

AULA DE HOJE: Plantas vasculares sem sementes

Recordando aula anterior:

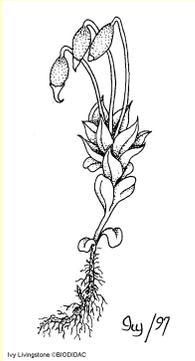
Briófitas – embriófitas sem sistema vascular

Adaptações das briófitas ao ambiente terrestre:

- Proteção da planta contra dissecação.
- Gametângios e esporângios multicelulares.
- Proteção de gametas e esporos contra a dissecação.
- Coordenação da fecundação com a presença de água no ambiente.

Limitação das plantas sem sistema vascular: TAMANHO

0,5 cm



Surgimento de adaptações à vida no ambiente terrestre

morfológicas/anatômicas

- cutícula
- epiderme com estômatos
- órgãos sexuais

10 m



- folhas
- raízes
- tecidos para transporte rápido de fluidos a longas distâncias

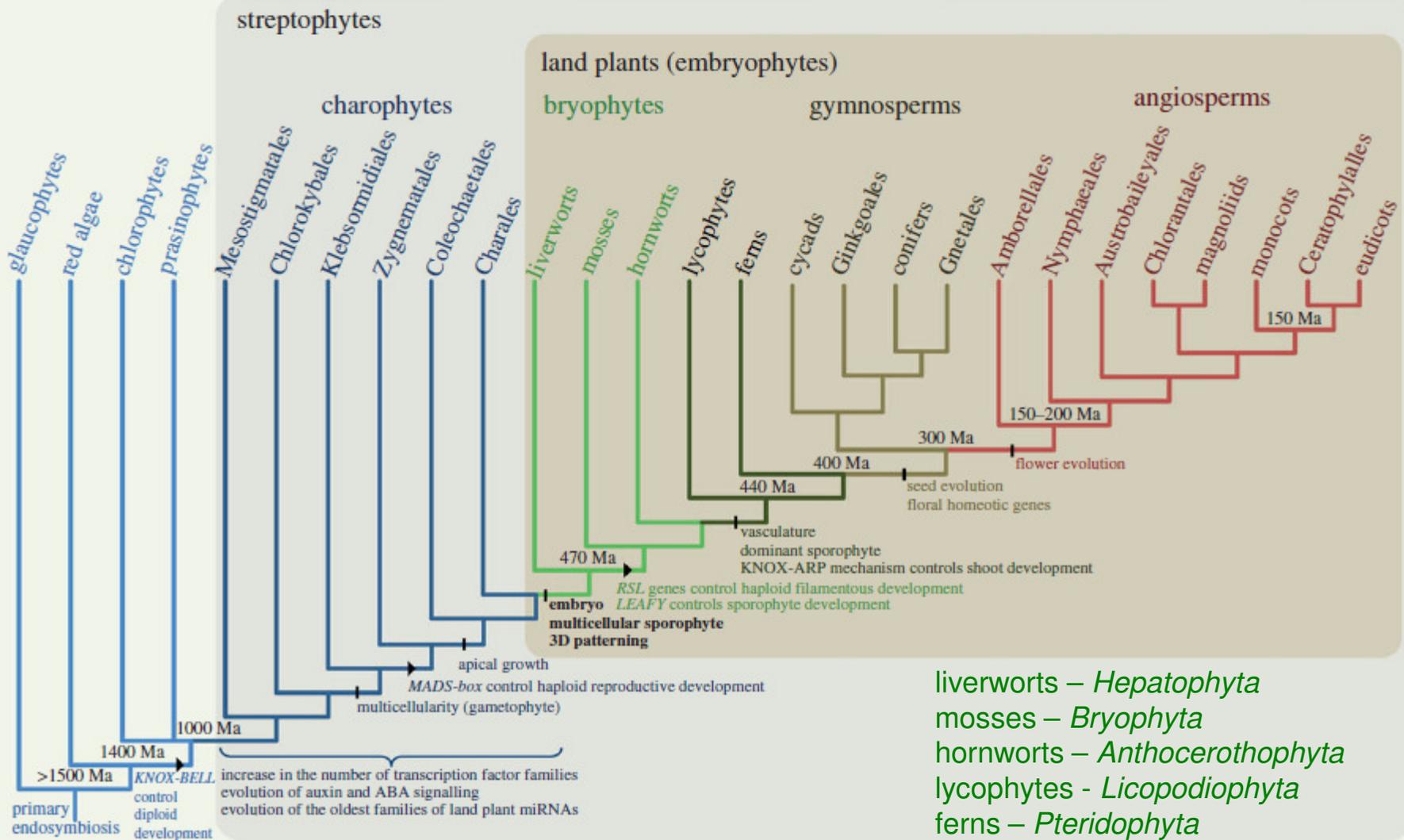
60 m



- tecidos de suporte (madeira)

Relação filogenética entre os grupos de plantas atuais

Plants



era período
(milhões)

Cenozoico	Quaternary	1.6
	Tertiary	66.4
Mesozoico	Cretaceous	144
	Jurassic	208
	Triassic	245
Paleozoico	Permian	286
	Carboniferous	360
	Devonian	408
	Silurian	438
	Ordovician	505

algas eucarióticas

plantas terrestres

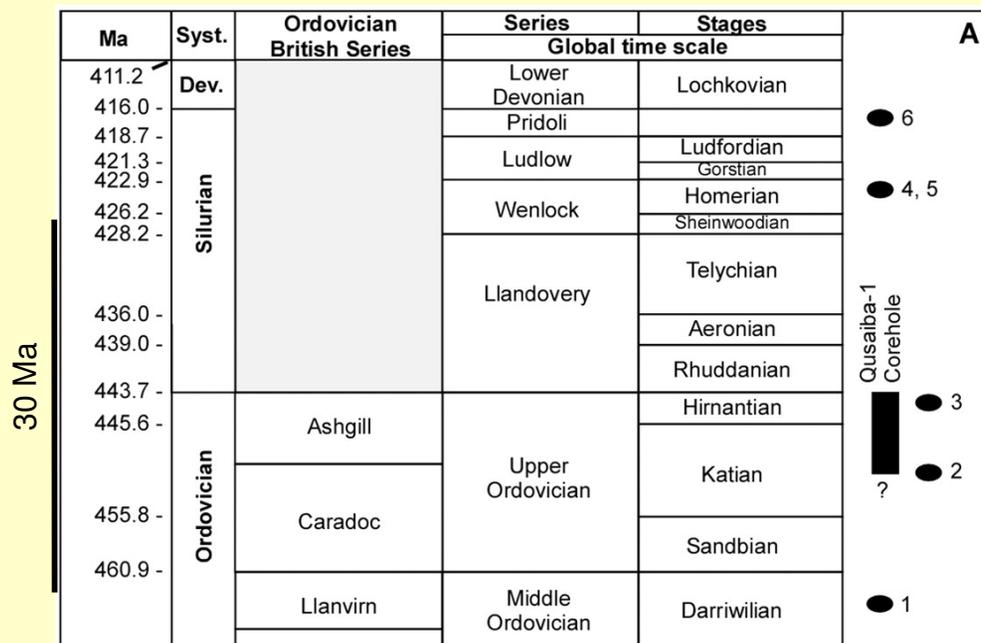
plantas com sementes

plantas com flor



A colonização do ambiente terrestre por produtores primários permitiu o desenvolvimento de ecossistemas complexos nestes ambientes!

P Steemans et al. Science 2009;324:353-353

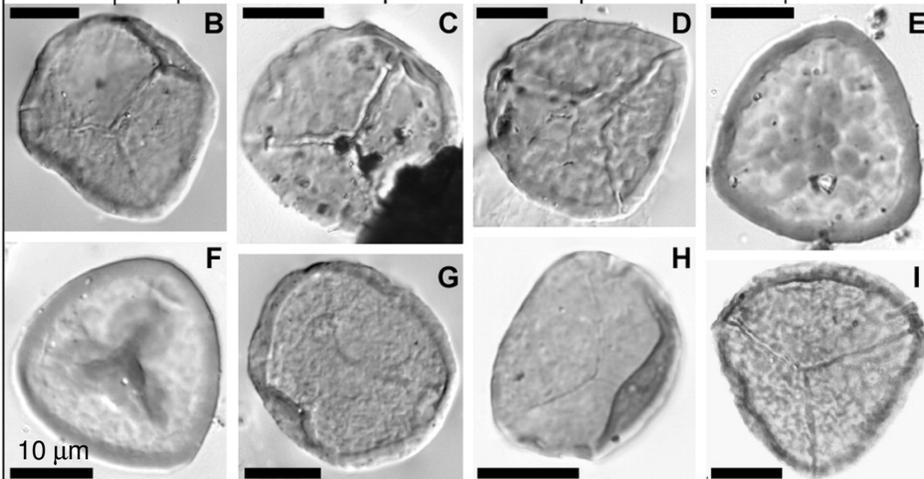


Plantas semelhantes às briófitas teriam surgido no supercontinente Gondwana e dominaram o planeta durante cerca de 30 Ma

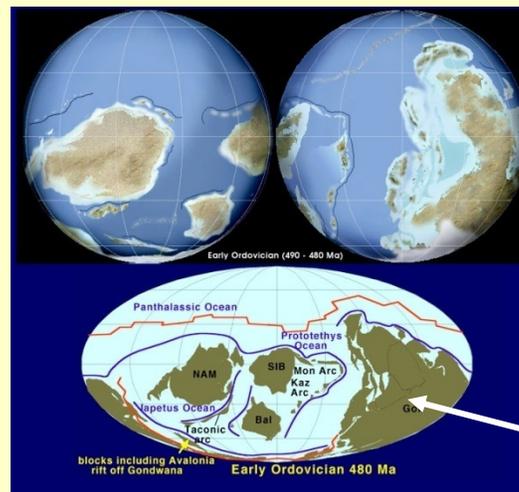
← plantas vasculares (mega fósseis)

