

Gimnospermas



Milton Groppo
Laboratório de Sistemática de Plantas
Departamento de Biologia, FFCLRP-USP



Relembrando...



Briófitas

Zigoto que produz um embrião multicelular com desenvolvimento precoce no arquegônio ou saco embrionário



Briófitas

Pteridófitas



Traqueídes com paredes diferencialmente espessadas

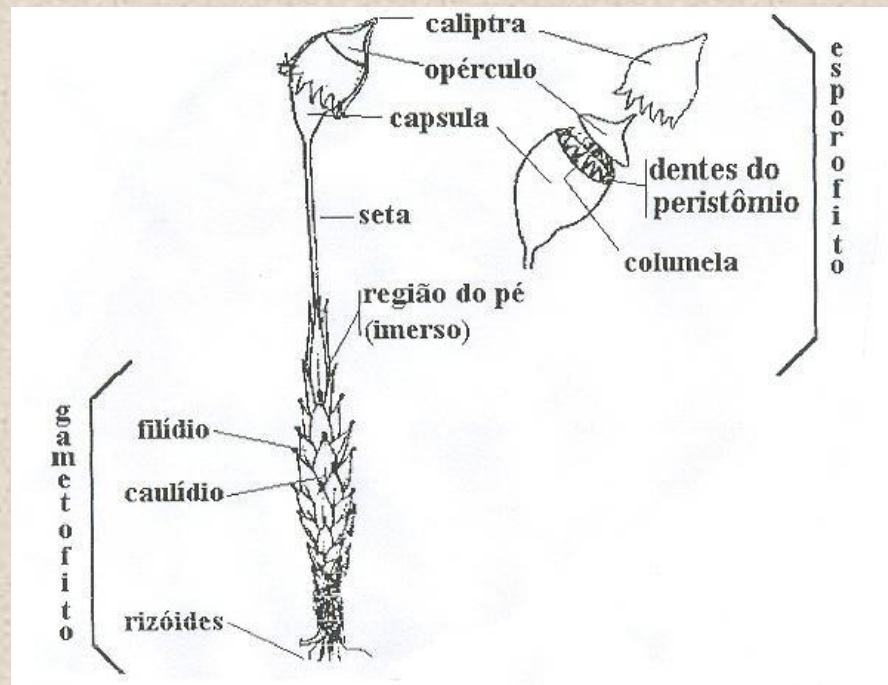
Zigoto que produz um embrião multicelular com desenvolvimento precoce no arqueônio ou saco embrionário

■ BRIÓFITAS

■ características de ambiente terrestre úmido, mas possuem adaptações que lhes permitem a colonização de ambientes diversos

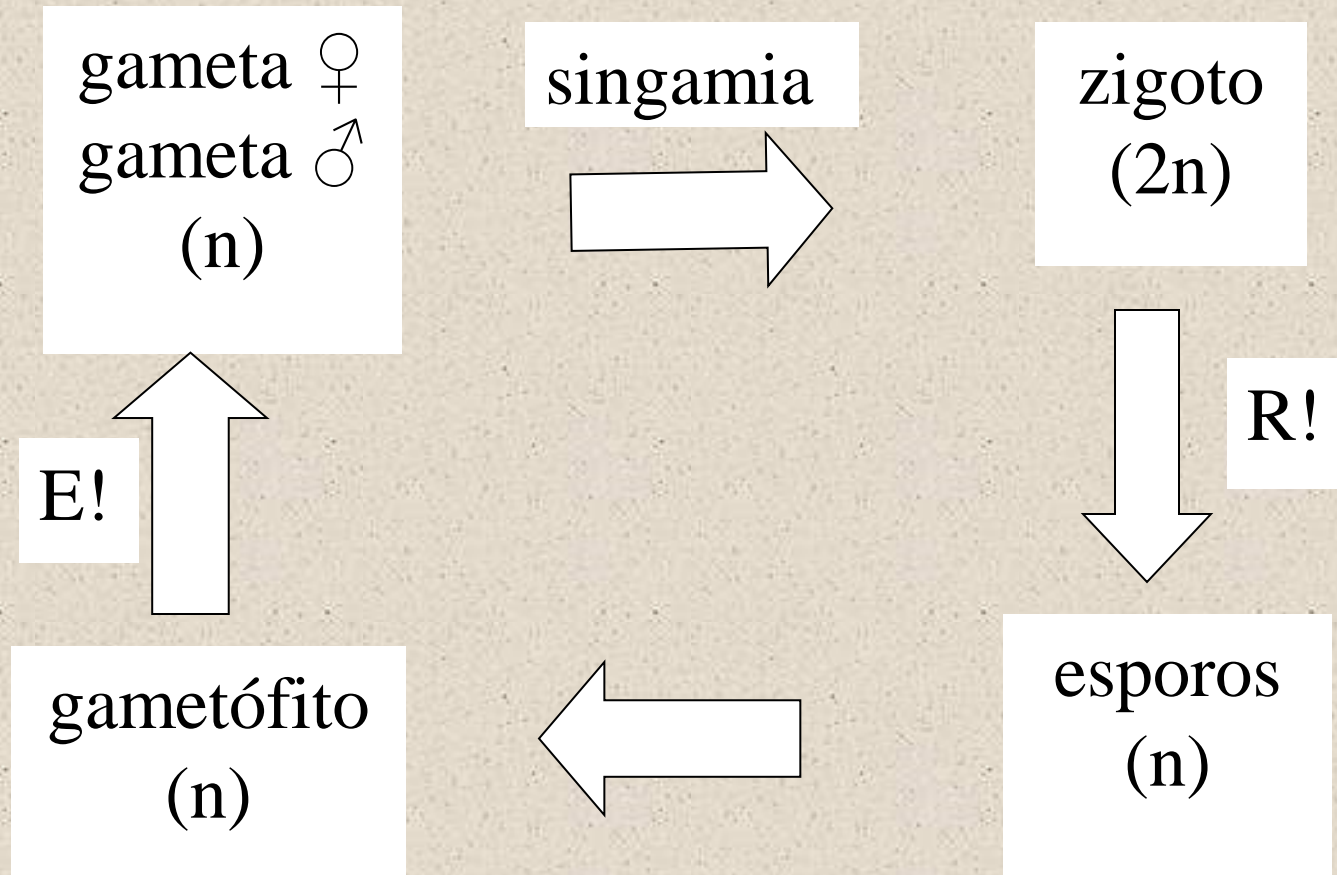
■ apresentam um gametófito (fase gametofítica) composto por rizóides, filídios e caulídios

■ esporófito (fase esporofítica) nunca ramificado, dividido em pé, seta e cápsula (esporângio terminal protegido por envoltório de células estéreis)



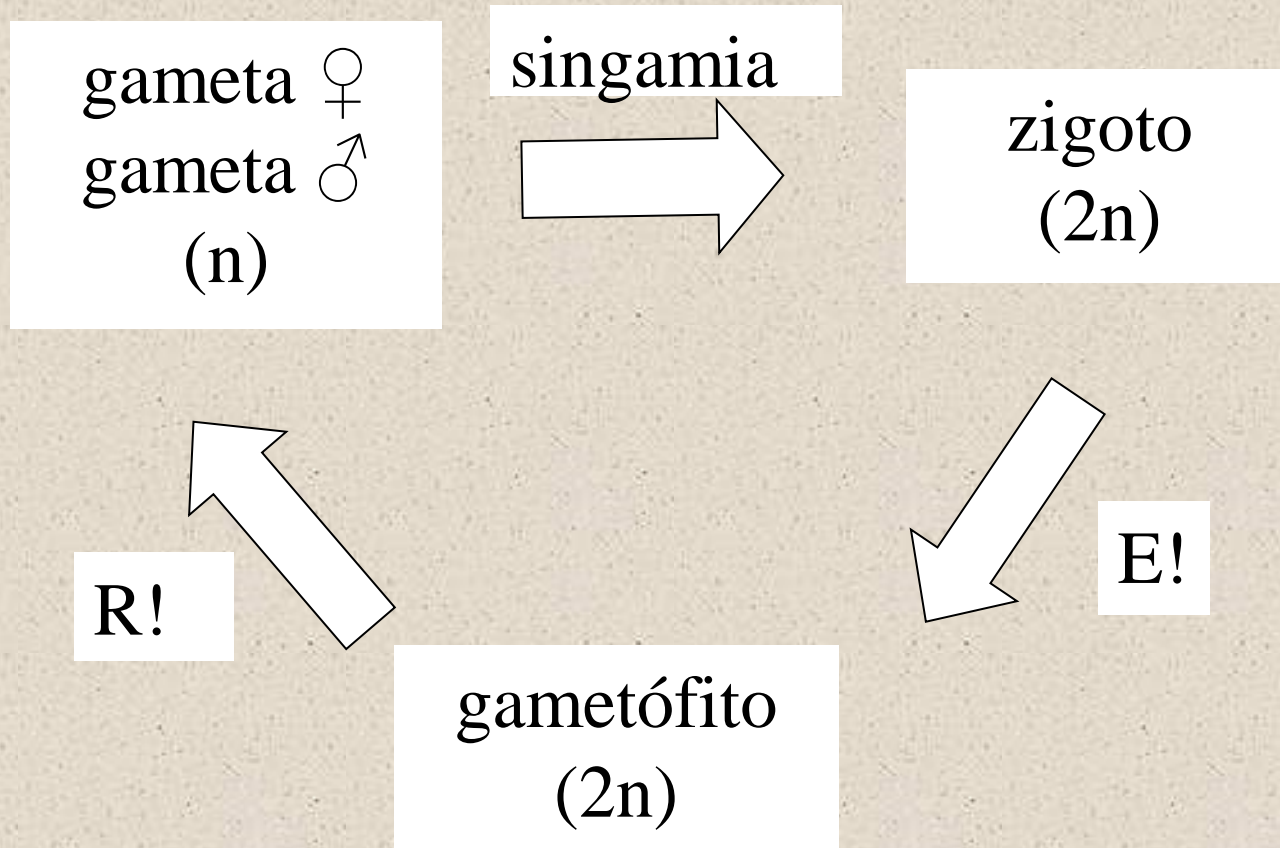
HISTÓRICOS DE VIDA

haplobionte haplonte (meiose zigótica)



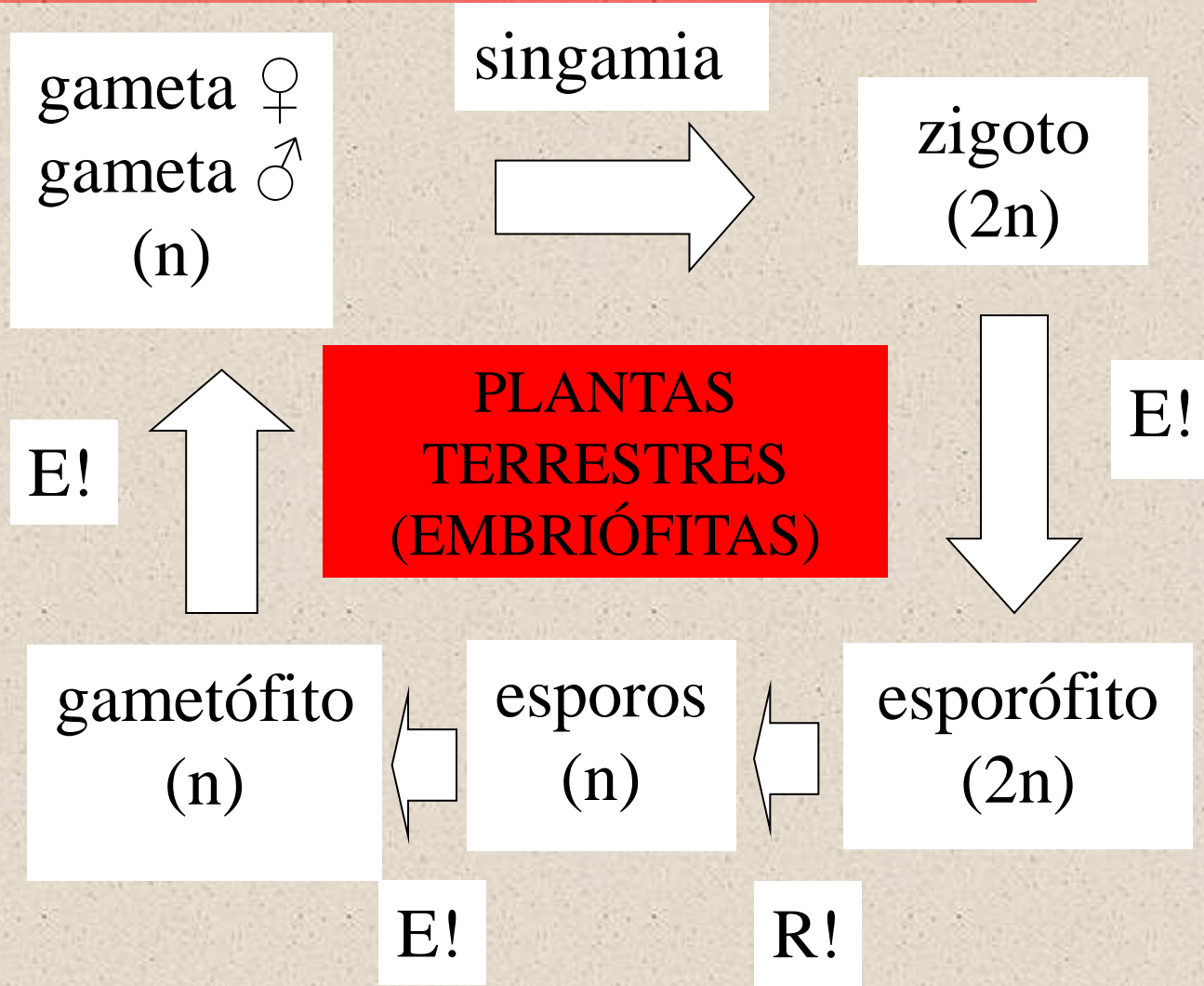
HISTÓRICOS DE VIDA

haplobionte diplonte (meiose gamética)



HISTÓRICOS DE VIDA

diplobionte ou alternância de gerações (meiose espórica)



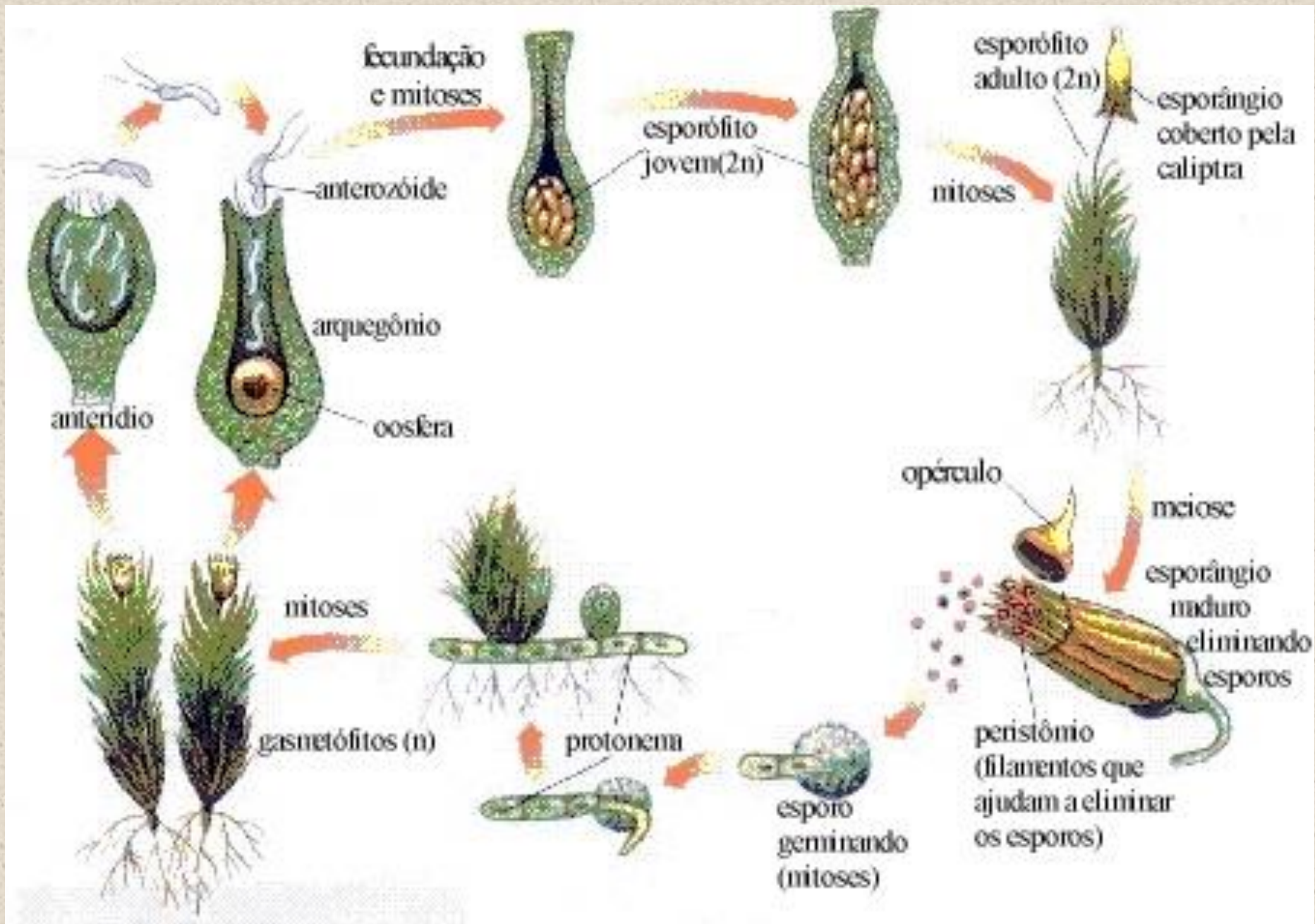
Esporófito
(fase esporofítica $2n$)

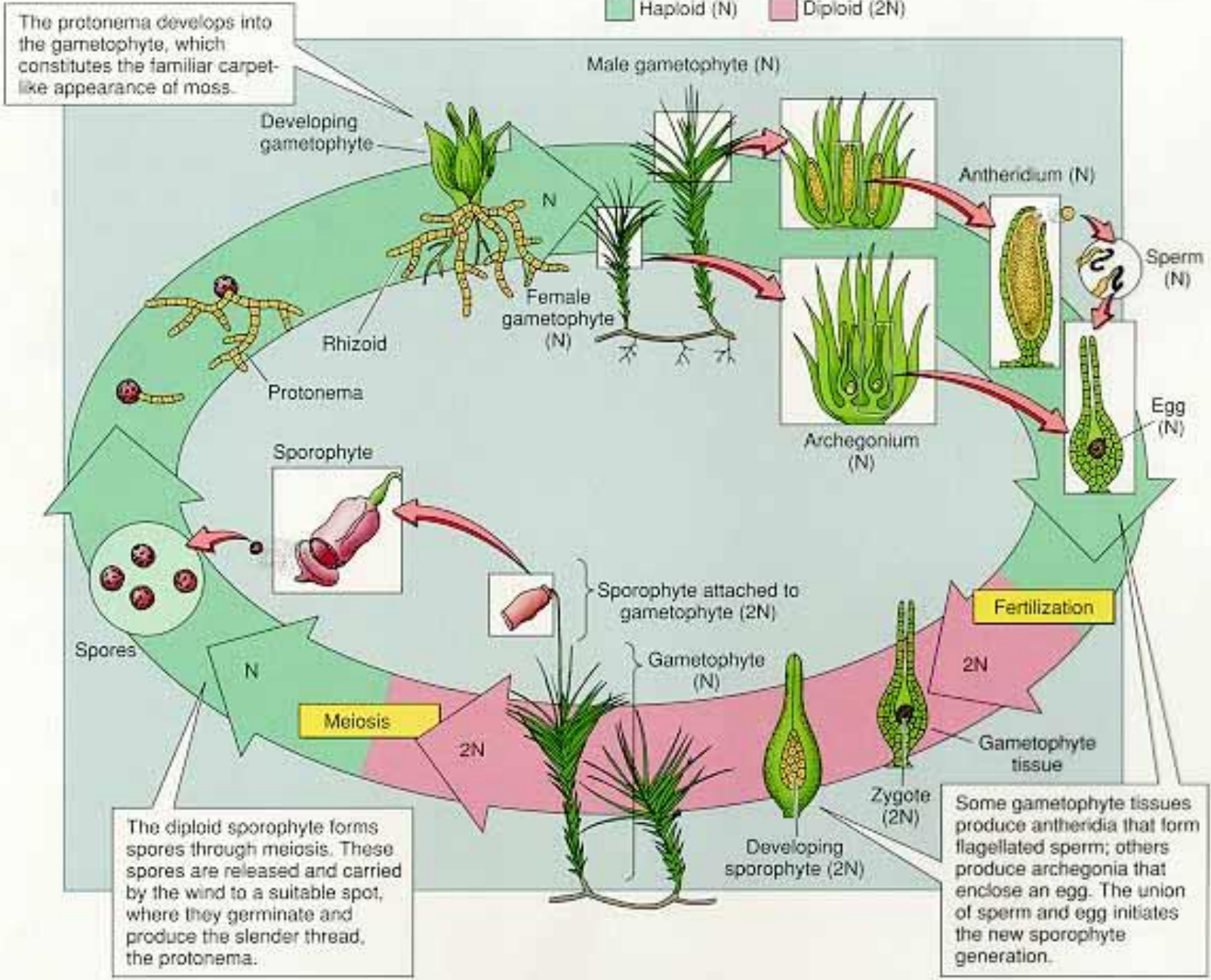
dependente do
gametófito

Gametófito
(fase gametofítica n)

