

# 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



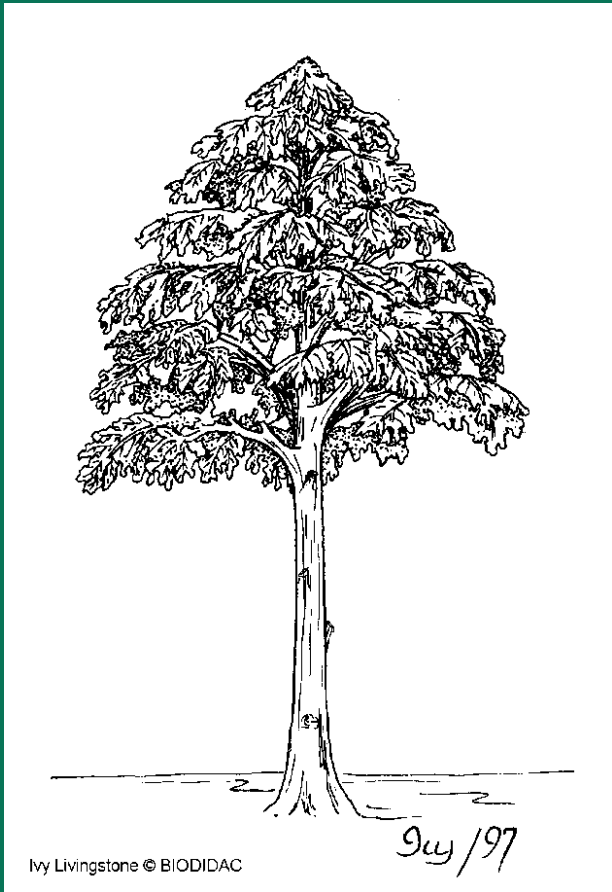
Briófitas

Pteridófitas



Traqueídes com paredes diferencialmente espessadas

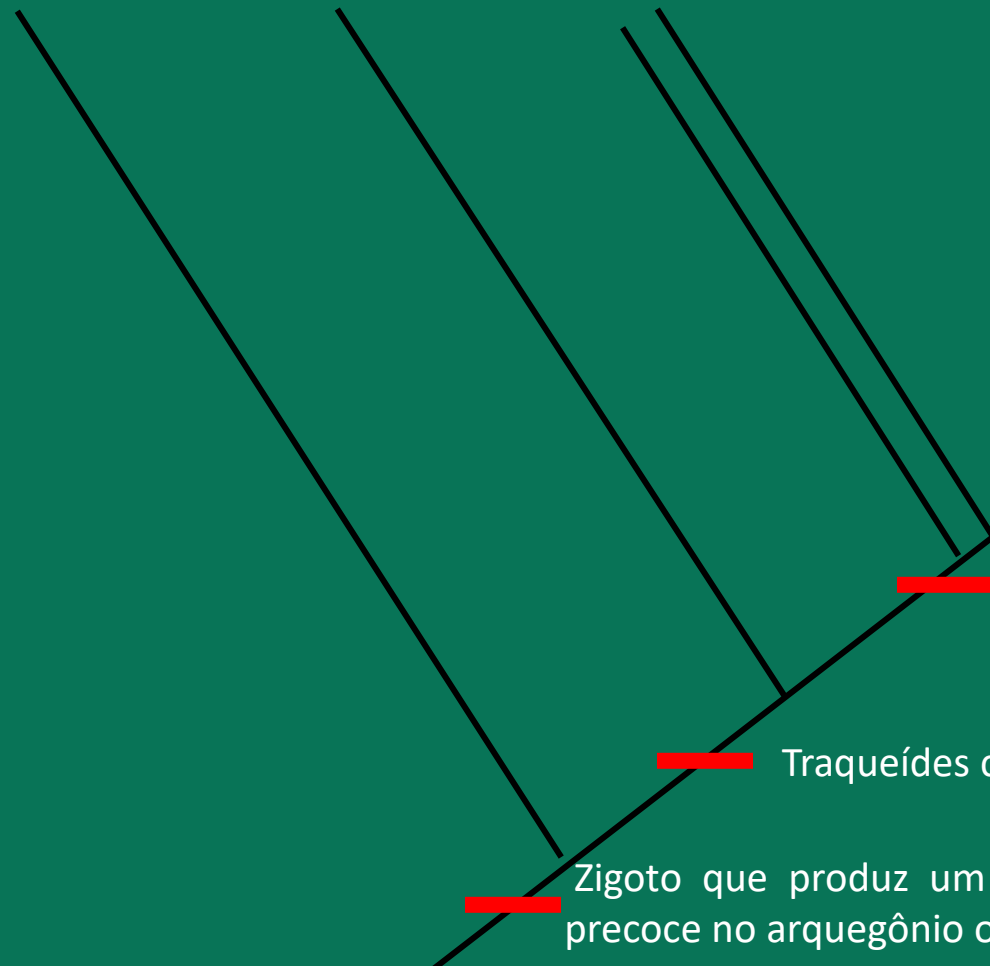
Zigoto que produz um embrião multicelular com desenvolvimento precoce no arquegônio ou saco embrionário



Briófitas

Pteridófitas

Progimnospermas



Xilema e floema secundário

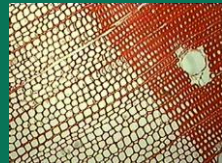
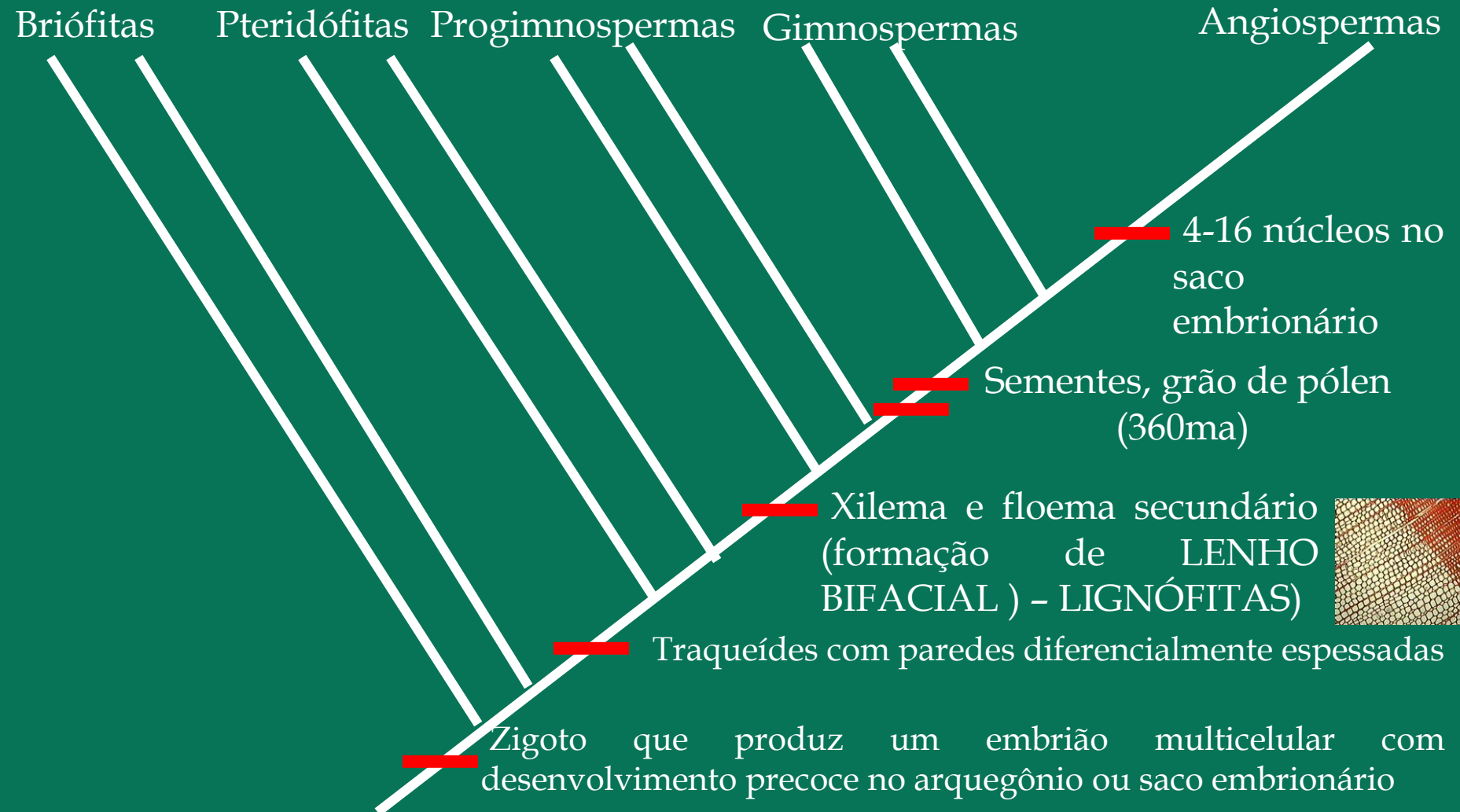
Traqueídes com paredes diferencialmente espessadas

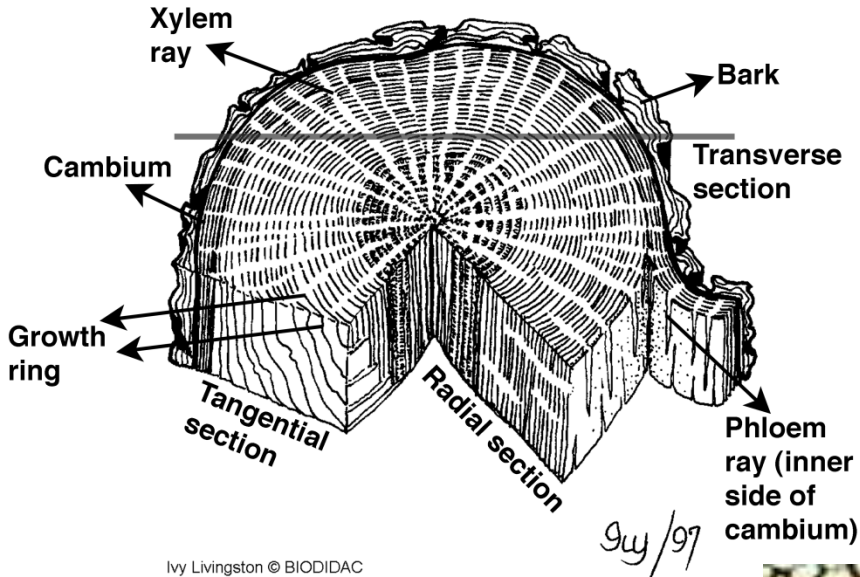
Zigoto que produz um embrião multicelular com desenvolvimento precoce no arquegônio ou saco embrionário

# Plantas com Embrião) Embriófitas

## Plantas vasculares (Traqueófitas)

### Plantas com sementes (Espermatófitas)

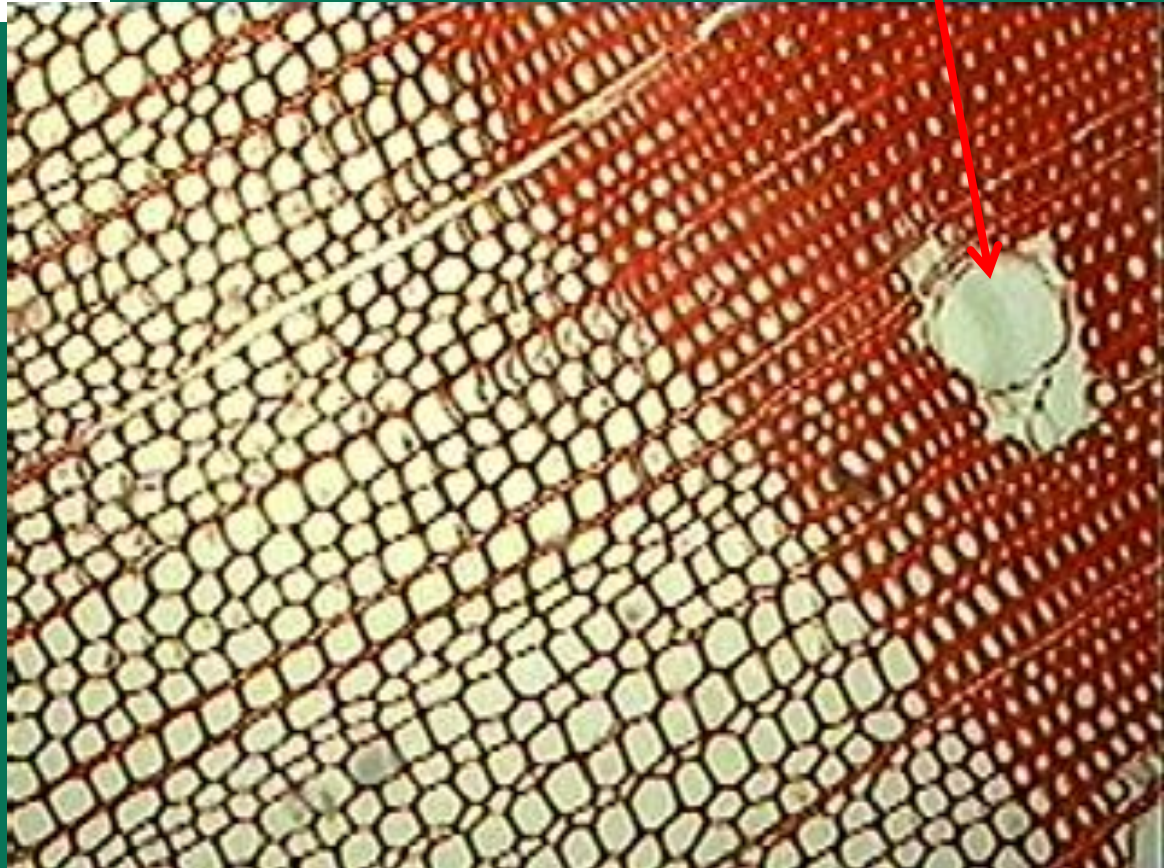




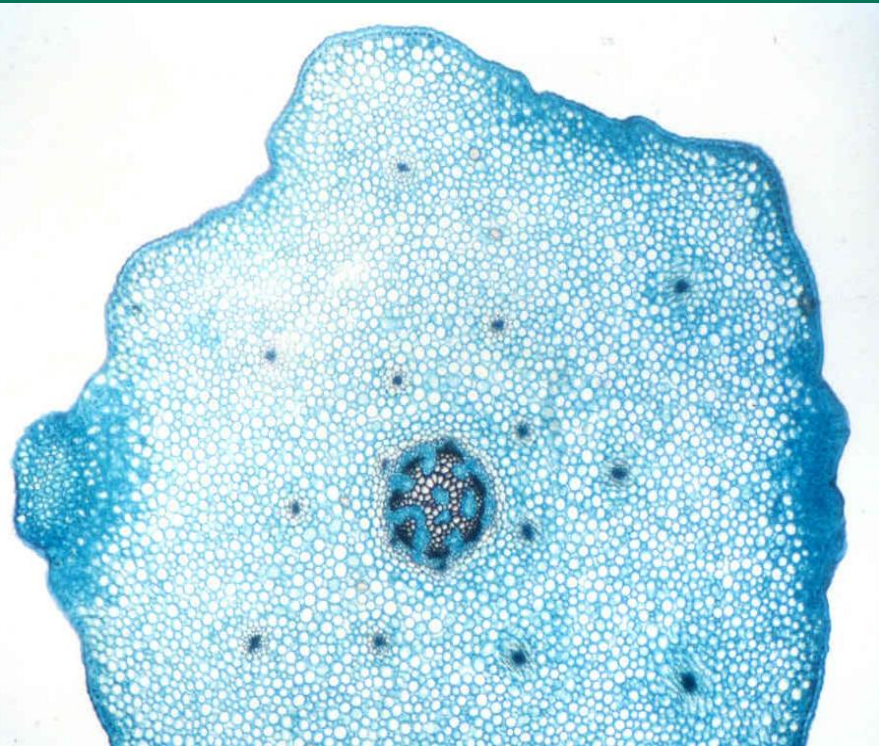
Ivy Livingston © BIODIDAC

Canal de resina

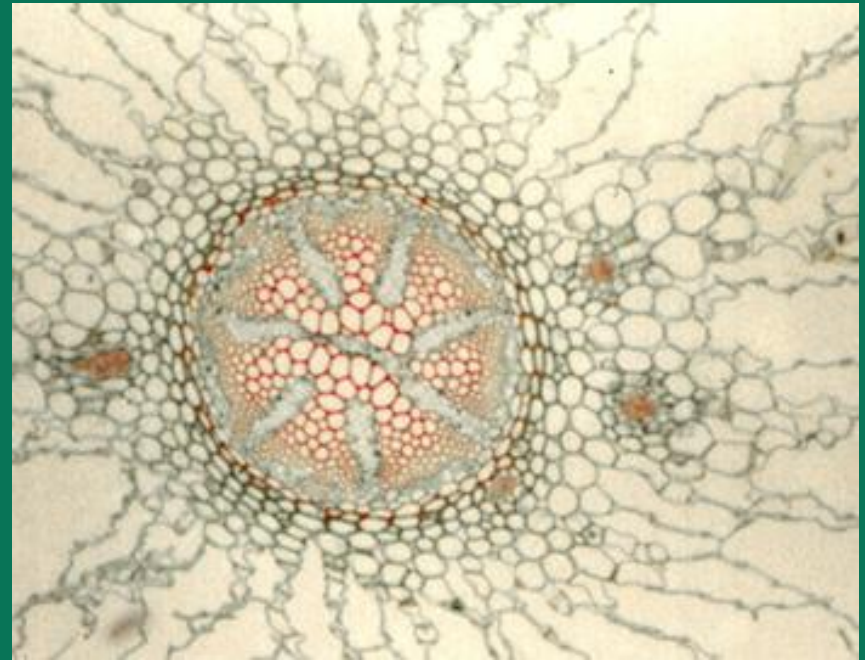
LENHO de  
*Pinus*, formado  
por traqueídes



