto. Uma flor sem perianto diz-se nua.

cálice – conjunto de sépalas, as peças florais mais parecidas com folhas, pois geralmente são verdes. A sua função é proteger a flor quando em botão. A flor sem sépalas diz-se assépala. Se todo o perianto apresentar o mesmo aspecto (tépalas), e for semelhante a sépalas diz-se sepalóide. Neste caso diz-se que o perianto é indiferenciado;



Organização da flor de angiosperma.



Organização esquemática da flor de angiosperma.

corola – conjunto de pétalas, peças florais geralmente coloridas e perfumadas, com glândulas produtoras de néctar na sua base, para atrair animais. A flor sem pétalas diz-se apétala. Se todo o perianto for igual (tépalas), e for semelhante a pétalas diz-se petalóide. Também neste caso, o perianto se designa indiferenciado;

órgãos de reprodução – folhas férteis modificadas, localizadas mais ao centro da flor e designadas esporófilos. As folhas férteis masculinas formam o anel mais externo e as folhas férteis femininas o interno.

androceu – parte masculina da flor, é o conjunto dos estames. Os estames são folhas modificadas, ou esporófilos, pois sustentam esporângios. São constituídas por um filete (corresponde ao pecíolo da folha) e pela antera (corresponde ao limbo da folha);

gineceu – parte feminina da flor, é o conjunto de carpelos. Cada carpelo, ou esporófilo feminino, é constituído por uma zona alargada oca inferior designada ovário, dado que contém óvulos. Após a fecundação, as paredes do ovário formam o fruto. O carpelo prolonga-se por uma zona estreita, o estilete, e termina numa zona alargada que recebe os grãos de pólen, designada estigma. Geralmente o estigma é mais alto que as anteras, de modo a dificultar a autopolinização.

Os frutos contêm e protegem as sementes e auxiliam na dispersão na natureza. Muitas vezes eles são coloridos, suculentos e atraem animais diversos, que os utiliza como alimento. As sementes engolidas pelos animais costuma atravessar o tubo digestivo intactas e são eliminadas no ambiente com as fezes, em geral em locais distantes da planta-mãe, pelo vento, por exemplo. Coloridos e e suculentos ou não, os frutos abrigam e protegem as sementes e contribuem para a sua dispersão na natureza. Isso favorece a espécie na conquista de novos territórios.

Os dois grandes grupos de angiospermas

As angiospermas foram subdivididas em duas classes: as monocotiledôneas e as dicotiledôneas.

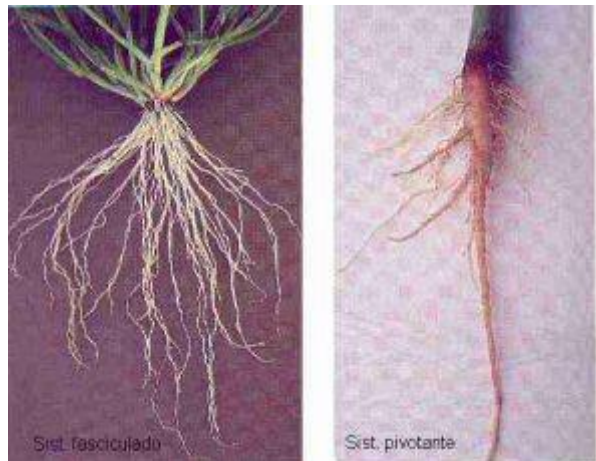
São exemplos de angiospermas monocotiledôneas: capim, cana-de-açúcar, milho, arroz, trigo, aveias, cevada, bambu, centeio, lírio, alho, cebola, banana, bromélias e orquídeas.

São exemplos de angiospermas dicotiledôneas: feijão, amendoim, soja, ervilha, lentilha, grão-de-bico, pau-brasil, ipê, peroba, mogno, cerejeira, abacateiro, acerola, roseira, morango, pereira, macieira, algodoeiro, café, jenipapo, girassol e margarida.

Monocotiledôneas e dicotiledôneas: algumas diferenças

Entes as angiospermas, verificam-se dois tipos básicos de raízes: fasciculadas e pivotantes.

Raízes fasciculadas. Também chamadas raízes em cabeleira, elas formam numa planta um conjunto de raízes finas que têm origem num único ponto (esquema A dado acima). Não se percebe nesse conjunto de raízes uma raiz nitidamente mais desenvolvida que as demais: todas elas têm mais ou menos o mesmo grau de desenvolvimento. As raízes fasciculadas ocorrem nas monocotiledôneas.



Raiz fasciculada e pivotante, respectivamente.

Raízes pivotantes. Também chamadas raízes axiais, elas formam na planta uma raiz principal, geralmente maior que as demais e que penetra verticalmente no solo; da raiz principal partem raízes laterais, que também se ramificam. As raízes pivotantes ocorrem nas dicotiledôneas.

Em geral, nas angiospermas verificam-se dois tipos básicos de folhas: paralelinérvea e reticulada.

Folhas paralelinérveas. São comuns nas angiospermas monocotiledôneas. As nervuras se apresentam mais ou menos paralelas entre si.

Folhas reticuladas. Costumam ocorrer nas angiospermas dicotiledôneas. As nervuras se ramificam, formando uma espécie de rede.

Existem outras diferenças entre monocotiledôneas e dicotiledôneas, mas vamos destacar apenas a responsável pela denominação que esses dois grupos de plantas recebem.

O embrião da semente de angiosperma contém uma estrutura chamada cotilédone. O cotilédone é uma folha modificada, associada a nutrição das células embrionárias que poderão gerar uma nova planta.

Sementes de monocotiledôneas. Nesse tipo de semente, como a do milho, existe um único cotilédone; daí o nome desse grupo de plantas ser monocotiledôneas (do grego *mónos*: 'um', 'único'). As substâncias que nutrem o embrião ficam armazenadas numa região denominada endosperma. O cotilédone transfere nutrientes para as células embrionárias em desenvolvimento.

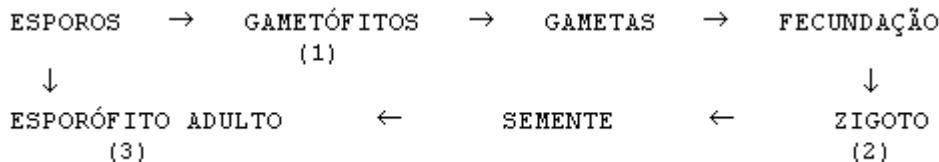
Sementes de dicotiledôneas. Nesse tipo de semente, como o feijão, existem dois cotilédones - o que justifica o nome do grupo, dicotiledôneas (do grego *dís*: 'dois'). O endosperma geralmente não se desenvolve nas sementes de dicotiledôneas; os dois cotilédones, estão armazenam as substâncias necessárias para o desenvolvimento do embrião.

	MONOCOTILEDÔNEAS	DICOTILEDÔNEAS
raiz	fasciculada ("cabeleira")	pivotante ou axial (principal)
caule	em geral, sem crescimento em espessura (colmo, rizoma, bulbo)	em geral, com crescimento em espessura (tronco)
distribuição de vasos no caule	feixes líbero-lenhosos "espalhados" (distribuição atactostélica = irregular)	feixes líbero-lenhosos dispostos em círculo (distribuição eustélica = regular)
folha	invaginante: bainha desenvolvida; uninérvia ou paralelinérvia.	peciolada: bainha reduzida; pecíolo; nervuras reticuladas ou peninérvias.
Flor	trímera (3 elementos ou múltiplos)	dímera, tetrâmera ou pentâmera
embrião	um cotilédone	2 cotilédones
exemplos	bambu; cana-de-açúcar; grama; milho; arroz; cebola; gengibre; coco; palmeiras.	eucalipto; abacate; morango; maçã; pera; feijão; ervilha; mamona; jacarandá; batata.

Exercícios Capítulo 1

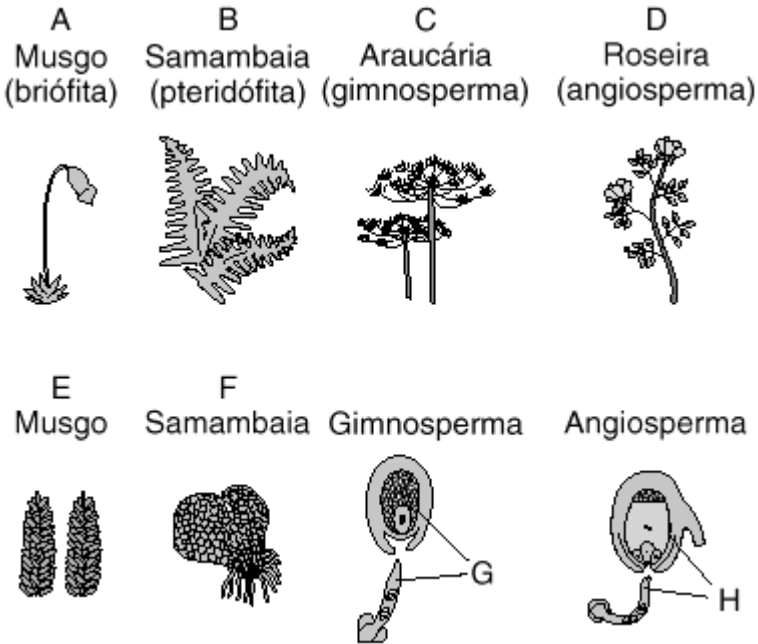
Taxonomia:

1-) (UFJF/96) No ciclo de uma angiosperma apresentado abaixo, as fases numeradas de 1, 2 e 3 apresentam as respectivas ploidias (número de cromossomos):



- a) 1: 2n; 2: 2n; 3: 2n. d) 1: 2n; 2: 1n; 3: 1n
 b) 1: 1n; 2: 2n; 3: 3n. e) 1: 1n; 2: 2n; 3: 2n
 c) 1: 1n; 2: 2n; 3: 2n.

2-) (MACK/2000) As figuras ao lado mostram as gerações gametofítica e esporofítica dos vegetais. Assinale a alternativa INCORRETA:

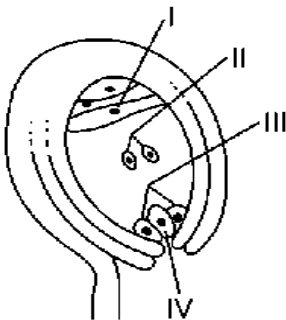


- A, B, C e D representam as faces esporofíticas.
- E, F, G e H representam as faces gametofíticas.
- As fases gametofíticas são haplóides e as esporofíticas são diplóides.
- As células de H são haplóides.
- As células de H são formadas por meiose.

3- (FUNREI/97) Nas briófitas, a inexistência de um sistema vascular condutor de seiva e a ocorrência de gametas flagelados móveis determinam que essas plantas sejam:

- Consideradas mais evoluídas que as algas.
- Sempre de porte pequeno e vivam em locais úmidos e sombreados.
- De ocorrência exclusivamente aquática, principalmente marinha.
- Independentes de um substrato para fixação e da água durante a fecundação.

4-)(MACK-2000) A figura representa o óvulo de uma angiosperma. Após a fecundação,



o embrião e o endosperma irão se formar, respectivamente, a partir de:

- I e II.
- III e II.

- c) II e III.
- d) III e IV.
- e) IV e II.

5-) (UFPE) O Reino Vegetal foi dividido informalmente em dois grandes grupos: Criptógamos e Fanerógamos, considerando-se principalmente os aspectos reprodutivos. Abaixo, há uma série de exemplos de vegetais, identificados por Algarismos e algumas de suas principais características:

- 1) Plantas vasculares, com sementes, porém sem frutos.
- 2) Plantas com sistema condutor de seiva, com flores, sementes e frutos.
- 3) Plantas com sistema condutor, com raízes e sem sementes.
- 4) Plantas avasculares, com rizóides e sem sementes.

As características descritas pelos Algarismos de 1 a 4 representam, respectivamente:

- a) gimnospermas, angiospermas, pteridófitas e briófitas.
- b) pteridófitas, angiospermas, gimnospermas e briófitas.
- c) pteridófitas, angiospermas, briófitas e gimnospermas.
- d) angiospermas, gimnospermas, pteridófitas e briófitas.
- e) angiospermas, gimnospermas, briófitas e pteridófitas.

6-) (UFPB) Entre as adaptações dos vegetais à vida terrestre, uma das mais importantes está relacionada com o desenvolvimento da reprodução sexuada independente do meio aquático. Sob este aspecto, os vegetais terrestres que conseguiram superar a dependência da água para a fecundação dos gametas foram apenas as:

- a) pteridófitas.
- b) gimnospermas.
- c) briófitas.
- d) angiospermas.
- e) gimnospermas e angiospermas

7-) (UCDB-MT) São plantas vasculares:

- a) pteridófitas, musgos e hepáticas.
- b) hepáticas e angiospermas.
- c) antóceros, hepáticas e musgos.
- d) pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.
- e) apenas as angiospermas.

8-) (Cefet-MG) Raízes, caules, flores, folhas, sementes e frutos estão presentes **apenas** nas:

- a) gimnospermas.
- b) coníferas.
- c) briófitas.
- d) pteridófitas.
- e) angiospermas.

9-) (PUC-RS) São vegetais que apresentam estruturas chamadas rizóides, as quais, servindo à fixação, também se relacionam à condução da água e dos sais minerais para o corpo da planta. Apresentam sempre pequeno porte, em decorrência da falta de um sistema vascular. Nenhum dos seus representantes é encontrado no meio marinho.

O texto acima se aplica a um estudo:

- a) das pteridófitas.
- b) dos mixófitos.
- c) das briófitas.
- d) das clorófitas.
- e) das gimnospermas.

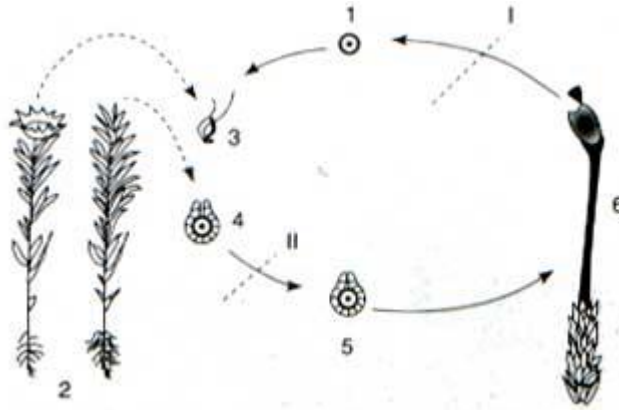
10-) (Fatec-SP) Considere as seguintes características dos vegetais:

- I. sistema vascular;
- II. grãos de pólen e tubo polínico;
- III. sementes nuas.

Dessas, são comuns às gimnospermas e angiospermas:

- a) somente I.
- b) somente II.
- c) somente III.
- d) I e II apenas.
- e) I, II e III.

11-) A figura abaixo representa a alternância de gerações (metagênese) de um musgo.



- a) Que fenômenos biológicos representam os eventos I e II?
- b) Qual o nome das estruturas numeradas de 1 a 6 e quantos cromossomos possui cada uma de suas células?

12-) (UNICAMP) As algas são predominantemente aquáticas. Qual é o ambiente mais comum onde ocorrem os musgos e as samambaias? Qual seria o motivo principal de os musgos apresentarem pequeno porte e as samambaias serem de maior porte e algumas poderem atingir dois metros de altura ou mais?

13-) Um estrangeiro, em visita à região sul do Brasil, teve sua atenção voltada para uma planta nativa, de porte arbóreo, com folhas pungentes e perenes e flores reunidas em inflorescências denominadas estróbilos. Desta planta obteve um saboroso alimento, preparado a partir do cozimento em água fervente.

- a) Qual o nome popular desta planta e a que grupo pertence?
- b) O alimento obtido corresponde a que parte da planta?

14-) Existe angiosperma que não realiza fotossíntese? Explique.

15-) Quais são os gametófitos das angiospermas?

Gabarito Taxonomia :

1- C 2- E 3- B 4 – E 5 – A 6 - E 7- D 8- E 9- C 10- D

Discursivas:

11-) a) I. Meiose II. Fecundação

- b) 1. esporo – n
- 2. gametófitos – n

3. anterozóide – n
4. oosfera – n
5. zigoto – 2n
6. esporófito – 2n

12-) Musgos e samambaias vivem em ambientes terrestres úmidos. Os musgos são avasculares e as samambaias, plantas vasculares.

13-)a) Pinheiro-do-paraná ou pinheiro-brasileiro, pertencente ao grupo das gimnospermas.
b) O alimento é o endosperma da semente, conhecido por pinhão.

14-) Algumas angiospermas adaptaram-se ao hábito parasitário, como o cipó-chumbo (gênero *Cuscuta*). Estes vegetais retiram a seiva elaborada do hospedeiro através das raízes sugadoras e não possuem folhas clorofiladas.

15-) Tubo polínico - saco embrionário

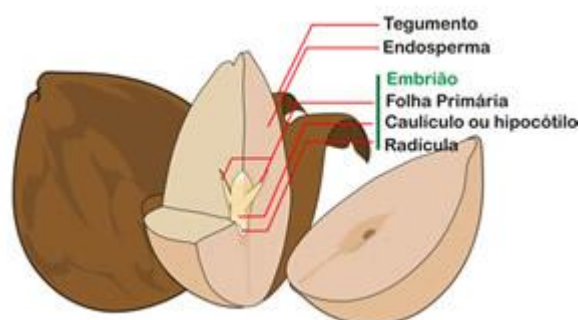
Capítulo 2

MORFOLOGIA VEGETAL

O corpo da maioria das plantas angiospermas é dividido em duas partes principais, uma localizada sob o solo, constituída pelas **raízes**, e outra área constituída pelo **caule, folhas, flores e frutos**. As células das raízes, assim com as células de muito caules, não fazem fotossíntese e por isso dependem do alimento produzido nas células das folhas. O caule, folhas, flores e frutos, por sua vez, dependem da água e dos sais minerais absorvidos pelas raízes.

A raiz

Quase sempre a raiz é originada a partir da **radícula do embrião**, localizado na semente.



Partes das semente

A partir dela surgem ramos secundários. No entanto, é freqüente surgirem raízes a partir de caules e mesmo de folhas. Essas raízes conhecidas como **adventícias** (do latim *advena* = que vem de fora, que nasce fora do lugar habitual), são comuns, por exemplo, na base de um pé de milho.



As raízes distribuem-se amplamente pelo solo, mas há algumas plantas que possuem **raízes aéreas**, comuns nas trepadeiras, bromélias, orquídeas, enquanto outras possuem **raízes submersas**, como os aguapés, comuns em represas.



Raiz aérea



Raiz aquática

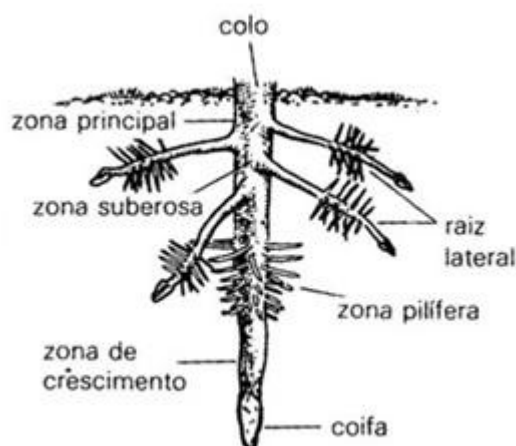
Temos dois tipos básicos de sistema radicular: o **pivotante**, em que há uma raiz principal, e o **fasciculado**, em que os ramos radiculares são equivalentes em tamanho e aparência, não apresentando uma raiz principal.

Partes da raiz

A extremidade de uma raiz é envolta por um capuz de células denominado **coifa**, cuja função é proteger o **meristema radicular**, um tecido em que as células estão se multiplicando ativamente por mitose. É no meristema que são produzidos as novas células da raiz, o que possibilita o seu crescimento.

Logo após a extremidade, localiza-se a região onde as células surgidas por mitose crescem. Nessa região denominada **zona de distensão** ou de alongamento celular, a raiz apresenta a maior taxa de crescimento. Após a zona de distensão situa-se a **zona pilífera** da raiz, que se caracteriza por apresentar células epidérmicas dotadas de projeções citoplasmáticas finas e alongadas, os pêlos absorventes. É através desses pelos que a raiz absorve a maior parte da água e dos sais minerais de que precisa.

Já a região de **ramos secundários** é aquela que se nota o brotamento de novas raízes que surgem de regiões internas da raiz principal.



Tipos de Raízes

A principal função da raiz é a **absorção dos nutrientes** minerais, sendo que, no solo, também é responsável pela fixação do vegetal ao substrato. Alguns tipos de raízes, no entanto, também desempenham outras funções:

Raízes tuberosas, como as da mandioca, da batata-doce e do nabo **armazenam reservas alimentares**, principalmente na forma de grãos de amido, utilizadas durante a floração e a produção de frutos pela planta. Os agricultores colhem essas raízes antes da planta tenha chance de consumir as reservas armazenadas, utilizando-as na alimentação humana e de animais.



Raízes respiratórias ou pneumatóforos são adaptadas a **realização de trocas gasosas** com o ambiente. Esse tipo de raiz é encontrado em plantas como a *Avicena tomentosa*, que vive no solo encharcado e pobre em gás oxigênio nos manguezais. As raízes principais dessa planta crescem rente à superfície do solo e, de espaço em espaço, apresentam pneumatóforos, que crescem para cima, perpendicularmente ao solo. Durante a maré vazante os pneumatóforos ficam expostos e pode realizar trocas de gases com o ar.



Raízes-suportes, também chamadas raízes-escoras, **augmentam a base de fixação da planta ao solo**. Algumas espécies de árvores possuem raízes tubulares, em forma de pranchas verticais, que aumentam a estabilidade da planta e fornecem maior superfície para respiração do sistema radicular.



Raízes aéreas são características de plantas epífitas, isto é, que vivem sobre outras plantas sem parasitá-las. Essas raízes podem atingir vários metros de comprimento antes de alcançar o solo, constituindo os cipós.



Raízes sugadoras são adaptadas à extração de alimentos de plantas hospedeiras, sendo características de plantas parasitas, como o cipó-chumbo e a erva-de-passarinho. As raízes sugadoras possuem um órgão de fixação, chamado apreensório, do qual partem finas projeções denominadas haustórios. Os **haustórios** penetram na planta hospedeira até atingir os vasos condutores de seiva, de onde extraem água e nutrientes de que a planta parasita necessita para sobreviver.

No caso de a planta ser hemiparasita, a exemplo da **erva-de-passarinho** (é clorofilada, e portanto

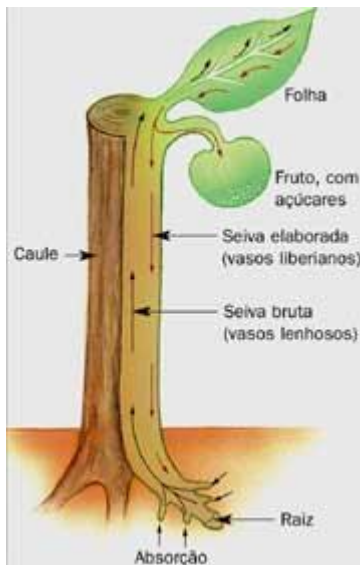
autótrofa), somente a seiva bruta (água e minerais), que transita pelos vasos lenhosos do xilema, é retirada



da planta hospedeira.

Caule

As funções do caule



O caule realiza a integração de raízes e folhas, tanto do ponto de vista estrutural como funcional. Em outras palavras, além de constituir a estrutura física onde se inserem raízes e folhas, o caule desempenha as funções de **condução de água e sais minerais das raízes para as folhas**, e de **condução de matéria orgânica das folhas para as raízes**.

Caules jovens têm células clorofiladas e são revestidos por uma epiderme uniestratificada, isto é, formada por uma única camada (estrato) de células. Plantas que apresentam pequeno crescimento em espessura, como as gramíneas, por exemplo, também apresentam caules revestidos pela **epiderme** e esta pode ainda apresentar sobre si, externamente, uma cutícula protetora.

Já em plantas que crescem muito em espessura, transformando-se em arbustos ou árvores, a epiderme é substituída por um revestimento complexo, formado por vários tecidos. O tecido mais externo é formado por células mortas, que conferem o aspecto áspero e opaco aos troncos das árvores. Esse revestimento multitecidual, denominado **periderme**, acompanha o crescimento em espessura dos troncos.

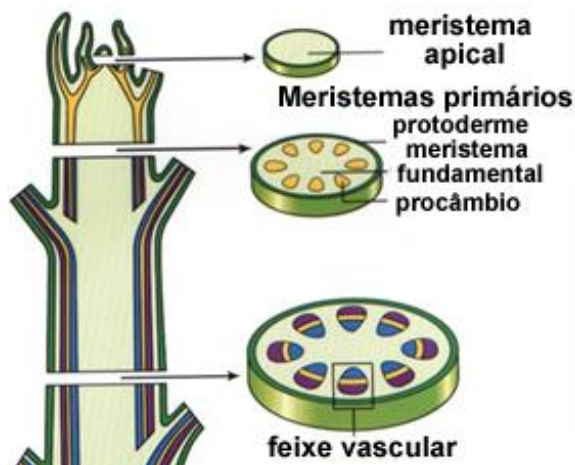
Os caules são, em geral, estruturas aéreas, que crescem verticalmente em relação ao solo. Existem, no entanto, caules que crescem horizontalmente, muitas vezes, subterraneamente.