fase dominante

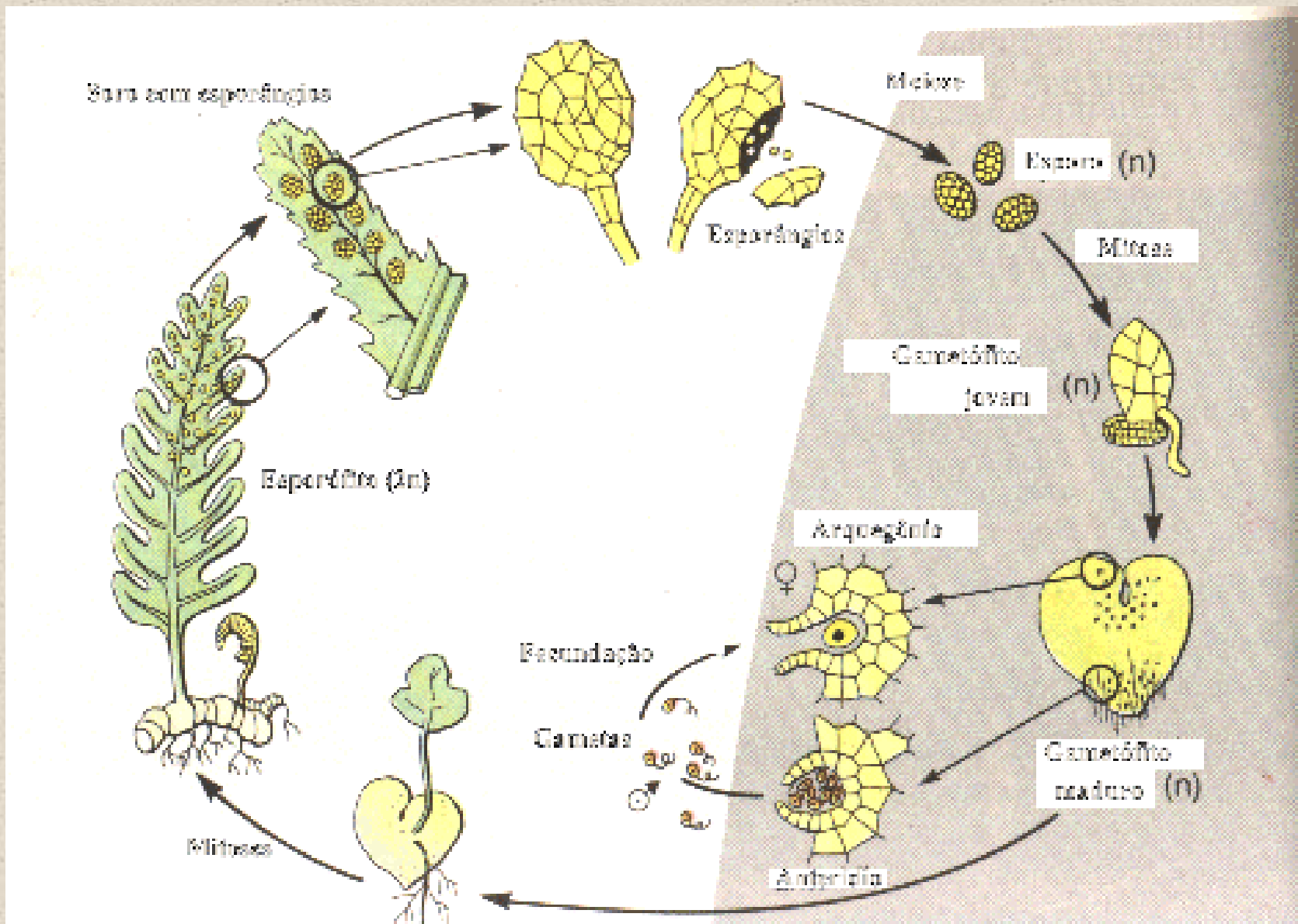






➤ PTERIDÓFITAS

✓ esporófito ($2n$) dominante e gametófito (n) diminuto, mas independente

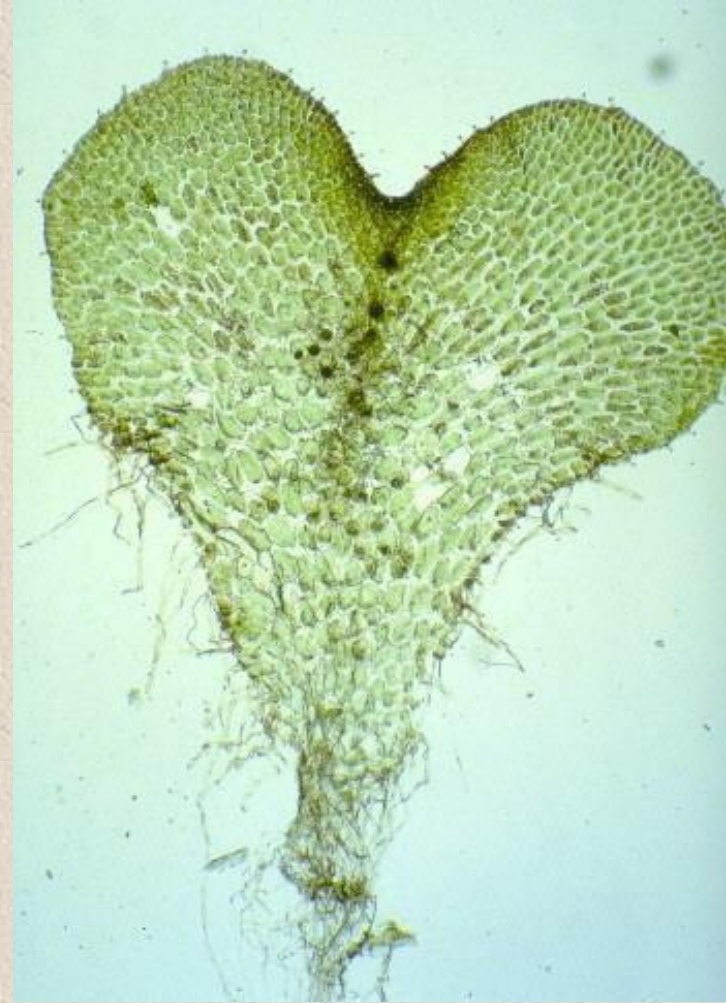


fase esporofítica
(dominante - 2n)

fase gametofítica
(efêmera - n)



fase esporofítica $2n$ - dominante

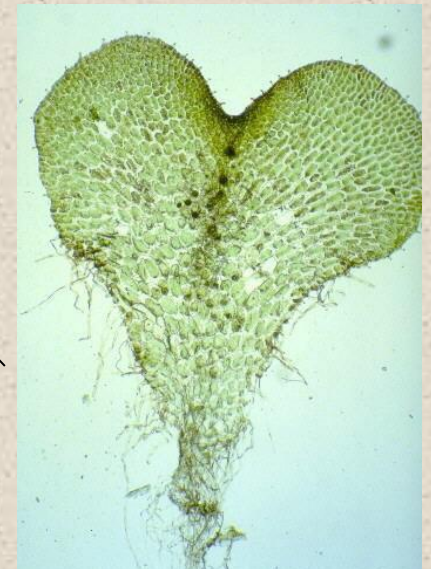


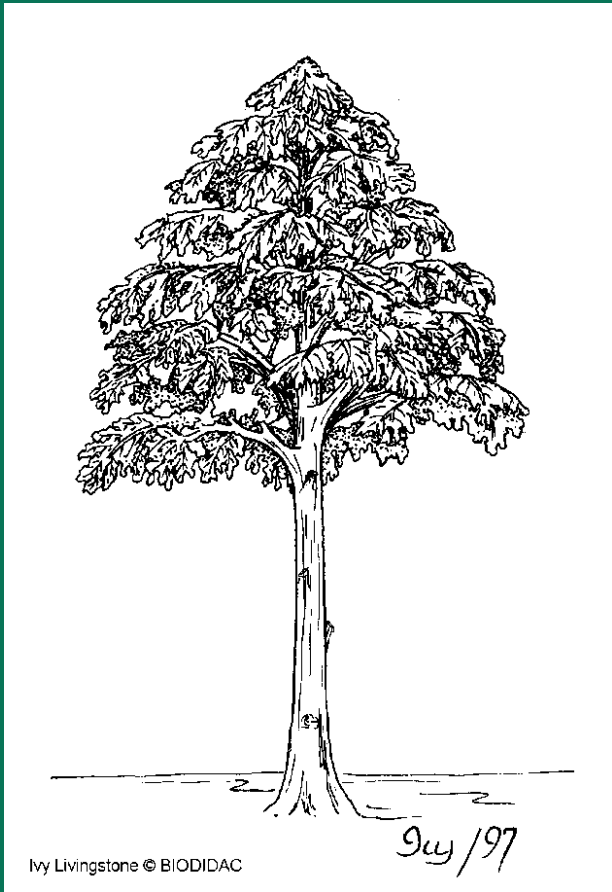
protalo (fase gametofítica n) -
efêmera



Esporófito
(fase esporofítica $2n$)

Gametófito
(fase gametofítica n)

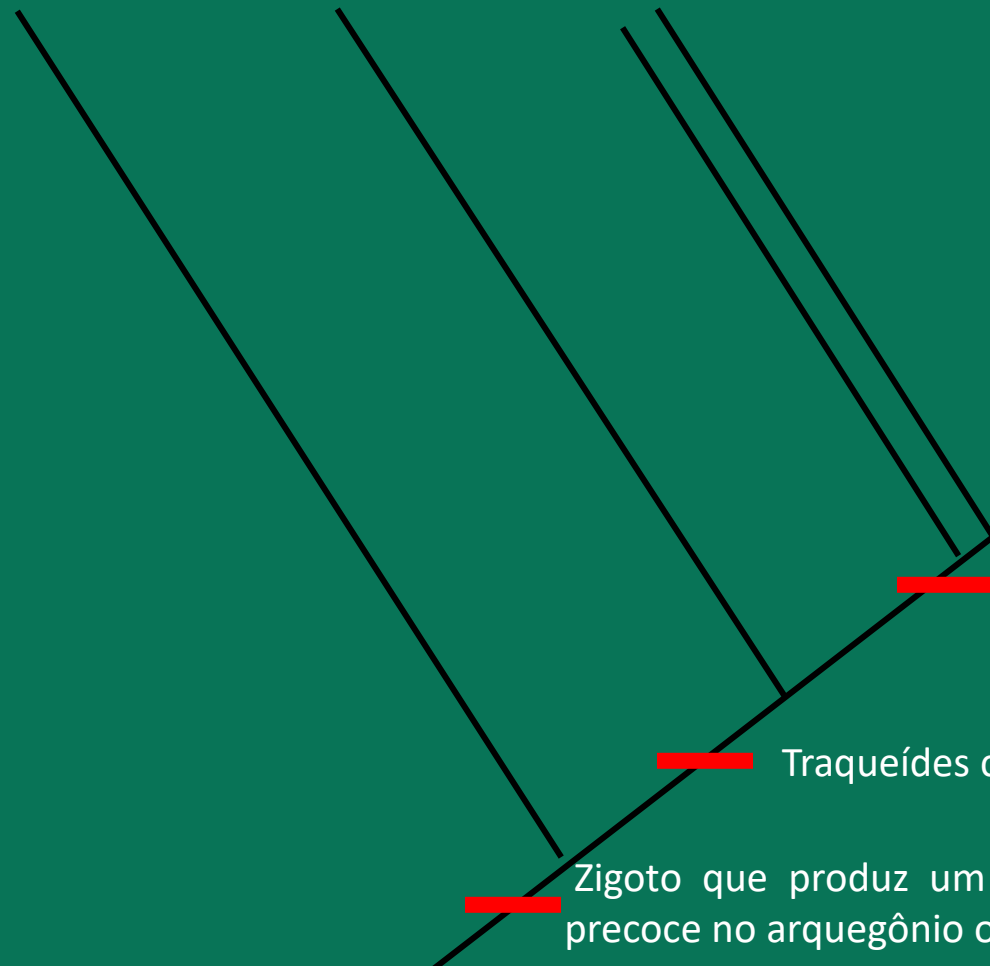




Briófitas

Pteridófitas

Progimnospermas



Xilema e floema secundário

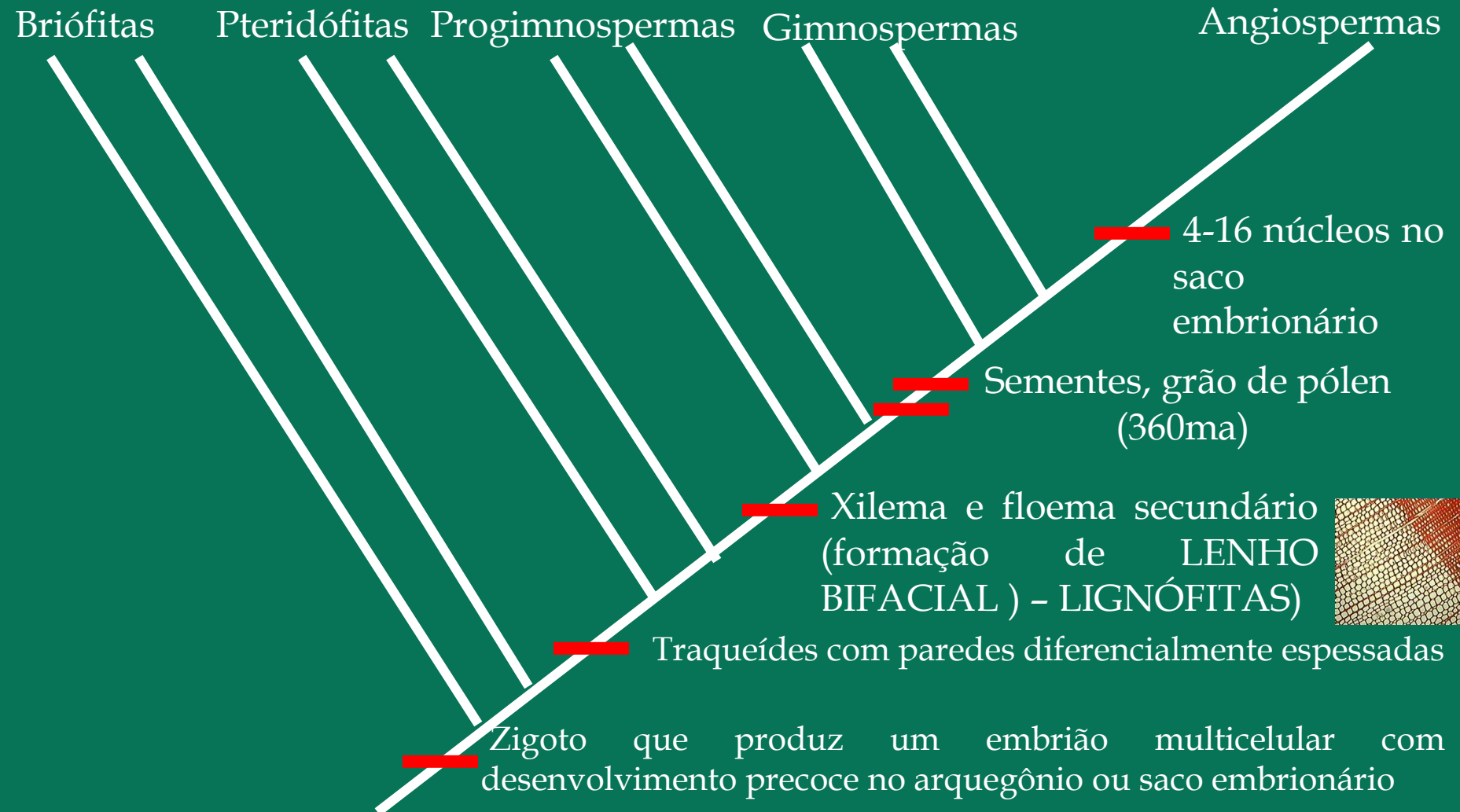
Traqueídes com paredes diferencialmente espessadas

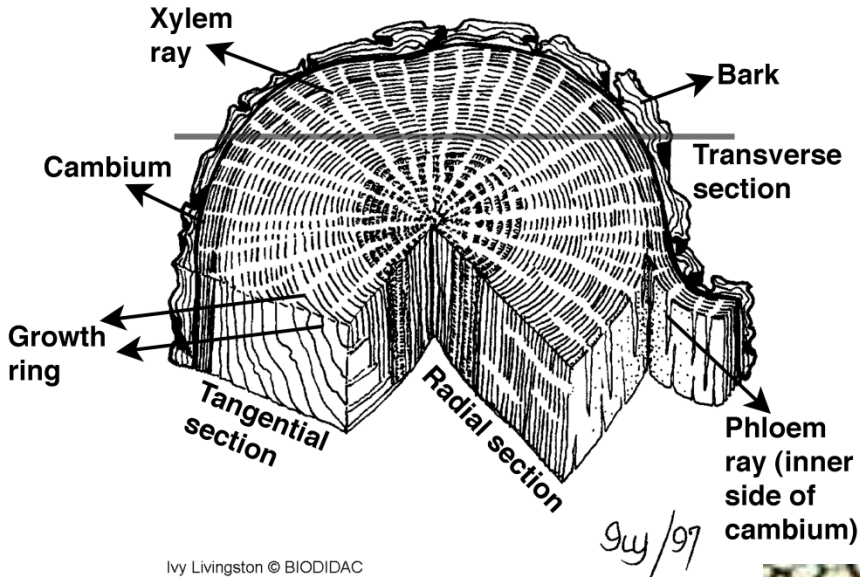
Zigoto que produz um embrião multicelular com desenvolvimento precoce no arquegônio ou saco embrionário

Plantas com Embrião) Embriófitas

Plantas vasculares (Traqueófitas)

Plantas com sementes (Espermatófitas)

