



16.10 *Reconstrução de uma floresta pantanosa do Período Carbonífero.*

Liquens

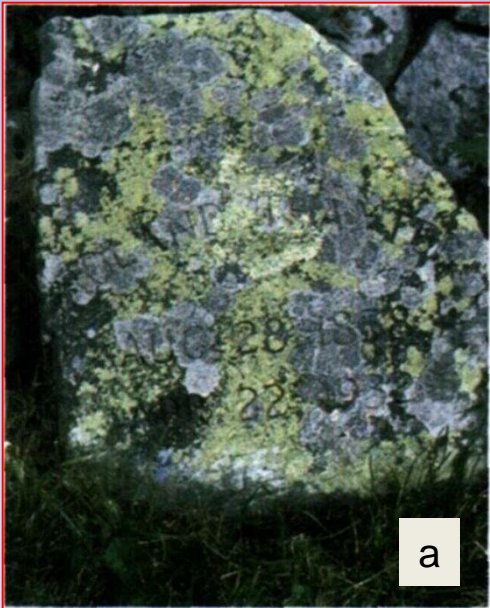
(micobionte + fotobionte)

Liquens são associações simbióticas mutualistas entre ascomice-tos e certos gêneros de algas verdes ou de cianobactérias. Os membros fotossintetizantes dessa associação provêm os neces-sários compostos carbônicos ricos em energia para ambos os sim-biontes e são protegidos dos extremos de variação ambiental pelos simbiontes fúngicos* que lhes repassam os nutrientes minerais que os alcançam, provenientes do ambiente externo. Por causa desse relacionamento simbiótico, liquens são capazes de viver em alguns dos mais inóspitos ambientes da Terra (Fig. 12.17). Fungos

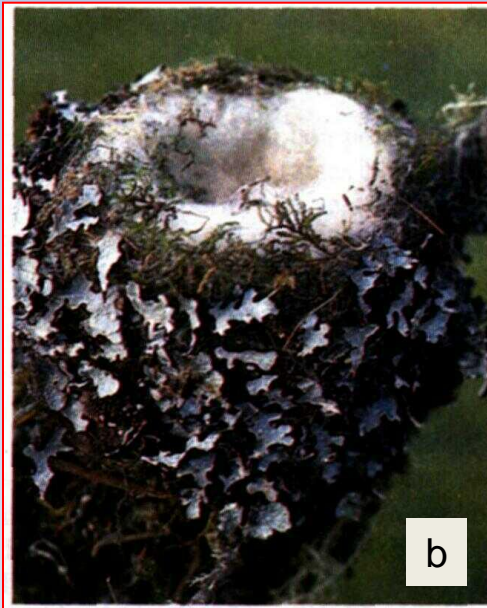


12.18

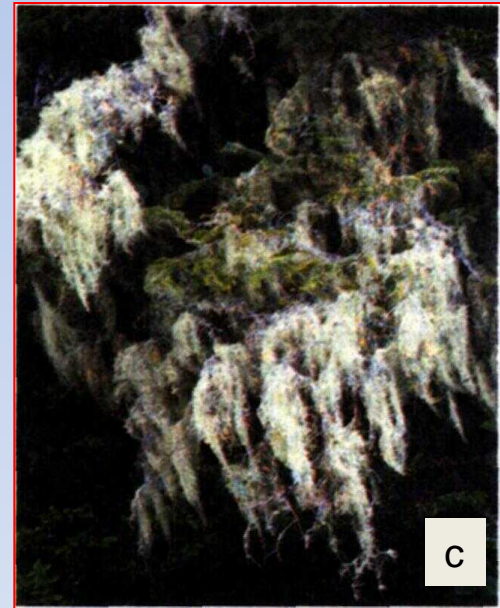
Um líquen crostoso, Caloplaca saxicola, crescendo numa superfície rochosa nua na Califórnia central.



a



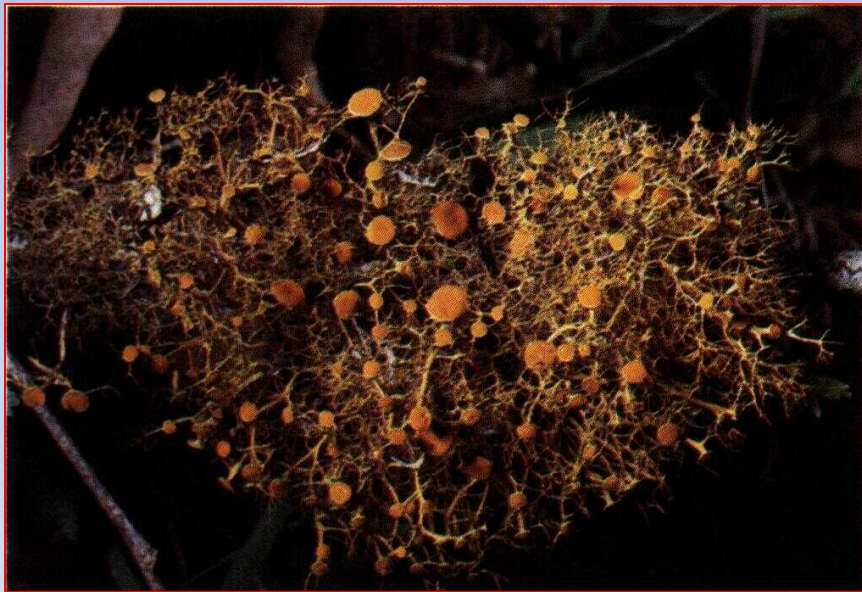
b



c

12.19

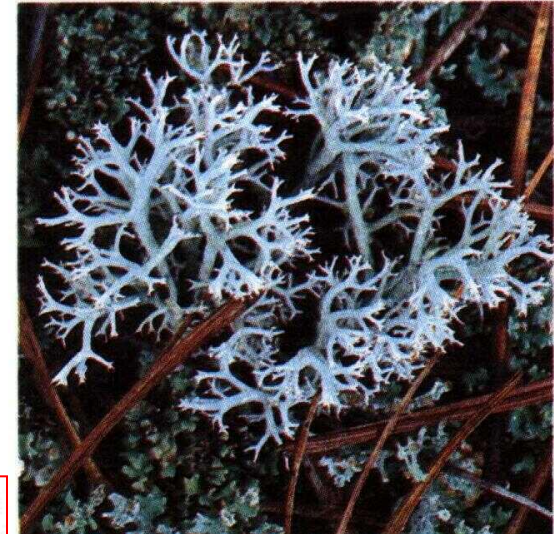
(a) Líquens crostosos e folhosos crescendo na lápide de Roland Thaxter (1858-1932), renomado micólogo da Universidade de Harvard. (b) Parmelia perforata, um líquen folhoso crescendo ao redor de um ninho de beija-flor num galho de árvore morta no Mississipi. (c) Barba-de-velho (Usnea hirta), um líquen penduloso que ocorre freqüentemente em grandes populações sobre ramos de árvores. Embora superficialmente semelhante a Usnea e também ocupe um nicho ecológico parecido, a falsa barba-de-velho ("Spanish moss", em inglês), que é comum por todo o sudeste dos EUA, não é um líquen, mas uma planta produtora de flores — um membro da família do abacaxi (Bromeliaceae).



(a)



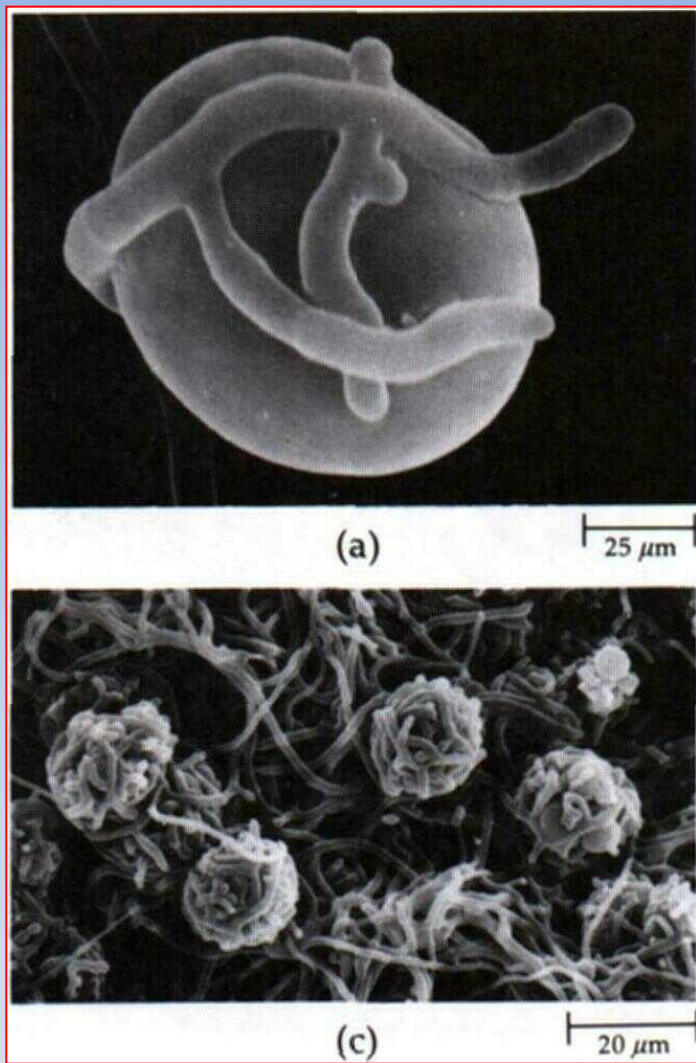
(b)



(c)

12.20

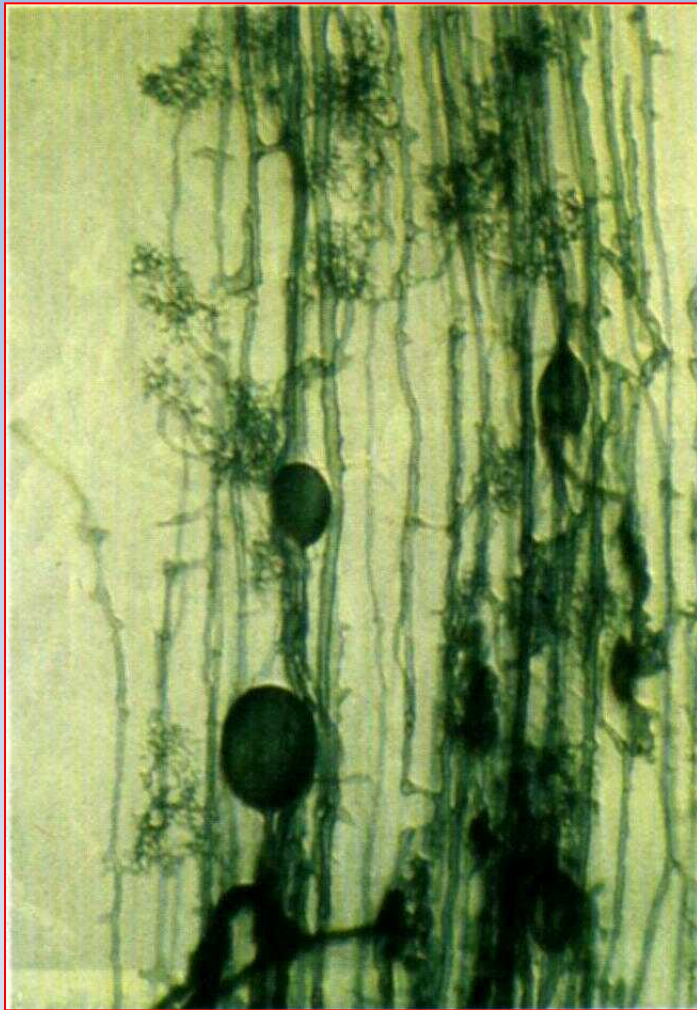
Vários líquens fruticosos. (a) *Teloschistes chrysophthalmus*. (b) *Cladonia cristatella*, de 1 a 2 centímetros de altura. (c) *Cladonia subtenuis*, comumente chamada de "reindeer moss". Líquens deste tipo, que são abundantes no Ártico, concentraram substâncias radioativas após testes nucleares atmosféricos. As renas que se alimentaram desses líquens concentraram essas substâncias ainda mais e as passaram aos seres humanos e outros animais que consumiram sua carne ou seus produtos, principalmente leite e queijo.



12.23

*Elétron-micrografias de varredura dos estágios iniciais da interação entre o fungo e a alga do líquen *Cladonia cristatella* em cultura de laboratório. O componente fotossintetizante neste líquen (ver Fig. 12.20b) é *Trebouxia*, uma alga verde. (a) Uma alga envolvida por hifas, (b). Penetração de um haustório em uma célula de alga (seta). (c) Grupos misturados de componentes fúngicos e algas desenvolvendo-se num talo liquênico.*

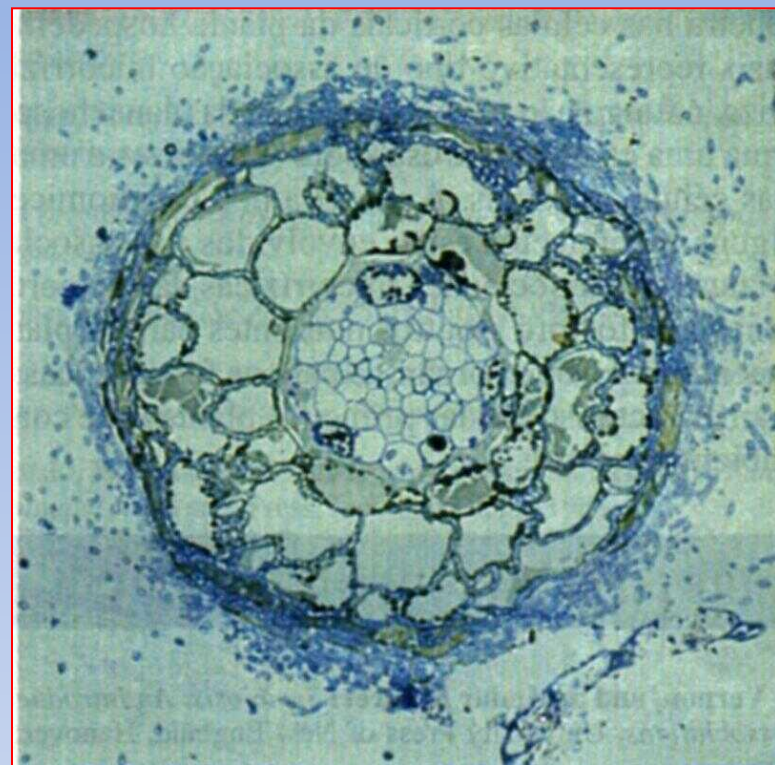
Micorrizas



12.37
Endomicorrizas. Glomus versiforme, um zigomiceto, é mostrado crescendo em associação com as raízes de alho porro, Allium porrum. (a) Arbúsculos (estruturas densamente ramificadas) e vesículas (estruturas escuras, ovais). Arbúsculos predominam em infecções jovens, enquanto as vesículas se tornam comuns mais tarde. (b) Arbúsculos crescendo dentro de uma célula de raiz de alho porro.



12.38
Raízes ectomicorrizadas do western hemlock (Tsuga heterophylla). Em tal ectomicorriza, o fungo comumente forma uma bainha de hifas, chamada manto fúngico, ao redor da raiz. Hormônios secretados pelo fungo induzem a ramificação da raiz. Este padrão de crescimento e a bainha de hifas acarretam a ramificação característica e a aparência intumescida da ectomicorriza. Os filamentos estreitos se estendendo da micorriza são cordões de micélio que funcionam como extensões do sistema radicular.



12.39
Secção transversal de raiz ectomicorrizada de Pinus. As hifas do fungo formam um manto ao redor da raiz e também penetram entre as células corticais, onde formam a característica rede de Hartig.



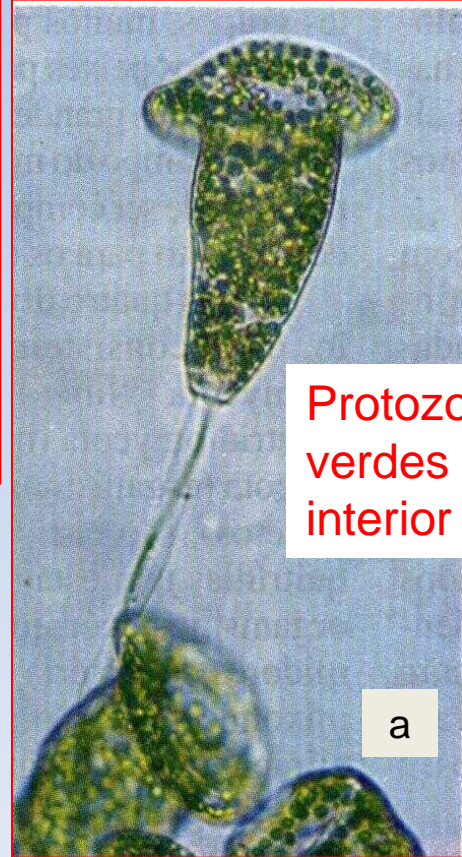
12.40

Raízes silicificadas de uma gimnosperma do Triássico, na Antártida, mostrando arbusculos bem desenvolvidos. Endomicorrizas foram reveladas em plantas primitivas fossilizadas.

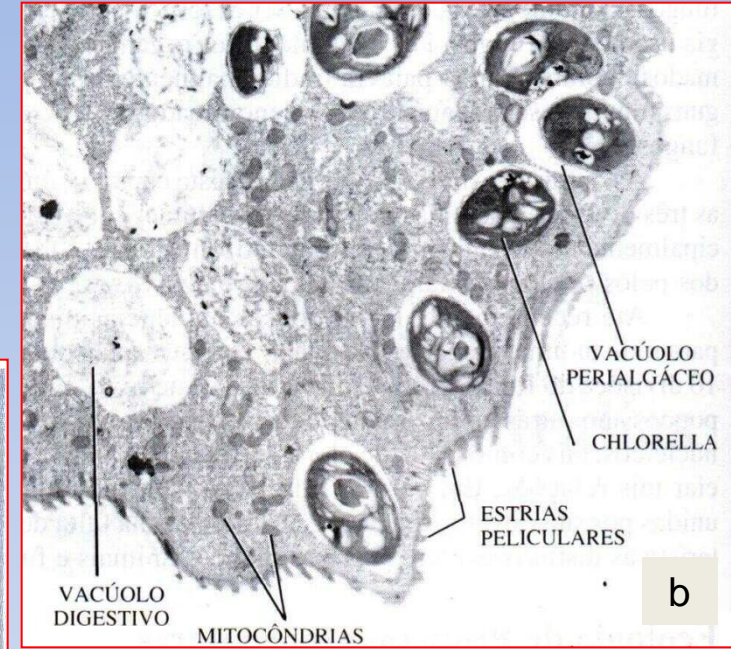
Algas

13.3

A alga simbiote, uma alga verde unicelular denominada *Chlorella*, é discutida mais detalhadamente no Cap. 14. (a) Cada célula em forma de sino do protozoário *Vorticella* contém numerosas células da alga simbiote. (b) Elétron-micrografia de *Vorticella* contendo células de *Chlorella*. Cada célula da alga é encontrada num vacúolo separado (vacúolo perialgáceo), envolvido por uma membrana única. O protozoário fornece proteção e abrigo à alga, enquanto esta provavelmente produz um carboidrato que serve como alimento para a célula hospedeira.