Caules subterrâneos podem ser distinguidos de raízes porque apresentam gemas ou botões vegetativos, a partir dos quais podem se desenvolver ramos e folhas.

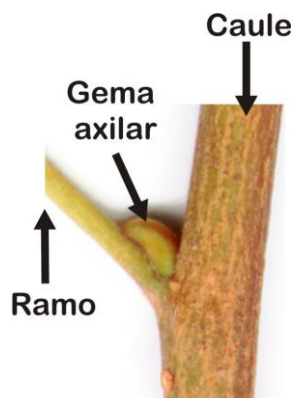
Gemas

As gemas caulinares são formadas por grupos de **células meristemáticas**, capazes de se multiplicar

ativamente por **mitose**. Um conjunto de células meristemáticas forma um meristema, motivo pela qual as gemas caulinares também são chamadas **meristemas caulinares**.



No ápice do caule (e de cada ramo) existe sempre uma gema (ou meristema) apical, que permite o crescimento em extensão graças à multiplicação das células meristemáticas. À medida que o caule cresce diferenciam-se lateralmente, regiões onde surgem folhas e gemas axilares (ou laterais). As regiões onde se inserem as folhas e as gemas são denominadas nós e os espaços entre os nós são chamados entrenós.



As gemas axilares são meristemas localizados no caule, junto ao ângulo formado entre a folha e o ramo, que os botânicos denominaram "**axila**" **foliar**. As gemas axilares permanecem inativas durante certo período, denominado dormência após o qual podem entrar em atividade, originando ramos laterais.

Tipos de caules

Troncos são caules robustos, desenvolvidos na parte inferior e ramificados no ápice. São encontrados na maioria das árvores e arbustos do grupo das dicotiledôneas.



Estipes são caules geralmente não ramificados, que apresentam em seu ápice um tufo de folhas. São típicos das palmeiras.



Colmos são caules não-ramificados que se distinguem dos estipes por apresentarem, em toda a sua extensão, divisão nítida em gomos. Os gomos dos colmos podem ser ocos como no bambu, ou cheios como no milho ou na cana-de-açúcar.



Caules trepadores estão presentes em plantas trepadeiras e crescem enrolados sobre diversos tipos de suporte. Esse tipo de caule representa uma adaptação à obtenção de locais mais iluminados, em que há mais luz para a fotossíntese.



Estolão ou estolho é um tipo de caule que cresce paralelamente ao chão, produzindo gemas de espaço em espaço. Essas gema podem formar raízes e folhas e originar novas plantas.



Rizomas são caules subterrâneos que acumulam substâncias nutritivas. Em alguns rizomas ocorre acúmulo de material nutritivo em certas regiões, formando tubérculos. Rizomas podem ser distinguidos de raízes pelo fato de apresentarem gemas laterais. O gengibre, usado como tempero na cozinha oriental, é um caule tipo rizoma.

Na **bananeira**, o caule é um rizoma e a parte aérea é constituída exclusivamente por folhas. Um única vez na vida de uma bananeira um ramo caulinar cresce para fora do solo, dentro do conjunto de folhas, e forma em seu ápice uma inflorescência que se transforma em um cacho com várias pencas de bananas.

A **batata-inglesa** possui um caule subterrâneo que forma tubérculos, as batatas, um dos alimentos mais consumidos no mundo.



Bulbos são estruturas complexas formadas pelo caule e por folhas modificadas. Os bulbos costumam ser classificados em três tipos: tunicado, escamoso e cheio.

O exemplo clássico de bulbo tunicado é a cebola, cuja porção central, chamada prato, é pouco desenvolvida. Da parte superior do prato partem folhas modificadas, muito ricas em substâncias nutritivas: são os catafilos, que formam a cabeça da cebola. Da porção inferior do prato partem as raízes.

O bulbo escamoso difere do tunicado pelo fato dos catafilos se disporem como escamas parcialmente sobrepostas. Esse tipo de bulbo é encontrado no lírio.

No caso do bulbo cheio, as escamas são menos numerosas e revestem o bulbo como se fosse uma casca. Bulbos cheios estão presentes na palma.



Cladódios são caules modificados, adaptados à realização de fotossíntese. As plantas que os possuem perderam as folhas no curso da evolução, geralmente como adaptação a regiões de clima seco. A ausência de folhas permite à planta economizar parte da água que será perdida por evaporação.



Gavinhas são ramos modificados que servem para a fixação de plantas trepadeiras. Ao encontrar um substrato adequado as gavinhas crescem enrolando-se sobre ele.

Espinhos são ramos curtos, resistentes e com ponta afiada, cuja função é proteger a planta, afastando dela animais que poderiam danificá-la. Os espinhos tanto podem surgir por modificações de folhas, como nas cactáceas, como se originar do caule. Nesse caso forma-se nas axilas das folhas, a partir de uma gema axilar, como ocorre nos limoeiros e laranjeiras.

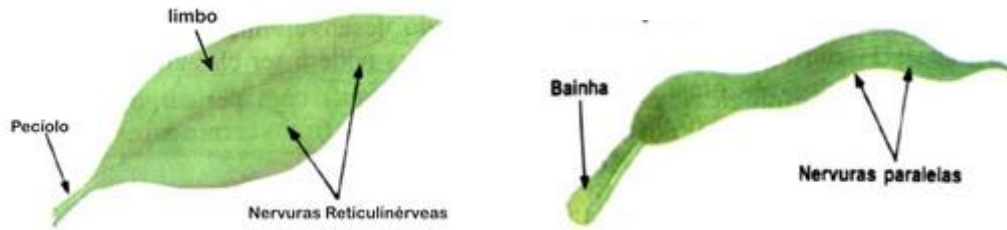
Nas roseiras não há espinhos verdadeiros e sim acúleos, estruturas afiadas originadas da epiderme, o que explica serem facilmente destacáveis da planta, ao contrário dos espinhos.



A folha: local da fotossíntese

De formato extremamente variável, uma folha completa é formada por um “cabinho”, o **pecíolo**, e uma superfície achatada dotada de duas faces, o **limbo** percorrido pelas **nervuras**. A principal função da folha é servir como local em que é realizada a fotossíntese. Em algumas plantas, existem folhas modificadas e que exercem funções especializadas, como as folhas aprisionadoras de insetos das plantas insetívoras, e os espinhos dos cactos.

Uma folha é sempre originada a partir de um **gema lateral** do caule. Existem dois tipos básicos de folhas quanto ao tipo de nervura que apresentam: as **paralelinérveas**, típicas das monocotiledôneas, e as **reticulínérveas**, comuns em eudicotiledôneas.



Eudicotiledôneas são uma das duas principais classes de angiospermas; inicialmente contidas dentro do grupo das dicotiledôneas, que foi desmembrado por não ser monofilético. O prefixo *eu* significa *verdadeiro*, portanto este termo designaria as plantas que realmente apresentam **dois cotilédones**. Esse grupo difere-se do antigo dicotiledônea por apresentar somente plantas que apresentem grão de pólen triaperturado, característica derivada de um ancestral comum, que torna o grupo monofilético

Algumas estruturas foliares especiais

Em algumas plantas, principalmente monocotiledôneas, não há um tecido propriamente dito, mas um estrutura conhecida pelo nome de **bainha**, que serve de elemento de ligação da folha à planta. É o caso, por exemplo, da folha de milho. Já em eudicotiledôneas, próximas aos pecíolos existem estruturas de formatos diversos – podem ser pontiagudas, laminares ou com a forma de espinhos – conhecidas por **estípulas**.



O formato e a cor das folhas são muito variáveis e algumas delas chamam a atenção por sua estrutura peculiar. É o caso por exemplo, das **folhas modificadas presentes em plantas carnívoras**, cuja adaptação auxilia na captura de insetos. Também é especialmente interessante a coloração de certas **brácteas**, pequenas folhas modificadas na base das flores, apresentam: de tão coloridas, elas atuam como importante elemento para **atração dos insetos**.



Dionaea Muscipula- Planta carnívora

Plantas decíduas e abscisão foliar



Em muitas espécies de angiospermas, principalmente nas adaptadas a regiões temperadas, as folhas caem no outono e renascem na primavera. Plantas que perdem as folhas em determinada estação do ano são chamadas **decíduas** ou **caducifólias**. Plantas que não perdem as folhas são chamadas de **perenes**.

A queda das folhas no outono é interpretada como uma **adaptação ao frio intenso e à neve**. Em vez de ter as folhas lesadas pelo frio do inverno, a planta as derruba “deliberadamente” no outono, em um processo por ela controlado.

A queda das folhas ocorre por meio de um processo chamado **abscisão foliar**. Inicialmente forma-se um tecido cicatricial na região do pecíolo que une a folha ao caule, o tecido de abscisão, que interrompe gradativamente a passagem de água e nutrientes minerais do caule para a folha. A planta, assim, perde as folhas com o mínimo de prejuízo e reduz a atividade metabólica durante todo o inverno. Na primavera, surgem novos primórdios foliares junto às gemas dormentes, que logo se desenvolvem em folhas.

Classificação das folhas

As folhas podem ser classificadas de diversas maneiras: **de acordo com a sua disposição no caule, a forma do limbo, a forma da borda etc.**

Filotaxia

Filotaxia é o modo como as folhas estão arranjadas no caule. Existem três tipos básicos de filotaxia: oposta, verticilada e alternada.

A filotaxia é oposta quando existem duas folhas por nó, inseridas em regiões opostas. Quando três ou mais folhas inserem-se no mesmo nó, a filotaxia é chamada verticilada. Quando as folhas se inserem em regiões ligeiramente deslocadas entre si, em nós sucessivos, descrevendo uma hélice, a filotaxia é chamada alternada.



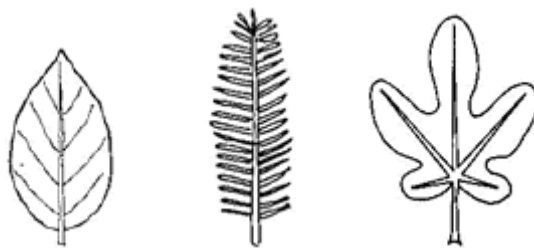
Folha oposta



Folha verticilada

Tipos de limbo

O limbo pode ser **simples** (não-dividido) ou **composto**, dividido em dois, três ou mais folíolos. Caso os folíolos de um limbo composto partam todos de um mesmo ponto do pecíolo, dispendo-se como os dedos de uma mão, a folha é chamada de **palmada**.



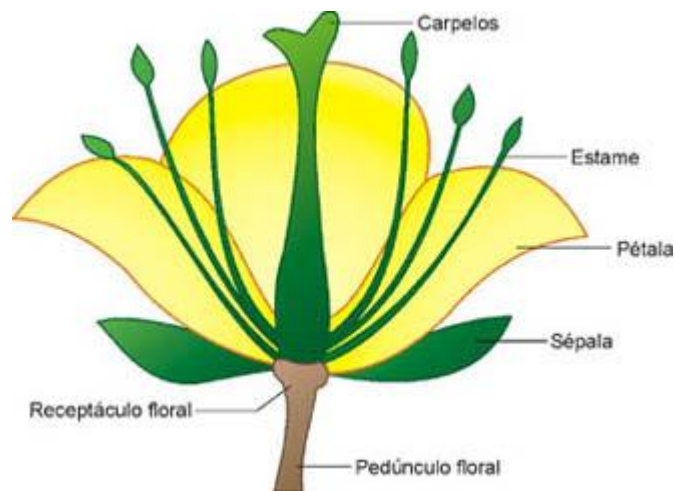
Quando os folíolos se dispõem ao longo do pecíolo, a folha é chamada de **penada**. As folhas penadas podem terminar em um único folíolo, sendo chamadas **imparipenadas**, ou em dois folíolos, sendo chamadas **paripenadas**.

A forma e o tipo de borda do limbo são outras características utilizadas na classificação de folhas.

Flor

A flor é o órgão reprodutivo das plantas angiospermas. Flores que apresentam órgãos reprodutores de ambos os sexos, masculino e feminino, são chamadas de **hermafroditas (ou monóica)**. Já as flores que apresentam órgãos reprodutores de apenas um dos sexos (masculino ou feminino) são chamadas de **dióica**.

Uma flor hermafrodita é geralmente constituída por quatro conjuntos de folhas modificadas, os verticilos florais. Os verticilos se inserem em um ramo especializado, denominado receptáculo floral. Os quatro verticilos florais são o **cálice**, constituído pelas sépalas, a **corola**, constituída pelas pétalas, o **androceu**, constituído pelos estames, e o **gineceu**, constituído pelos carpelos.

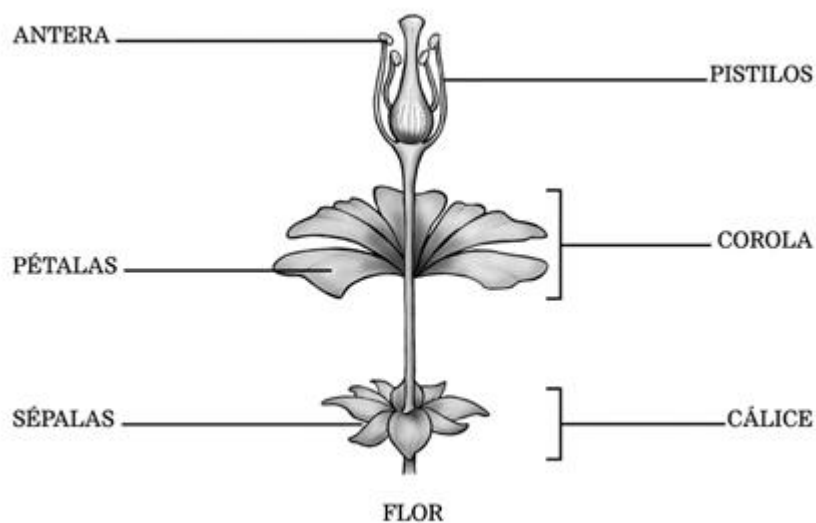


Flores completas e incompletas

Uma flor que apresenta os quatro verticilos florais, ou seja, cálice, corola, androceu e gineceu, é uma flor completa. Quando falta um ou mais desses componentes a flor é chamada incompleta.

Cálice, corola e perianto

As sépalas são geralmente verdes e lembram folhas. São as partes mais externas da flor e a sua função é cobrir e proteger o botão floral antes dele se abrir. **O conjunto de sépalas forma o cálice floral.** Pétalas são estruturas geralmente coloridas e delicadas e se localizam internamente às sépalas. **O conjunto de pétalas forma a corola.**

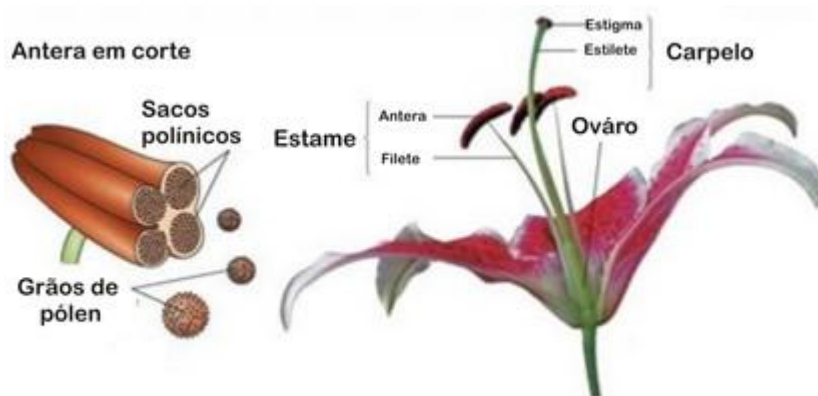
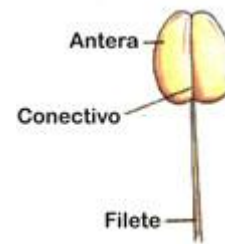


O conjunto formado pelos dois verticilos florais mais externos, o cálice e a corola, é denominado **perianto** (do grego *Peri*, em torno, e *anthos*, flor).

Estames

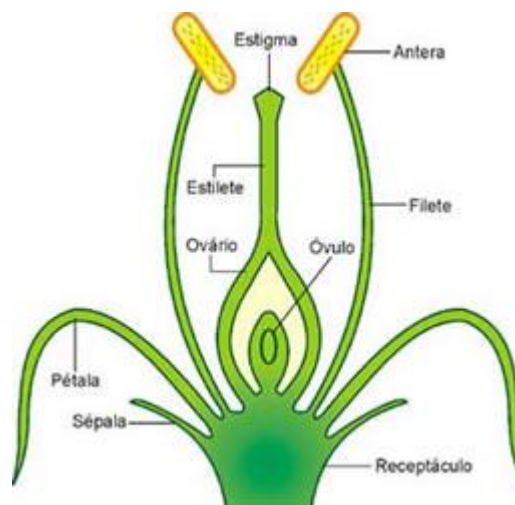
Estames são folhas modificadas, onde se formam os gametas masculinos da flor. O conjunto de estames forma o **androceu** (do grego *andros*, homem, masculino). Um estame geralmente apresenta uma parte alongada, o **filete**, e uma parte terminal dilatada, a **antera**.

O interior da antera é geralmente dividido em quatro cavidades, dentro das quais se formam os grãos de pólen. No interior de cada grão de pólen forma-se dois gametas masculinos, denominados **núcleos espermáticos**. Quando a flor está madura, as anteras se abrem e libertam os grãos de pólen.



Carpelos

Carpelos são folhas modificadas, em que se formam os gametas femininos da flor. Um ou mais carpelos formam uma estrutura em forma de vaso, o **pistilo**. Este apresenta uma região basal dilatada, o **ovário**, do qual parte um tubo, o estilete, que termina em uma região dilatada, o **estigma**. O conjunto de pistilos de uma flor constitui o **gineceu** (do grego *gynkos*, mulher, feminino).



O pistilo pode ser constituído por um, dois ou mais carpelos, dependendo do tipo de flor. Em geral, o número de câmaras internas que o ovário apresenta corresponde ao número de carpelos que se fundiram para formá-lo. No interior do ovário formam-se um ou mais **óvulos**.

Os óvulos vegetais são estruturas complexas, constituídas por muitas células. Nisso os óvulos vegetais diferem dos óvulos animais, que são estruturas unicelulares. No interior de cada óvulo vegetal se encontra uma célula especializada, a **oosfera**, que é o gameta feminino propriamente dito.

Diagramas florais

O número dos tipos de peças florais estudadas é variável de flor para flor e pode ser representado esquematicamente por um diagrama. Cada tipo pode ser representado por 3, 4 ou 5 peças ou múltiplos desses números. Na flor do hibisco, por exemplo, uma planta comum em jardins, há 5 sépalas, 5 pétalas, um número múltiplo de 5 estames e um pistilo cujo ovário é dividido em 5 lojas.

Inflorescências

Em algumas plantas muitas flores se agrupam em um mesmo ramo, formando conjuntos denominados inflorescências.



Formação dos frutos e das sementes

Para que servem as flores?

Após a polinização e a fecundação, a flor sofre uma modificação extraordinária. De todos os componentes que foram vistos anteriormente, acabam sobrando apenas o pedúnculo e o ovário. Todo o restante degenera. O ovário sofre uma grande modificação, se desenvolve e agora dizemos que virou fruto. Em seu interior os óvulos viram sementes.

Assim, a grande novidade das angiospermas, em termos de reprodução, é a presença dos frutos. Todos os componentes da flor que estudamos participa do processo reprodutivo que culminará na produção de sementes dentro do fruto. Em toda a angiosperma é assim, mas deve-se se lembrar que existe variações: há diferentes formatos de frutos e diferentes quantidades ou até mesmo nenhuma semente. Quando a planta tem inflorescências para a reprodução, os frutos formados também ficarão reunidos e constituirão as infrutescências. É o caso do cacho de uvas, da amora, da jaca e da espiga de milho.

Como ocorre a formação dos frutos

Polinização e fecundação

Polinização é o transporte dos grãos de pólen das anteras, onde eles se formam, até o estigma, geralmente de uma outra flor. A polinização é o primeiro passo para a aproximação dos gametas femininos e masculinos, essencial para que a fecundação ocorra. O transporte do pólen, até o estigma é feito por **agentes polinizadores**, que podem ser o vento, os insetos ou os pássaros.

Anemofilia

A **polinização pelo vento** é chamada de anemofilia (do grego *anemos*, vento). Há diversas adaptações que favorecem esse tipo de polinização. As flores de plantas anemófilas geralmente tem estigmas plumosos, que oferecem maior superfície para receber os grãos de pólen. Suas anteras geralmente possuem filetes longos e flexíveis que oscilam ao vento, o que facilita a dispersão do pólen. Além disso, as plantas anemófilas costumam produzir grande quantidade de grãos de pólen, o que aumenta as chances de polinização.

Entomofilia e ornitofilia

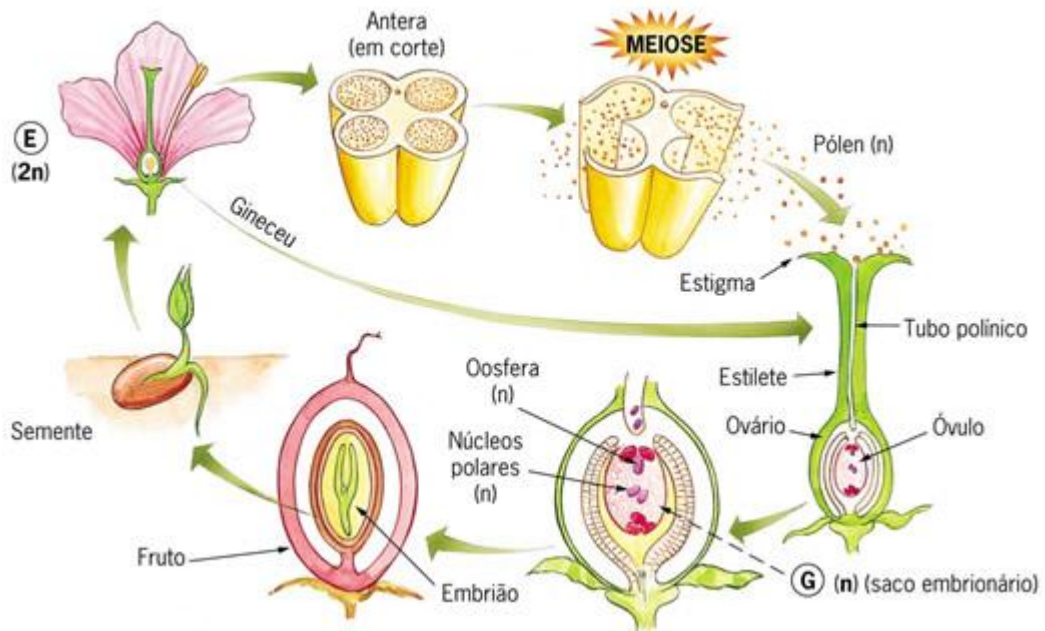
A polinização por insetos é chamada entomofilia (do grego *entomos*, inseto) e a polinização por aves, ornitofilia (do grego *ornithos*, aves). As flores polinizadas por animais geralmente possuem características que atraem os polinizadores, tais como corola vistosa, glândulas odoríferas e produtoras de substâncias açucaradas (néctar). Existem até mesmo flores que produzem dois tipos de estames, um com grãos de pólen férteis mas pouco atraentes e outro com pólen atraente e comestível. O animal à procura do pólen comestível, se impregna com o pólen fértil, transportando-o de uma flor para a outra.



Fecundação

Um grão de pólen, ao atingir o estigma de uma flor de mesma espécie, é estimulado a se desenvolver por substâncias indutoras presentes no estigma. O pólen forma um longo tubo, o tubo polínico, que cresce pistilo adentro até atingir o óvulo. Este possui um pequeno orifício nos tegumentos, denominado micrópila, por onde o tubo polínico penetra. Pelo interior do tubo polínico deslocam-se duas células haplóides, os núcleos espermáticos, que são os gametas masculinos.