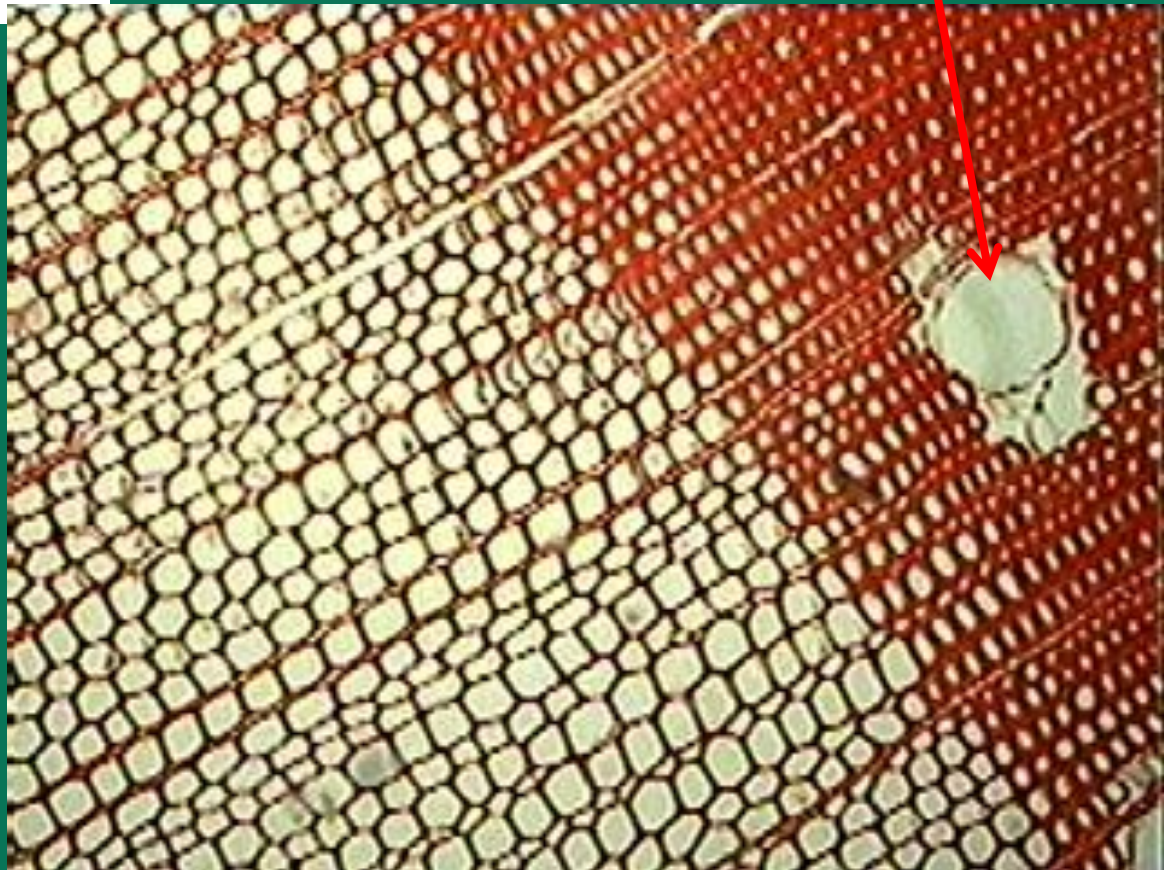




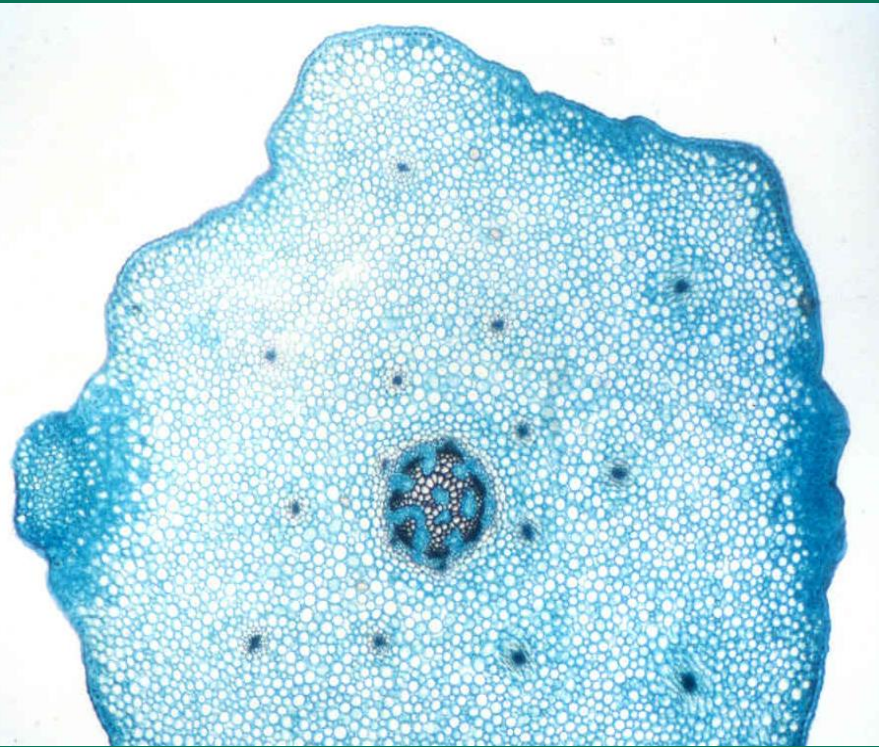
Ivy Livingston © BIODIDAC

Canal de resina

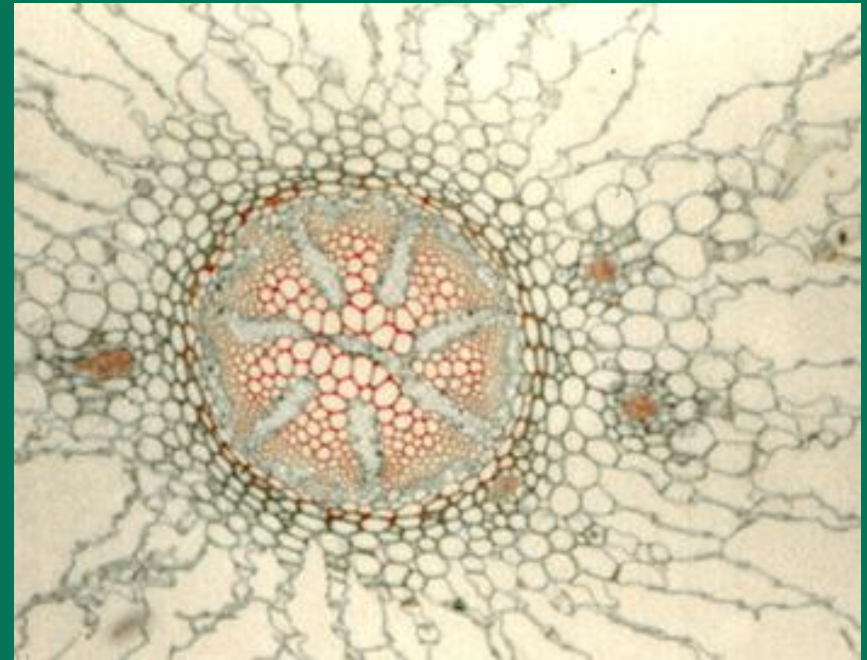
LENHO de
Pinus, formado
por traqueídes



Caule em pteridófitas: com xilema e floema, MAS SEM
CRESCIMENTO SECUNDÁRIO

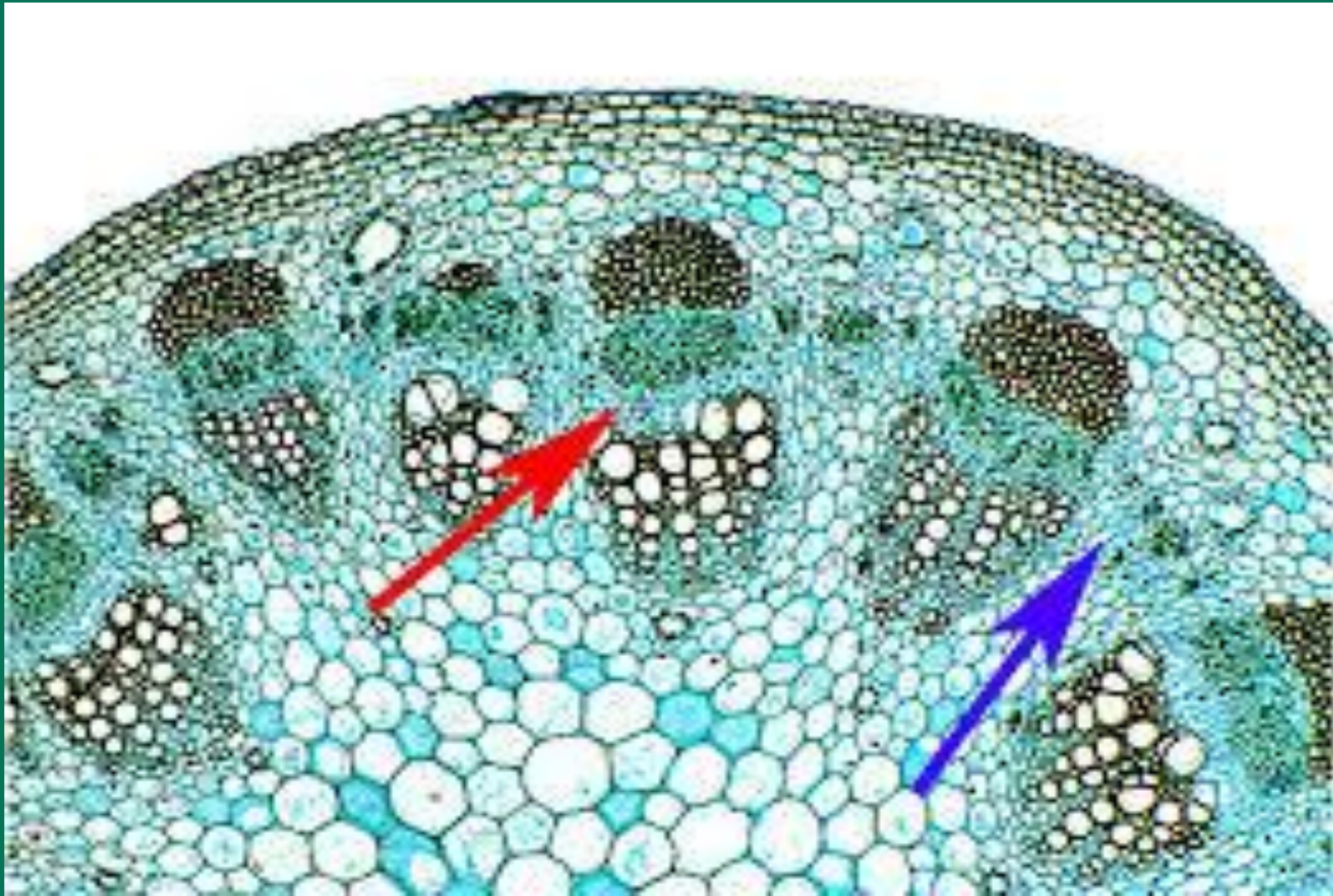


Huperzia treitubensis



Lycopodium

LENHO BIFACIAL: SÓ FORMADO PELO CRESCIMENTO SECUNDÁRIO DO CAULE, POR ATIVIDADE DO CÂMBIO (SETAS ABAIXO), FORMANDO XILEMA E FLOEMA SECUNDÁRIOS - - LIGNÓFITAS



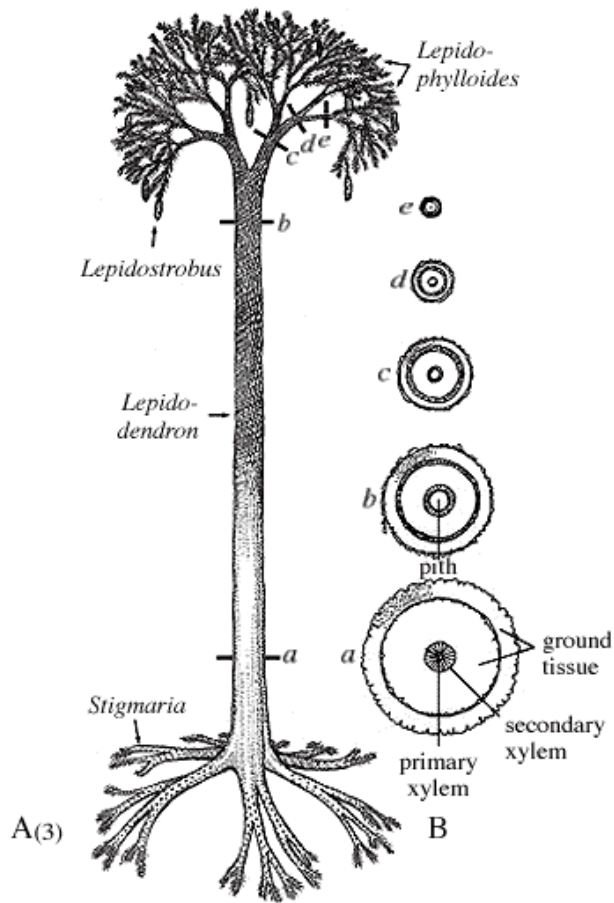
“Pró-gimnospermas”

- reprodução por esporos;
heterosporadas
- produção de LENHO BIFACIAL
(formação de xilema secundário e
floema secundário)
- boa documentação fóssil (360-400ma)



Pró-gimnospermas





Lepidodendron – Licófito (“pteridófito”) com lenho UNIFACIAL (formação apenas de xilema secundário, manutenção do floema primário) – (Carbonífero ca. 359 m.a. até o Triássico Tardio, ca. 205 m.a.)

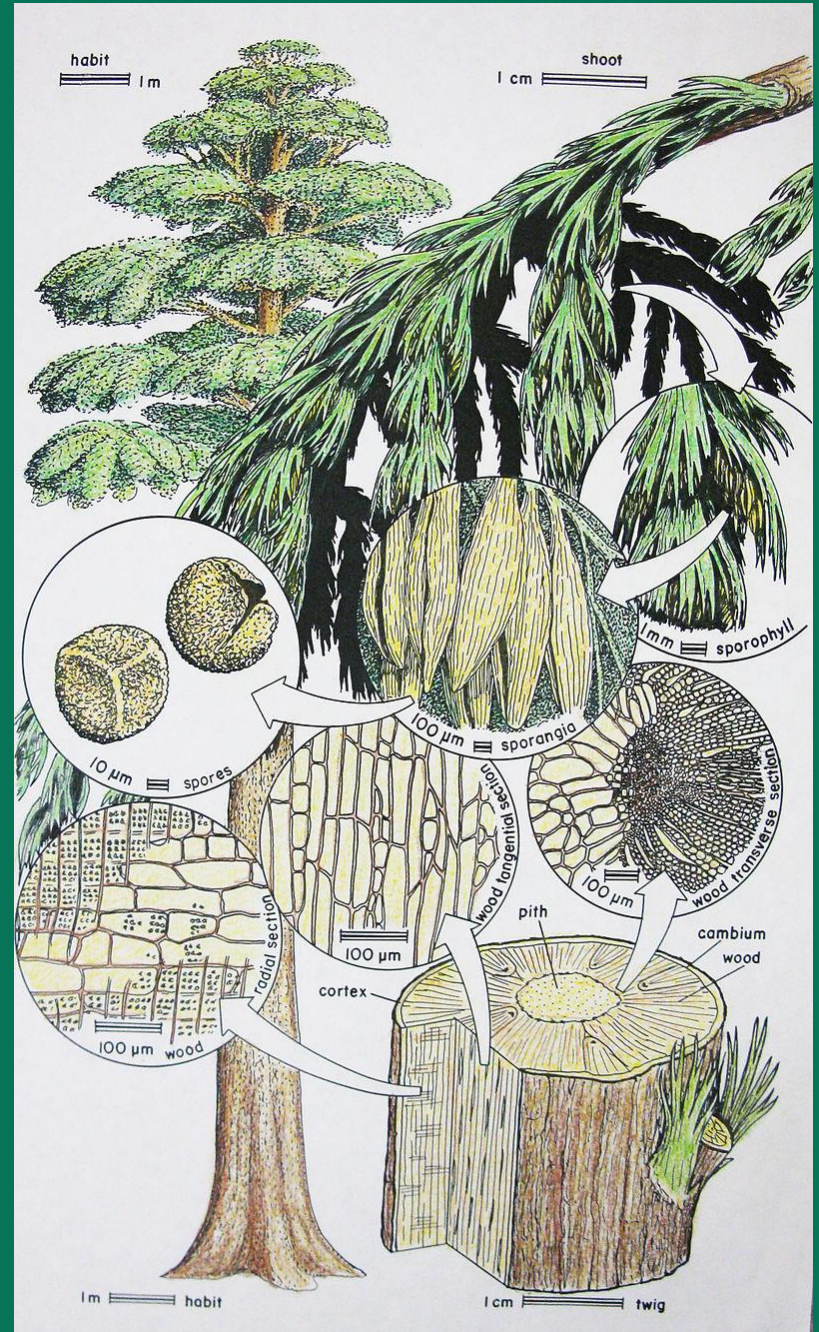
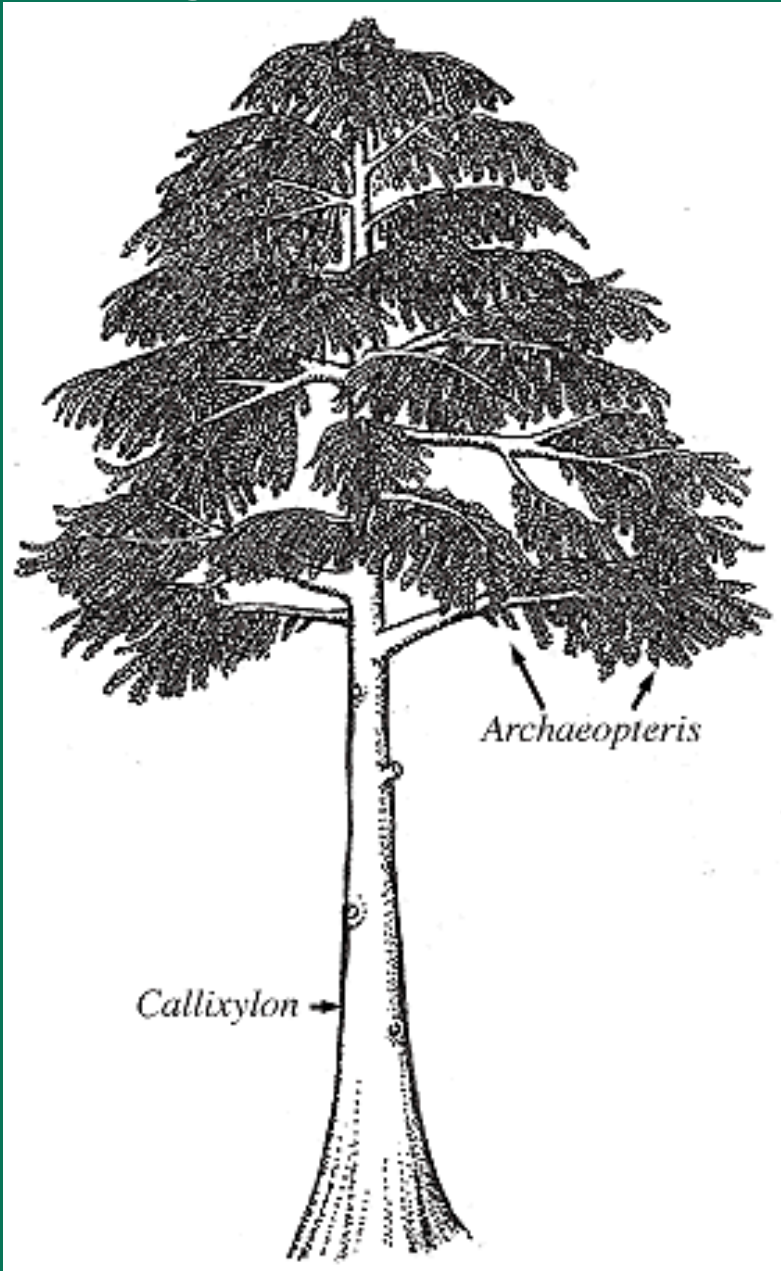


Calamites – Equisetopsida (“pteridófita”) com lenho UNIFACIAL (formação apenas de xilema secundário, manutenção do floema primário) – (Carbonífero ca. 360-300 m.a.)