← plantas vasculares (micro fósseis)

← briófitas (micro fósseis, criptosporos)



B-I: diversos esporos do tipo triplete (característicos de plantas vasculares) do Ordoviciano (Qusaiba-1, Arábia Saudita)



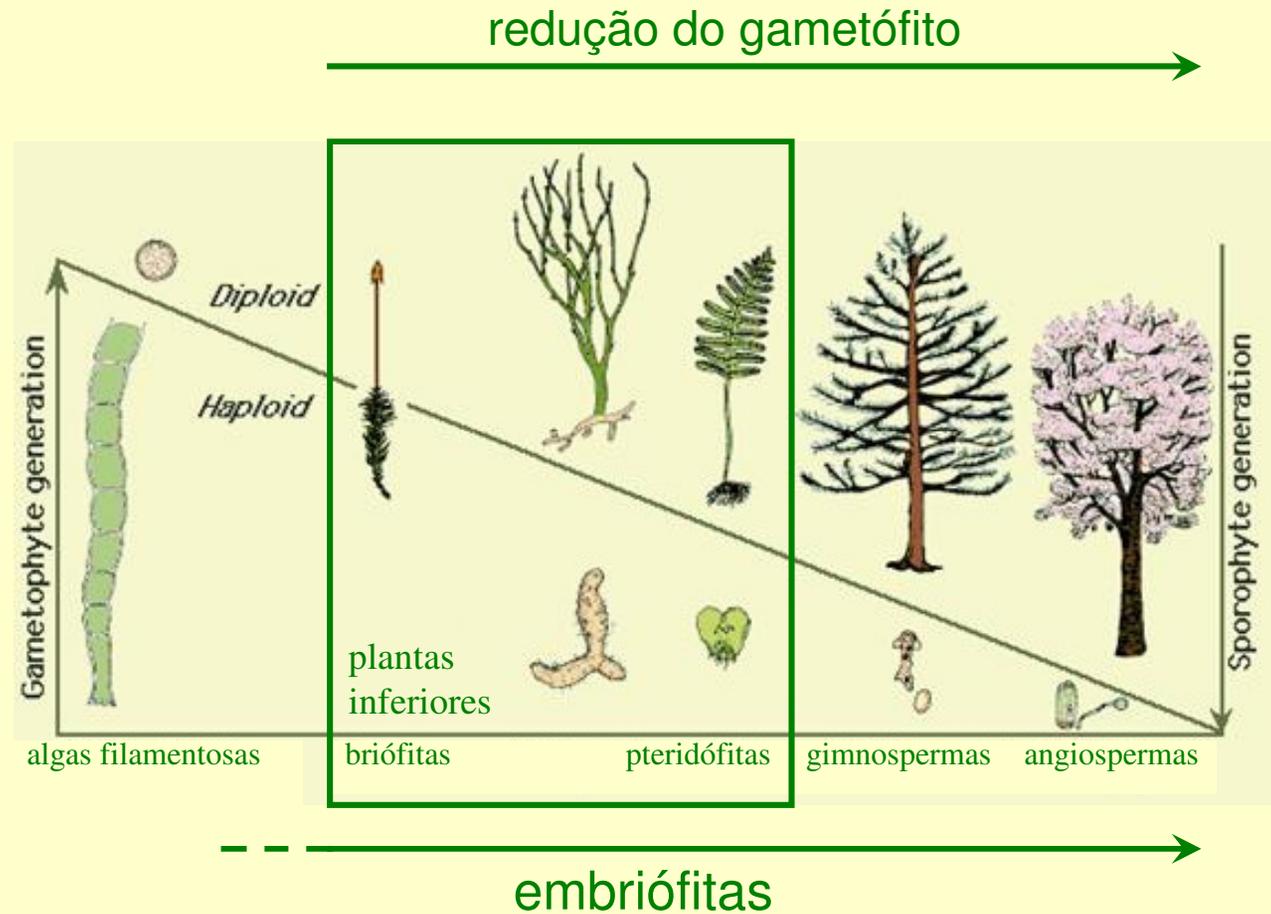
distribuição dos continentes no Ordoviciano (480 Ma)

Gondwana

<http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/biobk/biobookpaleo3.html>

Tipo de ciclo de vida de todas as plantas terrestres: alternância de gerações heteromórficas

ao longo da
evolução houve
redução da
geração
gametofítica



vantagem da dominância do esporófito nas plantas terrestres?

Plantas vasculares sem sementes atuais:

a presença de sistema vascular levou ao aumento do tamanho das plantas



Pteridophyta



Lycopodiophyta



esporófito:

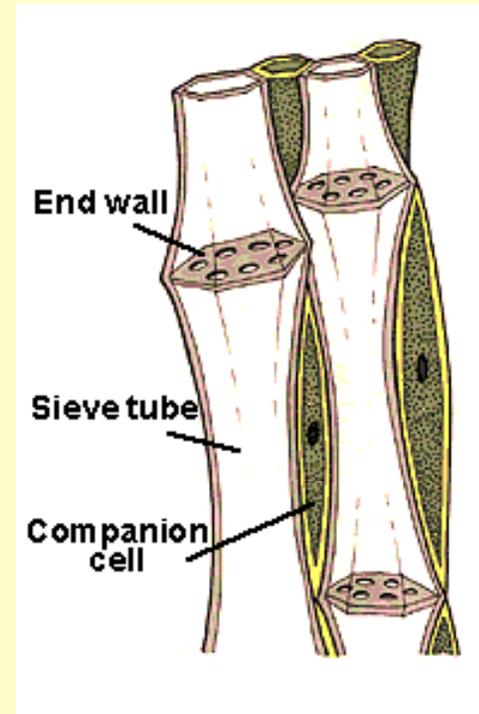
- folhas (órgão autotrófico)
- caule (órgão de metabolismo misto)
- raiz (órgão heterotrófico)

Sistema vascular

Composto por floema e xilema

Floema:

Na maturidade composto de células vivas: elementos do tubo crivado e células companheiras



60 m

Sistema vascular

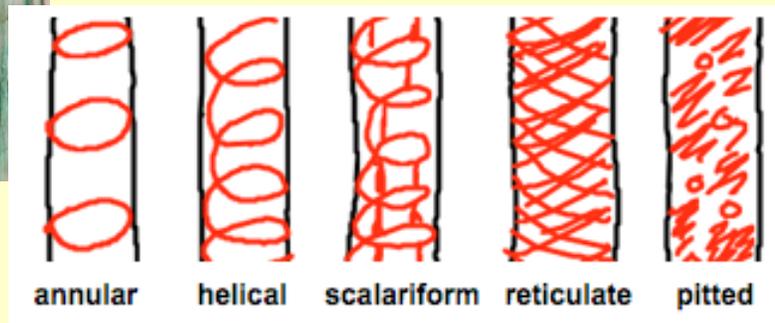
Composto por floema e xilema

Xilema na maturidade:

- células mortas
- parede celular com espessamentos
- impregnada com lignina

Composto por dois tipos de células:

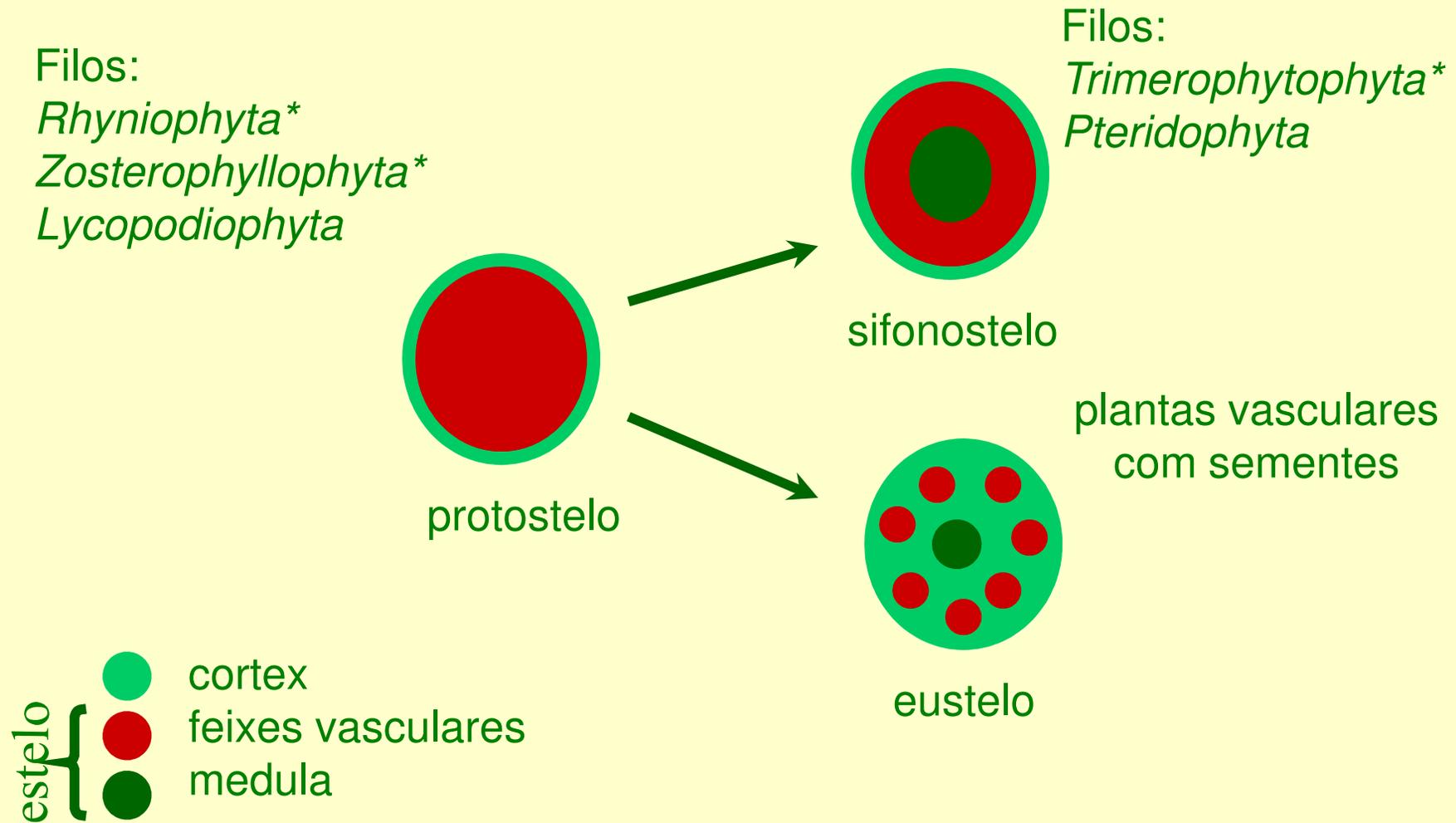
- traqueídes
- elementos do vaso (só encontrado em angiospermas e algumas gimnospermas)



padrões de espessamento da parede celular secundária

Células maduras do xilema de mutantes de *Arabidopsis* incapazes de acumular lignina colapsam (Sierburth, L. 2001).

