

BOTÂNICA

UM ESTUDO DO REINO VEGETAL

INTRODUÇÃO

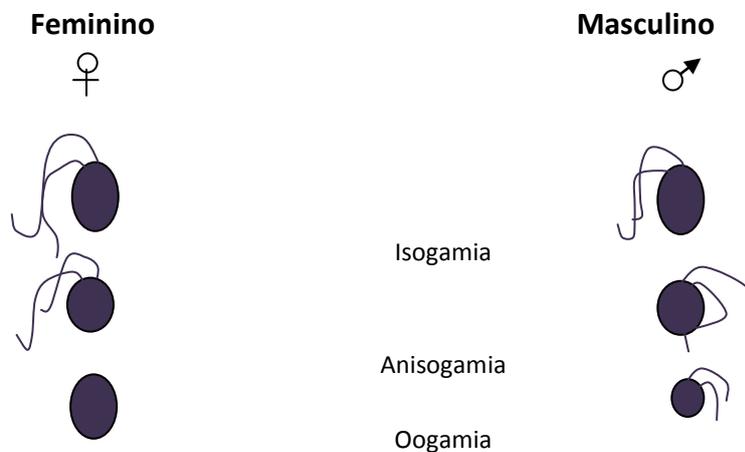
O que há de tão especial nas plantas?

As plantas são fotossintéticas e utilizam o Sol, a fonte básica de energia, para produzir o próprio alimento. Por essa razão, são chamadas de **autotróficas**. As plantas mantêm a maioria dos ecossistemas e, por isso, são essenciais para a vida na Terra.

EVOLUÇÃO DOS GAMETAS

As plantas desenvolveram diversas estratégias para a produção e fusão dos gametas.

- **Isogamia** - Os gametas são igualmente móveis e de tamanho semelhante.
- **Anisogamia** - Um gameta é grande e menos móvel, com reserva de nutrientes, enquanto o outro é menor e mais móvel, com pouca reserva de nutrientes.
- **Oogamia** - Um gameta é imóvel e grande, com muita reserva de nutrientes (oosfera), enquanto o outro é menor e móvel (anterozóide) e deve localizar o gameta maior.



EVOLUÇÃO DAS PLANTAS

A colonização da Terra ocorreu há cerca de 400 milhões de anos, provavelmente como vegetais aquáticos, ancestrais das algas verdes.

- **Problemas novos na Terra** - As plantas precisaram se adaptar para viver no ambiente terrestre, um meio seco e não aquático. Isso apresentou alguns problemas:
 - obtenção de água e prevenção de perda da água;

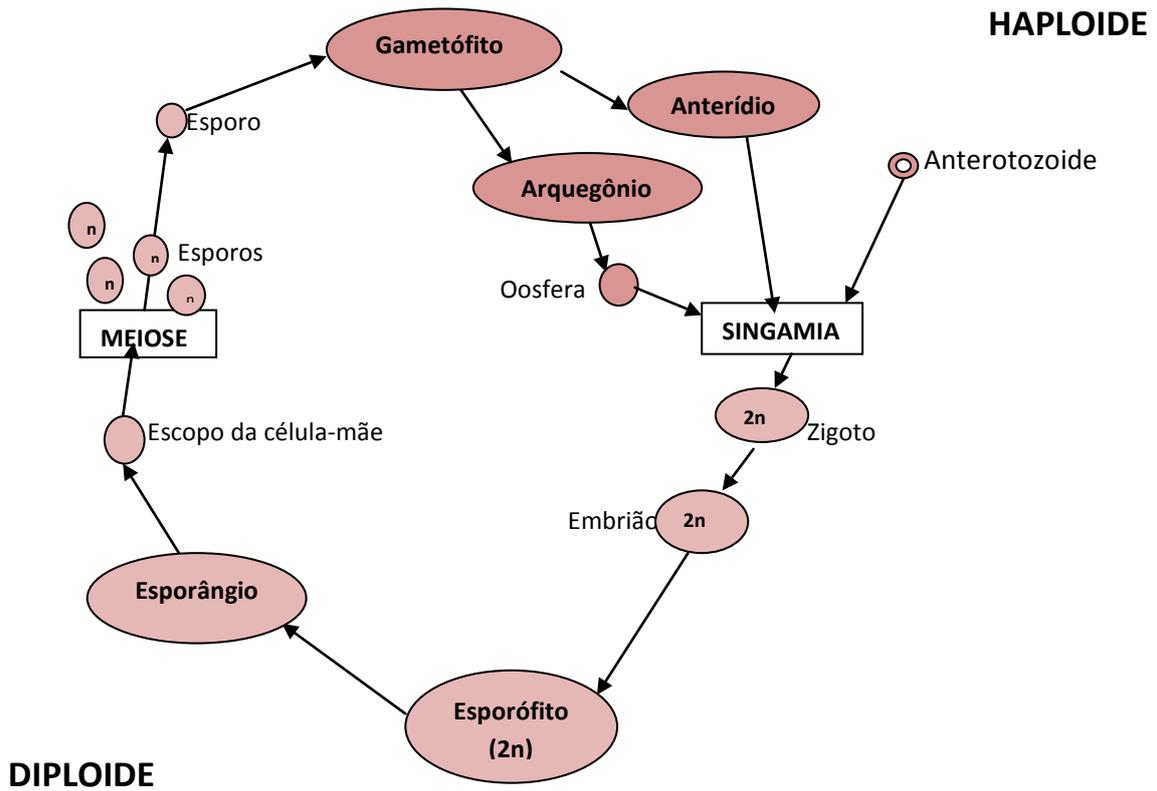
- transporte de água e nutrientes;
 - troca de gases (exige superfícies úmidas);
 - gravidade;
 - reprodução: os gametas flagelados necessitam de água, para se locomover, o que gera certa limitação da reprodução no ambiente terrestre;
 - tanto o ganho como a perda de temperatura no ar é maior do que na água.
- **Soluções na adaptação das plantas**
 - clorofila **a** e **b** para captar a luz do Sol semelhante à clorofila das algas verdes;
 - armazenamento de amido para enfrentar longos períodos de inatividade devido às variações sazonais;
 - gametas protegidos e mantidos úmidos dentro de tecidos vegetais;
 - estômatos (aberturas microscópicas na superfície das folhas) para regular as trocas gasosas;
 - superfícies cerosas para prevenir a perda excessiva de água;
 - sistema de raízes para captar água e nutrientes do solo;
 - tecidos condutores para transportar água, nutrientes e alimento;
 - tecidos de sustentação para lutar contra a gravidade no crescimento vertical;
 - todas essas adaptações garantiram o sucesso adaptativo e a grande diversidade das espécies de plantas terrestres atuais.

ALTERNÂNCIA DE GERAÇÕES

Estratégia evolutiva peculiar, na qual uma única espécie vegetal apresenta dois modos de reprodução entre gerações distintas: uma geração gametofítica, com reprodução sexuada, e a próxima geração esporofítica, com reprodução assexuada.

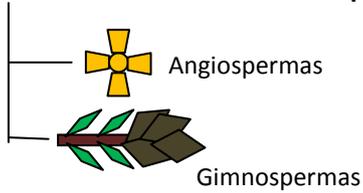
- **Gametófito** - O indivíduo haploide produz gametas por mitose. É a forma dominante nas plantas inferiores.
- **Esporófito** - O indivíduo diploide, proveniente da fusão de gametas (zigoto), produz esporos haploides por meiose, para dispersão; os esporos germinam por mitose para produzir gametófitos. É a forma dominante nas plantas superiores.
- **Isomórfico A/G** - Indivíduos gametófitos e esporófitos são morfológicamente indistinguíveis.
- **Heteromórfico A/G** - Indivíduos gametófitos e esporófitos são morfológicamente distintos.