Equisetum (Equisetopsida “pteridófita”)
atual

Pró-gimnospermas



Pteridospermas – grupo provavelmente parafilético



Medullosa

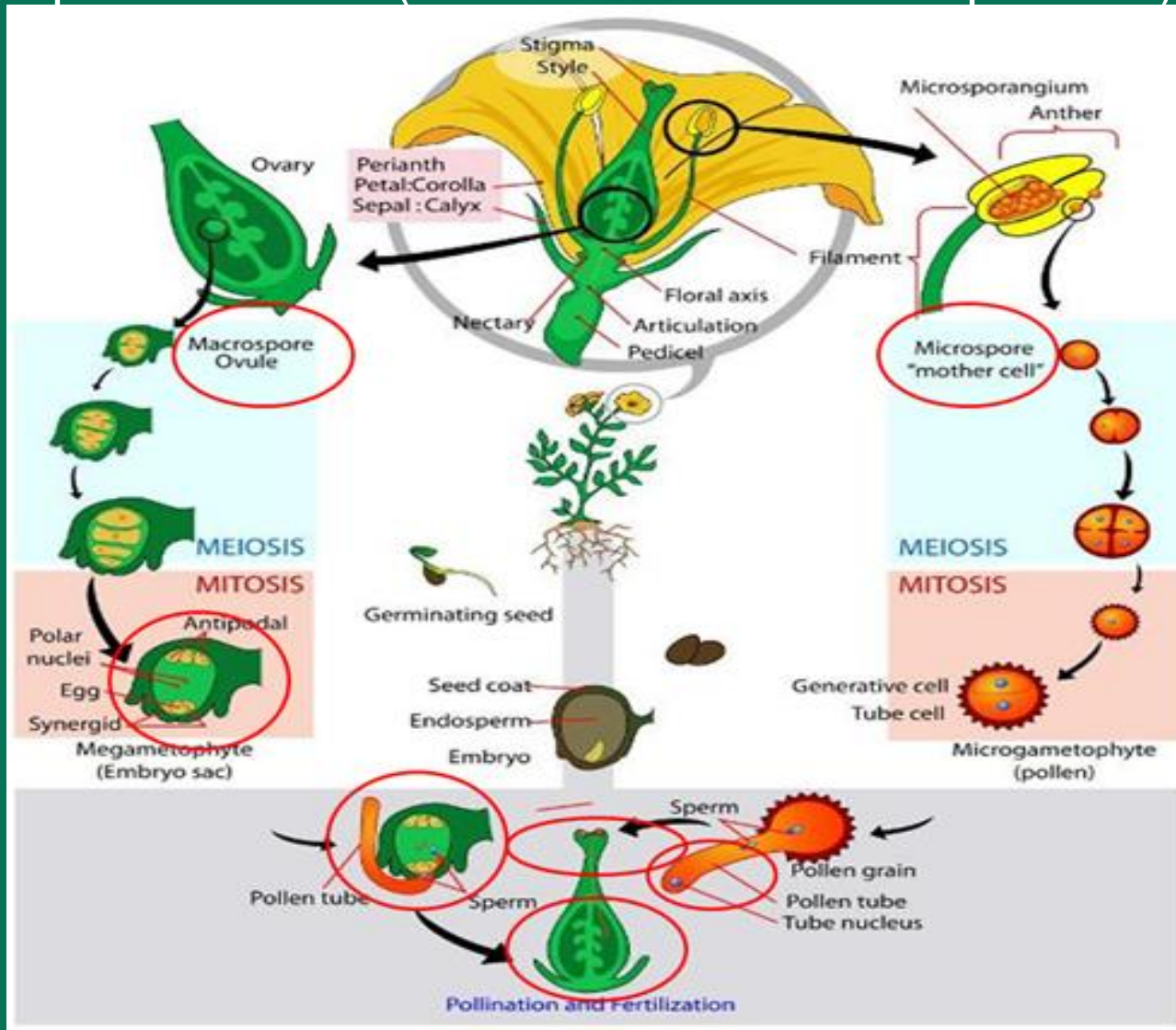


Neuropteris



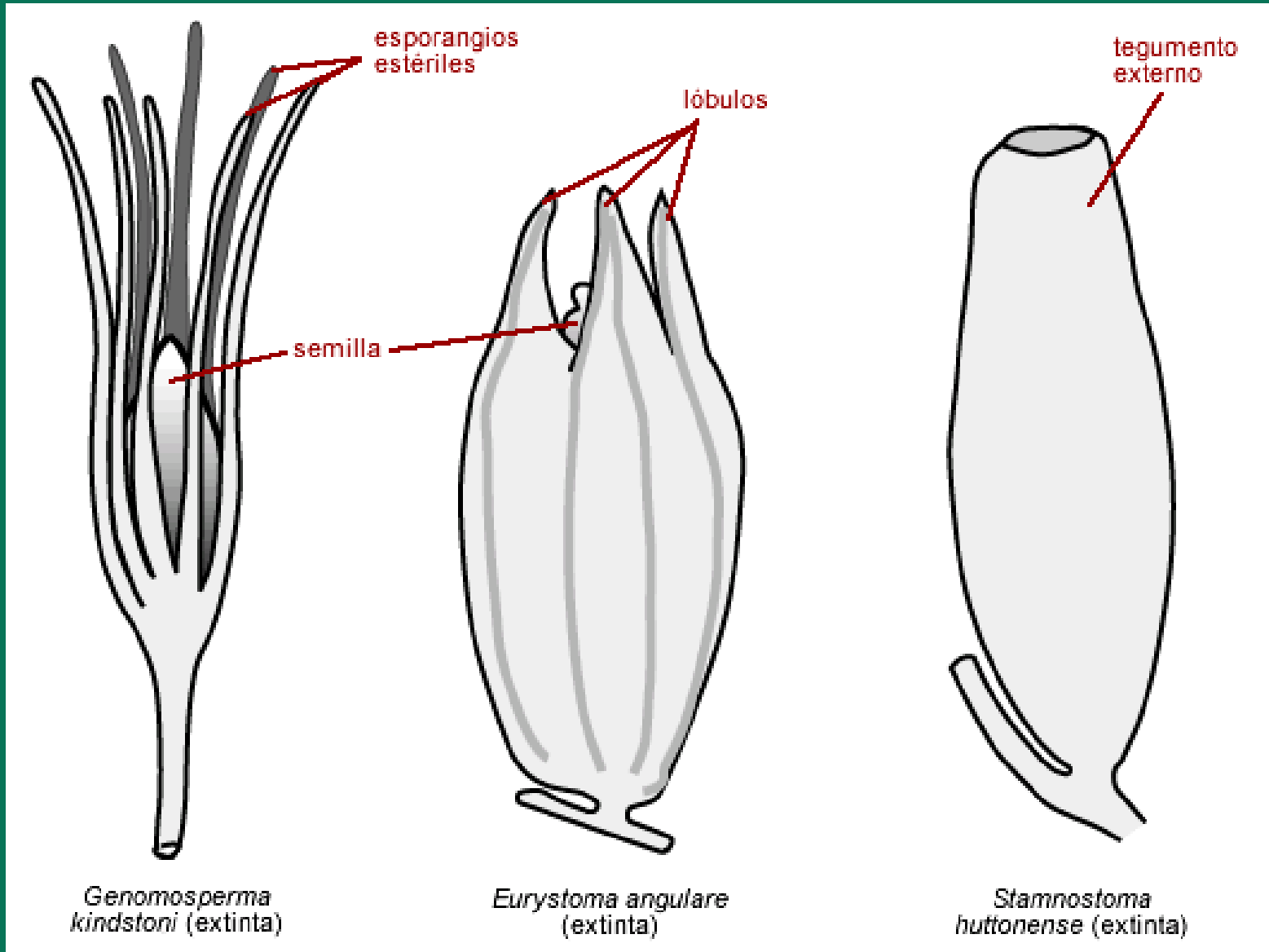
Semente corte longitudinal
(*Pachytosta*).

Heterosporia – novidade evolutiva das espermatófitas (incluindo as Pteridospermas)



Como seria na maioria das "Pteridófitas?"

Evolução do envolvimento do esporângio feminino pelo tegumento e formação do óvulo)



Dibujado a partir de figura 7.11D en Judd et al. (2002)



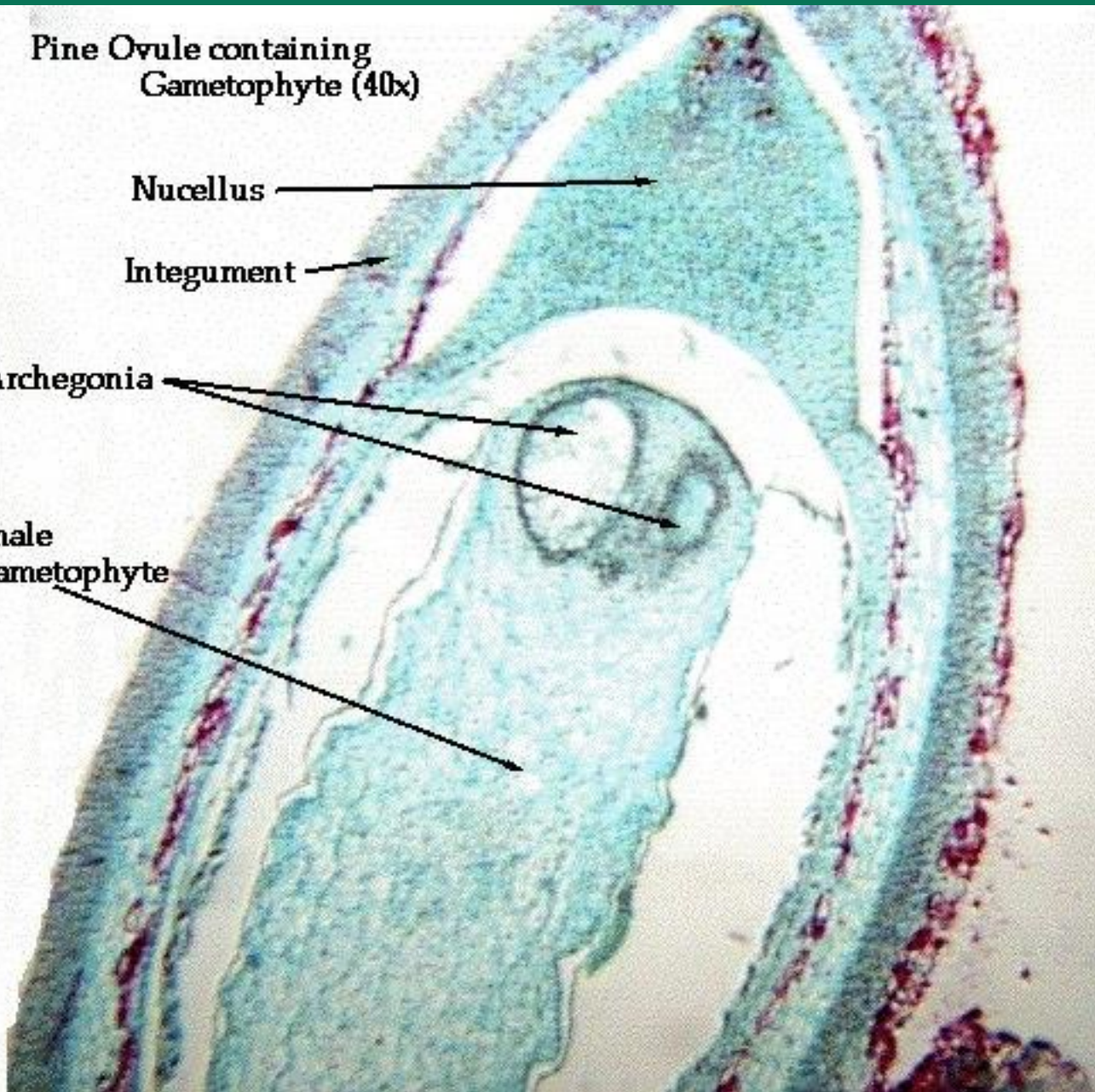
Pine Ovule containing
Gametophyte (40x)

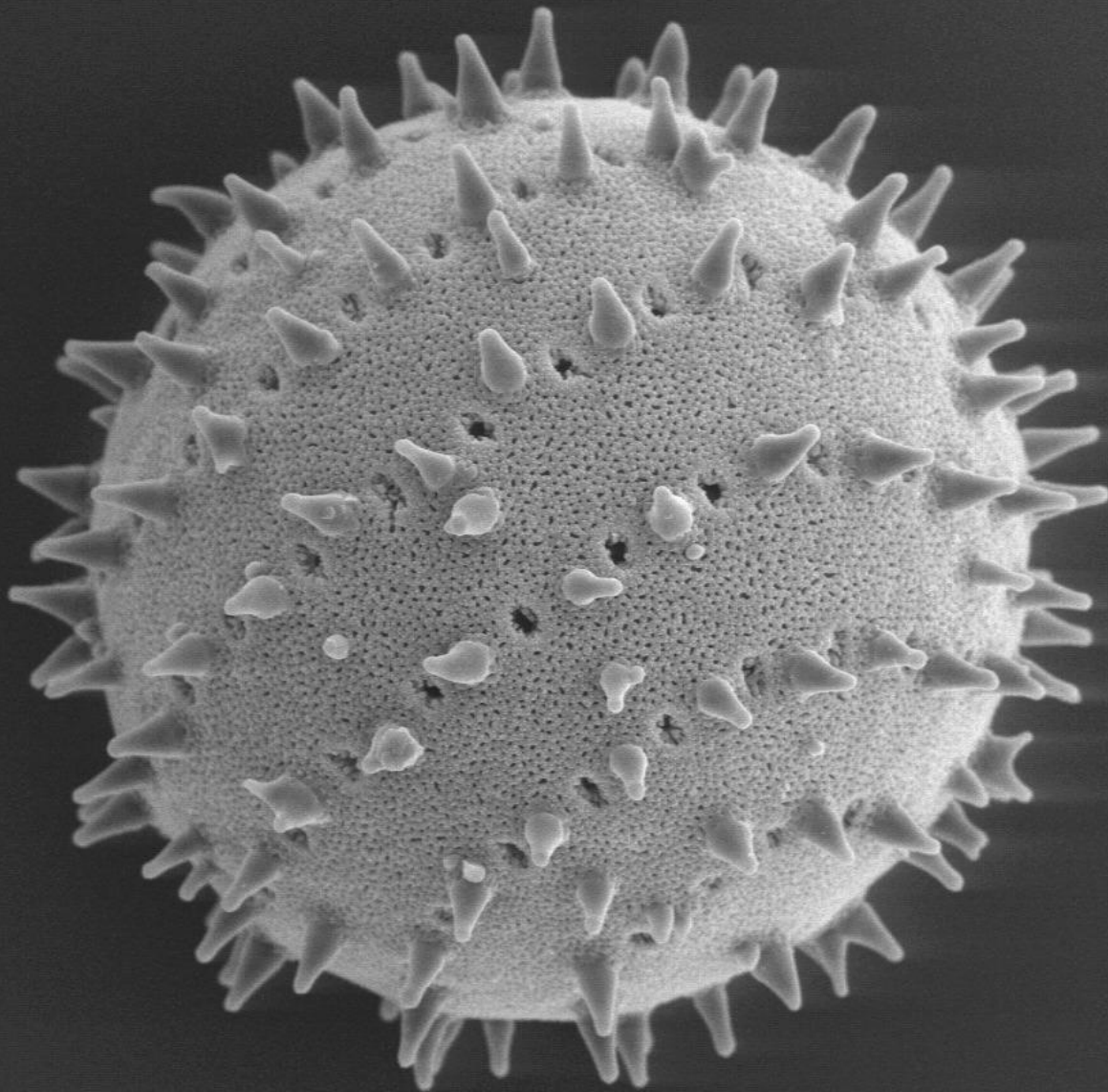
Nucellus

Integument

Archegonia

Female
Gametophyte





Pólen: gametófito masculino reduzido, presente nas plantas com sementes (angiospermas e gimnospermas)

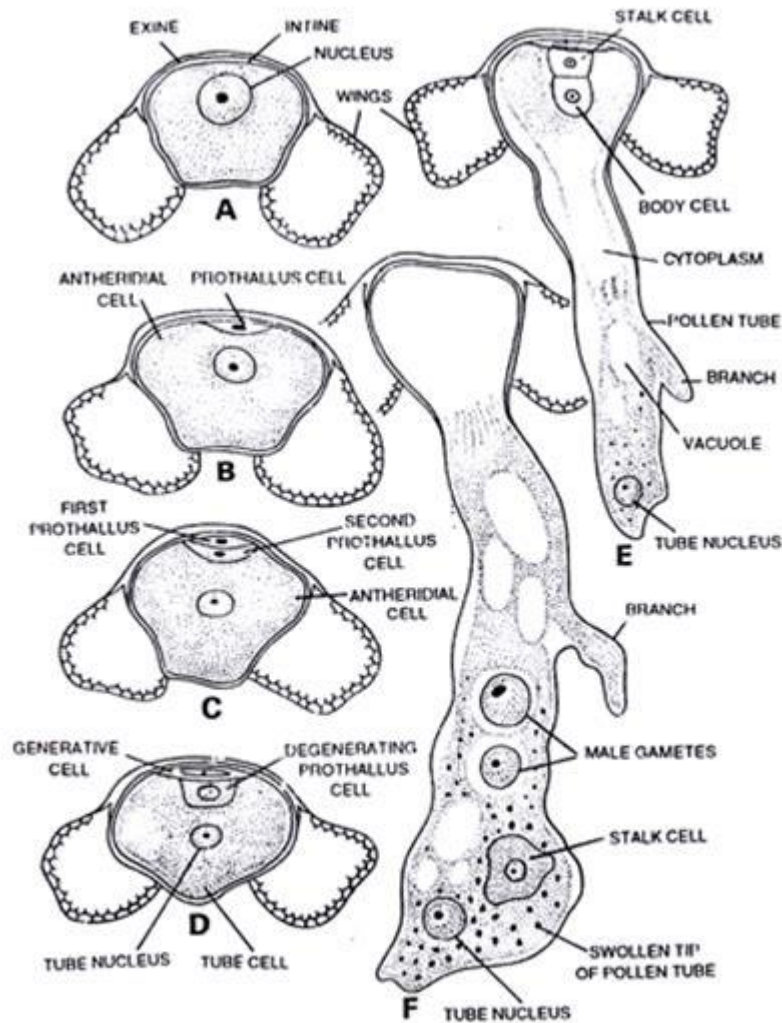
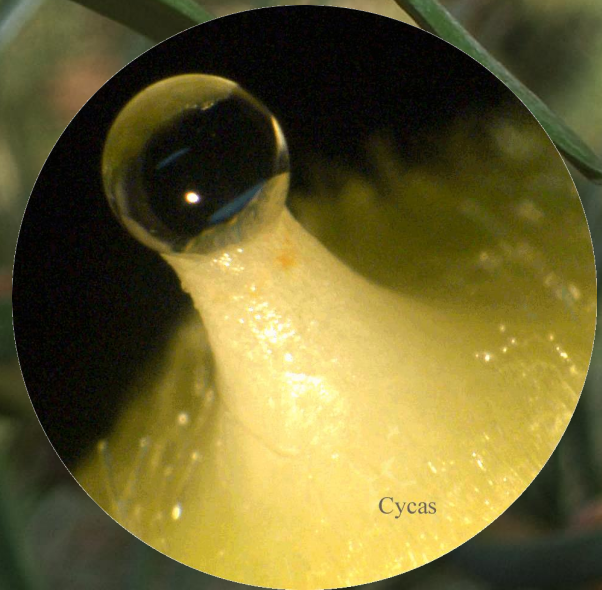


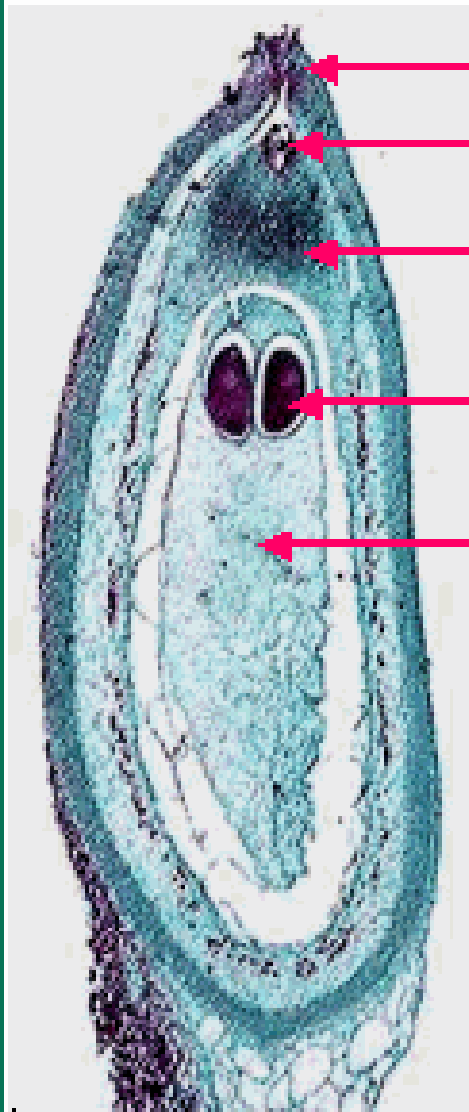
Fig. 4.42. *Pinus* spp. Development of male gametophyte. A, a pollen grain; B-D, successive stages in the development; E, pollen tube with nucleus; F, two unequal male gametes, stalk nucleus, tube within pollen tube.