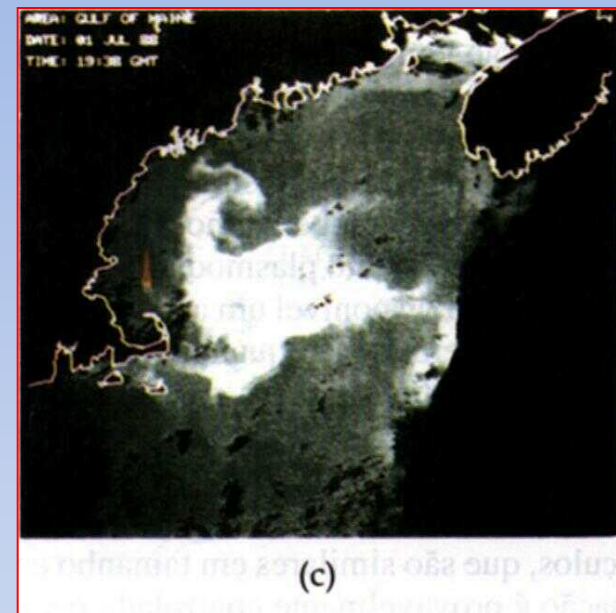
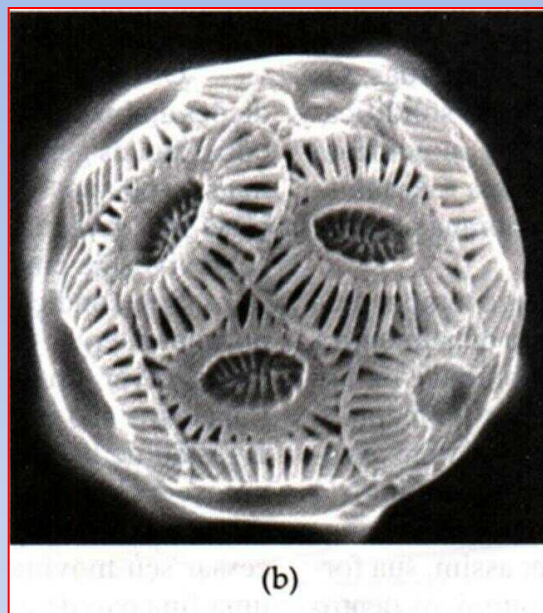
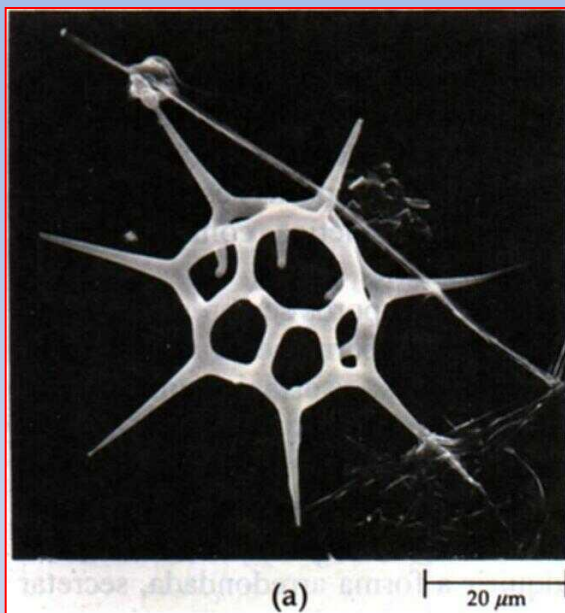


a



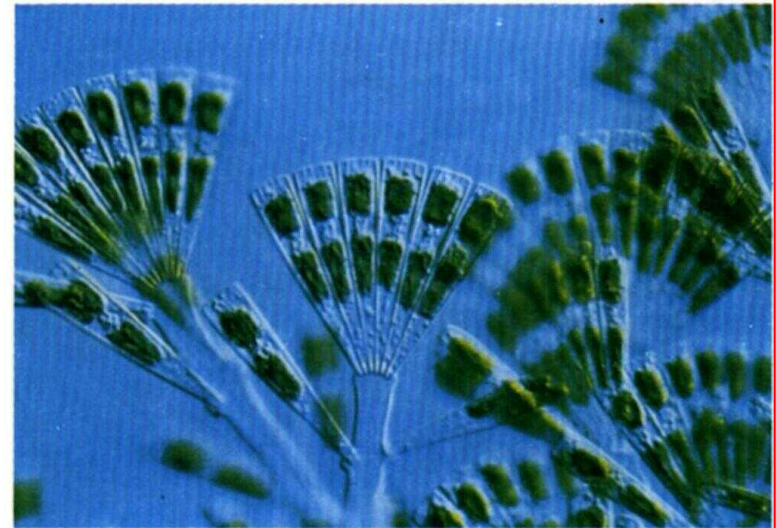
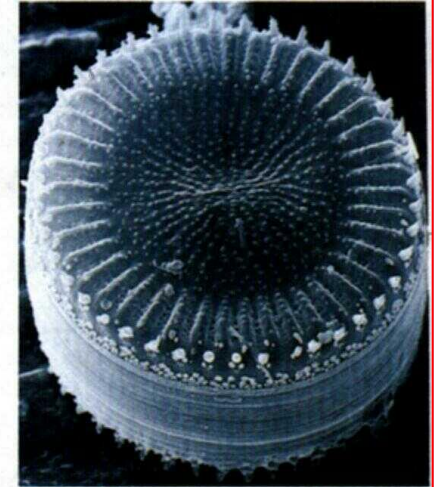
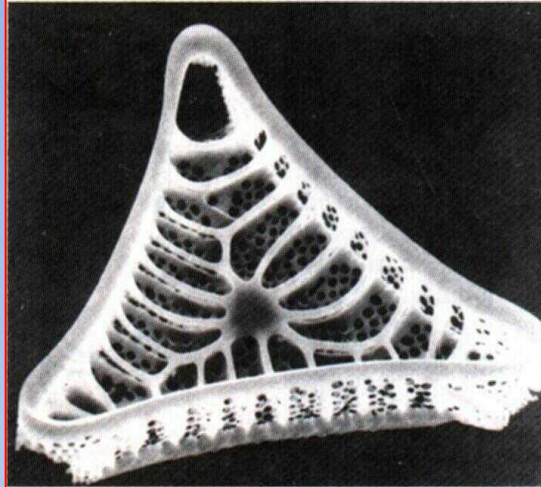
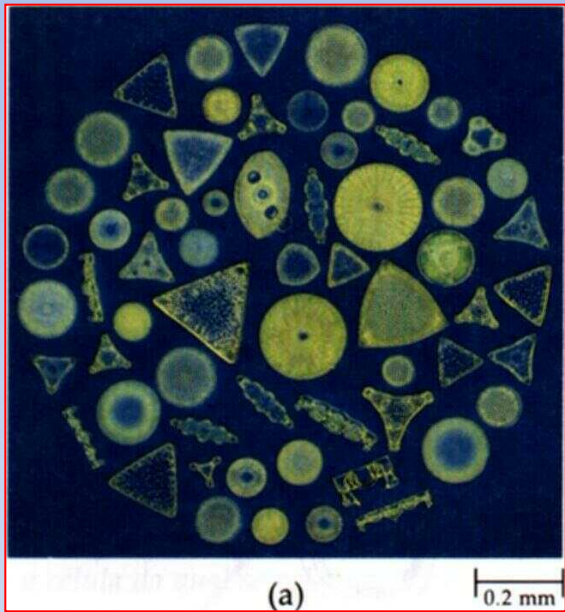
b

Protozoário *Vorticella* com algas verdes do gênero *Chlorella* em seu interior



13.14

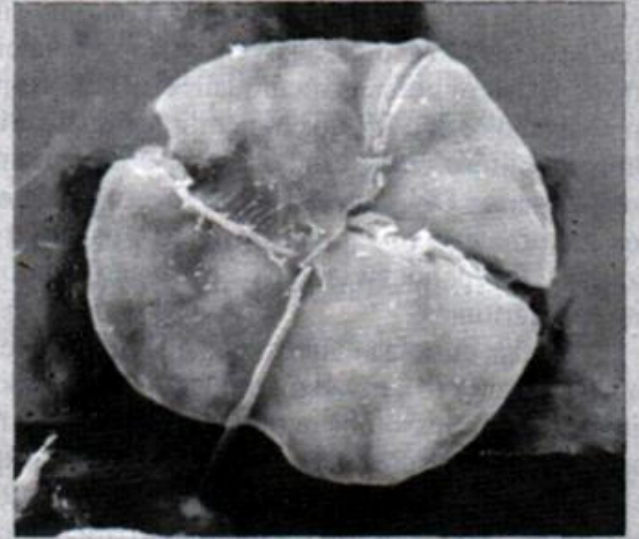
Algas marinhas douradas. (a) Elétron-micrografia do arcabouço de sílica de *Distephanus speculum*, espécie de águas frias. Em células vivas, o arcabouço de *Distephanus* é envolto por protoplasto amebóide que contém muitos cloroplastos pequenos. (b) *Emiliana huxleyi* (cocolitoforídeo) é uma das mais bem dispersas e abundantes das 150 espécies estimadas deste grupo de algas douradas e extremamente pequenas. Embora bem abundantes no nanoplâncton, estes espécimes são tão diminutos que é impossível coletá-los com redes de plâncton convencionais; também se dissolvem em fixadores ácidos, de maneira que dificilmente são encontrados e estudados. As placas dos cocolitoforídeos são de carbonato de cálcio. (c) Floração formada quase exclusivamente por *Emiliana huxleyi*, em branco, contra o cinza das águas no Golfo do Maine. As áreas mais escuras representam o continente (delineadas em branco) ou nuvens. A floração localizou-se a leste do Cabo Cod; a Nova Escócia aparece no canto superior direito. Observou-se que tais florações podem cobrir até aproximadamente 40.000 quilômetros quadrados em três semanas. Há aproximadamente 3.500 células e 120.000 placas soltas por milímetro nas florações. Imagem documentada por um moderno radiômetro de altíssima resolução do satélite da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), em 1 de julho de 1988.



13.15
(a) Arranjo de diatomáceas marinhas vistas ao microscópio óptico. Elétron-micrografias de (b) uma das valvas de Entogonia e (c) Cyclotella meneghiniana, diatomácea cêntrica que ocorre em águas salobras. (d) Licmophora flasellata, diatomácea pedunculada, vista ao microscópio óptico.



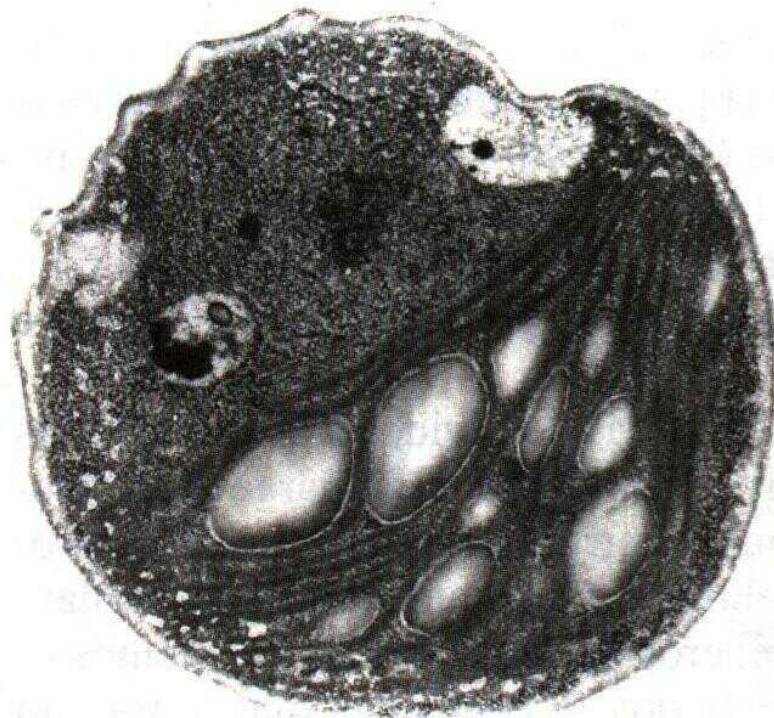
(a)



(b)

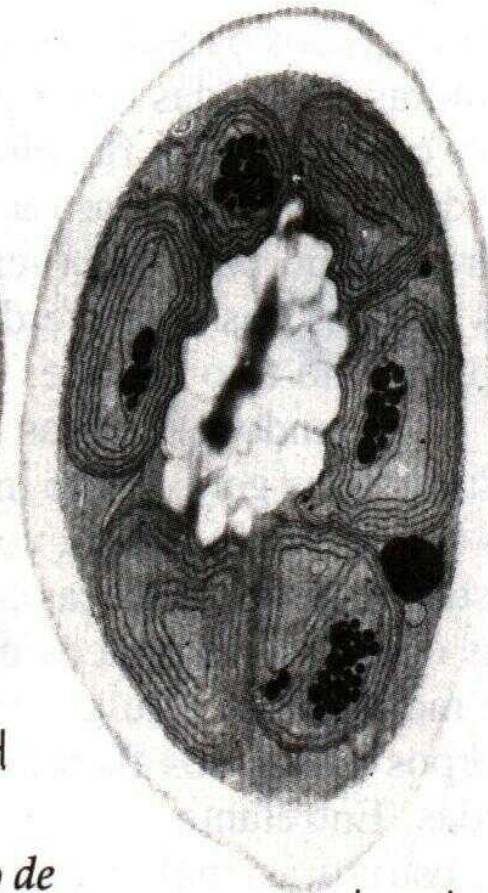
5 μm

(a) Praia entulhada de peixes na Flórida durante o incidente de maré vermelha em 1982. (b) Gymnodinium breve, dinoflagelado sem placas, causador dos surtos de maré vermelha na costa oeste da Flórida. O flagelo transversal fica em uma depressão que rodeia o organismo. O flagelo longitudinal, do qual apenas uma parte é visível, estende-se da parte mediana do organismo em direção à parte esquerda inferior. O sulco apical é uma característica para identificação de Gymnodinium.



(a)

0.5 μm

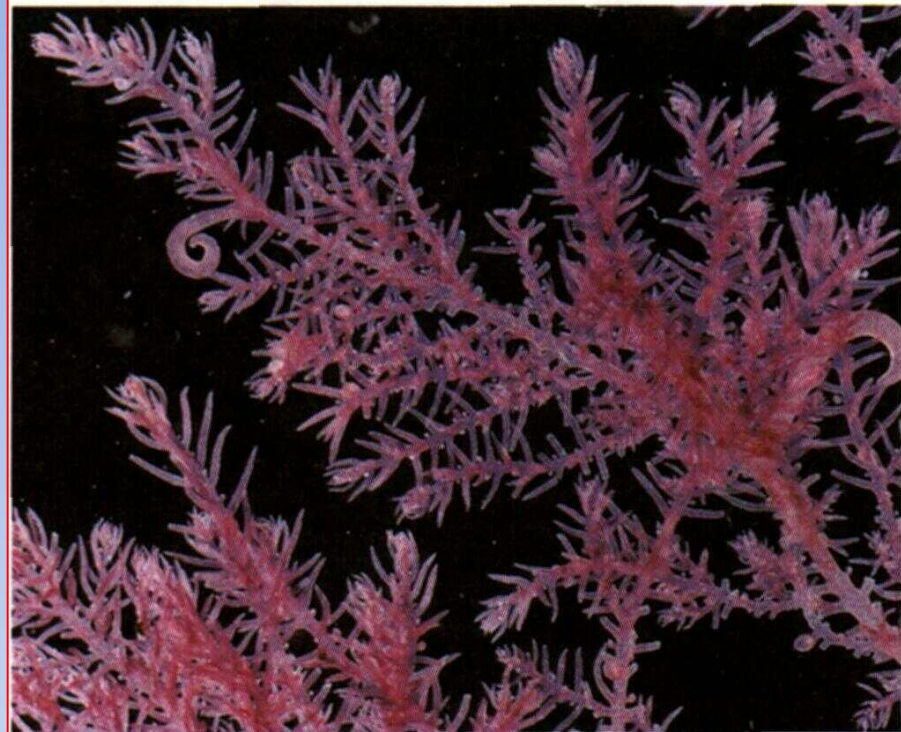


(b)

1 μm

14.3

Nas algas verdes e nas plantas, o produto de reserva é armazenado como amido em plastídios, enquanto que outros eucariontes fotossintetizantes armazenam seus produtos de reserva no citoplasma. (a) Chlorella, uma alga verde, com grandes grãos de amido levemente corados, nos plastídios. (b) Massas de grãos de amido das florídeas circundados pelos plastídios são vistas no citoplasma de Batrachospermum moniliforme, uma alga vermelha.



(a)



(b)



(c)



(d)

14.5

(a) *Em Bonnemaisonia hamifera, a estrutura basicamente filamentosa das algas vermelhas é claramente evidente. Os filamentos ramificados desta espécie apresentam a forma de ganchos, que se prendem a outras algas.* (b) *Algas coralináceas articuladas em uma poça de maré na Califórnia.* (c) *Porolithon craspedium, alga coralinácea não articulada, construtora de recifes.* (d) *Musgo irlandês (Chondrus crispus), uma importante fonte de carragenano.*

Carragenina: estabilizantes e clarificantes de bebidas; alternativa vegetariana e vegana às gelatinas de origem animal.

Gelidiella acerosa

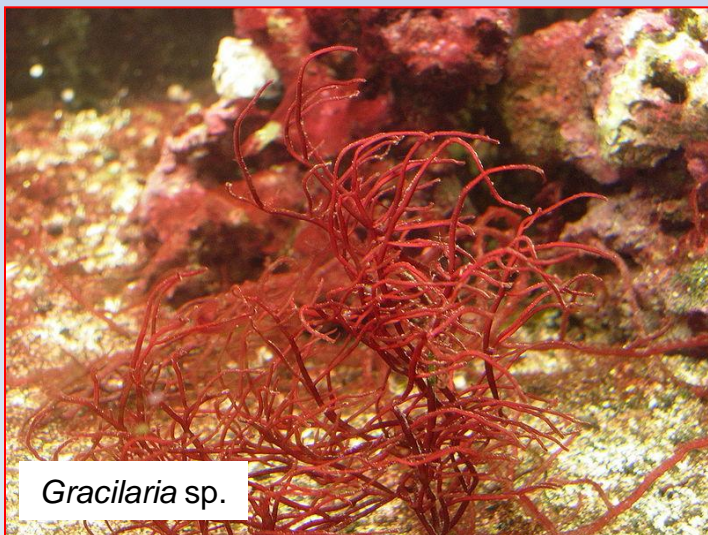


Gelidium spinosum



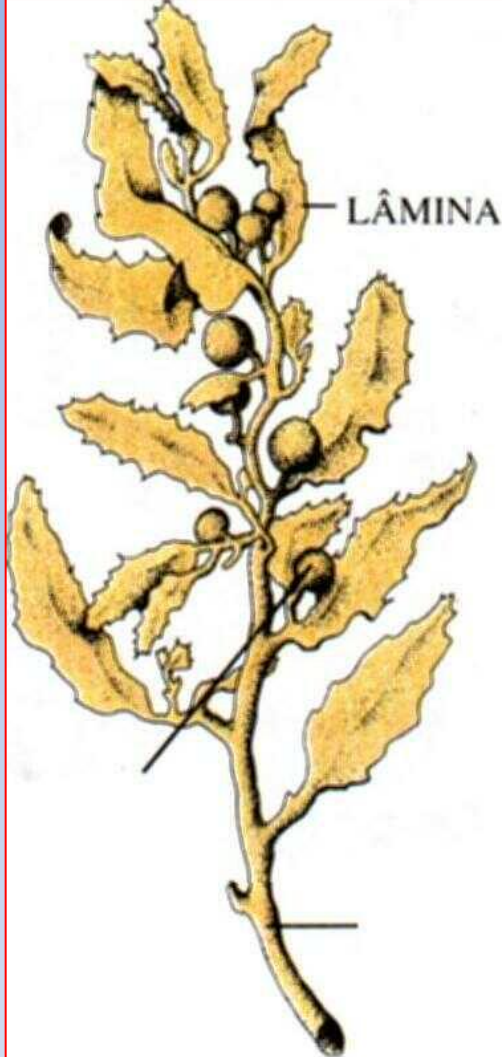
Algas usadas na fabricação de ágar: o ágar é um hidrocolóide fortemente gelatinoso extraído de diversos gêneros e espécies de algas marinhas vermelhas e que consiste em uma mistura heterogênea de dois polissacarídeos, agarose e agarpectina.

Gracilaria sp.



