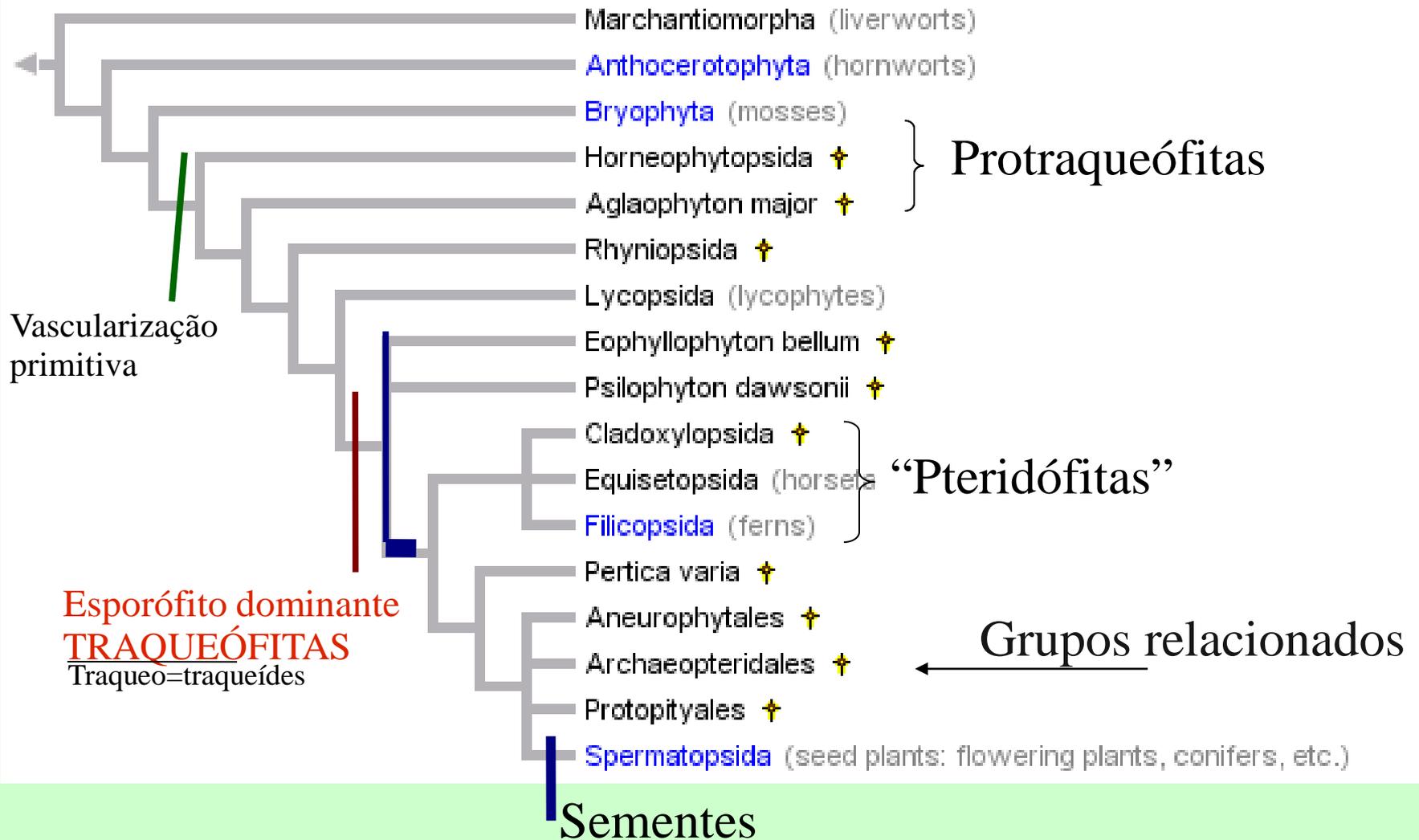


Embriófitas *Paul Kenrick and Peter Crane*



Devoniano

390 Milhões de Anos atrás.



Pré-Pangea

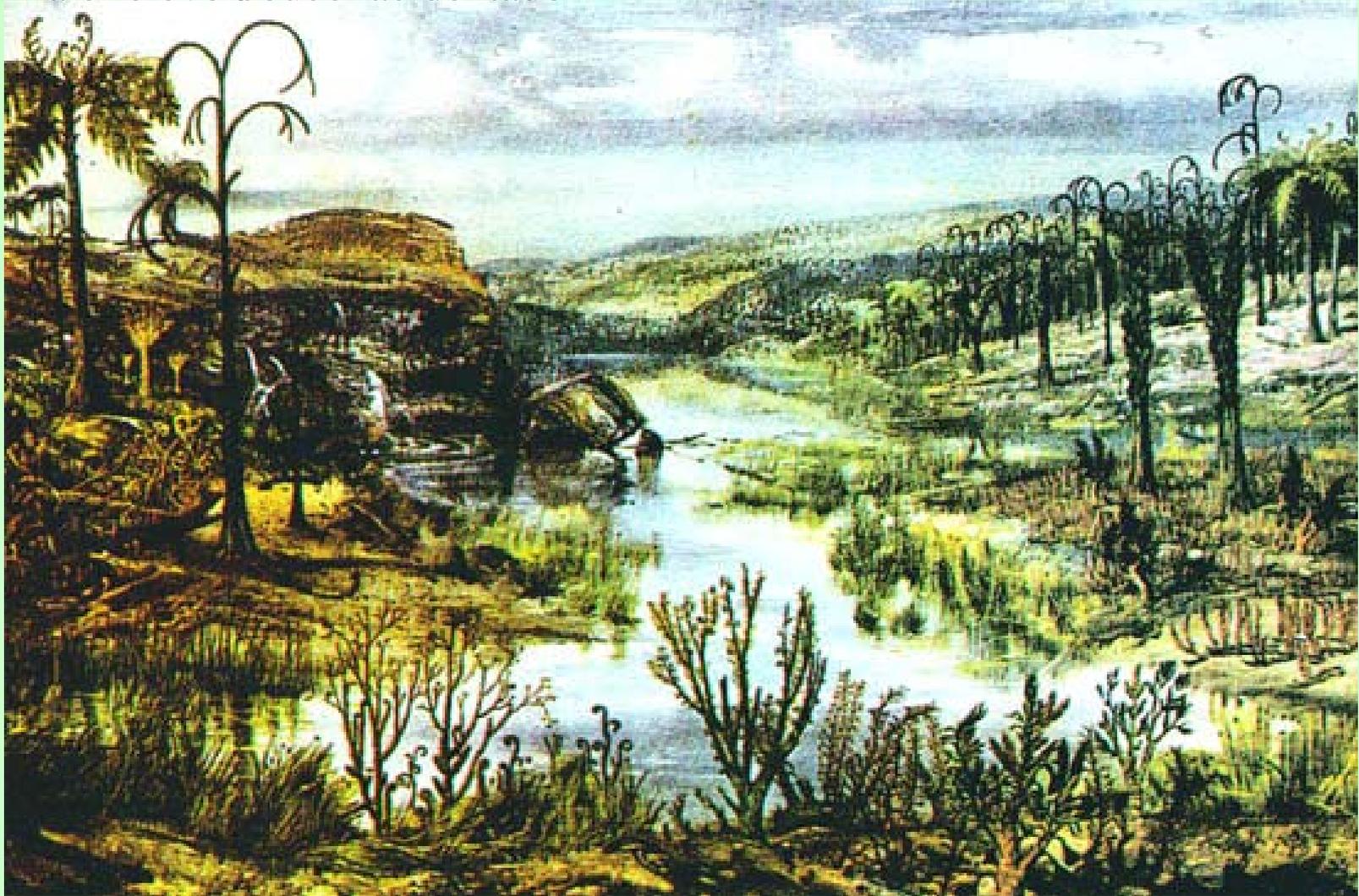
Devoniano inferior

Ocupação do ambiente terrestre: Protraqueófitas, Rhyniophyta e demais plantas vasculares: (Eutraqueófitas: Lycophyta, Monilophyta (=Pteridophyta))