Evolução do estelo (cilindro central)

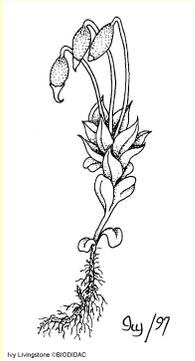


A evolução do sistema vascular permitiu o aparecimento de plantas com mais de 100 m de altura

* filos extintos

Surgimento de adaptações à vida no ambiente terrestre

0,5 cm



bioquímicas

- esporopolenina (no esporo, um dos compostos orgânicos mais estáveis – confere proteção contra luz UV, dissecação e decomposição)
- cutina
- lignina
- flavonóides (proteção contra UV)

10 m



60 m

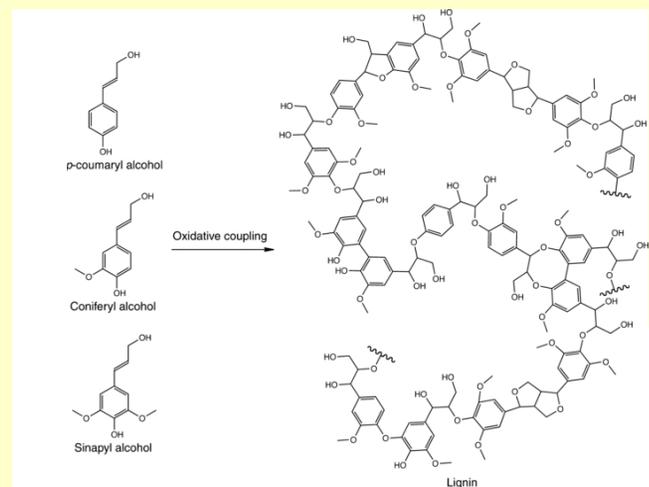


Células maduras do xilema de mutantes de *Arabidopsis* incapazes de acumular lignina colapsam (Sierburth, L. 2001).

mutantes

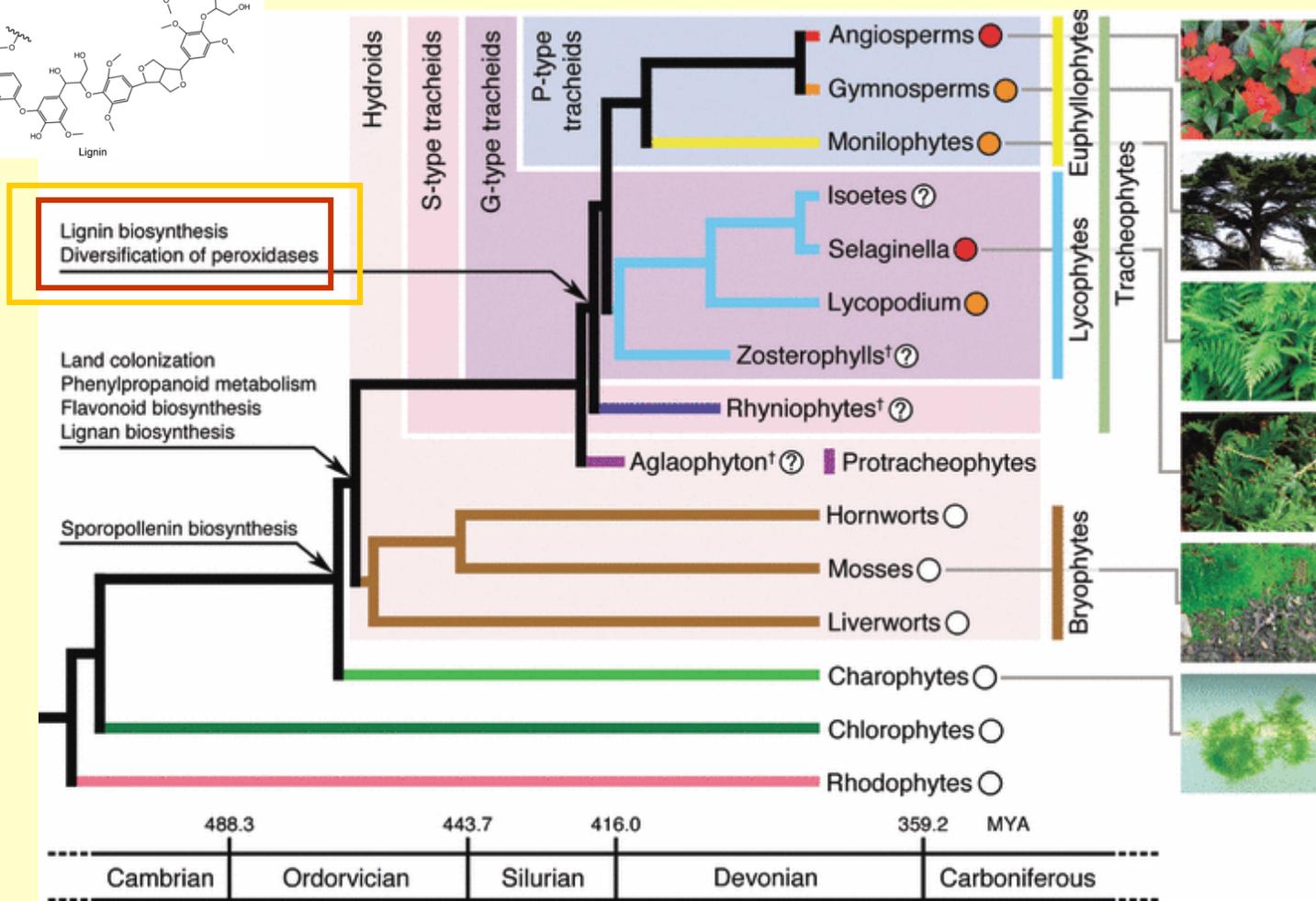


Presença de Lignina em vários filós:



fenilalanina
OU
tirosina

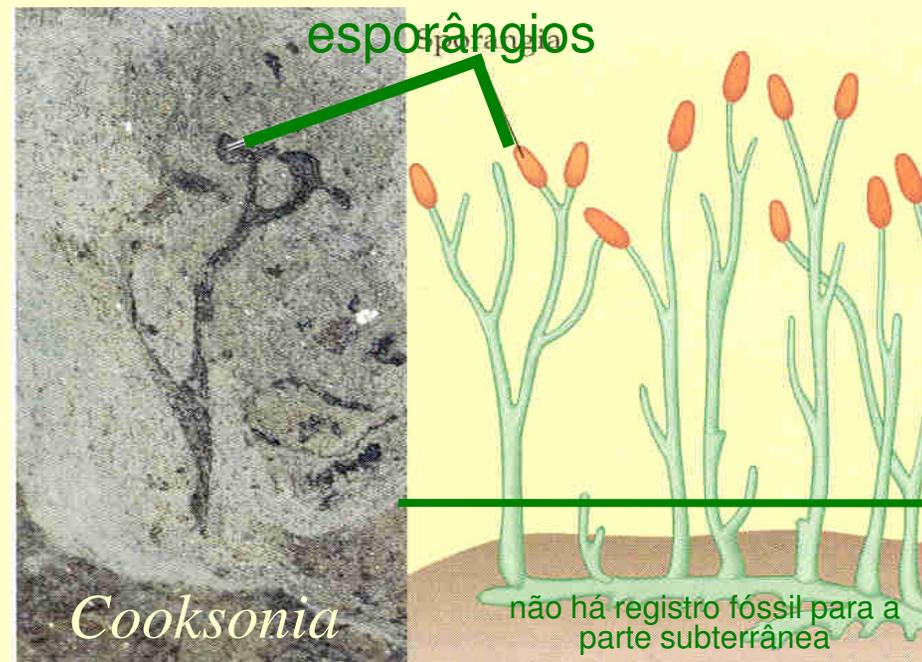
estima-se
que a lignina
represente
cerca de 30%
da biomassa
produzida na
biosfera



Filo *Rhyniophyta* (extinto)

Neste filo estão incluídas as primeiras plantas vasculares (440 – 380 milhões de anos atrás, Siluriano/Devoniano).