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

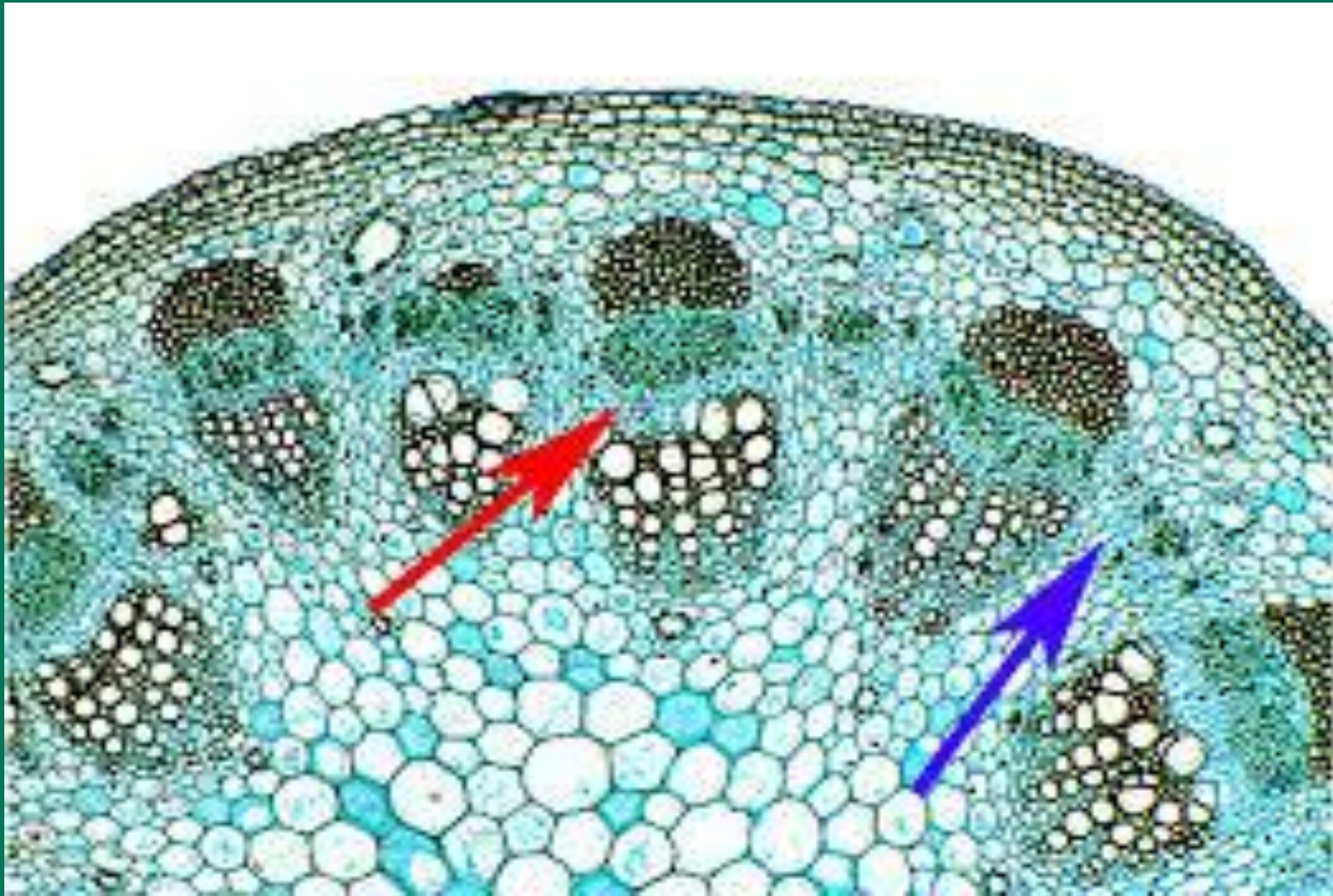


*Huperzia treitubensis*



*Lycopodium*

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





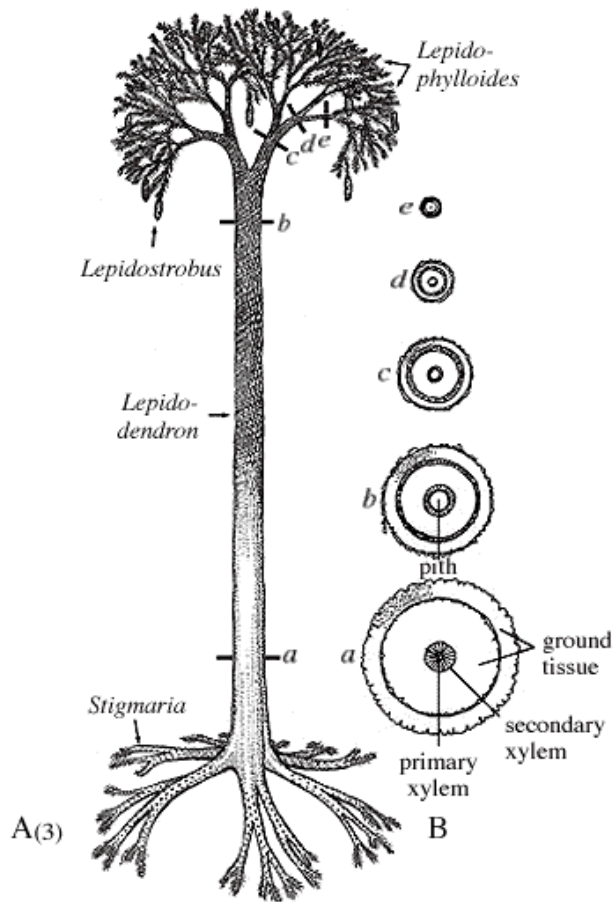
## “Pró-gimnospermas”

- 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.)

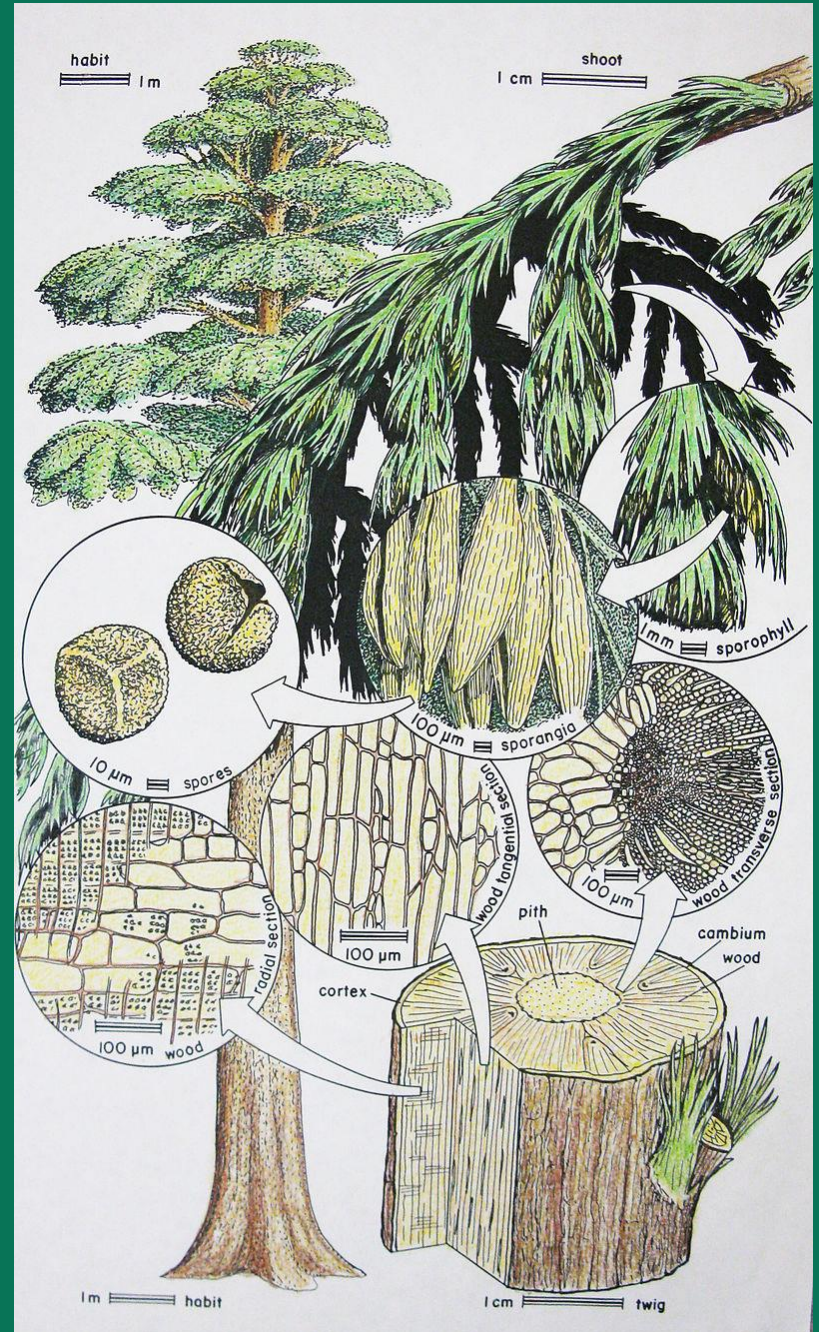
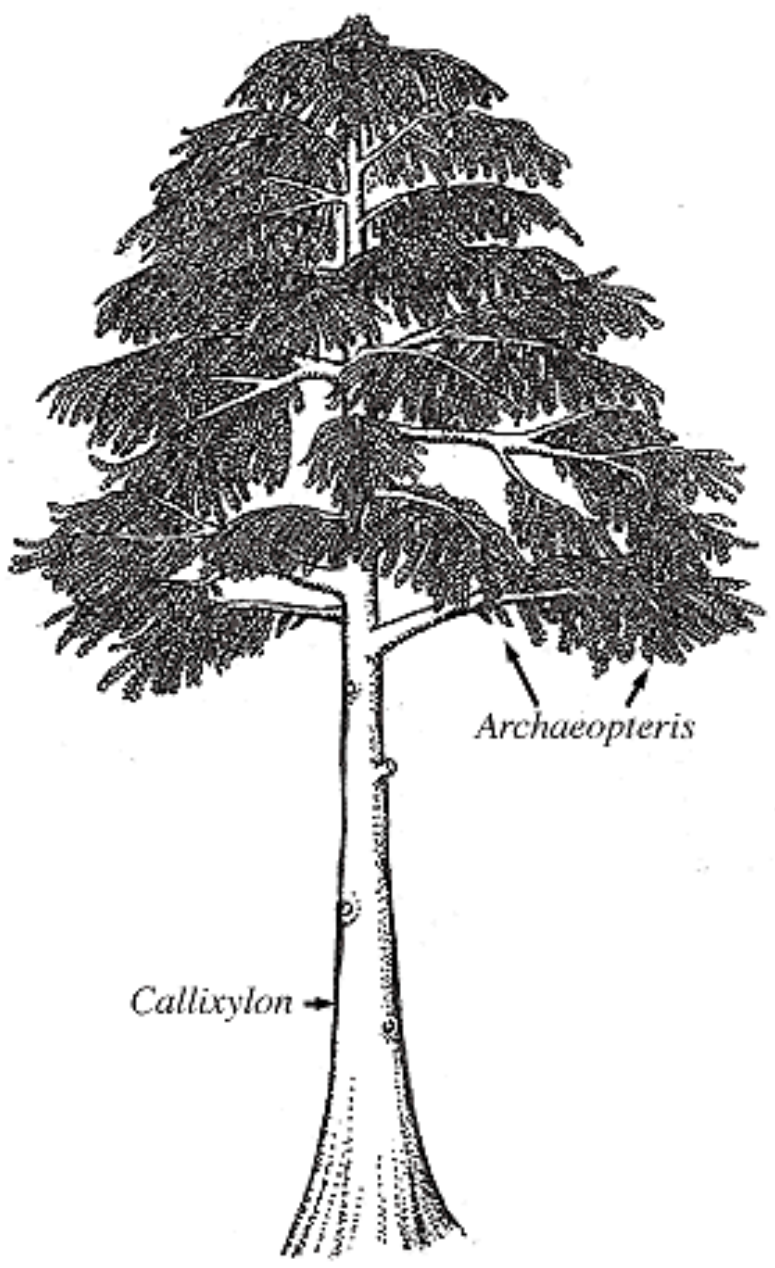


*Calamites* – Equisetopsida (“pteridófita”) com lenho UNIFACIAL ( formação apenas de xilema secundário, manutenção do floema primário) – (Carbonífero ca. 360-300 m.a.)