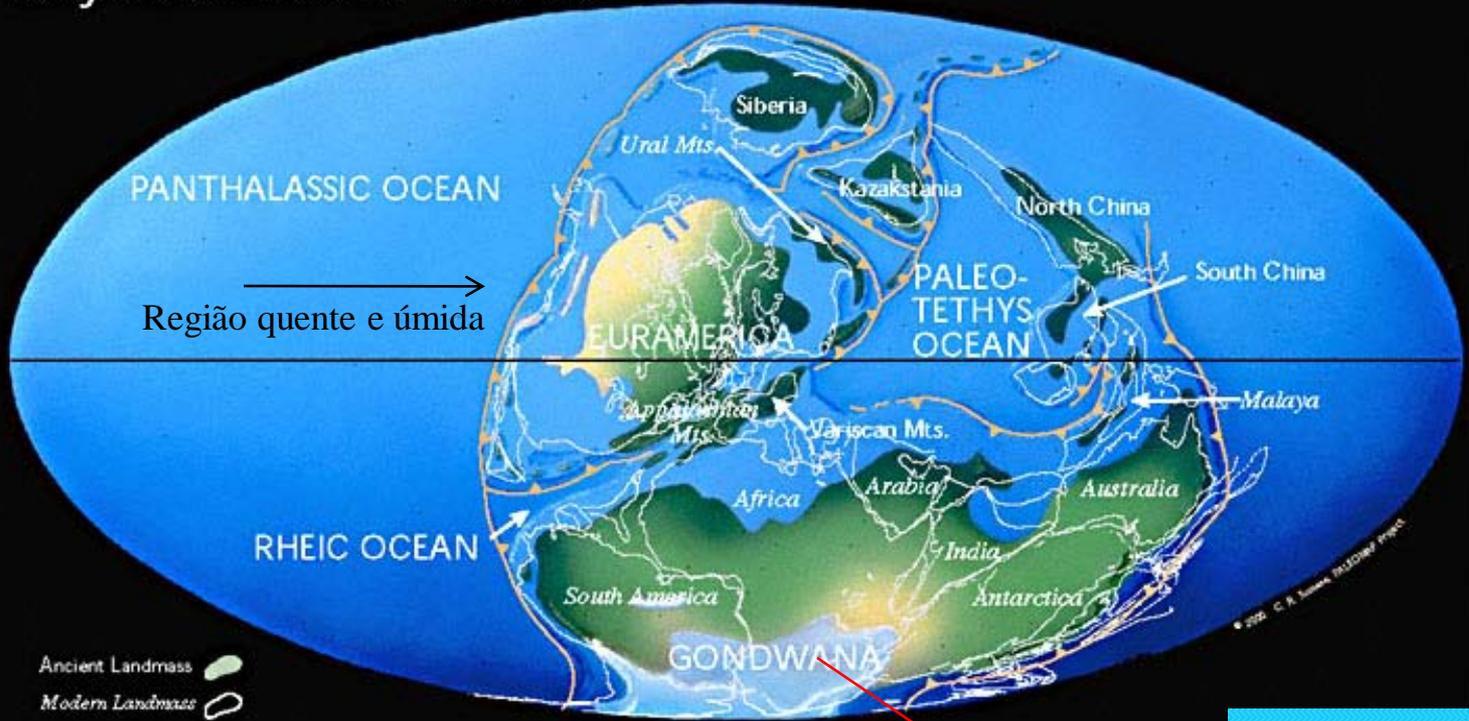


Devoniano superior

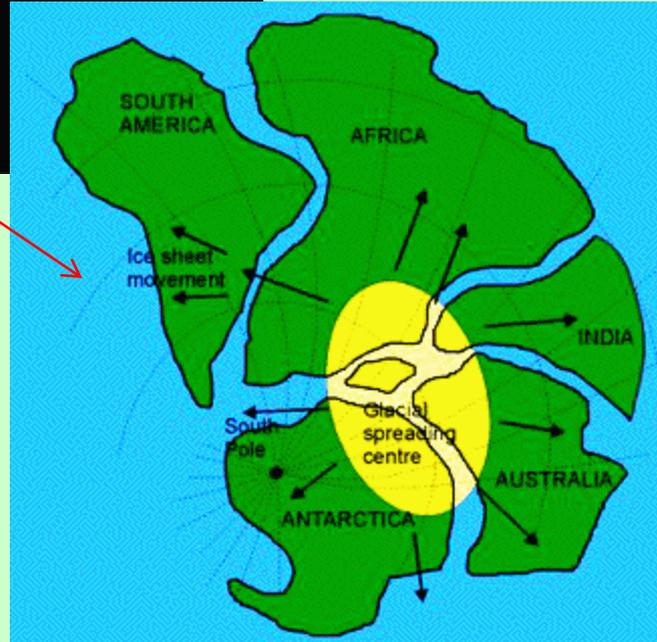
De um clima ameno com nível do mar baixo e terras planas para uma maior cobertura marítima e relevo pouco acidentado



Early Carboniferous 356 Ma



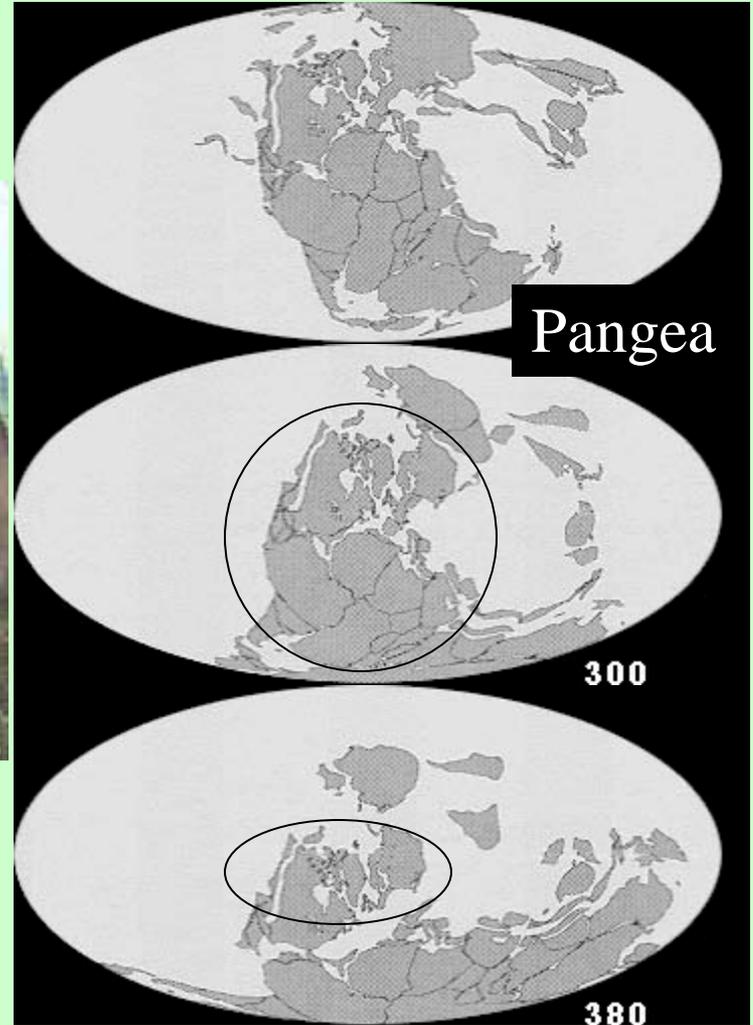
© 2002, C. R. Scotese, Paleogeographic Project



Carbonífero ao Permiano



Paisagem das planícies pantanosas costeiras do leste da América do Norte e oeste da Europa (=Euramérica).