- esporângios terminais
- estelo do tipo protoestelo, com protoxilema interno e metaxilema externo

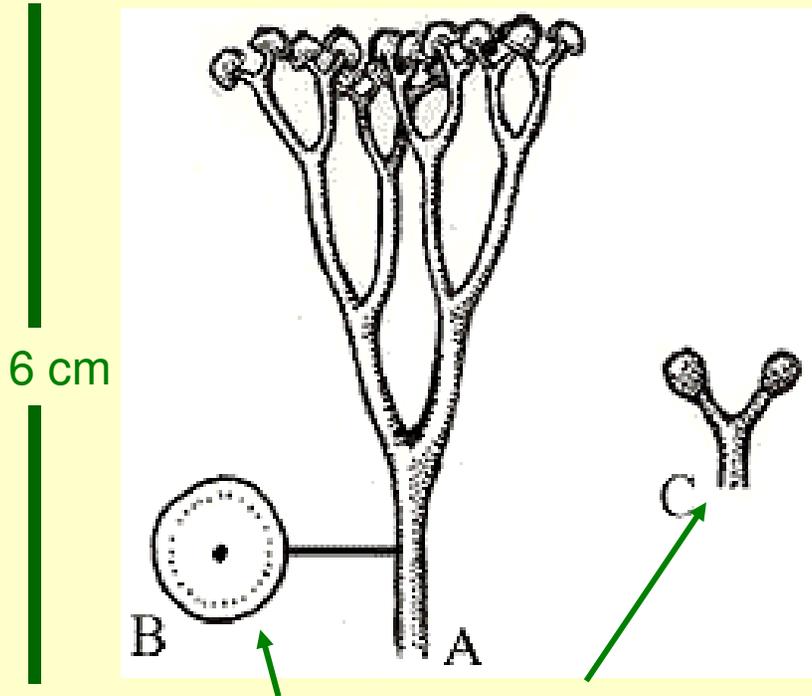


Características:

- não há diferenciação entre raízes, caules e folhas.
- caule cilíndrico, dicotomicamente ramificado.
- esporângios terminais.
- mantém-se eretas pela pressão de turgor

plantas como estas ocorriam em todo o mundo e viviam provavelmente próximas da água.

Cooksonia caledonica

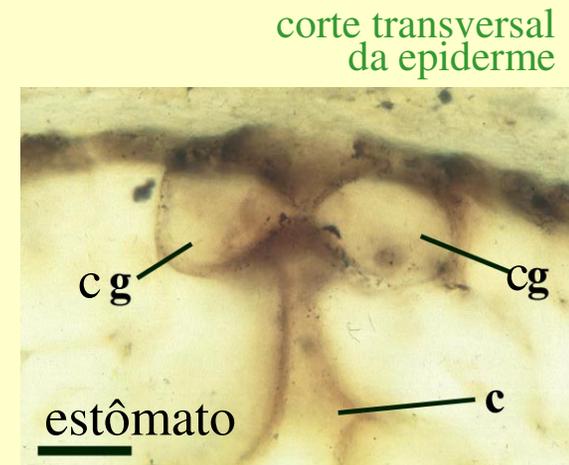
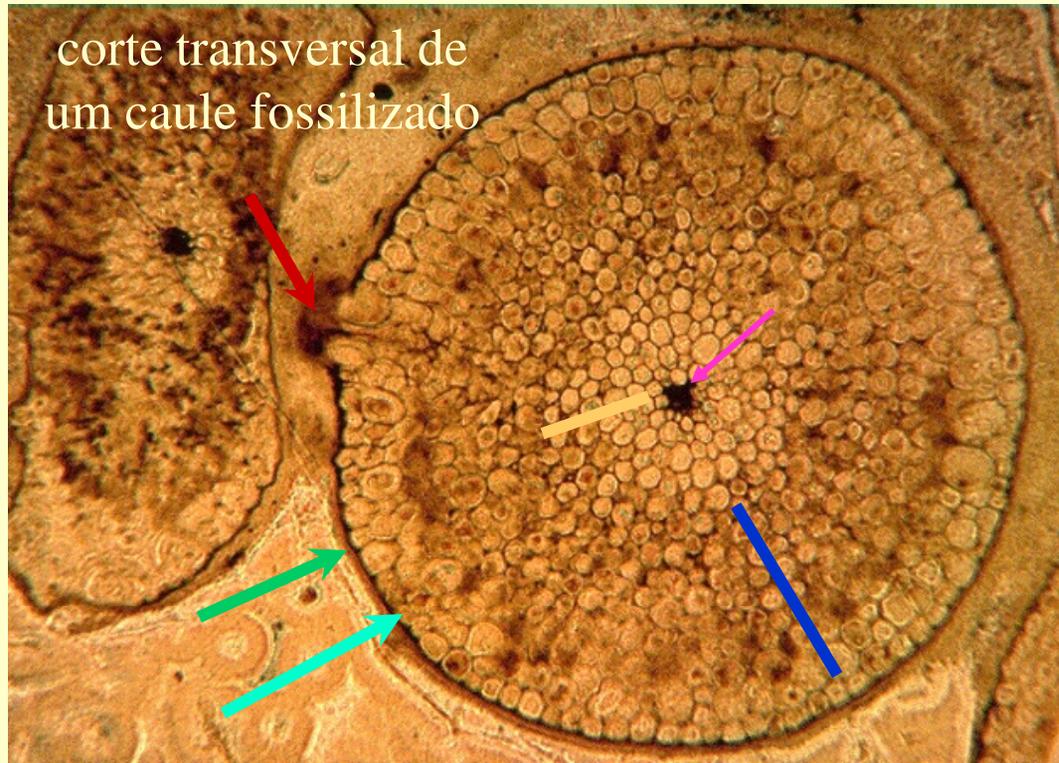


seção transversal
do protoestelo

C. hemisphaerica

Filo *Rhyniophyta*
(extinto)

Filo *Rhyniophyta* (extinto)



Planta recoberta por uma **cutícula**.

Presença de **epiderme** verdadeira com **estômatos**.

Cortex com parênquima clorofilado

Floema e **xilema**

Protostelo com protoxilema interno e metaxilema externo.

Filo *Rhyniophyta* (extinto)

Plantas como as
deste filo são os
prováveis ancestrais
da maioria das
plantas atuais.

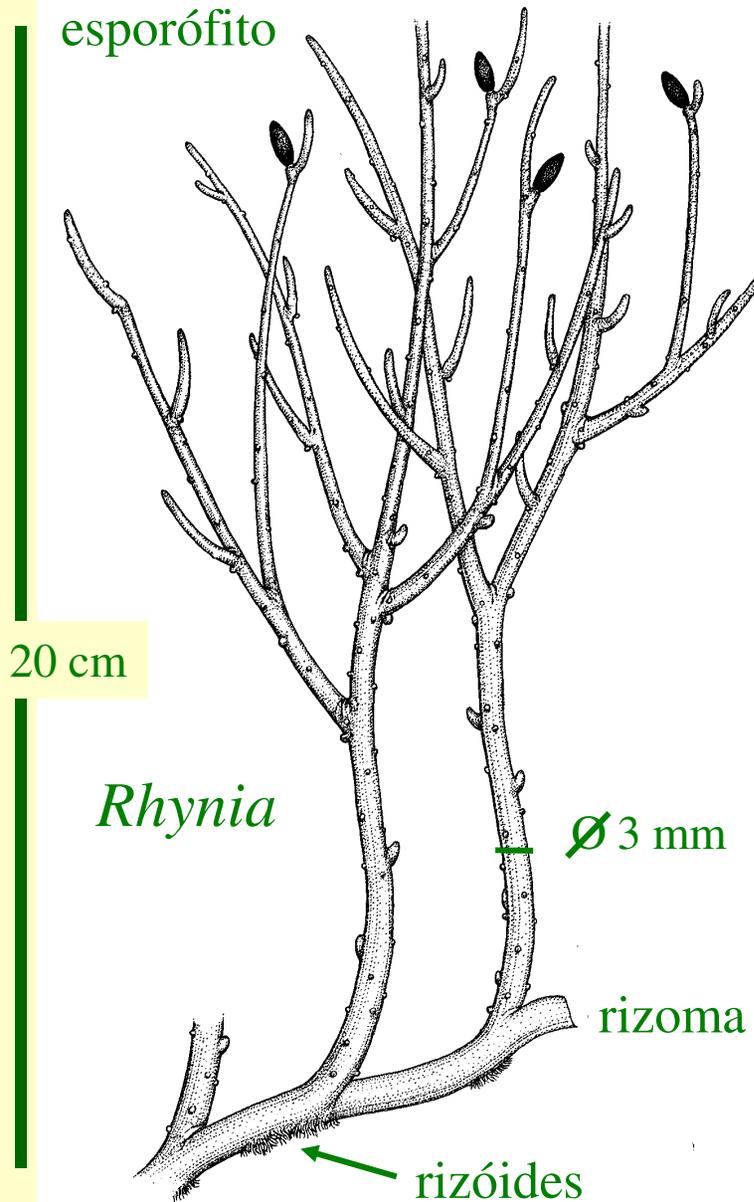
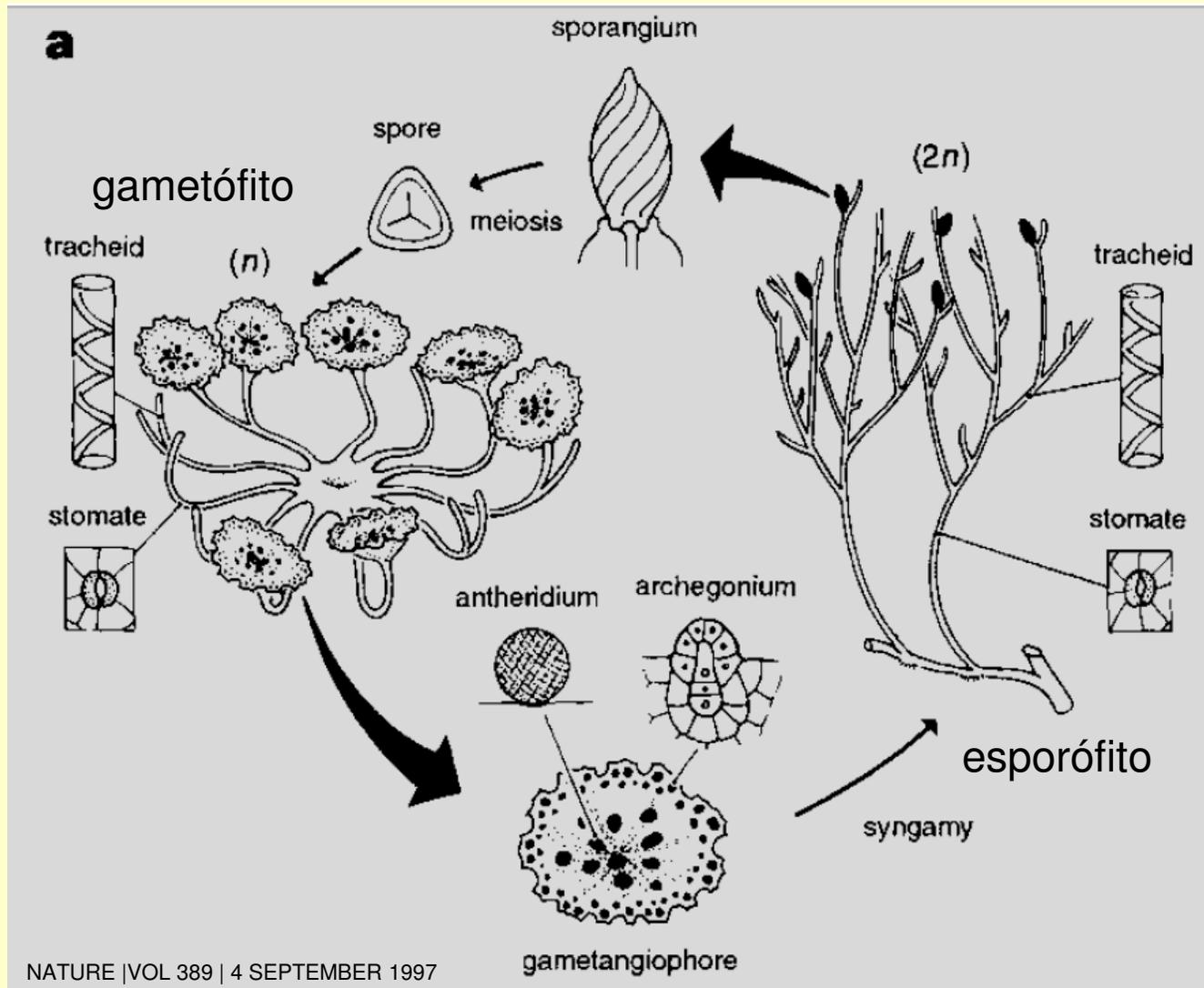