*Equisetum* (Equisetopsida “pteridófita”)  
atual

# Pró-gimnospermas



# Pteridospermas – grupo provavelmente parafilético



*Medullosa*

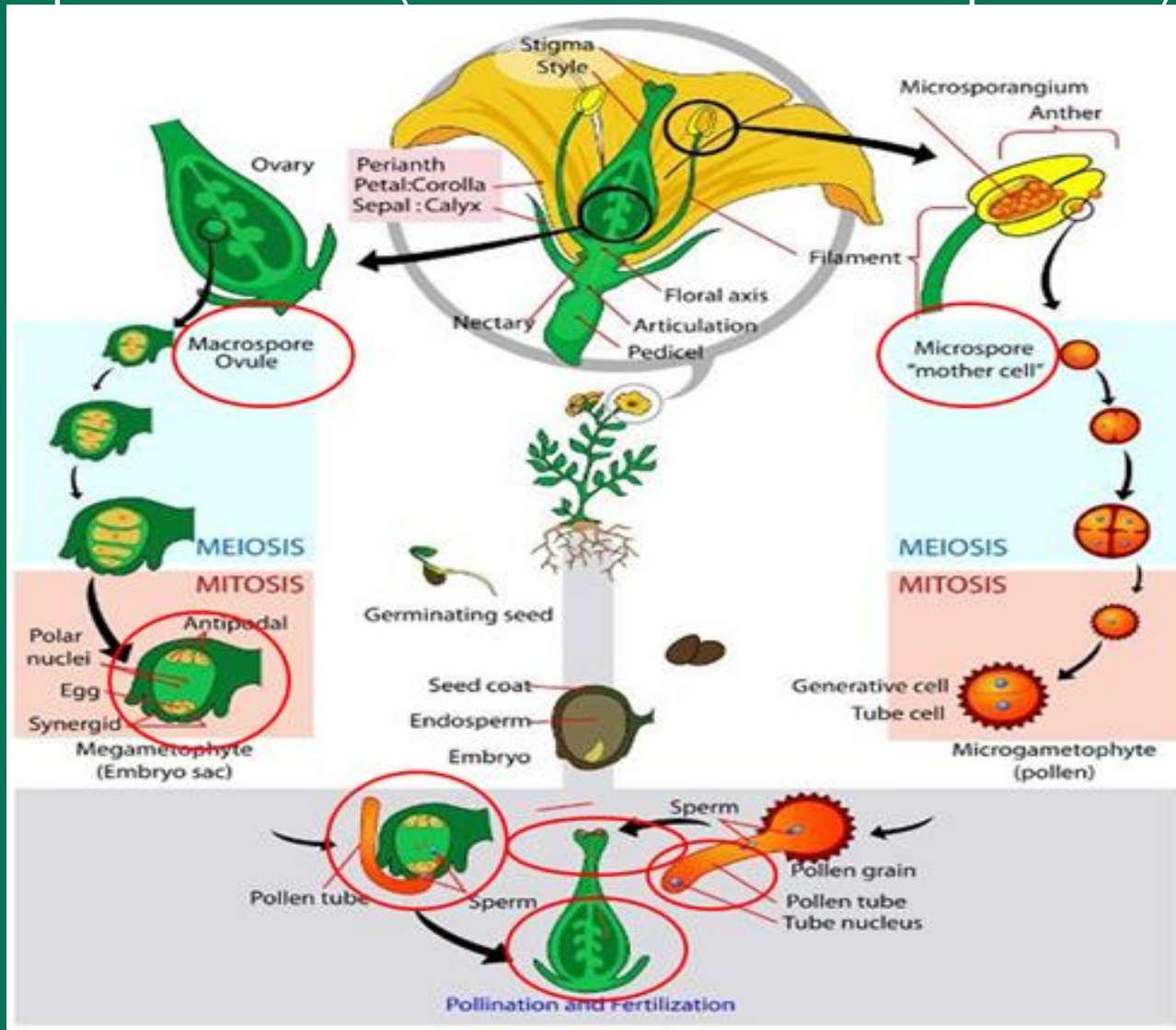


*Neuropteris*



Semente corte longitudinal  
(*Pachytosta*).

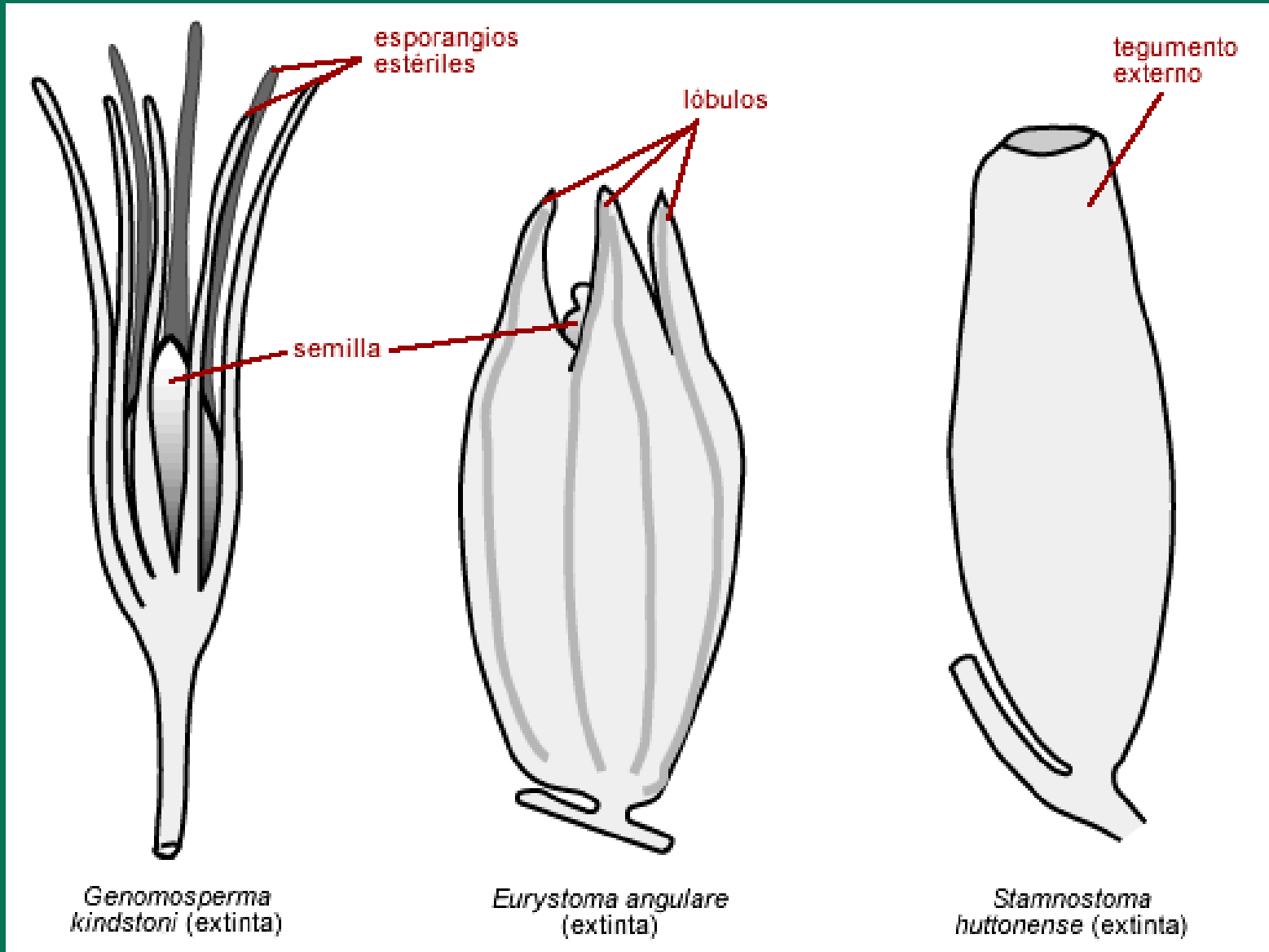
# Heterosporia – novidade evolutiva das espermatófitas (incluindo as Pteridospermas)



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)



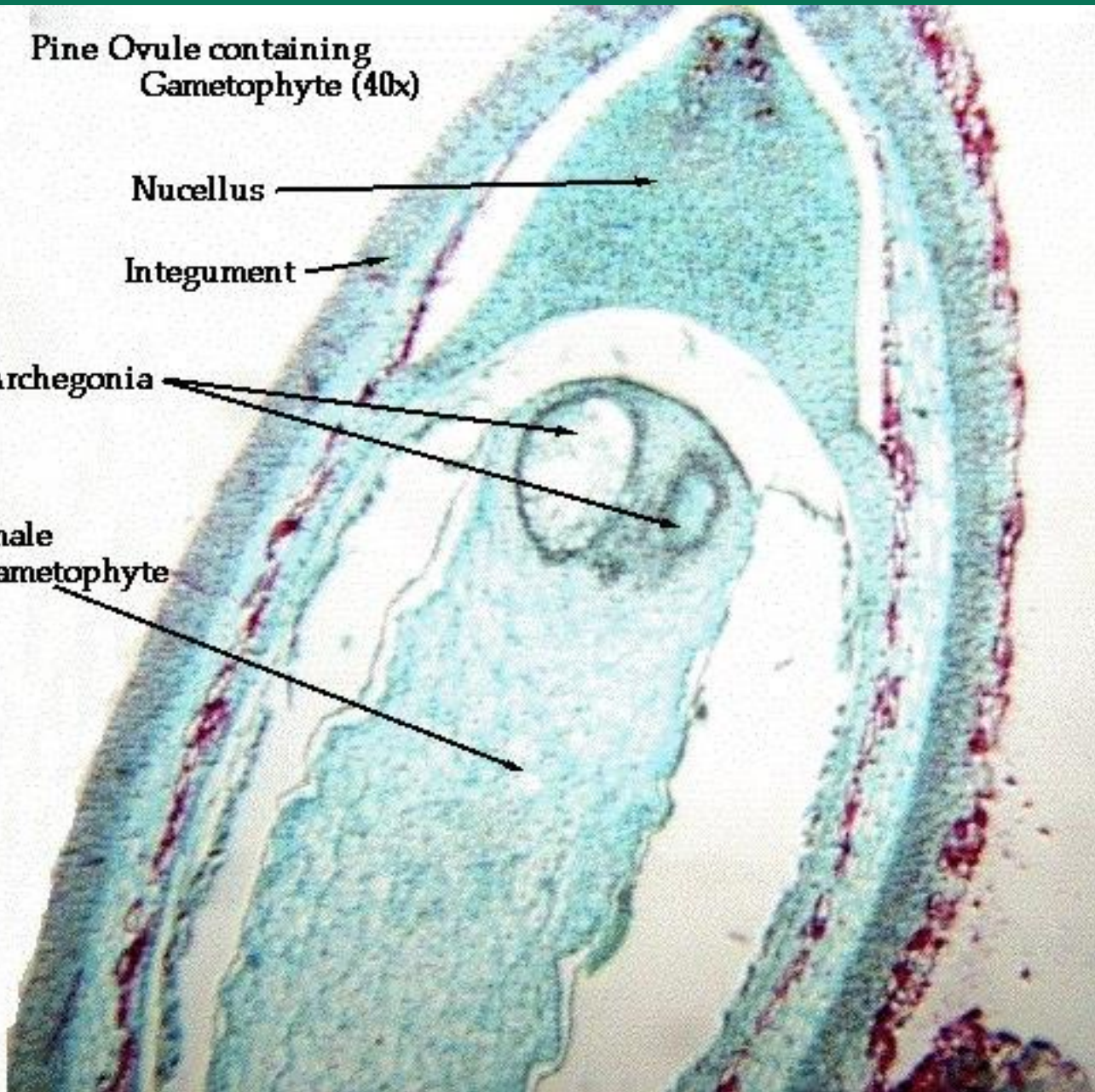
Pine Ovule containing  
Gametophyte (40x)

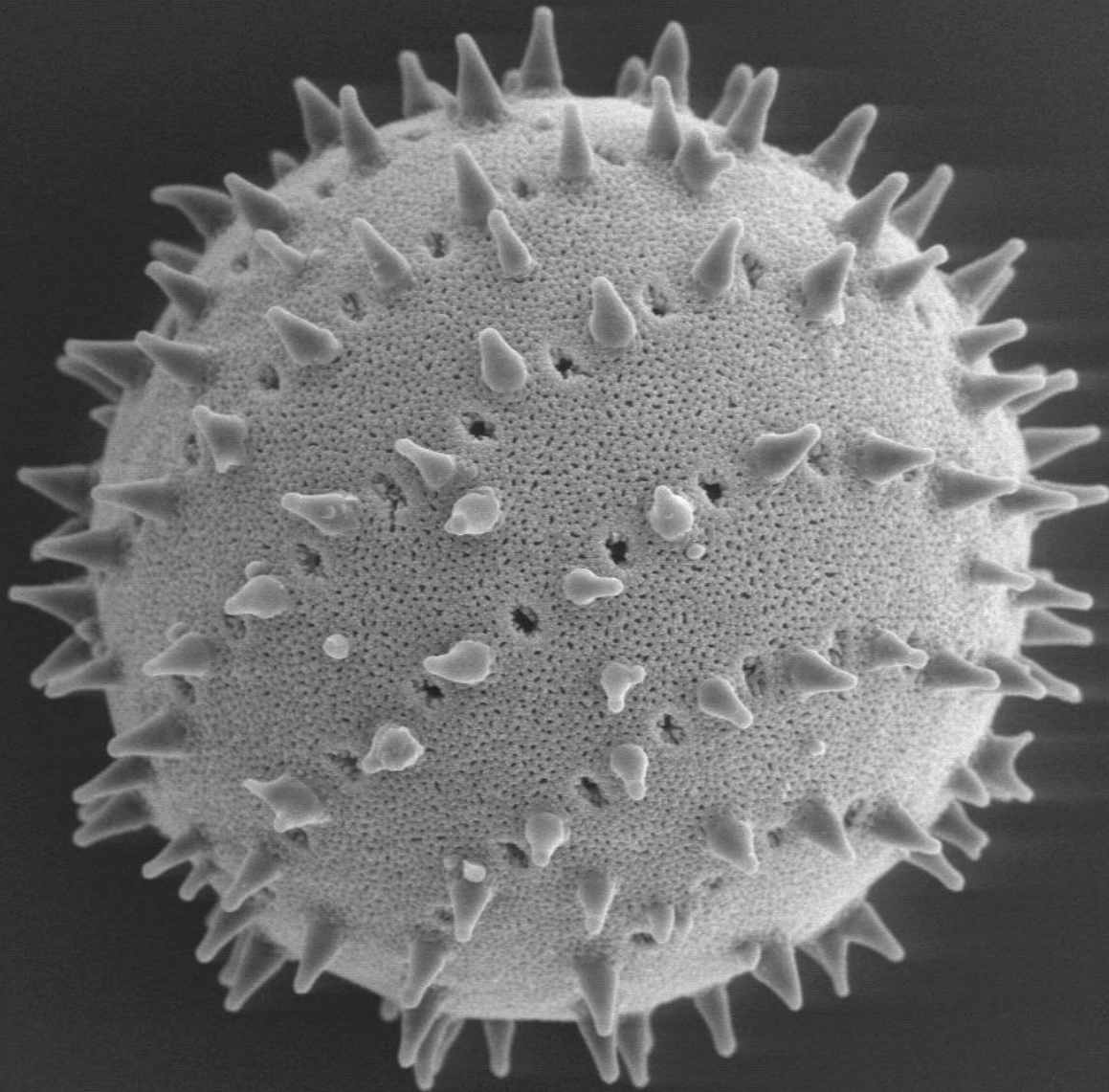
Nucellus

Integument

Archegonia

Female  
Gametophyte





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

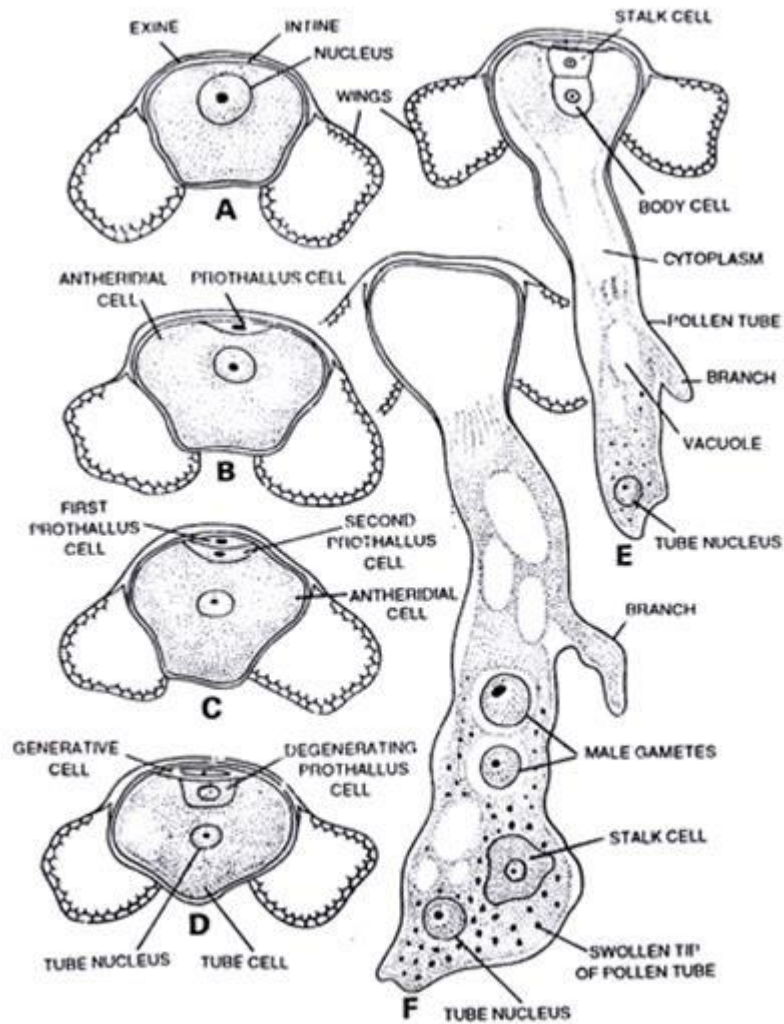
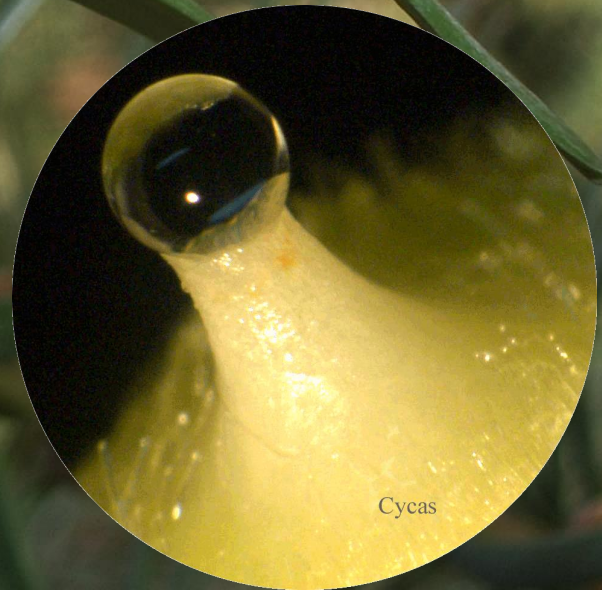


Fig. 4.42. *Pinus* spp. Development of male gametophyte. A, a pollen grain; B-D, successive stages in the development; E, pollen tube with nucleus; F, two unequal male gametes, stalk nucleus, tube within pollen tube.