Carbonífero

Clima quente, áreas pantanosas



Progimnospermae e Spermatophyta acarpelares

www.geology.ohio-state.edu/.../lect33/index.html

Carbonífero

Samambaias com sementes =
Pteridospermales

Samambaias arbóreas

Licopódios arbóreos

Calamites



2007 Smithsonian Institution, copied from
<http://www.mnh.si.edu/highlight/riola/>

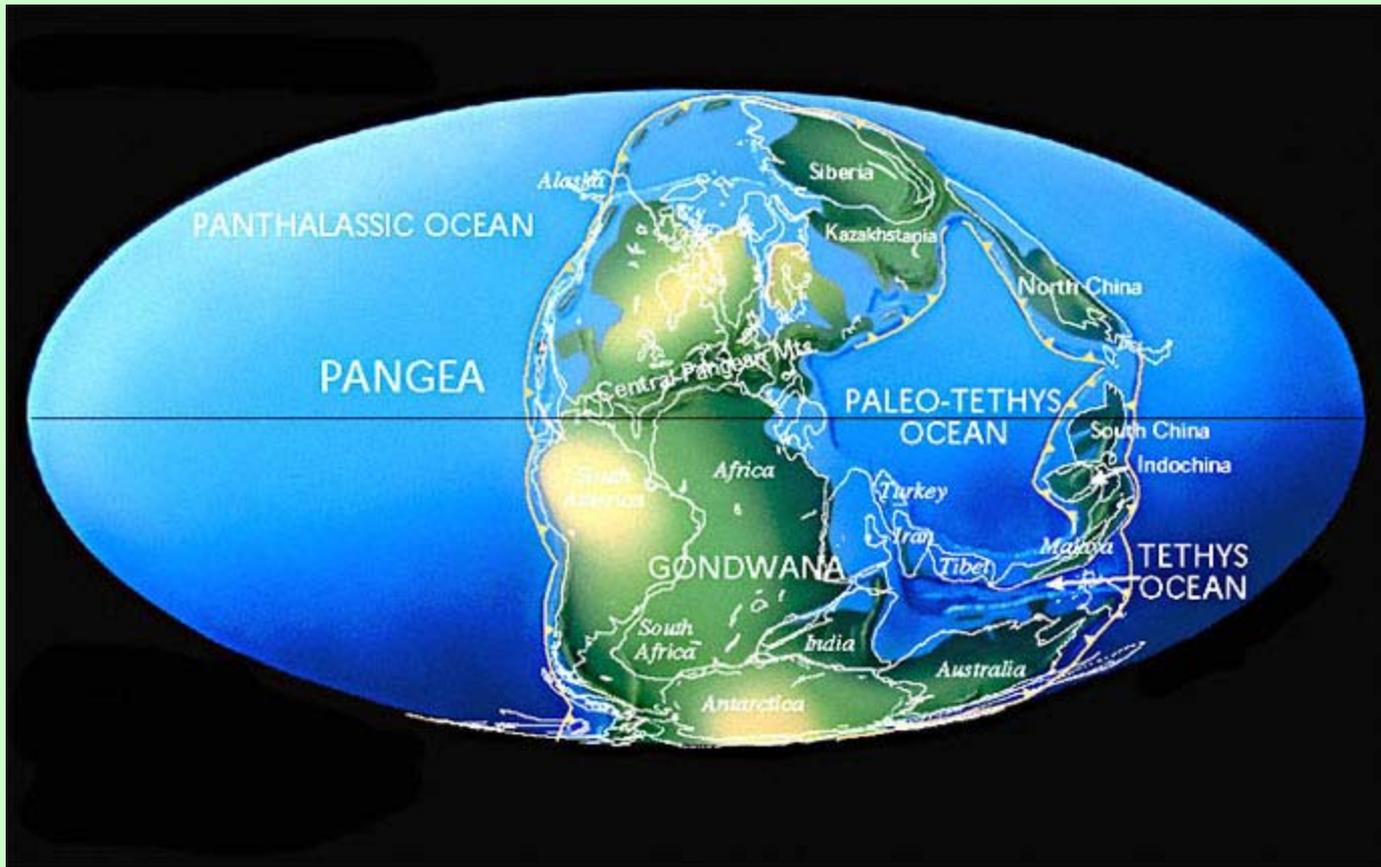
Calamites = cavalinhas gigantes

Licopódios



Permiano

Clima árido e glaciação no hemisfério sul,
Relevo acentuado em algumas áreas: orogênese Apalachiana (Am. Norte)



Permiano

A extinção da maioria das espécies marinhas e dos vertebrados terrestres ocorrida há cerca de 250 milhões de anos, no final do período Permiano e começo do Triássico, foi acompanhada por uma perda importante de vegetação. Extinção das Progimnospermae e das formações vegetais do carbonífero. Seleção para formas de vida para climas frios: surgimento de coníferas, cicadófitas e ginkos.

Último período do Paleozóico, marcado pela Maior Extinção Biológica ocorrida na Terra.



University of Michigan Exhibit Museum of Natural History -- Life Through the Ages Diorama

Permiano

Comunidade sazonal, com uma formação semelhante à savana tropical.
Espermatófitas evoluindo em comunidades de solo bem drenado,
Habitats mais elevados em relação à lâmina d'água.



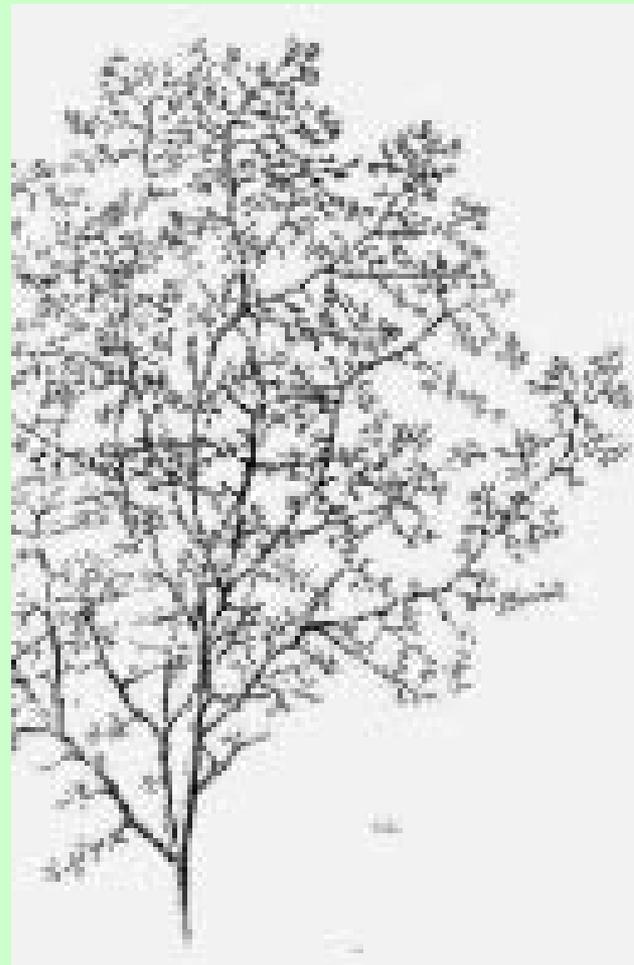
conífera *Walchia*

Gimnospermas *Autunia* (= *Callipteris*)

Progimnospermas: Aneurothytales



Aneurophyton

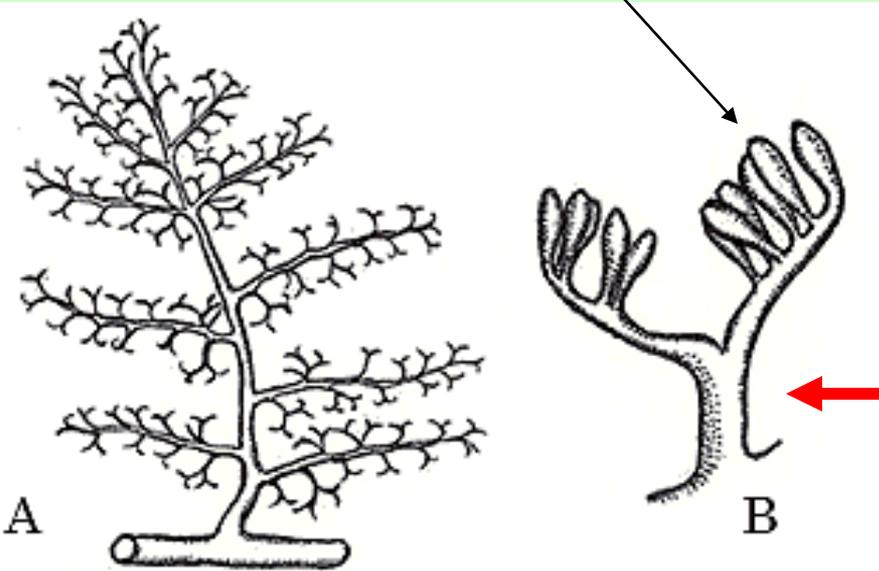


Com ramificação tridimensional.

Aneurothytales

➤ HO: Espécie **homospórica** como ancestral das plantas com sementes (Spermatophyta).