Gota micropilar



Cycas



Óvulo, corte longitudinal

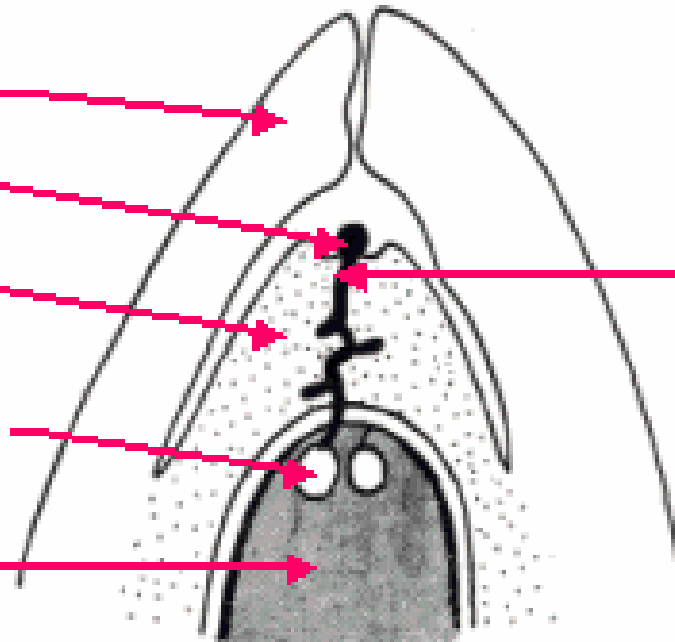
tegumento

polen

nucela

arquegonios

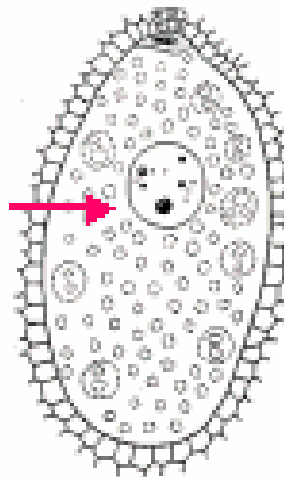
Prótalo o gametofito femenino



Tubo polínico

Lleva los gametos ♂ hasta la gameta ♀

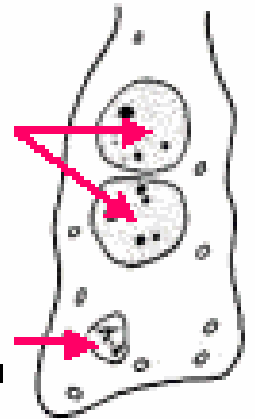
Ovocélula o gameto femenino



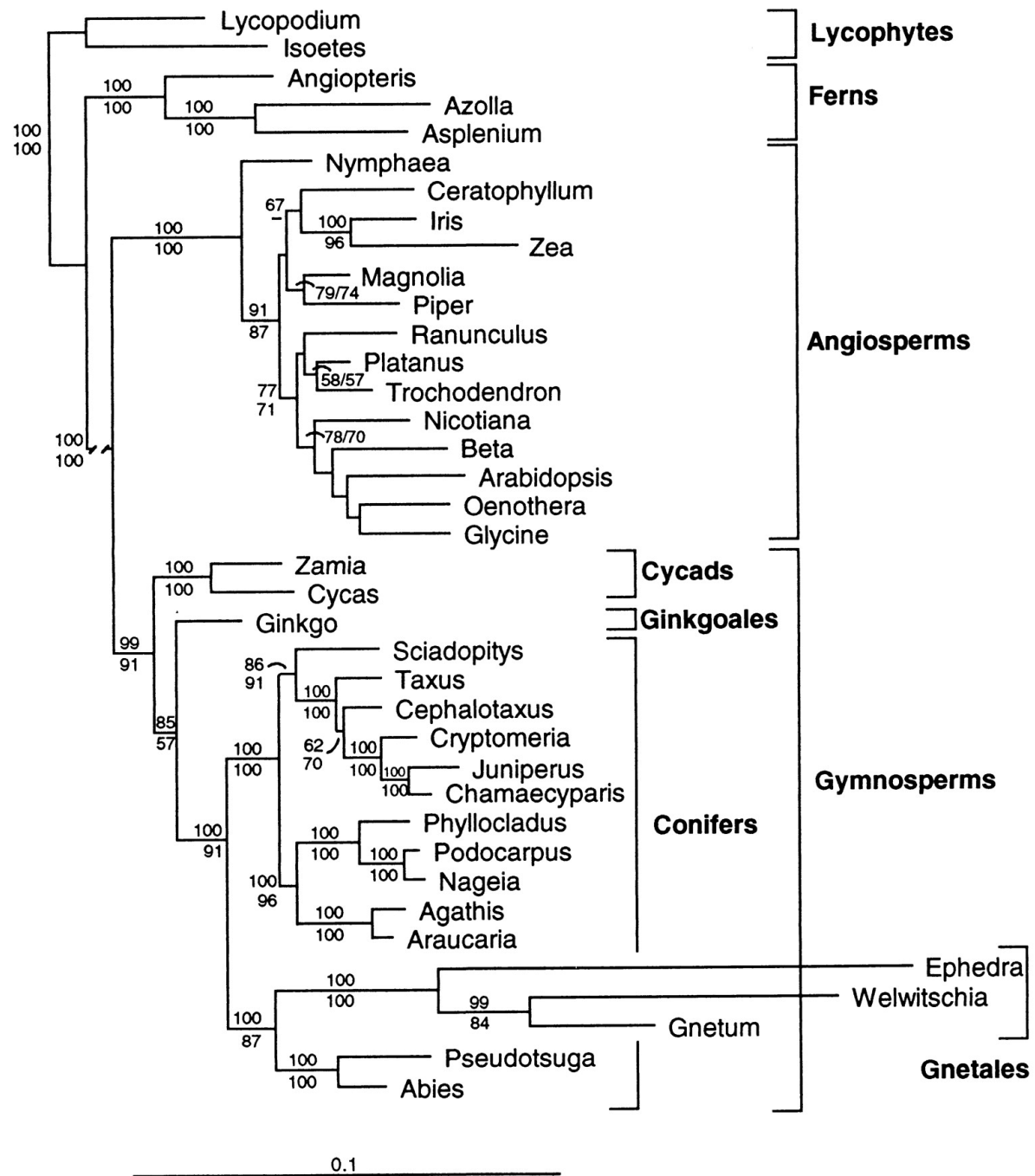
arquegonio

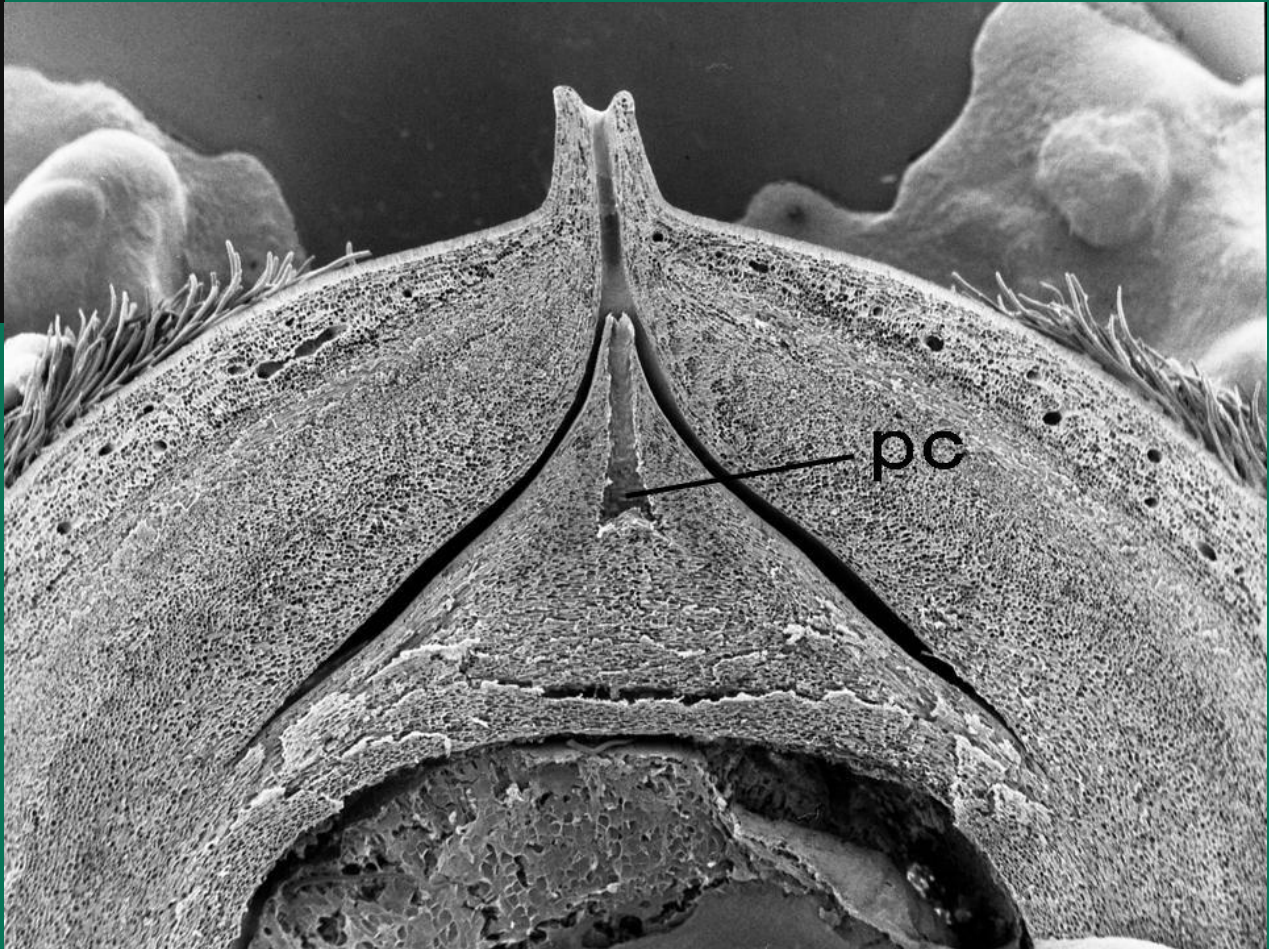
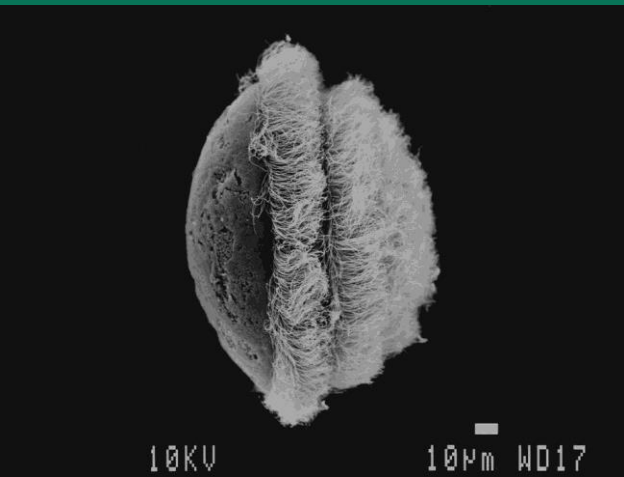
gametos

Núcleo del tubo polínico

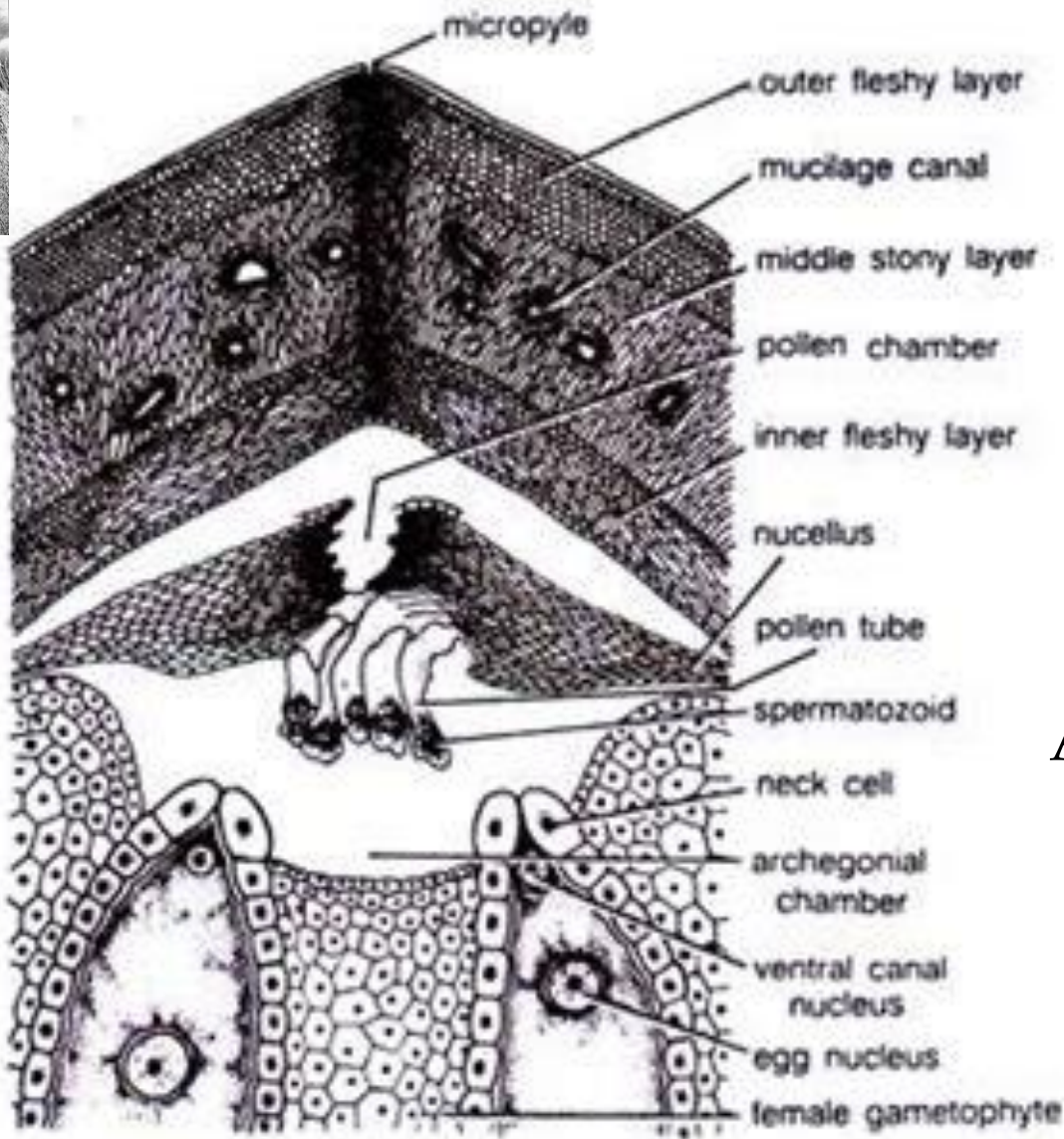
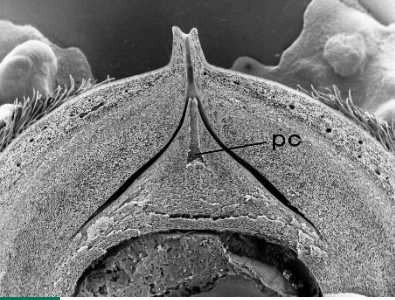


Tubo polínico





Cycadales e Ginkgoales: gametas masculinos móveis (ciliados), tubo polínico haustorial



Micrópila

Câmara
polínica

Câmara
Arquegonial

Fig. 8.50. *Cycas revoluta*. A part of V.S. of mature ovule showing detailed anatomy. (modified after Swamy, 1948).

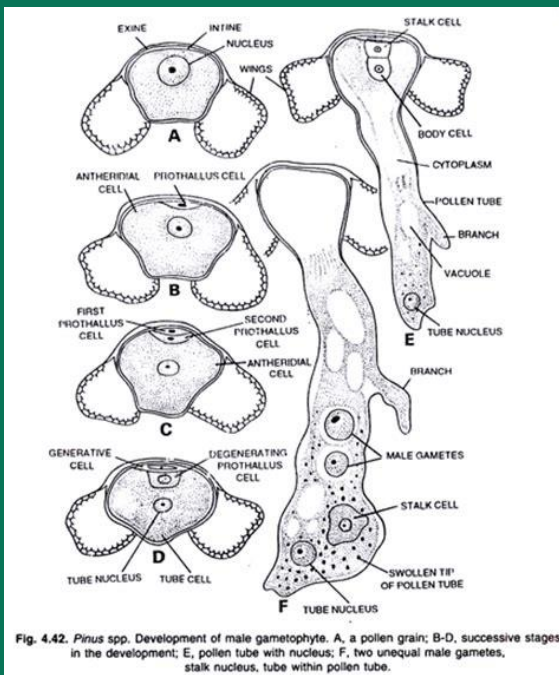
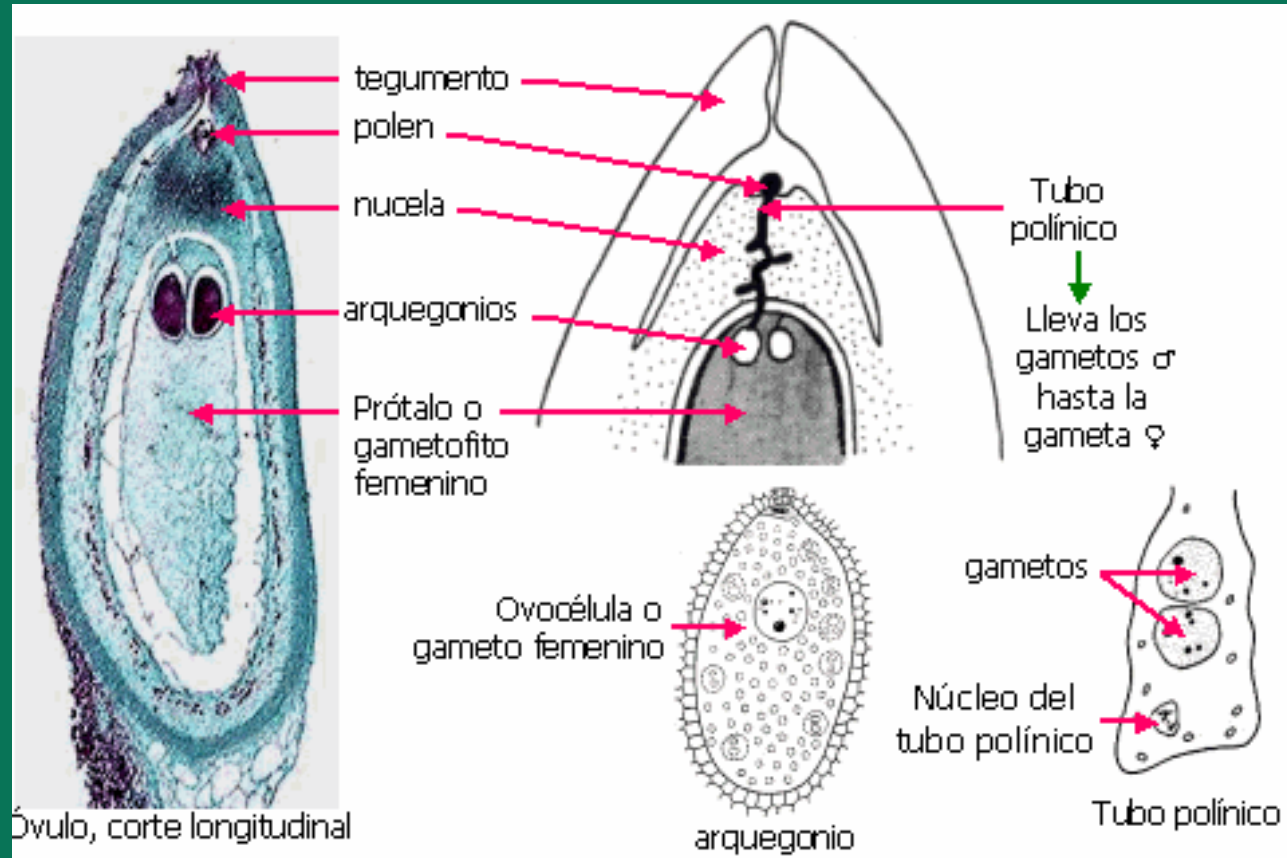


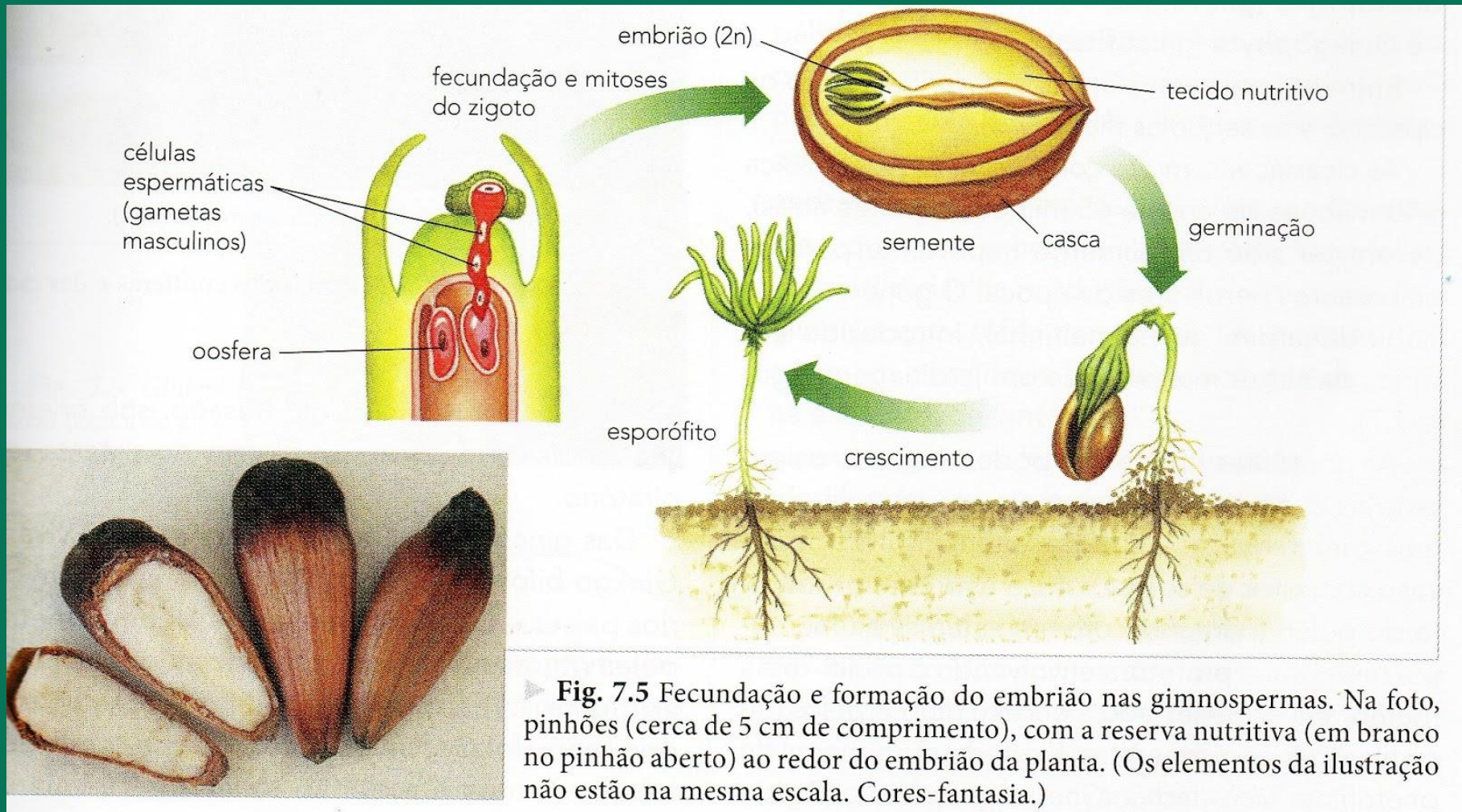
Fig. 4.42. *Pinus* spp. Development of male gametophyte. A, a pollen grain; B-D, successive stages in the development; E, pollen tube with nucleus; F, two unequal male gametes, stalk nucleus, tube within pollen tube.