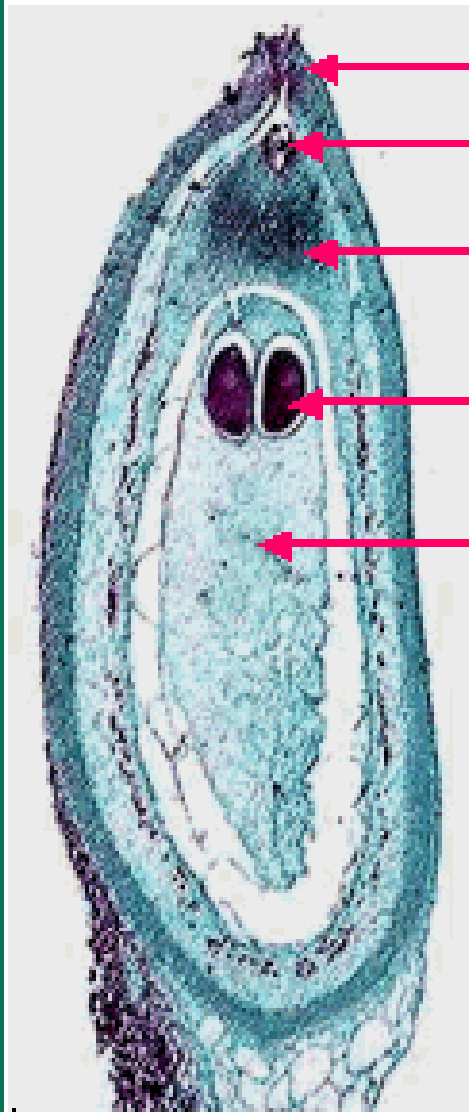




*Gota micropilar*



Cycas



Óvulo, corte longitudinal

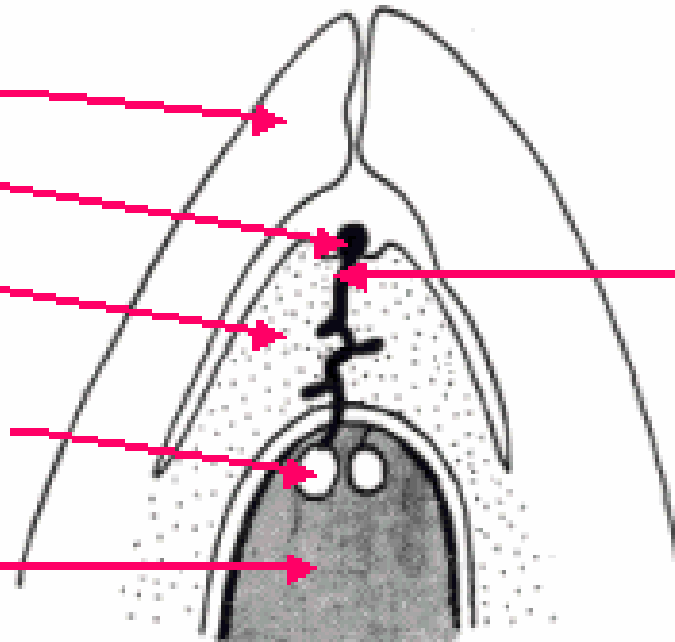
tegumento

polen

nucela

arquegonios

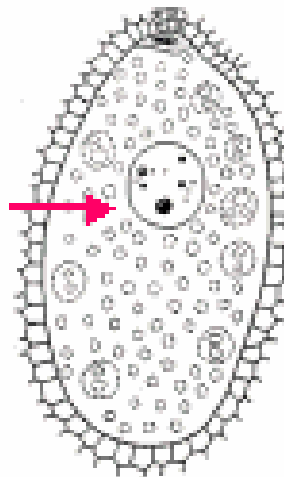
Prótalo o gametofito femenino



Tubo polínico

Lleva los gametos ♂ hasta la gameta ♀

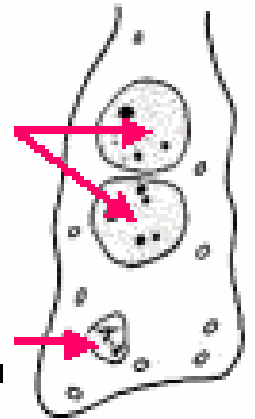
Ovocélula o gameto femenino



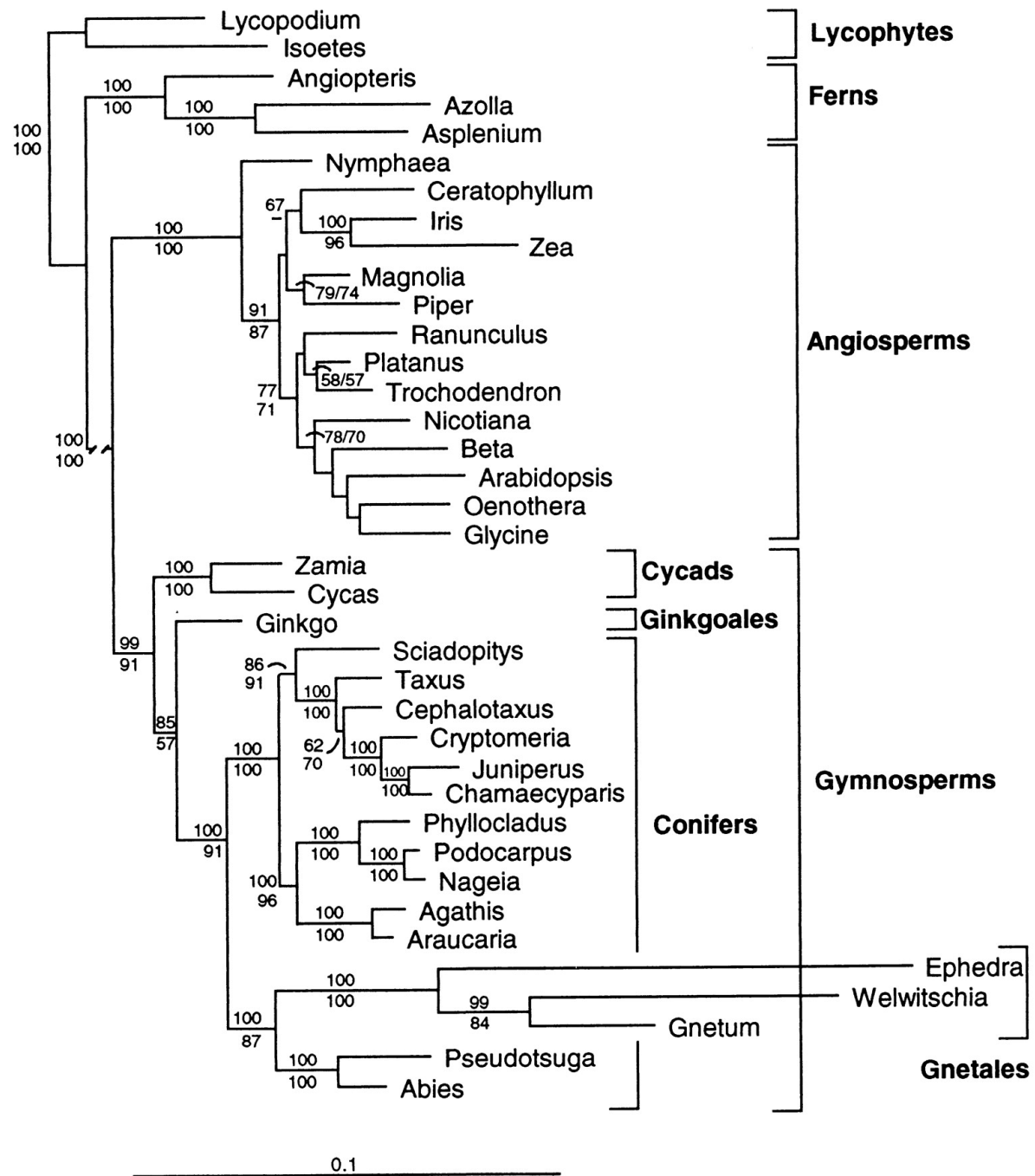
arquegonio

gametos

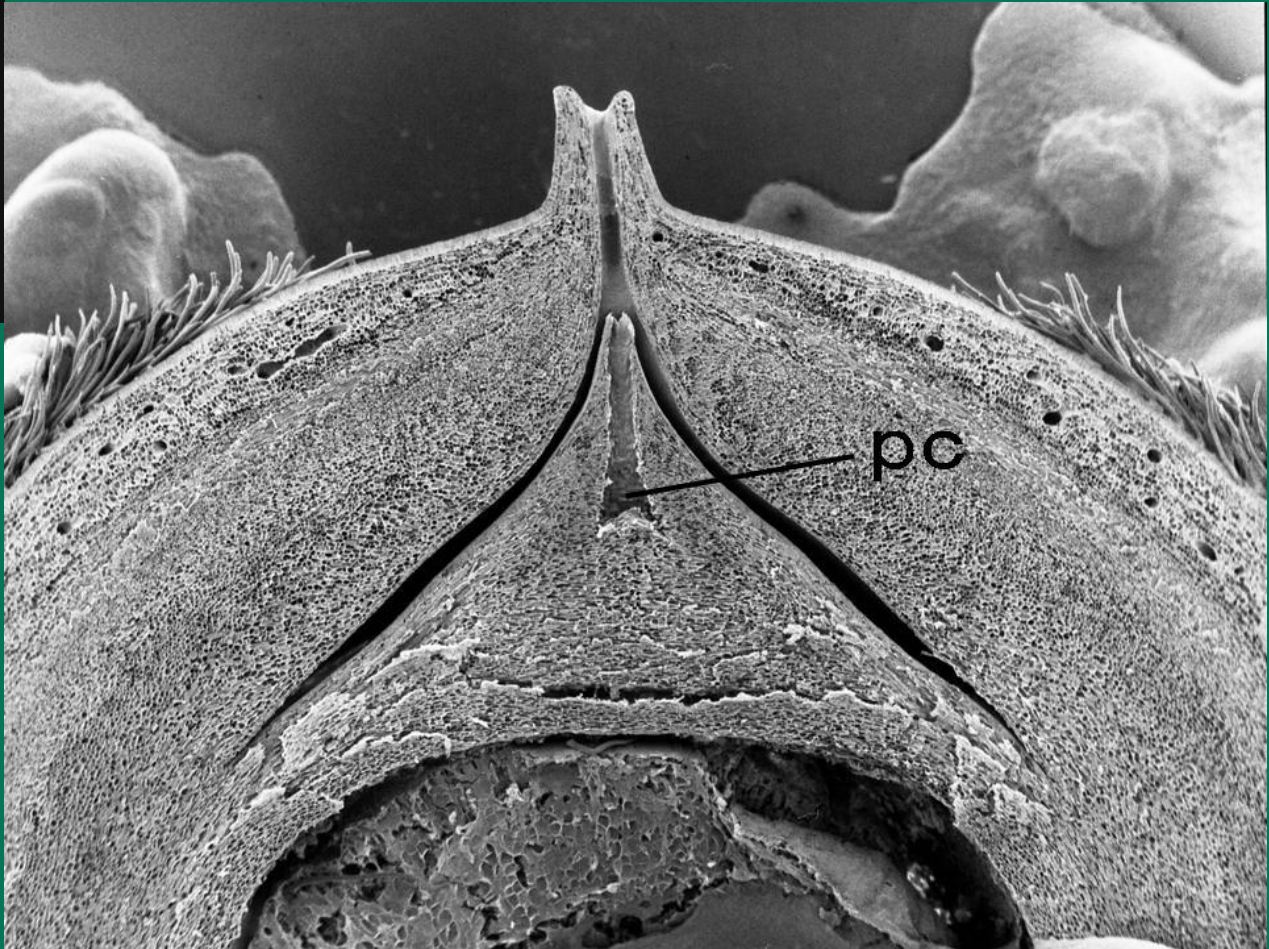
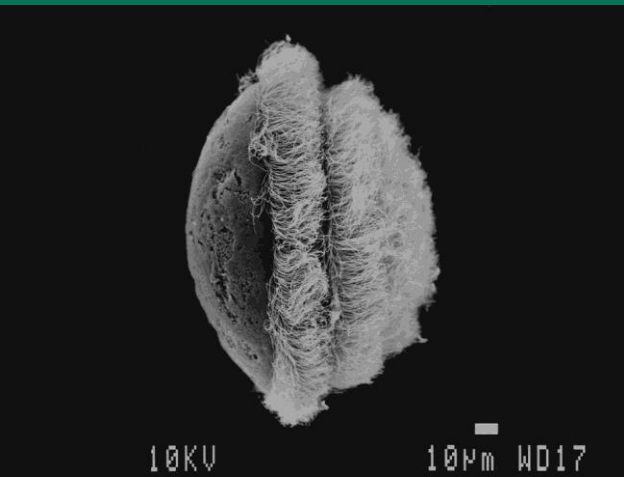
Núcleo del tubo polínico