Esporângios em ramos de arquitetura mais complexa

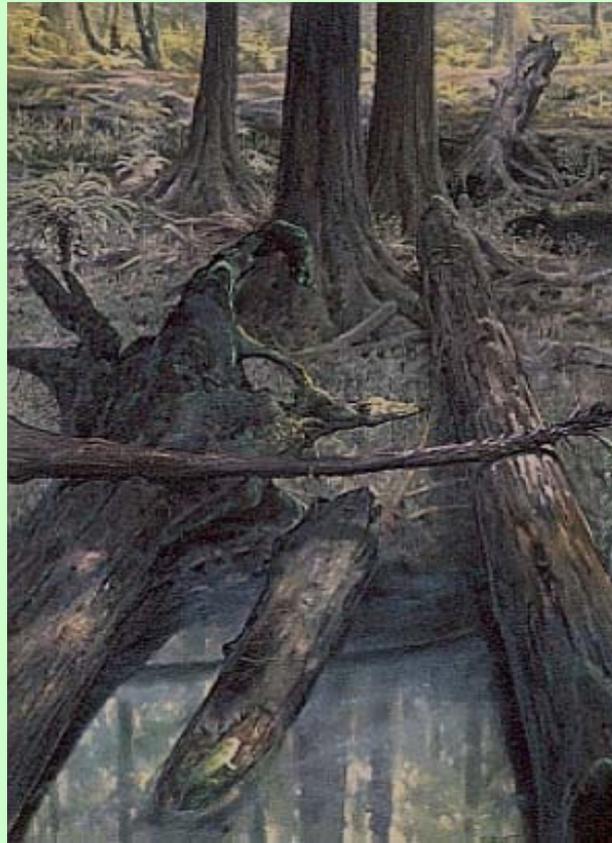


• *Aneurophyton germanicum*
Kräusel & Weyland

Archaeopteridales

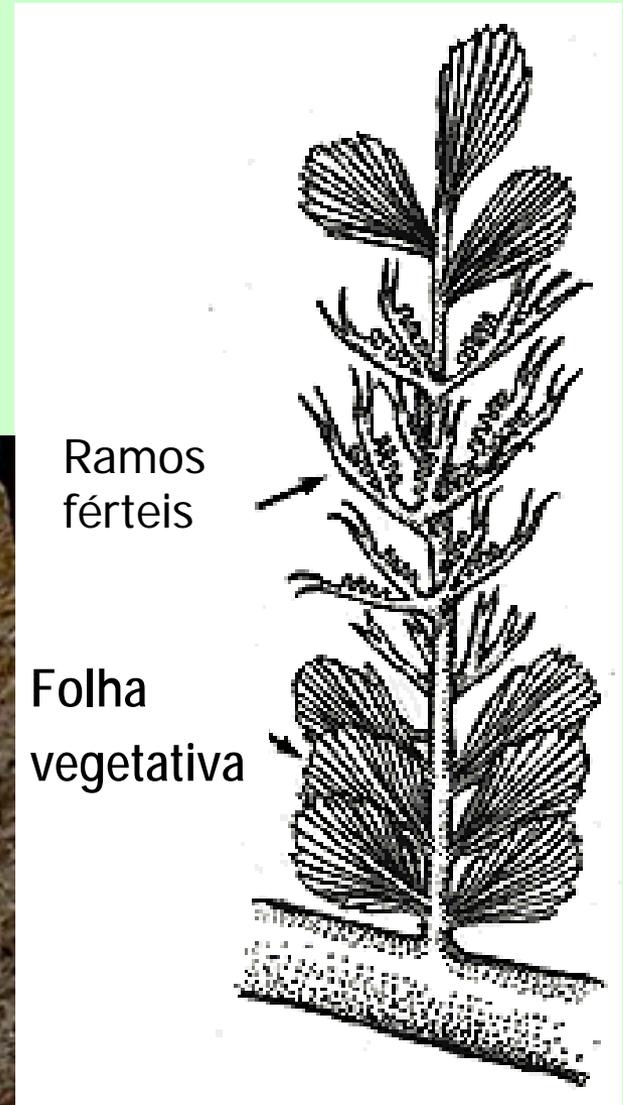
Grandes árvores
com produção de esporos liberados
no meio ambiente.

Ramificação mais
elaborada, com ramos laterais
achatados (bidimensionais)
e algumas espécies são
heterospóricas



Archaeopteridales

Lâmina foliar em leque, padrão de nervação dicotômico, com tecido fotossintetizante entre as nervuras



Progimnospermae - Archaeopteris

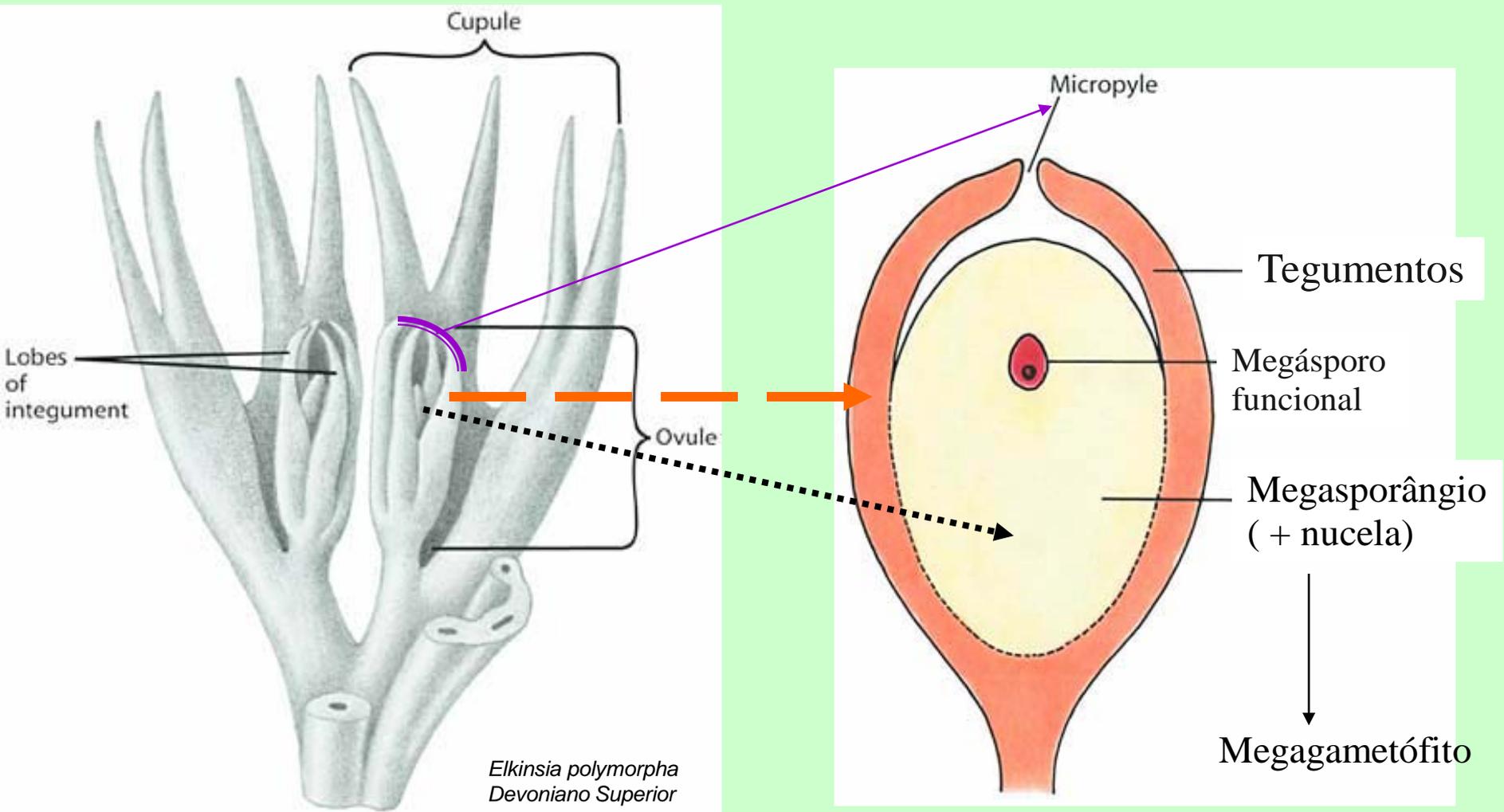


Madeira mineralizada e fossil: impressão foliar
(*Callixylon*)