Circulo da Alternância de Gerações

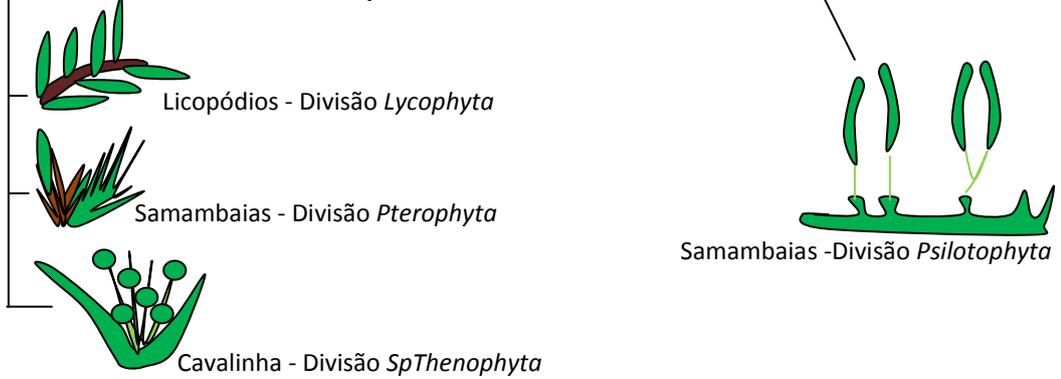


CLASSIFICAÇÃO DAS PALAVRAS

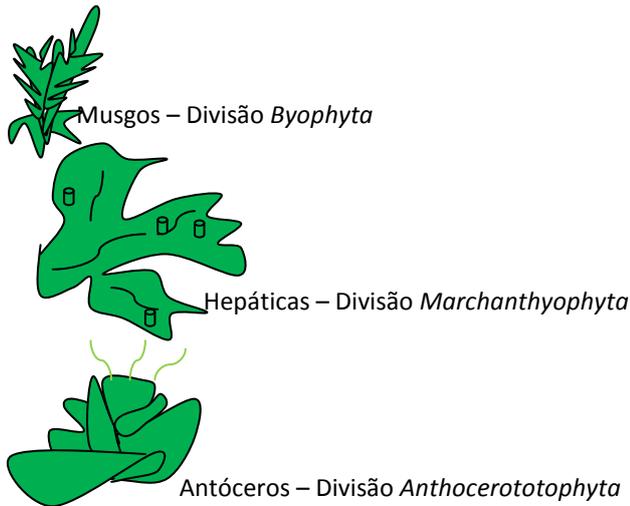
Vascular com sementes – espermatófitas



Vascular sem sementes – traqueófitas



Não vascular – briófitas

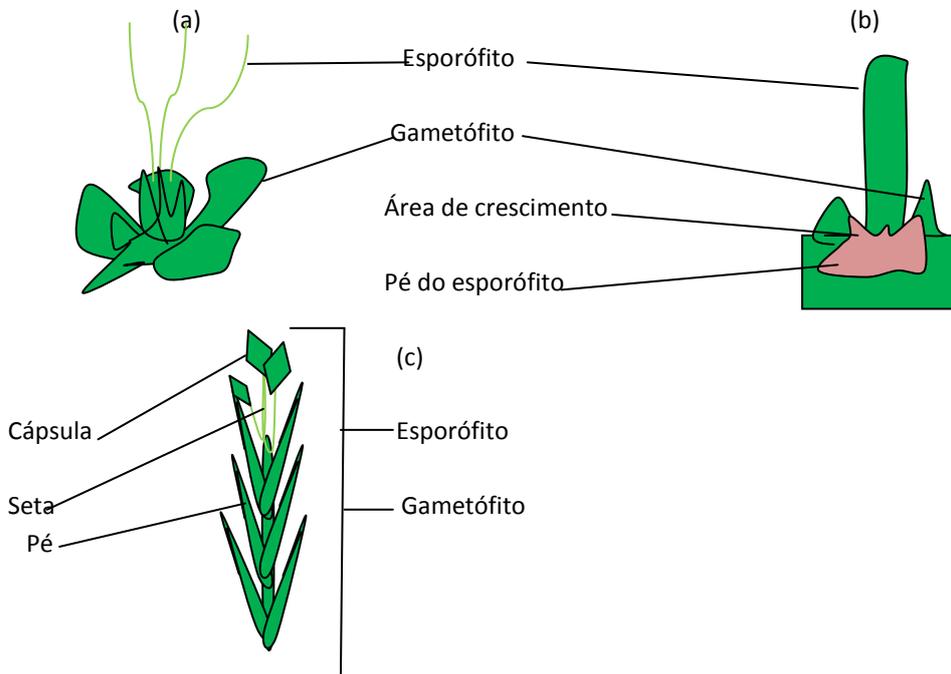


PLANTAS NÃO VASCULARES

(Briófitas - musgos e hepáticas)

Caraterísticas das primeiras plantas no ambiente terrestre

- Ausência de tecidos vasculares.
 - Gametófito é dominante, esporófito é nutricionalmente dependente do gametófito.
 - Pequenas, vivem em ambientes úmidos, e os gametas são liberados dentro da água.
- a) Divisão *Marchanthophyta* (hepáticas).
b) Divisão *Anthocerotophyta* (antóceros).
c) Divisão *Bryophyta* (musgos).



PLANTAS VASCULARES SEM SEMENTES (Traqueófitas – samambaias e avencas)

- **Características**

- Possuem xilema e floema para o transporte de substâncias.
- Os esporófitos são dominantes.
- A folha evoluiu para captação de luz mais eficaz.
- Microfilos e megafilos (microfilos = folhas pequenas; megafilos = folhas grandes).

- **Divisão *Lycophyta*** (licopódios)

- presença de raízes;
- presença de folhas (microfilos).

- **Divisão *Psilotophyta*** (samambaias):

- sem raízes e sem folhas.

- **Divisão *Sphenophyta*** (cavalinha)

- presença de raízes;
- caules com sílica;
- presença de folhas (microfilos).

Divisão *Pterophyta* (samambaias).

- presença de raízes;
- folhas (frondes);
- presença de frondes (megafilo);
- ciclo de vida conforme a ilustração;
- esporófito, soros, esporângio, esporos, gametófito (prolato), arquegônio com oosferas (gametas Feminino) e anterídio com anterozoides (gametas masculinos).

- **Panorama das plantas há 300 milhões de anos** - Na história da Terra, diversas plantas vasculares sem sementes e algumas não vasculares mostravam crescimento denso e viçoso e cobriam vastas extensões. Grande parte dos depósitos atuais de petróleo, carvão e gás foram formados por essas plantas.

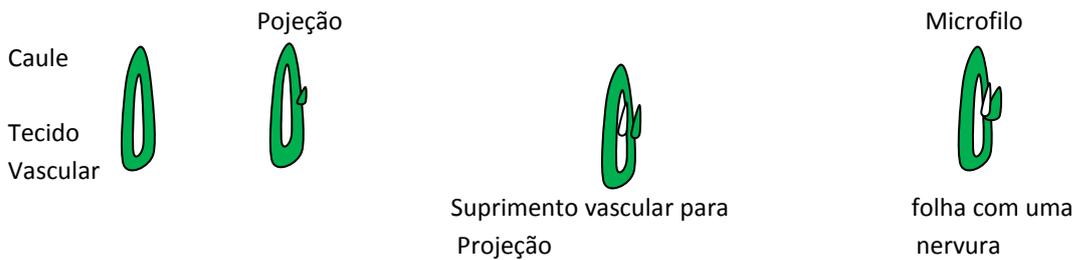
Evolução das plantas com sementes

- **Adaptação à vida terrestre das plantas com sementes**

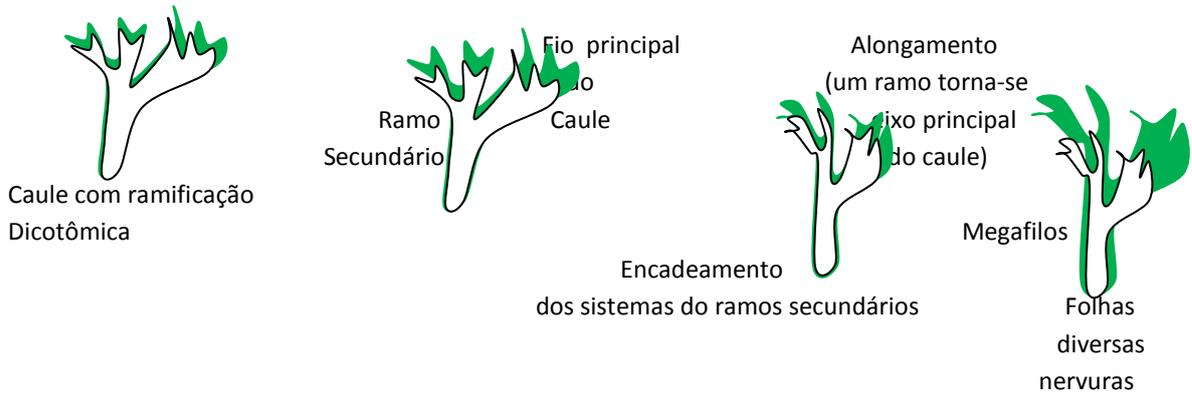
- gametófitos protegidos em esporófitos úmidos e tecidos reprodutivos;
- a polinização substituiu a natação do gameta flagelado (masculino) para o encontro e posterior fusão com o ovócito;

- a semente evolui - um embrião adormecido, cercado de nutrientes protegidos das condições ambientais adversas; as sementes substituem os esporos como agentes dispersores, usando vento, água ou animais.
- **A semente, um ovo fertilizado**
 - dentro de um óvulo;
 - tégumen, megasporângio => megásporo => gametófito => óvulo, grão de pólen.