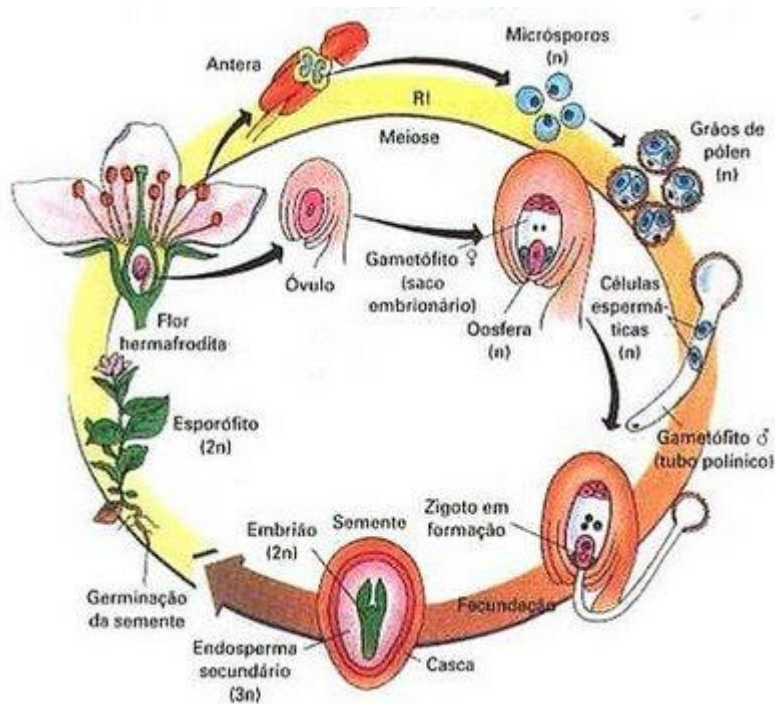
No interior do óvulo há uma célula haplóide especial, a oosfera, que corresponde ao gameta feminino. A oosfera situa-se em posição estratégica dentro do óvulo, bem junto a pequena abertura denominada micrópila. O tubo polínico atinge exatamente a micrópila ovular e um dos dois núcleos espermáticos do pólen fecunda a oosfera, originando o zigoto. Este dará origem ao embrião.



O outro núcleo espermático se une a dois núcleos polares presentes no interior do óvulo, originando um tecido triploide, o endosperma, que nutrirá o embrião.

O óvulo fecundado se transforma na semente, que contém um pequeno embrião em repouso em seu interior.

Veja com mais detalhes!



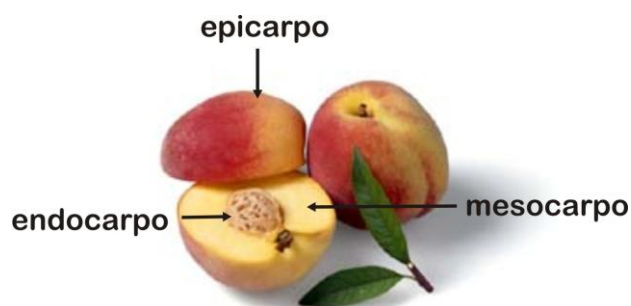
Frutos e sementes

Os **frutos surgem do desenvolvimento dos ovários**, geralmente após a fecundação dos óvulos. Em geral, a transformação do ovário em fruta é induzida por hormônios liberados pelos embriões em desenvolvimento. Existem casos, porém, em que ocorre a formação de frutos sem que tenha havido polinização.

Partes do fruto

Um fruto é constituído por duas partes principais: o pericarpo, resultante do desenvolvimento das paredes do ovário, e as sementes, resultantes do desenvolvimento dos óvulos fecundados.

O pericarpo compõe-se de três camadas: epicarpo (camada mais externa), mesocarpo (camada intermediária) e endocarpo (camada mais interna). Em geral o mesocarpo é a parte do fruto que mais se desenvolve, sintetizando e acumulando substâncias nutritivas, principalmente açúcares.



Classificação dos frutos

Diversas características são utilizadas para se classificar os frutos, entre elas o tipo de pericarpo, se o fruto abre-se ou não espontaneamente para liberar as sementes, etc.

Frutos que apresentam pericarpo suculento são denominados carnosos e podem ser do tipo baga, quando se originam de ovários uni ou multicarpelares com sementes livres (ex.: tomate, abóbora, uva e laranja), ou do tipo drupa, quando se originam de ovários unicarpelares, com sementes aderidas ao endocarpo duro (ex.: azeitona, pêsego, ameixa e amêndoa).

Frutos que apresentam endocarpo não suculento são chamados de secos e podem ser deiscentes, quando se abrem ao amadurecer, liberando suas sementes, ou indeiscentes, quando não se abrem ao se tornar maduros.

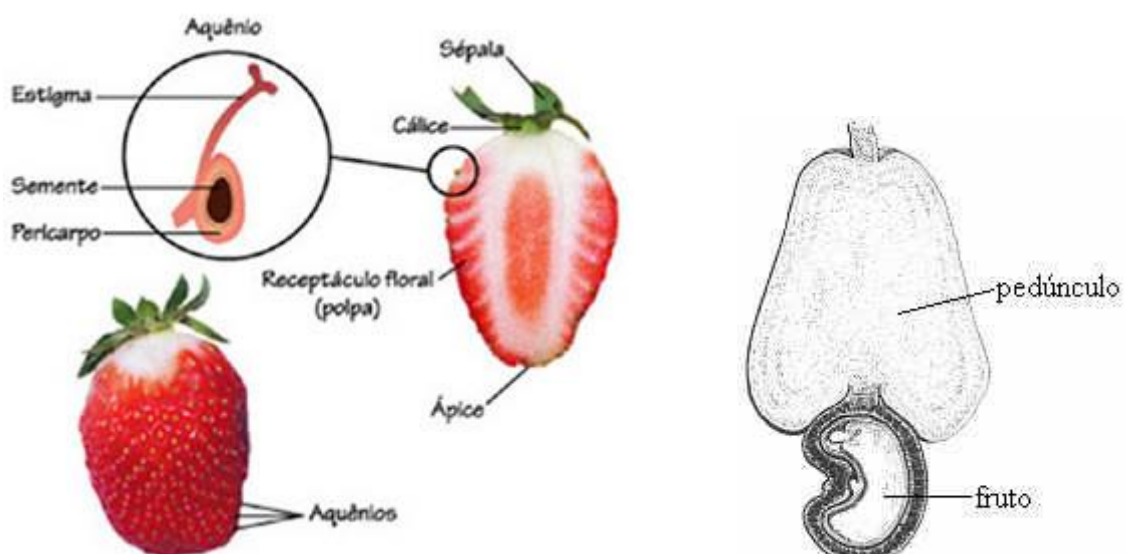
Os frutos podem ser classificados de acordo com o tipo de pericarpo que apresentam:	De acordo com a sua deiscência os frutos podem ser: www.sobiologia.com.br	Os frutos podem ser classificados de acordo com o número de sementes que apresentam:
Frutos secos Pericarpos pobres em água, sem substâncias nutritivas encontradas geralmente acumuladas na semente. Ex.:ervilha, castanha...	Frutos deiscentes O pericarpo abre quando o fruto está maduro, permitindo a saída das sementes. Ex.:ervilha...	Frutos monospérmicos Quando possuem apenas uma semente. Ex.:pessego, abacate...
		
Frutos Carnosos Pericarpos ricos em água, e em substâncias nutritivas constituindo, geralmente o mesocarpo Ex. : maçã, limão...	Frutos indeiscentes O pericarpo não abre, não permitindo a saída das sementes. Ex.: laranja, maçã...	Frutos polispérmicos Quando possuem mais de uma semente. Ex.:laranja, melão...
		

A diferença de fruta e fruto

O que se conhece popularmente por “**frutas**” não tem significado botânico. Fruta é aquilo que tem sabor agradável, às vezes azedo, às vezes doce. É o caso da laranja, pêssego, caju, banana, pêra, maçã, morango, amora. Note que nem toda fruta é fruto verdadeiro. Já o tomate, a berinjela, o jiló e a abobrinha, entre outros, são frutos verdadeiros, mas não são frutas...

Pseudofrutos e frutos partenocárpicos

Nos **pseudofrutos a porção comestível não corresponde ao ovário desenvolvido**. No caju, ocorre hipertrofia do pedúnculo floral. Na maçã, na pêra e no morango, é o receptáculo floral que se desenvolve.



Assim, ao comer a polpa de um abacate ou de uma manga você está se alimentando do fruto verdadeiro. No entanto, ao saborear um caju ou uma maçã, você está mastigando o pseudofruto. No caso da banana e da laranja de umbigo (baiana), o fruto é **partenocárpico**, corresponde ao ovário desenvolvido sem fecundação, logo, sem sementes.

Origem e estrutura da semente

A **semente** é o óvulo modificado e desenvolvido. Toda a semente possui um envoltório, mais ou menos rígido, um embrião inativo da futura planta e um material de reserva alimentar chamado **endosperma** ou albúmen.

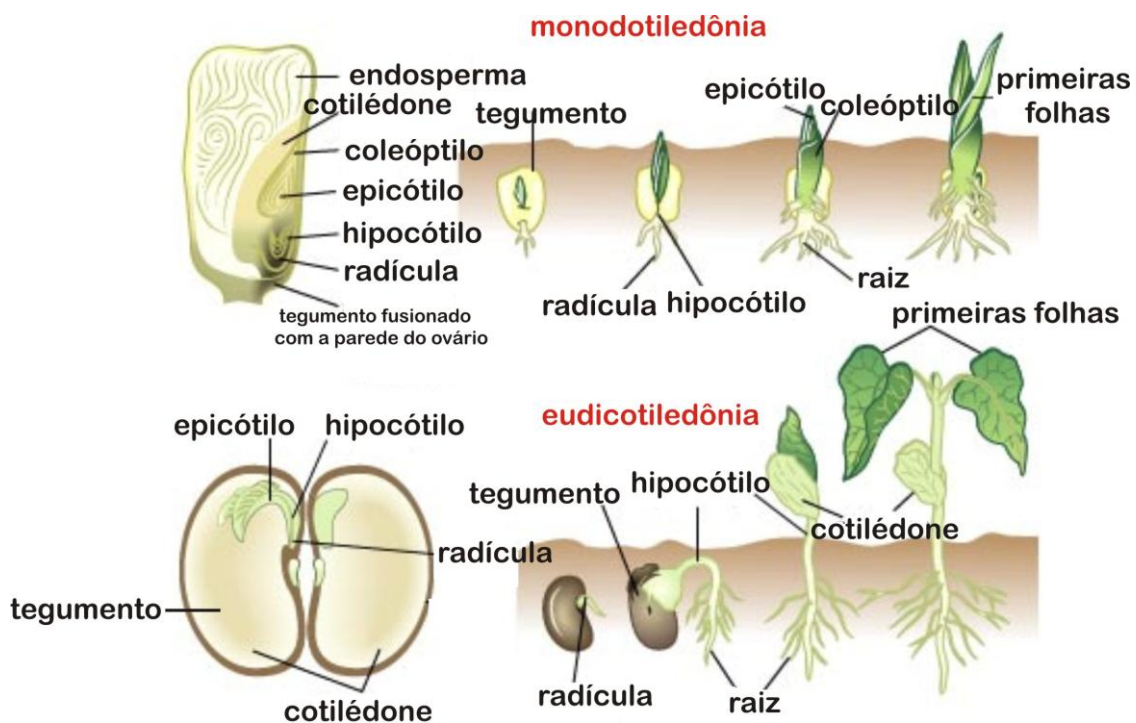
Em condições ambientais favoráveis, principalmente de umidade, ocorre a hidratação da semente e pode ser iniciada a germinação.

Os cotilédones

Todo o embrião contido em uma semente de angiosperma é um eixo formado por duas extremidades:

- A **radícula**, que é a primeira estrutura a emergir, quando o embrião germina;
- O **caulículo**, responsável pela formação das primeiras folhas embrionárias.

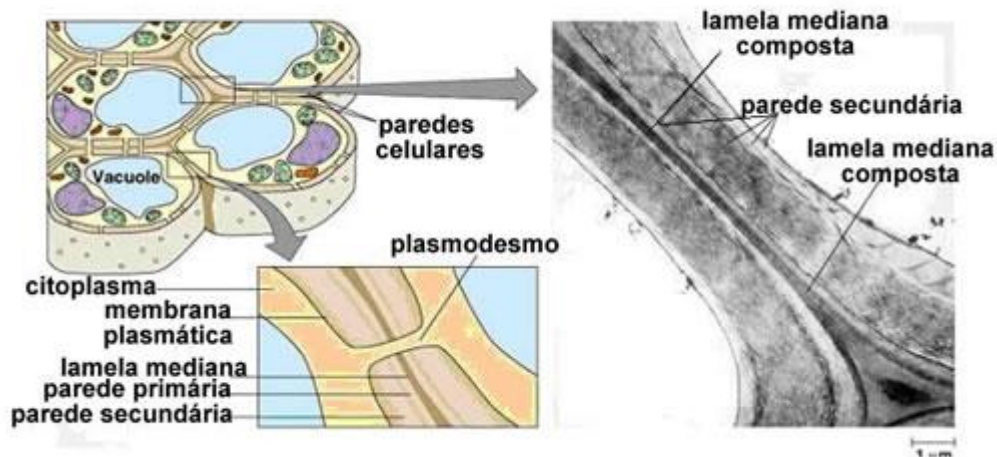
Uma “folha” embrionária merece especial atenção. É o cotilédone. Algumas angiospermas possuem dois cotilédones, outras possuem apenas um. Plantas que possuem dois cotilédones, são chamadas de eudicotiledôneas e plantas que possuem um cotilédone são chamadas de monocotiledôneas. Os cotilédones inserem-se no caulículo, que dará origem ao caule.



A célula vegetal

A compreensão da anatomia e da fisiologia das plantas depende, fundamentalmente, do conhecimento sobre a organização e o funcionamento de suas células.

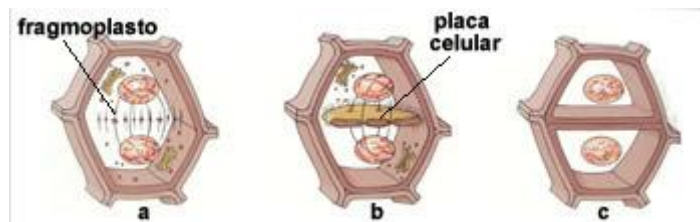
As células das plantas vegetais apresentam pelo menos duas características que permitem distingui-las claramente das células animais: **possuem um envoltório externo rígido, a parede celular**, e um orgânulo citoplasmático responsável pela fotossíntese, **o plasto**. Além disso, quando adultas, a maioria das células vegetais possui uma grande bolsa membranosa na região central do citoplasma, o **vacúolo central**, que acumula uma substância aquosa de sais e açúcares.



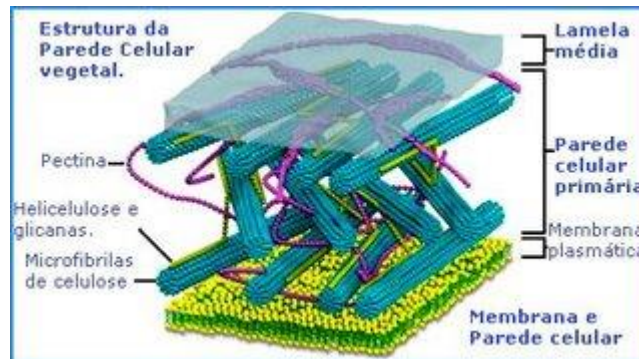
Parede da célula vegetal

A parede celular começa a se formar ainda na **telófase** da mitose que dá origem à célula vegetal. Bolsas membranosas oriundas do aparelho de Golgi, repletas de substâncias gelatinosas denominadas **pectinas**, acumulam-se na região central da célula em divisão e se fundem, originando uma placa chamada **fragmoplasto**.

Enquanto a telófase avança, o fragmoplasto vai crescendo pela fusão de bolsas de pectina em suas bordas. Durante esse crescimento centrífugo (isto é, do centro para fora), forma-se poros no fragmoplasto, por onde passa fios de hialoplasma, que põe em comunicação os conteúdos das futuras células vizinhas. Essas pontes hialoplasmáticas são os **plasmodesmos** (do grego *plasma*, líquido, relativo ao citoplasma, e *desmos*, ponte, união).

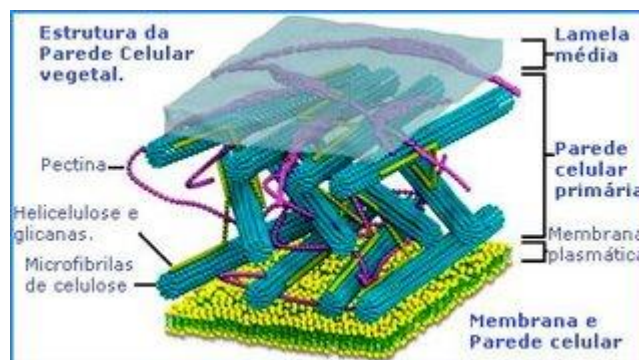


O fragmoplasto atua como uma espécie de “forma” para a construção das paredes celulósicas. Cada célula irmã-secreta celulose sobre o fragmoplasto e vai construindo, de seu lado, uma parede celulósica própria. A camada de pectinas, que foi a primeira separação entre as células-irmãs, atua agora como um cimento intercelular, passando a se chamar **lamela média**.



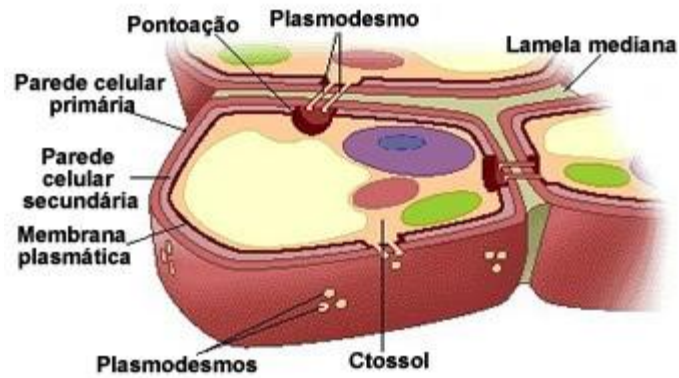
Estrutura da parede celular vegetal

A parede da célula vegetal é constituída por longas e resistentes microfibrilas de **celulose**. Uma microfibrila reúne entre sessenta e setenta moléculas de celulose, cada qual, constituída, por sua vez, por quinhentas moléculas de **glicose** encadeadas linearmente. As microfibrilas de celulose mantêm-se unidas por uma matriz formada por **glicoproteínas** (proteínas ligadas á açucars) e por dois polissacarídeos, **hemicelulose** e **pectina**. Esta estruturação molecular lembra o concreto armado, onde longas e resistentes varetas de ferro, correspondentes as microfibrilas celulósicas, ficam mergulhadas em uma argamassa de cimento e pedras, correspondente à matriz de glicoproteínas, hemicelulose e pectina.

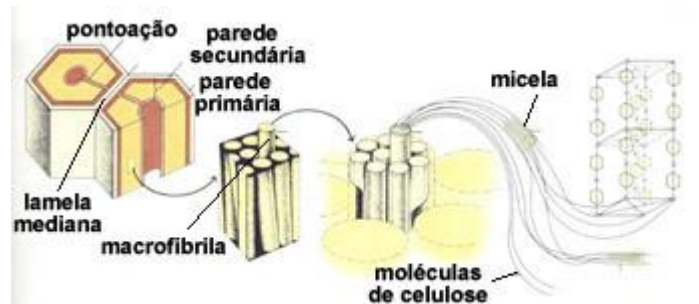


Paredes primárias e secundárias

A parede celulósica secretada logo após a divisão celular é a parede primária. Essa parede é elástica e acompanha o crescimento celular. Depois que a célula atingiu o seu tamanho e forma definitivos, ela secreta uma nova parede internamente à parede primária. Essa é a parede secundária.



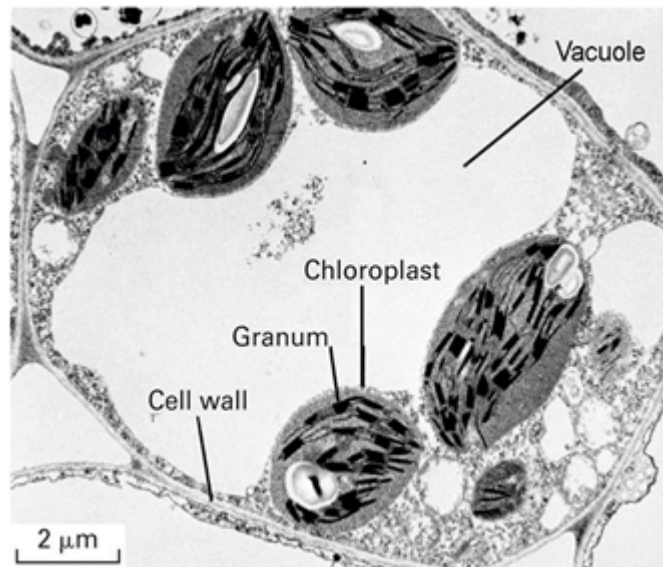
As especializações das células das plantas estão sempre associadas à estrutura das paredes celulares. Nos diferentes tecidos vegetais as células têm paredes de diferentes espessuras, organização e composição química, que determinam não só a forma como também as funções das células.



Conteúdo celular - principais organelas

Vacúolo

Delimitado por uma membrana denominada **tonoplasto**. Contém água, açúcares, proteínas; pode-se encontrar ainda compostos fenólicos, pigmentos como betalaínas, antocianinas cristais de oxalato de cálcio (drusas, estilóides, cristais prismáticos, rafídios, etc.). Muitas das substâncias estão dissolvidas, constituindo o suco celular, cujo pH é geralmente ácido, pela atividade de uma **bomba de próton** no tonoplasto. Em células especializadas pode ocorrer um único vacúolo, originado a partir da união de pequenos vacúolos de uma antiga célula meristemática (célula-tronco); em células parenquimáticas o vacúolo chega a ocupar 90% do espaço celular.



Funções: Ativo em processos metabólicos, como:

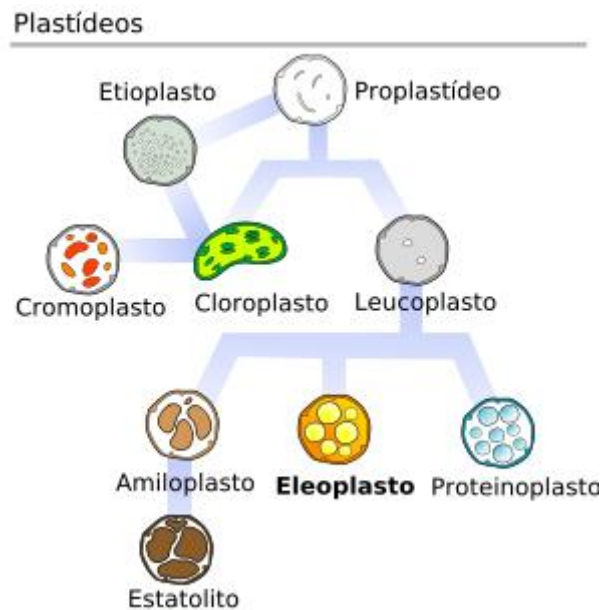
- **armazenamento de substâncias** (vacúolos pequenos - acúmulo de proteínas, íons e outros metabólitos). Um exemplo são os microvacúolos do endosperma da semente de mamona (*Ricinus communis*), que contêm grãos de aleurona;
- **processo lisossômico** (através de enzimas digestivas, existentes principalmente nos vacúolos centrais e bem desenvolvidos, cujo tonoplasto sofre invaginações para englobar material citoplasmático contendo organelas (a autofagia ocorre em células jovens ou durante a senescência). Se originam a partir do sistema de membranas do complexo golgiense. Seu tamanho aumenta à medida que o tonoplasto incorpora vesículas derivadas do complexo de Golgi.

Plastos

Organelas formadas por um **envelope de duas membranas unitárias** contendo internamente uma matriz ou estroma, onde se situa um sistema de membranas saculiformes achatadas, os tilacóides. Originam-se dos plastídios e **contêm DNA e ribossomos**.

São divididos em três grandes grupos:

- **cloroplasto**;
- **cromoplasto** e
- **leucoplasto**; estes, por sua vez, originam-se de estruturas muito pequenas, os proplastídios (que normalmente já ocorrem na oosfera, no saco embrionário e nos sistemas meristemáticos). Quando os proplastídios se desenvolvem na ausência de luz, apresentam um sistema especial, derivado da membrana interna, originando tubos que se fundem e formam o corpo prolamelar. Esses plastos são chamados estioloplastos.



Cloroplastos: Seu genoma codifica algumas proteínas específicas dessas organelas; contêm clorofila e estão associados à fase luminosa da fotossíntese, sendo mais diferenciados nas folhas. Seu sistema de tilacóides é formado por pilhas de membranas em forma de discos, chamado de granus; é nesse sistema que se encontra a clorofila. Na matriz ocorrem as reações de fixação de gás carbônico para a produção de carboidratos, além de aminoácidos, ácidos graxos e orgânicos. Pode haver formação de amido e lipídios, estes últimos em forma de glóbulos (plastoglóbulos).

Cromoplastos: Portam pigmentos carotenóides (geralmente amarelos, alaranjados ou avermelhados); são encontrados em estruturas coloridas como pétalas, frutos e algumas raízes. Surgem a partir dos cloroplastos.