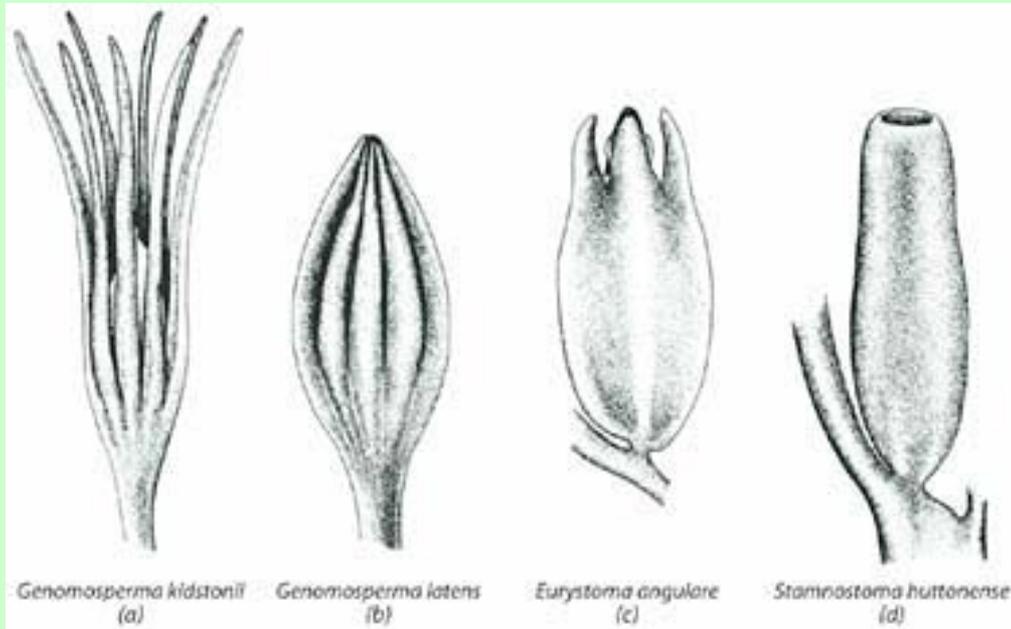


Gymnosperms

➤ Esporângio feminino: megasporângios sendo envolvido por tegumentos = ÓVULO



Gymnosperms



- A maturação acelerada do **óvulo** [com a dispersão realizada após sua fecundação] permitiu um salto evolutivo quanto aos mecanismos de ocupação de ambientes não aquáticos. Força evolutiva: diversidade de formas de propágulos capazes de ocupar ambientes terrestres.
- Retenção do megagametófito até a sua maturação promovendo a novidade evolutiva: SEMENTE.

Gymnospermae e demais Spermatophyta

Grupo monofilético (Judd et al. 2008) x Parafilético (Winter et al. 1999)

Grupos estreitamente relacionados: Gnetales e Angiospermae (Hip. Antophyta) ou Gnetales x Pinophyta (Hip. gne-pine)

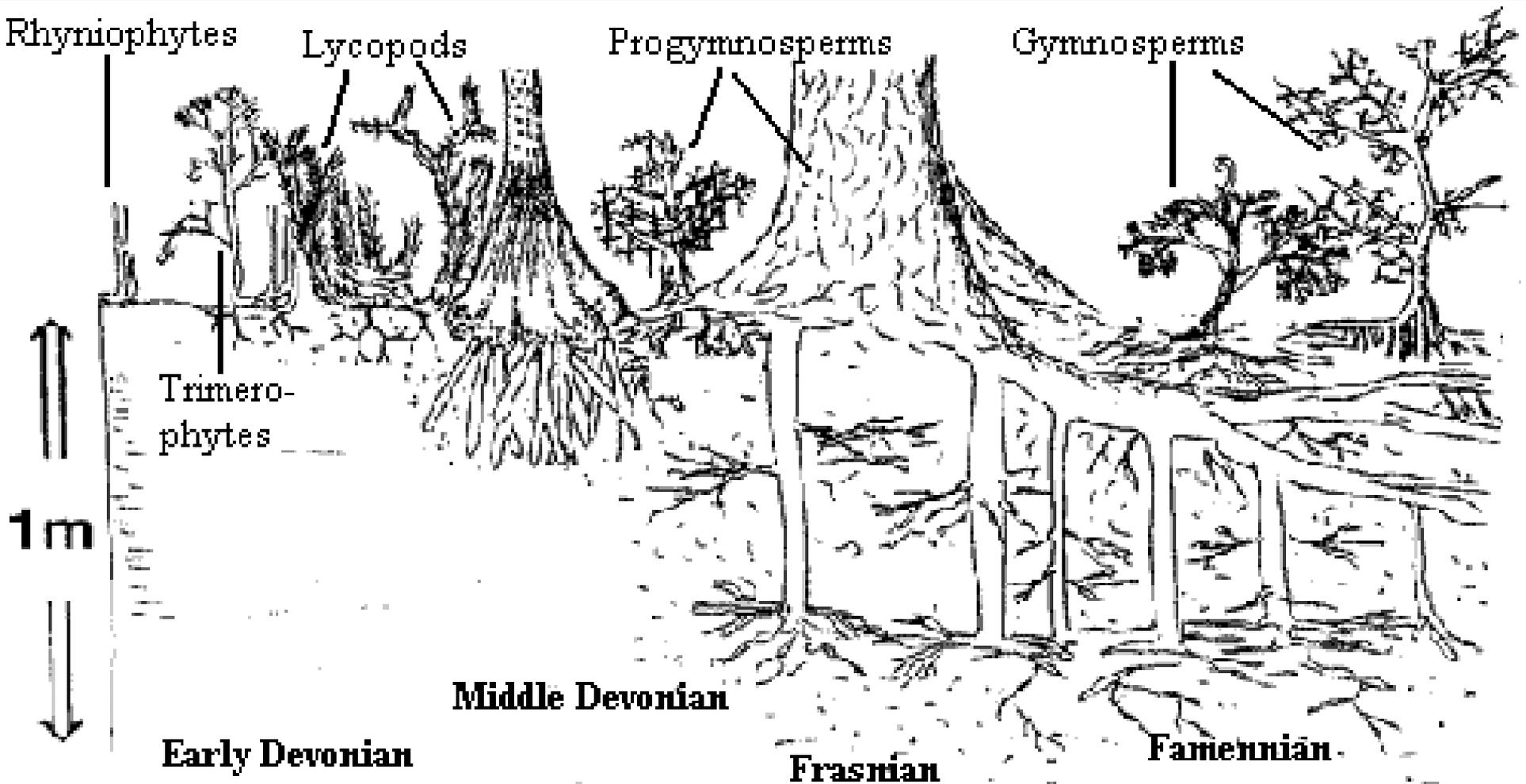
Sistema condutor formado por traqueídes e Elementos de vaso (Gnetales e Angiospermas)

Ciclo reprodutivo longo. O período entre a polinização e a fertilização pode levar até um ano e a maturação da sementes pode levar até 3 anos.

Predomínio de polinização anemófila em Gymnospermae, com grande produção de grãos-de-pólen.