Figura do site: facstaff.bloomu.edu/chamuris/222/index.html

Ciclo de vida de Rhyniophyta

alternância de
gerações
heteromórficas



Filo *Zosterophyllophyta* (extinto)

Fósseis encontrados entre 408 – 370 milhões de anos atrás (Devoniano)

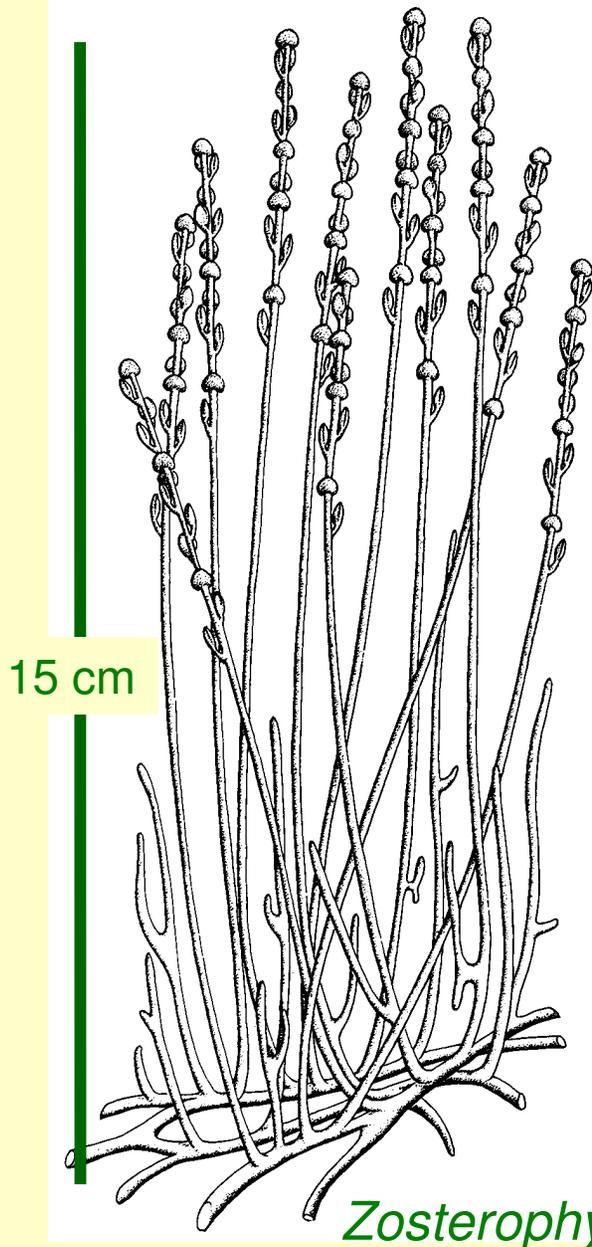
Semelhanças com o filo *Rhyniophyta*:

- não há diferenciação entre raízes, caules e folhas
- caule cilíndrico, e dicotomicamente ramificado

Diferenças:

- esporângios laterais.
- protoestelo com protoxilema externo e metaxilema interno.

Viviam provavelmente em ambientes alagados



Zosterophyllum

Adaptações ao ambiente terrestre:

Surgimento de órgãos específicos:

Folhas - captação de luz

Raízes – ancoram a planta e absorvem água e nutrientes minerais

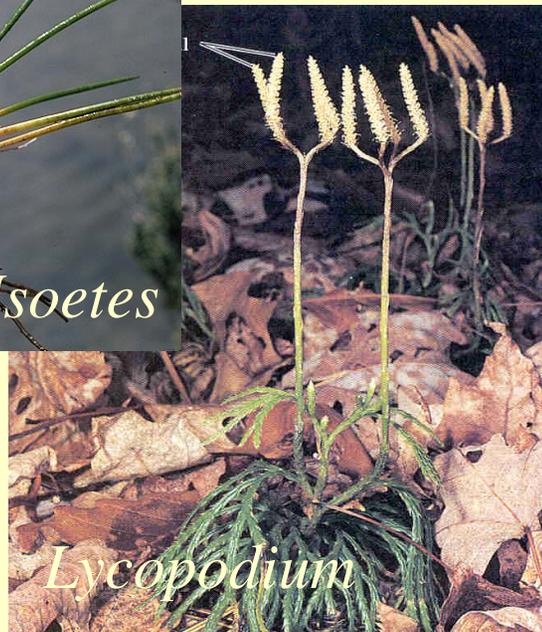
Atualmente existem dois filós de plantas vasculares sem sementes:

- *Lycopodiophyta*
- *Pteridophyta*

Tanto folhas como raízes evoluíram de forma independente em *Lycopodiophyta* e *Pteridophyta*

Filo *Lycopodiophyta*

- Linha evolutiva diferente de todas as outras plantas vasculares (425 Ma):
- esporângios laterais
 - protoestelos com metaxilema interno e protoxilema externo.
 - ancestral provável: uma *Zosterophyllophyta*

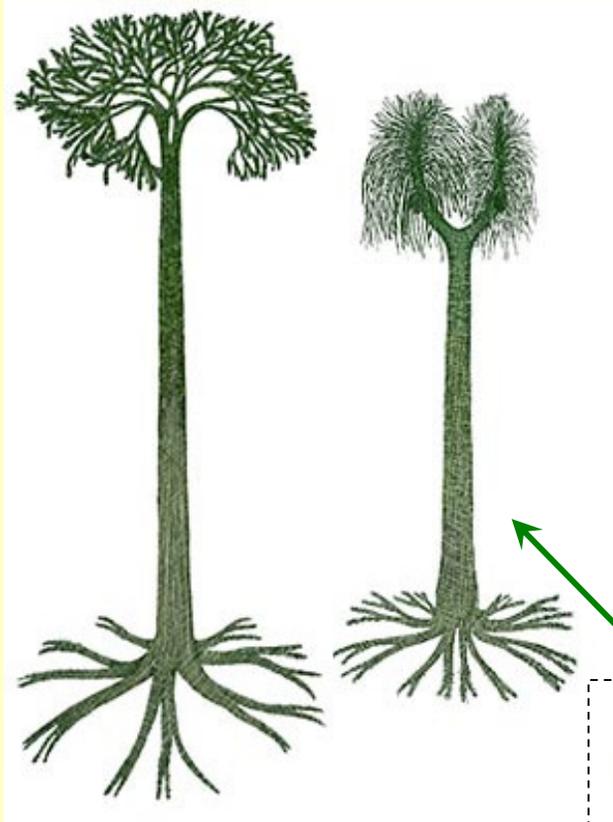


Várias ordens extintas.