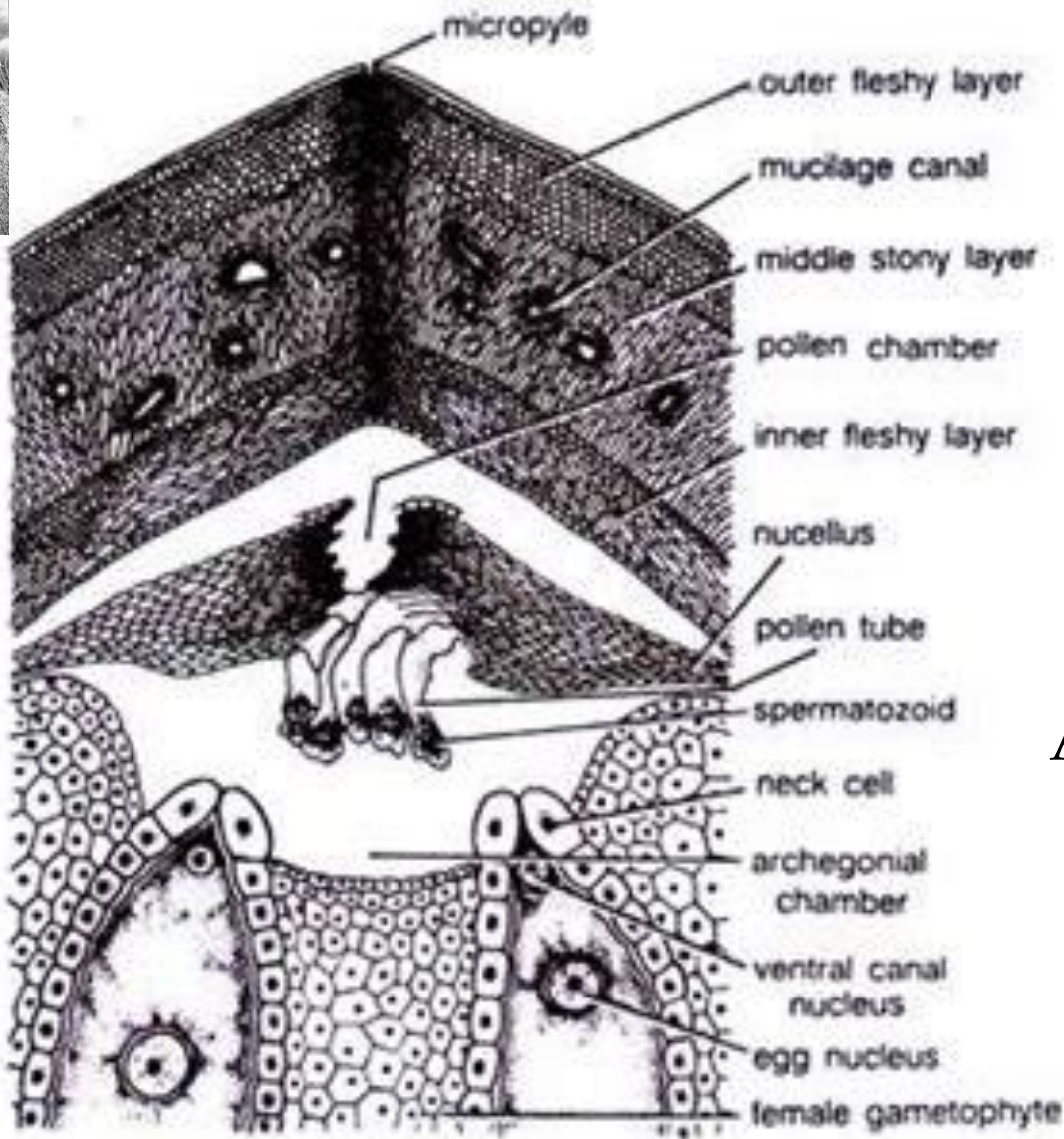
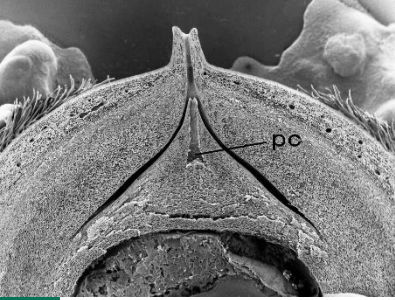
Tubo polínico







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).

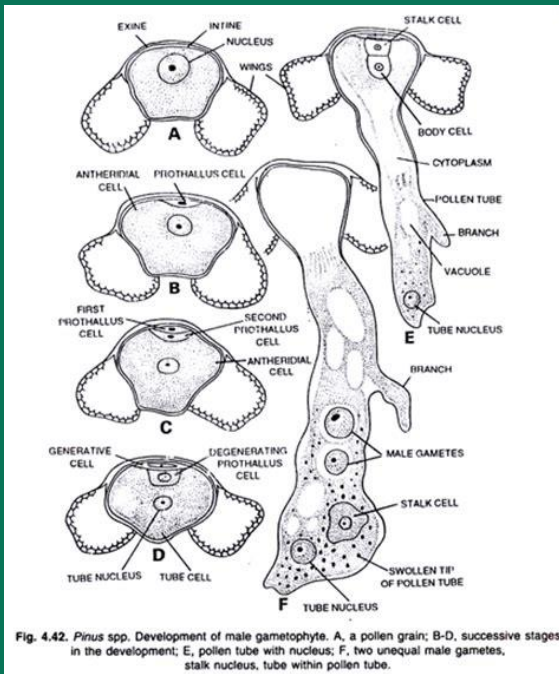
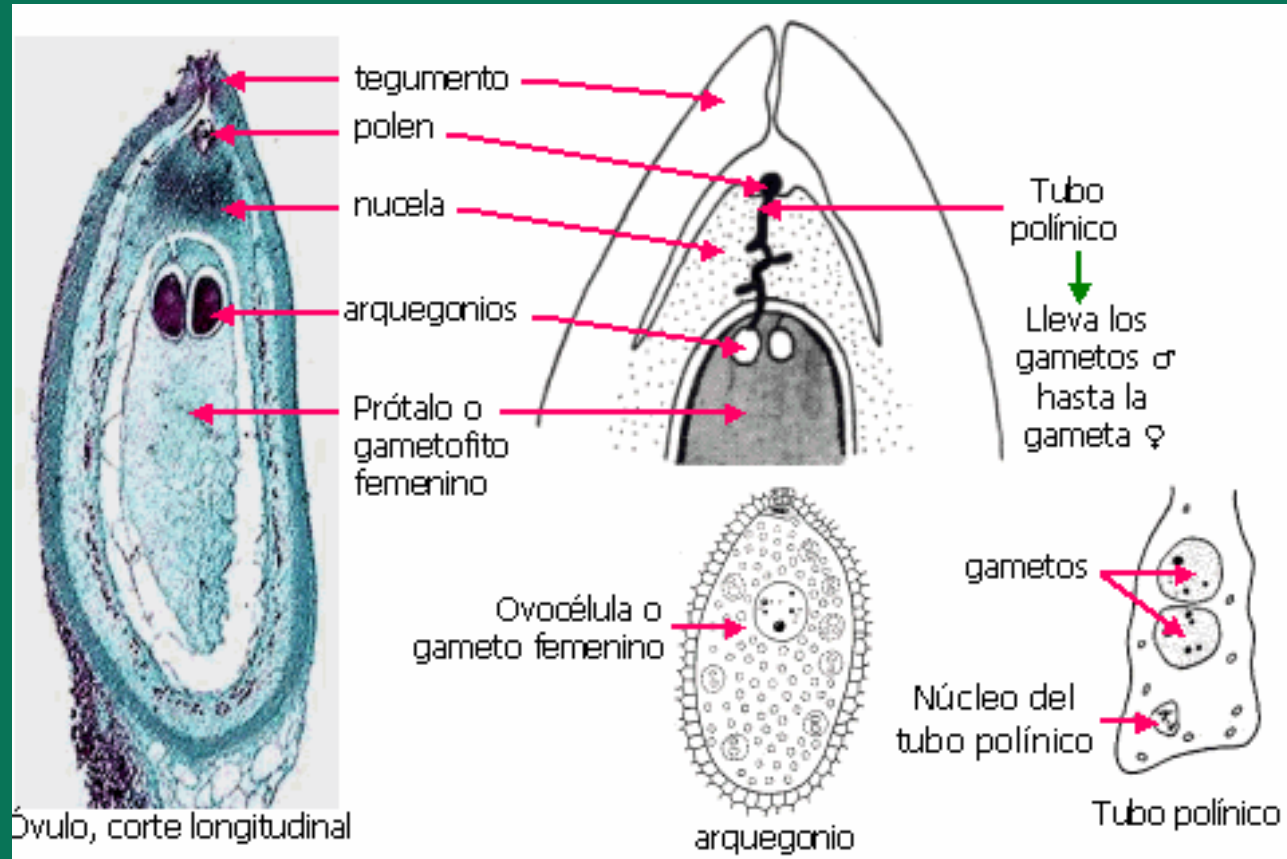


Fig. 4.42. *Pinus* spp. Development of male gametophyte. A, a pollen grain; B-D, successive stages in the development; E, pollen tube with nucleus; F, two unequal male gametes, stalk nucleus, tube within pollen tube.