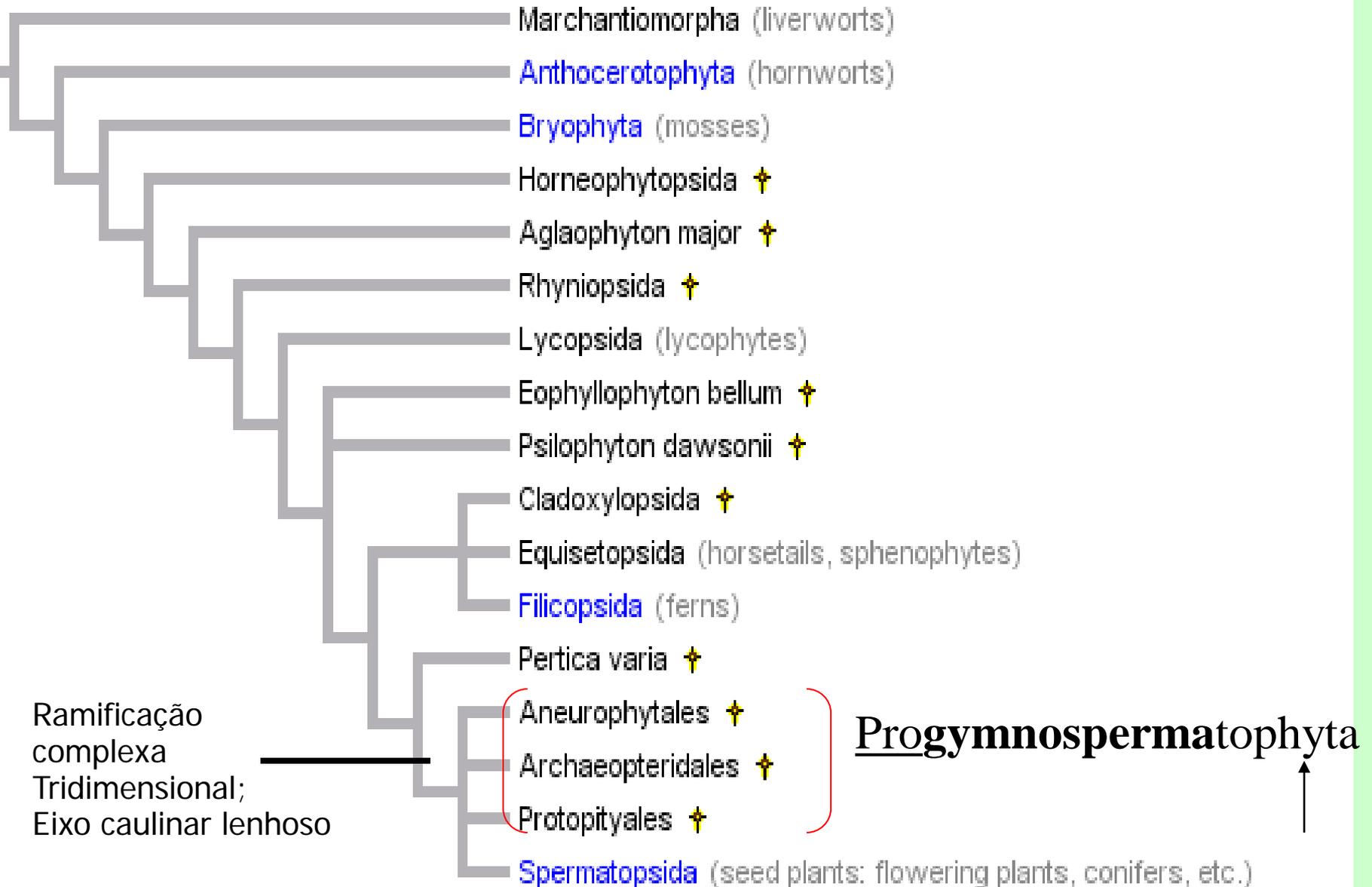
Poliploidia rara em Gymnospermae, repercutindo numa baixa taxa de eventos de especiação aloploiplóide.

Sistemas subterrâneos



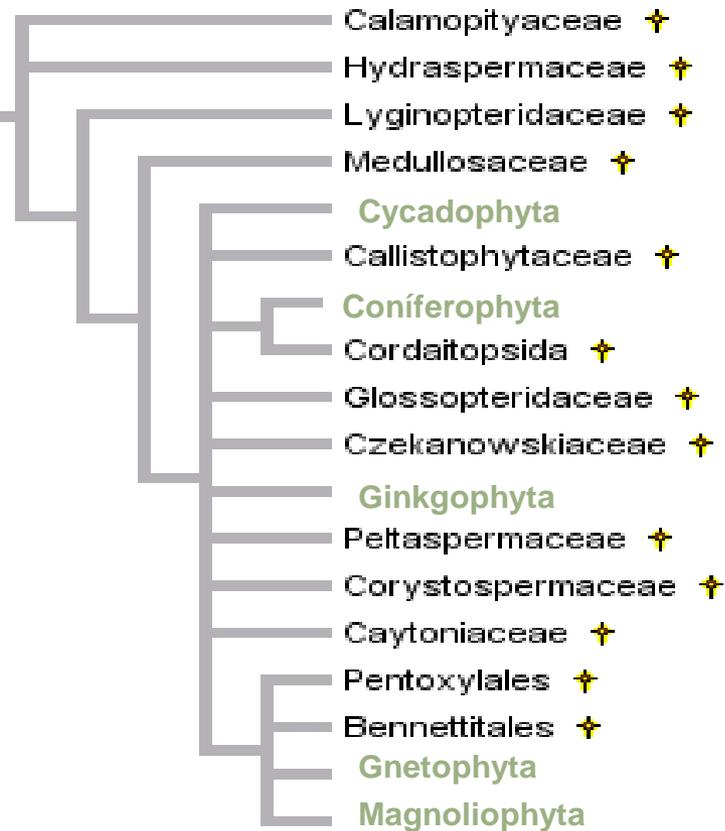
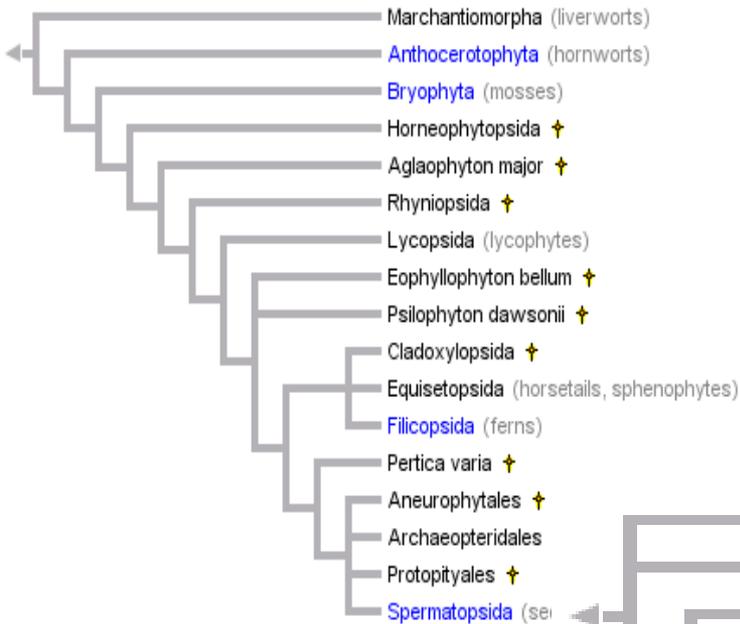
Espermatófitas