Três famílias atuais (herbáceas):

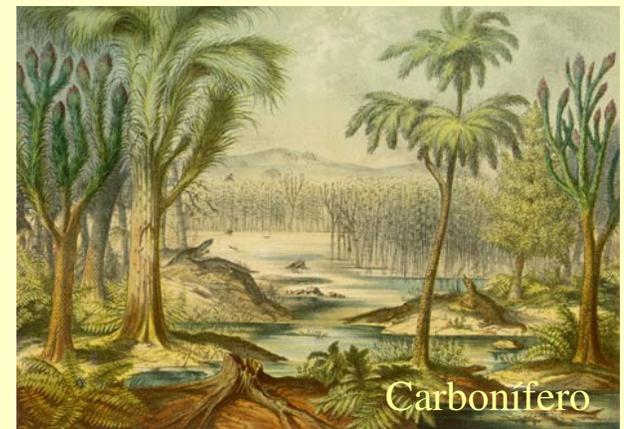
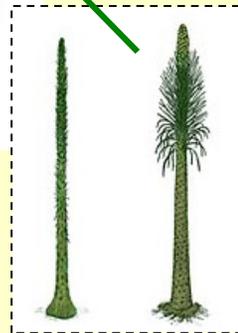
- *Lycopodiaceae*
- *Selaginellaceae*
- *Isoetaceae*

Lycopodiophyta comuns do período Carbonífero (360 milhões de anos atrás)

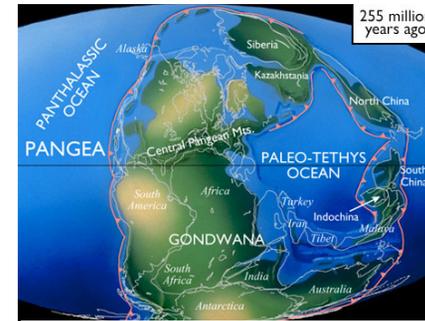
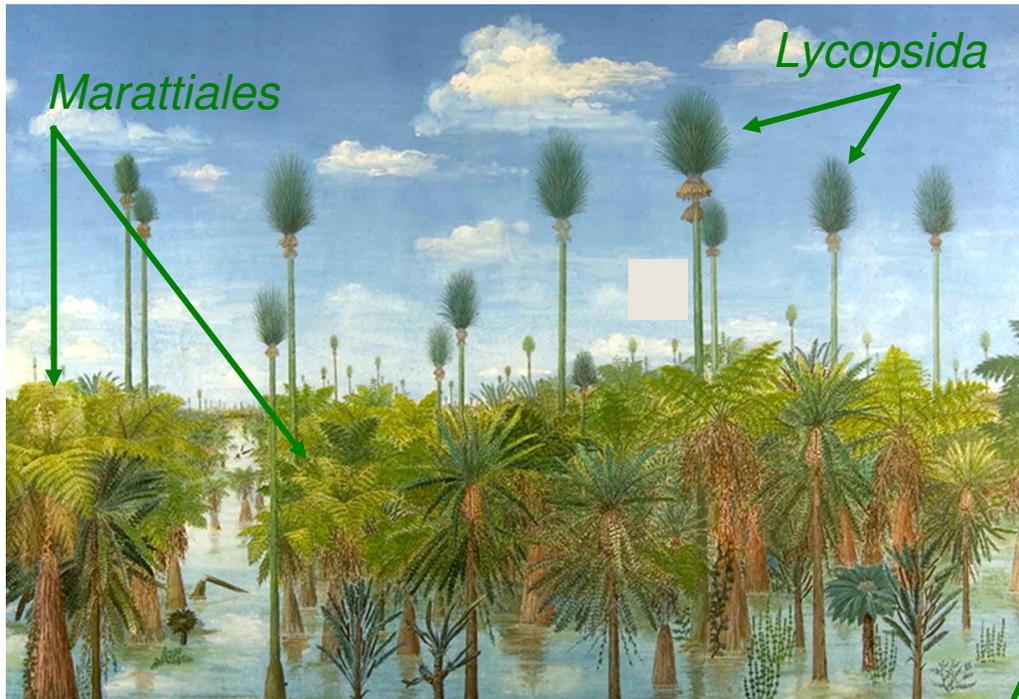


- existiam licófitas herbáceas e arbóreas (arbóreas extintas)
- árvores de 10 – 35 m de altura
- sistema radicular radial
- parte aérea fotossintetizante
- apresentavam algum crescimento secundário (câmbio vascular)
- microfilos com metros de extensão

etapas do desenvolvimento

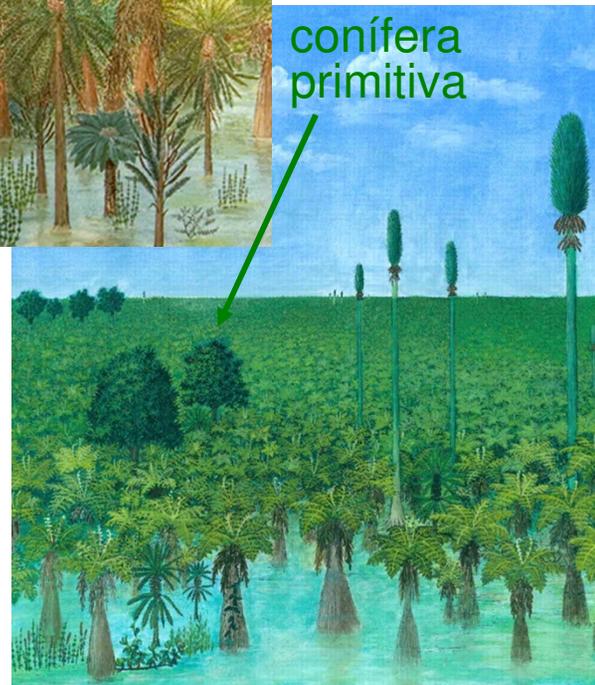


Reconstrução de floresta alagada do Permiano (290 milhões de anos atrás, na Mongólia, China)



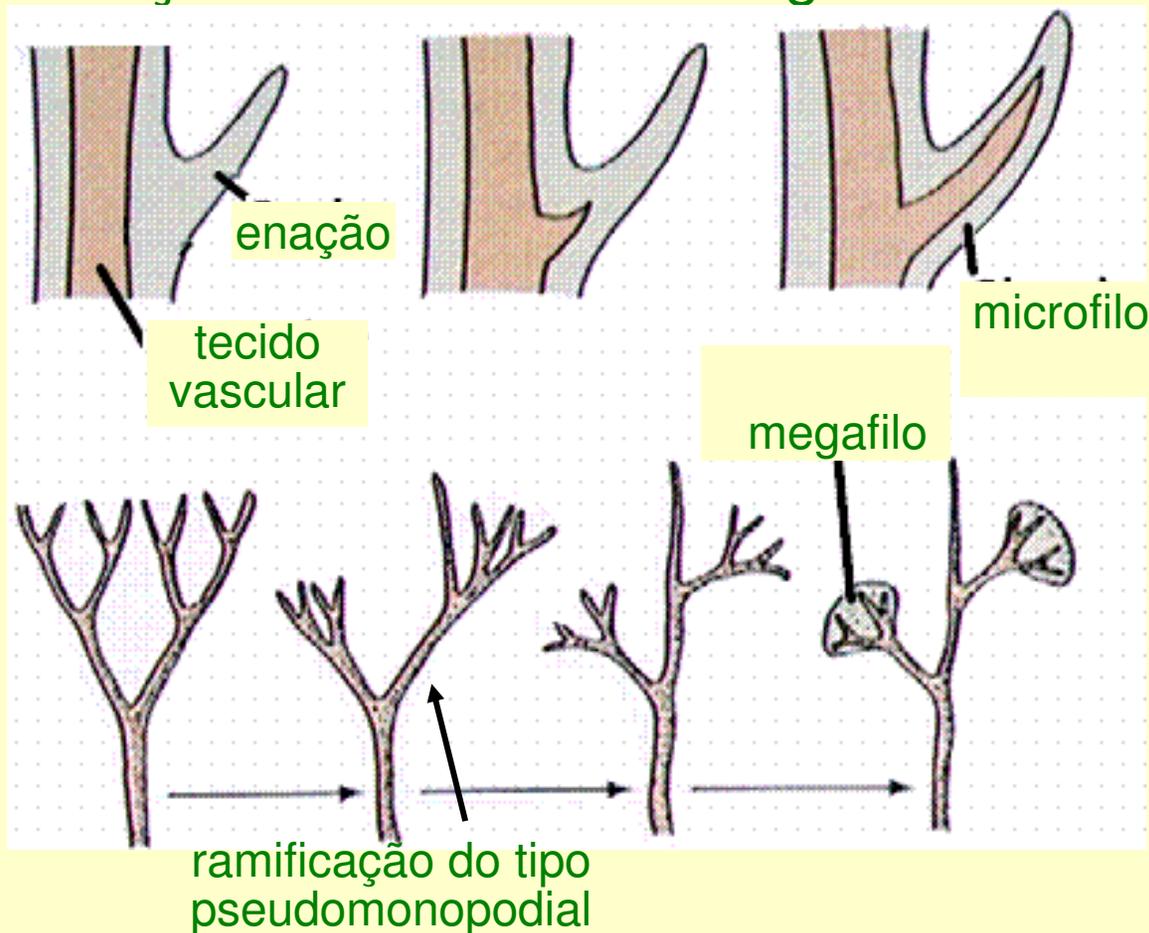
<http://www.paleoportal.org/>

Wang J et al. PNAS 2012;109:4927-4932



Plantas do filo *Lycopodiophyta* possuem microfios

Evolução de microfios e megafios



Microfios
(contém um único
feixe vascular)

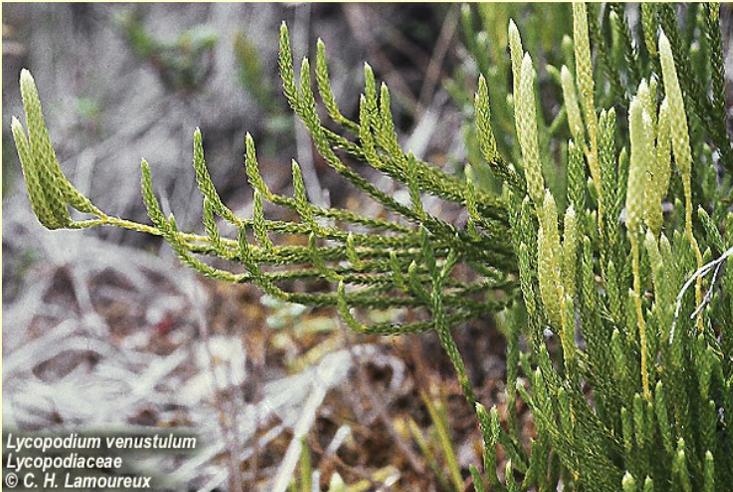
Megafios
(têm complexo sistema
de nervuras)

megafios surgiram
diversas vezes em
diferentes grupos de
plantas terrestres

Atualmente somente plantas do filo *Lycopodiophyta* possuem microfios.