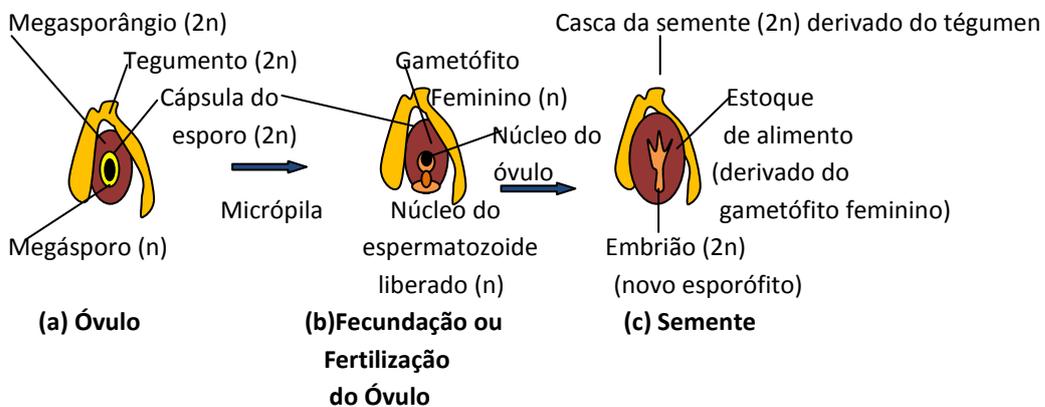
EVOLUÇÃO DO MICROFILO



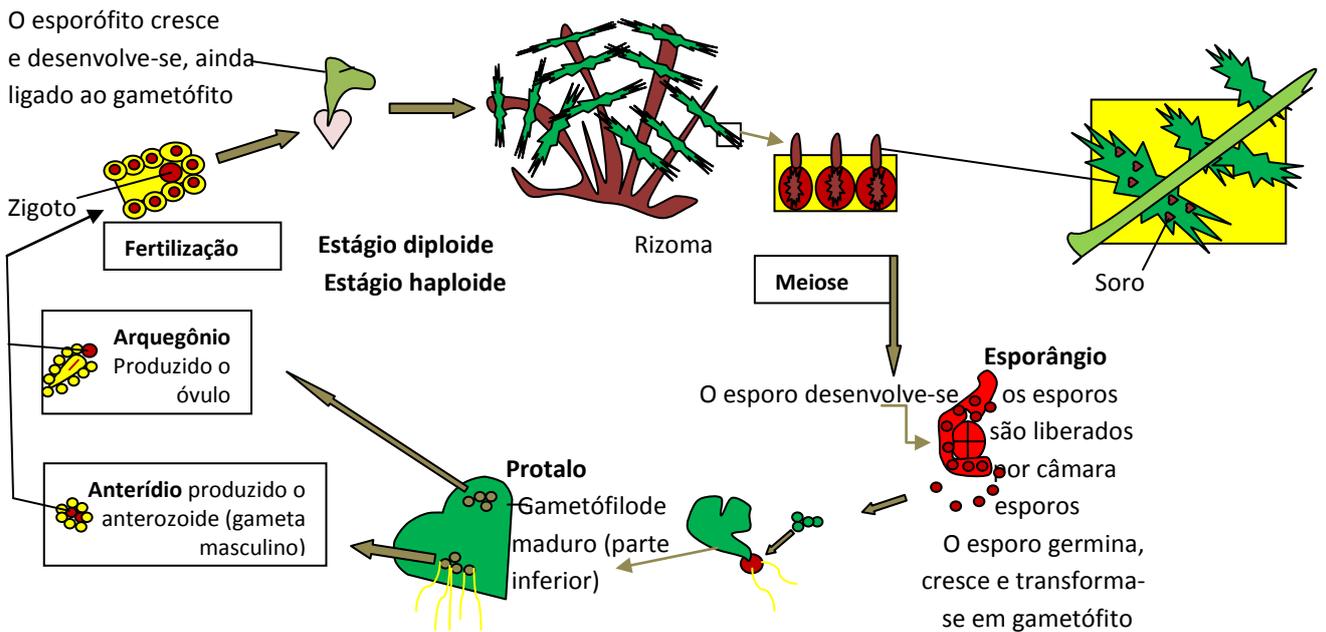
EVOLUÇÃO DO MEGAFILO



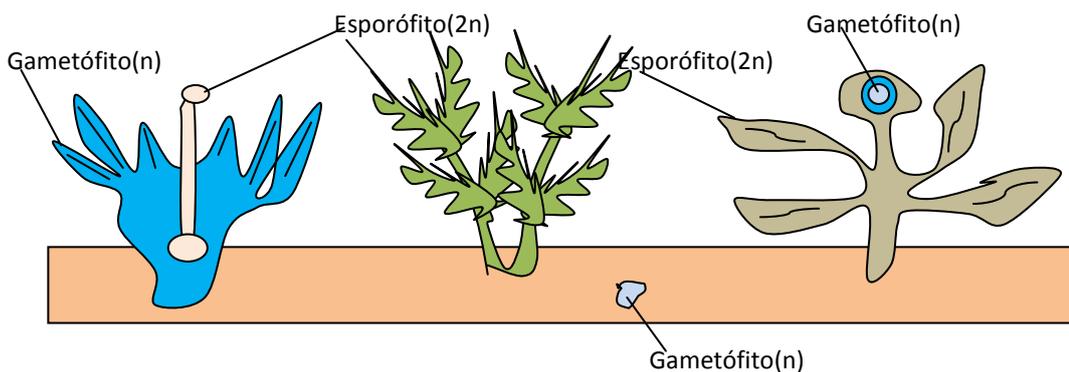
DE ÓVULO A SEMENTE



CICLO DE VIDA DA SAMAMBAIA



TENDÊNCIAS EVOLUTIVAS NA ALTERNÂNCIA DE GERAÇÕES



- Esporófito dependente de gametófito (ex.: briófitas).
- Esporófito grande e gametófito pequeno e independente (ex.: samambaias).
- Gametófito reduzido, dependente de esporófito (plantas com sementes).

SEMENTES DE "SAMAMBAIAS"

Formas fósseis extintas que podem mostrar a transição das plantas vasculares sem sementes (por exemplo, gimnospermas e angiospermas).



GIMNOSPERMAS

PLANTAS DE “SEMENTES NUAS”

- Plantas dominantes na era mesozoica (220-65 milhões de anos atrás), quando reinavam os dinossauros.
- Não produzem flores.
- Têm óvulos/sementes expostos.

- **Divisão *Cycadophyta***
- Árvores de crescimento lento, semelhantes às palmeiras, encontradas principalmente nas regiões tropicais e subtropicais.