Peter Crane



Espermatófitas

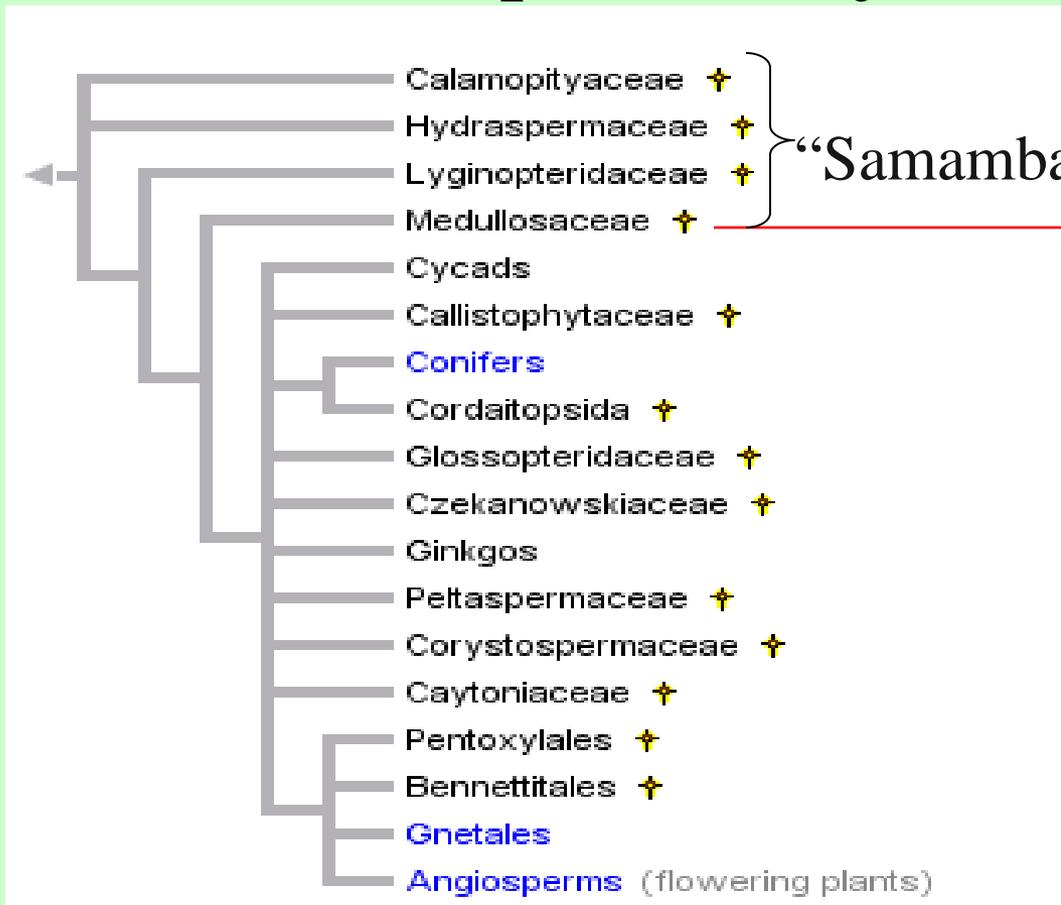
Peter Crane



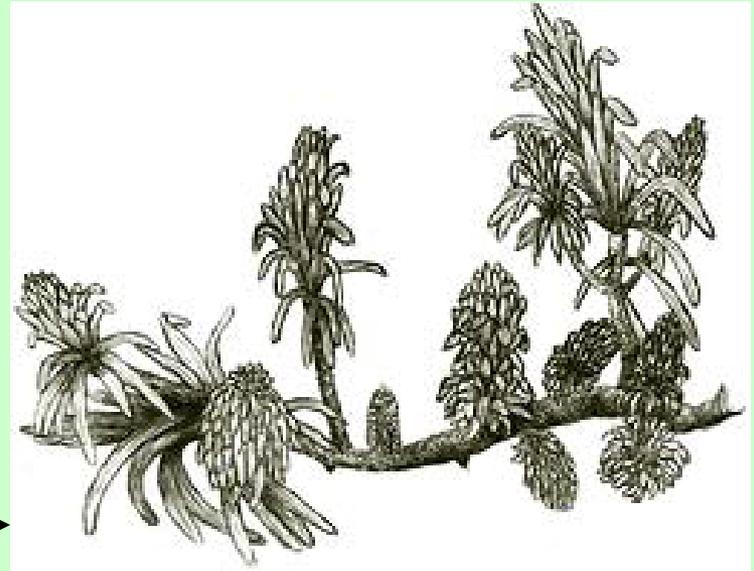
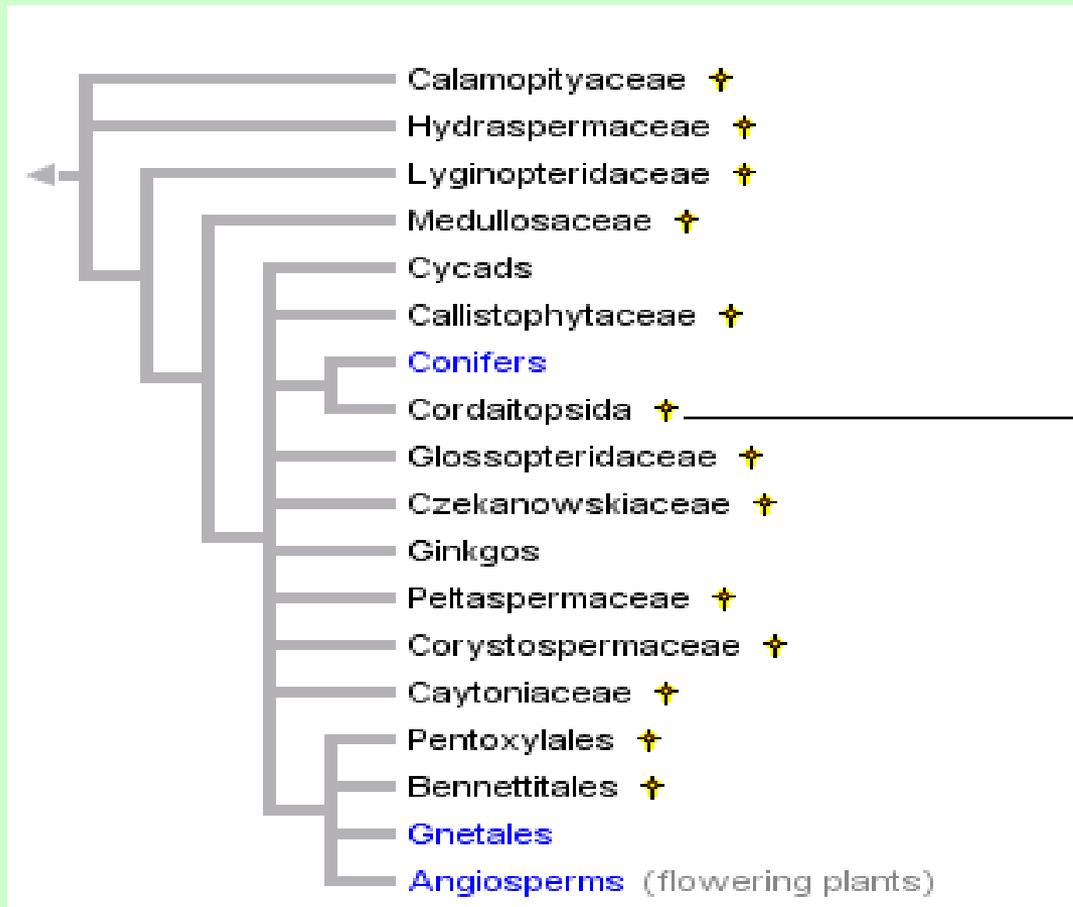