Família: *Lycopodiaceae*

- Cerca de 400 espécies divididas entre 15 gêneros.
- Ocorrem do ártico aos trópicos sendo que a maioria das espécies é tropical.
- São freqüentemente epífitas.



Esporófito:

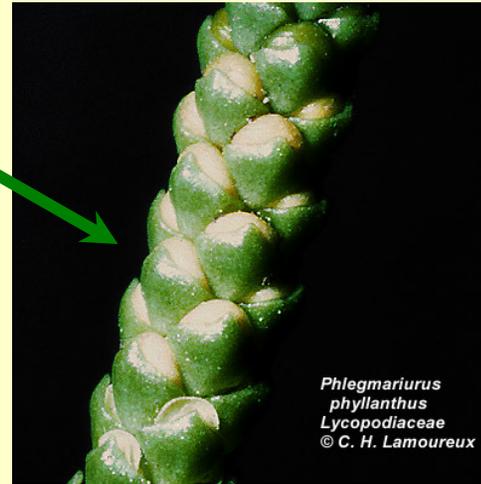
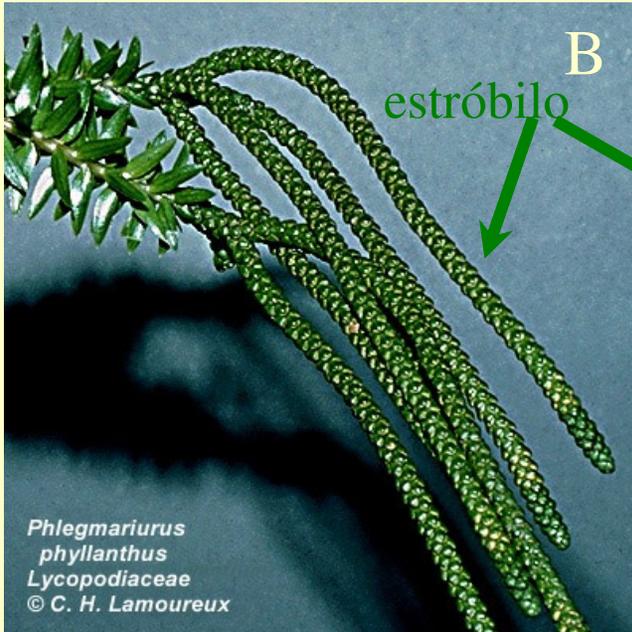
Rizoma ramificado com caules eretos e raízes adventícias.

Gametófito:

Dependendo da espécie, autotrófico ou heterotrófico.

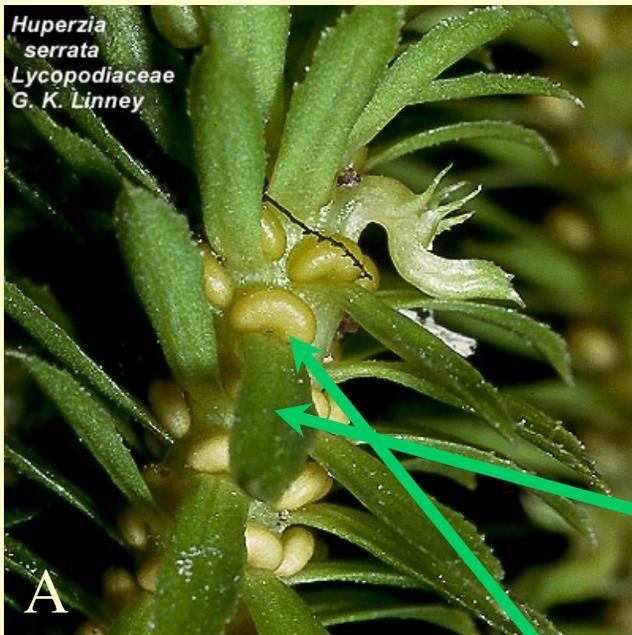
Filo *Lycopodiophyta*

Lycopodiaceae



Esporângios ao longo do caule (A) ou reunidos em estruturas chamadas de estróbilos (B).

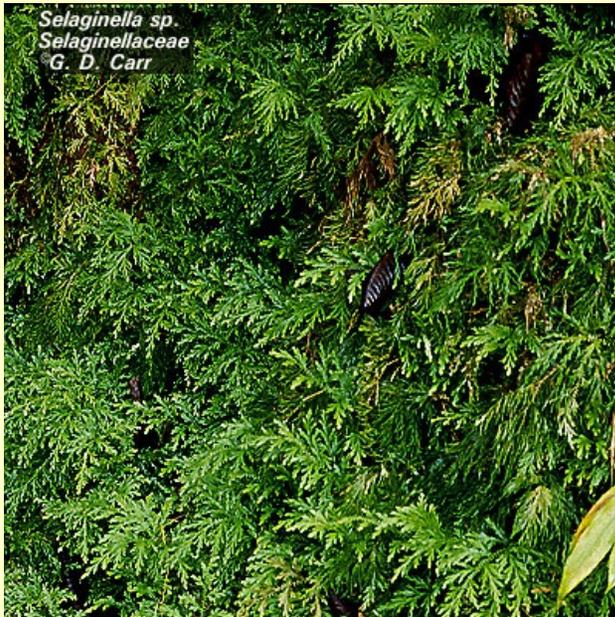
Homosporadas



esporófilo (microfiló fértil)

esporângios

Filo *Lycopodiophyta*



Família: *Selaginellaceae*

700 espécies reunidas em um único gênero: *Selaginella*
A maioria das espécies é tropical.



Podem ser facilmente distinguidas dos membros da família *Lycopodiaceae* devido a presença da lígula.

Filo *Lycopodiophyta*

Selaginellaceae



Heterosporadas; esporos diferentes germinam dando origem a gametófitos femininos e masculinos muito reduzidos.

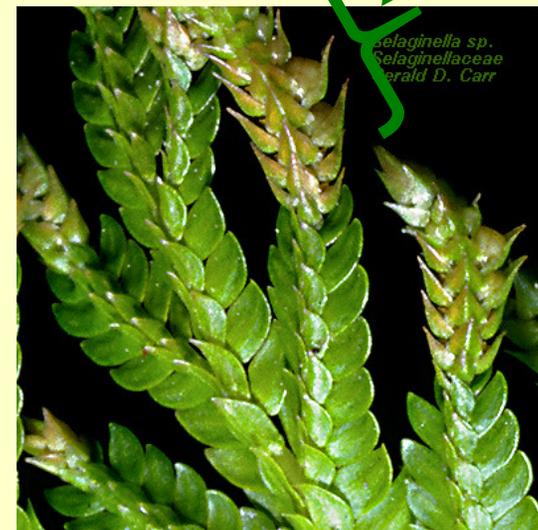
megaesporófilo

megaesporângeos

estróbilo

microesporângeos

microesporófilo



Filo *Lycopodiophyta*



Isoetes

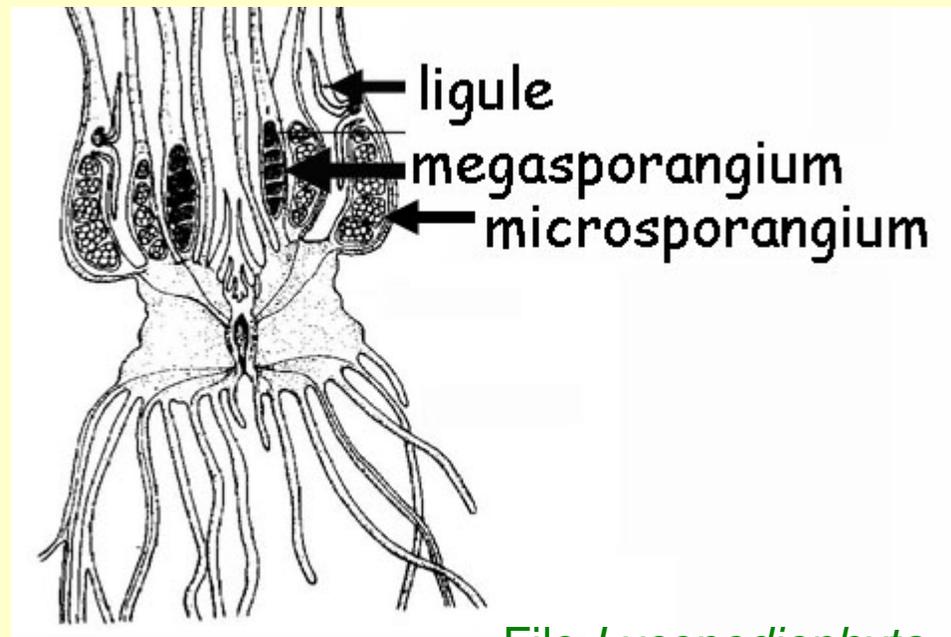


Isoetaceae

Frequentemente aquáticas.

Esporófito:

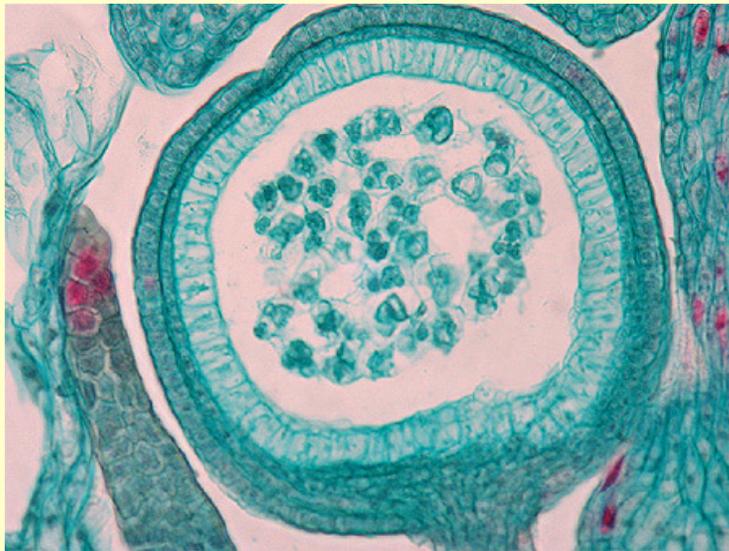
- Caule subterrâneo curto e suculento de onde saem microfilos e raízes
- Ocorre crescimento secundário
- Heterosporadas



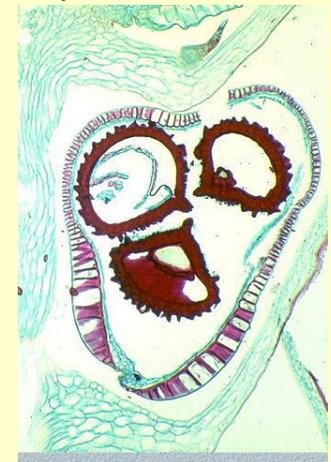
Filo *Lycopodiophyta*



Lycopodium eusporangium,
showing wall layers.