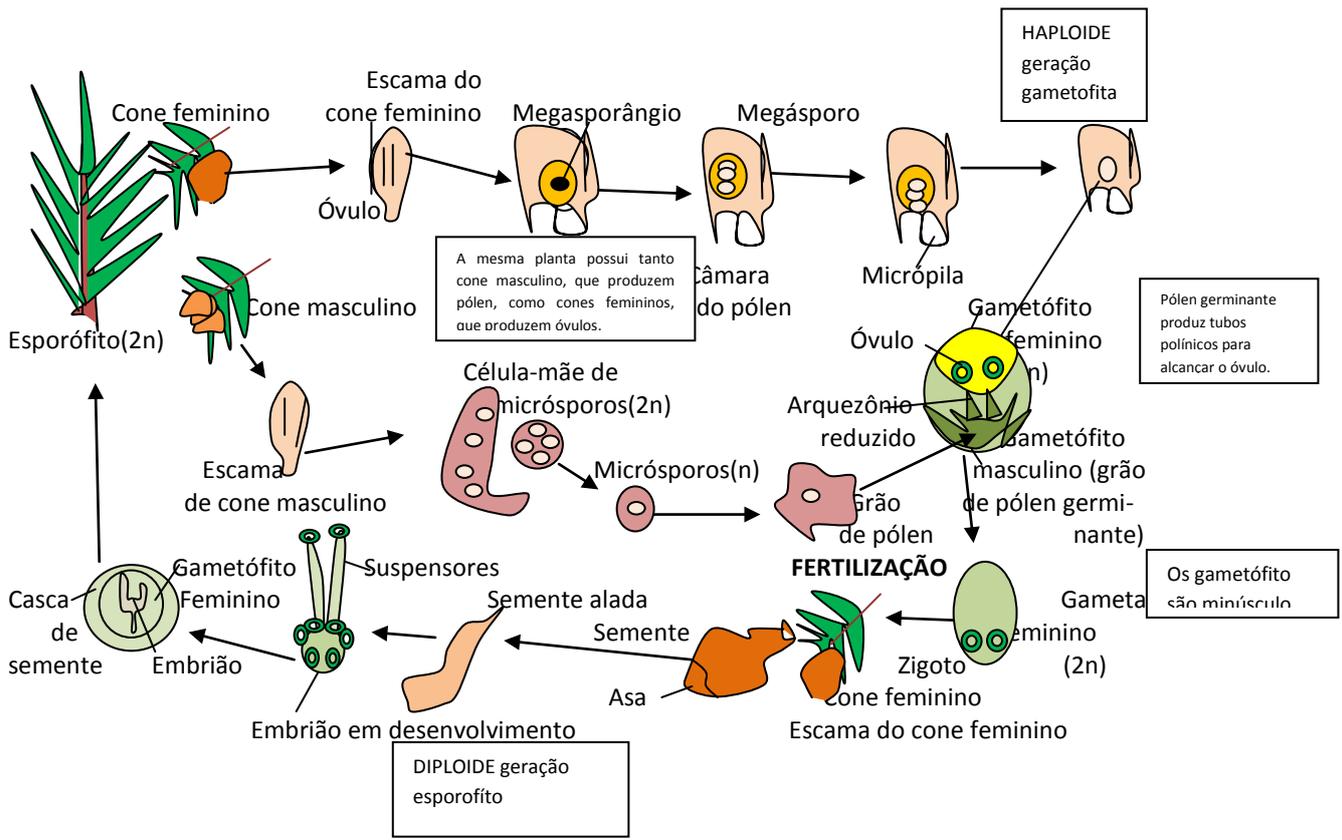
- **Divisão *Ginkgophyta***
- O Ginkgo biloba, conhecido suplemento dietético, é a única espécie viva; as demais são extintas.

- **Divisão *Gnetophyta***
- é o parente vivo mais próximo das angiospermas;
- éfedra: originalmente, a droga efedrina é derivada dessa planta.
- Suas células são semelhantes às células vasculares do xilema das angiospermas;
- Cones (estróbilos) agrupados se parecem com uma flor.

- **Divisão *Coniferophyta*** (pinheiro e araucárias)
- são as plantas mais antigas, mais altas e mais maciças (como o pinheiro-do-paraná, a sequoia-gigante ou o pinho-vermelho);
- suas folhas em forma de agulhas (aciculares) apresentam uma pequena superfície, o que torna a dessecação mais lenta e as protege da herbivoria;
- têm importância econômica como fonte de madeira e papel, resina, terebintina, alimento (pinhão) e árvores de Natal.

- **Ciclo de vida dos pinheiros**
- cone ovulado = megaestróbilos com megaesporófilos (escama);
- micrópila, por onde o pólen atinge o cone ovulado;
- cone polínico = microestróbilos com microesporófilos;
- o processo da polinização à fertilização pode durar até um ano; provavelmente, as angiospermas desenvolveram seu processo de polinização a partir de um processo lento como o apresentado pelas coníferas.

CICLO DE VIDA DAS GIMNOSPERMAS

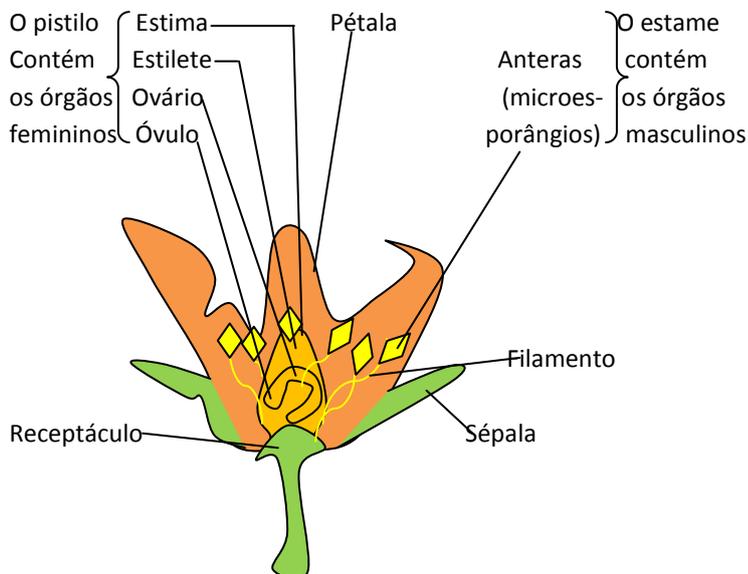


ANGIOSPERMAS

PLANTAS DE "SEMENTE PROTEGIDAS"

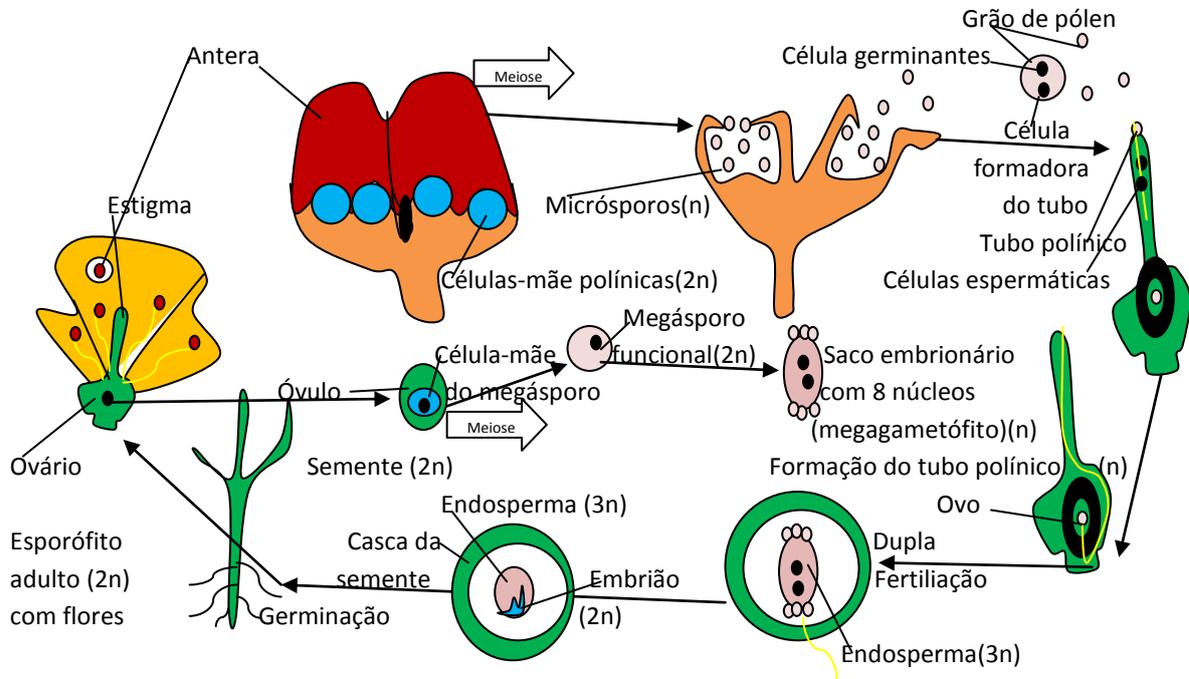
FLORES

- A maioria das espécies de plantas pertence ao grupo das angiospermas, as quais produzem flores com estruturas reprodutivas tanto masculinas como femininas.
- **Anatomia da flor**
 - sépalas, pétalas;
 - estame (porção masculina): antera, filamento;
 - pistilo (carpelo, porção feminina): estigma, estilete, ovário, óvulo.



- As angiospermas dominaram o reino vegetal desde a extinção dos dinossauros e de muitas gimnospermas (era cenozoica, há 65 milhões de anos).
- Sementes protegidas em um receptáculo ou cotilédone.