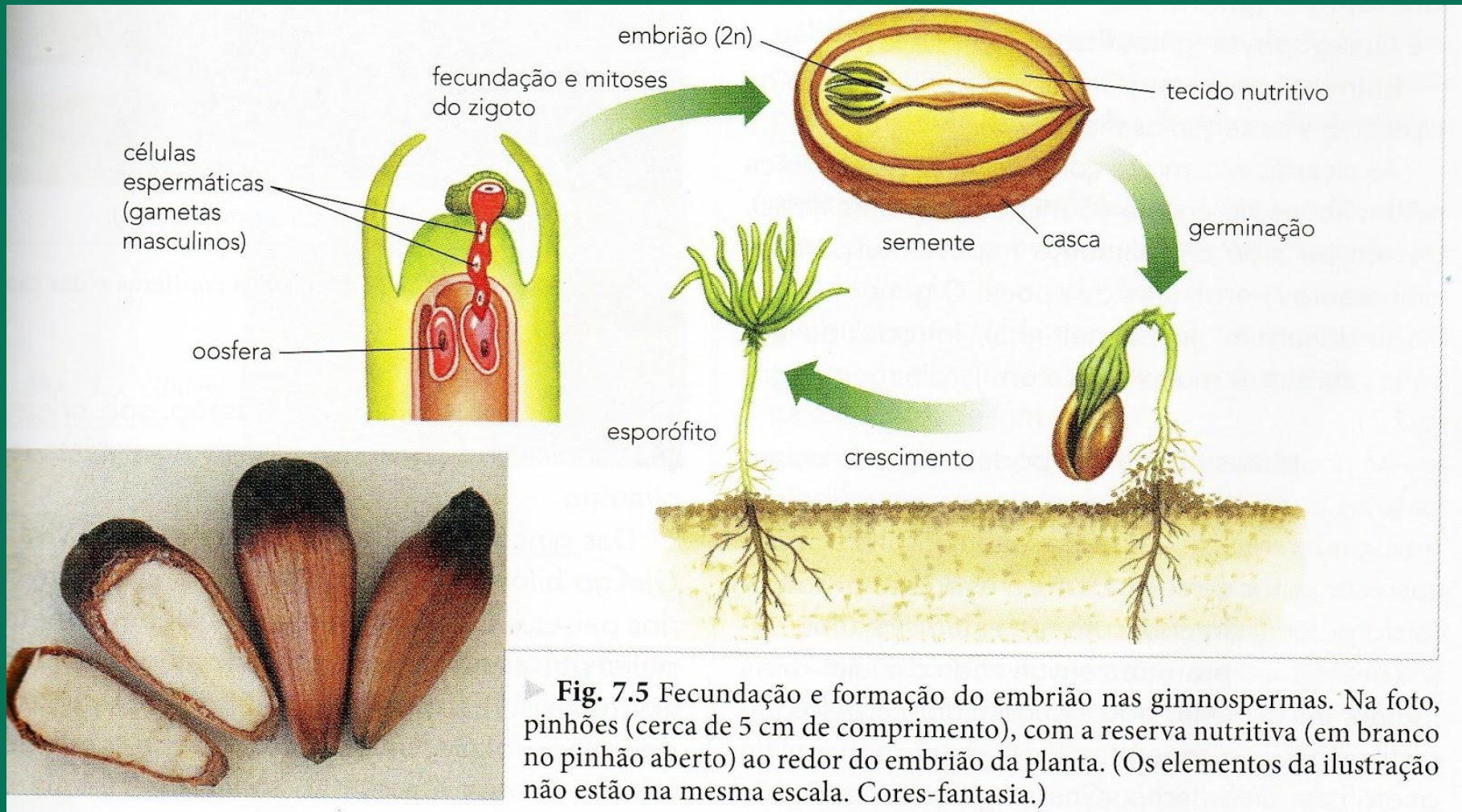
Óvulo, corte longitudinal

arquegonio

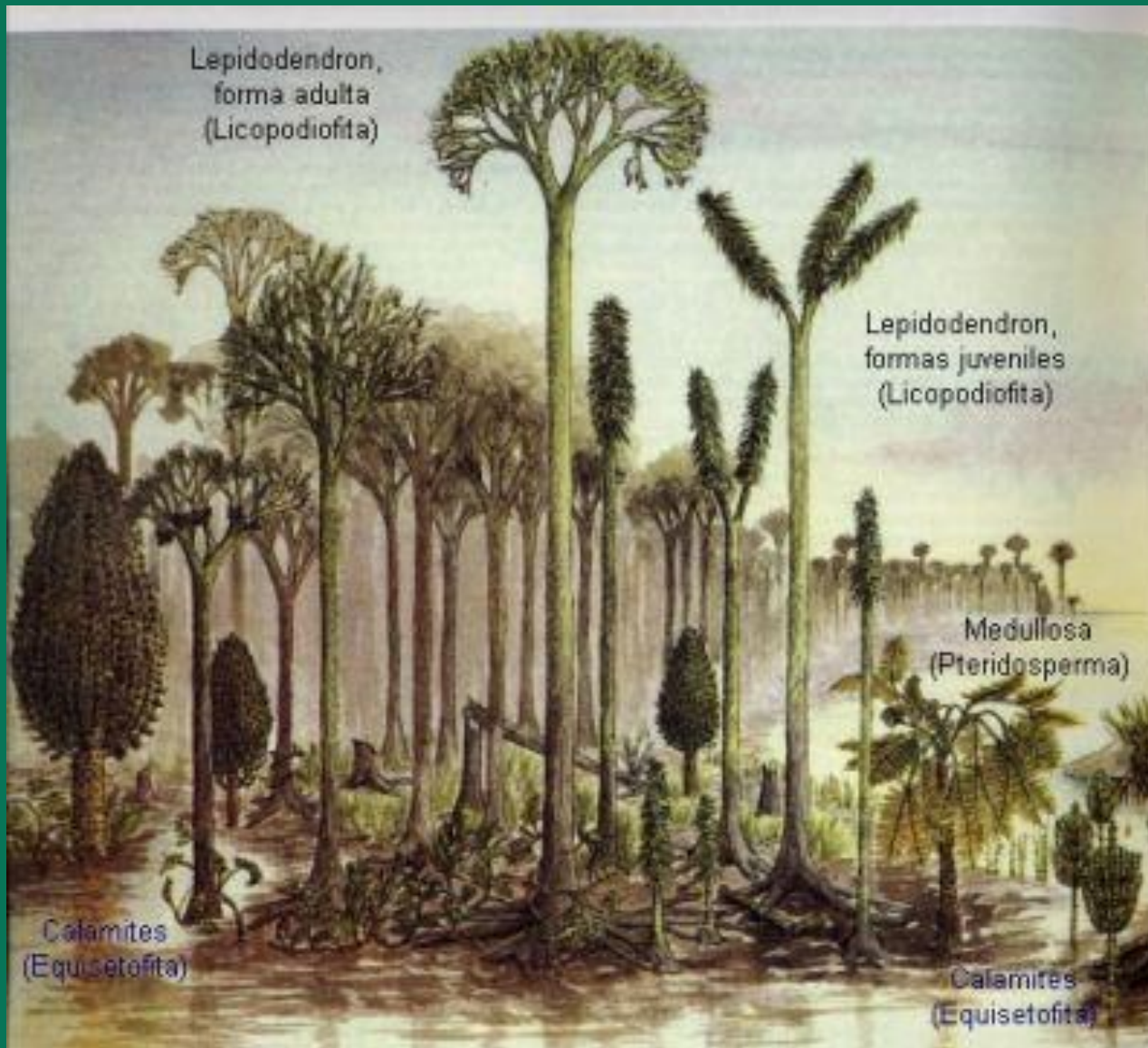
Tubo polínico

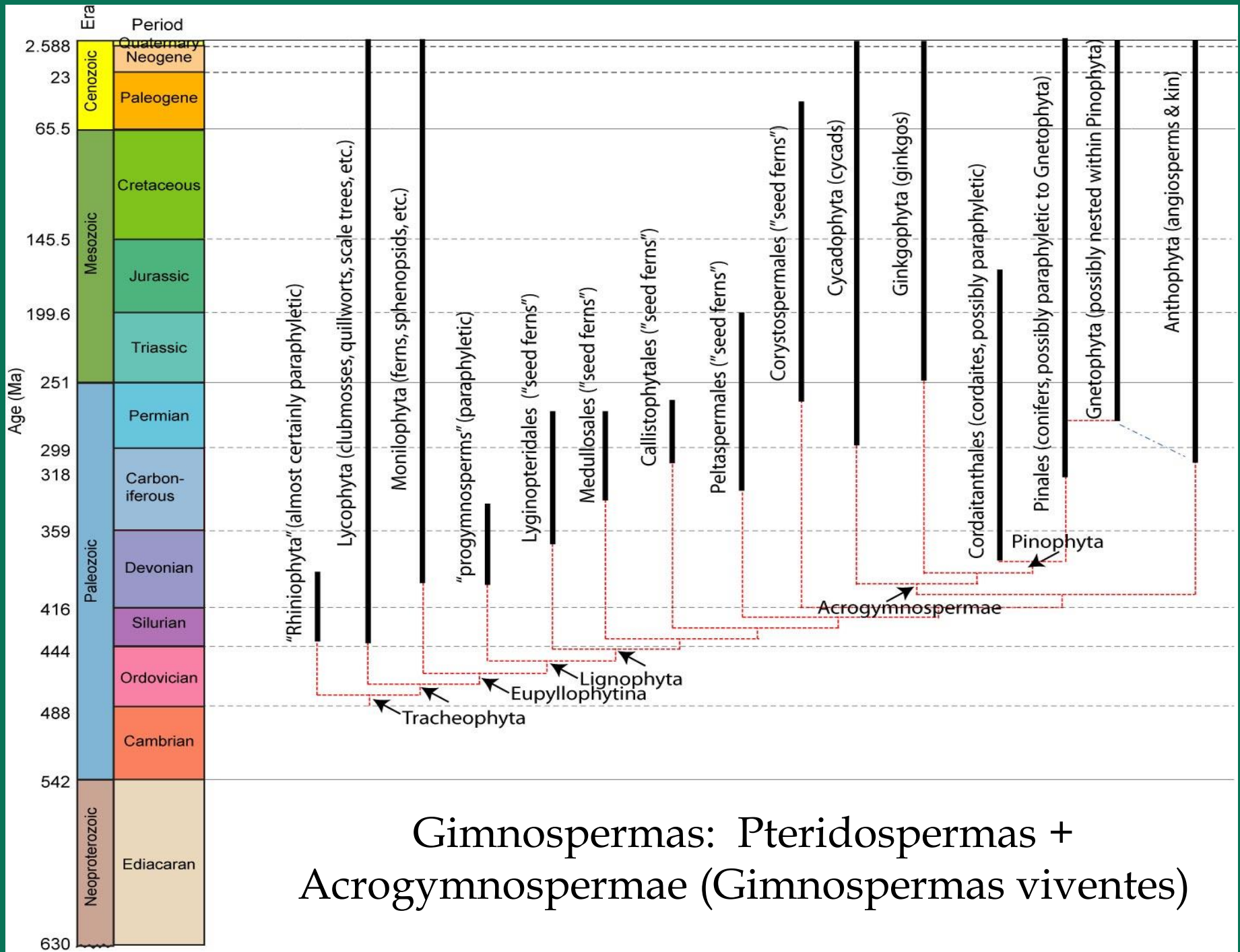
Gnetales e Coníferas: gametas masculinos imóveis (não ciliados) tubo polínico haustorial, mas levando o gameta até a oosfera (plantas sifonógomas, como as angiospermas)

# Semente – novidade evolutiva das espermatófitas



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





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

- Gifford & Foster (1989) e Mauseth (1995) → 7 filos:

- 1) Filo Progymnospermophyta (fósseis da era Paleozóica)
- 2) Filo Pteridospermophyta (fósseis do Carbonífero ao Cretáceo)
- 3) Filo Cycadeiodophyta (=Bebbettiales) (fósseis do Triássico ao Cretáceo)
- 4) Filo Cycadophyta (do Permiano ao Recente)
- 5) Filo Ginkgophyta (do Triássico, chegando ao Recente apenas por uma espécie, *Ginkgo biloba*)
- 6) Filo Coniferophyta ou Pinophyta (do Carbonífero Superior ao Recente)
- 7) Filo Gnetophyta (do Permiano ao Recente)

- 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*



Família Zamiaceae

9 gêneros/ 111 espécies



*Zamia* sp.

Estróbilos femininos com sementes



- 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

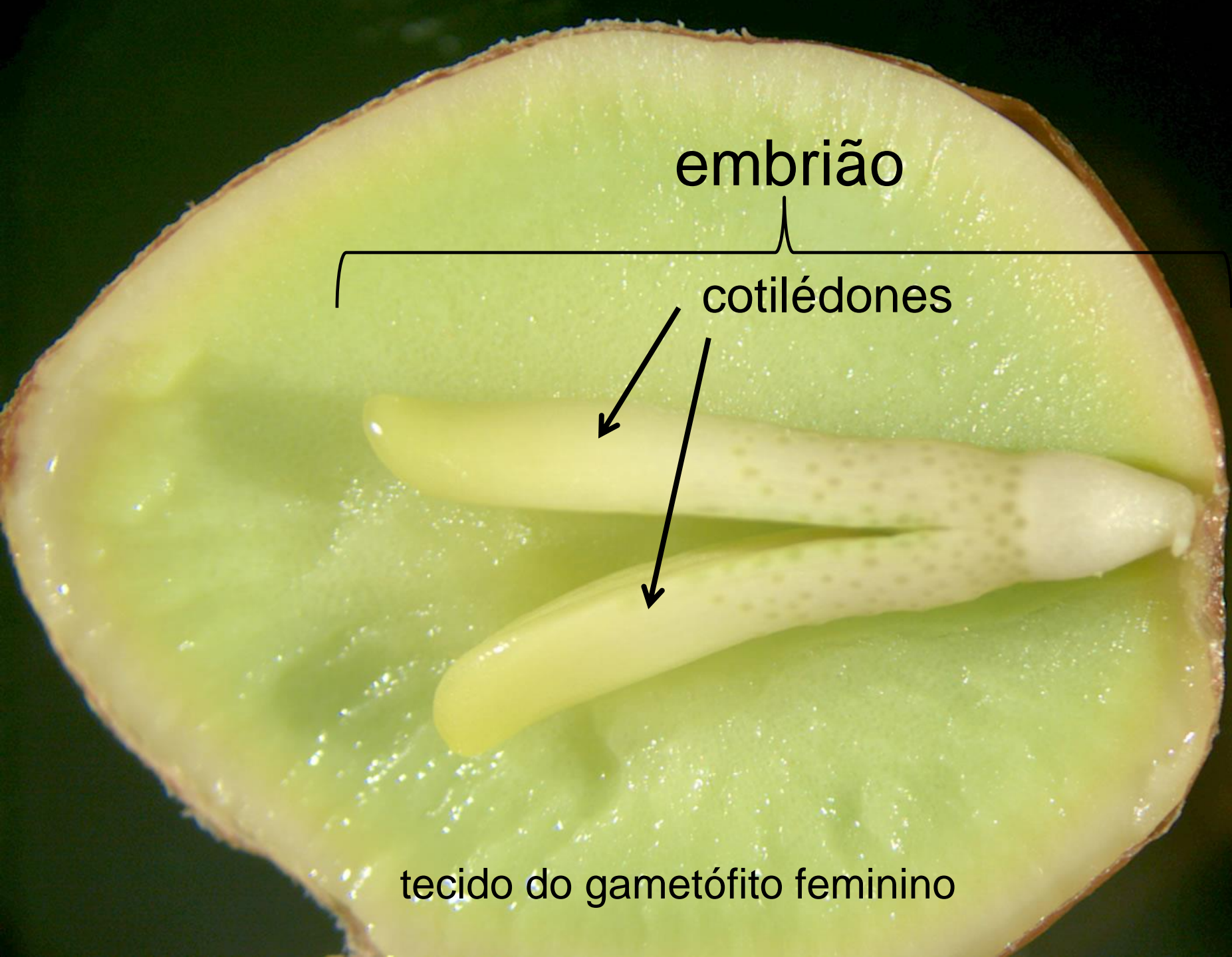


Planta masculina



*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**

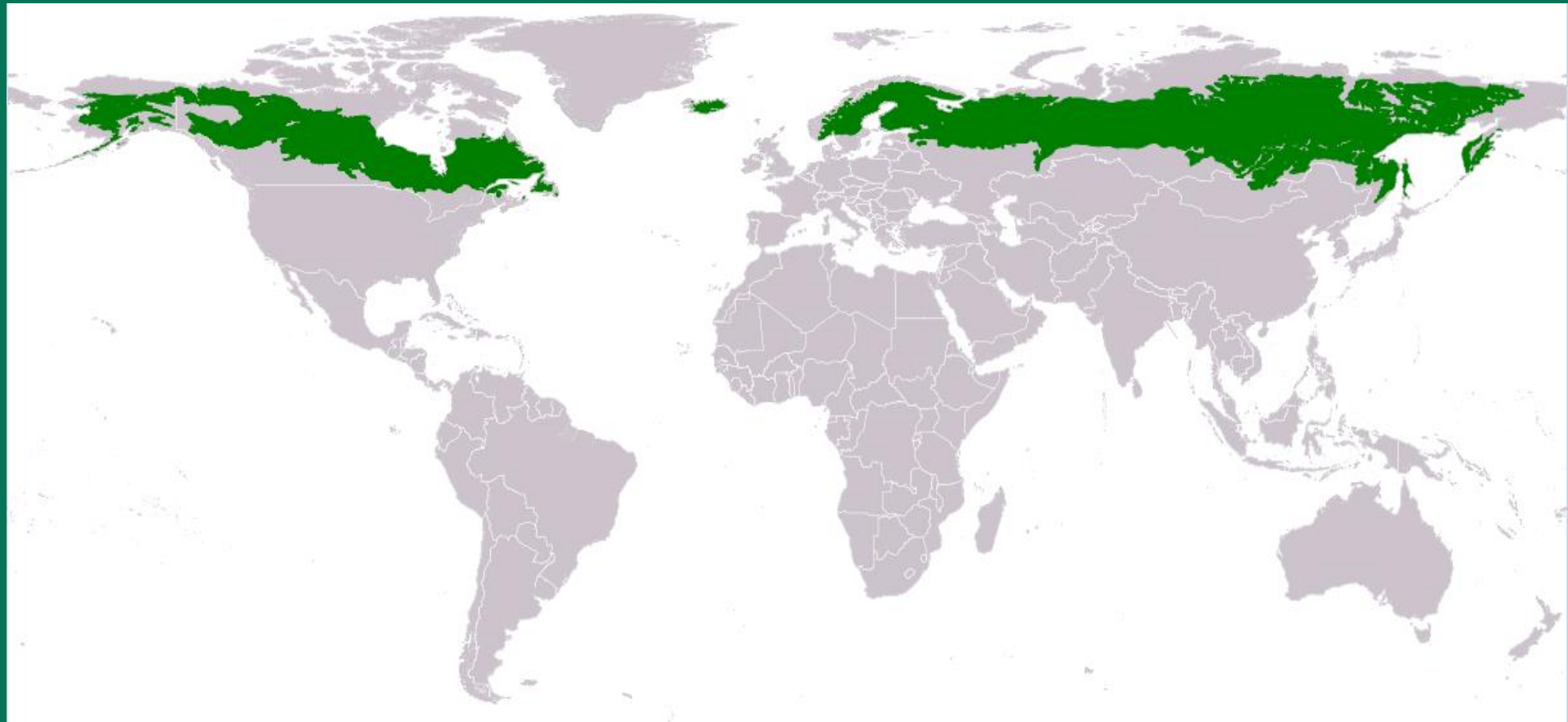


**Cypress**



**Juniper**





Floresta Boreal ou Taiga – coníferas são dominantes



## Características Gerais

- folhas simples (geralmente pequenas)
- formação de estróbilos característicos – os cones
- plantas monóicas ou dióicas
- bastante utilizadas economicamente, na produção de móveis e papel





Pine ovulate cone



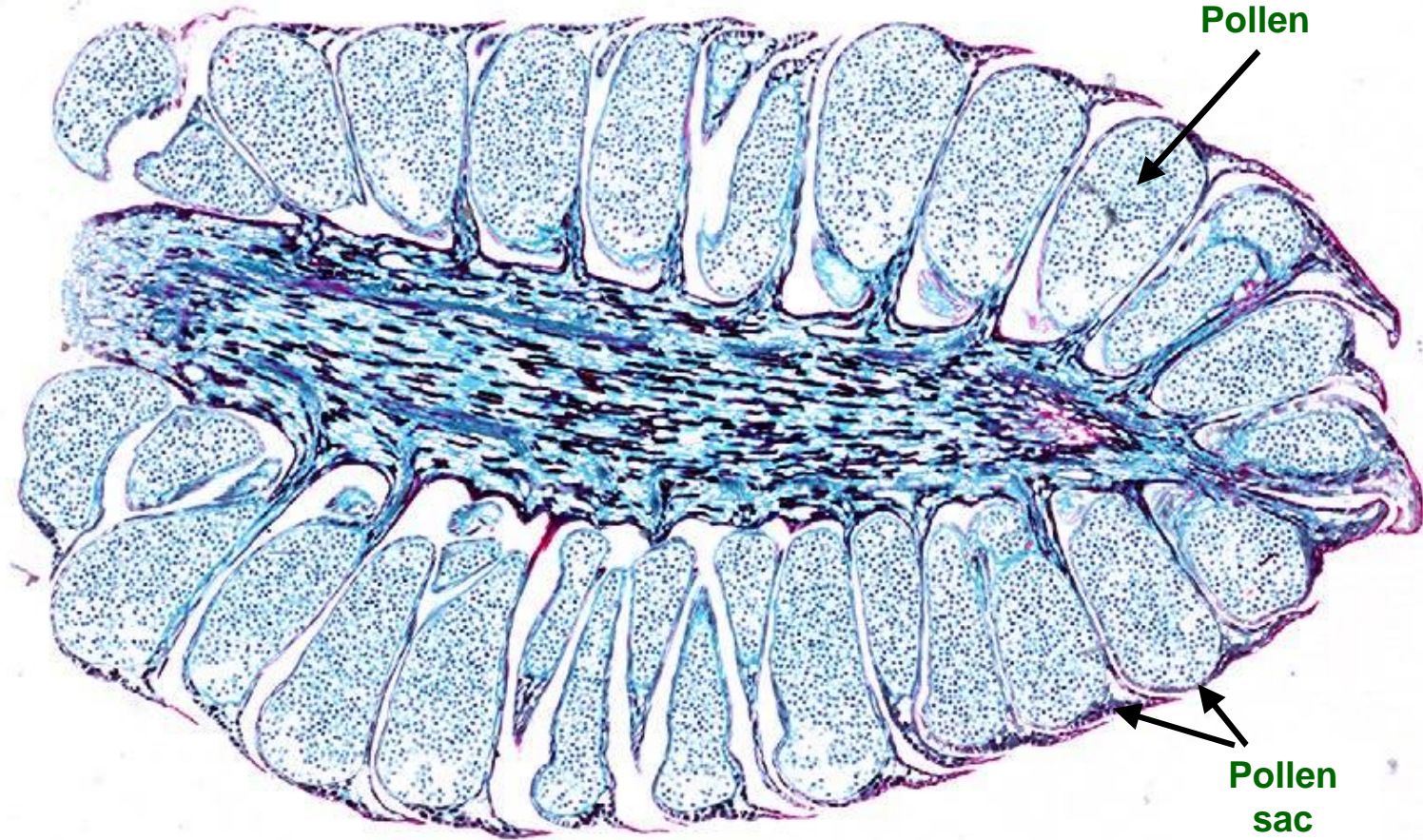
ovules

cones ou  
estróbilo(pinas)