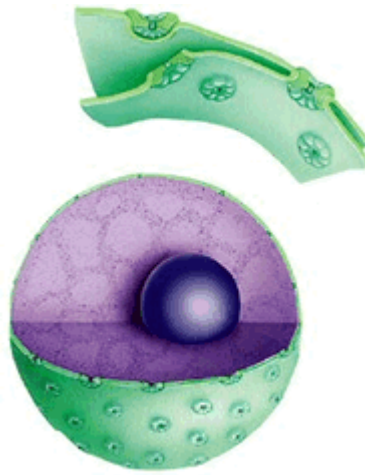
Leucoplastos: Sem pigmentos; podem armazenar várias substâncias:

- amiloplastos: armazenam amido. Ex.: em tubérculos de batatinha inglesa (*Solanum tuberosum*).
- proteinoplastos: armazenam proteínas.
- elaioplastos: armazenam lipídios. Ex.: abacate (*Persea americana*).

Conteúdo celular - organelas em comum com células animais

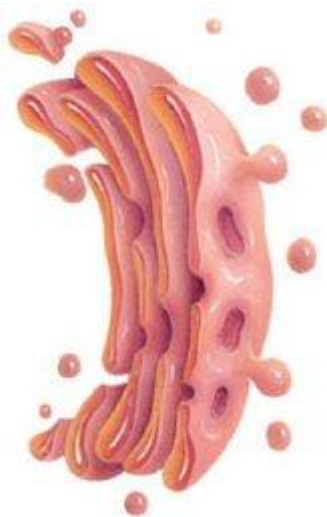
Núcleo

Importante organela existente nas células eucariontes, constitui-se de duas membranas com um espaço entre si e contendo poros. Possui duas funções básicas: **regular as reações químicas que ocorrem dentro da célula**, e **armazenar as informações genéticas da célula**. Em seu interior distinguem-se o **nucléolo** e a **cromatina**. Durante a divisão celular, a cromatina se condensa em estruturas com formas de bastão, os **cromossomos**.



Sistema Golgiense (complexo de Golgi)

É constituído de várias unidades menores, os **dictiossomos**. Cada dictiossomo é composto por uma pilha de cinco ou mais sacos achatados, de dupla membrana lipoprotéica. Nas bordas dos sacos podem ser observadas vesículas em processo de brotamento. Está relacionado aos processos de secreção, incluindo a secreção da primeira parede que separa duas células vegetais em divisão.

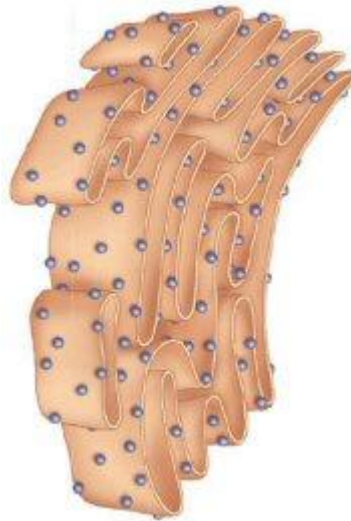


Ribossomos

Estruturas constituídas de **RNA e proteínas**; podem estar livres no hialoplasma ou presos entre si por uma fita de RNA (polissomos) e, nesse caso, juntam os aminoácidos do citoplasma para formar cadeias de proteínas.

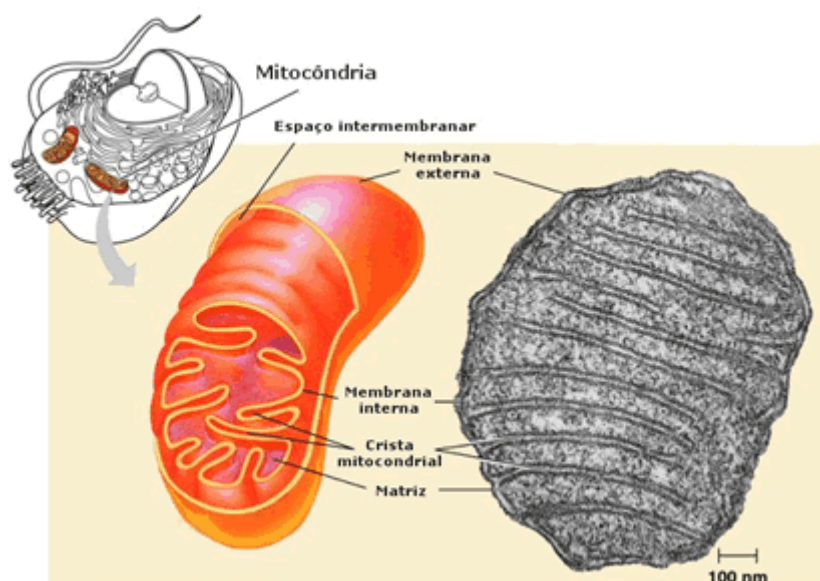
Retículo endoplasmático

Constituído de um sistema de **duplas membranas lipoproteicas**. O retículo endoplasmático liso, é constituído por duas membranas e o retículo endoplasmático rugoso possui ribossomos aderidos do lado externo aderidos ao lado externo. O retículo liso facilita reações enzimáticas, já que as enzimas se aderem à sua membrana, **sintetiza lipídios** (triglicerídeos, fosfolipídios e esteróides), **regula a pressão osmótica** (armazenando substâncias em sua cavidade), atua no transporte de substâncias (comunicando-se com a carioteca e com a membrana celular). o retículo rugoso além de desempenhar todas as funções do retículo liso ele ainda sintetiza proteínas, devido a presença de ribossomos.



Mitocôndrias

Organelas constituídas de duas membranas; a interna sofre invaginações, formando **cristas mitocondriais** que aumentam a superfície de absorção de substâncias existentes na matriz mitocondrial. O papel da mitocôndria é a liberação de energia para o trabalho celular.



Peroxisomos

Estruturas com membrana bi-lipídica - **contêm enzimas que auxiliam no metabolismo lipídico**; participa do processo de fotorespiração, efetuando a oxidação do glicerato em glicolato, que é transaminado em glicina.

Substâncias ergásticas

Produtos do metabolismo celular. Podem ser material de reserva ou produtos descartados pelo metabolismo da célula. Encontradas na parede celular e nos vacúolos, além de outros componentes protoplasmáticos. As mais conhecidas são: amido, celulose, corpos de proteína, lipídios, cristais de oxalato de cálcio (drusas, ráfides, etc.), cristais de carbonato de cálcio (cistólitos) e de sílica (estruturas retangulares, cônicas, etc.).

Também são ergásticas as substâncias fenólicas, resinas, gomas, borracha e alcalóides. Muitas vezes as células que contêm essas substâncias são diferentes morfo e fisiologicamente das demais, sendo denominadas idioblastos.

Tecidos vegetais

Um violento temporal, uma seca prolongada, um animal herbívoro ou qualquer outro agente agressivo do meio, têm que ser enfrentados pela planta imóvel, ao contrário de um animal, que pode se refugiar em lugar seguro até que as condições ambientais se normalizem.

Os tecidos protetores, ou de revestimento, de uma traqueófito são a epiderme e o súber. A eficiência deles pode garantir a proteção da planta contra diversos agentes agressivos do meio.

O súber

É um tecido de revestimento existente em raízes e troncos – portanto em plantas arborescentes adultas, espesso, formado por várias camadas de células mortas. A morte celular, nesse caso é devida a impregnação de grossas camadas de **suberina** (um material lipídico) nas paredes da célula que fica, assim, oca. Como armazena ar, o súber funciona como um excelente isolante térmico, além de exercer, é claro, um eficiente papel protetor.



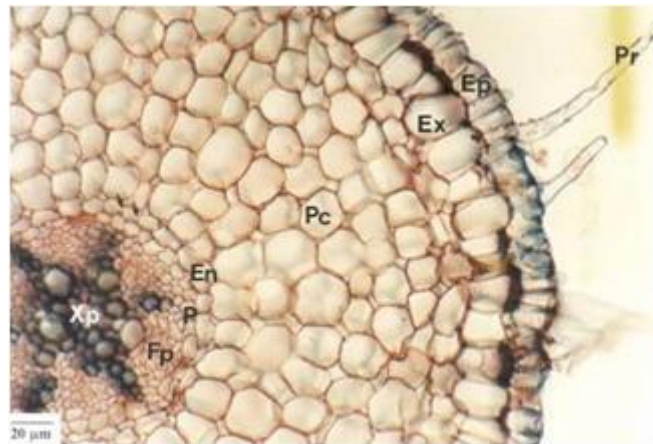
Ritidoma

O tronco de uma árvore periodicamente cresce em espessura. Esse crescimento força a ruptura do súber que racha em muitos pontos e acaba se destacando, juntamente com outros tecidos. Antes, porém, a árvore elabora novo súber que substituirá o que vai cair. A este material periodicamente destacado dá-se o nome de **ritidoma**.

A epiderme

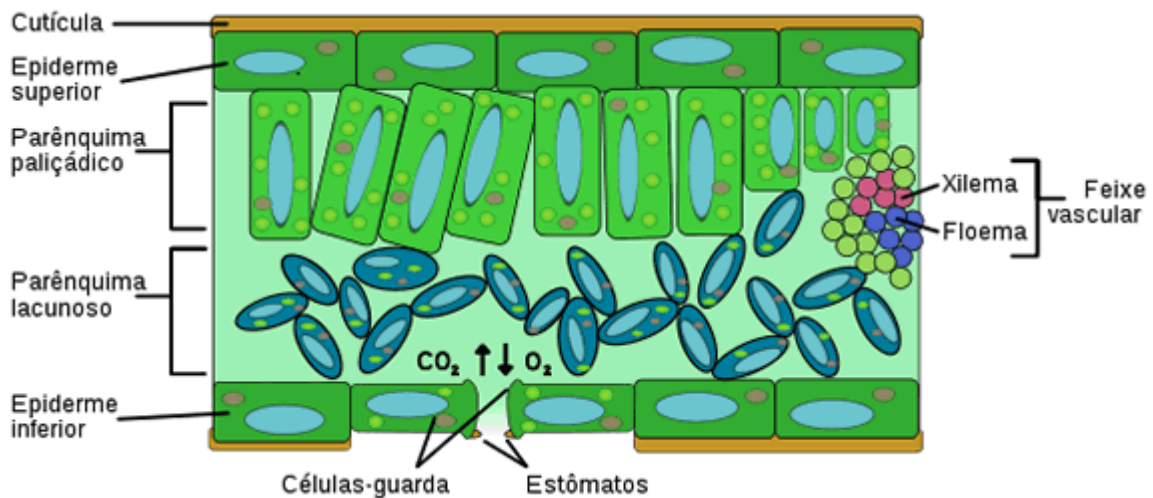
A epiderme das plantas vasculares é um tecido formado, de modo geral, por uma única camada de células de formato irregular, achatadas, vivas e aclorofiladas. É um tecido de revestimento típico de órgãos jovens

(raiz, caule e folhas). A epiderme de uma raiz mostra uma camada cilíndrica de revestimento, com uma zona pilífera, cujos pelos nada mais são do que extensões de uma célula epidérmica.



Corte transversal da raiz primária de *Mandevilla velutina*. Ep = epiderme; Pr = pêlos radicular; Ex = exoderme; Pc = parênquima cortical; En = endoderme; P = periciclo; Xp = xilema primária; Fp = floema primário.

Caules jovens também são revestidos por uma fina epiderme não-dotada, porém, de pelos. É na folha que a epiderme possui notáveis especializações: sendo um órgão de face dupla, possui duas epidermes, a superior e a inferior.



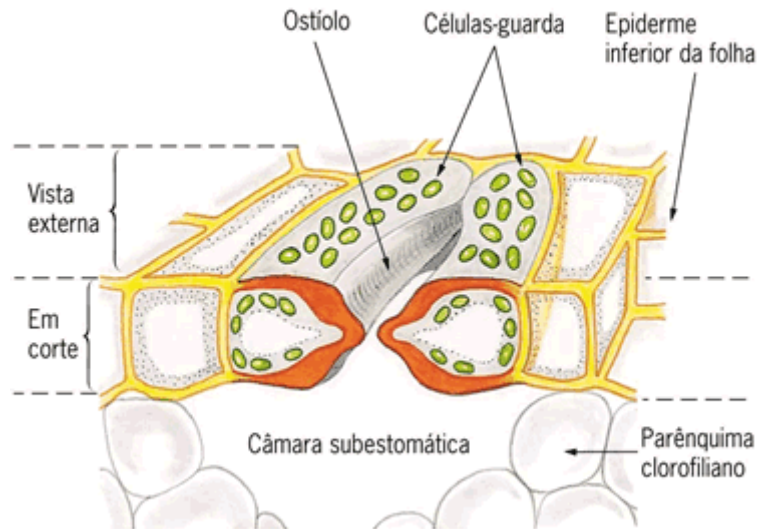
As células epidérmicas secretam para o exterior substâncias impermeabilizantes, que formam uma película de revestimento denominada cutícula. O principal componente da **cutícula** é a cutina, um polímero feito de moléculas de ácidos graxos. Além de evitar a perda de água, a cutícula protege a planta contra infecções e traumas mecânicos.

Os anexos da epiderme

Diferenciam-se na epiderme estruturas como estômatos, tricomas, hidatódios e acúleos.

Estômatos

Sem dúvida, os estômatos são os anexos mais importantes relacionados com a troca de gases e água entre as folhas e o meio. As células estomáticas são as únicas na epiderme que possuem clorofila. Um estômato visto de cima, assemelha-se a dois feijões dispostos com as concavidades frente a frente: são as duas células estomáticas ou células-guarda, que possuem parede celular mais espessa na face côncava e cuja disposição deixa entre elas um espaço denominado fenda estomática ou ostíolo.

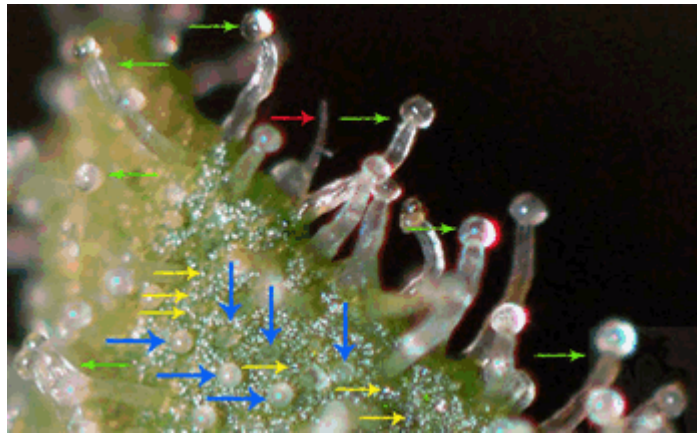


Ao lado de cada **célula-guarda** há uma anexa, que não tem cloroplastos – é uma célula epidérmica comum. Em corte transversal, verifica-se que a fenda estomática dá acesso a um espaço, a **câmara estomática**, intercomunicante com os espaços aéreos do parênquima foliar de preenchimento.

Atenção! A troca de gases entre a planta e o meio ocorre através dos estômatos da epiderme e de uma estrutura chamada lenticelas presentes no súber.
As lenticelas são pequenas aberturas que facilitam o ingresso e a saída de gases nas raízes e caules suberificados.

Tricomas

Os tricomas são geralmente estruturas especializadas contra a perda de água por excesso de transpiração, ocorrendo em planta de clima quente. Podem ser, no entanto, secretores, produzindo secreções oleosas, digestivas ou urticantes. As plantas carnívoras possuem **tricomas “digestivos”** e a urtiga, planta que provoca irritação da pele, possui tricomas urticantes.



Acúleos

Os acúleos, estruturas pontiagudas com função de proteção da planta contra predadores, são frequentemente confundido com espinhos, que são folhas ou ramos modificados. Os acúleos são fáceis de destacar e **são provenientes da epiderme**. Podem ser encontrados nas roseiras.

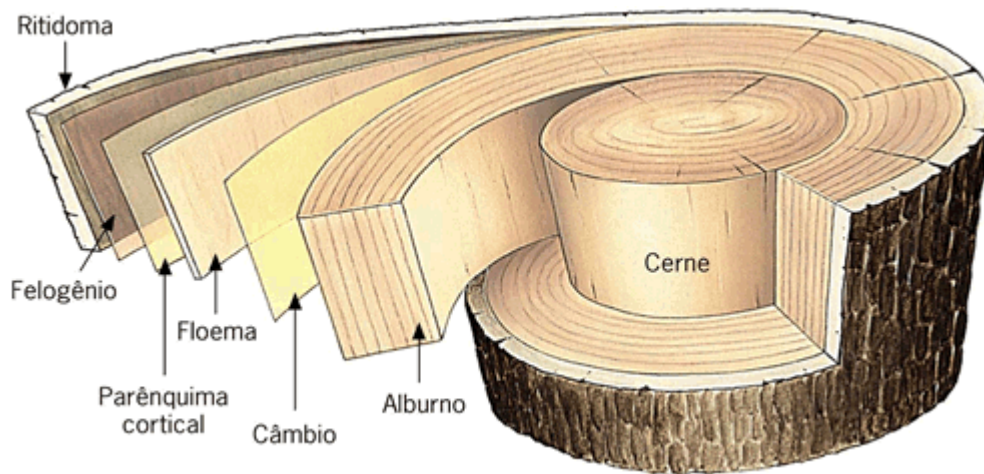


Hidatódios

Hidatódios são estômatos modificados, especializados em eliminar excessos líquidos da planta. Os hidatódios geralmente presentes nas bordas das folhas, onde, pela manhã, é possível observar as gotas de líquido que eles eliminam, fenômeno conhecido como **gutação**.

A sustentação das traqueófitas

O porte das traqueófitas só foi possível por adaptações que tornaram possível a sustentação do organismo vivo e a disponibilidade e transporte de água para todas as células.



A sustentação de uma traqueófito é devida à existência de tecidos especializados para essa função: o **colênquima** e o **esclerênquima**.

O Colênquima

As células do colênquima são alongadas, irregulares e encontram-se dispostas em forma de feixes. Quando cortadas transversalmente, têm aspecto variado. São vivas, nucleadas, e a parede apresenta reforços de celulose, mais intensos nos cantos internos da célula, conferindo certa resistência ao esmagamento lateral. O colênquima é um **tecido flexível**, localizado mais externamente no corpo do vegetal e encontrado em estruturas jovens como pecíolo de folhas, extremidade do caule, raízes, frutos e flores.

O Esclerênquima

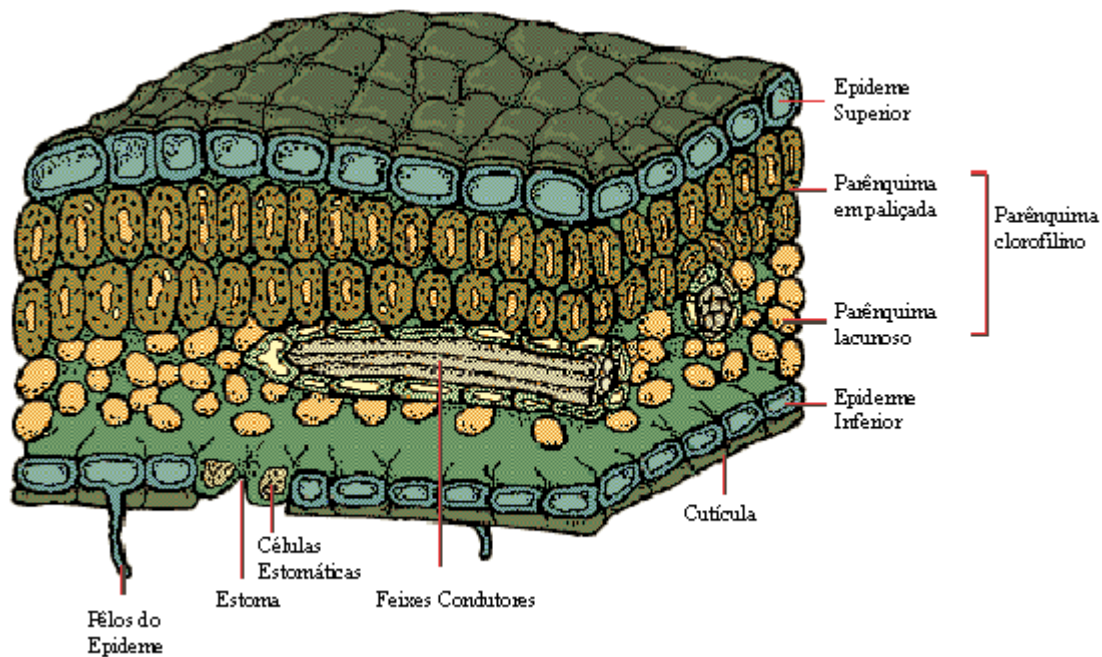
O esclerênquima é um **tecido mais rígido que o colênquima**, encontrado em diferentes locais do corpo de uma planta. As células do esclerênquima possuem um espessamento secundário nas paredes devido à impregnação de **lignina**. As células mais comuns do esclerênquima são as **fibras** e os **esclerídeos**, também chamados escleritos.

Estrutura interna das folhas

A folha é totalmente revestida pela epiderme, e seu interior, denominado mesófilo (do grego, *mesos*, meio e *phylon*, folha), é constituído por parênquima clorofiliano, tecidos condutores e tecidos de sustentação. O parênquima clorofiliano foliar pode ser, em geral de dois tipos:

- **palisádico** - constituído por células prismáticas e justapostos como uma paliçada, e
- **lacunoso** - constituído por células de forma irregular, que deixam espaços ou lacunas entre si.

Pode haver parênquima paliçádico junto à epiderme de ambas as faces da folha, ou, como é mais comum, parênquima paliçádico junto a epiderme da face superior e lacunoso junto à inferior.



Nervuras foliares

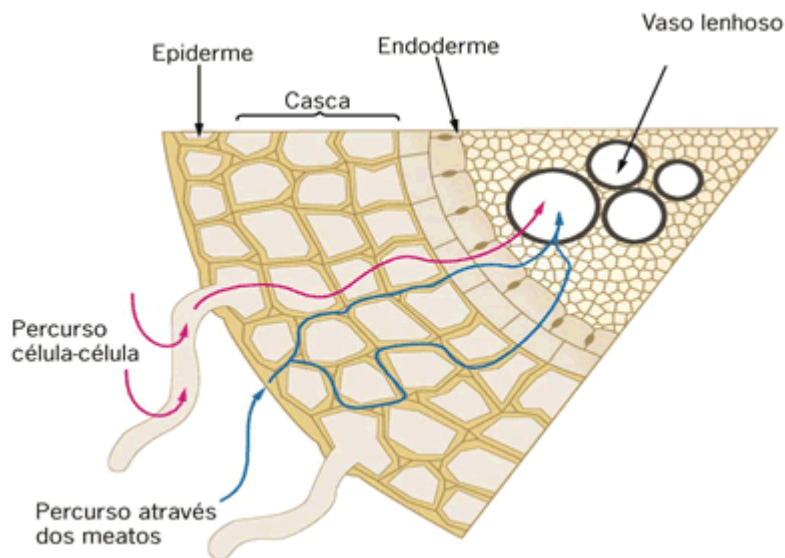
Os tecidos condutores presentes na folha encontram-se agrupados em **feixes libero-lenhosos**, nos quais o xilema está voltado para a epiderme superior e o floema, para a epiderme inferior. Os feixes condutores mais grossos formam as nervuras foliares, visíveis a olho nu.

Os Tecidos Condutores de Água e de Nutrientes em Traqueófitas

Além das trocas gasosas, um dos maiores problemas de um vegetal terrestre relaciona-se à disponibilidade de água e sua perda, pois para à realização da fotossíntese é fundamental que se consiga, além do gás carbônico, a água. O problema de perda de água através das folhas é, em parte, minimizado pela presença de **cutículas lipídicas**, nas faces expostas das epidermes, que as impermeabilizam. Porém, isso dificulta as trocas gasosas.

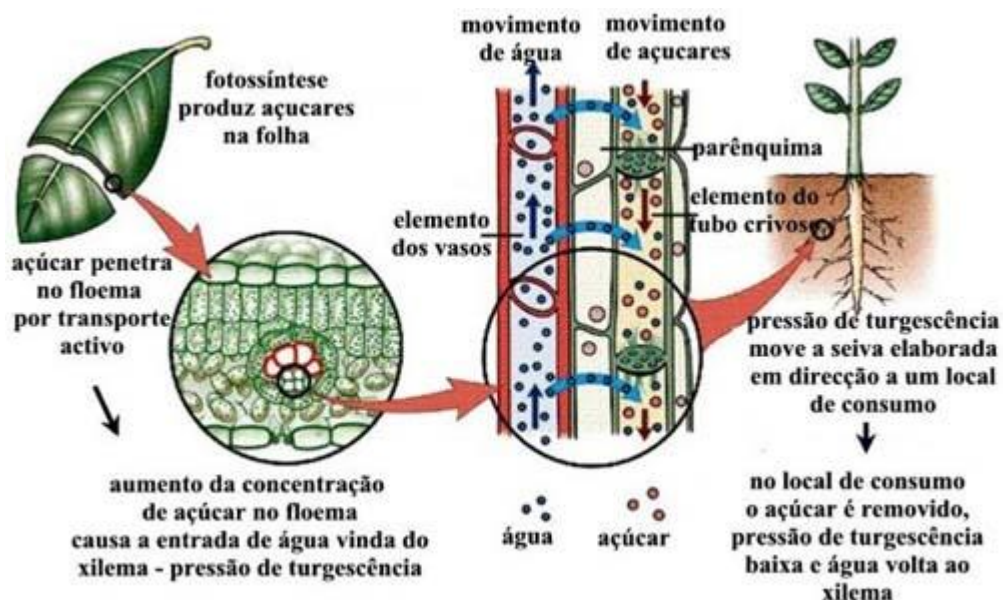
A existência nas traqueófitas de aberturas epidérmicas reguláveis (os **estômatos**) que permitem as trocas gasosas e ao mesmo tempo ajudam a evitar perdas excessivas de vapor de água é um mecanismo adaptativo importante.