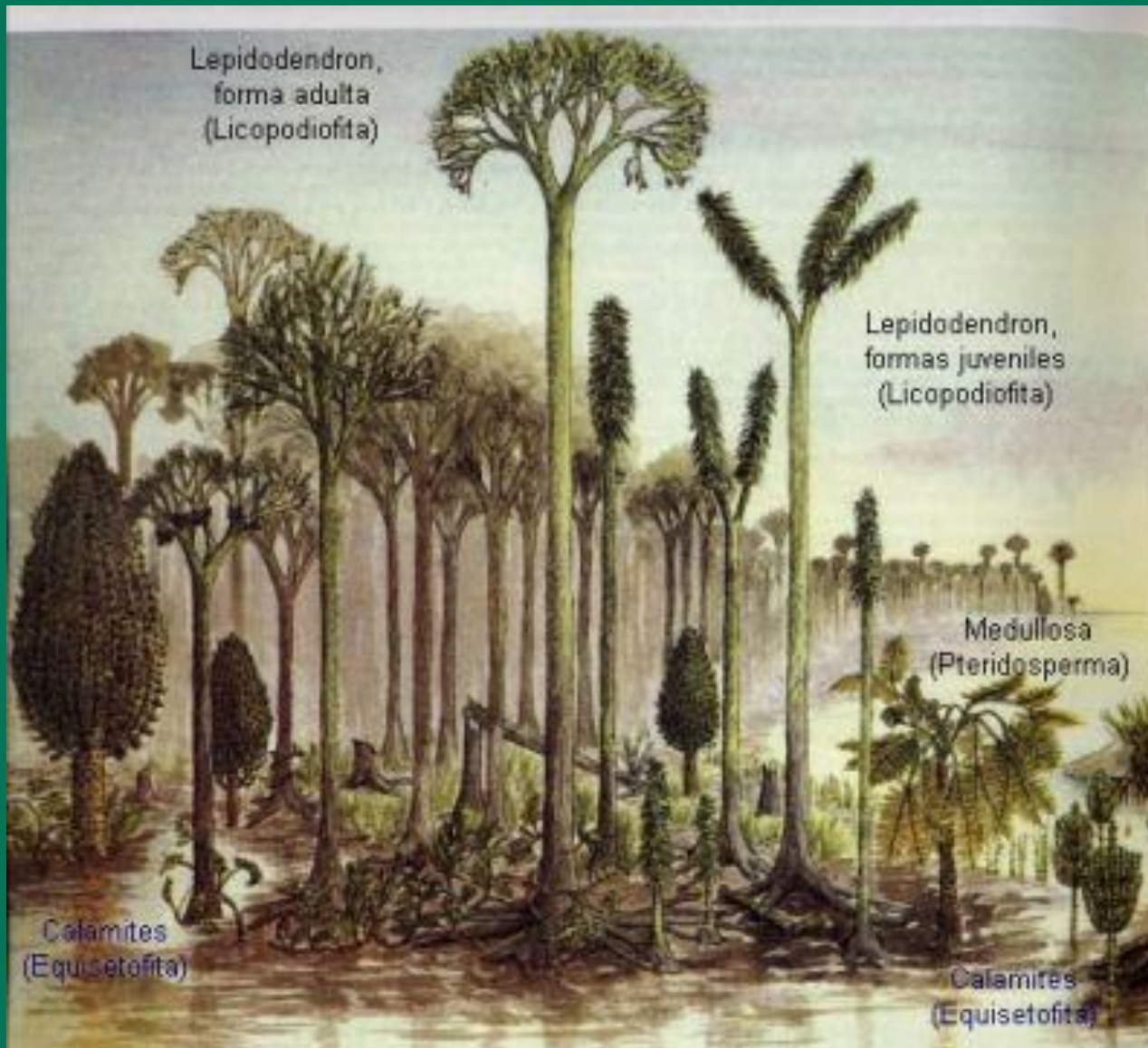
Óvulo, corte longitudinal

Gnetales e Coníferas: gametas masculinos imóveis (não ciliados) tubo polínico haustorial, mas levando o gameta até a oosfera (plantas sifonógomas, como as angiospermas)

Semente – novidade evolutiva das espermatófitas



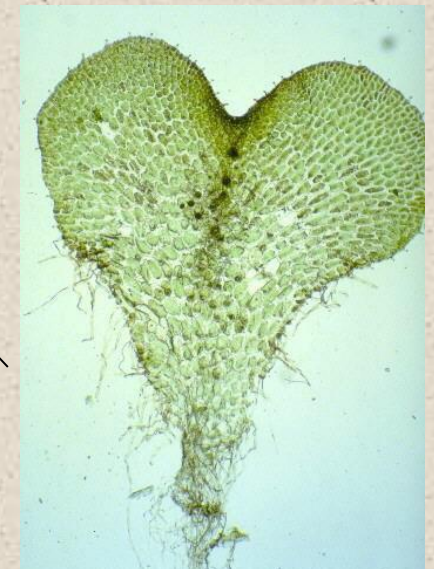
Pró-gimnospermas, Pteridospermas e Lycopodiophyta (Pteridófitas arborescentes) - paisagem a ca 350-400 m.a





Esporófito
(fase esporofítica $2n$)

Gametófito
(fase gametofítica n)



**IMPORTANTE: ESPORÓFITOS E
GAMETÓFITOS SÃO INDIVÍDUOS
DIFERENTES, COM CARGA GENÉTICA
DIFERENTE**

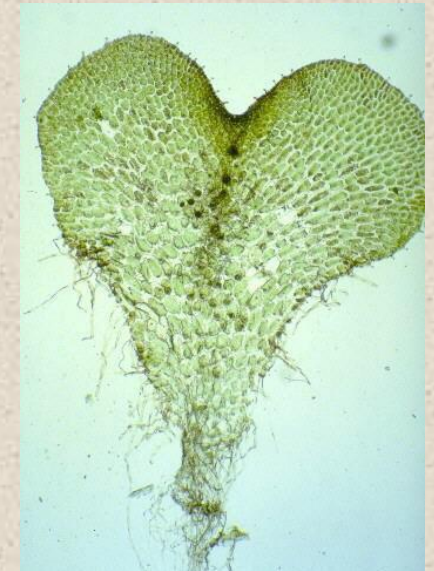


Esporófito
(fase esporofítica $2n$)

Gametófito
(fase gametofítica n)



COMO É NAS ESPERMATÓFITAS ?
(GIMNOSPERMAS E ANGIOSPERMAS?)

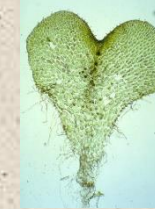




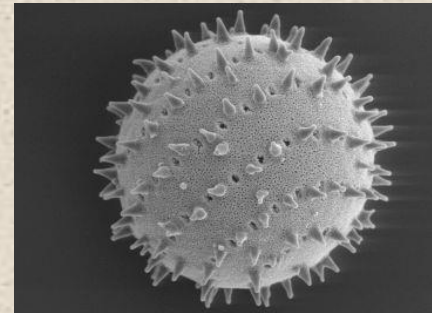
Esporófito
(fase esporofítica 2n)



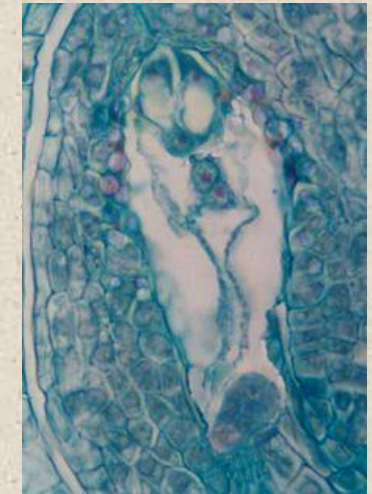
Gametófito
(fase gametofítica n)



Esporófito
(fase esporofítica 2n)



Gametófito masculino (grão de pólen)
(fase gametofítica n)

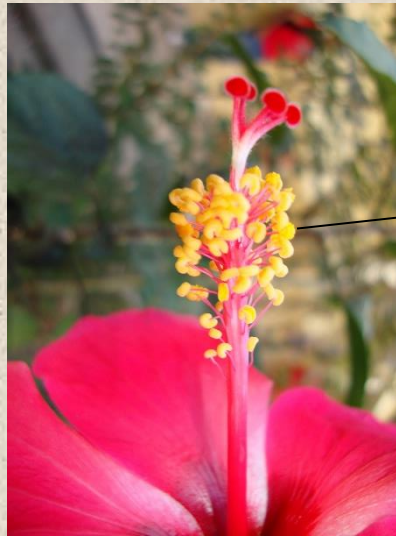


Gametófito feminino (saco embrionário nas angiospermas)
(fase gametofítica n)

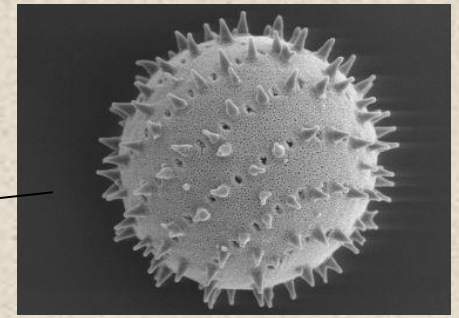
ESPERMATÓFITAS



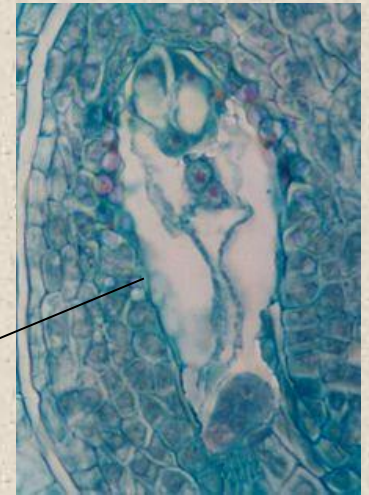
Esporófito
(fase esporofítica $2n$)



Flor: parte do esporófito
(fase esporofítica $2n$)

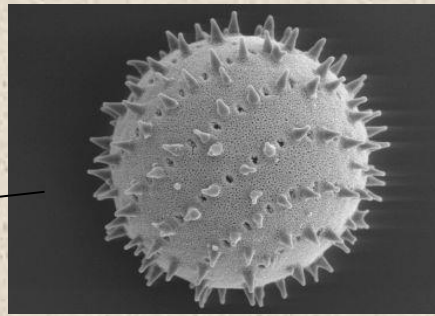


Gametófito masculino (grão de pólen)
(fase gametofítica n)



Gametófito feminino (saco embrionário
nas angiospermas, dentro dos óvulos)
(fase gametofítica n)

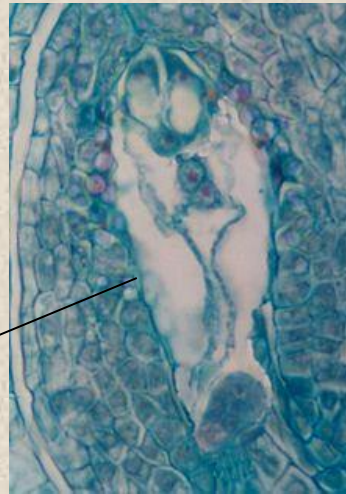
ESPERMATÓFITAS



Gametófito masculino (grão de pólen)
(fase gametofítica n)

Esporófito

(fase esporofítica $2n$)

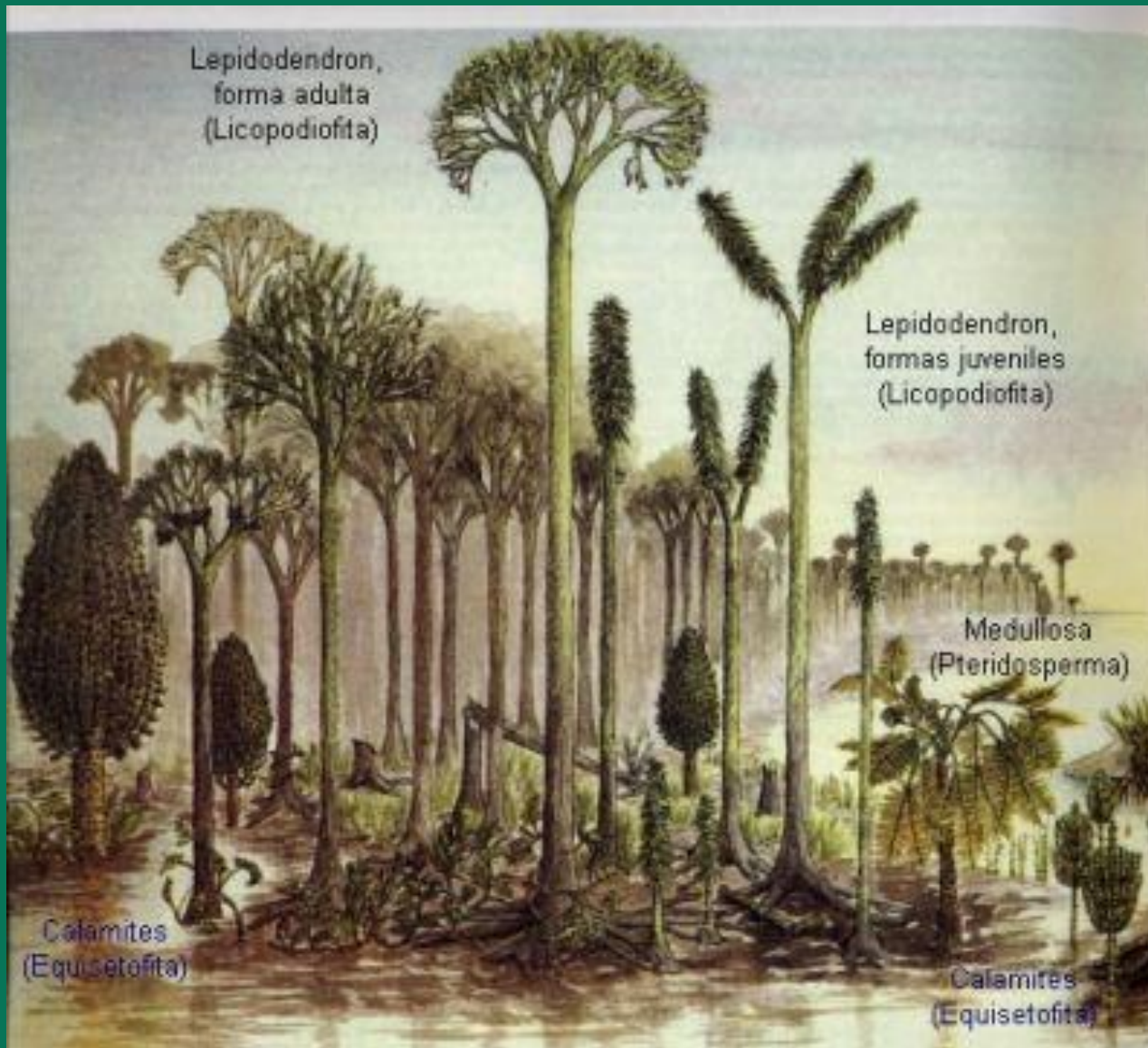


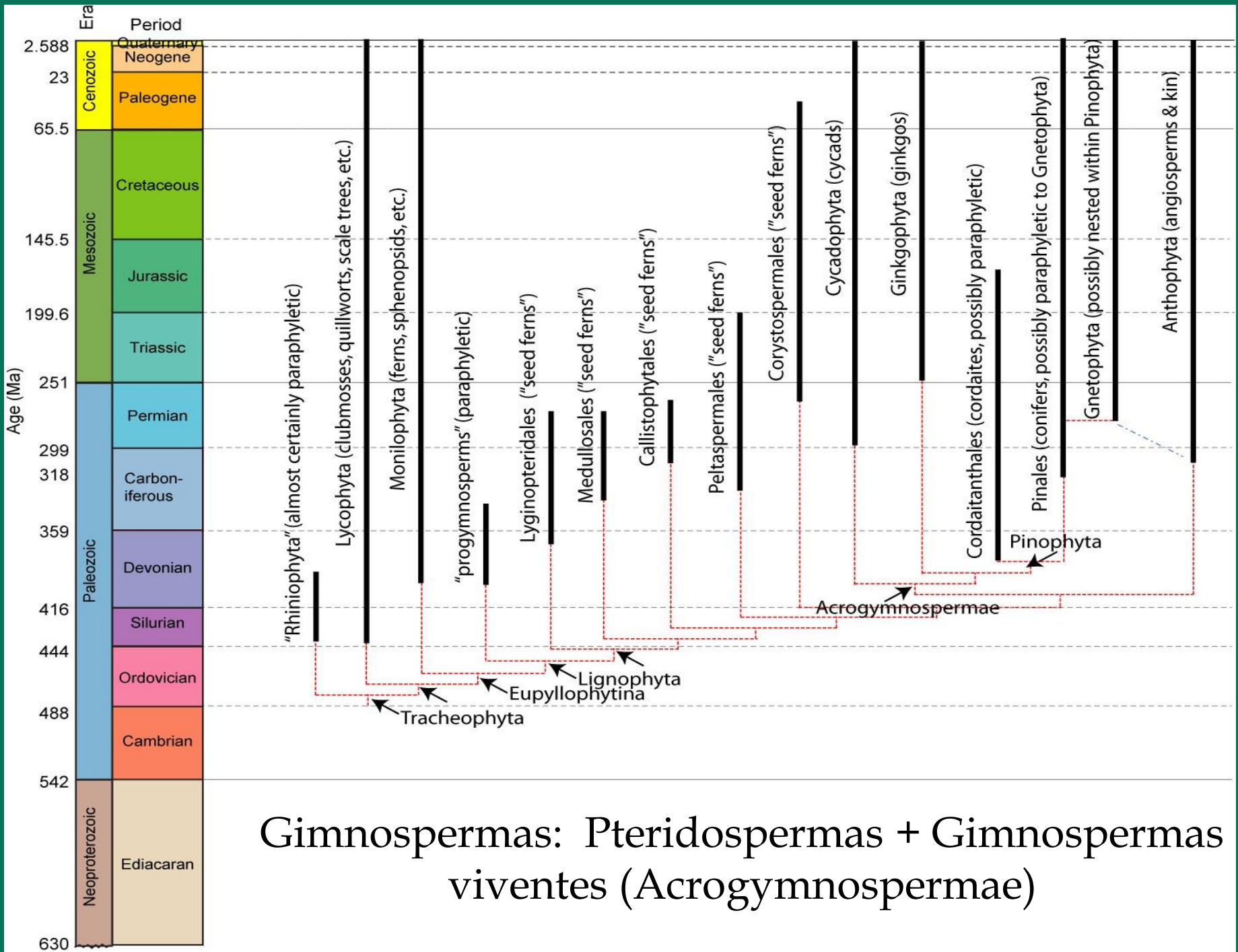
Gametófito feminino (saco embrionário
nas angiospermas, dentro dos óvulos)

(fase gametofítica n)

FLORES NÃO TEM SEXO NO FINAL DAS CONTAS, NEM OS ESTRÓBILO DAS GIMNOSPERMAS – OS GAMETÓFITOS SÃO OS INDIVÍDUOS SEXUADOS NA ALTERNÂNCIA DE GERAÇÕES, POIS PRODUZEM OS GAMETAS

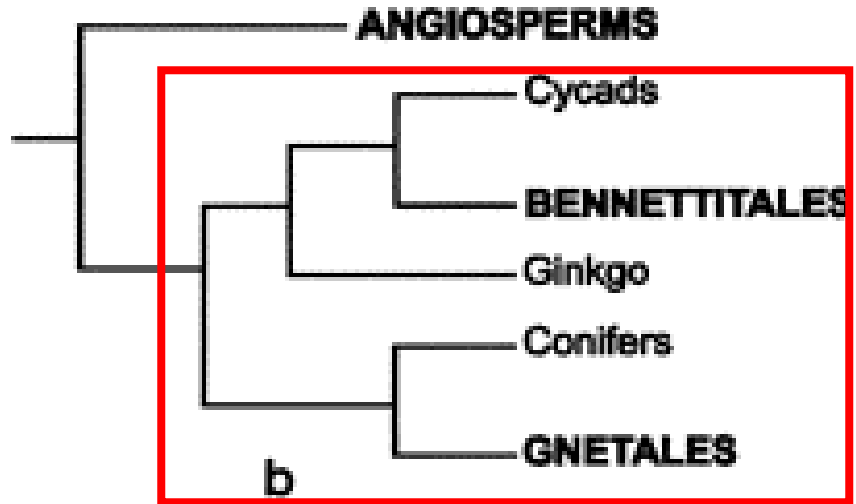
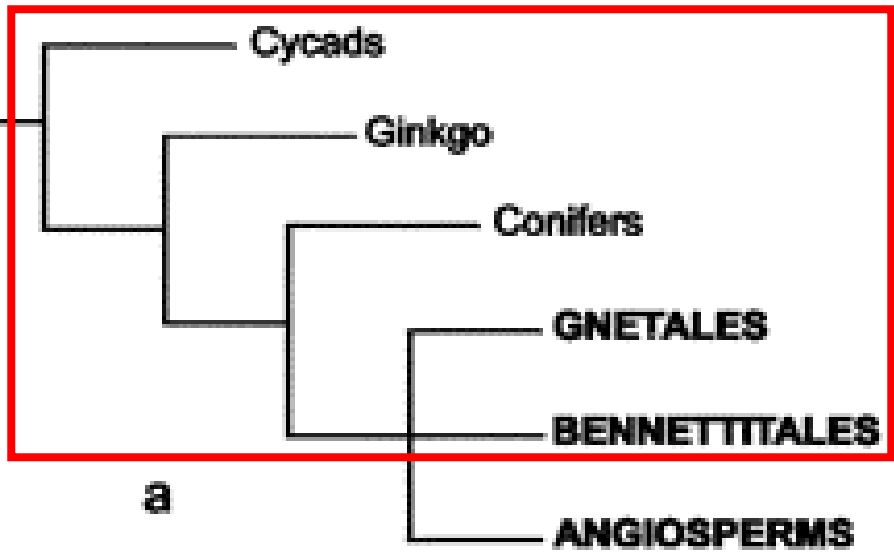
Pró-gimnospermas, Pteridospermas e Lycopodiophyta (Pteridófitas arborescentes) - paisagem a ca 350-400 m.a





Gymnosperms: parafiléticas?