Pterocladia lucida

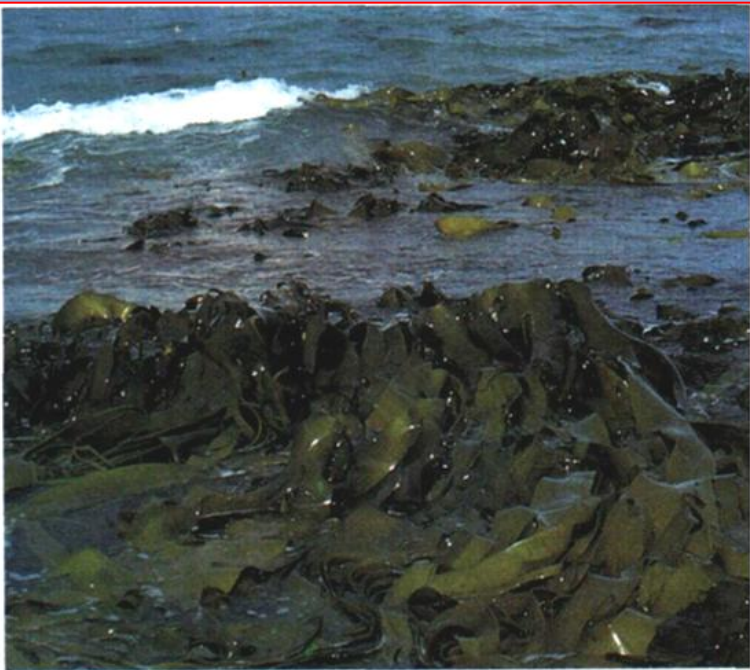




(b)

O **Mar de Sargaços** possui águas quentes (atingindo mais de 28°C), elevados índices de salinidade (mais de 37 g / 1000 litros) e é, frequentemente, considerado como sendo sem vida, embora seja o habitat de várias algas do gênero *Sargassum*, crustáceos e peixes, como o peixe-voador. Estas algas flutuam em massa em sua superfície, constituindo-se como ilhas ou campos de vegetação marinha.

(a) A alga parda *Sargassum* apresenta um padrão complexo de organização. *Sargassum*, assim como *Fucus*, é um membro da ordem *Fucales* e tem um ciclo de vida como aquele mostrado na Fig. 14.14. (b) Duas espécies deste gênero, nas quais falta a reprodução sexuada, formam as grandes massas flutuantes do Mar dos Sargaços.



(a)



(b)



(c)

14.9

Algas pardas. (a) Bull kelp (Durvillea antarctica) exposto durante a maré baixa na Nova Zelândia. (b) Detalhe do kelp Laminaria, mostrando apressórios, estipes e as bases de várias frondes. (c) Rockweed (Fucus vesiculosus) cobre densamente praias rochosas que ficam expostas na maré baixa. Quando submersas, as vesículas de ar elevam as lâminas em direção à luz. As taxas fotossintéticas de algas marinhas frequentemente expostas são de uma a sete vezes maiores no ar do que na água, enquanto as taxas são maiores na água para aquelas algas que raramente ficam expostas. Esta diferença explica, em parte, a distribuição vertical das algas nas regiões entre marés.

Algas e Atividades Humanas

Povos de várias partes do mundo, especialmente no Extremo Oriente, comem tanto algas pardas quanto vermelhas. *Laminaria* (kombu) é um *kelp* consumido regularmente como vegetal na China e no Japão; algumas vezes é cultivado, mas é principalmente colhido de populações naturais. *Porphyra* (nori), uma alga vermelha, é consumida por muitos habitantes do Pacífico Norte e tem sido cultivada há séculos no Japão, Coreia e China. A indústria de nori nesta região é estimada em mais de US\$1 bilhão anualmente. Várias outras algas vermelhas são consumidas nas ilhas do Pacífico e também nas praias do Atlântico Norte. As algas marinhas geralmente não são de alto valor nutritivo como fontes de carboidratos porque o homem, assim como outros animais, carece de enzimas necessárias para digerir a maioria das substâncias da parede celular, tais como a celulose e a matriz intercelular, rica em proteína. Entretanto, as algas marinhas suprem as necessidades de sais, de inúmeras vitaminas e de elementos-traços importantes, e por isso são alimentos suplementares valiosos. Algumas algas verdes, tais como *Ulva* ou alface-do-mar, também são consumidas como vegetais.

Em muitas regiões temperadas do norte, *kelp* é colhido por causa das suas cinzas, que são ricas em sais de sódio e potássio e são, portanto, importantes em processos industriais. *Kelp* também é colhido regionalmente, sendo usado diretamente como fertilizante.

Os alginatos, que são um grupo de substâncias derivadas dos *kelps*, tais como *Macrocystis*, são amplamente usados como agentes espessantes e estabilizantes coloidais nas indústrias alimentícias, têxteis, cosméticas, farmacêuticas, de papel e de solda. Ao longo da costa oeste dos Estados Unidos, os bancos do *kelp* *Macrocystis* podem ser colhidos várias vezes ao ano, cortando-se as plantas logo abaixo da superfície da água.

Uma das aplicações diretas mais úteis de algumas algas é a preparação do ágar, o qual é feito de uma substância mucilagínosa, extraída da parede celular de uma infinidade de gêneros de algas vermelhas. O ágar é utilizado para fazer cápsulas que contêm vitaminas e drogas, assim como material de moldes dentários, base para cosméticos e meio de cultura para bactérias e outros microorganismos. A agarose purificada é o gel utilizado frequentemente em eletroforese, na experimentação bioquímica. O ágar também é empregado como um agente anti-dessecante em produtos de padaria, na preparação de gelatinas e sobremesas instantâneas e como um conservante temporário para carnes e peixes nas regiões tropicais. O ágar é produzido em muitas partes do mundo, mas o Japão é o principal fabricante. Um colóide de algas semelhante ao ágar, chamado carragenano, é preferencialmente usado na estabilização de emulsões tais como tintas, cosméticos e laticínios. Nas Filipinas, a alga vermelha *Eucheuma* é cultivada comercialmente como uma fonte de carragenano.



(a)



(b)

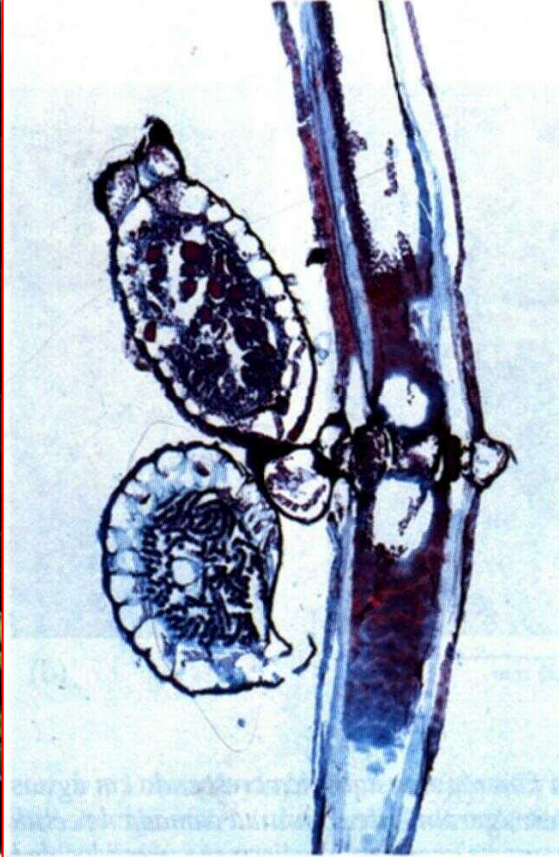


(c)

(a) Uma floresta de *kelp* gigante (*Macrocystis pyrifera*) crescendo ao longo da costa da Califórnia. (b) Colheita manual da alga marinha *Undaria* no Japão, a partir de cordas submersas. (c) Uma ceifadeira de *kelp* operando nas águas próximas da costa da Califórnia. Plataformas ceifadeiras, na parte posterior do navio, são abaixadas a 3 metros da superfície da água enquanto o navio se move para trás, através do dossel do *kelp*. A alga cortada é removida, por meio de cintas, para um depósito a bordo do navio.



(a)



(b)

200 μm

14.23

(a) *Chara*, um stonewort (classe *Charophyceae*) que cresce em águas rasas de lagos temperados.* Seu padrão de crescimento determinado é claramente evidente. (b) Um segmento corado de *Chara* mostrando gametângios. A estrutura de cima é um oogônio e a de baixo é um anterídio.

Quadro 13.1 Resumo comparativo das características das 10 divisões de protista

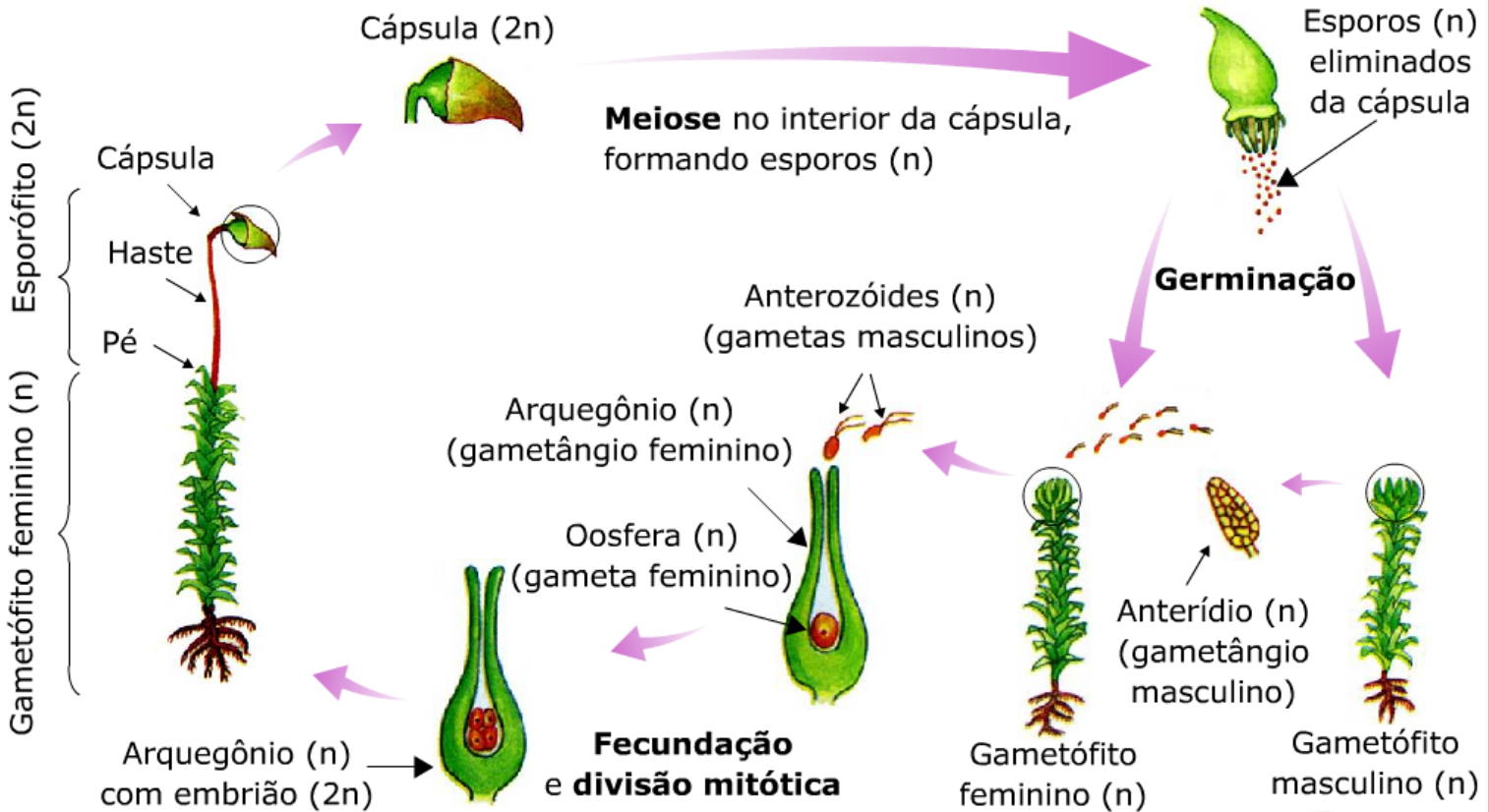
| Divisões | Número de Espécies | Pigmentos Fotossintéticos | Substâncias de Reserva | Flagelos | Componentes da Parede Celular | Habitat |
|----------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Oomycota ("fungos" aquáticos) | 580 | Ausentes | Glicogênio | 2:1 liso e 1 pinado; somente nas células reprodutivas | Celulose | Aquático ou dependente da água |
| Chytridiomycota (quitrídias) | 575 | Ausentes | Glicogênio | 1 posterior, liso; somente em células reprodutivas | Quitina e outros polímeros | Marinho ou de água continental |
| Acrasiomycota (organismos pseudoplasmodiais) | 70 | Ausentes | Glicogênio | Ausentes (são amebóides) | Celulose | Terrestre |
| Myxomycota (mixomicetos) | 500 | Ausentes | Glicogênio | 2 lisos; somente em células reprodutivas | Ausentes | Terrestre |
| Chrysophyta (crisofíceas e diatomáceas) | 6.700 | Clorofilas <i>a</i> e <i>c</i> ; carotenóides, principalmente fucoxantina | Crisolaminarina | Ausentes ou 1-2 apicais, lisos ou pinados, iguais ou desiguais | Ausentes ou celulose, com escamas de sílica em alguns; sílica em diatomáceas | Marinho e água continental |
| Pyrrhophyta (dinoflagelados) | 2.100 | Clorofilas <i>a</i> e <i>c</i> ; carotenóides, principalmente peridininina | Amido | Ausentes ou 2 laterais, pinados | Celulose e outros materiais | Marinho e água continental |
| Euglenophyta (euglenófitas) | 1.000 | Clorofilas <i>a</i> e <i>b</i> ; carotenóides | Paramido | 1 (até 3) apical, pinado | Sem parede celular; tem geralmente uma película protéica | Geralmente de água continental |
| *Rhodophyta (algas vermelhas) | 4.000 | Clorofila <i>a</i> , ficobilinas, carotenóides | Amido das florídeas | Ausentes | Galactonas sulfatadas, celulose, carbonato de cálcio em muitas | Marinho, apenas algumas de águas continentais; muitas espécies tropicais |
| *Phaeophyta (algas pardas) | 1.500 | Clorofilas <i>a</i> e <i>c</i> ; carotenóides, principalmente fucoxantina | Laminarina, manitol | 2, laterais; 1 pinado, dirigido para frente e outro liso voltado para trás; somente em células reprodutivas | Matriz celulósica com ácidos algínicos (polissacarídeos) | Predominantemente marinho; abundantes em águas oceânicas frias |
| *Chlorophyta (algas verdes) | 7.000 | Clorofilas <i>a</i> e <i>b</i> ; carotenóides | Amido | Ausentes ou 2 (ou mais), apicais ou laterais, iguais, lisos | Polissacarídeos, algumas vezes celulose | Marinho e de água continental |

Briófitas

Hepáticas, Antóceros e Musgos

que as plantas, um grupo essencialmente terrestre, originaram-se de alguns grupos antigos de algas verdes. Como algas verdes, as plantas têm clorofila *a* como seus principais pigmentos fotossintetizantes e clorofila *b* e carotenóides como pigmentos acessórios. Uma única característica atribuída a plantas e algas verdes é que o amido, sua principal reserva de carboidrato alimentar, é depositado nos cloroplastos; em outros organismos eucarióticos fotossintetizantes as reservas alimentares são depositadas fora dos cloroplastos. A celulose é também o principal componente da parede celular

Ciclo de vida: Briófitas

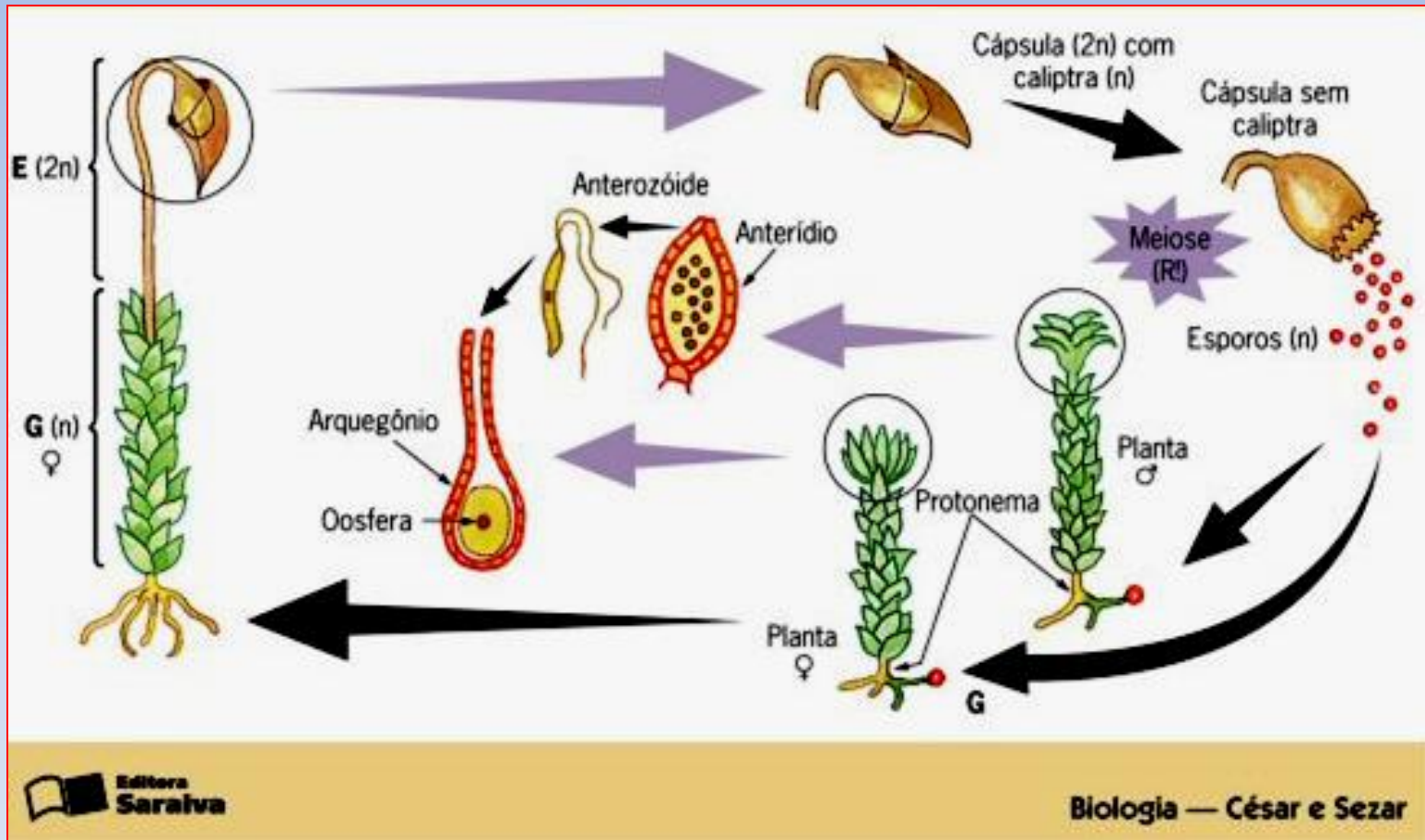


Ciclo de Vida em Briófitas: Quando um ciclo de vida termina, formam-se os gametas. Em algumas plantas e algas há a alternância de gerações (geração gametofítica e esporofítica).

O **gametófito** e o **esporófito**: estruturas multicelulares originadas a partir das fases **haplóide** (n) e **diploide** (2n), respectivamente. A partir do processo meiótico ocorrido nas estruturas esporofíticas, surgem esporos que germinarão e darão origem aos gametófitos. Os esporos podem ou não originar de imediato o vegetal que produzirá as estruturas reprodutivas. Se não originar de imediato, então dará origem primeiramente a uma fase filamentosa conhecida por **protonema**. Na figura acima temos a representação esquemática do ciclo reprodutivo de um musgo. É possível observar “E”(esporófito) e “G”(gametófito) e o protonema (gametófitos em desenvolvimento).

O esporófito é sempre muito dependente do gametófito, porém em determinadas classes de Bryophyta o esporófito pode fazer fotossíntese ainda no início do seu desenvolvimento. Apesar disso, estas estruturas esporofíticas nunca são ramificadas, se apresentam complexas e podem se dividir em: pé, seta e cápsula. O pé é responsável pela absorção das substâncias necessárias a continuidade do ciclo, está sempre imerso no tecido do gametófito.