O transporte de água e nutrientes em uma traqueófitas ocorre em parte por difusão de célula à célula e, na maior parte do trajeto, ocorre no interior de vasos condutores.



Inicialmente, ocorre a absorção de água e nutrientes minerais pela zona pilífera da raiz. Os diferentes tipos de íons são obtidos ativa ou passivamente e a água é absorvida por **osmose**. Forma-se uma solução aquosa mineral, a **seiva bruta ou seiva inorgânica**. Essa solução caminha de célula a célula radicular até atingir os **vasos do xilema** (ou lenho) existentes no centro da raiz. A partir daí, o transporte dessa seiva ocorre integralmente dentro dos vasos lenhosos até as folhas. Lá chegando, os nutrientes e a água difundem-se até as células e são utilizados no processo da fotossíntese.

Os compostos orgânicos elaborados nas células do parênquima clorofiliano das folhas difundem-se para outro conjunto de vasos do tecido condutor chamado **floema** ou líber. No interior dos vasos liberianos, essa seiva orgânica ou seiva elaborada é conduzida até atingir as células do caule, de um fruto, de um broto em formação, de uma raiz etc., onde é utilizada ou armazenada.

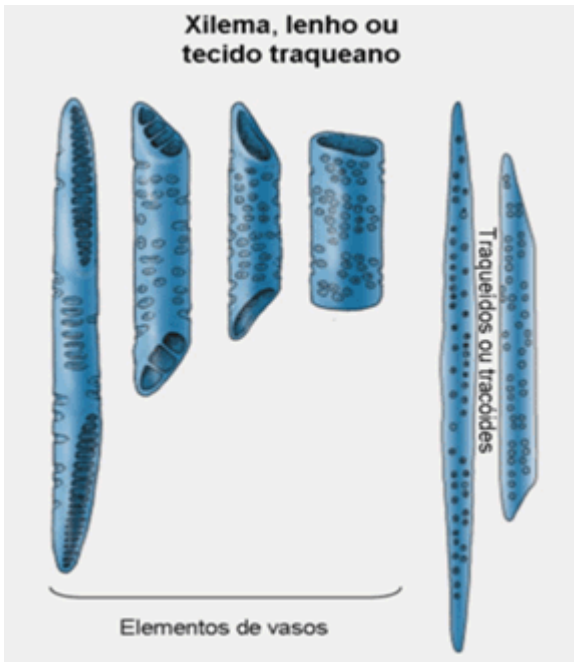


O xilema

Os vasos condutores de seiva inorgânica são formados por **células mortas**. A morte celular é devida à impregnação da célula por **lignina**, um composto aromático altamente impermeabilizante. A célula deixa de receber nutrientes e morre. Desfaz-se o conteúdo interno da célula, que acaba ficando oca e com as

paredes duras já que a lignina possui, também, a propriedade de endurecer a parede celular. A deposição de lignina na parede não é uniforme. A célula, então, endurecida e oca, serve como elemento condutor. Existe, ainda, um parênquima (tecido vivo) interposto que separa grupos de células condutoras. Acredita-se que essas células parenquimáticas secretem diferentes tipos de substâncias que provavelmente auxiliam a preservação dos vasos mortos do xilema.

Existem dois tipos de células condutoras no xilema: **traqueíde** e **elemento de vaso traqueário** (ou xilemático ou, ainda, lenhoso).



- **Traqueídes** são células extremamente finas, de pequeno comprimento (em média 4 mm) e diâmetro reduzido (da ordem de 2 mm). Quando funcionais, as traqueídes estão agrupadas em feixes e as extremidades de umas tocam as das outras. Na extremidade de cada traqueíde, assim como lateralmente, há uma série de pontuações ou poros (pequeníssimos orifícios) que permitem a passagem de seiva no sentido longitudinal e lateral.
- Menores que as traqueídes (em média de 1 a 3 mm), porém mais longos (até 300 mm), os **elementos de vaso** também possuem pontuações laterais que permitem a passagem da seiva. Sua principal característica é que em suas extremidades as paredes são perfuradas, isto é, não há parede divisória totalmente isolante entre uma e outra célula. O vaso formado pela reunião de diversos elementos de vaso é conhecido como traquéia. O nome traquéia para o vaso condutor é derivado da semelhança que os reforços de lignina do vaso apresentam com os reforços de cartilagem da traquéia humana e os de quitina dos insetos.

A condução da seiva inorgânica

Vimos que as raízes absorvem água do solo através da região dos pelos absorventes ou zona pilífera. Desta, a água atravessa as células do córtex, endoderme e periciclo da raiz. Na endoderme o fluxo da água pode ser facilitado pela existência das chamadas células de passagem. A água atinge os vasos do xilema e, a partir desses vasos, atinge a folha. Na folha, ou ela é usada na fotossíntese ou é liberada na transpiração.

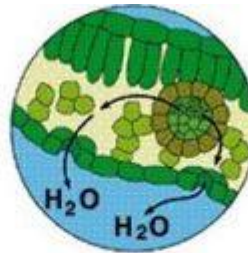
Atribui-se a condução da seiva inorgânica (ou bruta) a alguns mecanismos: pressão da raiz, sucção exercida pelas folhas e capilaridade.

- **A pressão da raiz** – O movimento da água através da raiz é considerado como resultante de um mecanismo osmótico. A água que está no solo entra na célula do pêlo radicular, cuja concentração é maior que a da solução do solo. A célula radicular é menos concentrada que a célula cortical. Esta, por sua vez, é menos concentrada que a célula endodérmica e, assim por diante, até chegar ao vaso do xilema, cuja solução aquosa é mais concentrada de todas nesse nível. Assim, é como se a água fosse osmoticamente bombeada, até atingindo os vasos do xilema.

- **A sucção exercida pelas folhas** – A hipótese mais aceita, atualmente, para o deslocamento da seiva do xilema é baseada na “sucção” de água que a copa exerce. Esta “sucção” está relacionada com os processos de transpiração e fotossíntese que ocorrem nas folhas. Para que essa “aspiração” seja eficiente, dois pré-requisitos são fundamentais: inexistência de ar nos vasos de xilema e uma força de coesão entre as moléculas de água. A coesão entre as moléculas de água faz com que elas permaneçam unidas umas às outras e suportem forças extraordinárias, como o próprio peso da coluna líquida no interior dos vasos, que poderiam levá-las a separar-se. A existência de ar nos vasos do xilema romperia essa união e levaria à formação de bolhas que impediriam a ascensão da seiva lenhosa. As paredes dos vasos lenhosos igualmente atraem as moléculas de água e essa adesão, juntamente com a coesão, são fatores fundamentais na manutenção de uma nova coluna contínua de água no interior do vaso.
- **A transpiração e a fotossíntese** removem constantemente água da planta. Essa extração gera uma tensão entre as moléculas de água já que a coesão entre elas impede que se separem. A parede do vaso também é tracionada devido à adesão existente entre ela e as moléculas de água. Para que se mantenha a continuidade da coluna líquida, a reposição das moléculas de água retiradas da copa deve ser feita pela raiz, que, assim, abastece constantemente o xilema.
- **O efeito da capilaridade na condução da seiva** – Os vasos lenhosos são muito delgados, possuem diâmetro capilar. Assim, a ascensão do xilema ocorre, em parte, por capilaridade. No entanto, por esse mecanismo, a água atinge alturas bem inferiores a 1 metro e, isoladamente, esse fato é insuficiente para explicar a subida da seiva inorgânica.

Transpiração

evaporação de água para o ar
diminui o potencial
hídrico na folha



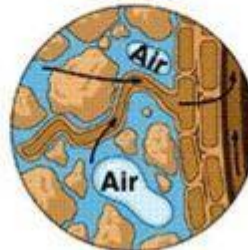
Coesão

coluna de água no xilema
é mantida por coesão das
moléculas de água nos
elementos dos vasos

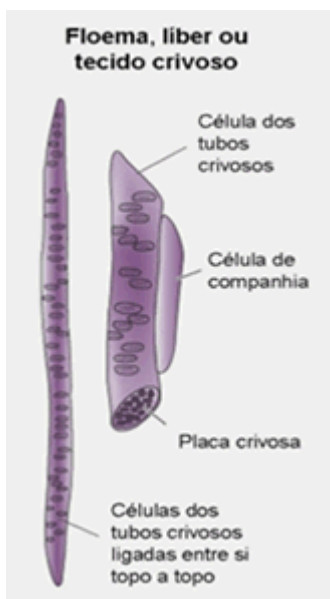


Tensão

baixo potencial hídrico na raiz
provoca a entrada de água do
solo, que se desloca por osmose
até à medula



O floema



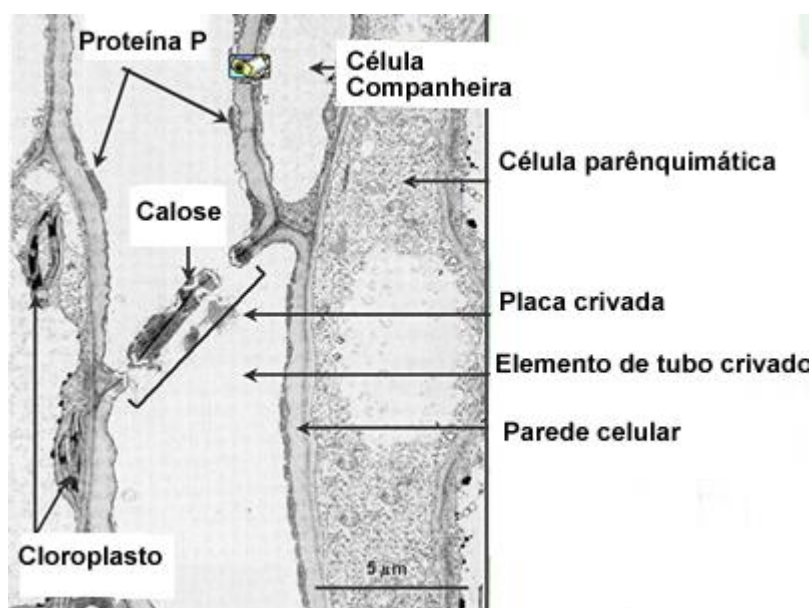
Os vasos do floema (também chamado de **líber**) são formados por **células vivas**, cuja parede possui apenas a membrana esquelética celulósica típica das células vegetais e uma fina membrana plasmática. São células altamente especializadas e que perdem o núcleo no decorrer do processo de diferenciação. O seu interior é ocupado pela seiva elaborada (ou seiva orgânica) e por muitas fibras de proteínas, típicas do floema. A passagem da seiva orgânica de célula a célula é facilitada pela existência de **placas crivadas** nas paredes terminais das células que se tocam. Através dos crivos, flui a seiva elaborada de uma célula para outra, juntamente com finos filamentos citoplasmáticos, **os plasmodesmos**.

Os orifícios das placas crivadas são revestidos por **calose**. Polissacarídeo que obstrui os crivos quando, em alguns vegetais, periodicamente, os vasos crivados ficam sem função. Ao retornarem à atividade, esse calo é desfeito.

Lateralmente aos tubos crivados, existem algumas células delgadas, nucleadas, chamadas de companheiras, cujo núcleo passa a dirigir também a vida das células condutoras.

A condução da seiva elaborada

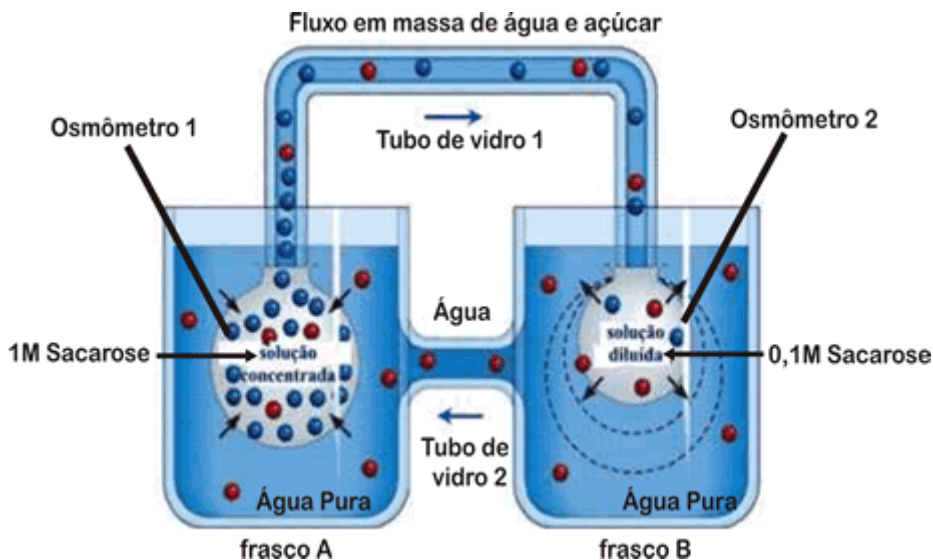
A seiva orgânica, elaborada no parênquima das folhas, é lançada nos tubos crivados do floema e conduzida a todas as partes da planta que não são auto-suficientes. O transporte é orientado principalmente para a raiz, podendo haver algum movimento em direção ao ápice do caule e folhas em desenvolvimento. De modo geral, os materiais orgânicos são translocados para órgãos consumidores e de reserva, podendo haver inversão do movimento (isto é, dos órgãos de reserva para regiões em crescimento), quando necessário.



A hipótese de Münch

A hipótese mais aceita atualmente para a condução da seiva elaborada é a que foi formulada por Münch e se baseia na movimentação de toda a solução do floema, incluindo água e solutos. É a hipótese do *arrastamento mecânico* da solução, também chamada de hipótese do fluxo em massa da solução. Por essa hipótese, o transporte de compostos orgânicos seria devido a um deslocamento rápido de moléculas de água que arrastariam, no seu movimento, as moléculas em solução.

A compreensão dessa hipótese fica mais fácil acompanhando-se o modelo sugerido por Münch para a sua explicação.



Observando a figura, conclui-se que haverá ingresso de água por osmose, do frasco A para o osmômetro 1, e do frasco B para o osmômetro 2. No entanto, como a solução do osmômetro 1 é mais concentrada, a velocidade de passagem de água do frasco A para o osmômetro 1 é maior. Assim, a água tenderá a se dirigir para o tubo de vidro 1 com velocidade, arrastando moléculas de açúcar. Como o osmômetro 2 passa a receber mais água, esta passa para o frasco B. Do frasco B, a água passa para o tubo de vidro 2, em direção ao frasco A. Podemos fazer a correspondência entre o modelo anterior e uma planta:

- Tubo de vidro 1 corresponde ao floema e o tubo de vidro 2 ao xilema;
- Osmômetro 1 corresponde a uma célula do parênquima foliar e o osmômetro 2, a uma célula da raiz;
- Frasco A representa a folha, enquanto o frasco B representa a raiz;
- As células do parênquima foliar realizam fotossíntese e produzem glicose. A concentração dessas células aumenta, o que faz com que absorvam água do xilema das nervuras. O excesso de água absorvida é deslocado para o floema, arrastando moléculas de açúcar em direção aos centros consumidores ou de reserva.

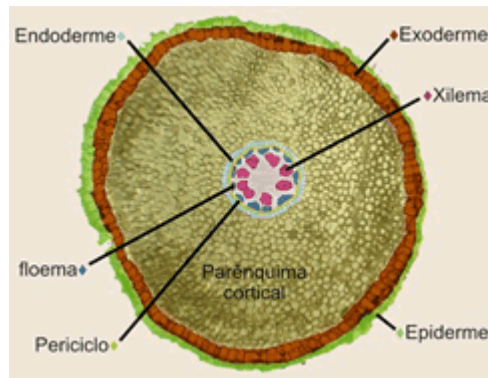
Organização dos Tecidos nas Raízes e nos Caules

Raízes e caules jovens, cortados transversalmente, mostram que são formados por uma reunião de tecidos. A disposição desses tecidos é específica em cada órgão e constitui uma estrutura interna primária típica de cada um deles. Uma estrutura secundária, mais complexa, pode ser vista quando ocorre um aumento no diâmetro do caule e da raiz.

Estrutura primária da raiz

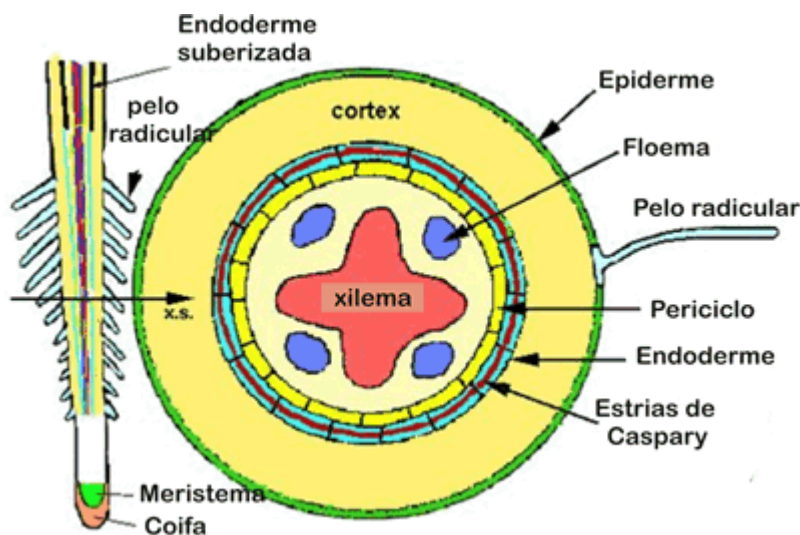
Se acompanhássemos uma célula meristemática que terminou de surgir por mitose na extremidade de uma raiz, veríamos que ela vai se alongando, ao mesmo tempo que vai se distanciando da extremidade em decorrência do surgimento de novas células. A maior taxa de crescimento em extensão de uma raiz, ocorrerá, portanto, na região situada pouco acima da região meristemática, denominada de zona de distensão.

Após crescerem as células iniciam a sua diferenciação. Na região mais interna, por exemplo, terá início a diferenciação dos tecidos condutores, enquanto na região mais externa diferenciam-se parênquimas e tecidos de revestimento.



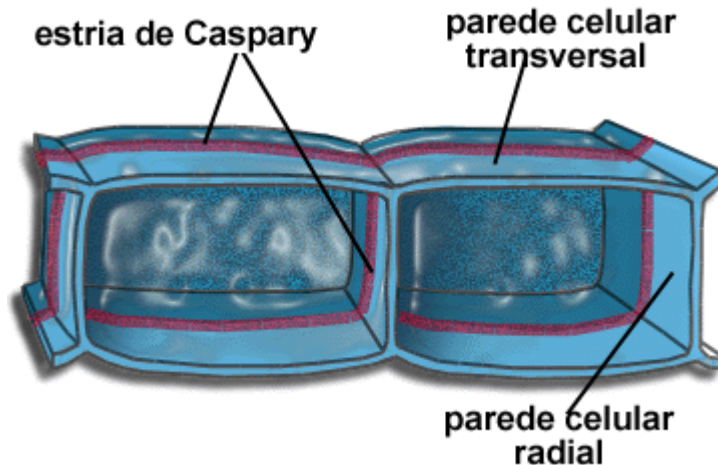
Córtex

A região mais periférica da raiz jovem diferenciam-se em **epiderme**, tecido formado por uma única camada de células achatadas e justapostas. Na região abaixo da epiderme, chamada **córtex**, diferencia-se o **parênquima cortical**, constituído por várias camadas de células relativamente pouco especializadas.



Cilindro central

A parte interna da raiz é o cilindro central, composto principalmente por elementos condutores (**protoxilema e protofloema**), fibras e parênquima. O cilindro central é delimitado pela endoderme, uma camada de células bem ajustadas e dotadas de reforços especiais nas paredes, as **estrias de Caspary**. Essas estrias são como cintas de celulose que unem firmemente as células vizinhas, vedando completamente os espaços entre elas. Assim, para penetrar no cilindro central, toda e qualquer substância tem que atravessar diretamente as células endodérmicas, uma vez que as estrias de Caspary fecham os interstícios intercelulares.

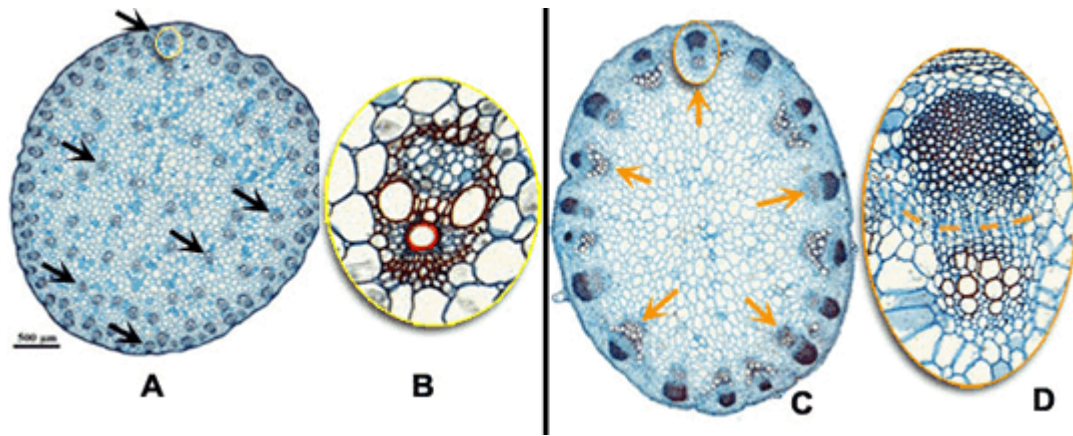


Logo abaixo da endoderme situa-se uma camada de células de paredes finas chamada periciclo, que delimita o cilindro central, onde se localizam o xilema e o floema. A maneira como os tecidos condutores se dispõem no cilindro central é um dos critérios para distinguir dicotiledôneas de monocotiledôneas.

Raízes de mono e dicotiledôneas

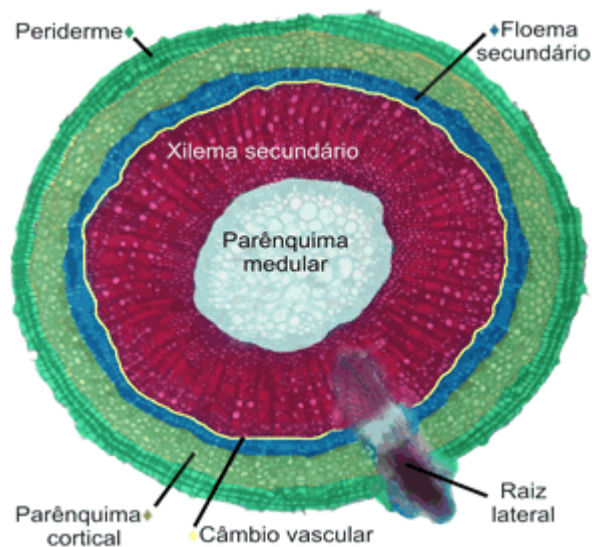
Na maioria das plantas dicotiledôneas o xilema se concentra na região mais interna do cilindro central. Quando se observa um corte transversal à raiz, vê-se que o protoxilema ocupa uma área em forma de cruz ou estrela, cujas pontas encostam no periciclo. O protofloema encontra-se nos vértices formados pelos “braços” da cruz. Entre o protoxilema e o protofloema há um meristema primário chamado procâmbio. Os demais espaços dentro do cilindro central são preenchidos por parênquima.

Nas plantas monocotiledôneas, o centro da raiz é ocupado por uma medula constituída por parênquima medular e os vasos lenhosos e liberianos dispõem-se ao redor.



Estrutura secundária

O **crescimento em espessura** da raiz pode ser chamado de crescimento secundário, para distingui-lo do crescimento em extensão. Em linhas gerais, durante o crescimento secundário desenvolvem-se cilindros de células meristemáticas que permitem o surgimento de novos tecidos radiculares. Os dois tecidos meristemáticos envolvidos no crescimento secundário da raiz são o **câmbio vascular**, que permite o crescimento do cilindro central, e o **câmbio suberógeno** ou felogênio, que permite o crescimento da **periderme** (casca).