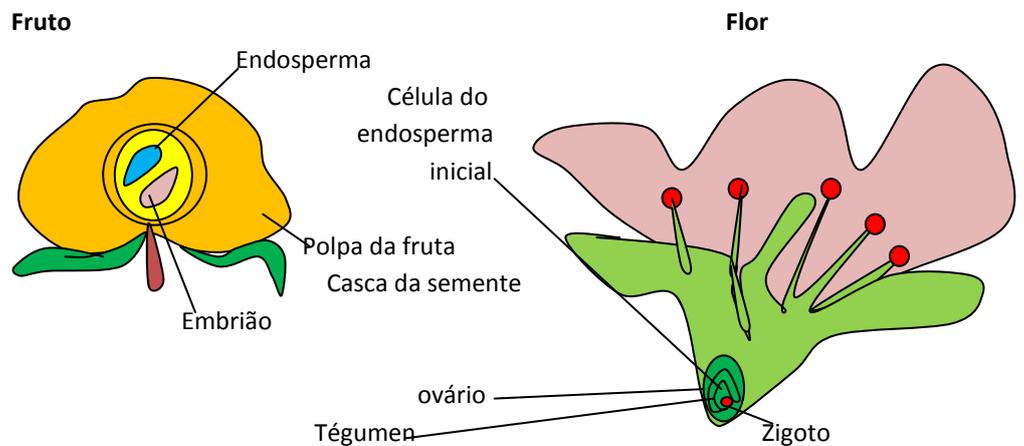
CICLO DE VIDA DAS ANGIOSPERMAS



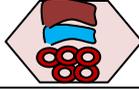
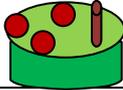
- **Ciclo de vida da angiosperma**
 - micrósporo da célula-mãe forma grãos de pólen por meiose (gametófito masculino), enquanto do grão de pólen forma-se o tubo polínico com células espermáticas (germinativas);
 - megásporo da célula-mãe megásporo saco embrionário com sete células e oito núcleos (gametófito feminino) óvulo;
 - duas células espermáticas movem-se no tubo polínico e incumbem-se de uma fertilização dupla (um funde-se com o óvulo para formar um zigoto/embrião, enquanto a outra se funde com uma grande célula central para formar o endosperma, uma reserva de nutrientes para o embrião até que possa produzir suas primeiras folhas e iniciar a fotossíntese;
 - a polinização e a fertilização ocorrem em período de horas ou dias, fazendo com que as angiospermas sejam reprodutoras rápidas em comparação com as gimnospermas.
- As flores garantem a polinização pelos insetos, pássaros e mamíferos.
- Coevolução de flores e polinizadores.
- **Dispersão de sementes**
 - importante porque a planta pode deixar cair sementes por perto, mas novos indivíduos provavelmente competirão com a planta-mãe;
 - vento, água e animais são os agentes dispersores comuns;

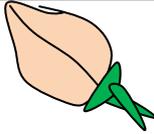
- os frutos podem atrair animais e ajudar na dispersão.
- **Fruto:** ovário amadurecido
(veja a ilustração)
- **Monocotiledôneas e dicotiledôneas:**
os dois principais grupos de angiospermas
(veja as diferenças na ilustração)
- Monocotiledôneas incluem gramíneas, milho, cana-de-açúcar, palmeiras, lírios e orquídeas;
- Dicotiledôneas incluem a maioria das árvores, videiras, arbustos e cactos.

DESENVOLVIMENTO DO FRUTO



MONOCOTILEDÔNEAS X DICOTILEDÔNEAS

Monocotiledôneas	Dicotiledôneas
 <p>Elementos florais em múltiplos de três.</p>	 <p>Elementos florais em múltiplos de quatro ou cinco.</p>
FOLHAS	
 <p>Longas e afiadas, com nervuras paralelas.</p>	 <p>Largas ou estreitas, com nervuras reticuladas.</p>
CAULES	
 	 

Feixes vasculares espalhados.	Feixes vasculares dispostos em círculo.
SEMENTES	
	
Contêm um cotilédone.	Contêm dois cotilédones.

ARQUITETURA DA PLANTA

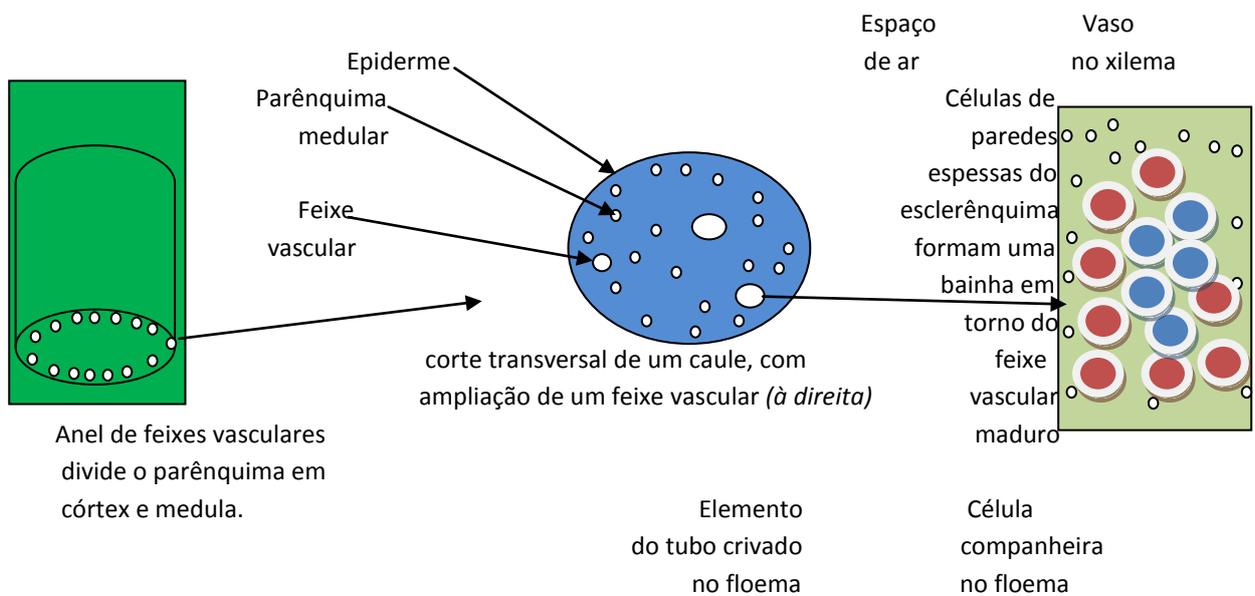
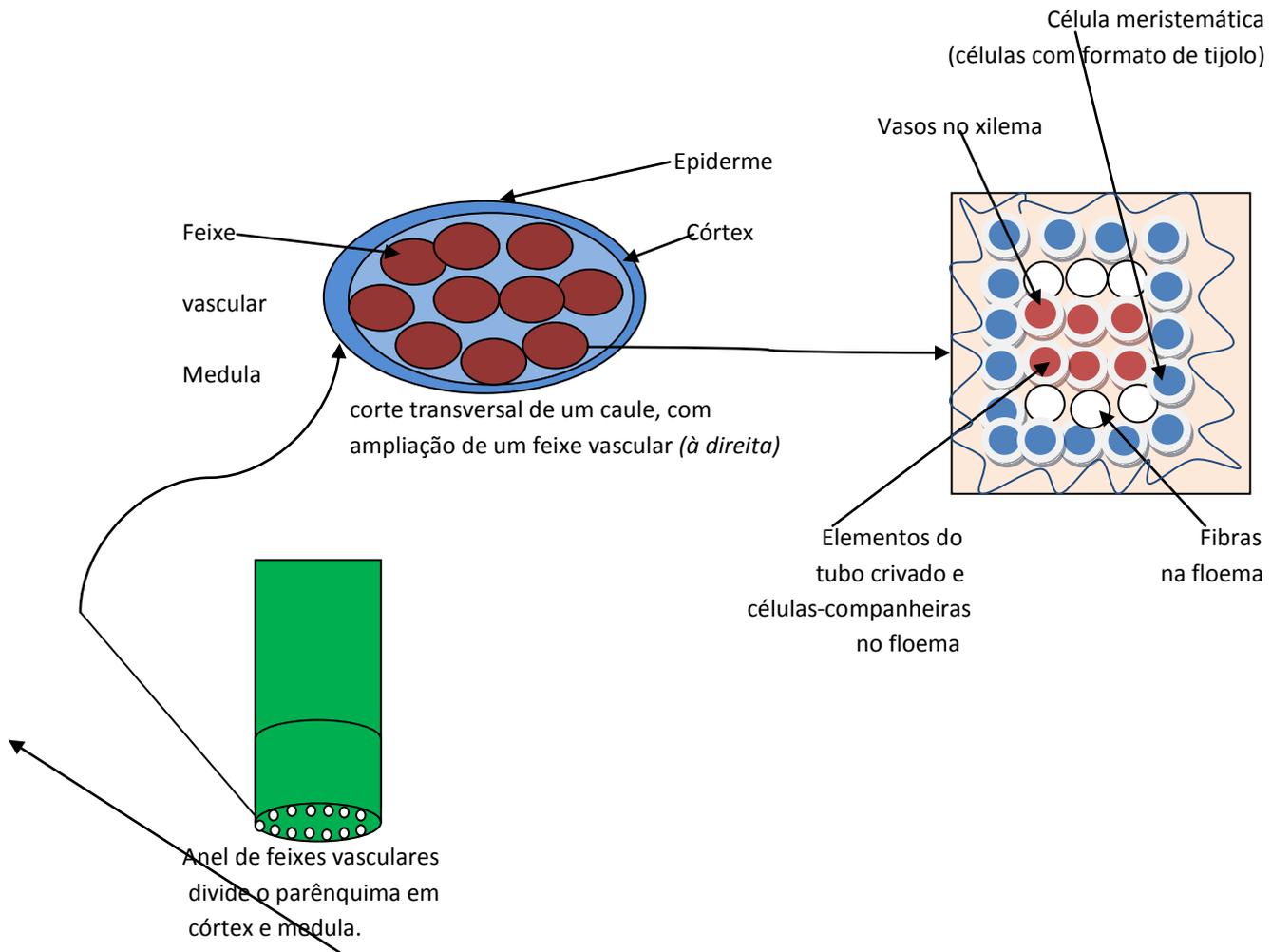
- Necessidades da planta e soluções
- **folhas:** absorção e conversão da energia solar;
- **caules:** posicionamento e sustentação das folhas;
- **raízes:** fixação, absorção e sustentação das folhas;
- **sistema:** transporte.