Ciclo Reprodutivo de um Musgo



Anterídeo - órgão masculino: produz os gametas masculinos (anterozoides)



(a)

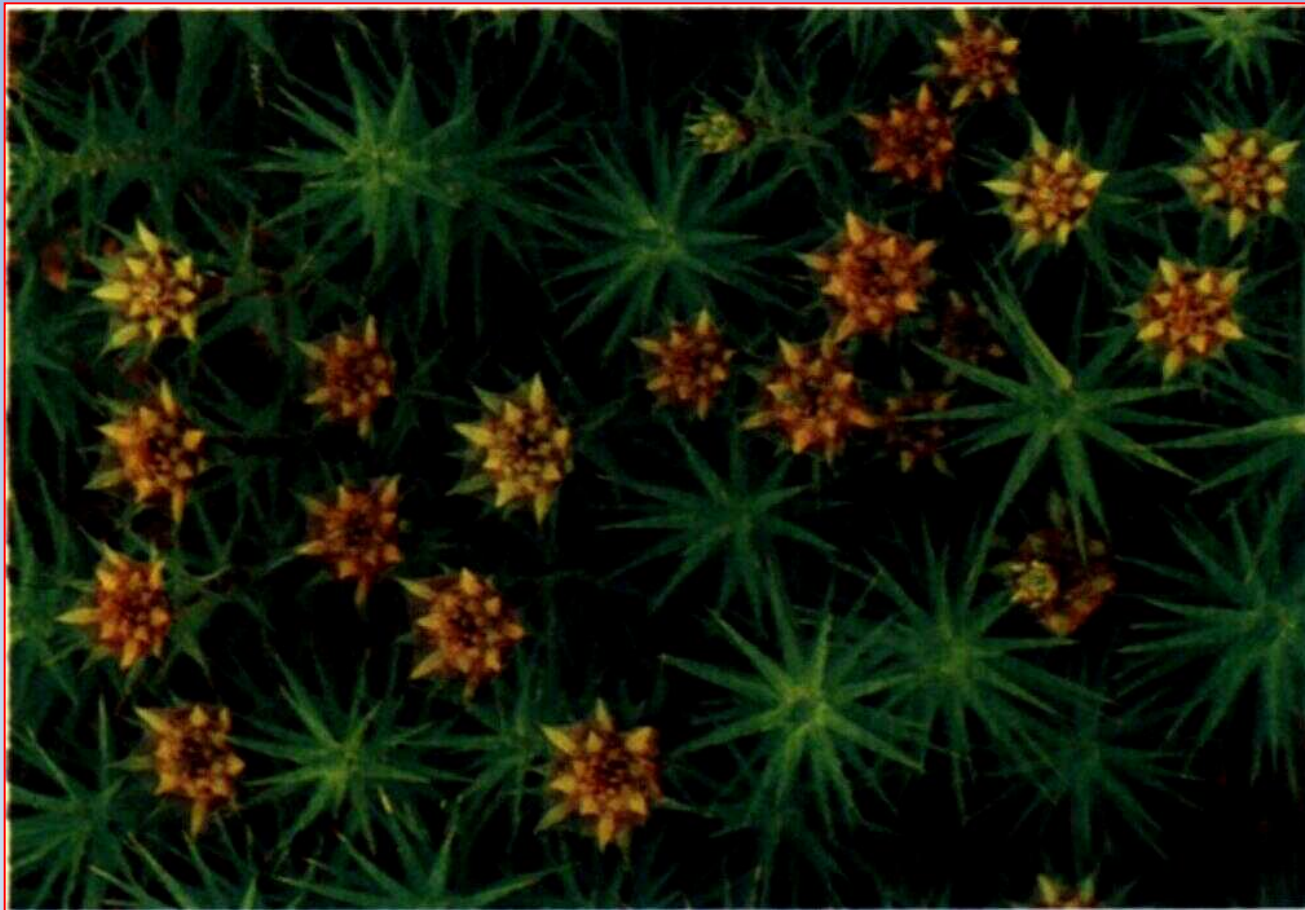
Arquegônio - órgão feminino das plantas: produz os gametas femininos (oosferas ou óvulos, nas plantas vasculares)



(b)

15.6

Gametófitos de Marchantia. Os anterídios (a) e arquegônios (b) são elevados em hastes acima dos talos.

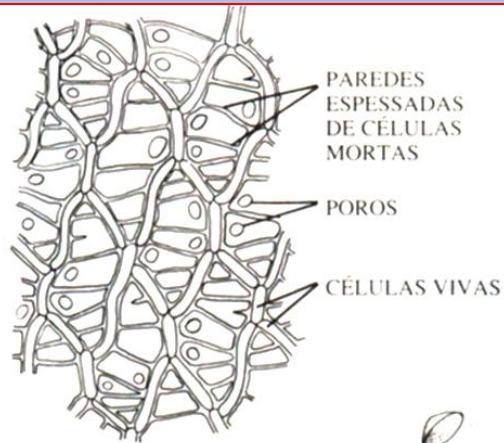


15.15

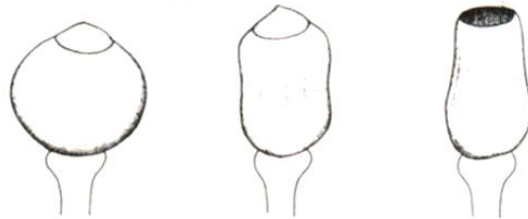
Os gametófitos folhosos masculinos de Polytrichum piliferum mostrando os anterídios maduros agrupados em rosetas. Os anterozóides são liberados nas gotas de água dentro dessa roseta e dispersados pelas gotas de chuva, algumas vezes estendendo-se aos arquegônios vizinhos sobre outros gametófitos.



(a)



(b)



(c)

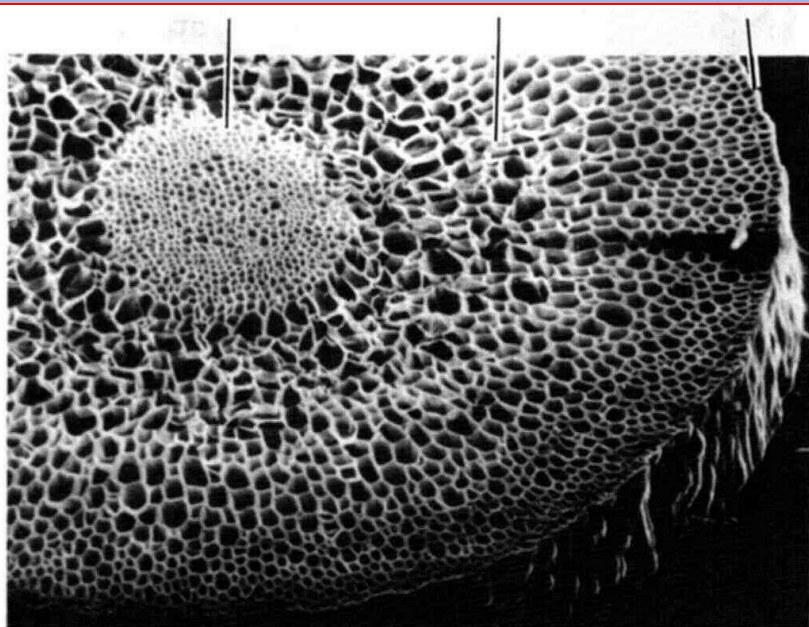
15.21

O musgo de turfeira, *Sphagnum*. (a) Um gametófito, com vários esporófitos. Algumas das cápsulas, tais como as duas da frente e à esquerda, já liberaram seus esporos. (b) A estrutura do filídio. A interna, consistindo em células grandes, mortas, é rodeada por células pequenas e vivas, ricas em cloroplastos. (c) A deiscência da cápsula. À medida que a cápsula seca, esta fica cheia de ar. Os estômatos, através dos quais o ar entra, fecham o processo de secagem; com o encolhimento, a pressão do ar dentro da cápsula pressiona o opérculo, liberando uma nuvem de esporos.

FEIXES CONDUTORES

CÓRTEX

EPIDERMIS



(a)

100 μm



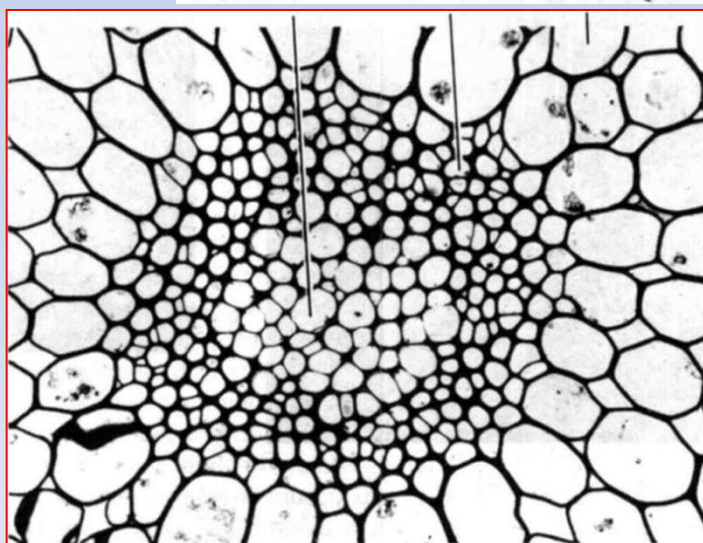
(c)

20 μm

HIDRÓIDES

LEPTÓIDES

PARÊNQUIMA



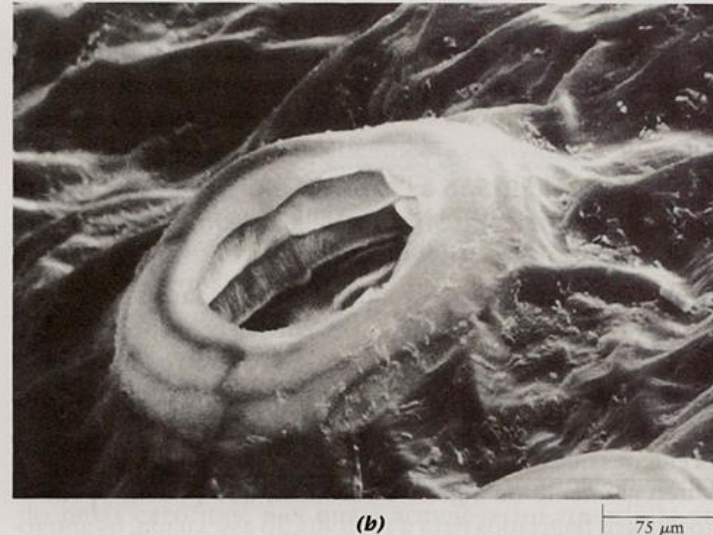
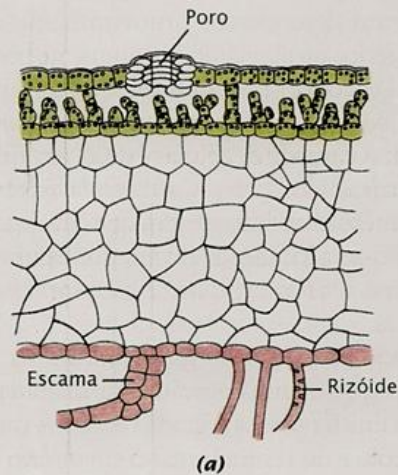
(b)

50 μm



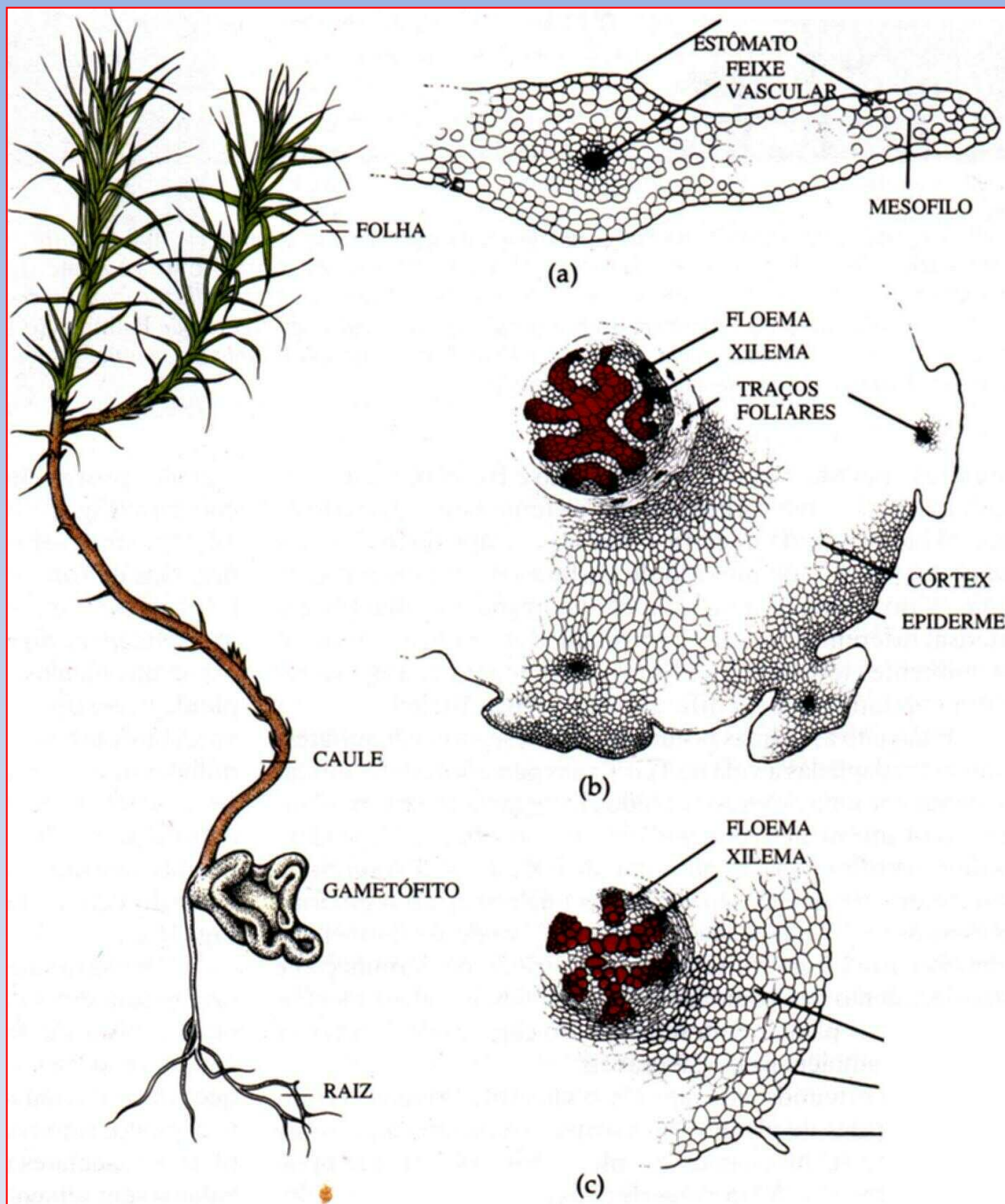
15.18

Feixes condutores na seta de um esporófito de musgo *Dawsonia superba*. (a) Organização geral da seta vista em secção transversal em eletromicrografia de varredura. (b) Secção transversal mostrando a coluna central de hidróides rodeadas pela bainha de leptóides (elemento crivado) e parênquima do córtex. (c) Secção longitudinal da porção central do feixe, mostrando (da esquerda para a direita) hidróides, leptóides e parênquima.



16.5 Poros da superfície de Marchantia (a) Seção transversal de um gametófito de Marchantia, uma hepática talosa. Numerosas células contendo cloroplastos são evidentes nas camadas superiores e abaixo delas ocorrem várias camadas de células hialinas; rizóides que fixam a planta ao substrato estão presentes. Os poros, que permeiam a camada superior fotossintetizante, permitem a troca gasosa nas câmaras aeríferas. As células especializadas que cercam cada poro estão geralmente dispostas em quatro ou cinco anéis sobrepostos, cada um com quatro células, e a estrutura completa tem a forma de um barril. As células da camada inferior, as quais geralmente estão projetadas para o interior da câmara, tornam-se justapostas sob condições de seca e retardam a perda de água, enquanto sob condições de umidade elas se separam. Assim sendo, os poros apresentam uma função similar àquela dos estômatos das plantas vasculares. (b) Elétron-micrografia de varredura de um poro na superfície dorsal do gametófito de Marchantia.

Plantas Vasculares sem Sementes



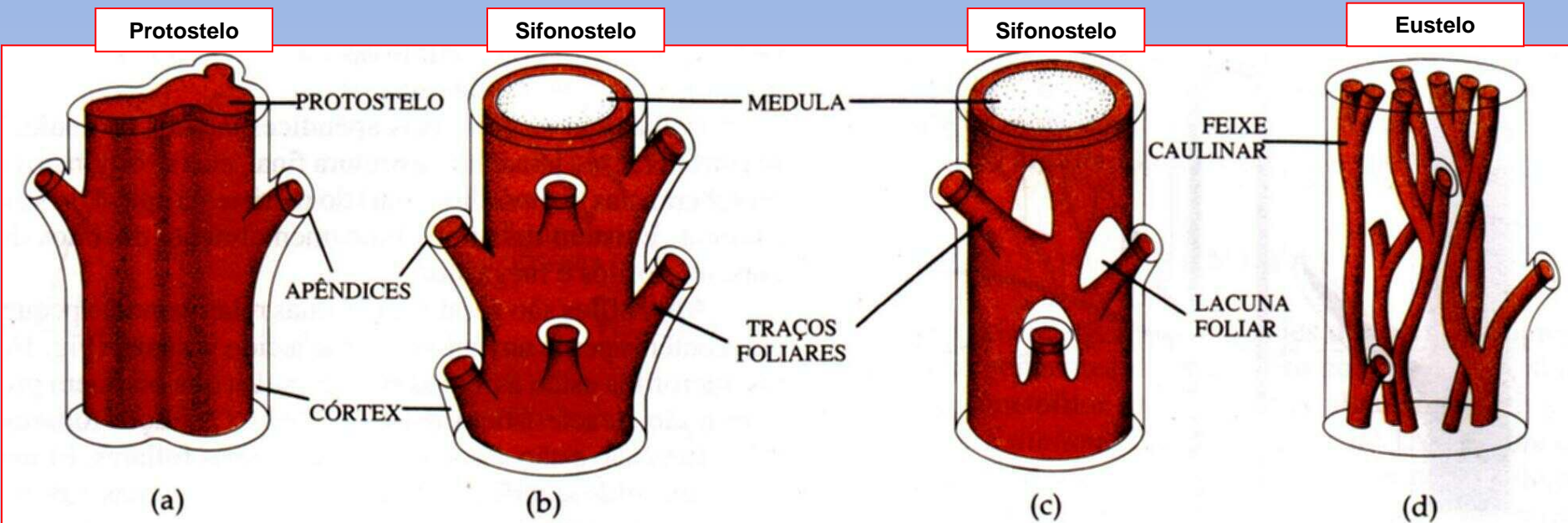
16.3

Diagrama de um esporófito jovem de *Lycopodium clavatum*, que ainda está preso ao seu gametófito subterrâneo. Os tecidos de cada órgão são mostrados em seções transversais da (a) folha, (b) caule e (c) raiz. Em todos os três órgãos o sistema dérmico está representado pela epiderme e o sistema vascular pelo xilema e floema. O sistema fundamental na folha — em *Lycopodium*, um microfilo — está representado pelo mesofilo, e no caule e na raiz pelo córtex, que circunda um feixe de tecido vascular sólido, ou protostelo. A folha é especializada para a fotossíntese, o caule para sustentar as folhas e para condução e a raiz para absorção e fixação.