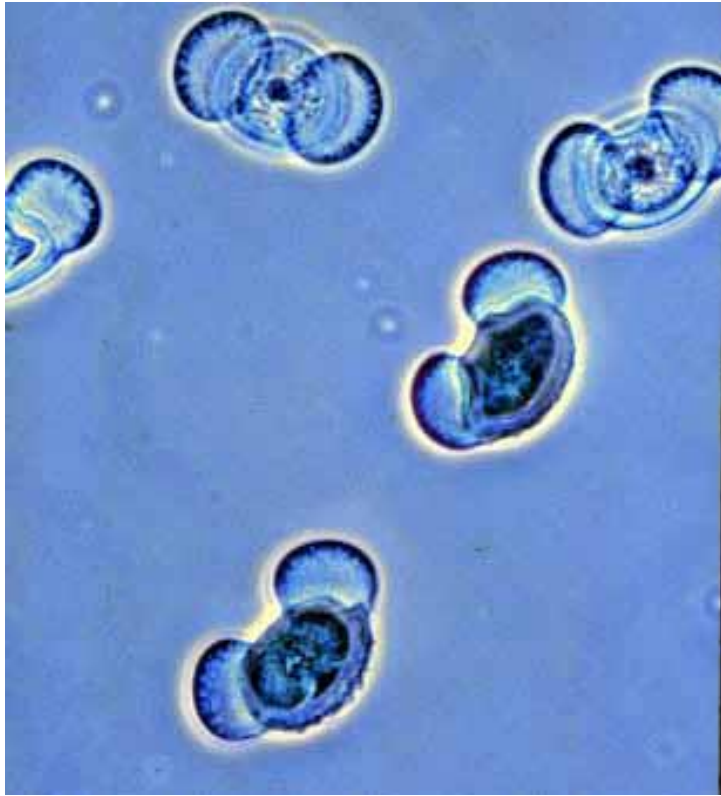
Cone feminino, com óvulos



## Pine staminate cone

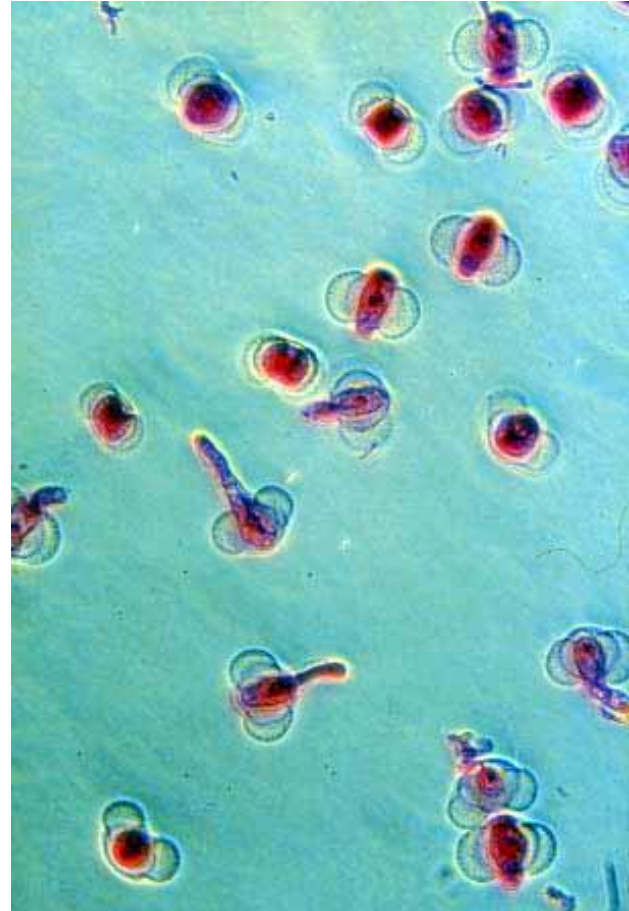


Cone (estróbilo) masculino, com grãos de pólen



**Pollen grains**

**Germinating pollen grains**



# Seed Dispersal in Coniferophyta



dispersão das sementes em coníferas

## Classificação

→ 5 famílias

Pinaceae

Cupressaceae

Podocarpaceae

Araucariaceae

Taxaceae

## Classificação

→5 famílias

Pinaceae

❖ 10 gêneros/ 32 espécies

❖ regiões temperadas a frias,  
principalmente Hemisfério Norte

❖ *Pinus*, *Cedrus*, *Picea*, *Abies*



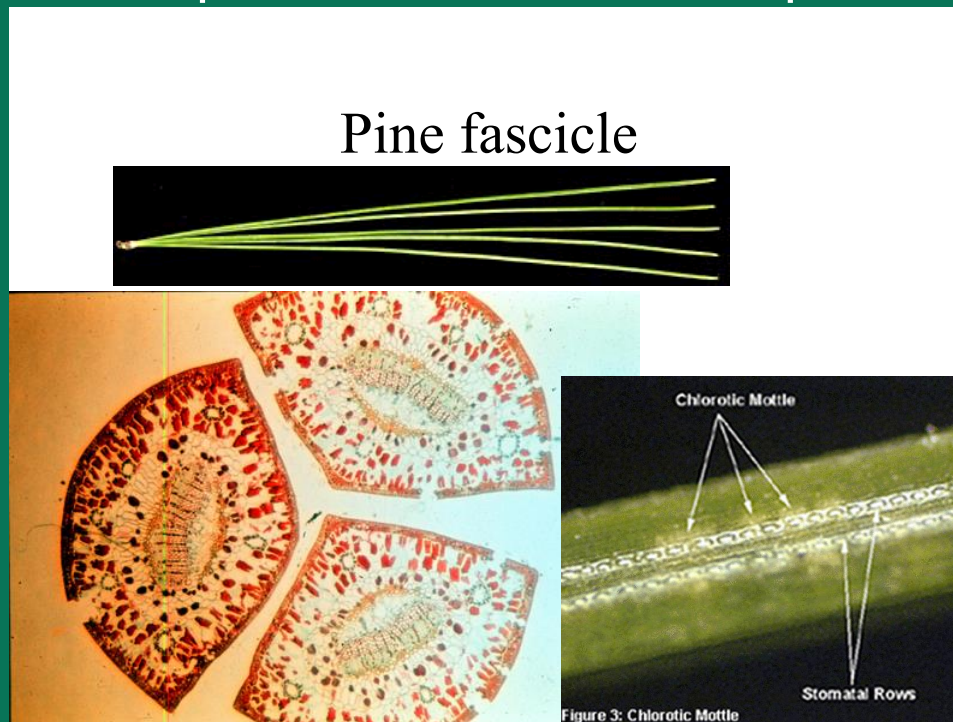
*Abies balsamea*

*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





## Classificação

→ 5 famílias

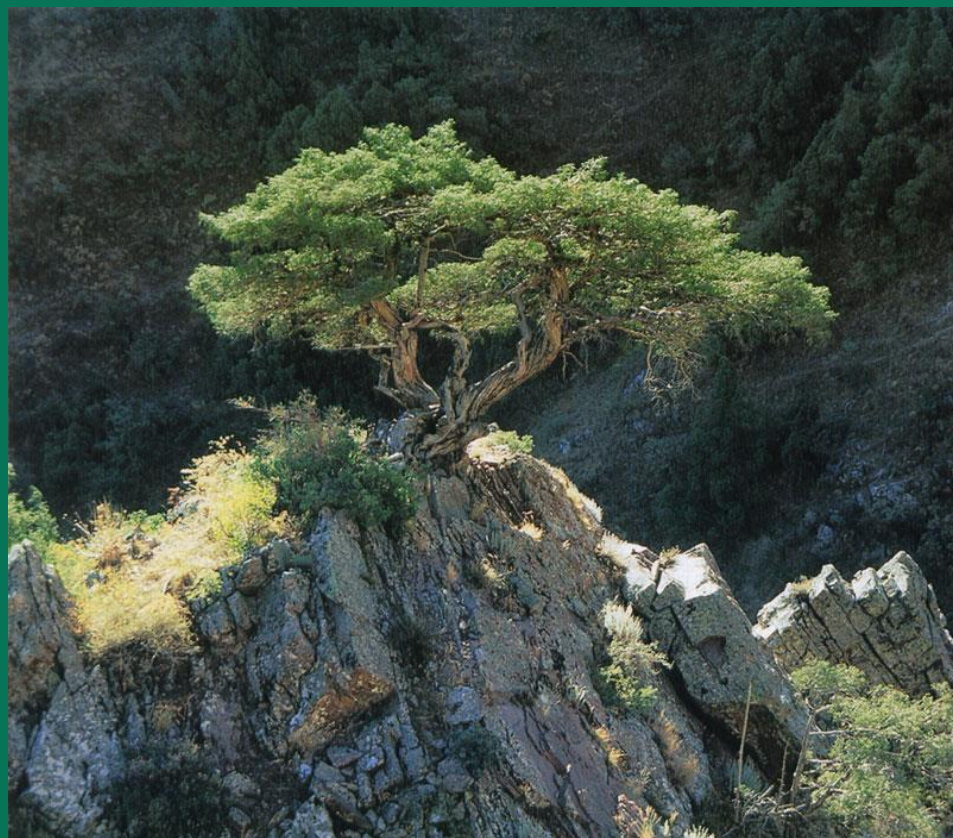
### Cupressaceae

❖ 29/32 gêneros/ 110/130 espécies

❖ climas temperados a frios,  $\frac{3}{4}$  no Hemisfério Norte

❖ *Cupressus*, *Tujha*, *Sequoia*,  
*Juniperus*, *Taxodium*

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



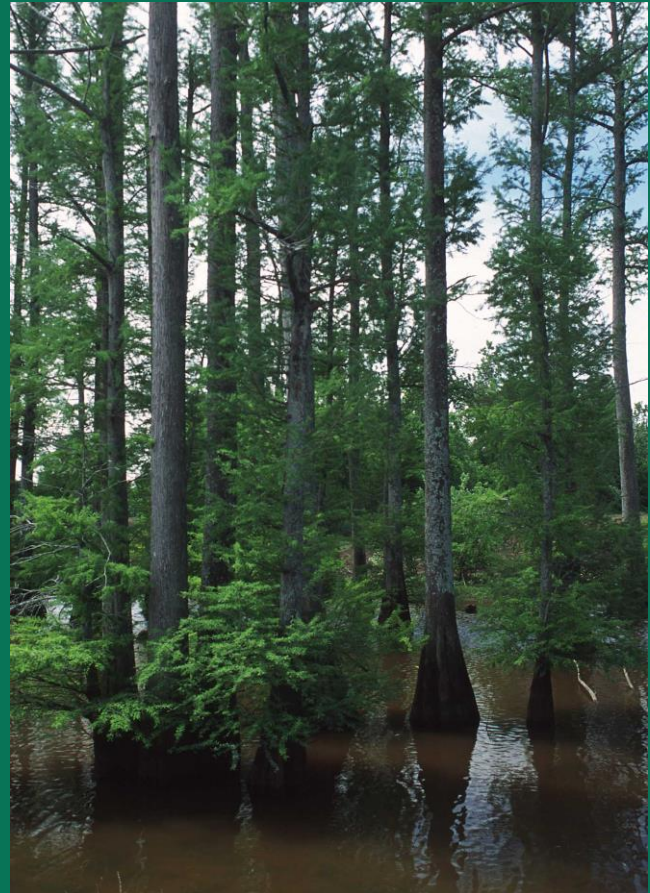
*Juniperus* sp.

*Thuja occidentalis*





*Cupressus* sp.



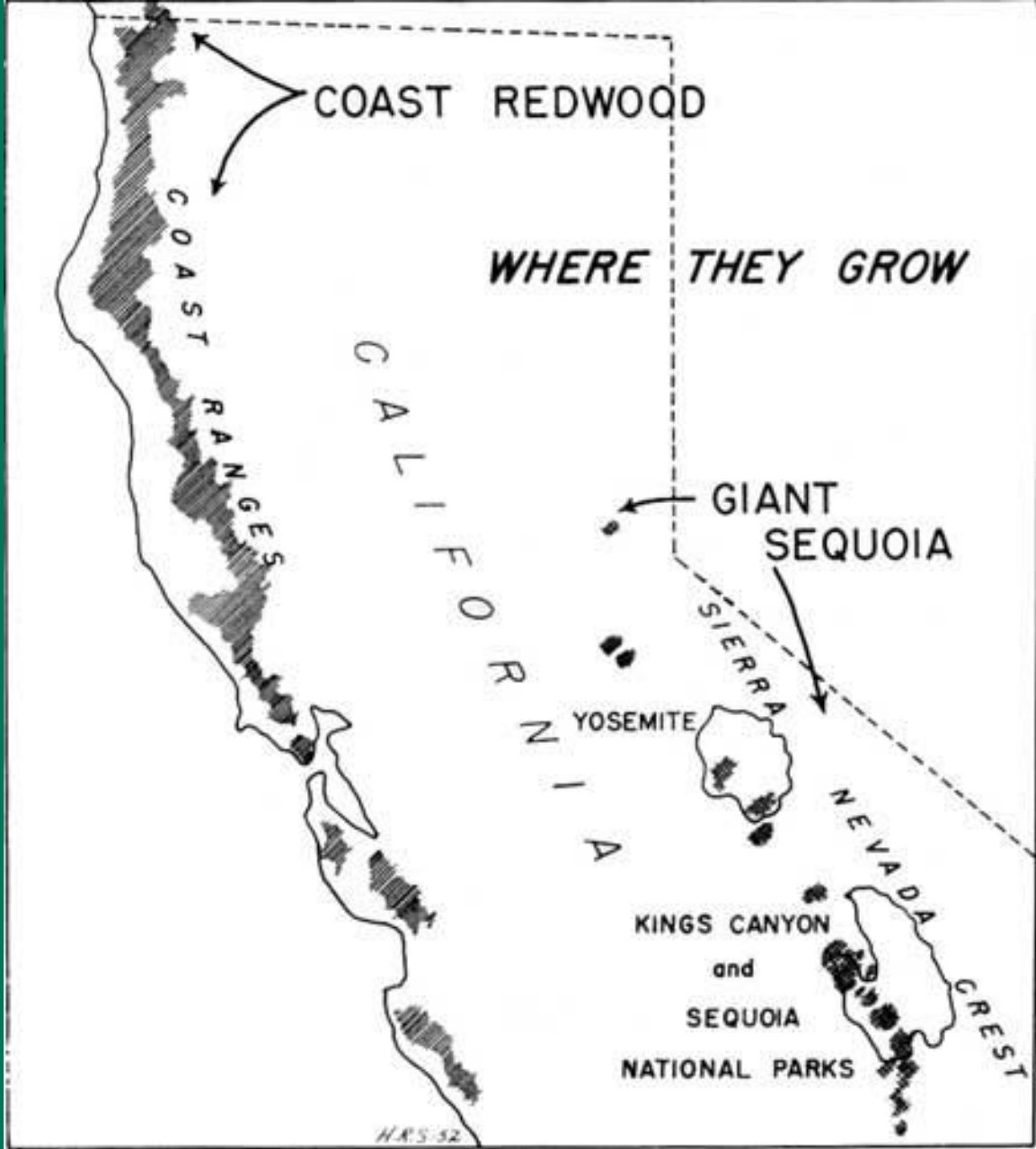
*Taxodium* sp.