ARQUITETURA DA PLANTA

- ❖ Meristema apical (botão terminal);
- ❖ Botão axilar;
- ❖ Folha jovem;
- ❖ Flor
- ❖ Epiderme
- ❖ Nó etrenó nó;
- ❖ Folha;
- ❖ Tecidos vasculares;
- ❖ Sementes (dentro do fruto);
- ❖ Parênquima medular sistema de crescimento sistema de enraizamento;
- ❖ Cotilédone seco;
- ❖ Raiz secundária;
- ❖ Raiz principal;
- ❖ Pelos radiculares;
- ❖ Meristema apical radicular;
- ❖ Coifa da raiz.

ESTRUTURA DO CAULE

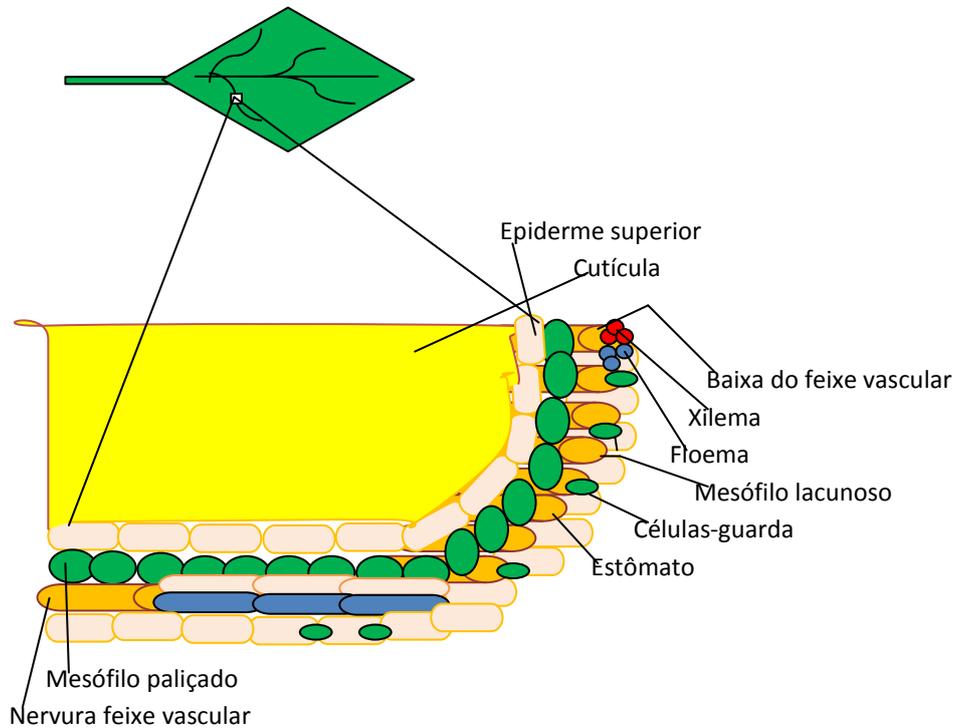
- As células que formam o caule têm paredes de origem celulósica, para dar sustentação durante o crescimento em direção à luz solar.
- Epiderme.
- Dicotiledôneas com um anel de feixes vasculares dividindo o parênquima em córtex e medula.
- Monocotiledôneas com feixes vasculares espalhados pelo parênquima medular.



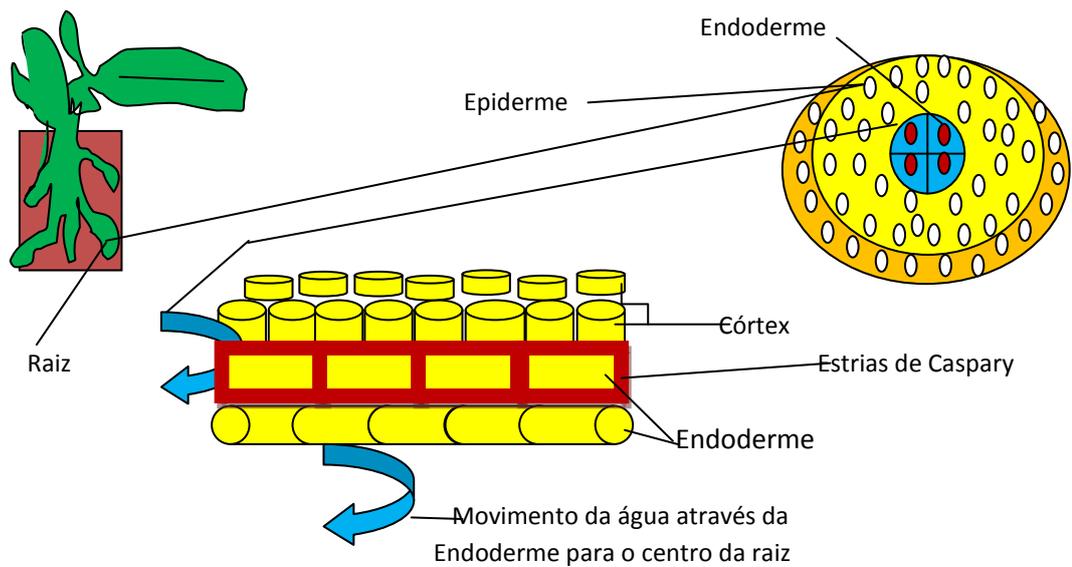
ESTRUTURA DA FOLHA

- Epiderme.
- Cutícula cerosa para evitar o dessecamento (produzido pela epiderme).

- Células-guarda com estômatos para regular as trocas gasosas.
- Mesófilo, a camada fotossintética.
- Dicotiledôneas com camadas e lacunosas; monocotiledôneas com apenas uma camada.
- Nervura, feixe vascular para transporte de substância.