Tipos de Estelo (cilindro vascular ou cilindro central)

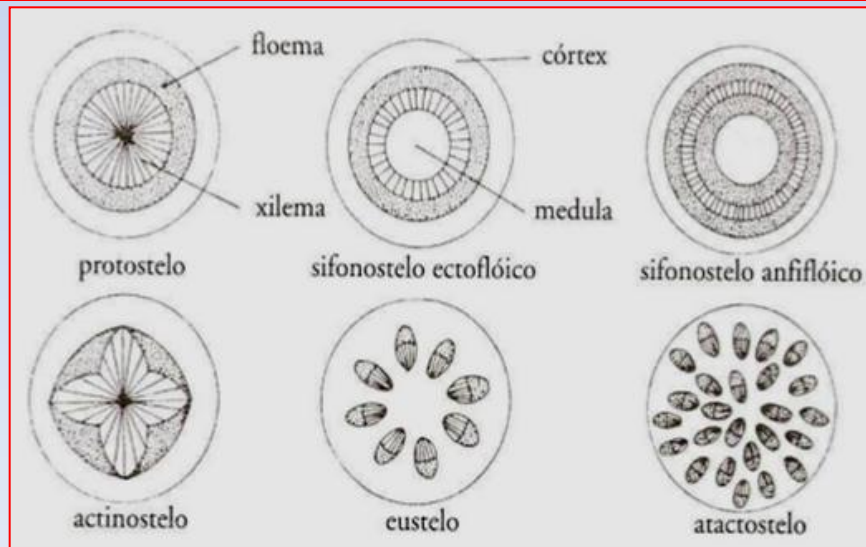
- **Estelo** : constituído pelo periciclo, sistema vascular e medula (quando presente)
- **Plantas vasculares:** há 2 tipos principais de estelo Protostelo e Sinfonostelo;
- **Protostelo:** mais simples e mais primitivo, é composto de uma coluna central de xilema, rodeada de floema. Não possui medula. Ex: Pteridófitas e caules de algumas angiospermas aquáticas;
- **Actinostelo:** quando o xilema apresenta forma estrelada. Seria uma modificação do protostelo. Ex: plantas que se originam da radícula do embrião.
- **Eustelo:** formado por vários feixes vasculares distribuídos em um único anel. Ex: gimnospermas e dicotiledôneas.
- **Atactostelo:** composto por vários feixes vasculares distribuídos de maneira desordenada por todo o caule das gramíneas.

Tipos de Estelos



16.4

(a) Protostelo do qual divergem apêndices, os precursores evolutivos de folhas. (b) Sifonostelo sem lacunas foliares; os traços vasculares saindo para as folhas simplesmente divergem do cilindro sólido. Este tipo de sifonostelo é encontrado em Selaginella, entre outras plantas. (c) Sifonostelo com lacunas foliares, comumente encontrado nas plantas vasculares sem sementes. (d) Um eustelo. Sifonostelos e eustelos parecem ter evoluído independentemente a partir de protostelos.

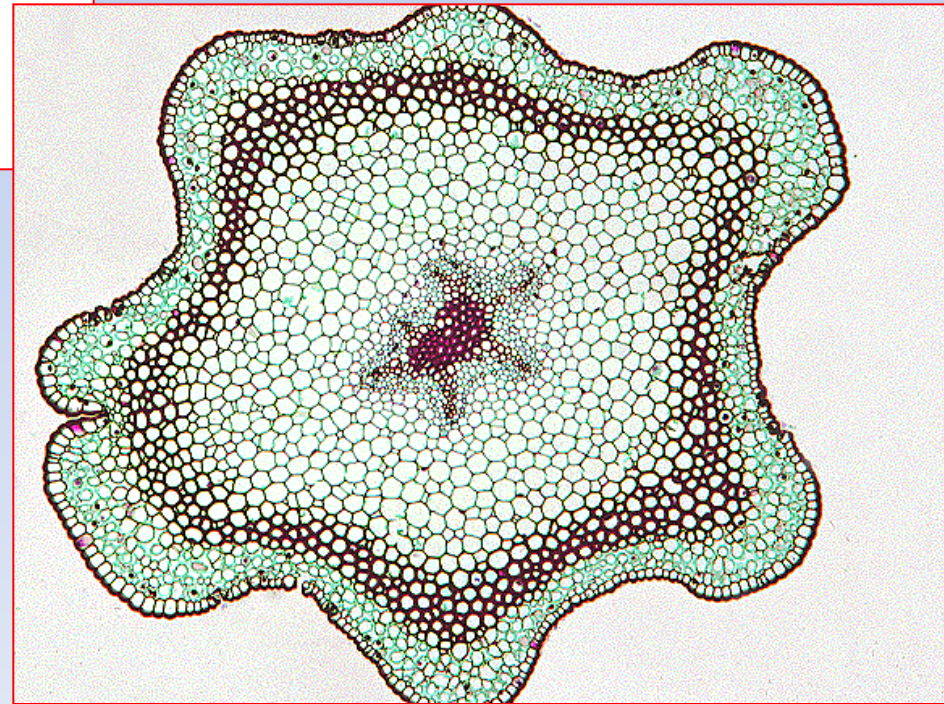


Plantas Vasculares sem Sementes

Filo Psilophyta
Psilotum



Notar a ramificação dicotômica e a falta de folhas ou raízes





Diphasiastrum sitchense (Rupr.) Holub



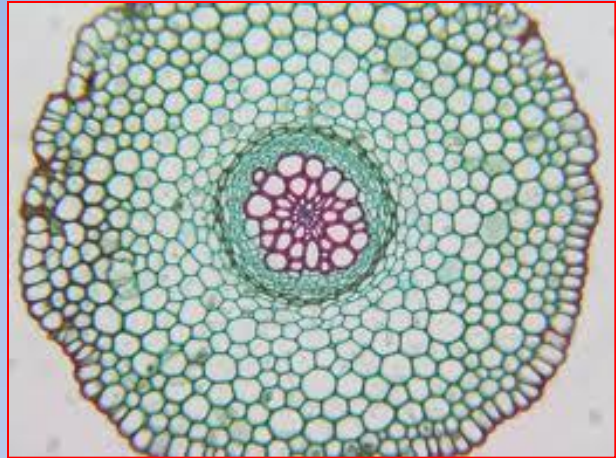
Huperzia crassa (Willd.)



Lycopodium annotinum L.



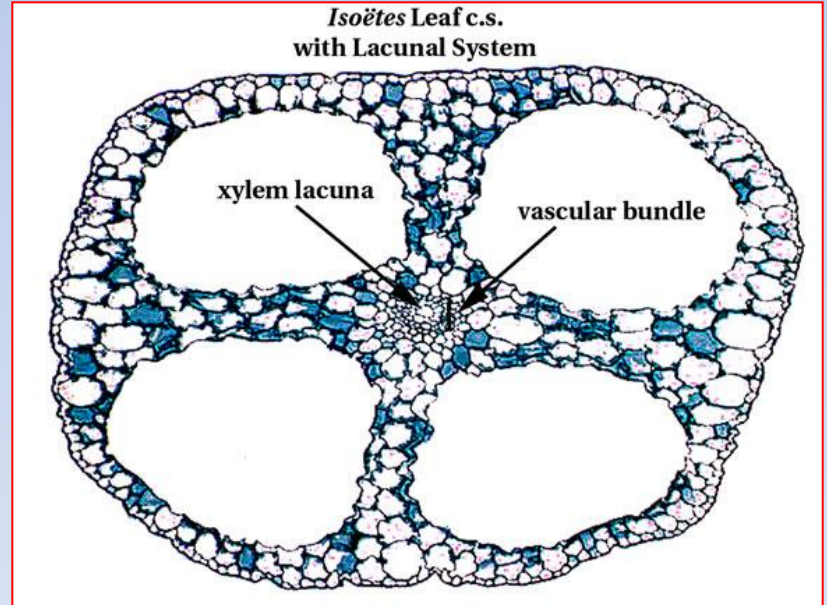
Lycopodium clavatum L.



Selaginella



© - josef hlasek
www.hlasek.com
Isoetes lacustris 10574





Selaginella lepidophylla (syn. *Lycopodium lepidophyllum*) native to the Chihuahuan Desert.

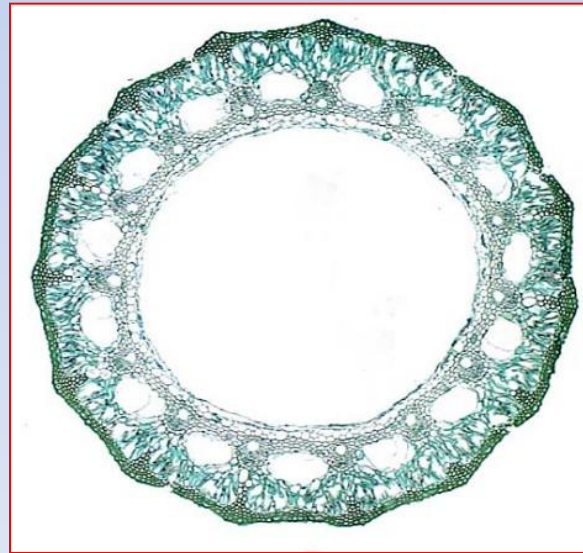
Common names: false rose of Jericho, rose of Jericho, resurrection plant, resurrection moss, dinosaur plant, siempre viva, stone flower, and doradilla.

Selaginella lepidophylla is easily confused with *Anastatica*: both species are **resurrection plants** and form tumbleweeds, and they share the common name "rose of Jericho".



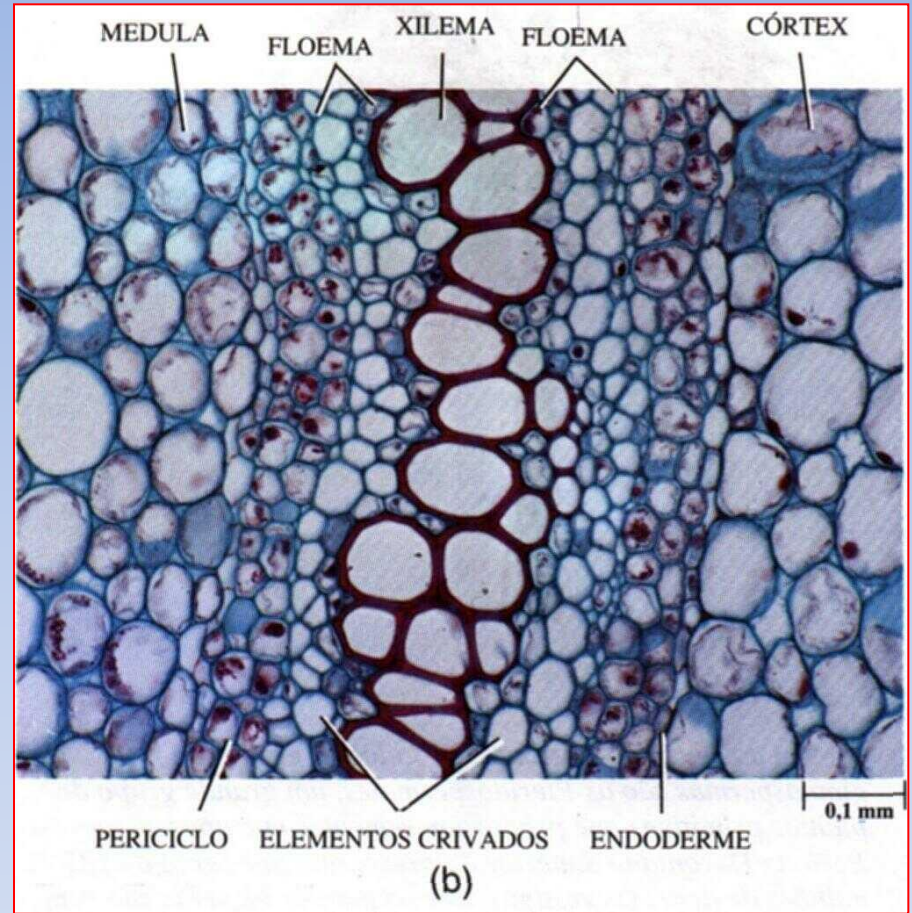
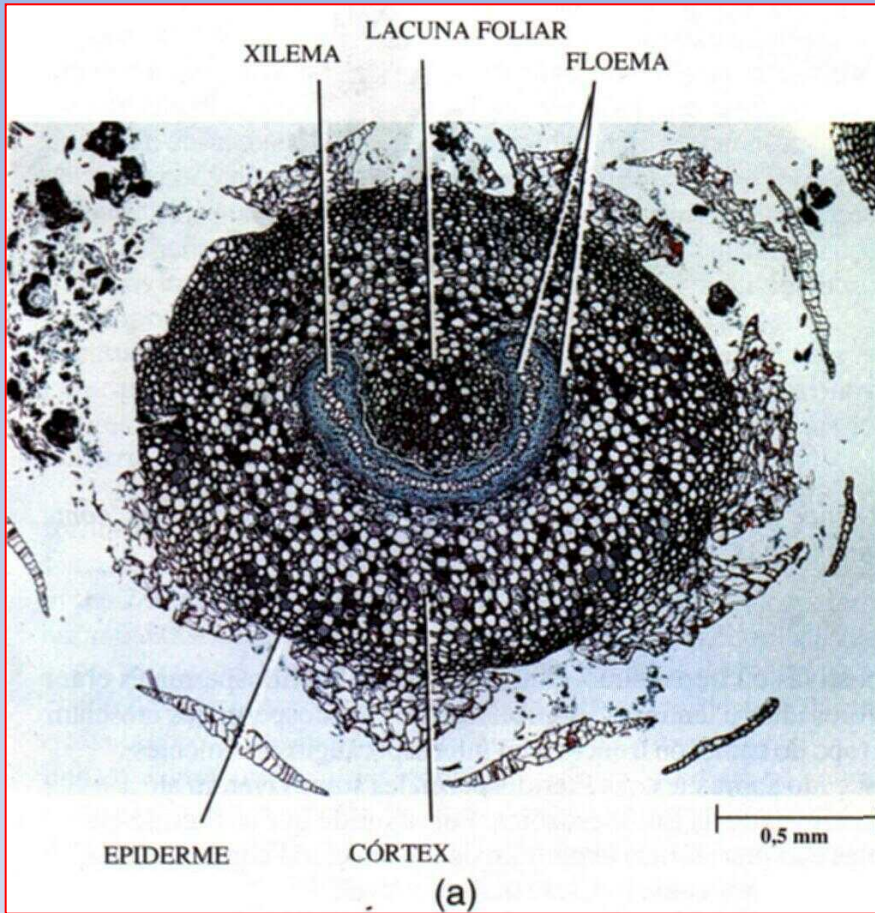


Equisetum arvense L.



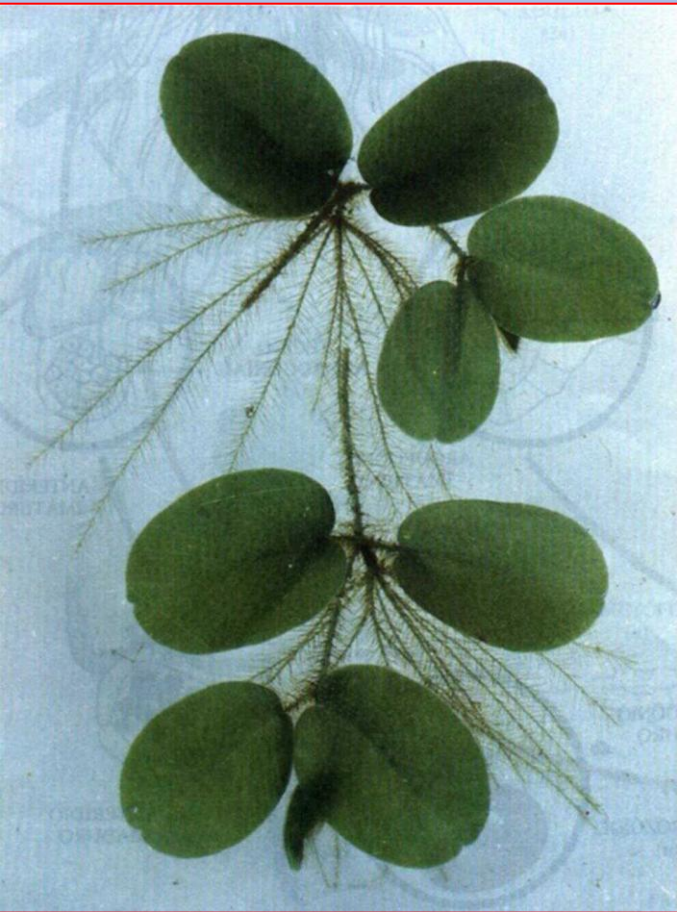


17.22 Representantes de samambaias A diversidade de samambaias é ilustrada por alguns gêneros da maior ordem desse grupo de plantas, as Filicales. **(a)** *Lindsaea*, em Volcán Barba, na Costa Rica. **(b)** Samambaia arbórea, *Cyathea*, em Monteverde, na Costa Rica. **(c)** *Plagiogyria*, com folhas férteis e vegetativas diferentes, em Volcán Poás, na Costa Rica. **(d)** *Elaphoglossum*, com folhas espessas não divididas, em local próximo a Cuzco, no Peru. **(e)** *Asplenium septentrionale*, uma pequena samambaia que ocorre em todo o Hemisfério Norte, crescendo em um solo rico em metal, próximo a uma mina de prata e chumbo, no País de Gales (Grã-Bretanha). **(f)** *Pleopeltis polypodioides*, crescendo como epífita sobre um tronco de junípero, em Arkansas (EUA). **(g)** Uma espécie de *Hymenophyllum*, samambaia cujo nome é derivado da estrutura das suas folhas delicadas — samambaias membranáceas, ocorre como epífita principalmente em florestas pluviais tropicais ou regiões temperadas úmidas.



16.30

Anatomia dos rizomas de samambaias. (a) *Adiantum*, ou avenca. Seção transversal do rizoma mostrando o sifonostelo. Note a ampla lacuna foliar. (b) Seção transversal de parte da região vascular de um rizoma de uma samambaia arborescente *Dicksonia*. O floema é composto principalmente de elementos crivados; o xilema é composto inteiramente de traqueídes.



Salvinia

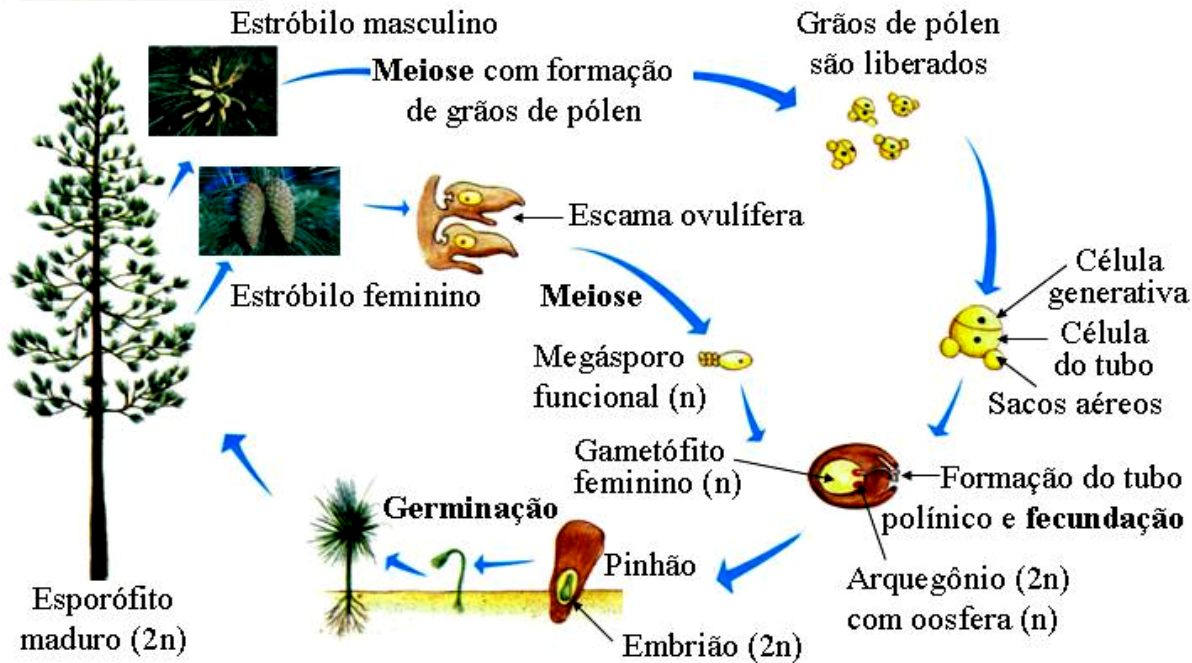


As Plantas com Sementes

Uma das mais importantes inovações que apareceram durante a evolução das plantas vasculares foi a semente. As sementes parecem ser um dos fatores responsáveis pela dominação das espermatófitas (plantas com sementes) na flora atual — uma dominância que tem sido progressivamente maior nos últimos milhões de anos (Fig. 17.1). A razão é simples: a semente tem capacidade de sobrevivência. A proteção que a semente dá ao embrião e o alimento disponível ao mesmo, nos estágios críticos da germinação e do estabelecimento, dá às plantas com sementes uma maior vantagem seletiva sobre os grupos ancestrais portadores de esporos.