Câmbio vascular

O **câmbio vascular** (do latim *vasculum*, vaso) é assim chamado porque origina novos vasos condutores durante o crescimento secundário da raiz. O câmbio vascular forma-se a partir do procâmbio e do periciclo, que se conjugam e delimitam uma área interna do cilindro central, onde só há xilema. Ao se multiplicar ativamente, as células do câmbio vascular originam vasos xilemáticos para a região mais interna e vasos floemáticos para a região mais externa. Aos poucos a área delimitada pelo câmbio vai tornando-se cada vez mais cilíndrica.

O cambio vascular da raiz é um meristema de origem mista, primária e secundária. Isso porque tem origem tanto no procâmbio, um meristema primário, quanto do periciclo, um tecido já diferenciado que sofre dediferenciação.

Câmbio suberógeno ou felogênio

O câmbio suberógeno, também chamado de felogênio (do grego *phellos*, cortiça, e *genos*, que gera), é um cilindro de células meristemáticas localizado na região cortical da raiz, sob a epiderme. O felogênio é um meristema secundário, uma vez que tem origem por dediferenciação de células do parênquima cortical.

Como vimos, a atividade do felogênio produz feloderme e súber, este último um tecido morto que protege externamente raízes e caules com crescimento secundário.

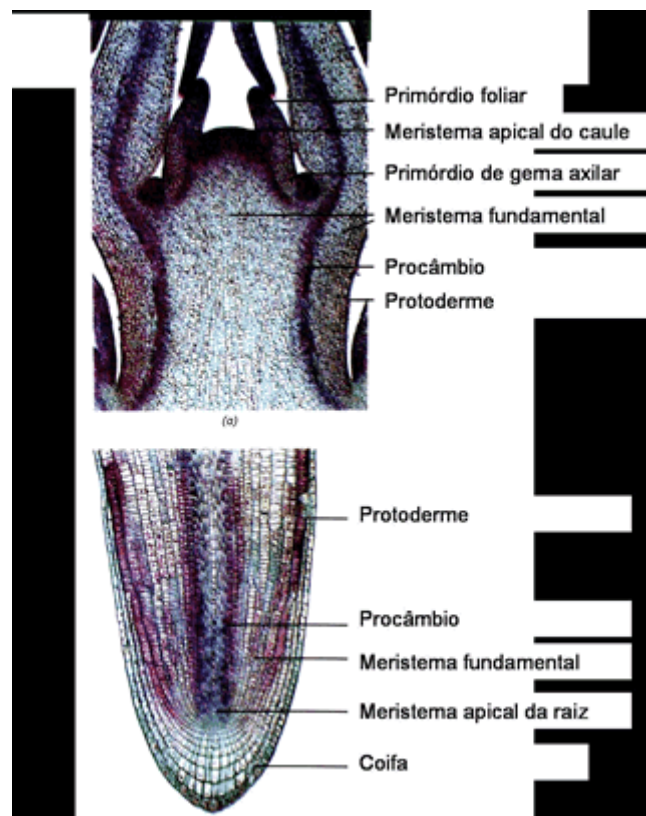
Estrutura interna do caule

Como na raiz, a parte mais jovem de um caule é a que se localiza junto à extremidade, onde ocorre a multiplicação das células do **meristema apical**, que permite o crescimento em extensão.

Logo abaixo da zona meristemática apical as células iniciam o processo de diferenciação celular, que leva ao aparecimento dos diversos tecidos que compõem o caule.

Origem das gemas axilares

Nem todas as células produzidas pelo meristema apical sofrem diferenciação. À medida que o caule cresce, permanecem grupos de células meristemáticas sob a epiderme, pouco acima do ponto de inserção das folhas. Esses grupos de células formam, nas axilas das folhas, protuberâncias chamadas **gemas axilares ou laterais**.



Estrutura primária

Feixes líbero-lenhosos

Caules que não cresceram, em espessura apresentam estrutura primária, caracterizada pela presença de feixes líbero-lenhosos localizados entre as células do parênquima que preenchem seu interior.

Cada feixe líbero-lenhoso possui elementos do líber (floema) voltados para fora e elementos do lenho (xilema) voltados para dentro.

Nas plantas monocotiledôneas, que geralmente não apresentam crescimento secundário, os feixes condutores são distribuídos de maneira difusa no interior do caule. Já nas dicotiledôneas os feixes líbero-lenhosos distribuem-se regularmente, formando um cilindro.

Câmbio fascicular

Nos feixes líbero-lenhosos das dicotiledôneas, o floema está voltado para o exterior do caule e o xilema para o interior. Entre o floema e o xilema de um feixe há um tecido meristemático: o câmbio vascular e o câmbio suberógeno ou felogênio.

Câmbio vascular

O Câmbio vascular do caule forma-se a partir do câmbio fascicular e do câmbio interfascicular, este último um tecido meristemático secundário, resultante da dediferenciação de células parenquimáticas localizadas entre os feixes líbero-lenhosos. O câmbio fascicular passa a delimitar, assim, uma área interna do caule onde só há xilema e parênquima. Como na raiz, as células do câmbio vascular originam vasos xilemáticos para a região mais interna e vasos floemáticos para a região mais externa. Aos poucos, a área delimitada pelo câmbio vai se tornando cada vez mais cilíndrica.

O câmbio vascular do caule, como o da raiz, também é um meristema de origem mista, primária e secundária. Isso porque tem origem tanto do câmbio fascicular, um meristema primário, quanto do câmbio interfascicular, um meristema que surgiu da dediferenciação de células parenquimáticas.

Câmbio suberógeno ou felogênio

A atividade do câmbio vascular faz com que o caule vá progressivamente aumentando de espessura. Para acompanhar esse crescimento em diâmetro, células do parênquima cortical sofrem dediferenciação e originam um cilindro de meristema secundário, o **felogênio**. Como vimos, a atividade do felogênio produz **feloderme** para o interior e **súber** para o exterior, formando a periderme, que passa a revestir o caule.

Anéis anuais

Nas regiões de clima temperado, a atividade do câmbio varia no decorrer do ano. A atividade cambial é muito intensa durante a primavera e o verão, diminuindo progressivamente no outono até cessar por completo no inverno. No fim do verão, quando está encerrando mais um ciclo de atividade, o câmbio produz vasos lenhosos de paredes grossas e lúmen estreito, que constituem o lenho estival. Na primavera, ao retomar o seu funcionamento depois do repouso invernal, o câmbio produz vasos lenhosos de paredes delgadas e lúmen grande, que constituem o lenho primaveril.

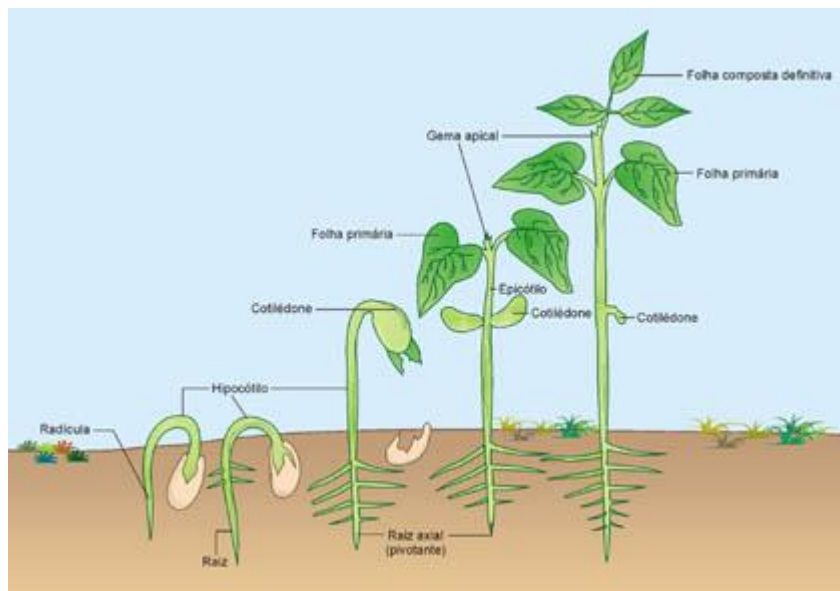


Troncos de árvores que vivem em regiões temperadas apresentam, portanto, anéis de lenho primaveril. Quando esses troncos são observados em corte transversal, esses anéis são facilmente identificáveis e o **número de pares de anéis corresponde à idade da árvore.**

Crescimento e desenvolvimento

O crescimento de uma planta começa a partir da germinação da semente. A hidratação da semente, por exemplo, ativa o embrião. As reservas contidas no endosperma ou nos cotilédones são hidrolisadas por ação enzimática. As células embrionárias recebem os nutrientes necessários, o metabolismo aumenta e são iniciadas as divisões celulares que conduzirão ao crescimento.

A radícula é a primeira estrutura a emergir; a seguir, exterioriza-se o caulículo e a plântula inicia um longo processo que culminará no vegetal adulto.



Qual a diferença entre crescimento e desenvolvimento?

Esses dois termos são frequentemente utilizados como sinônimos. No entanto, há uma diferença entre eles:

- O **crescimento** corresponde a um crescimento irreversível no tamanho de um vegetal, e se dá a partir do acréscimo de células resultantes das divisões mitóticas, além do tamanho individual de cada célula. De modo geral, o crescimento também envolve aumento do volume e da massa do vegetal. O crescimento envolve parâmetros quantitativos mensuráveis (tamanho, massa e volume).
- O **desenvolvimento** consiste no surgimento dos diferentes tipos celulares e dos diversos tecidos componentes dos órgãos vegetais. É certamente um fenômeno relacionado ao processo de diferenciação celular. O desenvolvimento envolve aspectos quantitativos, relacionados ao aumento da complexidade do vegetal.

A ocorrência desses dois processos é simultânea. Um vegetal cresce e se desenvolve ao mesmo tempo.

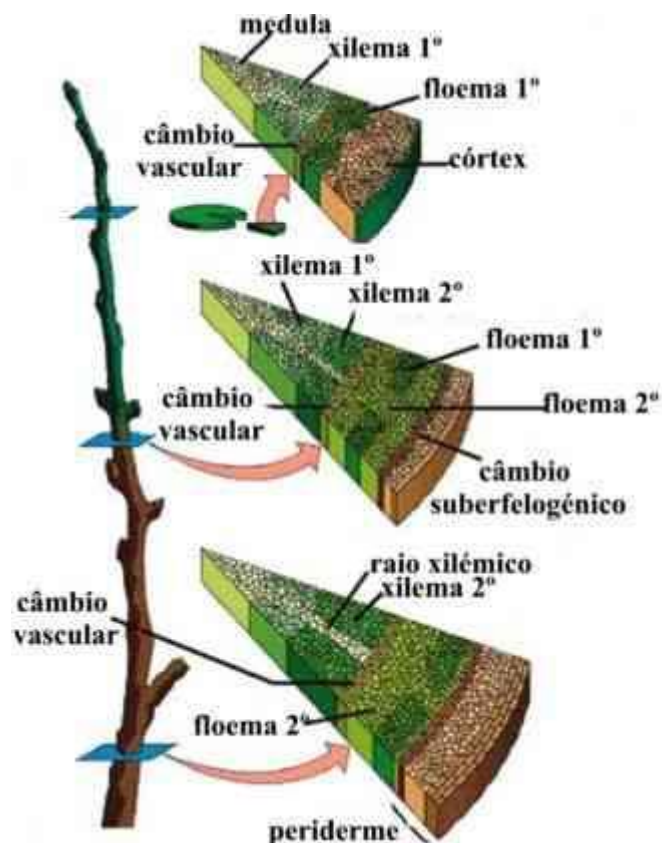
O meristema

Todos os tipos de células que compõem uma planta tiveram origem a partir de tecidos meristemáticos, formados por células que têm uma parede primária fina, pequenos vacúolos e grande capacidade de realizar mitose.

As células dos tecidos diferenciados, ainda que não tenham morrido durante a diferenciação (como o súber, o xilema, por exemplo), perdem a capacidade de se multiplicar por mitose. As células meristemáticas se multiplicam e se diferenciam, originando os diversos tecidos permanentes da planta, cujas células não mais se dividem.

Meristema primários

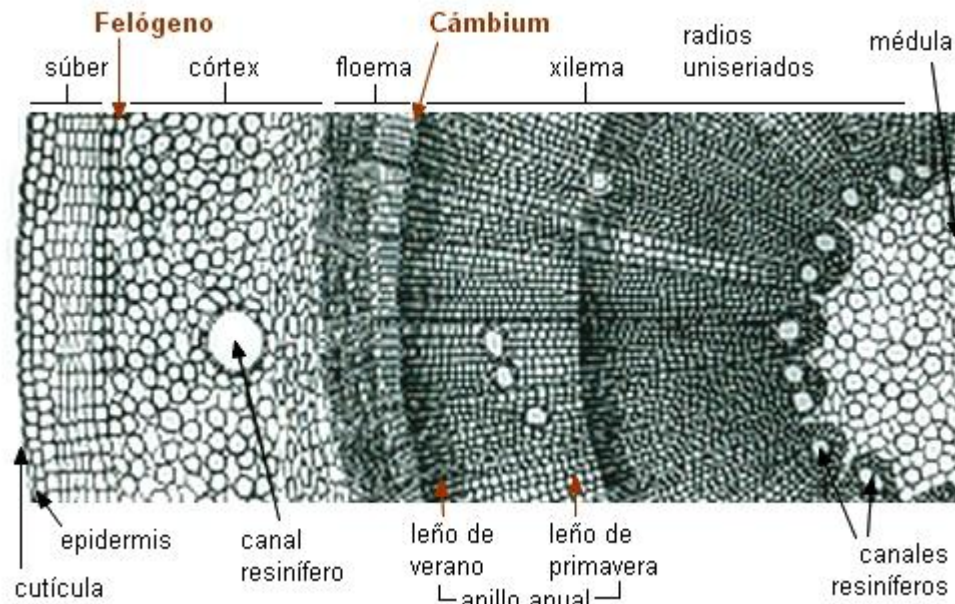
Em certos locais das plantas, como nos ápices da raiz e do caule, existem tecidos meristemáticos que descendem diretamente das primeiras células embrionárias, presentes na semente. Esses são os meristemas primários. O caule cresce em comprimento graças à atividade de um meristema primário presente em seu ápice, o **meristema apical caulinar**. Já o meristema responsável pelo crescimento em comprimento da raiz não é terminal, mas está protegido sob um capuz celular chamado de **coifa**. Por isso é denominado **meristema subapical radicular**.



Meristemas secundários

Meristemas secundários são os que surgem a partir de células diferenciadas, geralmente parenquimáticas, que readquirem a capacidade mitótica, fenômeno que os botânicos denominam **desdiferenciação**. O

felôgênio que constitui a periderme, por exemplo, é um exemplo de meristema secundário, que surge pela dediferenciação de células do parênquima localizadas sob a epiderme. A multiplicação das células do felôgênio origina a feloderme e o súber que compõem a periderme.



Exercícios

1-) Os meristemas vegetais, quando examinados ao microscópio, apresentam abundância de:

- a) reservas
- b) figuras de mitose
- c) figuras de meiose
- d) tecido lenhoso
- e) tecido vascular

2-)(UFCE) Nas células meristemáticas, é comum a observação de:

- a) grandes vacúolos
- b) citoplasma parietal
- c) figuras mitóticas
- d) divisão meiótica
- e) núcleo periférico

3-) Em relação aos meristemas secundários, é correto afirmar que:

- a) promovem o crescimento em comprimento;
- b) os mais importantes meristemas secundários são o câmbio e o felôgênio;
- c) o câmbio é encontrado somente nas raízes;
- d) o felôgênio renova e aumenta as raízes das plantas;
- e) o câmbio produz a cortiça.

4-)(UFAL) Dos tecidos vegetais abaixo, é formador do súber:

- a) felôgênio
- b) parênquima secundário
- c) feloderma
- d) floema secundário
- e) cilindro lenhoso

5)-(UFBA) Qual dos seguintes conjuntos de características é comum a todos os tecidos de sustentação dos vegetais?

- a) células mortas, localização periférica e presença de lignina;
- b) células em atividade, localização interna e parede reforçada com substâncias diversas;
- c) células mortas ou em atividade, localização variada e parede reforçada com substâncias diversas;
- d) células alongadas, localização periférica e presença de lignina ou de celulose;
- e) células alongadas, mortas, localização interna e parede reforçada com substâncias diversas.

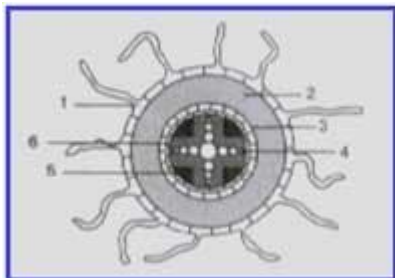
6)-(UFSE) A conhecida cortiça, de tão larga aplicação na fabricação de rolhas, é retirada de árvores que apresentam abundância do tecido denominado:

- a) súber
- b) lenho
- c) colênquima
- d) esclerênquima
- e) líber

7)-(UF SÃO CARLOS) Os tecidos de sustentação nos vegetais são o colênquima e o esclerênquima. Eles se caracterizam, respectivamente, por:

- a) celulose, e células mortas, com parede celular espessada com lignina;
- b) células mortas, com parede celular espessada com celulose, e células vivas, com parede celular espessada com lignina;
- c) células vivas, com parede celular sem espessamento, e células mortas, com espessamento de celulose na parede celular;
- d) células mortas, com parede celular com espessamento de celulose e lignina e células vivas sem espessamento;
- e) ambos serem tecidos vivos, distinguindo-se pela localização na planta: o colênquima, na casca e o esclerênquima, no lenho.

8-) Na estrutura primária da raiz, representada no esquema, os números 1, 2, 3, 4, 5, 6 indicam, nessa ordem:



- a) epiderme, córtex, endoderma, xilema, floema, câmbio;
- b) epiderme, córtex, endoderma, xilema, floema, periciclo;
- c) periderme, câmbio, raio parenquimático, xilema, floema, periciclo;
- d) periderme, córtex, endoderma, xilema, floema, câmbio;
- e) córtex, epiderme, periderme, floema, xilema, periciclo

9-)A zona de crescimento da raiz fica situada:

- a) entre a zona pilífera e a zona de ramificação;
- b) entre a coifa e a zona pilífera;
- c) entre a coifa e a zona de ramificação;
- d) entre a zona de ramificação e a zona pilífera;
- e) distribuída ao longo de toda a extensão do órgão.

10-) Nas raízes, é comum observar-se:

- I. Floema e xilema formando feixes separados e alternados;
- II. Endoderma sempre com estria de Caspary.
- III. Epiderme produzindo pêlos absorventes.

Responda:

- a) São corretas as afirmações I e II;
- b) São corretas as afirmações I e III;
- c) São corretas as afirmações II e III;
- d) Todas as afirmativas são corretas;
- e) Todas as afirmativas são erradas.



11-)

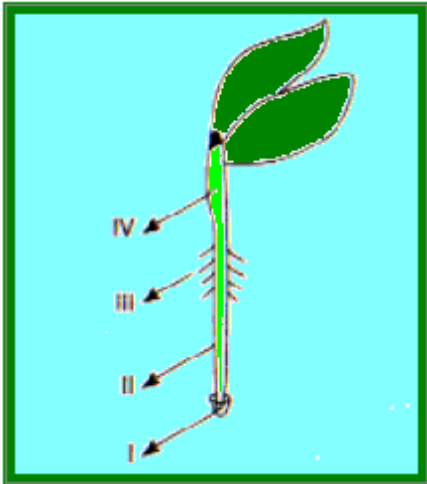
A célula acima tem organelas cujas funções são importantes no metabolismo da vida. A organela responsável pela equação $6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{O}_2$ é a de número:

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

12-)(PUCC) Sabe-se que a membrana externa das células vegetais tem a celulose como componente principal. Eis a razão ou razões prováveis:

- a) a extrema resistência química da celulose, que se decompõe com dificuldade;
- b) poucos seres são capazes de digeri-la;
- c) a capacidade de suportar grande tensão e tração;
- d) as alternativas a, b e c são corretas;
- e) permitir a grande elasticidade.

13-)A figura abaixo representa uma plântula germinando:



As regiões de multiplicação celular e distensão celular estão representadas, respectivamente, em:

- a) I e II
- b) I e III
- c) II e III
- d) III e IV
- e) II e IV

14-)Qual das alternativas completa corretamente o período abaixo:

“Com relação à anatomia vegetal, podemos afirmar que a função do periciclo é _____ enquanto a do câmbio _____”.

- a) formar raízes secundárias – formar vasos liberianos para fora e lenhosos para dentro;
- b) formar a epiderme da casca – permitir o crescimento secundário do caule e da raiz;
- c) formar a endoderme na raiz – formar o feloderma do caule e da raiz;
- d) formar a casca do caule – permitir o crescimento secundário do caule;
- e) proteger o interior do caule – formar vasos lenhosos para fora e vasos liberianos para dentro.

15-)Um casal de namorados, numa prática condenável, gravou os seus nomes a um metro do solo, em uma árvore de dois metros de altura. Anos depois, voltando ao local, verificaram que a mesma árvore media agora quatro metros de altura. É válido procurar a antiga inscrição:

- a) a 1 metro do solo;
- b) a 2 metros do solo;
- c) a 3 metros do solo;
- d) a qualquer altura, pois nada se pode prever;
- e) acima de 1 metro do solo.

16-)(FUVEST) A ramificação de caule origina-se de gemas axilares, cuja natureza histológica é:

- a) parênquima
- b) xilema
- c) colênquima
- d) meristema
- e) esclerênquima

Discursivas

1-) (UNESP) Analisando-se ao microscópio óptico uma lâmina contendo um corte transversal de uma estrutura vegetal, chegou-se a conclusão de que se tratava de um caule de Monocotiledônea típico.

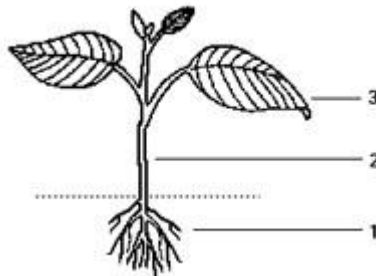
Quais foram às evidências anatômicas presentes que permitiram reconhecer a estrutura como:

- caule?
- como seria o caule de dicotiledônea?

2-)(UDESC) O caule é um dos órgãos presentes nos vegetais superiores. Com relação a esse órgão, responda:

- Quais as funções principais?
- Qual o tipo habitual de caule do pinheiro-do-paraná?
- O colmo é um tipo de caule presente na cana-de-açúcar e no bambu. Como se caracteriza esse tipo de caule?

3-) (UNILAVRAS) A figura representa uma planta e seus órgãos vegetativos 1, 2 e 3.



I - Citar:

- Uma função do órgão vegetativo um.
- Um tecido característico deste mesmo órgão.

II - Citar:

- Uma função do órgão vegetativo dois.
- Um tecido característico deste mesmo órgão.

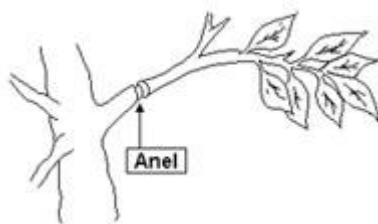
4-)(UFAL) Cactos são plantas adaptadas a climas secos. Eles têm uma aparência bem característica devido ao caule verde e grande quantidade de espinhos.

- Por que a transformação de folhas em espinhos é uma adaptação a ambientes secos?
- Por que o caule do cacto é verde?

5-)(UFLAVRAS) Considere uma árvore de cinco metros de altura, que cresce um metro por ano.

- Se ocorrer uma lesão que deixe uma marca em seu tronco, a 1,5 m do solo, a que altura ela estará aos cinco anos? Explique.
- Se for retirado um anel da casca do caule, logo acima do nível do solo, provavelmente a árvore morrerá. Por que isso pode acontecer?

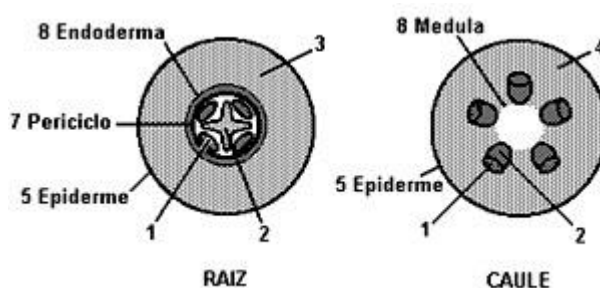
6-)(UFSCAR) O desenvolvimento de um fruto depende das substâncias produzidas na fotossíntese, que chegam até ele transportadas pelo floema, De um ramo de pessegueiro, retirou-se um anel da casca (anel de Malpighi), conforme mostra o esquema.



Responda.

- a) O que deve acontecer com os pêssegos situados no galho, acima do anel de Malpighi, em relação ao tamanho das frutas e ao teor de açúcar?
 b) Justifique sua resposta.