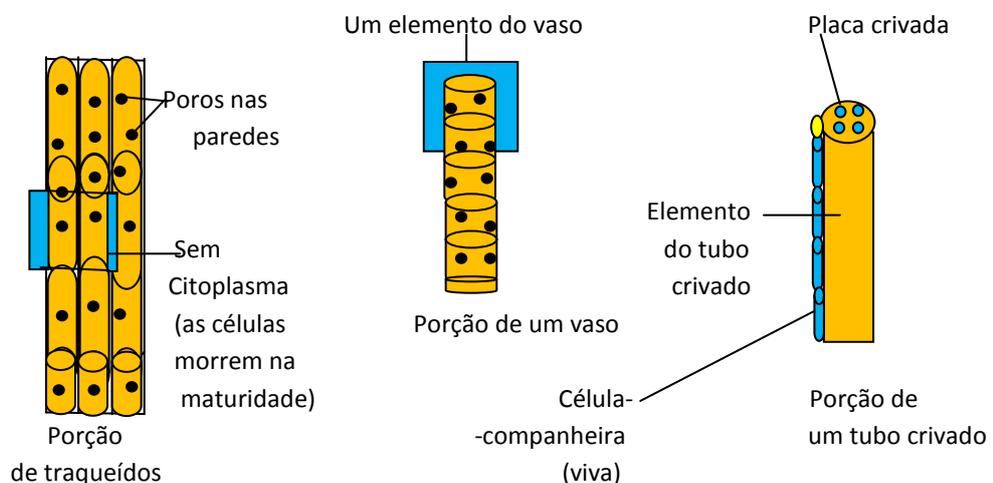
ESTRUTURA DA RAIZ



- Epiderme na zona pilífera, cujo pelos aumentam a superfície para absorção de água e minerais.
- Córtex.
- Endoderme com estrias de Caspary.
- Cilindro central, ocupado por um cilindro vascular, em cujo interior se encontram tecidos vasculares.
- **Transporte via apoplasto versus via simplasto** - A água penetra na epiderme da raiz e passa pelos espaços entre as células do córtex, apoplasticamente, até alcançar a endoderme. As estrias de Caspary evitam que a água passe as células da endoderme. Dessa maneira, a água é forçada a penetrar as membranas celulares simplasticamente, onde é filtrada antes de atingir os tecidos vasculares no interior do cilindro central. Assim, as substâncias potencialmente nocivas podem ser removidas pelas membranas seletivamente permeáveis das células da endoderme.

TECIDOS VASCULARES

- **Xilema**, usado no transporte de água e minerais (seiva bruta).
 - **traqueídeos**: células longas e estreitas, ocas e mortas, com extremidades perfuradas, crônicas;
 - **elementos do vaso**: células curtas e largas, ocas e mortas, com grandes furos na ponta.
- **Floema**, usado para o transporte de água e açúcar (seiva elaborada).
 - **elementos do tubo crivado**: células ocas e vivas, com extremidades perfuradas;
 - **células-companheiras**: células vivas que ajudam a manter as células dos elementos do tubo crivado.

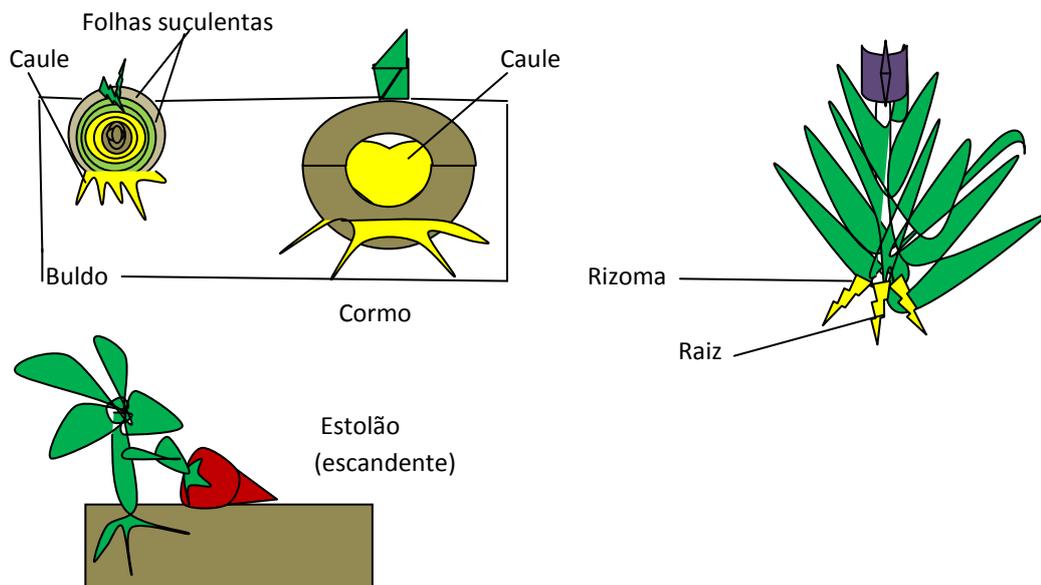


SIMBIOSSES IMPORTANTES NAS PLANTAS

- **Módulos radiculares e bactérias:** a bactérias fixa o nitrogênio e aloja-se nos módulos da raiz para fornecer esse “fertilizante”, permitindo assim que a planta se desenvolva, mesmo em solos pobres em nutrientes.
- **Micorrizas:** atualmente, a maioria das plantas tem uma associação entre suas raízes e os fungos do solo. Essa associação, ou micorriza, é crucial para ajudar a planta a absorver água e minerais.

REPRODUÇÃO VEGETATIVA (ASSEXUADA)

Normalmente, as plantas produzem novas partes ou estruturas sem reprodução sexuada. Isso permite a propagação rápida da planta em seu ambiente contíguo.



Modos de reprodução assexuada das plantas com floração

Reprodução vegetativa nos caules modificados

MECANISMO	ESPÉCIME	CARACTERÍSTICAS
Escandente (estolã)	Morango	Novas plantas surgem nos nódulos de um caule horizontal acima do solo.
Rizoma	Gramma-rasteira (capim-de-burro)	Novas plantas aparecem nos nódulos do caule horizontal subterrâneo.
Cormo	Gadíolo	A nova planta surge de brotos axilares no caule vertical, grosso, curto e subterrâneo.
Tubérculo	Batata	O novo bulbo nasce de broto axilar no tubérculo (extremidades aumentadas de um pequeno rizoma subterrâneo).
Bulbo	Cebola (liliácea)	O novo bulbo nasce de broto axilar no caule curto e subterrâneo.
Partenogênese	Laranjeira, rosa	O embrião desenvolve-se em fusão

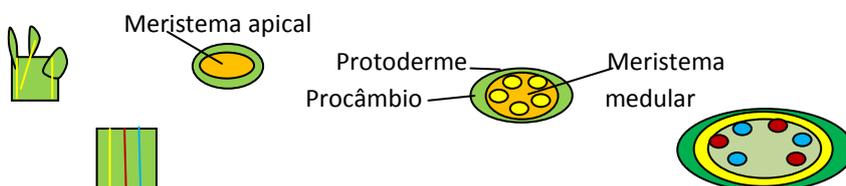
		celular ou nuclear (ou seja, de óvulo haploide não fertilizando) ou desenvolve-se, de maneira adventícia, a partir do tecido em redor do saco embrionário.
Propagação vegetativa	Planta-de-jade, violeta-africana	A nova planta desenvolve-se a partir de tecido ou órgão (por exemplo, a folha) que cai ou é separado da planta.
Propagação por cultura de tecidos	Orquídeas, lírio, tulipa, trigo, arroz e milho	A nova planta é induzida a crescer a partir da célula de uma planta de origem que não é irreversivelmente diferenciada.