Gymnosperms: monofiléticas?



Dados morfológicos

Dados moleculares (ITS-nuclear) e morfológicos

- (a) A typical morphology-based phylogeny of existing seed plants (plus the extinct Bennettitales) illustrating (in bold type) the anthophyte clade.
- (b) A composite phylogeny illustrating the realignment of Bennettitales and Gnetales based on ITS and new morphological data (Goremykin et al 1996). This figure from Crepet (2000).

Judd et al. (2008): 5 linhagens atuais de plantas com sementes:

- ❖ Cycadales
- ❖ Ginkgos
- ❖ Coníferas
- ❖ Gnetófitas
- ❖ Plantas com flores

Gimnospermas

Angiospermas

GIMNOSPERMAS

(*gymnos*=nu, *sperma*=semente)

- apogeu durante o baixo e médio Mesozóico (Triássico e Jurássico)
- ca. 1000 espécies em cerca de 80 gêneros (contra cerca de 300.000 angiospermas)
- óvulos não encerrados em carpelos, formando sementes nuas, isto é, não encerradas em frutos xilema formado apenas por traqueídes (exceção em Gnetales)
- polinização: vento (anemofilia) ou insetos (besouros – Cycadales)

CLASSIFICAÇÃO

- Cronquist (1971) → um só táxon: Divisão Pinophyta
- últimas décadas: controvérsias se as plantas tradicionalmente aí incluídas formam um grupo monofilético

- Judd *et al.* (2008) → não estabelecem categorias taxonômicas, falam em “*plantas com sementes que não são angiospermas*”:

- “grupo das cicadáceas”

- “grupo das coníferas”

- “grupo do ginkgo”

- “grupo das gnetófitas”

CYCADALES (CICADÁCEAS)

- importantes durante o Mesozóico
- Exs: *Cycas* (comum na ornamentação de jardins e praças no Brasil) e *Zamia*
- Plantas dioicas (sexos separados), polinização usualmente por besouros
- Várias espécies cultivadas





Família Cycadaceae

1 gênero/ 20 espécies



Cycas circinalis

Plantas dióicas



(*Cycas* – planta masculina)



Estróbilo

Plantas dióicas



Cycas circinalis

(*Cycas* – plantas femininas)



Cycas revoluta

- Judd *et al.* (2008)
- “grupo das coníferas”
- “grupo do ginkgo”
- “grupo das coníferas”
- “grupo das gnetófitas”

GINKGOS

- apenas única espécie viva (*Ginkgo biloba*)
- folhas em forma de leque características
- Plantas dioicas



Família Ginkgoaceae

Estruturas de reprodução



Planta feminina

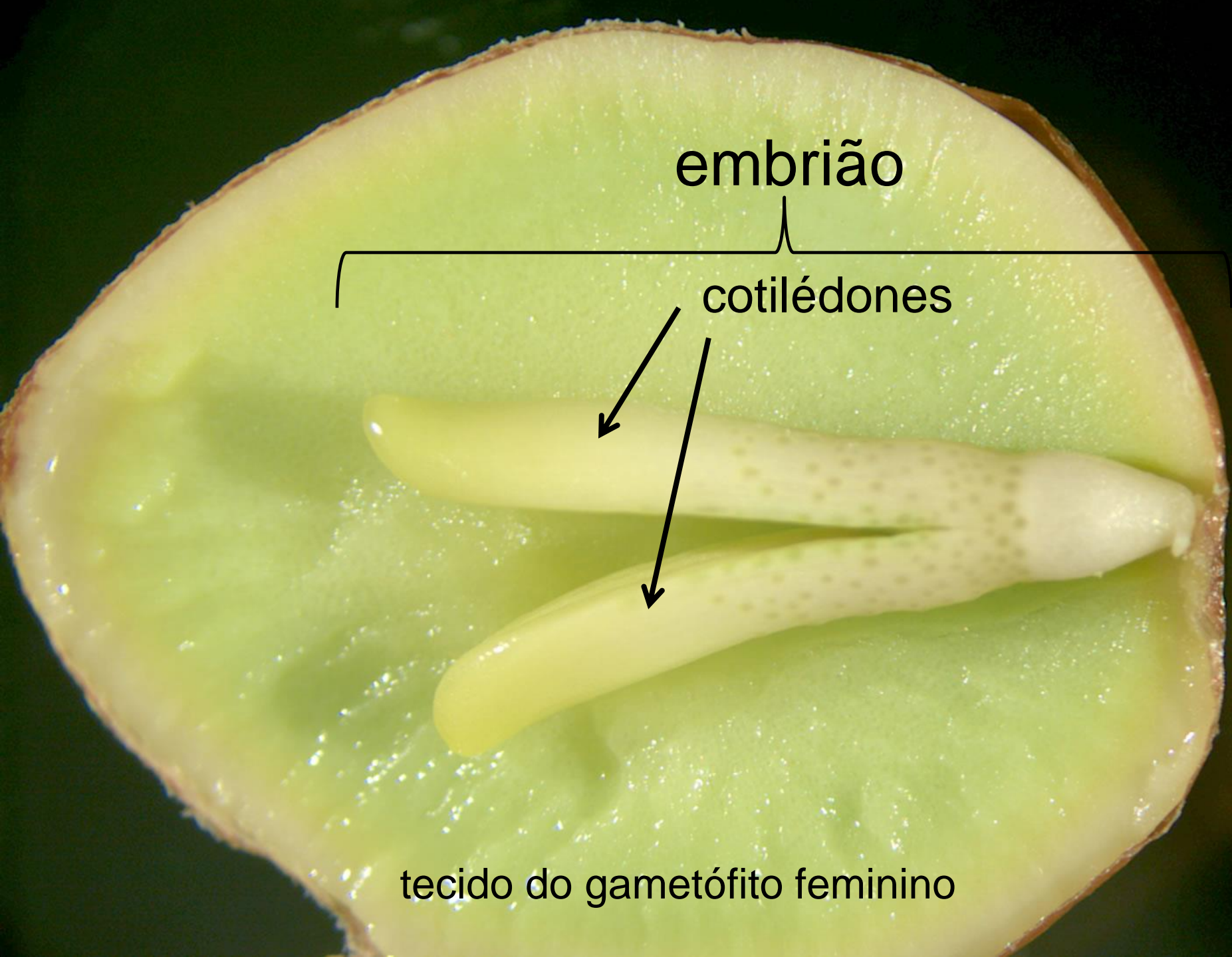


Planta masculina



Ginkgo biloba - sementes





embrião

cotilédones

tecido do gametófito feminino







- Judd *et al.* (2008)
- “grupo das coníferas”
- “grupo do ginkgo”
- “grupo das coníferas”
- “grupo das gnetófitas”

CONÍFERAS

- representantes mais conhecidos e diversificados
- vários gêneros e centenas de espécies
- pinheiros, ciprestes, araucárias, sequóias...



Douglas Fir



Sequoia

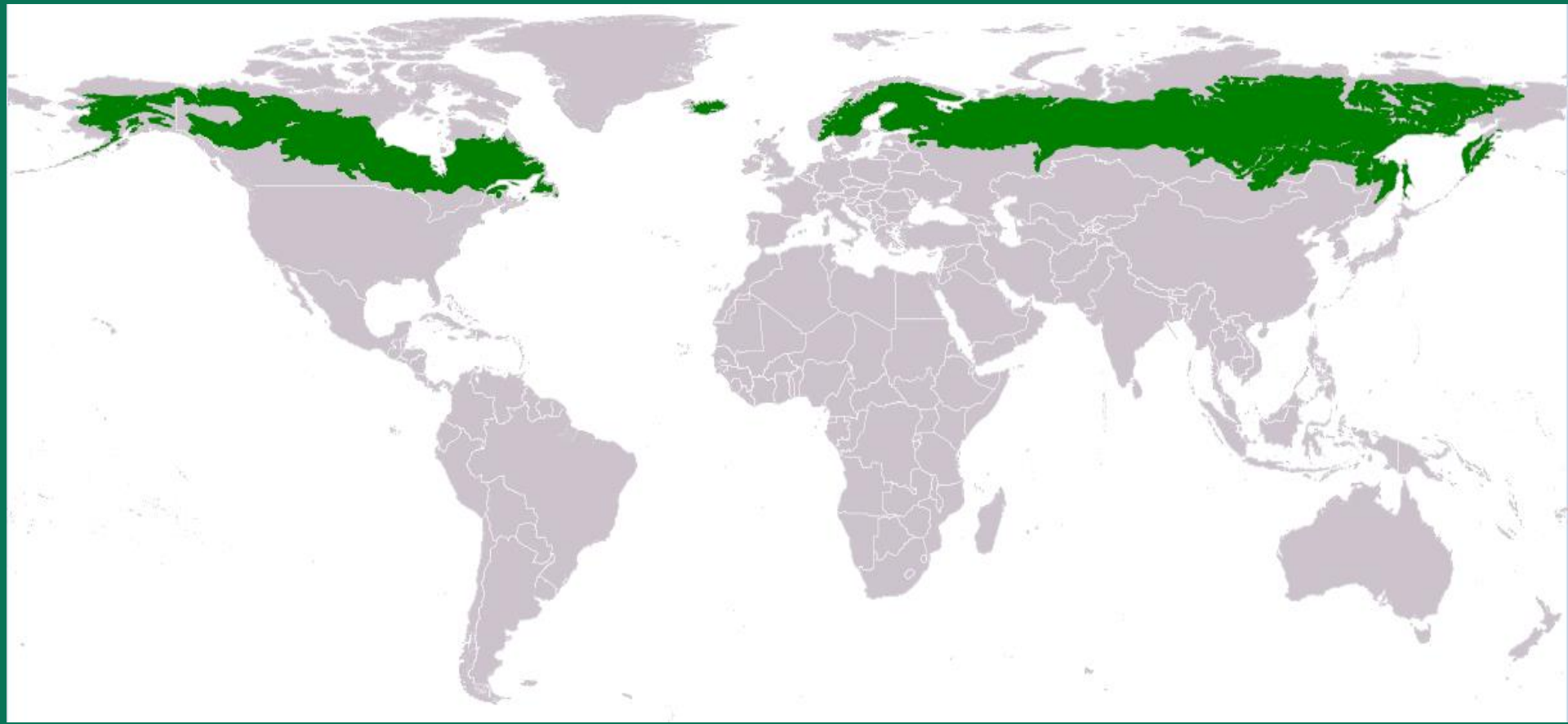


Cypress



Juniper





Floresta Boreal ou Taiga – coníferas são dominantes







Pine ovulate cone

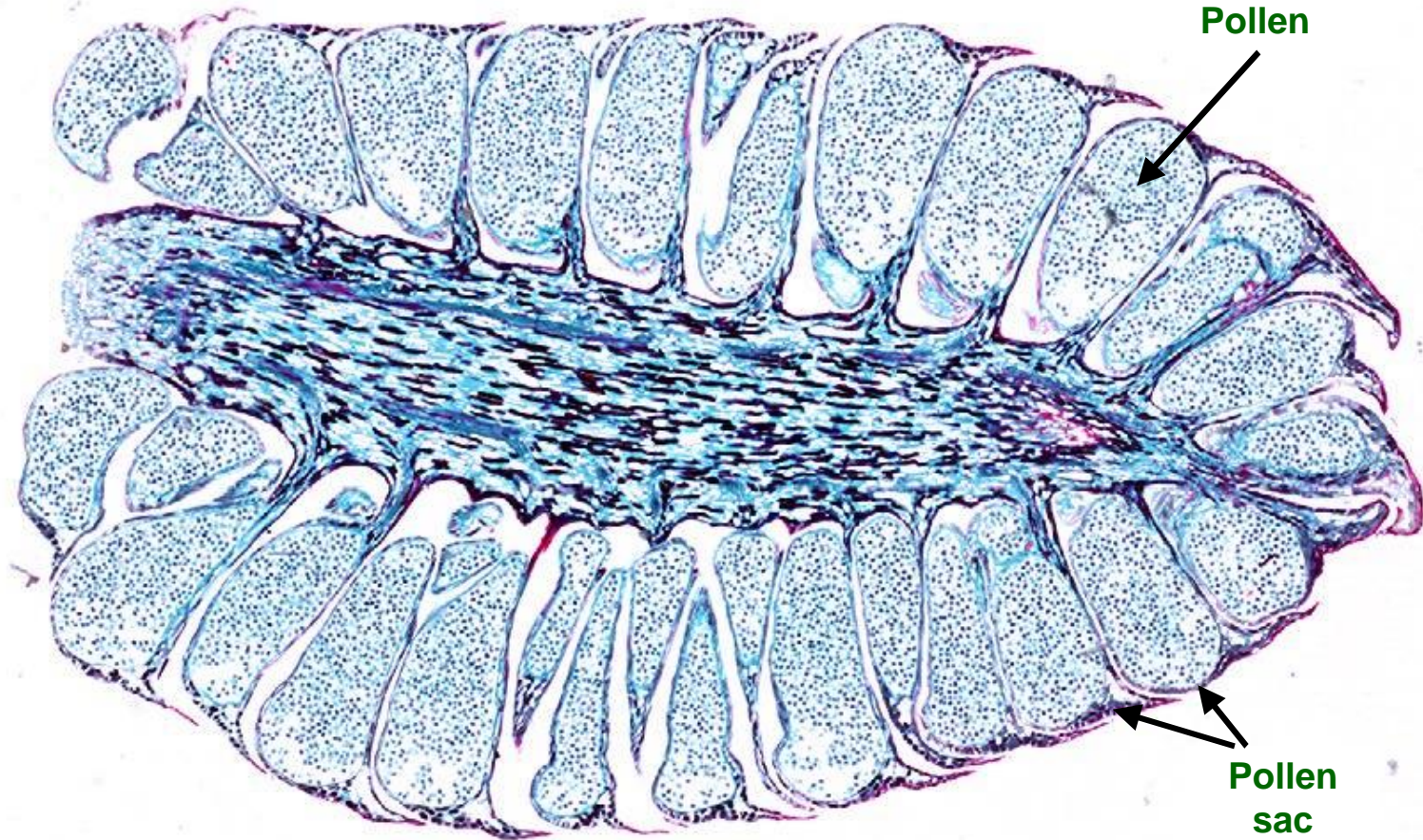


ovules

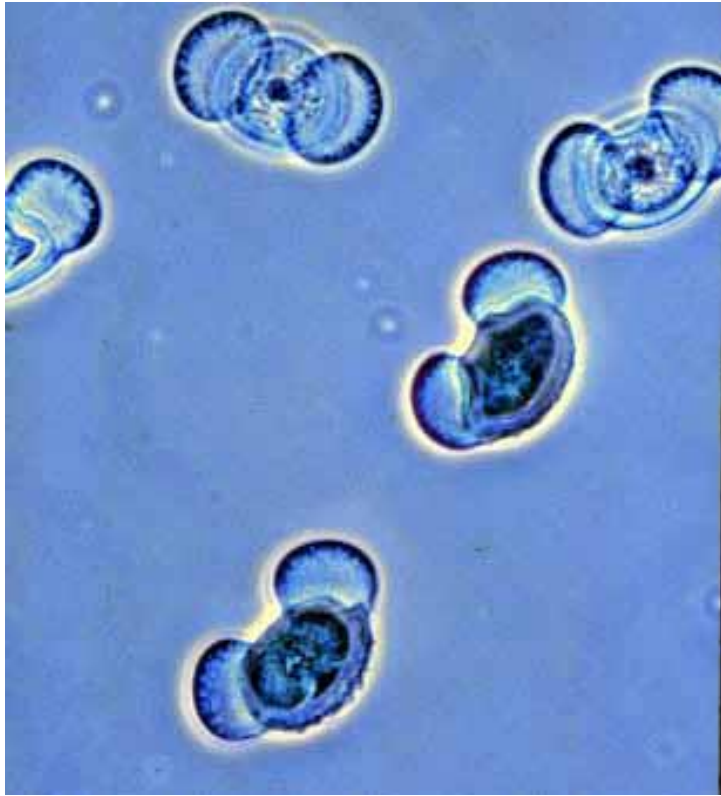
cones ou
estróbilo(pinas)

Cone feminino, com óvulos

Pine staminate cone

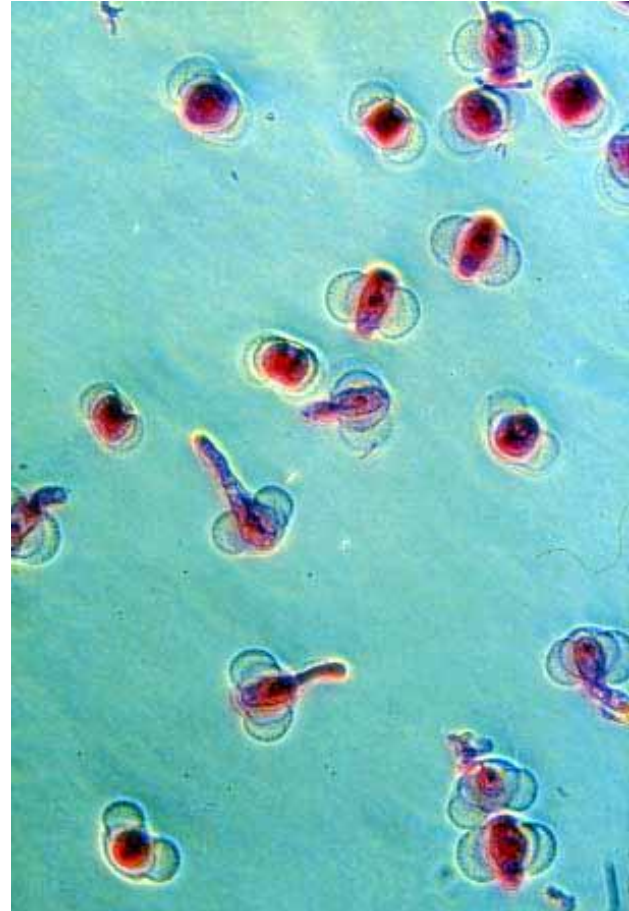


Cone (estróbilo) masculino, com grãos de pólen



Pollen grains

Germinating pollen grains



Seed Dispersal in Coniferophyta



dispersão das sementes em coníferas



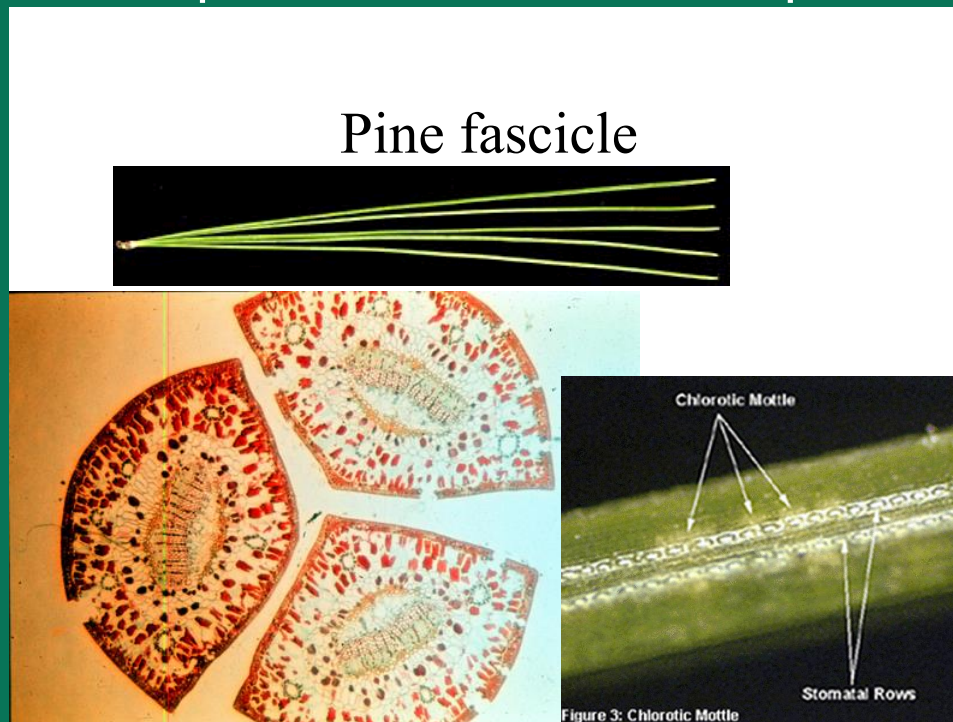
Abies balsamea

Picea stichensi (ramo
e cone ovulado)