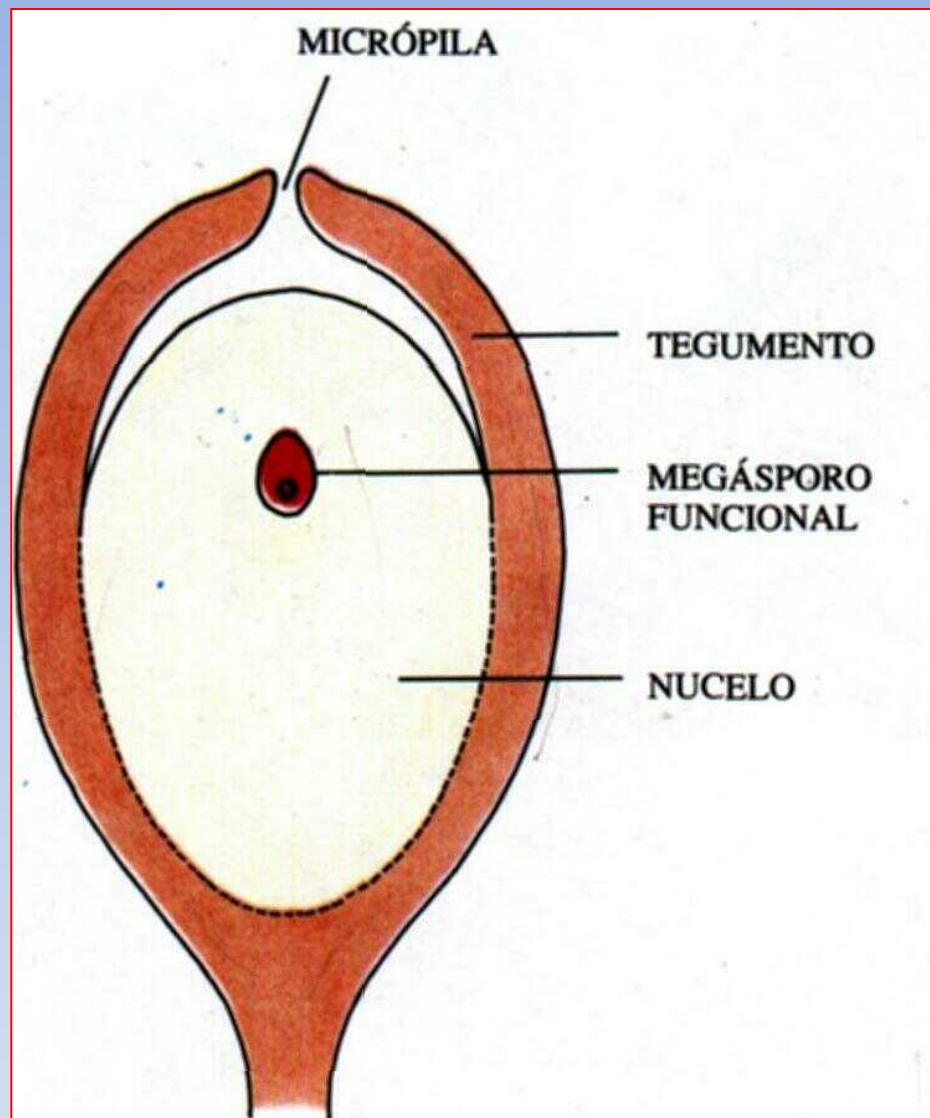


Ciclo de vida: Gimnospermas



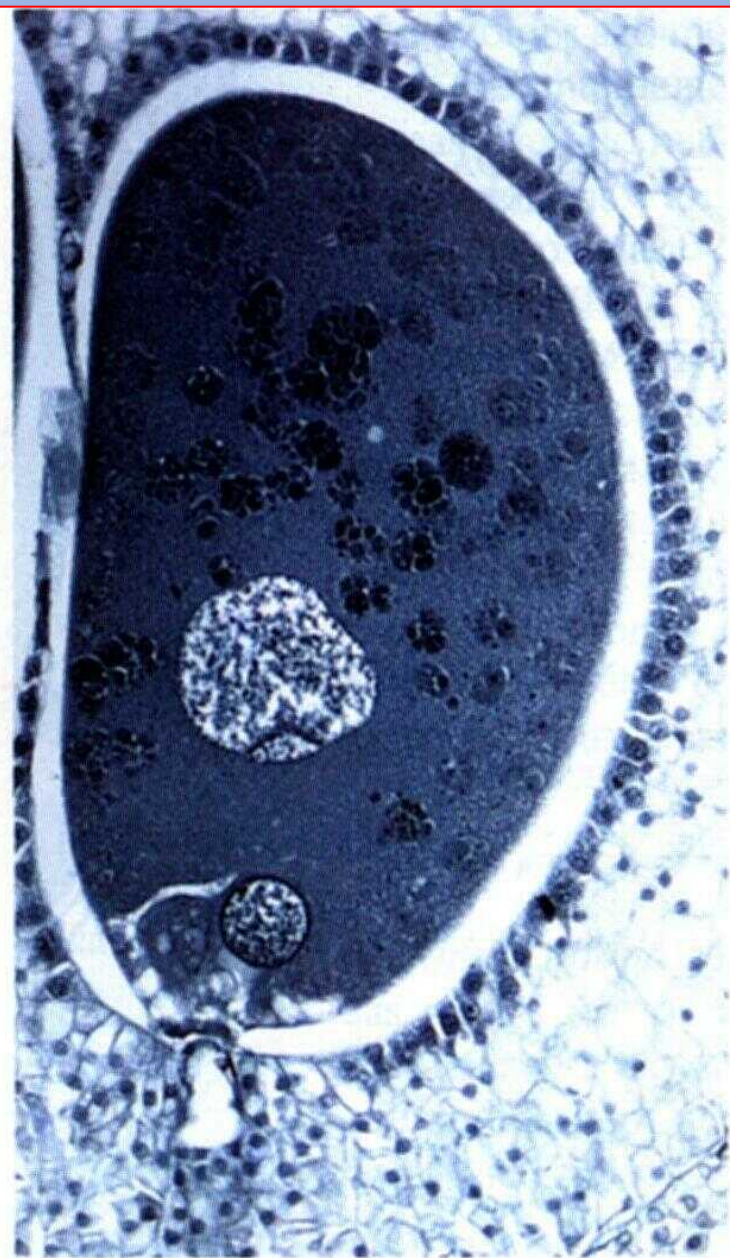
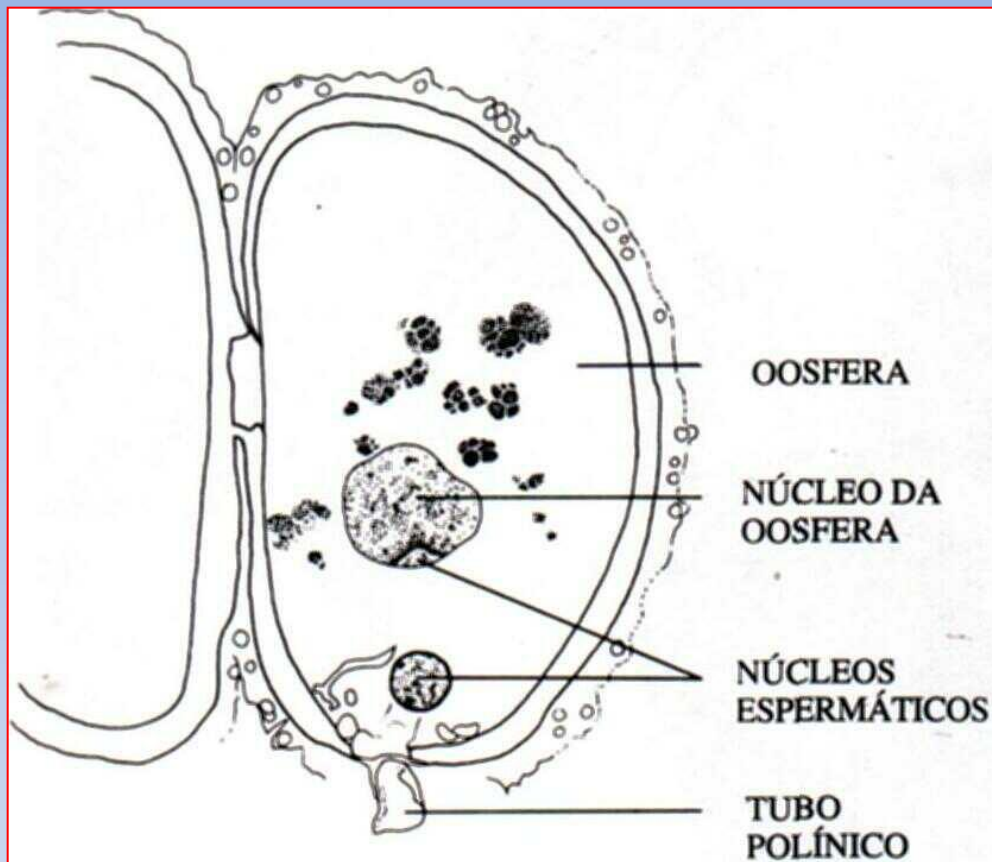
As **gimnospermas**: plantas **vasculares** que produzem flores e sementes, mas **possuem sementes nuas**, ou seja, não são envolvidas pelo ovário desenvolvido, que são os frutos. São inseridas em escamas, que formam uma estrutura cônica. Há **independência da água para a reprodução**, portanto a reprodução é por **sifonogamia**, ou seja, **existe a presença de um tubo polínico**, que carrega o gameta até a oosfera.

As **gimnospermas** são divididas em quatro divisões principais: **Coniferophyta**, **Cycadophyta**, **Gnetophyta** e **Ginkgophyta**.



17.2

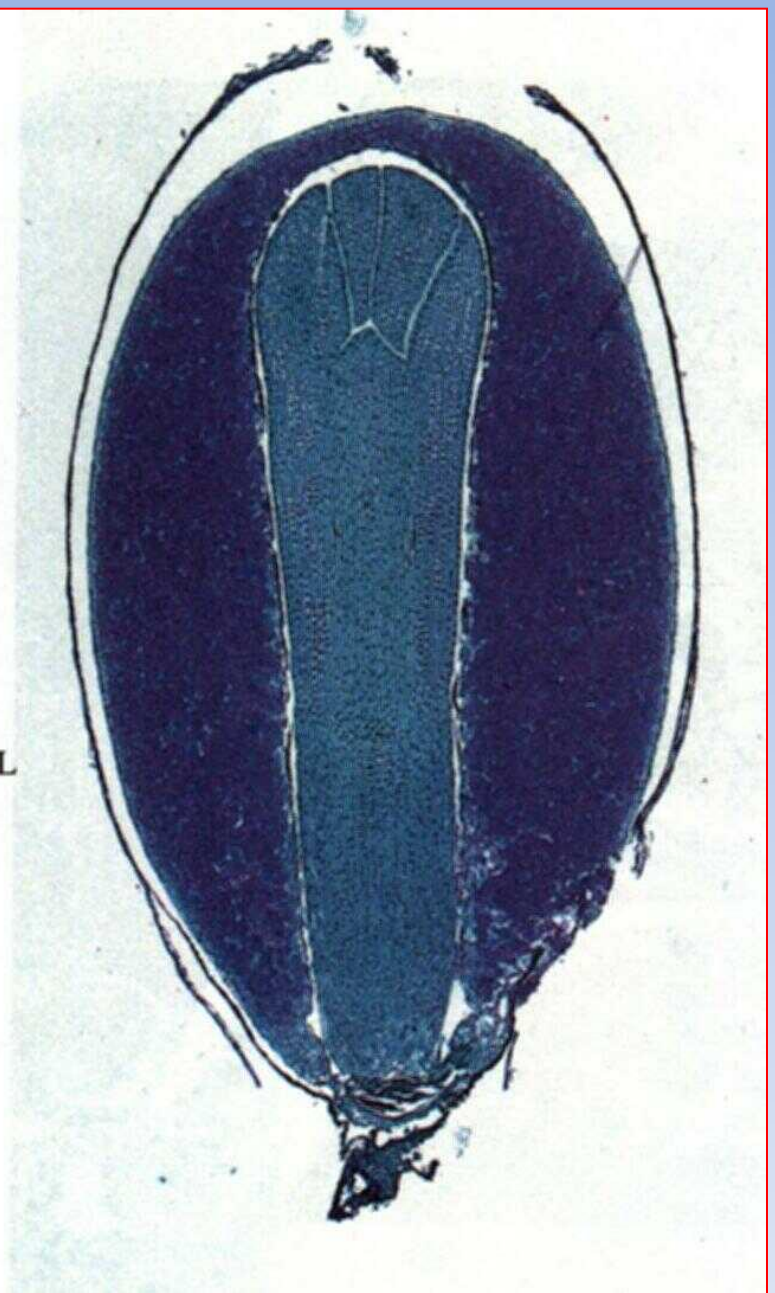
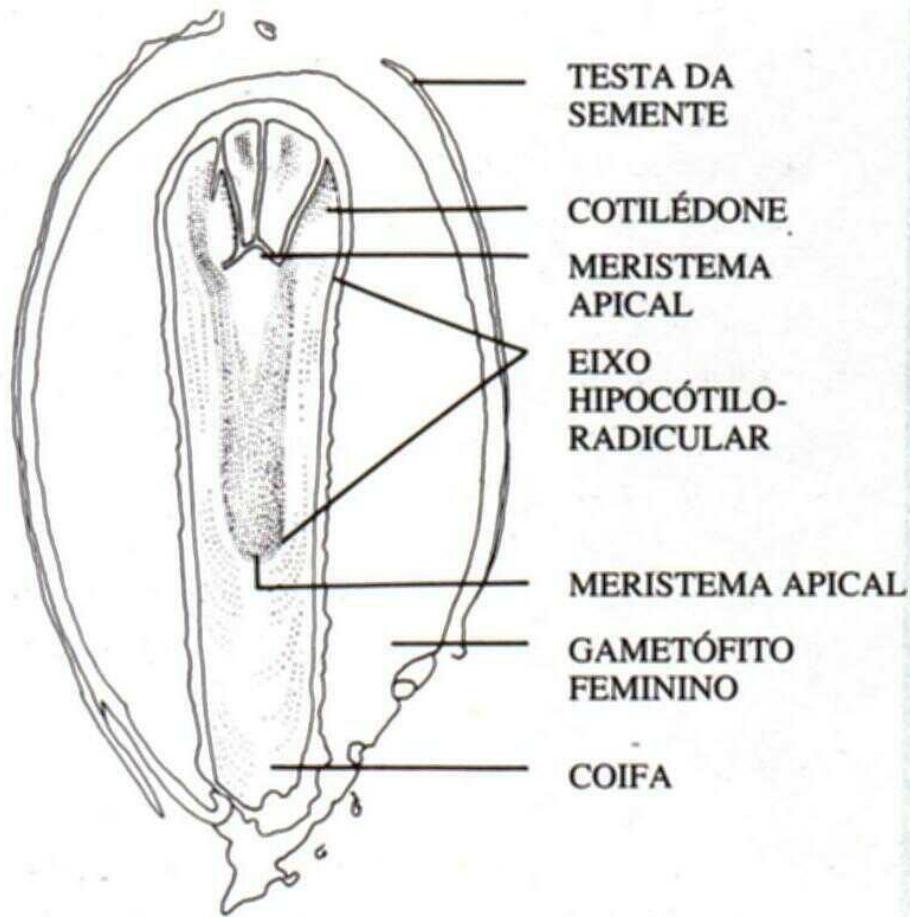
Seção longitudinal de um óvulo, mostrando o arranjo do tegumento, megasporângio (nucelo) e megásporo. A fecundação dos óvulos resulta na maturação e formação de sementes; em outras palavras, sementes são óvulos maduros e fecundados.



17.20

Pinus. Fecundação: união de um núcleo espermático com o núcleo da oosfera. O segundo núcleo espermático (abaixo) não é funcional; ele irá se desintegrar.

100 μm



17.21

Pinus. Seção longitudinal da semente. A testa da semente e o embrião representam gerações esporofíticas sucessivas ($2n$), com uma geração gametofítica intermediária.

Coniferophyta



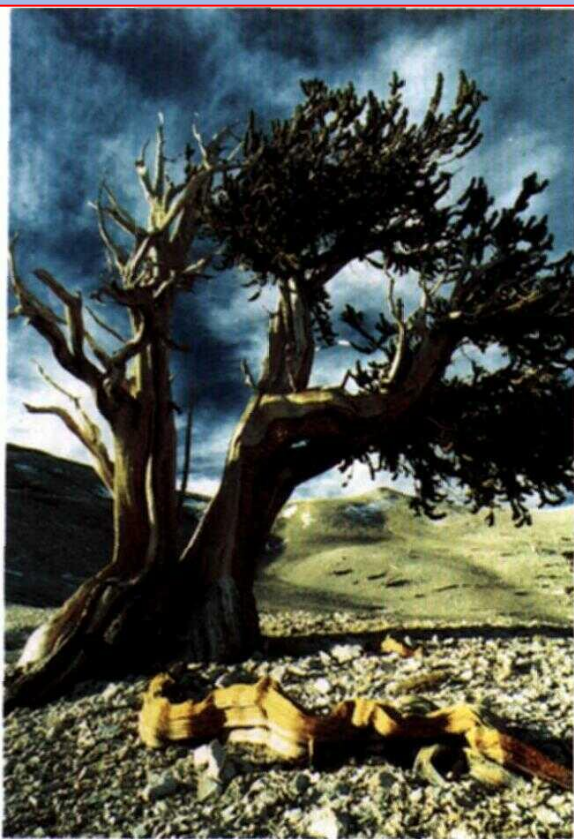
17.8

Pinus palustris é um pinheiro de folhas longas, que cresce na Carolina do Norte.

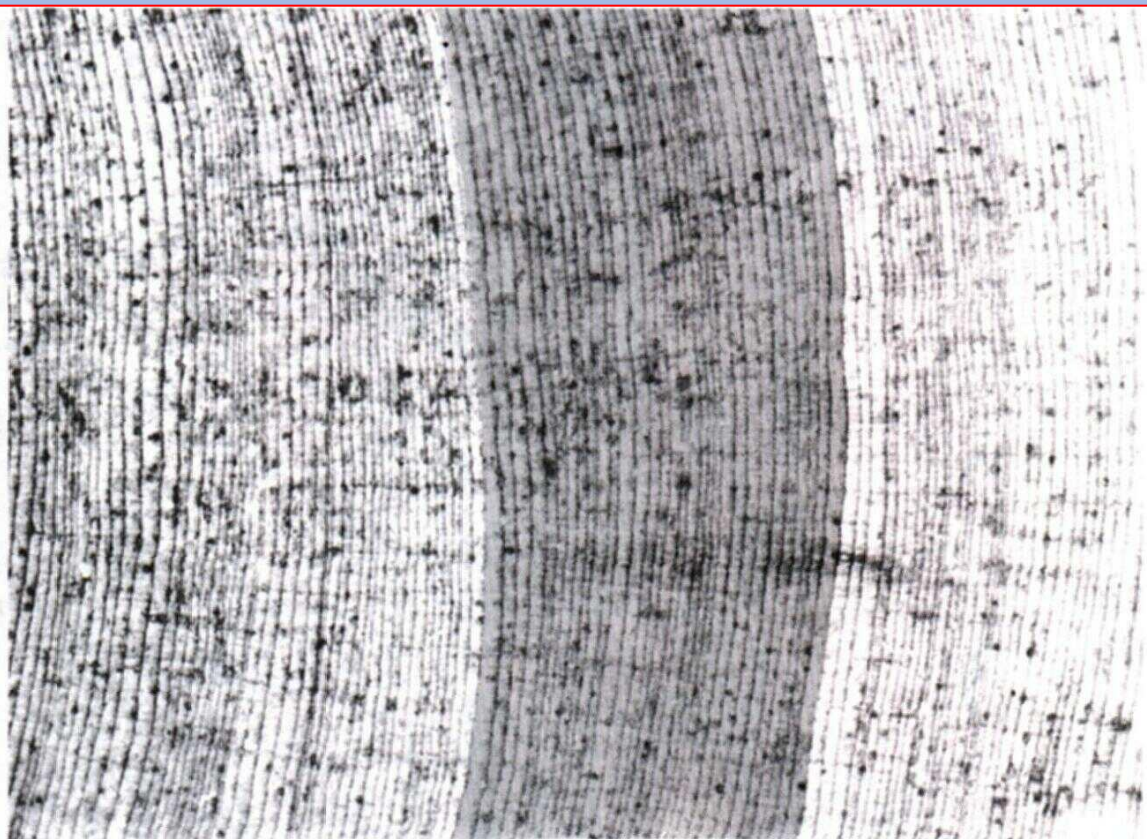


Pinus longaeva é uma espécie de pinheiro originária do Novo Mundo. Faz parte do grupo de espécies de pinheiros com área de distribuição no Canadá e Estados Unidos da América (com exceção das áreas adjacentes à fronteira com o México). Os pinheiros *Pinus Longaeva* são os seres vivos mais longevos do planeta. Algumas destas árvores têm cerca de cinco mil anos.