7-)(FUVEST) Os esquemas representam cortes transversais de regiões jovens de uma raiz e de um caule de uma planta angiosperma. Alguns tecidos estão identificados por um número e pelo nome, enquanto outros estão indicados apenas por números.



Com base nesses esquemas, indique o número correspondente ao tecido:

- a) responsável pela condução da seiva bruta.
 b) responsável pela condução da seiva elaborada.
 c) constituído principalmente por células mortas, das quais restaram apenas as paredes celulares.
 d) responsável pela formação dos pêlos absorventes da raiz.

Gabarito Morfologia e Anatomia Vegetal

1-B 2-C 3-B 4-A 5-C 6-A 7-A 8-B 9-B 10-B 11-A 12-E 13-A 14-A 15-A 16-D

Discurvas

1- a) Uma das mais evidentes características dos caules de monocotiledôneas é a presença de feixes liberolenhosos (feixes de xilema e floema) dispostos de forma desorganizada no seu interior.

b) Nos caules de dicotiledôneas os feixes condutores de seiva estão dispostos de forma organizada, no cilindro central. Sendo que cada feixe contém o floema voltado para o lado externo enquanto que o xilema para o lado interno do caule.

2- a) Sustentação de folhas, flores e frutos e condução de seiva.

b) O pinheiro-do-paraná é uma gimnosperma, seu caule é do tipo tronco.

c) Colmo é um tipo de caule aéreo, não ramificado, dividido em gomos.

3- I - Citar:

a) Órgão 1 - Trata-se da raiz do vegetal, responsável pela sustentação da planta no meio terrestre e absorção de água e sais minerais do solo.

b) Neste órgão vegetal observa-se a presença de tecido de revestimento denominado epiderme, sem cutícula e com pêlos absorventes, especializado na absorção de água e sais minerais.

II - Citar:

a) Órgão 2 - Trata-se do caule, responsável pela sustentação das partes aéreas da planta e pela condução das seivas mineral (bruta) e orgânica (elaborada).

b) Possui tecido de revestimento externo para proteção epiderme ou súber. A epiderme do caule tem cutícula e não apresenta pêlos absorventes.

4- a) A diminuição da área foliar significa menos transpiração e, portanto, economia de água.

b) Trata-se de uma adaptação devido ao fato de suas folhas terem sido transformadas em espinhos. O caule clorofilado passa a realizar a fotossíntese.

5- a) Continuará 1,5m do solo, pois o crescimento do caule se dá apenas pelas pontas, tanto do caule principal como pelos galhos. Pois são apenas nas pontas dos caules que estão as gemas ou brotos, regiões de crescimento (tecido meristemáticos).

b) Sendo a planta uma árvore, deduzimos que uma dicotiledônea, e nessas plantas os feixes condutores de seiva estão organizados no interior da planta. Sendo que o xilema está para o lado de fora. A retirada do anel da casca, provoca a destruição dos vasos liberianos do floema, assim a planta morre, pois a seiva elaborada não chega até as raízes.

6- a) Os pêssegos ficarão maiores e mais doces devido ao acúmulo da seiva elaborada.

b) A retirada do floema interrompe a passagem de seiva elaborada produzida no ramo para o resto do vegetal. Conseqüentemente, o açúcar ficará acumulado nos frutos localizados acima do anel.

7- a) Número dois, que indica o xilema ou lenho. Pois no caule os feixes condutores estão organizados, sendo que o floema fica para o lado de fora e o xilema para o lado de dentro.

b) Número um, que indica o floema ou líber.

Obs: Nas raízes o xilema (2) é mais interno e o floema (1) é mais externo.

Nos caules é ao contrário, o floema (1) é mais externo e o xilema (2) é mais interno.

c) O número dois (xilema ou lenho), cujas células dos vasos lenhosos são mortas e lignificadas.

d) O número cinco, ou seja, a epiderme da raiz.

Capítulo 3

Os Hormônios Vegetais

Uma planta precisa de diversos fatores, internos e externos, para crescer e se desenvolver, e isto inclui diferenciar-se e adquirir formas, originando uma variedade de células, tecidos e órgãos.

Como exemplos de fatores externos que afetam o crescimento e desenvolvimento de vegetais, podemos citar **luz** (energia solar), **dióxido de carbono**, **água** e **minerais**, incluindo o nitrogênio atmosférico (fixado por bactérias fixadoras e cianofíceas), **temperatura**, **comprimento do dia** e **gravidade**.

Os fatores internos são basicamente químicos e serão discutidos neste texto. Os principais fatores internos são os chamados **hormônios vegetais** ou **fitormônios**, substâncias químicas que atuam sobre a divisão, alongação e diferenciação celular.

Hormônios vegetais são substâncias orgânicas que desempenham uma importante função na regulação do crescimento. No geral, são substâncias que atuam ou não diretamente sobre os tecidos e órgãos que os produzem (existem hormônios que são transportados para outros locais, não atuando em seus locais de síntese), ativos em quantidades muito pequenas, produzindo respostas fisiológicas específicas (floração, crescimento, amadurecimento de frutos etc).

A palavra hormônio vem a partir do termo grego *horman*, que significa "excitar". Entretanto, existem hormônios inibitórios. Sendo assim, é mais conveniente considerá-los como sendo reguladores químicos.

A atuação dos reguladores químicos depende não apenas de suas composições químicas, mas também de como eles são "percebidos" pelos respectivos tecidos-alvo, de forma que um mesmo hormônio vegetal pode causar diferentes efeitos dependendo do local no qual estiver atuando (diferentes tecidos e órgãos), da concentração destes hormônios e da época de desenvolvimento de um mesmo tecido.

Os grupos de fitormônios conhecidos atualmente

Cinco grupos ou classes de hormônios vegetais (ou fitormônios) são reconhecidos:

Auxinas

Citocininas

Giberelinas

Acido abscísico

Etileno

As Auxinas

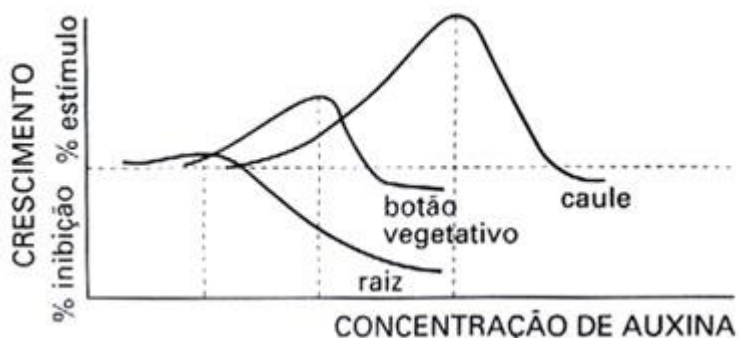
Os hormônio vegetais mais conhecidos são as **auxinas**, substâncias relacionadas à regulação do crescimento. Das auxinas, a mais conhecida é o **AIA – ácido indolilacético**.

O AIA nos vegetais não é produzido apenas em coleóptilos (Dá-se o nome de coleóptilo a primeira porção de planta que aparece à superfície do solo. Este desenvolve-se segundo a luz. Se a sua intensidade for constante, a planta irá-se desenvolver na vertical, se for iluminada lateralmente os coleóptilos irão crescer na direcção da luz, curvando-se). Sua produção também ocorre em embriões nas sementes, em tubos polínicos, e até pelas células da parede de ovários em desenvolvimento. Na planta adulta, é produzindo nas gemas apicais, principalmente as caulinares.

O transporte do AIA é polar, isto é, ocorre apenas nos locais de produção para os locais de ação por meio de células parenquimáticas especiais. O AIA age em pequeníssima quantidade, na ordem de milionésimos de mg, estimulando o crescimento.

Uma dose ótima para estimular o crescimento do caule pode inibir o crescimento da raiz.

- A raiz e o caule de uma mesma planta reagem diferentemente ao mesmo hormônio: A dose ótima para o crescimento da raiz é inferior à dose ótima para o crescimento do caule. A raiz, então, é mais sensível ao AIA do que caule;
- A dose ótima para o crescimento do caule é inibitória para o crescimento da raiz e também inibe o crescimento das gemas laterais.



Efeito das auxinas

Na dominância apical

As auxinas atuam nos genes das células vegetais, estimulando a síntese de enzimas que promovem o amolecimento da parede celular, possibilitando a distensão das células. A forma do corpo de muitas plantas, principalmente as do grupo perene é definida pela ação hormonal. A gema apical, que atua no crescimento longitudinal do caule, produz auxina na superfície para inibir as gemas laterais, deixando-as dormentes. Eliminando-se a gema apical, o crescimento passará a ser promovido pelas gemas laterais ativadas pela ausência de auxina. O vegetal apresentará, então, forma copada: pouca altura e mais galhos.

No crescimento sob a luz

Coleóptilos submetidos à iluminação unilateral apresentaram um crescimento em direção oposta à da luz. O **AIA** desloca-se do lado iluminado para o não iluminado, exercendo aí o seu efeito. A curvatura do coleóptilo será tanto maior quanto maior for o tempo de iluminação, já que mais AIA acaba atingindo o lado oposto. Se um coleóptilo for iluminado uniformemente, ele crescerá em linha reta, o mesmo acontecendo se ele for deixado no escuro.

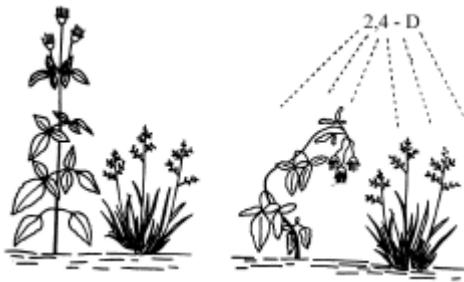
Geotropismo

O geotropismo é uma resposta dos órgãos vegetais à força da gravidade. Esta resposta resulta no crescimento da parte aérea da planta na direção oposta à força da gravidade (geotropismo negativo) e no crescimento das raízes na direção da força gravitacional (geotropismo positivo). O geotropismo no caule parece estar de acordo com a teoria de Cholodny-Went.

Quando a planta é colocada em posição horizontal, o acúmulo de auxinas na parte inferior do caule provoca um maior crescimento dessa parte, ocorrendo curvatura em uma direção oposta à força da gravidade, fazendo com que o caule se dirija para cima. Na raiz em posição horizontal ocorre um maior alongamento na parte superior comparada à inferior, provocando curvatura da raiz na direção da força gravitacional. Há pouca evidência de que ocorra uma distribuição assimétrica de AIA natural em raízes colocadas em posição horizontal.

Outros efeitos das auxinas

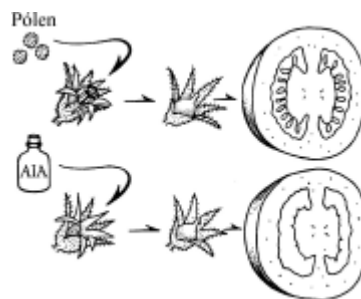
- A aplicação de auxinas sobre a superfície do caule promove a formação de **raízes adventícias**, o que é útil na propagação vegetativa por meio de estacas.
- O nível de auxinas nos **tecidos do ovário** sobe sensivelmente por ocasião da fecundação, promovendo o desenvolvimento do fruto.
- A **auxina sintética** 2,4-D (ácido 2,4-diclofenoxiacético) é utilizada como herbicida e atua somente em plantas eudicotiledôneas.



Partenocarpia

Na natureza, é comum o desenvolvimento de ovários sem que tenha havido a formação das sementes. É o caso da banana. A auxina existe na parede do ovário e também nos tubos polínicos é que garante o crescimento do fruto.

Artificialmente, é possível **produzir frutos partenocárpicos** por meio da aplicação de auxinas diretamente nos ovários, retirando-se previamente os estames para evitar polinização. Isso é feito para se obter uvas, melancias, e tomates sem sementes.



Ácido Abscísico - Abscisão Foliar

A queda das folhas de uma planta decídua pode ocorrer em resposta a sinais do meio ambiente, tais como curtos ou baixas temperaturas no outono, ou devido a condições adversas ao desenvolvimento vegetal. A folha jovem tem a capacidade de sintetizar níveis de auxinas relativamente altos; durante a senescência, **a síntese de auxinas no limbo foliar diminui consideravelmente, o que promove o rompimento do pecíolo na camada de abscisão.**



Durante a senescência, ao mesmo tempo que diminui o fluxo de auxinas no pecíolo, ocorre um aumento na produção de **etileno** na região de abscisão. A queda no nível de auxinas aparentemente torna as células da região de abscisão mais sensíveis à ação do etileno. O etileno também inibe o transporte de auxinas no pecíolo e provoca a síntese e o transporte de enzimas que atuam na parede celular (celulases) e na lamela média (pectinases). A dissolução parcial ou total da parede celular e da lamela média torna a região de

abscisão enfraquecida, do ponto de vista mecânico. Basta neste momento um vento moderado para causar a quebra do feixe vascular e completar a separação da folha do restante da planta. A abscisão de frutos é muito semelhante à abscisão foliar, somente que nos frutos e em algumas folhas ocorre, antes da abscisão, um aumento no nível de **ácido abscísico**. Este hormônio vegetal poderia promover a síntese de etileno e, possivelmente, a síntese das enzimas que atuam na parede celular e lamela média.

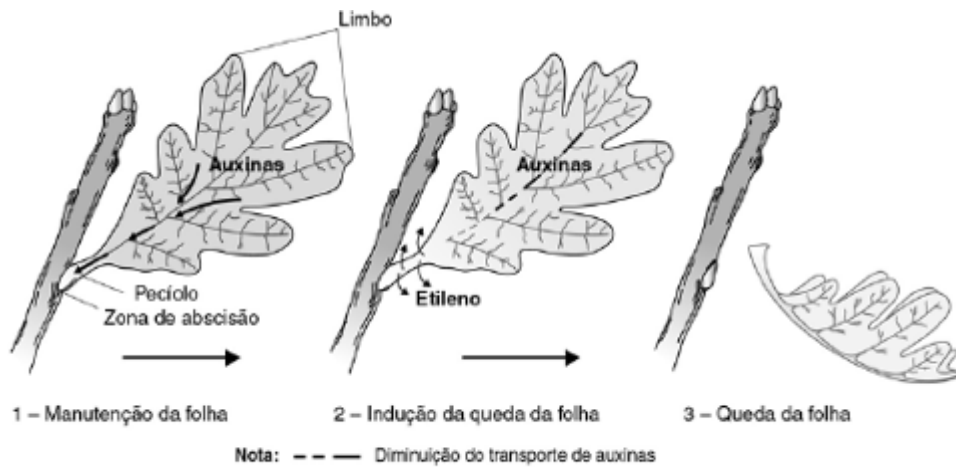


Figura 2

Etileno

O etileno é um hidrocarboneto insaturado, de natureza gasosa, regulador do crescimento e que atua como hormônio. Sua produção em uma planta normal ocorre praticamente em todas as células e se torna mais abundante nas flores após a polinização e nos frutos em amadurecimento. Sua síntese também se verifica em células danificadas.

Uma banana madura, colocada junto a outras verdes, acelera o amadurecimento das outras por causa do etileno que ela desprende. Por isso, os floricultores costumam armazenar frutos em câmaras onde é evitado o acúmulo de etileno no ar, retardando, assim, o amadurecimento. Outro modo de se evitar o amadurecimento dos frutos é enriquecer o ar do armazém com gás carbônico (já que esse gás antagoniza os efeitos do etileno) ou impedir a oxigenação dos frutos (o nível baixo de oxigênio reduz a taxa de síntese de etileno).

O etileno também está envolvido com a queda – abscisão – de folhas e frutos. Esse processo começa com a redução do teor de AIA da folha, seguido pela produção do etileno. Ele estimula a síntese de celulase, enzima que digere as paredes celulósicas, na região de abscisão do pecíolo. Nessa região surge um meristema de abscisão, em que as células derivadas organizam uma cicatriz que fechará a lacuna produzida com a queda da folha ou do fruto.

O ETILENO

O mais simples dos alcenos é o **eteno**, trivialmente chamado de **etileno** (nome **não** reconhecido pela IUPAC para esse composto).

Ele é uma das substâncias orgânicas mais importantes para as indústrias químicas e é obtido do petróleo, principalmente como sub-produto do craqueamento catalítico e de outros procedimentos envolvendo o processamento petroquímico.

O etileno ocorre em pequena quantidade na natureza, sendo liberado por certas plantas e atuando como hormônio vegetal responsável, entre outras coisas, pelo amadurecimento de frutos.

Fruticultores se aproveitam dessa propriedade do etileno. Eles podem apanhar frutos ainda verdes, transportá-los sem que haja perda apreciável por apodrecimento e forçar a maturação submetendo-os a um ambiente contendo o gás.

Os dois tomates estavam igualmente verdes quando foram colocados nesses frascos. E a banana estava madura. O etileno desprendido pela banana acelerou não só o início do apodrecimento da própria banana, como também o amadurecimento do tomate que está no mesmo frasco.



As Giberelinas

A história inicial das giberelinas foi um produto exclusivo dos cientistas japoneses. Em 1926, E. Kurosawa estudava uma doença de arroz (*Oryza sativa*) denominada de doença das "plantinhas loucas", na qual a planta crescia rapidamente, era alta, com coloração pálida e adoentada, com tendência a cair. Kurosawa descobriu que a causa de tal doença era uma substância produzida por uma espécie de fungo, ***Gibberella fujikuroi***, o qual parasitava as plântulas.

A giberelina foi assim denominada e isolada em 1934. As giberelinas estão presentes possivelmente em todas as plantas, por todas as suas partes e em diferentes concentrações, sendo que as mais altas concentrações estão em sementes ainda imaturas. Mais de 78 giberelinas já foram isoladas e identificadas quimicamente. O grupo mais bem estudado é o GA3 (conhecido por ácido giberélico), que é também produzido pelo fungo *Gibberella fujikuroi*.

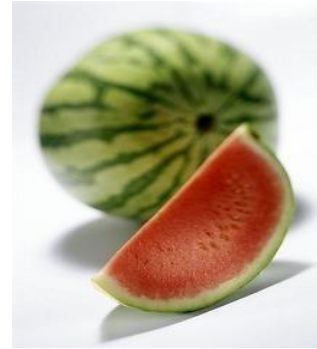
As giberelinas têm efeitos drásticos no alongamento dos caules e folhas de plantas intactas, através da estimulação tanto da divisão celular como do alongamento celular.

Locais de produção das giberelinas no vegetal

As giberelinas são produzidas em tecidos jovens do sistema caulinar e sementes em desenvolvimento. É incerto se sua síntese ocorre também nas raízes. Após a síntese, as giberelinas são provavelmente transportadas pelo xilema e floema.

Giberelinas e os mutantes anões

Aplicando giberelina em plantas anãs, verifica-se que elas se tornam indistinguíveis das plantas de altura normal (plantas não mutantes), indicando que as plantas anãs (mutantes) são incapazes de sintetizar giberelinas e que o crescimento dos tecidos requer este regulador.



Giberelinas e as sementes

Em muitas espécies de plantas, incluindo o alface, o tabaco e a aveia selvagem, as giberelinas quebram a dormência das sementes, promovendo o crescimento do embrião e a emergência da plântula. Especificamente, as giberelinas estimulam o alongamento celular, fazendo com que a radícula rompa o tegumento da semente.

Aplicações práticas das giberelinas

1. Giberelinas podem ser usadas na quebra de dormência de sementes de várias espécies de vegetais, acelerando a germinação uniforme de plantações. Em sementes de cevada e outras gramíneas, a giberelina produzida pelo embrião acelera a digestão em reservas nutritivas contidas no endosperma (região rica em reservas), pois estimula a produção de enzimas hidrolíticas.
2. Giberelinas podem ser usadas para antecipar a produção de sementes em plantas bienais. Juntamente com as citocininas, desempenham importante papel no processo de germinação de sementes.
3. Giberelinas, assim como auxinas, podem causar o desenvolvimento de frutos partenocárpicos (sem sementes), incluindo maçã, abóbora, berinjela e groselha. A maior aplicação comercial das giberelinas é na produção de uvas para a mesa. O ácido giberélico promove a produção de frutos grandes, sem sementes, soltos entre si.
4. Giberelinas estimulam o florescimento de plantas de dia longo (PDL) e bienais.

Na agricultura

1. Auxinas e giberelinas sintéticas: pulverizadas nas culturas, estas substâncias provocam a floração simultânea de plantações de abacaxi, evitam a queda prematura de laranjas e permitem a formação de uvas sem sementes. Aumentam ainda o tempo de armazenamento de batatas, impedindo o brotamento de suas gemas.
2. Experimentos para a produção de cultura de tecidos vegetais com auxinas e citocininas em soluções nutritivas contendo sais minerais, açúcar, vitaminas e aminoácidos. A partir disso, são produzidas grandes massas de tecidos (calos) de maçã, pêra, cenoura, batata e outros. Com estes calos, podem ser obtidas novas plantas, selecionadas e isentas de parasitas. Experimentos clássicos realizados em 1950 foram feitos para obter clones (plantas geneticamente iguais, obtidas a partir de células somáticas de um único vegetal) de cenouras por cultura de tecidos.
3. Utilização de hormônios vegetais como herbicidas seletivos: alguns deles, como a 2,4 -D (ácido dicloro-fenoxiacético, uma auxina sintética) são inócuos para gramíneas como arroz, trigo, centeio, porém matam ervas daninhas de folhas largas como carrapichos, picões, dentes-de-leão.

Para outras finalidades

4. Alguns hormônios sintéticos podem ser tóxicos para os animais e o homem; seu uso indiscriminado pode desencadear efeitos colaterais nocivos as comunidades e aos ecossistemas. E outra auxina sintética, a 2,4,5-T (ácido tricloro-fenoxiacético), usado como agente desfolhante na guerra do Vietnã. Foi demonstrado que esta substância é responsável por deformações nos embriões dos mamíferos. Os efeitos perigosos da substância decorrem de sua contaminação por traços de benzodioxina, substância que se forma durante a fabricação do hormônio. Pesquisas recentes mostram que apenas cinco partes por trilhão de dioxina podem aumentar significativamente a probabilidade de ocorrência de cânceres de vários tipos.

Citocininas

Uma quarta classe de hormônios vegetais é a das citocininas, assim chamadas porque **estimula a divisão celular** (citocinese).

As citocininas são produzidas nas raízes e transportadas através do xilema para todas as partes da planta. Embriões e frutos também produzem as citocininas.

Funções das citocininas

O papel das citocininas no desenvolvimento das plantas tem sido estudado em culturas de tecidos. Quando um fragmento de uma planta, um pedaço de parênquima, por exemplo, é colocado em um meio de cultura contendo todos os nutrientes essenciais à sua sobrevivência as células podem crescer mas não se dividem. Se adicionarmos apenas citocinina a esse meio, nada acontece, mas se adicionarmos também auxina, as células passam a se dividir e podem se diferenciar em diversos órgãos.

O tipo de órgão que surge em uma cultura de tecidos vegetais depende da relação entre as quantidades de citocina e auxina adicionadas ao meio. Quando as concentrações dos dois hormônios são iguais, as células se multiplicam mas não se diferenciam, formando uma massa de células denominada calo. Se a concentração de auxina for maior que a de citocina, o calo forma raízes. Se, por outro lado, a concentração de citocina for maior do que a de auxina, o calo forma brotos.

As citocinas também atuam em associação com as auxinas no **controle da dominância apical**. Nesse caso, os dois hormônios tem efeitos antagônicos. As auxinas que descem pelo caule inibem o desenvolvimento das gemas laterais, enquanto as citocinas que vêm das raízes estimulam as gemas a se desenvolverem. Quando a gema apical é removida, cessa a ação das auxinas e as citocinas induzem o desenvolvimento das gemas laterais. Uma vez iniciado o desenvolvimento das gemas laterais não mais pode ser inibido. O fato de as gemas mais baixas do caule saírem da dormência antes das mais altas tem a ver com o fato de elas estarem mais próximas das raízes, onde são produzidas as citocinas.

As citocinas também **retardam o envelhecimento** das plantas. Ramos e flores cortados e colocados em água envelhecem rapidamente pela falta desse hormônio. A adição de citocina na água dos vasos faz com que as flores cortadas durem bem mais tempo. É uma prática comum no comércio de plantas pulverizar citocina sobre as flores colhidas com a finalidade de retardar o seu envelhecimento.

Senescência

A senescência consiste no conjunto de mudanças que provocam a deterioração e a morte da célula vegetal. Em plantas multicelulares, a senescência ocorre após a juvenilidade (crescimento vegetativo) e a maturidade (reprodução) e é rápida em plantas perenes, de acordo com o programa genético característico de cada tipo de planta. A senescência é também sensível à influência de fatores do meio ambiente tais como dias curtos, baixa luminosidade, baixas e altas temperaturas, baixos níveis de nutrientes essenciais e sais tóxicos no solo.

A senescência consiste no conjunto de mudanças que provocam a deterioração e a morte da célula vegetal. Em plantas multicelulares, a senescência ocorre após a juvenilidade (crescimento vegetativo) e a maturidade (reprodução) e é rápida em plantas perenes, de acordo com o programa genético característico de cada tipo de planta. A senescência é também sensível à influência de fatores do meio ambiente tais como dias curtos, baixa luminosidade, baixas e altas temperaturas, baixos níveis de nutrientes essenciais e sais tóxicos no solo.