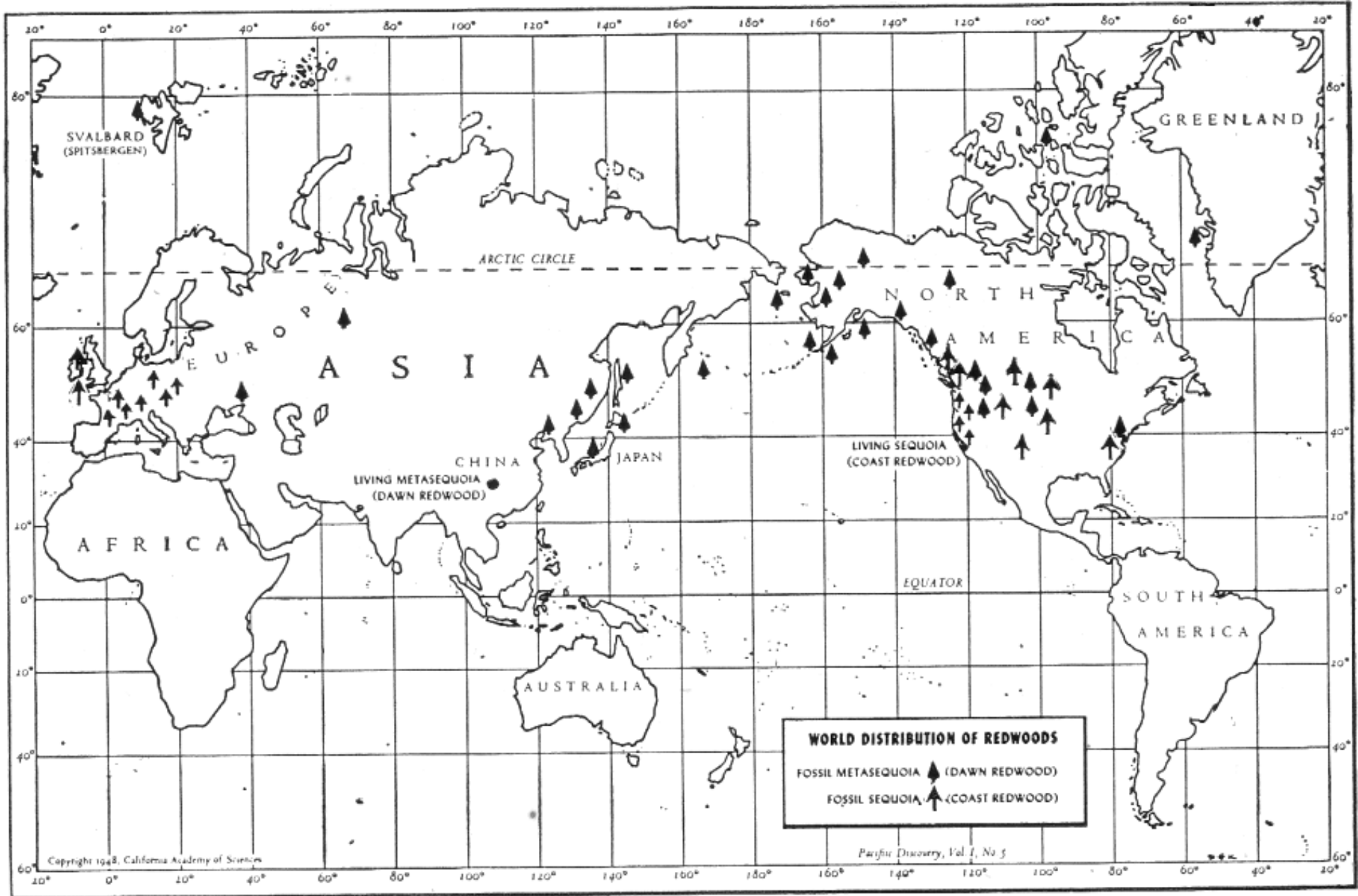


*Sequoia* sp.













*Taxodium disticum*









## Everglades – distribuição na Flórida (USA)



## Classificação

→5 famílias

Podocarpaceae

❖ 17 gêneros/ 170 espécies

❖ regiões tropicais e subtropicais,  
especialmente Hemisfério Sul

❖ *Podocarpus*



*Podocarpus* sp.



## Classificação

→ 5 famílias

❖ 3 gêneros/ 32 espécies

❖ praticamente restrita ao Hemisfério Sul

❖ *Araucaria*, *Aghatis*, *Wollemia*

Araucariaceae

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



*Araucaria angustifolia*





*Araucaria angustifolia*-  
distribuição passada

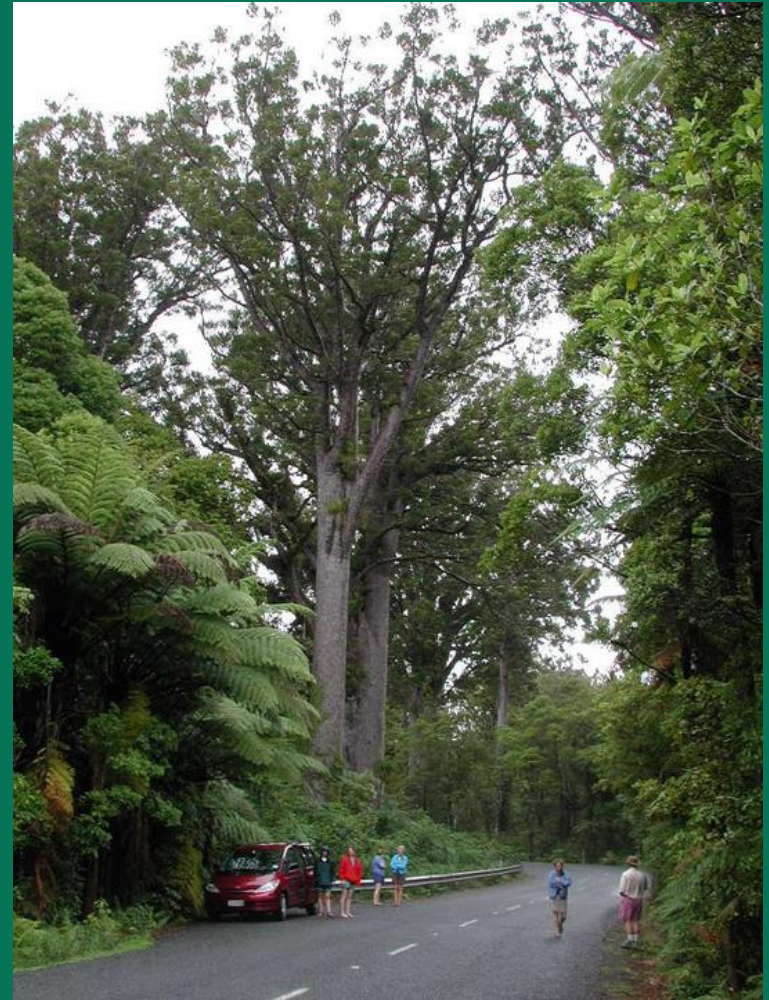


*Araucaria angustifolia*

pinhão e estróbilo feminino



*Araucaria columnaris*



*Agathis australis*

## Classificação

→ 5 famílias

❖ 5 gêneros/ 20 espécies

❖ principalmente Hemisfério Norte

❖ *Taxus*, *Torreya*

Taxaceae

- cobertura carnosa ao redor das sementes
- sem formação de cones



*Taxus baccata*



*Taxus floridana*

- 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”

# GNETALES

- grupo pequeno, com apenas 3 gêneros vivos (*Gnetum*, *Ephedra*, *Welwitschia*)
- presença de elementos de vaso no lenho secundário
- dupla fecundação (associada a formação de embriões extras)
- estróbilos de sexos separados (plantas monóicas)
- presença de brácteas envolvendo estruturas de reprodução (flores??)

# Gnetophyta



*Ephedra* -- mormon tea

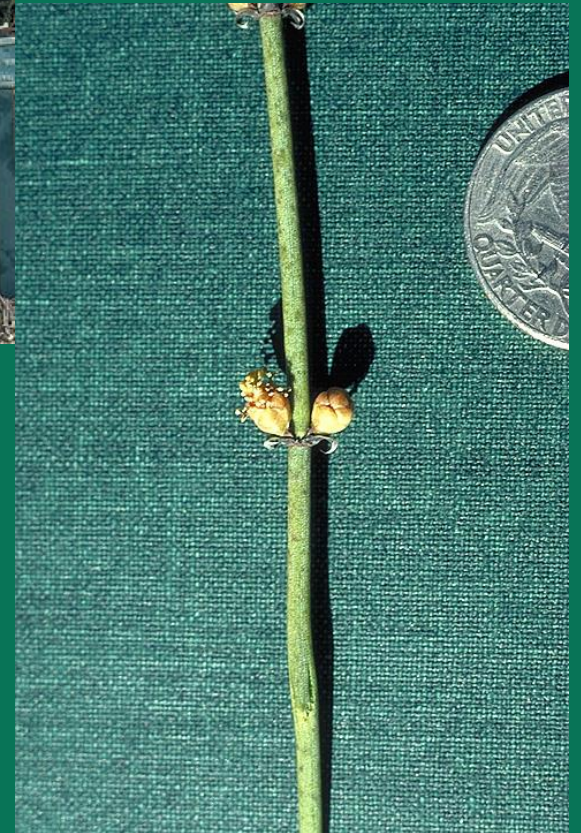


*Gnetum*





*Ephedra  
viridis*



cone masculino



eixos férteis ovulados

*Gnetum* sp



Welwitschia mirabilis –  
Endêmica do Deserto do Kalahari (Namíbia)



## -Gnetales:

-PRÓXIMAS ÀS PLANTAS COM FLORES (ANGIOSPERMAS)?

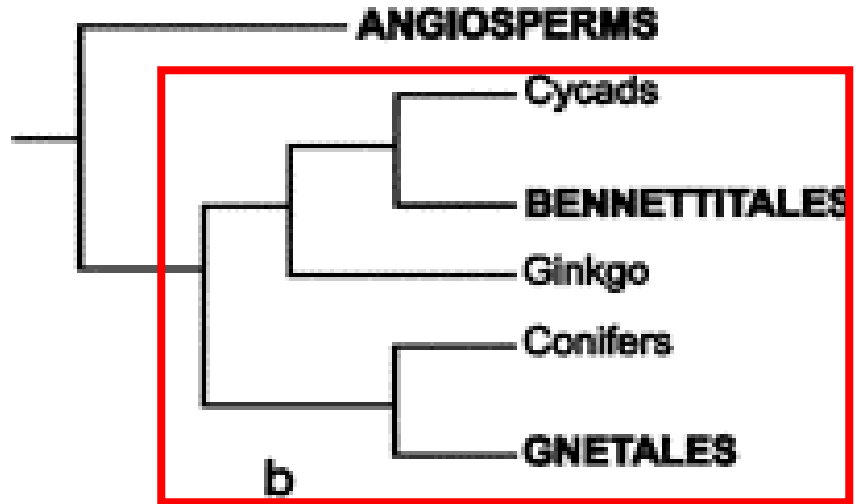
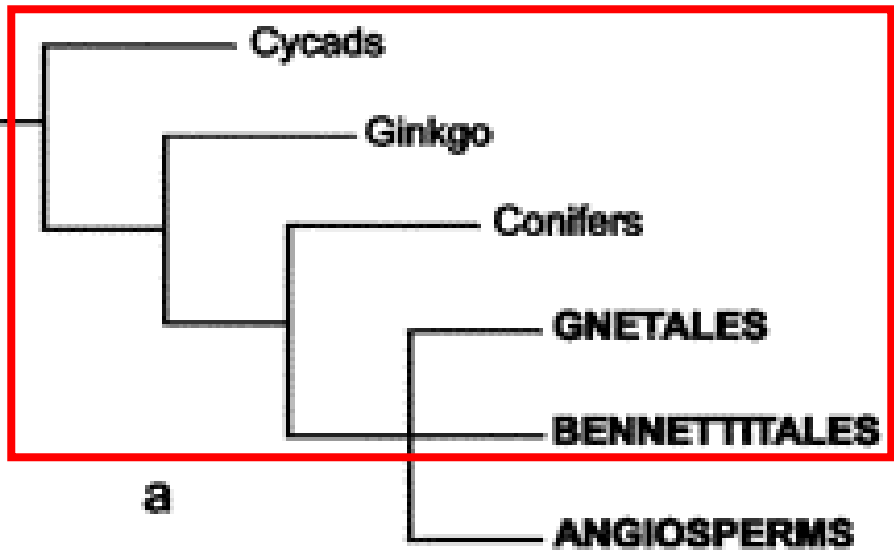
-presença de elementos de vaso no lenho secundário

- dupla fecundação (associada a formação de embriões extras, não endosperma)

- SINAPOMORFIAS DE (Gnetophyta, Angiospermas) OU CONVERGÊNCIAS (homoplasias)?

# Gymnosperms: parafiléticas?

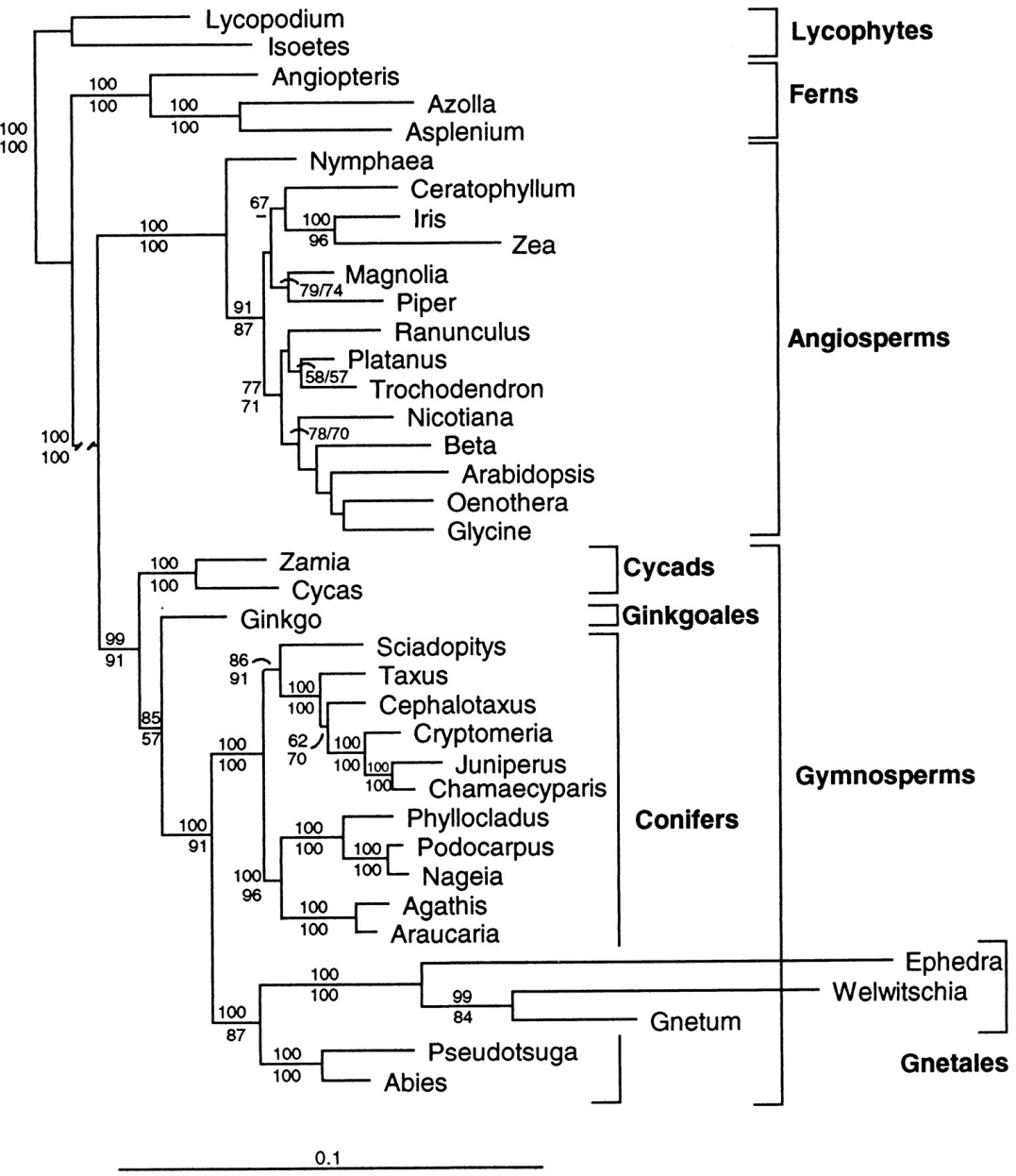
# Gymnosperms: monofiléticas?



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).



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