Pinus longaeva



(a)



(b)

500 μm

24.26

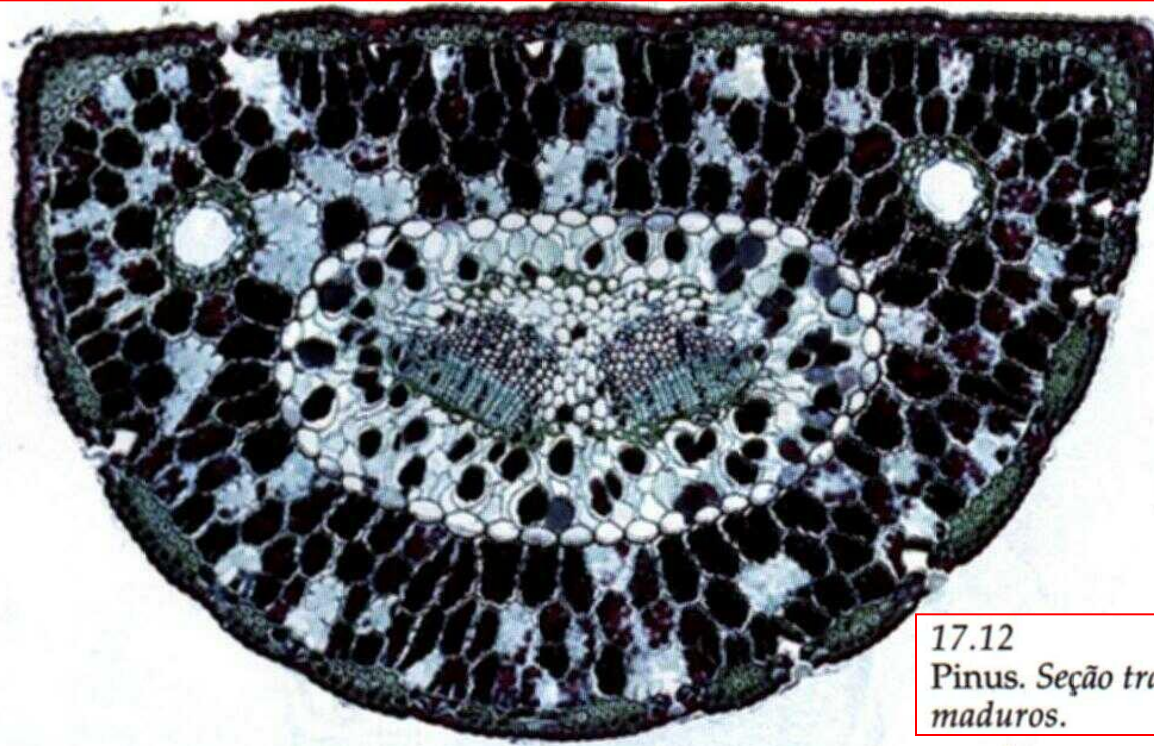
(a) Bristlecone pine (*Pinus longaeva*) da região de White Mountains, no leste da Califórnia. Estes pinus, que crescem próximo ao limite arbóreo das montanhas, são as árvores vivas mais velhas; uma árvore alcançou a idade de 4.900 anos. (b) Secção transversal da madeira deste pinus, mostrando a variação na espessura dos anéis de crescimento anuais. Esta secção inicia-se a aproximadamente 6.260 anos atrás; a faixa mais escura de anéis representa os 30 anos entre 4.240 aC até 4.210 aC. Os padrões de sobreposição dos anéis presentes nas árvores mortas permitiram determinar as precipitações relativas, que se estenderam desde 8.200 anos atrás.

Apesar de sua idade avançada, este pinus de 4.900 anos não é a mais antiga árvore do planeta. Na realidade, um grupo de arbustos de creosote bushes (*Larrea divaricata*), aparentemente todos derivados de uma única semente, foi estimado em 12.000 anos de idade. Crescendo no Deserto de Mojave, a 150 milhas a nordeste de Los Angeles, o grupo de arbustos foi denominado de "King clone". (Ver também Fig. 30.15.)



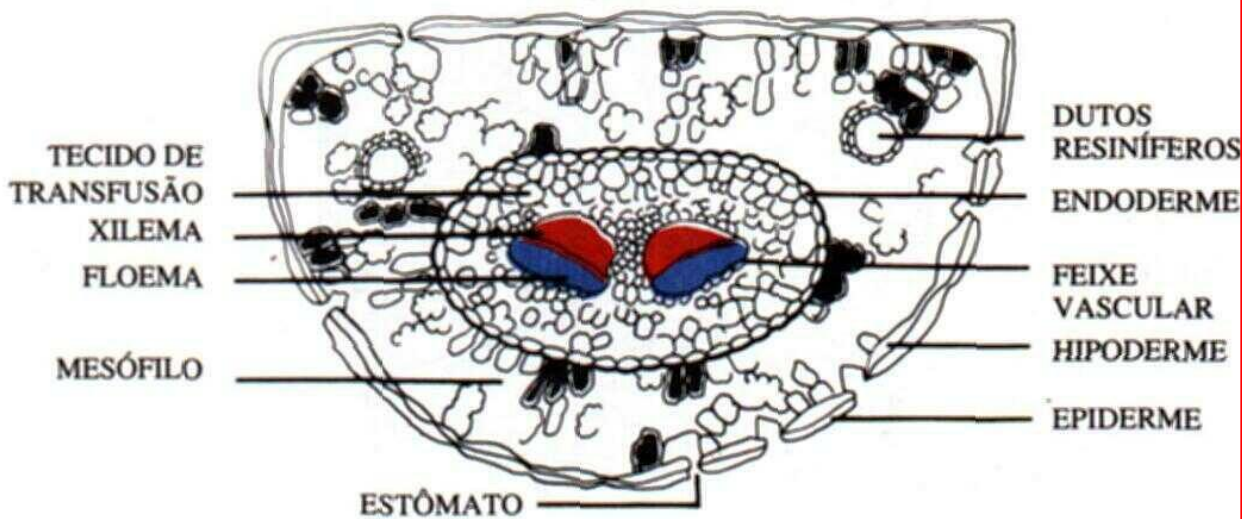
17.10

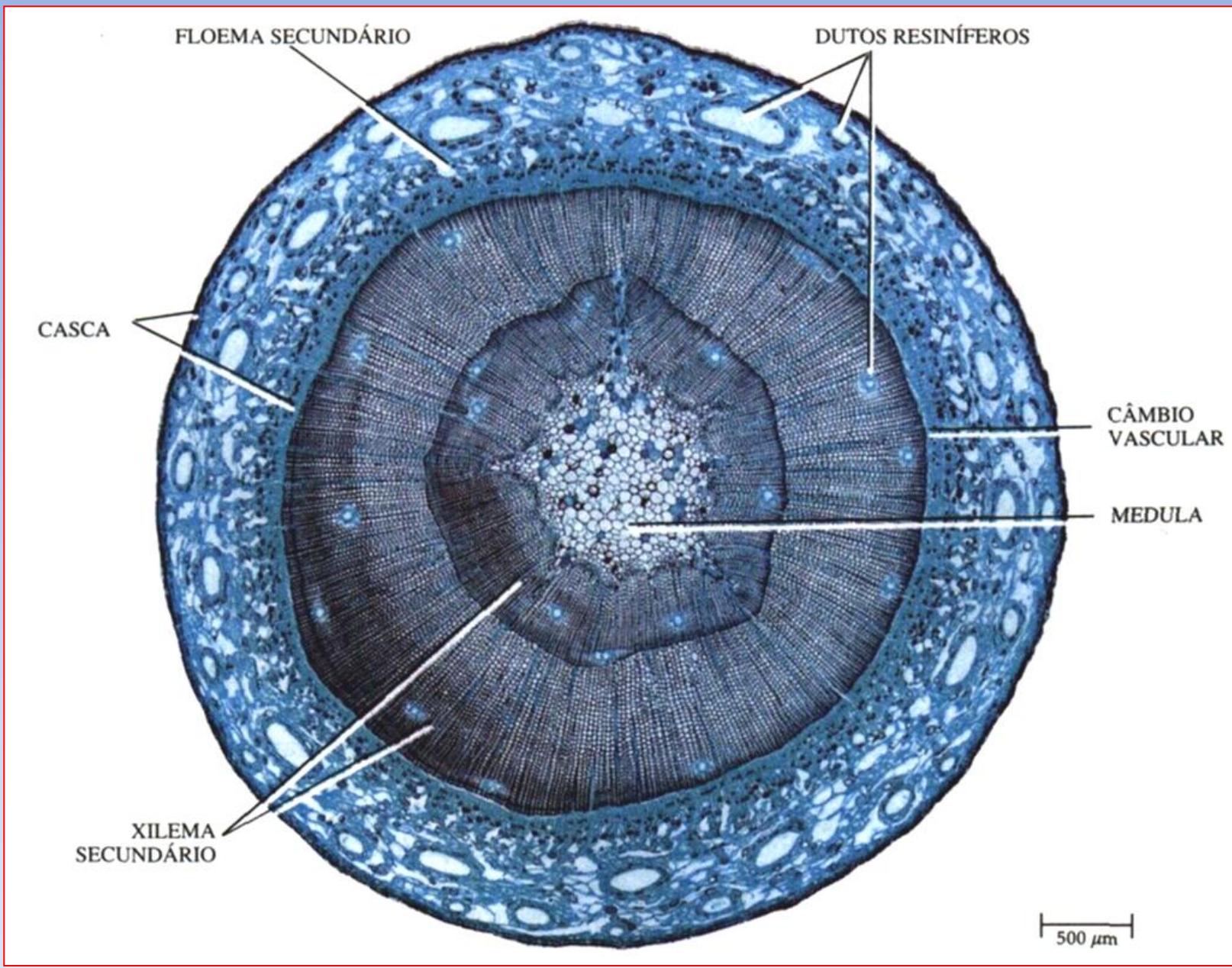
O pinheiro *Pinus longaeva* das White Mountains da Califórnia. Os ramos mostram grupos de cinco folhas, um estróbilo feminino maduro na direita e um estróbilo feminino jovem na esquerda. As folhas aciculares individuais desta espécie podem permanecer funcionais por até 45 anos. Esta é, também, a árvore de maior longevidade (ver Fig. 24.26).



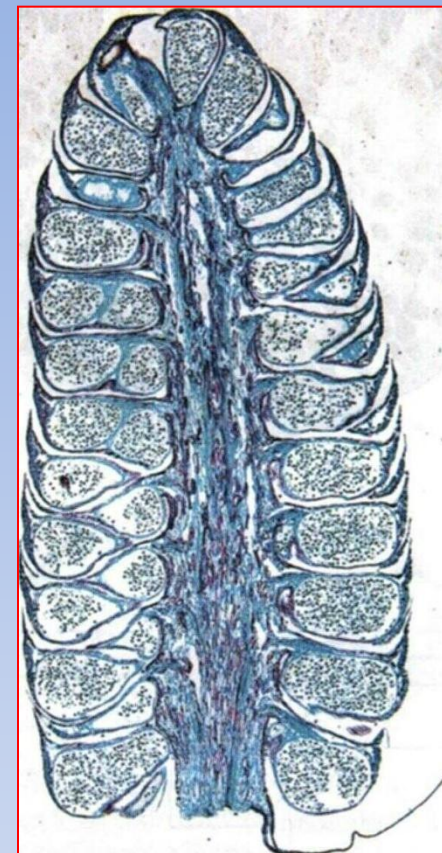
17.12
 Pinus. Seção transversal da folha acicular, mostrando os tecidos maduros.

200 μm





17.13 Pinus. Seção transversal do caule, mostrando o xilema secundário separado do floema secundário pelo câmbio vascular. Todos os tecidos para fora do câmbio vascular, incluindo o floema, fazem parte da casca.



17.15
Pinus. Corte longitudinal do estróbilo masculino, mostrando os microsporófilos e microsporângios, contendo os grãos de pólen já maduros.

17.14
Pinheiro de Monterey, Pinus radiata. Estróbilo masculino liberando os grãos de pólen, que são transportados pelo vento. Alguns dos polens alcançam as vizinhanças dos óvulos nos estróbilos femininos e, então, germinam, produzindo os tubos polínicos e eventualmente ocorrendo a fecundação.



(b)

17.22

Dois gêneros da família dos pinheiros (Pinaceae). (a) Estróbilo feminino do balsam fir (*Abies balsamea*). Os estróbilos são eretos, com 5 a 10 centímetros de comprimento, e não caem inteiros no solo, como ocorre com *Pinus*; ele se desmonta e os pedaços caem, deixando partes presas à planta e liberando as sementes aladas. (b) European larch (*Larix decidua*). As folhas de *Larix* são aciculares, como as do pinheiro; elas nascem isoladas tanto nos ramos longos como nos ramos curtos e são arranjadas espiraladamente. Diferentemente da maioria das coníferas, as folhas de *Larix* são decíduas, isto é, elas caem ao final de cada estação de crescimento.



17.25

O junípero mais comum (Juniperus communis) tem estróbilos femininos esféricos como os dos ciprestes, mas em juníperos as escamas são carnosas e fusionadas. As "bagas" dos juníperos dão ao gim o seu aroma e gosto característicos.



(a)



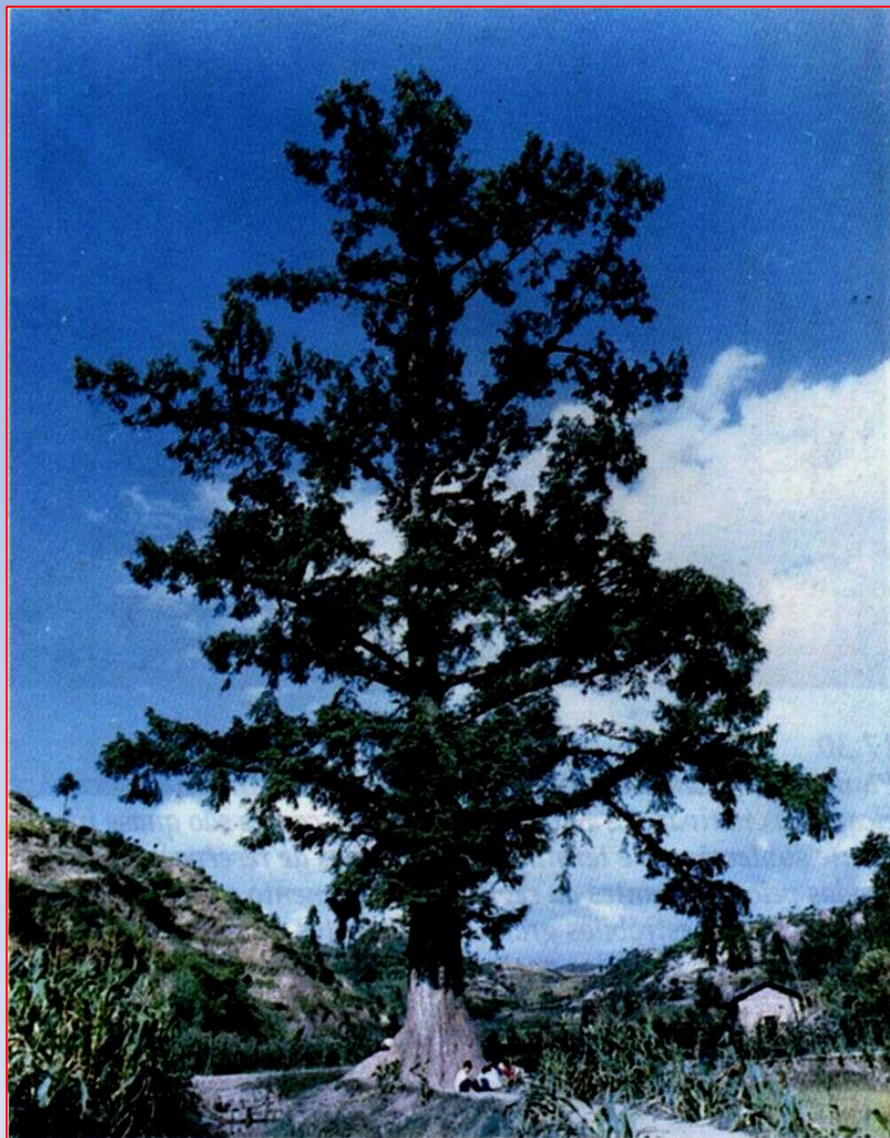
(b)

As coníferas da família dos taxos (*Taxaceae*) têm sementes que são rodeadas por uma cúpula carnosa — o arilo. O arilo atrai pássaros e outros animais, estes comem a estrutura e dispersam a semente. (a) Representantes do gênero *Taxus*, os yews — que ocorrem no Hemisfério Norte — produzem estruturas ovuladas carnosas e vermelhas. (b) Microstróbilos com microsporófilos e microsporângios de *Taxus*. Os megatróbilos e microstróbilos são encontrados em indivíduos separados. As sementes e as folhas em *Taxus* contêm uma substância tóxica e representam uma das principais causas de envenenamento em crianças por plantas nos Estados Unidos, embora casos fatais sejam extremamente raros.