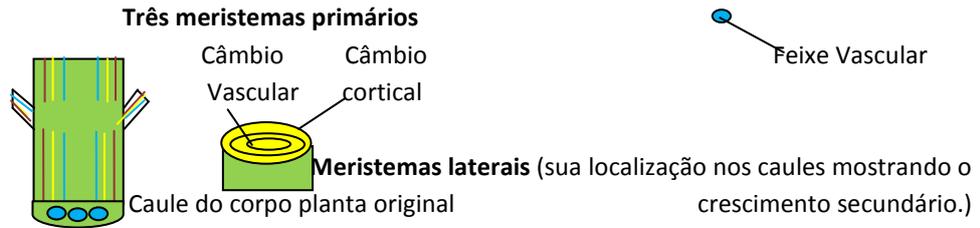
DESENVOLVIMENTO DA PLANTA

- O crescimento se dá depois da germinação.
- Crescimento ascendente
 - epicótilo ou coleótilo;
 - fototropismo: a planta cresce e movimenta-se em resposta à luz.
- Crescimento descendente
 - radícula ou hipocótilo;
 - geotropismo: a planta cresce em resposta à gravidade, por meio de sensores como estatólitos.
- Tecido meristemáticos formam todos os tecidos da planta adulta (semente aos tecidos germinativos dos animais).
- Meristema apical: responsável pelo crescimento de altura da planta.
- Meristema lateral: responsável pelo incremento no diâmetro da planta (circunferência).
- Três meristemas primários
 - Protoderme: epiderme;
 - Meristema medular: córtex e tecidos medulares;
 - Procâmbio: feixes vasculares com xilema e floema.
- Câmbio vascular: produz xilema interno e floema externo.
- Câmbio cortical: felogênio.
- A madeira é produzida a partir do xilema
 - anéis de crescimento (*ilustração nesta página*);
 - cerne *versus* albarno (*ilustração ao lado*);
 - cerne: xilema obstruído, pouco transporte de água;
 - albarno: o mais novo xilema; água é transportada em fluxo livre.
- Súber: produzido a partir do floema, do câmbio cortical e do córtex
 - as lenticelas são frestas no súber para facilitar as trocas gasosas;

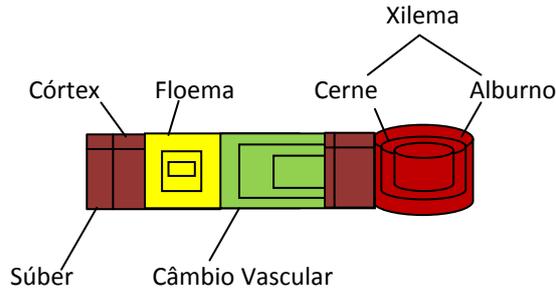
- as plantas “de anelamento” ou aquelas em que é feito o corte de uma faixa horizontal em torno da circunferência da planta correm risco de morrer. É que o câmbio vascular, no qual os nutrientes e a água circulam verticalmente, pode ser danificado. Equipamentos usados em gramados (principalmente contra ervas daninhas) são a principal fonte desse tipo de dano.
- **Troca e transporte**
 - as plantas obtêm e distribuem gases, nutrientes, minerais e água por meio de fluidos internos;
 - trocas gasosas ocorrem nos estômatos, raízes e lenticelas;
 - transporte interno em floema e xilema;
 - os fluidos movem-se no xilema por força de adesão, coesão, evaporação e osmose.
- **Teoria do movimento ascendente**
 - ação capilar: um pouco de água se move naturalmente nas pequenas células vasculares;
 - pressão da raiz aumentam a osmolaridade desses tecidos;
 - evapotranspiração (coesão – adesão – tensão): principalmente força motriz para transportar água cima, até o topo da planta (algumas vezes por mais de 100 metros);
 - quando a água evapora da superfície da folha, suas propriedades, como força de coesão e adesão, atraem as moléculas de água imediatamente abaixo, estabelecendo uma pressão/tensão da água. A desvantagem é que exige da planta perdas de água. Em situações de seca ou em ambientes áridos, essa perda de água para o transporte vertical pode ser perigosa para a planta; por isso, um reabastecimento de água estocado na raiz é vital.
- **Movimento de solução orgânica na floema**
(veja ilustração ao lado) – Os açúcares produzidos pelas folhas por fotossíntese devem ser distribuídos pelo restante da planta. A gravidade pode auxiliar esse movimento para baixo. No entanto, a retirada de açúcares de dentro das células do floema exige energia (isto é, transporte ativo). Por vezes, grandes quantidades de açúcares e amido são estocados em estruturas vegetativas especiais, como e dos tubérculos.

TECIDOS MERISTEMÁTICOS

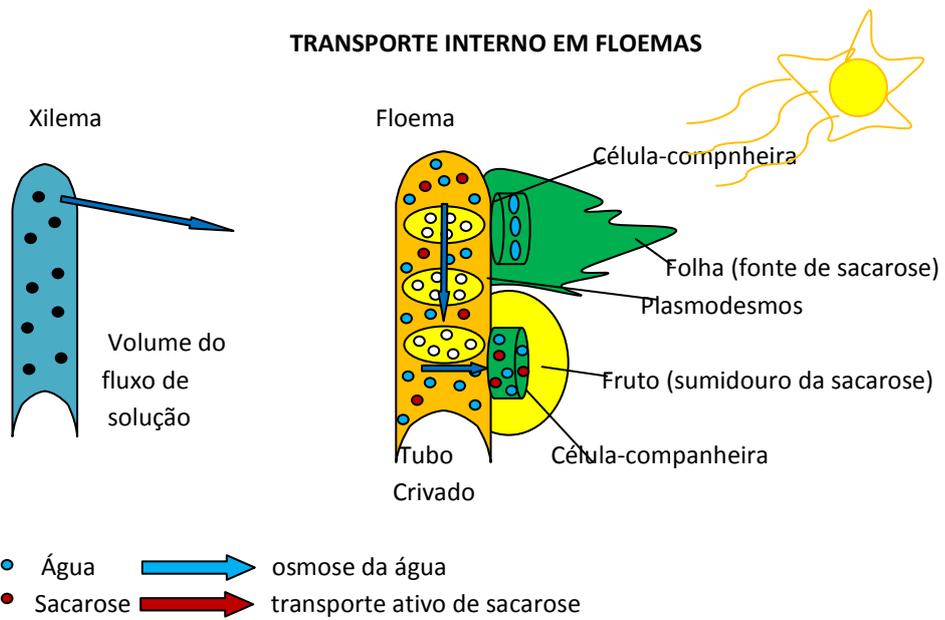




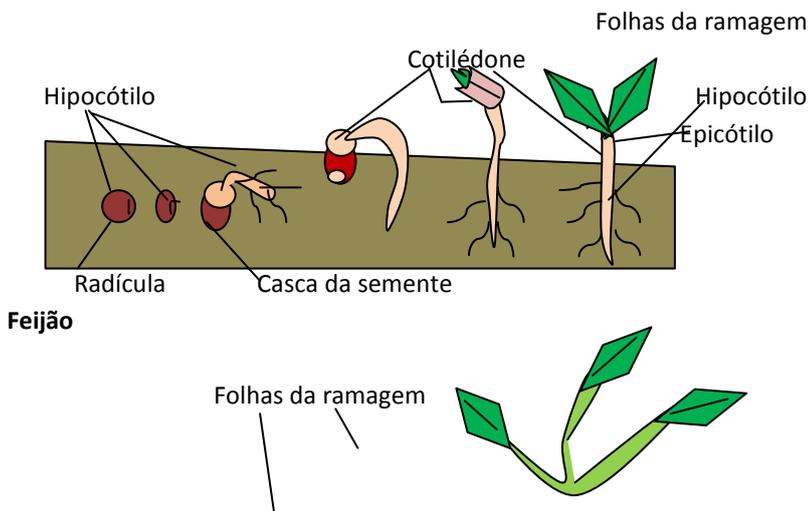
CRESCIMENTO SECUNDÁRIO

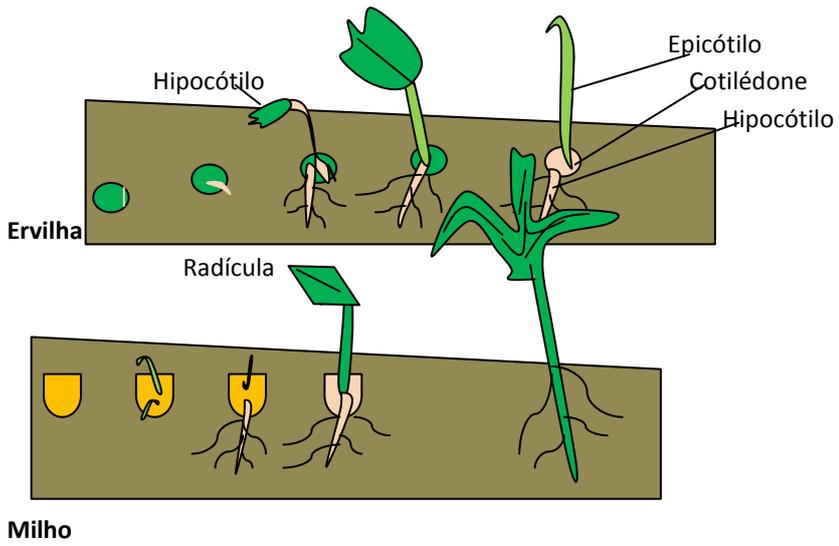


TRANSPORTE INTERNO EM FLOEMAS



DESENVOLVIMENTO DA SEMENTE





ANÉIS DE CRESCIMENTO