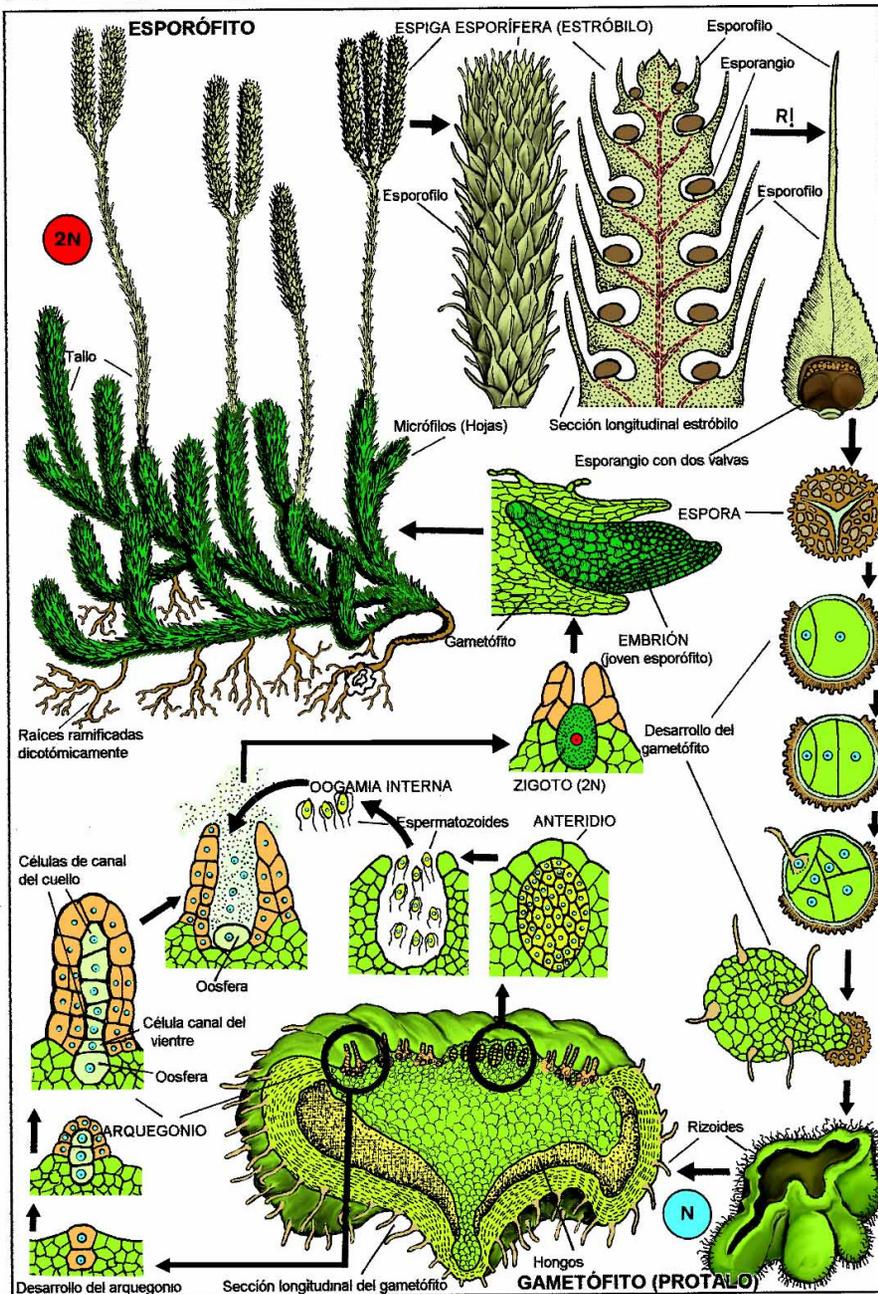


Selaginella, young
eusporangium, showing
two wall layers, tapetum,
and sporocytes.



Selaginella macroesporangium

**CICLO DE *LYCOPodium CLAVATUM* (Lycopodiales, Lycopodiophyta)
DIGENÉTICO HETEROMÓRFICO CON ESPORÓFITO DOMINANTE, DIPLOHAPLOFÁSICO.
ORGANISMO DIPLOBIÓNTICO e ISOSPÓREO**

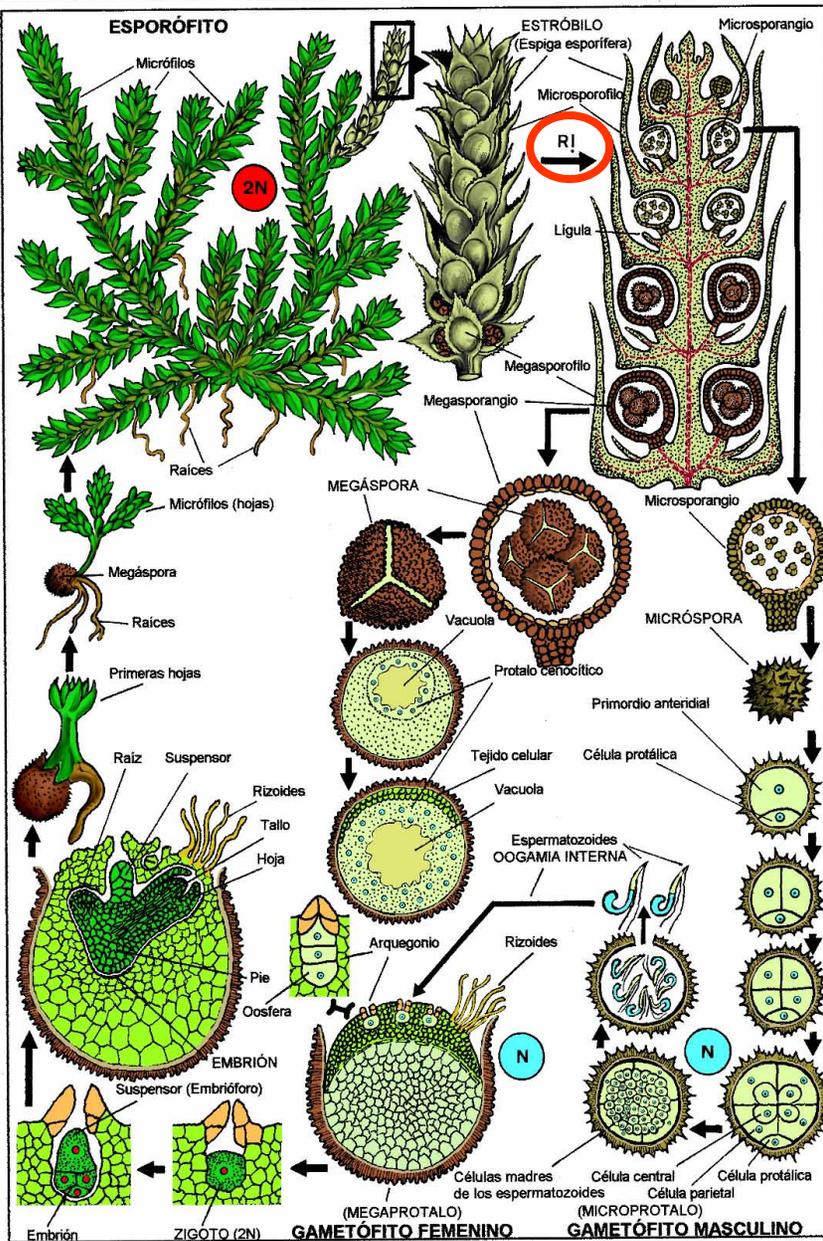


Filo *Lycopodiophyta*

Ciclo de vida de *Lycopodium* (homosporada)

alternância de gerações heteromórficas em que predomina a geração esporofítica

**CICLO DE *SELAGINELLA DENTICULATA*. (Selaginellales, Lycopodiophyta)
DIGENÉTICO HETEROMÓRFICO CON ESPORÓFITO DOMINANTE, DIPLOHAPLOFÁSICO.
ORGANISMO DIPLOBIÓNTICO y HETEROSPORÉO**



Família: *Selaginellaceae*

Ciclo de vida de *Selaginella* (heterosporada)

alternância de gerações heteromórficas em que predomina a geração esporofítica

Filo *Lycopodiophyta*

Evolução de plantas terrestres

<http://www.abdn.ac.uk/rhynie/intro.htm>

http://en.wikipedia.org/wiki/Evolutionary_history_of_plants

<http://www.ucmp.berkeley.edu/IB181/VPL/Dir.html>

<http://www.palaeobotany.org/>

Evolução da vida ao longo das eras geológicas:

<http://universe-review.ca/R10-23-plants.htm>

<http://sci.waikato.ac.nz/evolution/plantEvolution.shtml>

<http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/biobk/biobookpaleo3.html>

belo site que descreve a vida na terra nas várias eras geológicas

<http://evolution.berkeley.edu/> (tópicos de interesse para professores, com guias para aulas práticas simples para alunos de escolas)