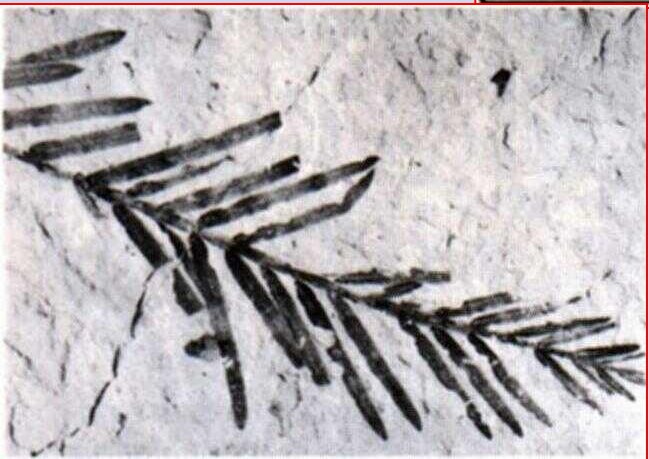
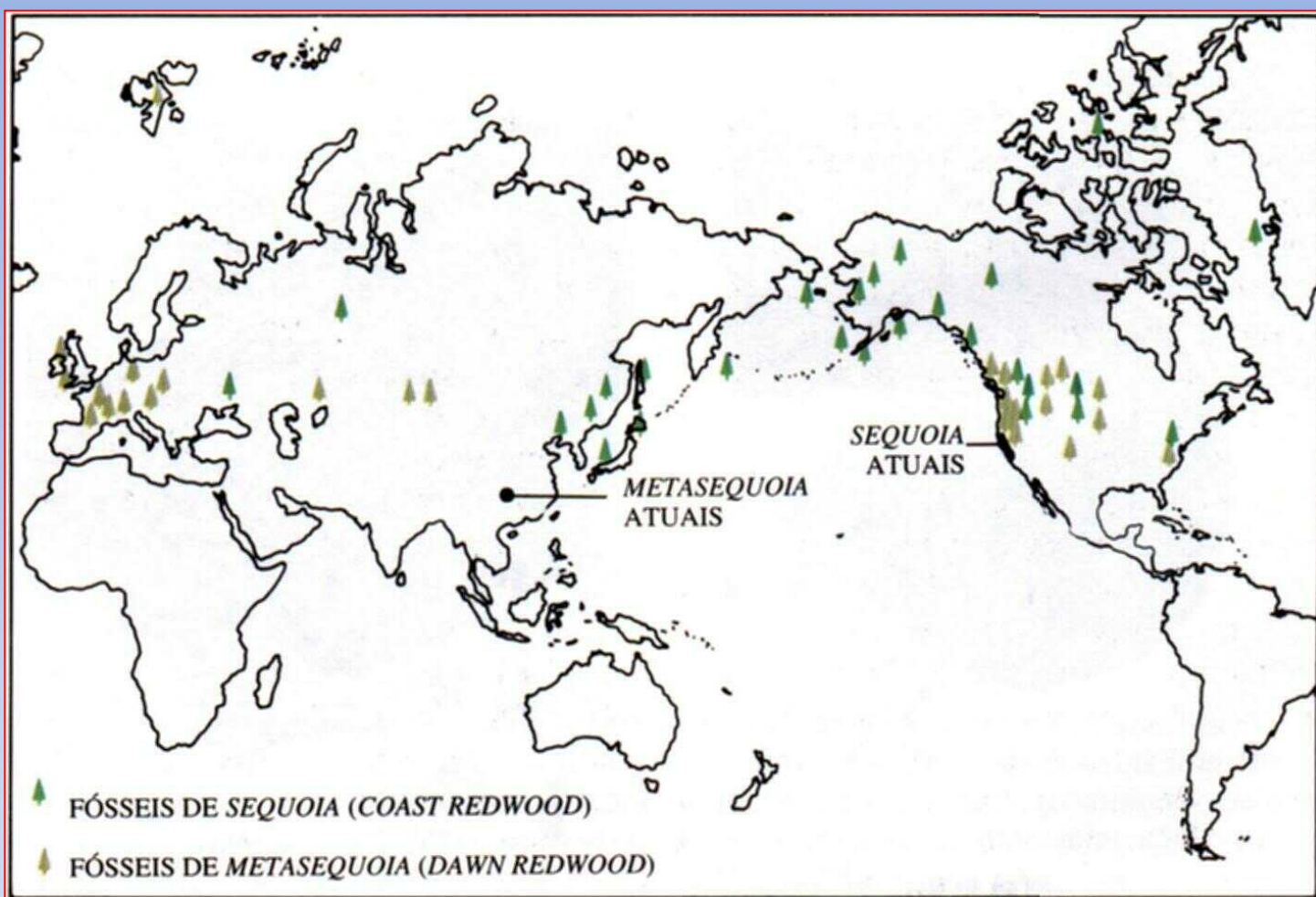
17.27

O *taxodium* (*Taxodium distichum*) é uma árvore com ramos decíduos que cresce nos pântanos do sudeste dos Estados Unidos. Nesta fotografia, tirada no outono, as folhas começaram a mudar de cor. A epífita *Tillandsia usneoides* é bastante relacionada com essa planta e aparece pendente nos ramos das árvores.



17.28

Metasequoia glyptostroboides. Esta árvore cresce na Província Hubei, na região central da China, e tem mais de 400 anos de idade.



17.29

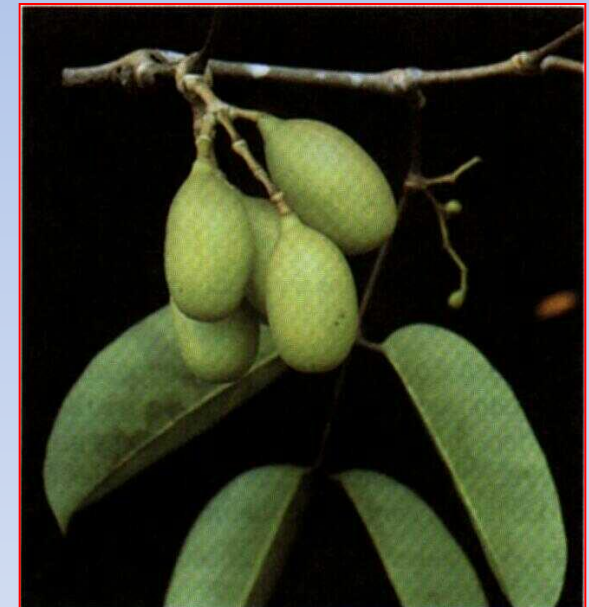
Ramo fóssil de Metasequoia, com cerca de 50 milhões de anos. O mapa, que acompanha esta figura, mostra a distribuição geográfica de alguns representantes fósseis e viventes da família Taxodiaceae.



(a)



(b)



(c)

17.34

Folhas coriáceas e grandes de *Gnetum* que lembram as de algumas dicotiledôneas. As espécies de *Gnetum* crescem como arbustos ou trepadeiras lenhosas nas florestas tropicais e subtropicais. (a) Uma inflorescência funcionalmente microsporangida. (b) Inflorescência microsporangida e folhas. (c) Sementes carnosas e folhas. (b) e (c) foram fotografados na Região Amazônica, no sul da Venezuela.

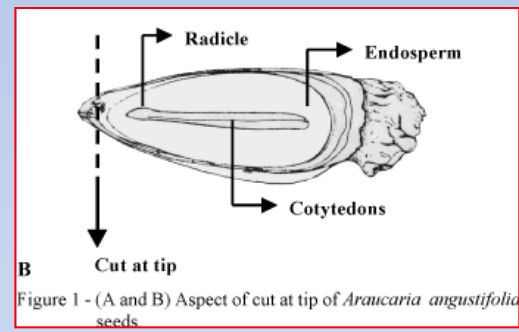


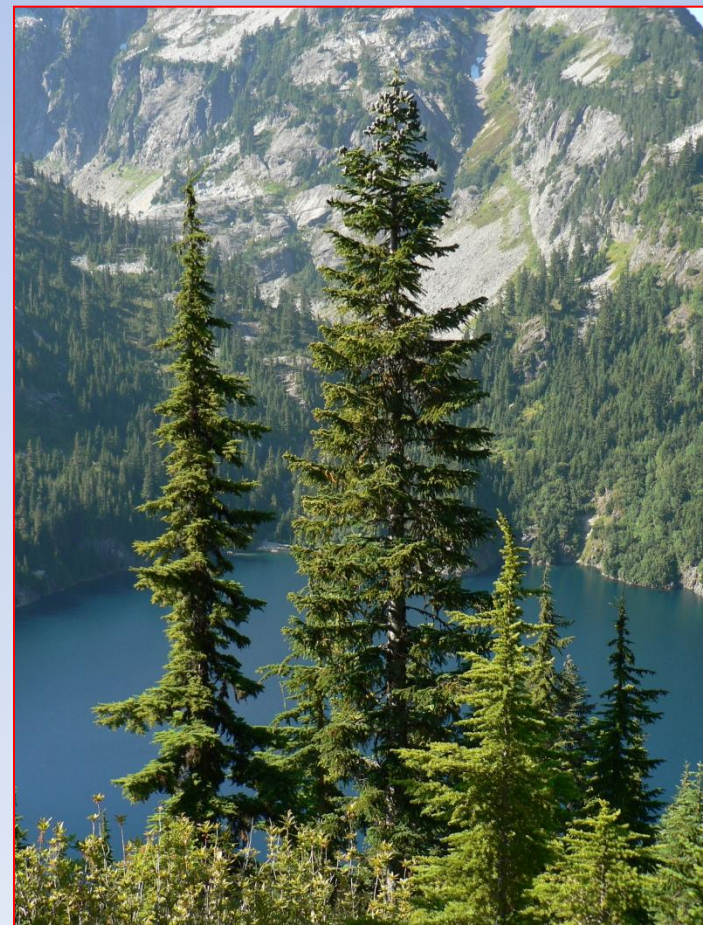
Coniferophyta



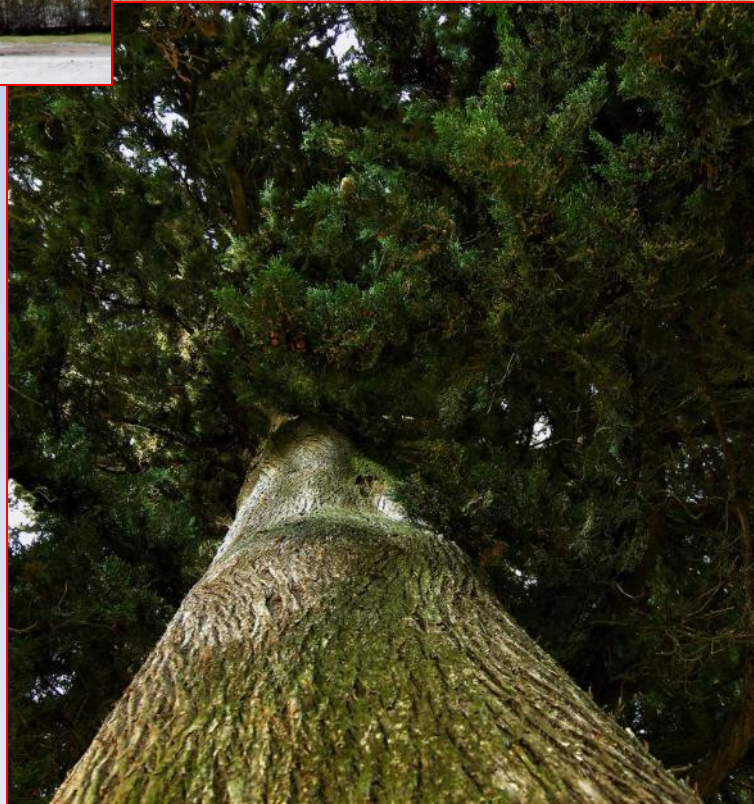


Araucaria angustifolia

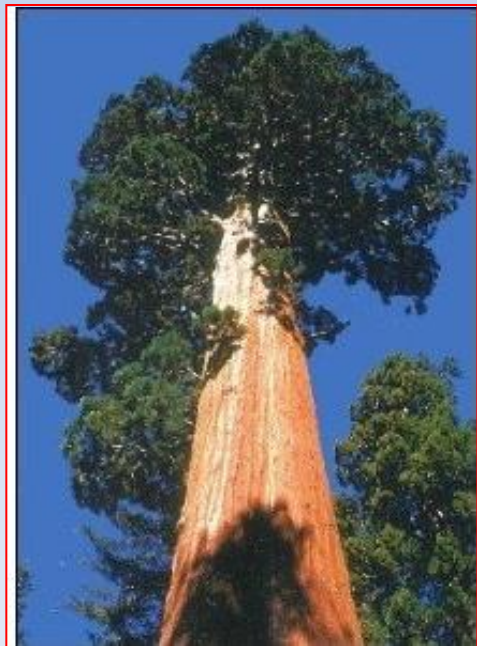
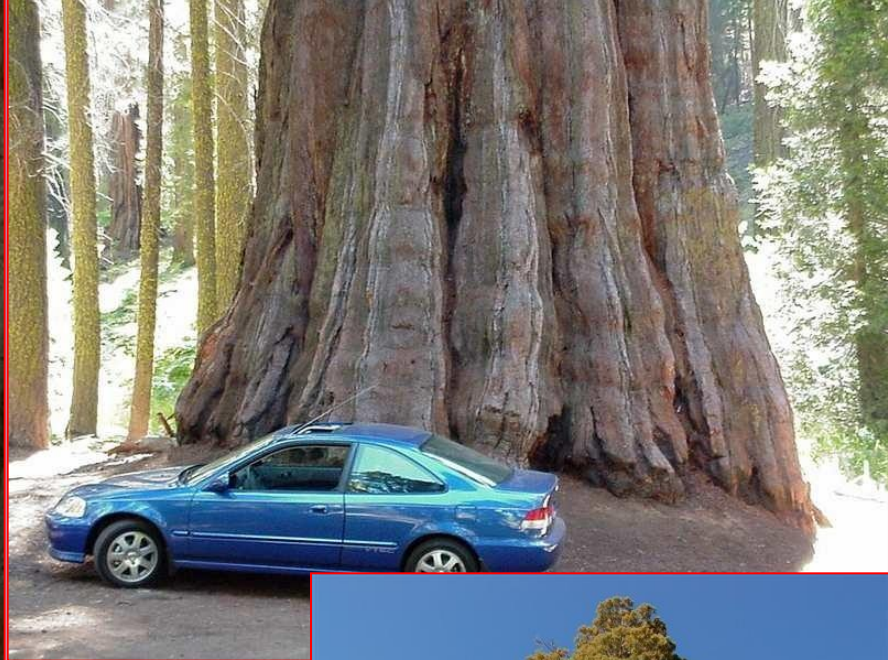




Abies



Cupressus



Sequoiadendron gigantea







Metasequoia

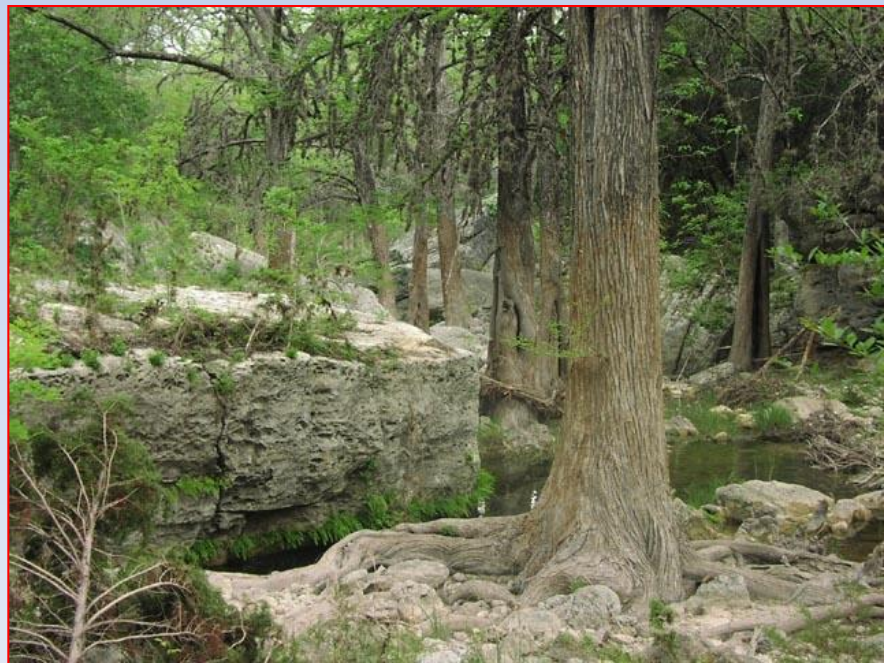


Morris Arboretum Metasequoia at the Swan Pond



Photo by J.S. Peterson © 1999 - Used with permission

Taxodium





Cycas sp.



Encephalartos sp



Dioon sp.

Cycadophyta

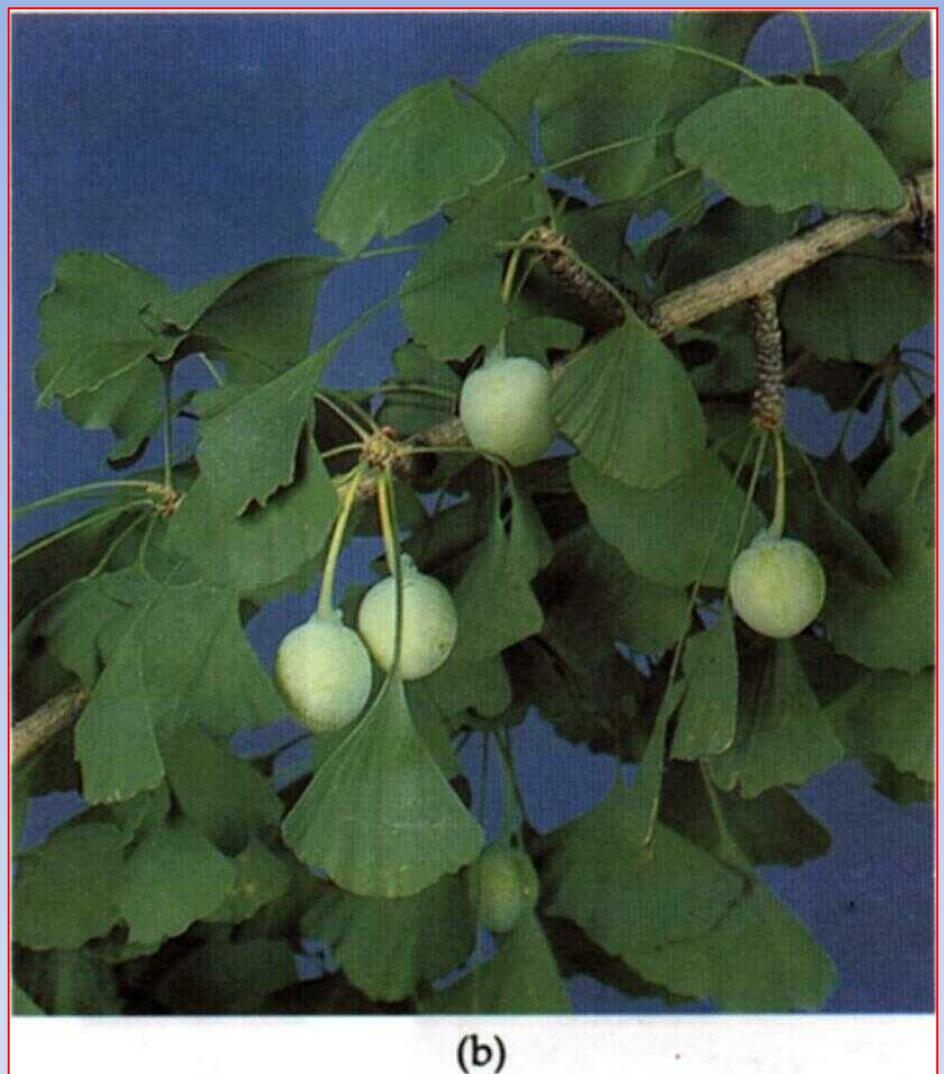


Cycas sp.

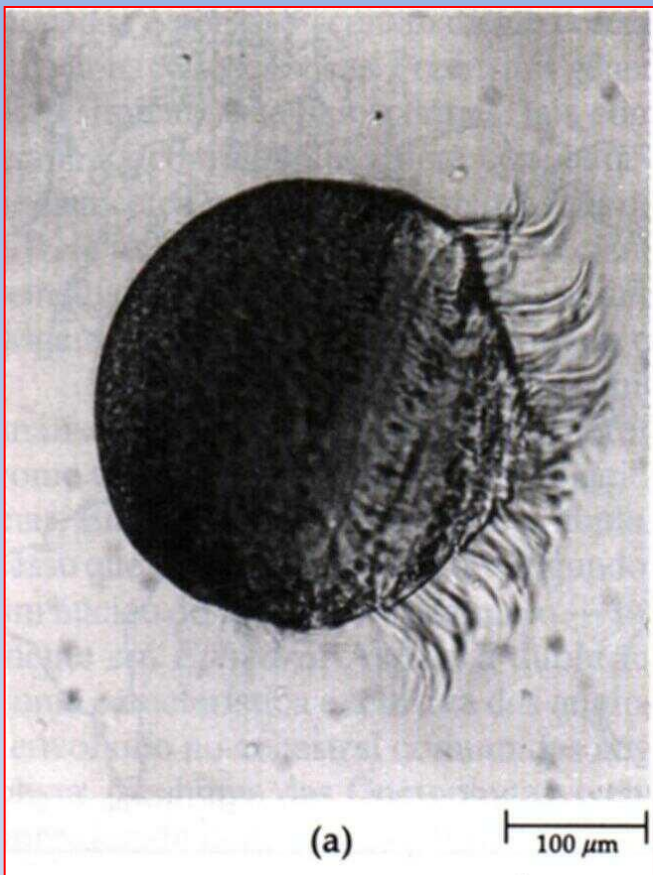


Ginkgophyta





(a) *Ginkgo biloba*. Esta árvore recebeu seu nome inglês (maidenhair tree) devido à semelhança entre as suas folhas e os folíolos das avencas (maidenhair).
(b) Folhas e sementes carnosas de *Ginkgo*, ligadas aos ramos curtos.



17.32

A reprodução sexual nas cicadáceas e em Ginkgo é bem diferente, pela combinação de gametas móveis (anterozóides) com tubos polínicos. (a) O anterozóide da cicadácea Zamia pumila, nadando devido aos seus cerca de 40.000 flagelos. (b) Os anterozóides são transportados para a vizinhança da oosfera do óvulo, por meio de um tubo polínico.

Welwitschia mirabilis



Gnetophyta





(C) Daniel & Irène Létocart

Parasitaxus usta

Única gimnosperma parasita

(C) Bernard Suprin