A senescência consiste no conjunto de mudanças que provocam a deterioração e a morte da célula vegetal. Em plantas multicelulares, a senescência ocorre após a juvenilidade (crescimento vegetativo) e a maturidade (reprodução) e é rápida em plantas perenes, de acordo com o programa genético característico de cada tipo de planta. A senescência é também sensível à influência de fatores do meio ambiente tais como dias curtos, baixa luminosidade, baixas e altas temperaturas, baixos níveis de nutrientes essenciais e sais tóxicos no solo.

A senescência e a morte podem ocorrer aproximadamente ao mesmo tempo em toda a planta, no caso de plantas anuais (milho, soja) e algumas plantas perenes (agave, bambu), que florescem uma vez e morrem logo depois, ou podem ocorrer somente na parte aérea das plantas bianuais e herbáceas perenes, nas quais as partes subterrâneas se mantêm vivas e servem como reservas para o crescimento do ano seguinte e podem ocorrer somente nas folhas e frutos de plantas lenhosas perenes. Estas plantas florescem todo ano e sua senescência total e a morte levam muitos anos.

Em plantas com senescência total, ela se dá logo depois da floração e da frutificação. A retirada de flores e de frutos adia a senescência e provoca um retorno ao rápido crescimento vegetativo característico da fase anterior à floração. Nos cereais (milho, trigo) a senescência é facilmente observada, já que acontece quase simultaneamente em milhões de plantas.

A senescência não ocorre ao acaso e quando ela é total está mais relacionada a fatores internos da planta que a fatores do meio ambiente. As mudanças que se observam nessa fase são parte de um mecanismo de transferência de nutrientes de partes da planta como a folha, para outras partes como os frutos, as sementes e o caule. Frequentemente, a senescência das folhas e dos frutos é acompanhada de sua abscisão.

Uma causa possível da senescência da planta poderia ser a grande mobilização de nutrientes e citocininas na direção dos frutos e das sementes. A morte da parte vegetativa da planta seria a consequência dessa mobilização dirigida pela atividade das auxinas produzidas pelos frutos. A retirada de flores e de frutos atrasa e pode até evitar a senescência. Essa mobilização poderia também ser considerada como um efeito e não como uma causa da senescência. A teoria da mobilização não explica por que a presença de flores masculinas em plantas masculinas provoca o início da senescência enquanto a retirada dessas flores a retarda.

A aplicação de retardadores do crescimento tem como efeito a aceleração da iniciação floral e da floração de certas plantas. No abacaxizeiro, as aplicações de etileno, de compostos que liberam etileno em contato com a planta (ethephon) ou de auxinas que induzem a produção de etileno pela planta, provocam a iniciação floral e a floração. No repolho, entretanto, a floração está associada a um rápido crescimento vegetativo. Isto mostra que nem sempre a diminuição da taxa de crescimento está intimamente associada à iniciação floral, à floração e à frutificação. Na realidade, além do fato de que ela faz parte do programa genético da planta e que está sujeita, em certos casos, a fatores do meio ambiente, pouco se conhece sobre as causas profundas da senescência.

Fotoperiodismo

Diversas etapas do desenvolvimento das plantas ocorrem em épocas determinadas do ano. A época da floração, por exemplo, é característica para cada espécie: é comum ouvirmos dizer que tal planta floresce em agosto, outra em setembro e assim por diante.

Como as plantas sabem a época em que devem florescer?

O estímulo ambiental que as plantas utilizam com mais frequência é o foto período, isto é, a relação entre a duração dos dias (período iluminado) e das noites (período escuro). A resposta fisiológica a essa relação é chamada fotoperiodismo.

De acordo com a maneira como o fotoperiodismo afeta a floração, as plantas podem ser classificadas em três tipos principais: **plantas de dia curto**, **plantas de dia longo** e **plantas indiferentes**.

Plantas de dia curto

Plantas de dia curto são aquelas que florescem quando a duração da noite (período escuro) é igual ou maior do que determinado valor, denominado fotoperíodo crítico. Plantas de dia curto florescem no fim do verão, no outono ou no inverno.



Plantas de dia longo

Plantas de dia longo são as que florescem quando submetidas a períodos de escuridão inferiores ao fotoperíodo crítico. Plantas desse tipo das quais a alfaca é um exemplo, florescem no fim da primavera ou no verão. Para algumas plantas basta uma única exposição ao fotoperíodo indutor para florescer, enquanto outras precisam de vários dias sucessivos de fotoperíodos adequados.



Algumas plantas só respondem ao fotoperíodo depois de receber algum outro tipo de estimulação. O trigo de inverno, por exemplo, não florescerá ao menos que fique exposto por várias semanas à temperaturas inferiores a 10°C. Essa necessidade de frio para florescer ou uma semente germinar, é comum a muitas plantas de clima temperado, sendo chamada de vernalização. Se, após a vernalização, o trigo de inverno for submetidos a períodos indutores menores que o fotoperíodo crítico, ele florescerá.

Plantas indiferentes

Existem plantas que florescem independente do fotoperíodo. Nesse caso, a floração ocorre em resposta a outros estímulos. O tomate e o feijão de corda são exemplos de plantas indiferentes.

Fitocromos e a Percepção da Luz

O fato de as plantas responderem a estímulos luminosos significa que elas são capazes de perceber a luz. **O fotorreceptor envolvido no fotoperiodismo, bem como em muitos outros tipos de resposta à luz, é o fitocromo, uma proteína de cor azul-esverdeada.**

Tipos de fitocromos

O fitocromo existe em duas formas interconvertíveis, uma inativa, chamada **fitocromo R**, e outra ativa, chamada **fitocromo F**. O fitocromo R (do inglês, *Red*, vermelho) se transforma em fitocromo F (do inglês, *far-red*, vermelho-longo) ao absorver luz vermelha de comprimento de onda na faixa dos 660 nanômetros. O fitocromo F, por sua vez, transforma-se em fitocromo R ao absorver luz vermelha de comprimento de onda na faixa dos 730 nanômetros (vermelho de onda mais longa).

A luz solar contém ambos os comprimentos de onda (vermelho e vermelho-longo). Por isso durante o dia as plantas apresentam as duas formas de fitocromos (R e F), com predominância do fitocromo F. À noite, o fitocromo F, mais instável, converte-se espontaneamente em fitocromo R. Dependendo da duração do período de escuridão, essa conversão pode ser total, de modo que a planta ao fim de um longo período de escuridão, pode apresentar apenas fitocromo R.

Papel do fitocromo na floração

Nas plantas de dia curto o fitocromo F é um inibidor da floração. Plantas de dia curto florescem em estações do ano que as noites são longas, porque, durante o período prolongado de escuridão, o fitocromo F converte-se espontaneamente em fitocromo R, deixando de inibir a floração. Uma breve exposição de luz (cerca de 10 minutos) durante o período de escuridão é o suficiente para impedir a floração de plantas de dia curto, pois, nesse período o fitocromo R é convertido em fitocromo F.

Nas plantas de dia longo o fitocromo F é um indutor de floração. Assim, plantas de dia longo só florescem se o período de escuridão não forem muito prolongados, de modo que não haja conversão total de fitocromo F em R. Já em estações do ano que as noites são longas, as plantas de dia longo não florescem, porque todo o fitocromo F é convertido em fitocromo R, que não induz a floração.

Fitocromos e germinação

Os fitocromos também estão envolvidos em outros processos fisiológicos das plantas, entre elas a germinação das sementes.

As sementes de diversas espécies de plantas precisam ser expostas à luz para germinar. Isso porque a germinação é induzida pelo fitocromo F, formado durante o período de exposição à luz.

Movimentos Vegetais

Os movimentos dos vegetais respondem à ação de hormônios ou de fatores ambientais como substâncias químicas, luz solar ou choques mecânicos. Estes movimentos podem ser do tipo crescimento e curvatura e do tipo locomoção.

Movimentos de Crescimento e Curvatura

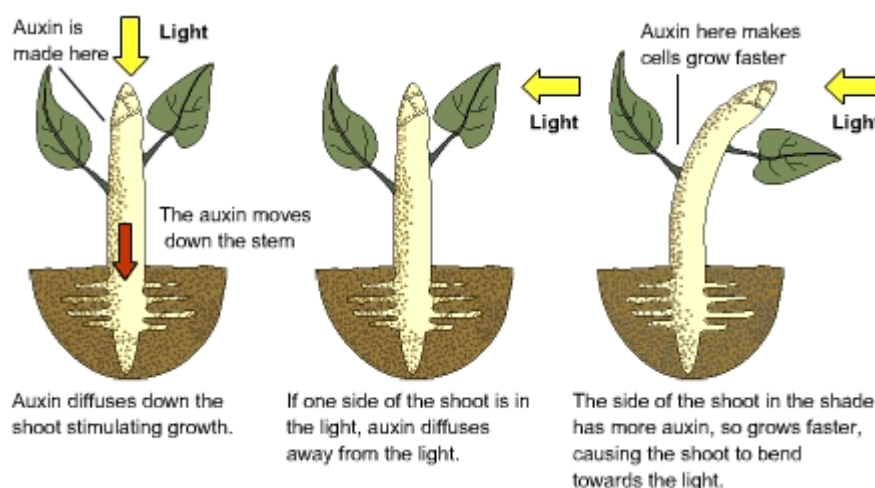
Estes movimentos podem ser do tipo **tropismos** e **nastismos**.

Tropismos

Os tropismos são movimentos orientados em relação à fonte de estímulo. Estão relacionados com a ação das auxinas.

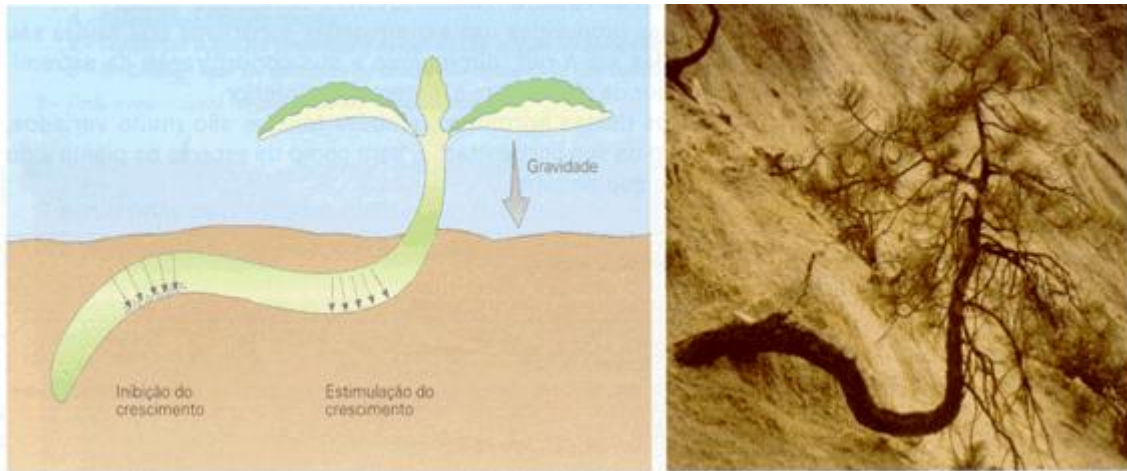
Fototropismo

Movimento orientado pela direção da luz. Existe uma curvatura do vegetal em relação à luz, podendo ser em direção ou contrária a ela, dependendo do órgão vegetal e da concentração do hormônio auxina. O caule apresenta um fototropismo positivo, enquanto que a raiz apresenta fototropismo negativo.



Geotropismo

Movimento orientado pela força da gravidade. O caule responde com geotropismo negativo e a raiz com geotropismo positivo, dependendo da concentração de auxina nestes órgãos.



Quimiotropismo

Movimento orientado em relação a substâncias químicas do meio.

Tigmotropismo

Movimento orientado por um choque mecânico ou suporte mecânico, como acontece com as gavinhas de chuchu e maracujá que se enrolam quando entram em contato com algum suporte mecânico.



Nastismos

Os nastismos são movimentos que não são orientados em relação à fonte de estímulo. Dependem da simetria interna do órgão, que devem ter disposição dorso - ventral como as folhas dos vegetais.

Fotonastismo

Movimento das pétalas das flores que fazem movimento de curvatura para a base da corola. Este movimento não é orientado pela direção da luz, sendo sempre para a base da flor. Existem as flores que

abrem durante o dia, fechando-se à noite como a "onze horas" e aquelas que fazem o contrário como a "dama da noite".

Tigmonastismo e Quimionastismo

Movimentos que ocorrem em plantas insetívoras ou mais comumente plantas carnívoras, que, em contato com um inseto, fecham suas folhas com tentáculos ou com pêlos urticantes, e logo em seguida liberam secreções digestivas que atacam o inseto. Às vezes substâncias químicas liberadas pelo inseto é que provocam esta reação.



Seismonastia

Movimento verificado nos folíolos das folhas de plantas do tipo sensitiva ou mimosa, que, ao sofrerem um abalo com a mão de uma pessoa ou com o vento, fecham seus folíolos. Este movimento é explicado pela diferença de turgescência entre as células de parênquima aquoso que estas folhas apresentam.

Movimentos de Locomoção ou Deslocamento

Movimentos de deslocamento de células ou organismos que são orientados em relação à fonte de estímulo, podendo ser positivos ou negativos, sendo definidos como **tactismos**.

Quimiotactismo

Movimento orientado em relação a substâncias químicas como ocorre com o anterozóide em direção ao arqueônio.

Aerotactismo

Movimento orientado em relação à fonte de oxigênio, como ocorre de modo positivo com bactérias aeróbicas.

Fototactismo

Movimento orientado em relação à luz, como ocorre com os cloroplastos na célula vegetal.

Exercícios Capítulo 3

Fisiologia Vegetal

1- (Unesp-SP) Um botânico tomou dois vasos, **A** e **B**, de uma determinada planta. O vaso **A** permaneceu como controle e no vaso **B** foi aplicada uma substância que induziu a planta a ficar com os estômatos permanentemente fechados. Após alguns dias, a planta do vaso **A** permaneceu igual e a do vaso **B** apresentou sinais de grande debilidade, embora ambas tenham ficado no mesmo local e com água em abundância. Foram levantadas três possibilidades para a debilidade da planta **B**:

I. A água que ia sendo absorvida pelas raízes não pôde ser perdida pela transpiração, acumulando-se em grande quantidade nos tecidos da planta.

II. A planta não pôde realizar fotossíntese, porque o fechamento dos estômatos impediu a entrada de luz para o parênquima clorofiliano das folhas.

III. A principal via de captação de CO₂ para o interior da planta foi fechada, comprometendo a fotossíntese.

A explicação correta corresponde a:

- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) I e II.
- e) II e III.

2- (Fuvest-SP) Em determinada condição de luminosidade (ponto de compensação fótico), uma planta devolve para o ambiente, na forma de gás carbônico, a mesma quantidade de carbono que fixa, na forma de carboidrato, durante a fotossíntese. Se o ponto de compensação fótico é mantido por certo tempo, a planta

a) morre rapidamente, pois não consegue o suprimento energético de que necessita.

b) continua crescendo, pois mantém a capacidade de retirar água e alimento do solo.

c) continua crescendo, pois mantém a capacidade de armazenar o alimento que sintetiza.

d) continua viva, mas não cresce, pois consome todo o alimento que produz.

e) continua viva, mas não cresce, pois perde a capacidade de retirar do solo os nutrientes de que necessita.

3- (PUC-RS) Os tropismos observados em plantas superiores são crescimentos induzidos por hormônios vegetais e direcionados por influências do ambiente. A curvatura do caule em direção à luz e da raiz em direção ao solo são exemplos típicos de fototropismo e geotropismo positivos, respectivamente. Tais movimentos ocorrem em decorrência da concentração diferencial de fitormônios como a nas diferentes estruturas da planta. Altas taxas deste fitormônio, por exemplo, o crescimento celular, o qual a curvatura do caule em direção à luz.

- a) citocina promovem induz
- b) auxina induzem provoca
- c) giberilina inibem impede
- d) auxina bloqueiam inibe
- e) citocina impedem bloqueia

- 4- (PUC-SP) Em uma planta, a coluna líquida dentro de vasos é arrastada para cima, o que se deve ao fato de as moléculas de água manterem-se unidas por forças de coesão.
A descrição acima refere-se à condução de
- seiva bruta pelos vasos xilemáticos.
 - seiva bruta pelos vasos floemáticos.
 - seiva elaborada pelos vasos xilemáticos.
 - seiva elaborada pelos vasos floemáticos.
 - seiva bruta pelas células companheiras, anexas aos vasos floemáticos.
- 5- (Unifesp) A mandioca (aipim, macaxeira) corresponde ao órgão de uma planta onde se acumulam substâncias de reserva energética que têm sua origem
- nas folhas, a partir da produção de hormônios vegetais.
 - nas folhas, a partir da fotossíntese.
 - nas raízes, absorvidas diretamente do solo.
 - nas raízes, por relação simbiótica com bactérias.
 - no caule, a partir da quebra da glicose.
- 6- (PUC-RS) O transporte de seiva bruta nos vegetais vasculares ocorre devido a diversos fenômenos fisiológicos, tais como:
- I – capilaridade;
 - II – transpiração foliar;
 - III – plasmólise celular;
 - IV – maior pressão da raiz;
 - V – menor pressão das folhas.
- Estão corretas:
- todas.
 - apenas II e IV.
 - apenas II, III, IV e V.
 - apenas I, II, IV e V.
 - apenas I, III e V.
- 7- (UFRN) Leia o fragmento que segue, extraído de *Asa Branca* (Luís Gonzaga e Humberto Teixeira):
Que braseiro, que fornaia,
Nem um pé de prantação,
Por farta d'água, perdi meu gado,
Morreu de sede meu alazão...
As espécies vegetais típicas do contexto geográfico focalizado acima apresentam as seguintes adaptações:
- rápido mecanismo de abertura e fechamento de estômatos – folhas cerificadas.
 - presença de estruturas foliares modificadas em espinhos – raízes adventícias.
 - aumento significativo da superfície foliar – raízes com alto poder absortivo.
 - capacidade de armazenamento de água – associação de micorrizas.
- 8- (UFJF-MG) Indique a alternativa que apresenta a associação **correta** entre a estrutura e o processo envolvidos com a eliminação de água, no estado líquido, pelas plantas:
- pêlos absorventes – absorção
 - hidatódios – gutação
 - haustórios – transpiração
 - gavinhas – evaporação

9- (MACK-SP)

I – É produzido principalmente no meristema apical da raiz.

II – O seu principal efeito é promover o crescimento das raízes e caules.

III – Inibe o desenvolvimento das gemas laterais.

IV – Estimula o crescimento e amadurecimento dos frutos.

Das afirmações acima, a respeito do hormônio vegetal **auxina**, são verdadeiras:

a) I, II, III e IV.

b) apenas I, III e IV.

c) apenas III e IV.

d) apenas I, II e III.

e) apenas II, III e IV.

10- (Fuvest-SP) Para se obter a ramificação do caule de uma planta, como a azaléia por exemplo, deve-se:

a) aplicar adubo com alto teor de fosfato na planta, de modo a estimular a síntese de clorofila e maior produção de ramos.

b) aplicar hormônio auxina nas gemas laterais, de modo a estimular o seu desenvolvimento e consequente produção de ramos.

c) manter a planta por algum tempo no escuro, de modo a estimular a produção de gás etileno, um indutor de crescimento caulinar.

d) cortar as pontas das raízes, de modo a evitar seu desenvolvimento e permitir maior crescimento das outras partes da planta.

e) cortar as pontas dos ramos, de modo a eliminar as gemas apicais que produzem hormônios inibidores do desenvolvimento das gemas laterais.

11- (UFMA) Observe as sentenças abaixo sobre hormônios vegetais:

I – O etileno é um fitormônio encontrado em todas as partes do vegetal, principalmente na base do ovário. Inibe a multiplicação e o crescimento das células, estimula a dormência de gemas e sementes e promove a abscisão de folhas, flores e frutos.

II – As citocininas são hormônios responsáveis pela multiplicação celular e, em alguns casos, pelo desenvolvimento de gemas laterais.

III – As giberelinas são hormônios presentes em quase todo vegetal, sendo mais abundantes nas sementes jovens. São responsáveis pelo alongamento do caule, crescimento das folhas, floração, desenvolvimento dos frutos e interrupção da dormência.

IV – O ácido abscísico é responsável pelo amadurecimento e pela abscisão dos frutos, além de promover a floração e a abscisão de folhas e flores.

Indique a opção que contém somente as sentenças corretas.

a) II e III

b) I, III e IV

c) I, II e III

d) I e IV

e) II e IV

12- (Umesp) Ao se fazer uma cerca viva podam-se os ápices das plantas. Essa técnica, desenvolvida pelos agricultores muito antes de se conhecer os hormônios vegetais, consiste em:

a) estimular a dominância apical.

b) estimular a dormência das gemas laterais.

c) estimular a produção de auxina para manter a dominância apical.

d) impedir a quebra da dormência das gemas laterais.

e) impedir a produção de auxinas pelas gemas apicais, que inibem as gemas laterais.

- 13- (UFES) Dentre os fitormônios conhecidos, o etileno é um dos principais responsáveis pelo amadurecimento dos frutos. Para evitar que os frutos amadureçam durante o transporte, um produtor que queira exportar mamões para outro Estado deve:
- utilizar carros frigoríficos com baixas temperaturas e altas taxas de CO_2 .
 - armazenar os frutos em temperaturas elevadas e com altas taxas de O_2 .
 - diminuir a concentração de CO_2 no interior dos carros frigoríficos.
 - manter os veículos de transporte em temperatura ambiente.
 - colocar alguns frutos já maduros entre os outros ainda verdes.

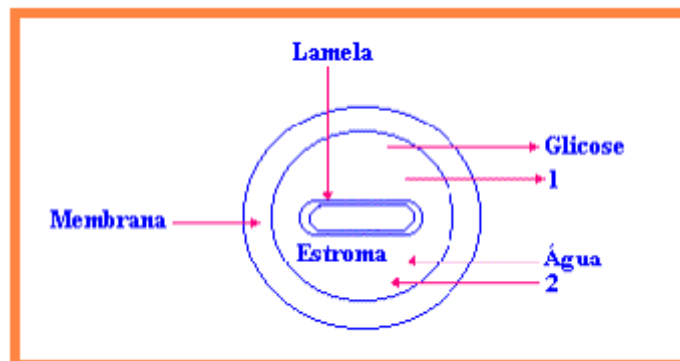
14- Escrevendo-se que durante a etapa fotoquímica da fotossíntese houve:

- fotólise da água
- redução do NADP a NADPH
- fotofosforilação do ATP que passa a ADP
- desprendimento de oxigênio

Foi cometido erro:

- na I e na II
- na III apenas
- na II e na III
- na II, na III e na IV
- na II apenas

15- (CESGRANRIO) O esquema representa um cloroplasto. A propósito desse esquema são feitas três afirmações:



- É nas lamelas que se processa a fase luminosa da fotossíntese.
- É no estroma que se processa a síntese final da glicose.
- A seta 1 indica gás carbônico e a seta 2, oxigênio.

Assinale:

- se somente I for verdadeira
- se somente I e II forem verdadeiras
- se somente II e III forem verdadeiras
- se somente I e III forem verdadeiras
- se I, II e III forem verdadeiras

16- A fotossíntese libera para a atmosfera:

- o oxigênio oriundo da água;
- o oxigênio proveniente do gás carbônico;
- o gás carbônico proveniente da respiração;
- o vapor d'água absorvido pela luz;
- o gás carbônico e o oxigênio provenientes da respiração.

17-(FUND. CARLOS CHAGAS) Considere as seguintes etapas da fotossíntese:

- I. redução do NADP
- II. fotólise da água
- III. síntese de glicose
- IV. participação do CO₂ na fase puramente química.

A ordem em que ocorrem essas etapas é:

- a) I – II – III – IV
- b) II – I – IV – III
- c) II – IV – I – III
- d) II – I – III – IV
- e) IV – III – II – I

Gabarito

1-C 2-D 3-B 4-A 5-B 6-D 7- A 8-B 9-E 10-E 11-A 12-E

Bibliografia

AMABIS & MARTHO. Biologia dos organismos. Volume 2. São Paulo, Editora Moderna, 1995.

AMABIS & MARTHO. Fundamentos da Biologia Moderna. Volume único. São Paulo, Ed. Moderna.

AVANCINI & FAVARETTO. Biologia – Uma abordagem evolutiva e ecológica. Vol. 2. São Paulo, Ed. Moderna, 1997.

CÉSAR & CEZAR. Biologia 2. São Paulo, Ed Saraiva, 2002.

<http://www.biologo.com.br/>

www.sobiologia.com.br/

www.brasilecola.com/biologia/

www.todabiologia.com/

www.portalsaofrancisco.com.br/.../index-biologia.php