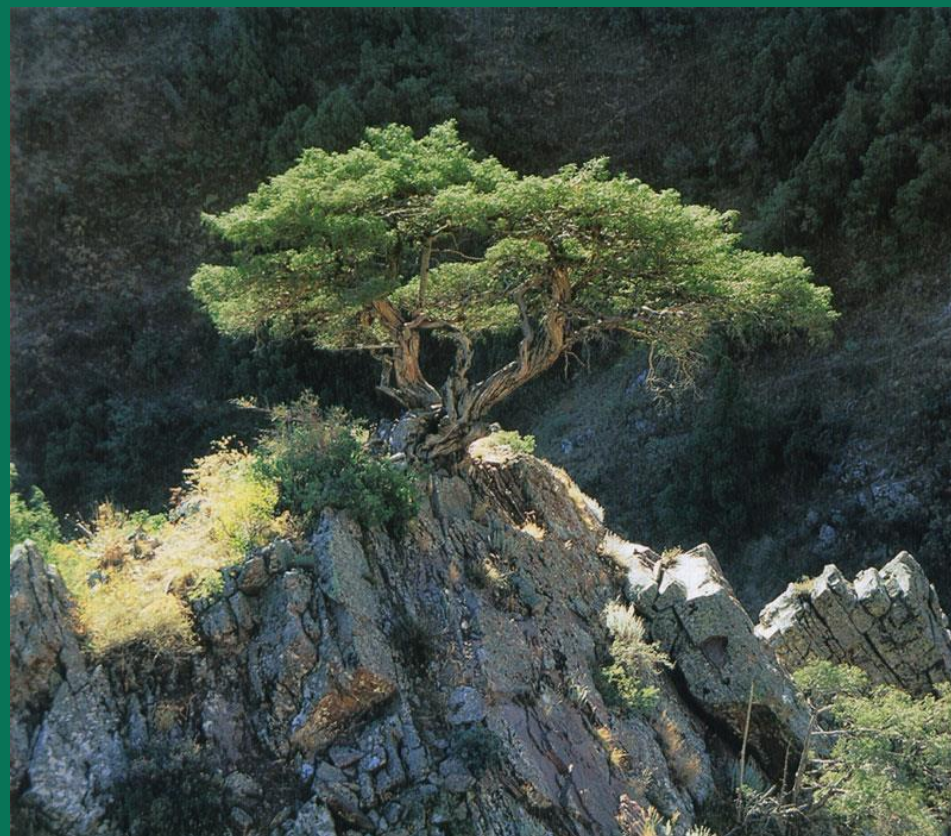
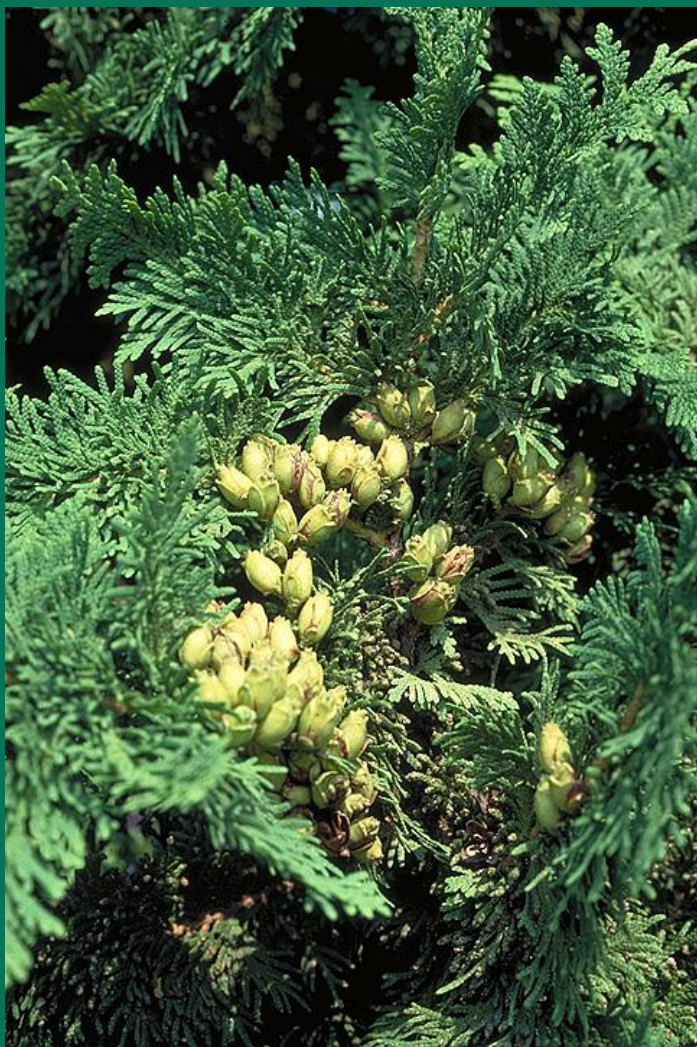


Pinus palustris

- em *Pinus* (e outras coníferas): folhas adaptadas ao crescimento sob condições de escassez de água
- semelhantes a agulhas (acículas)
 - cutícula espessa sobre a epiderme
 - presença de hipoderme (camadas de células sob a epiderme)
 - estômatos em depressões abaixo da superfície foliar



- - plantas principalmente monóicas
 - folhas pequenas, escamiformes, de disposição espiralada ou oposta-cruzada



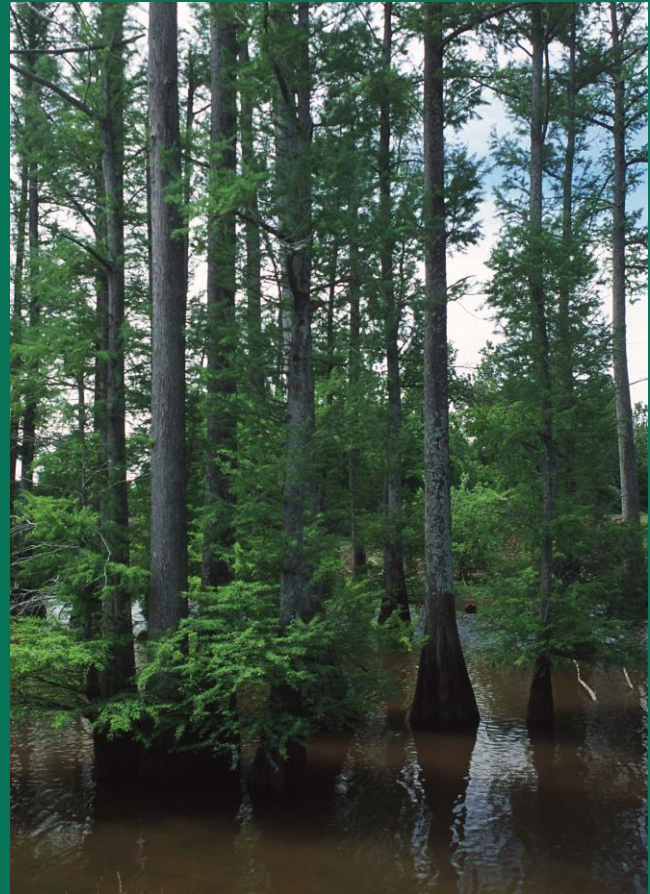
Juniperus sp.

Thuja occidentalis





Cupressus sp.



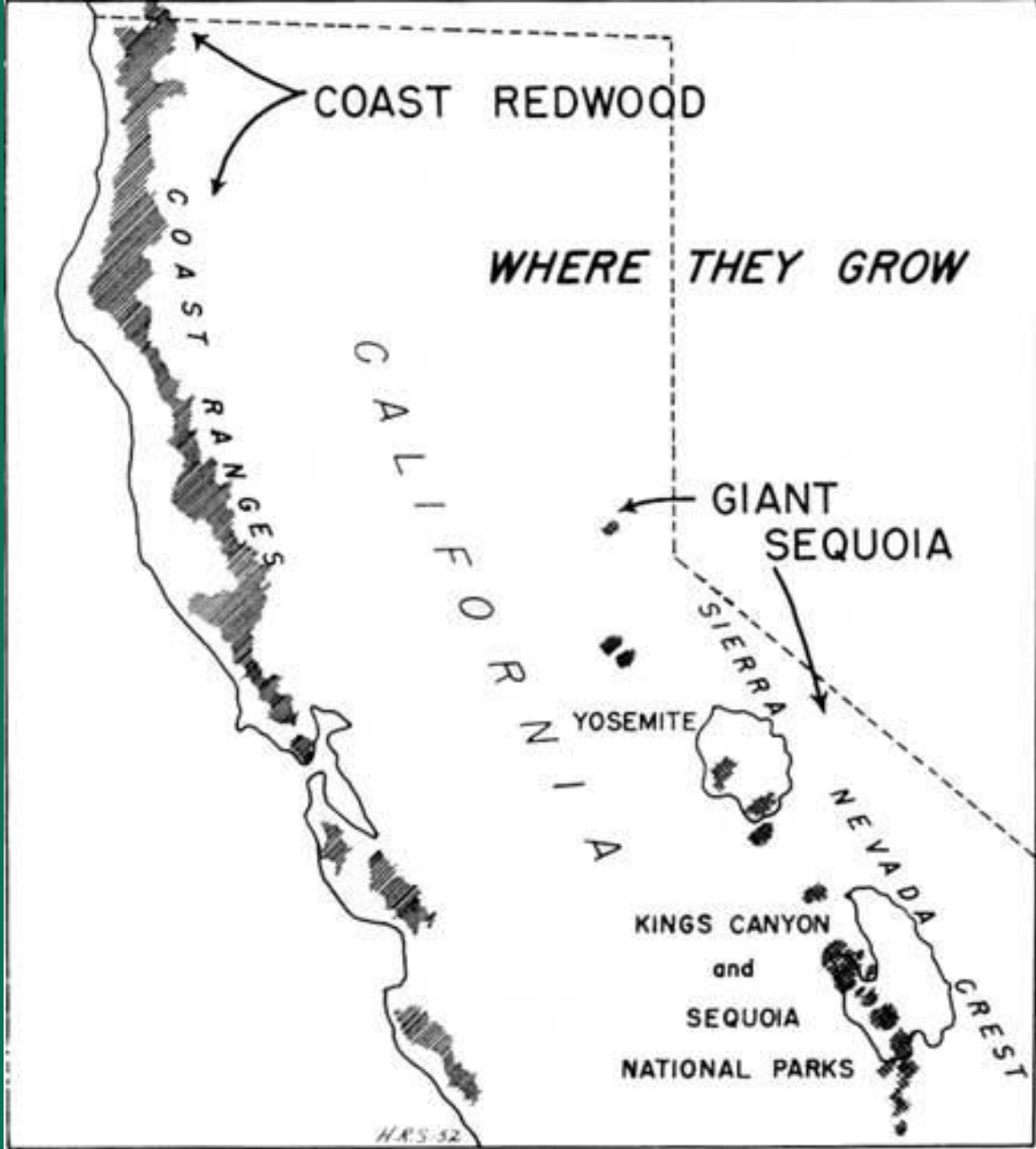
Taxodium sp.

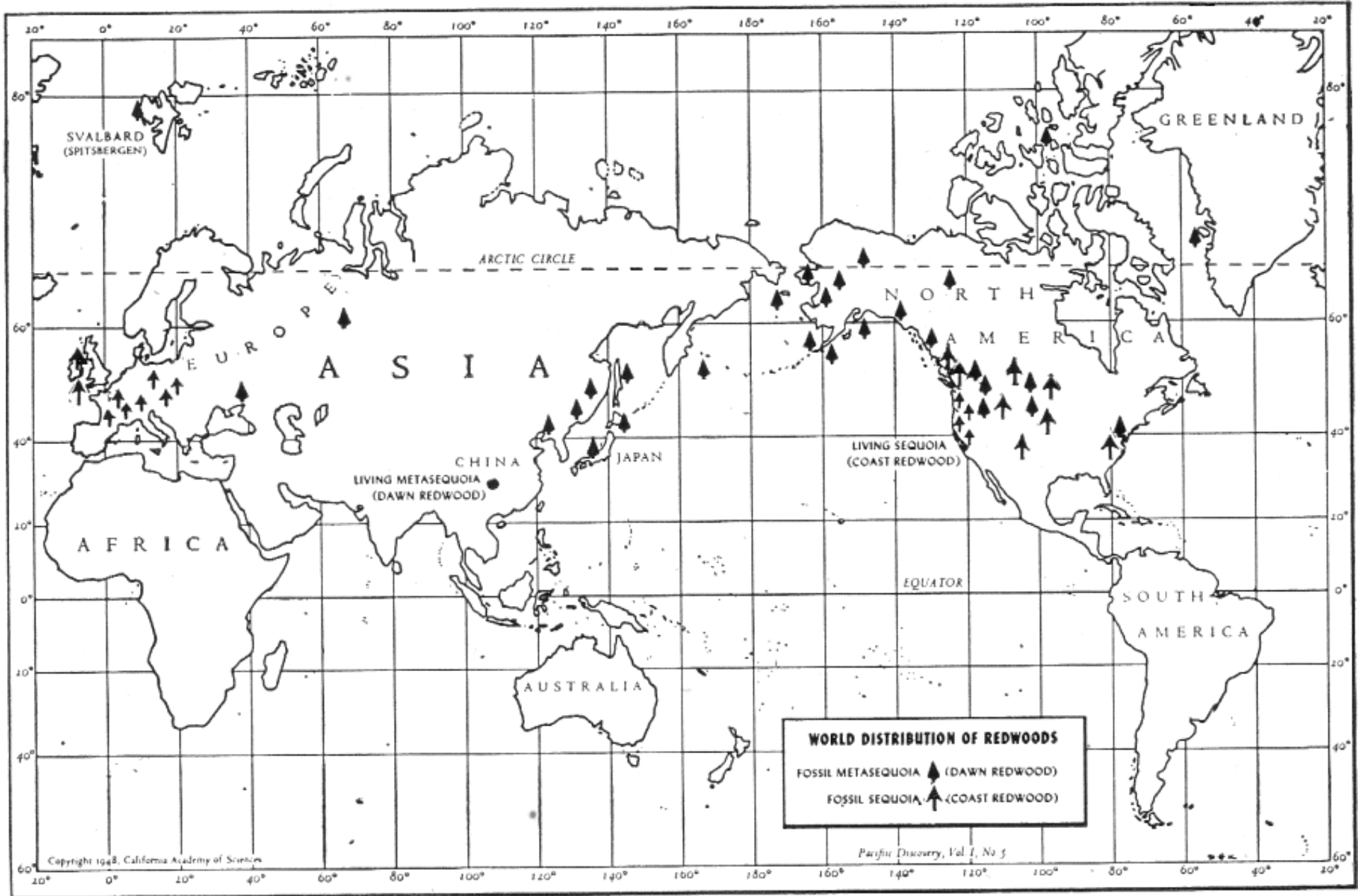


Sequoia sp.











Taxodium disticum









Everglades – distribuição na Flórida (USA)





Podocarpus sp.



- - plantas dióicas
- sementes recobertas pelas escamas, formando o pinhão



Araucaria angustifolia



Araucaria angustifolia-
distribuição passada



Araucaria angustifolia

pinhão e estróbilo feminino

- Judd *et al.* (2008) → não estabelecem categorias taxonômicas, falam em “*plantas com sementes que não são angiospermas*”:

- “grupo das coníferas”

- “grupo das cicadáceas”

- “grupo da ginkgo”

- “grupo das gnetófitas”

Gnetophyta



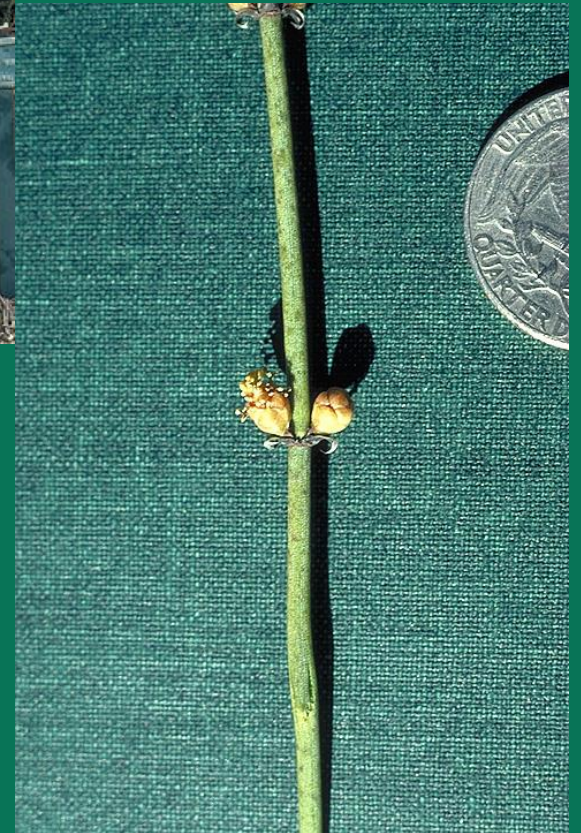
Ephedra -- mormon tea



Gnetum



*Ephedra
viridis*



cone masculino



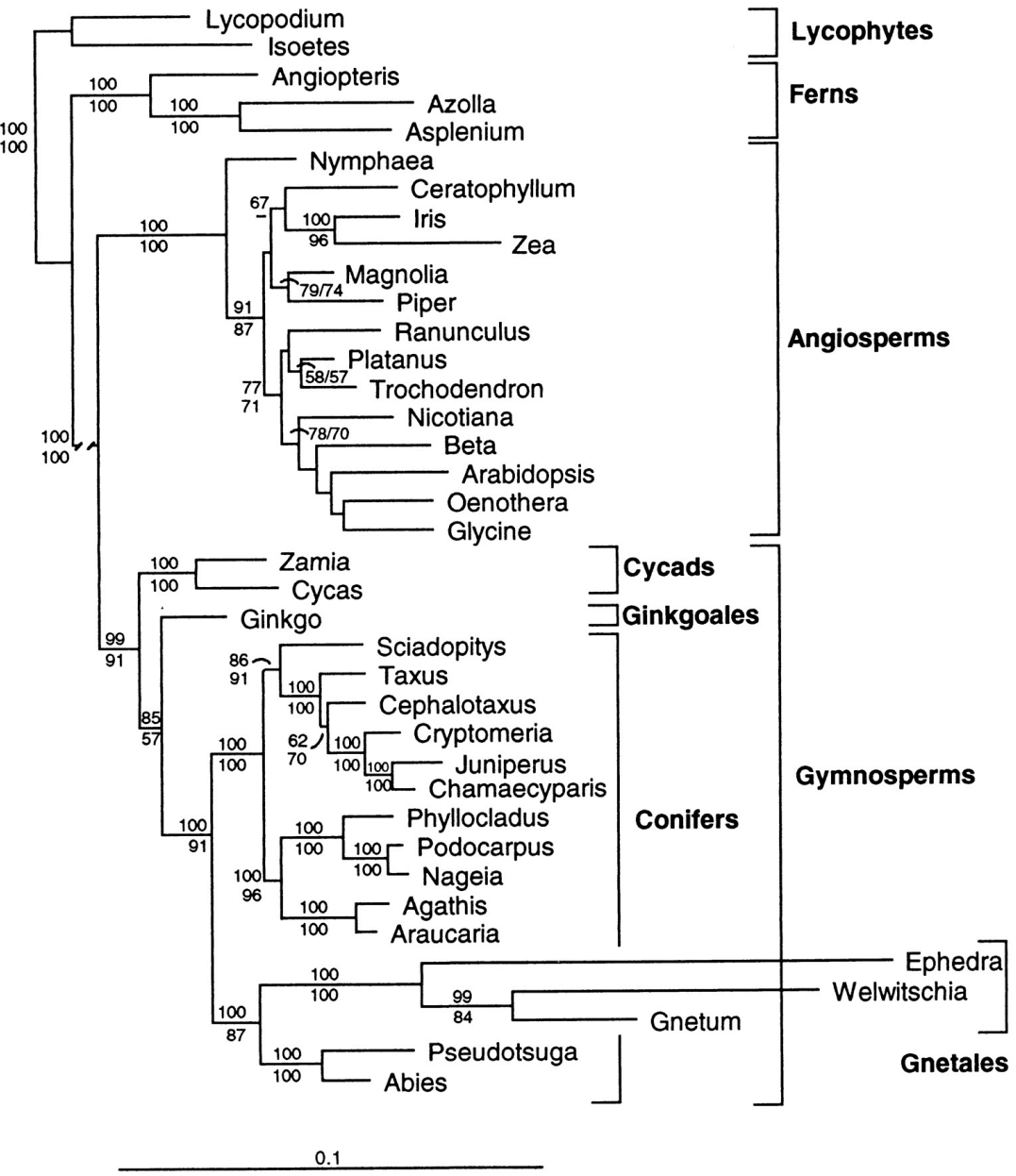
eixos férteis ovulados

Gnetum sp



Welwitschia mirabilis –
Endêmica do Deserto do Kalahari (Namíbia)





FILOGENIA COM DADOS MOLECULARES (APENAS GRUPOS ATUAIS) - GIMNOSPERMAS MONOFILÉTICAS