Gimnospermas extintas
Peter Crane

Espermatófitas extintas



Espermatófitas extintas



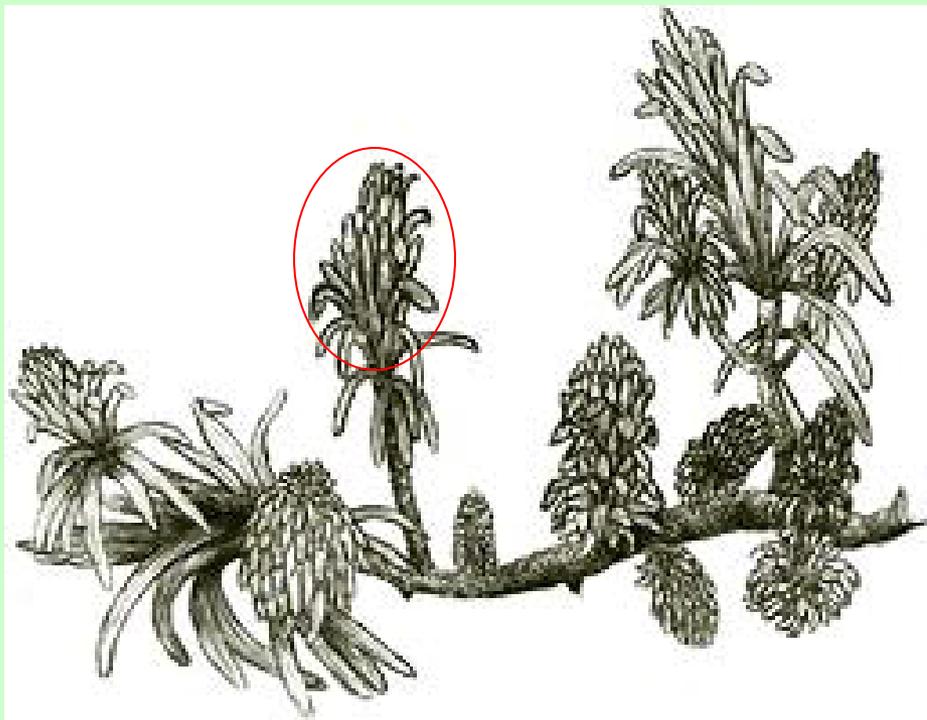
Folhas paralelódromas

Cordaites

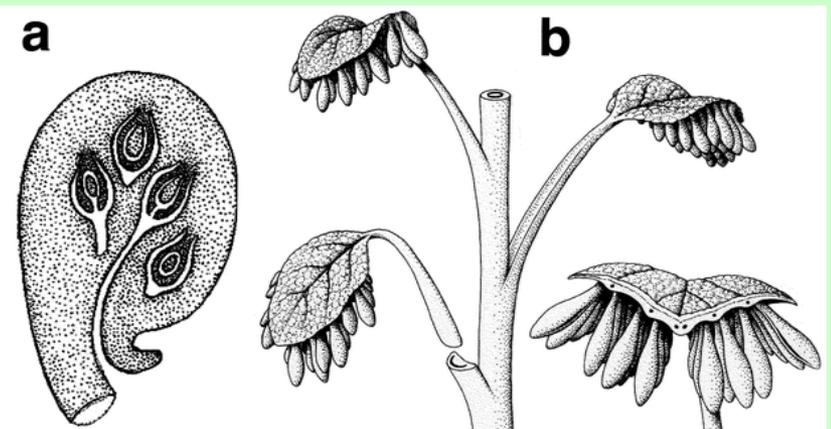
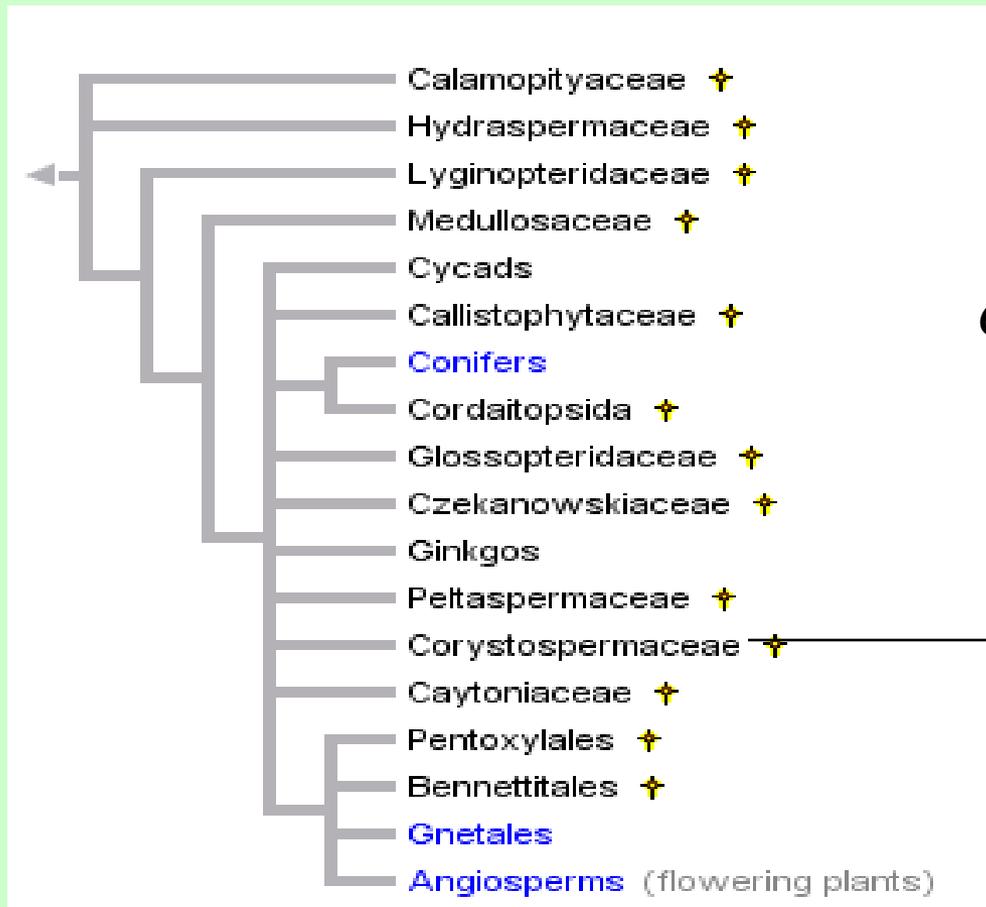
Estróbilos (strobilus = cone): porção terminal de uma ramificação do caule formada por folhas modificadas (brácteas ou escamas) que sustentam esporângios

Microsporófilos —————> Microsporângios ----- pólen

Megasporófilos —————> Megasporângios ----- óvulos, sementes

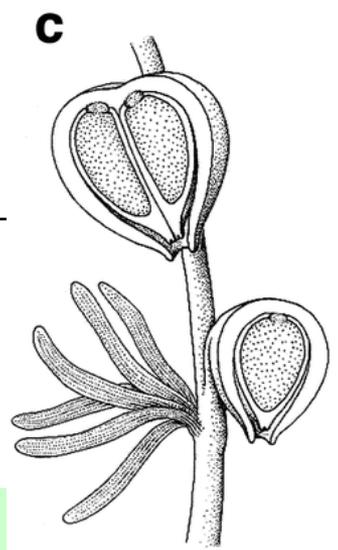


Espermatófitas extintas

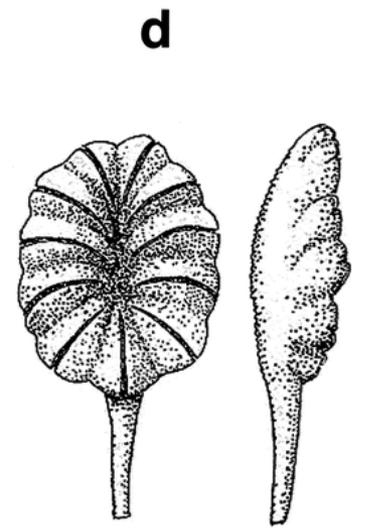


Caytonia fem.

Pteruchus mas.



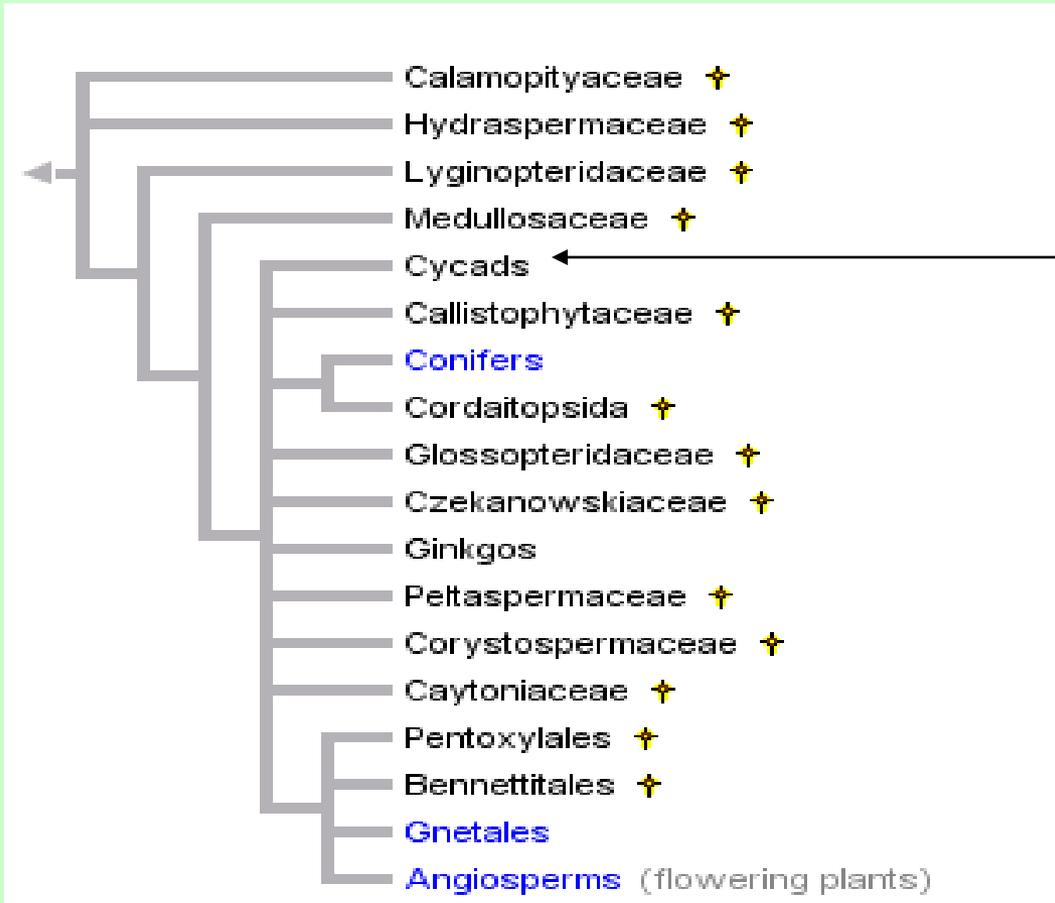
Ktalenia fem.



Pteroma masc.

Variação morfológica de estróbilos e de megasporófilos e microsporófilos

Gimnospermas atuais



Cycadophyta



Gimnospermas atuais

Cycadophyta



Palmeira-sagu



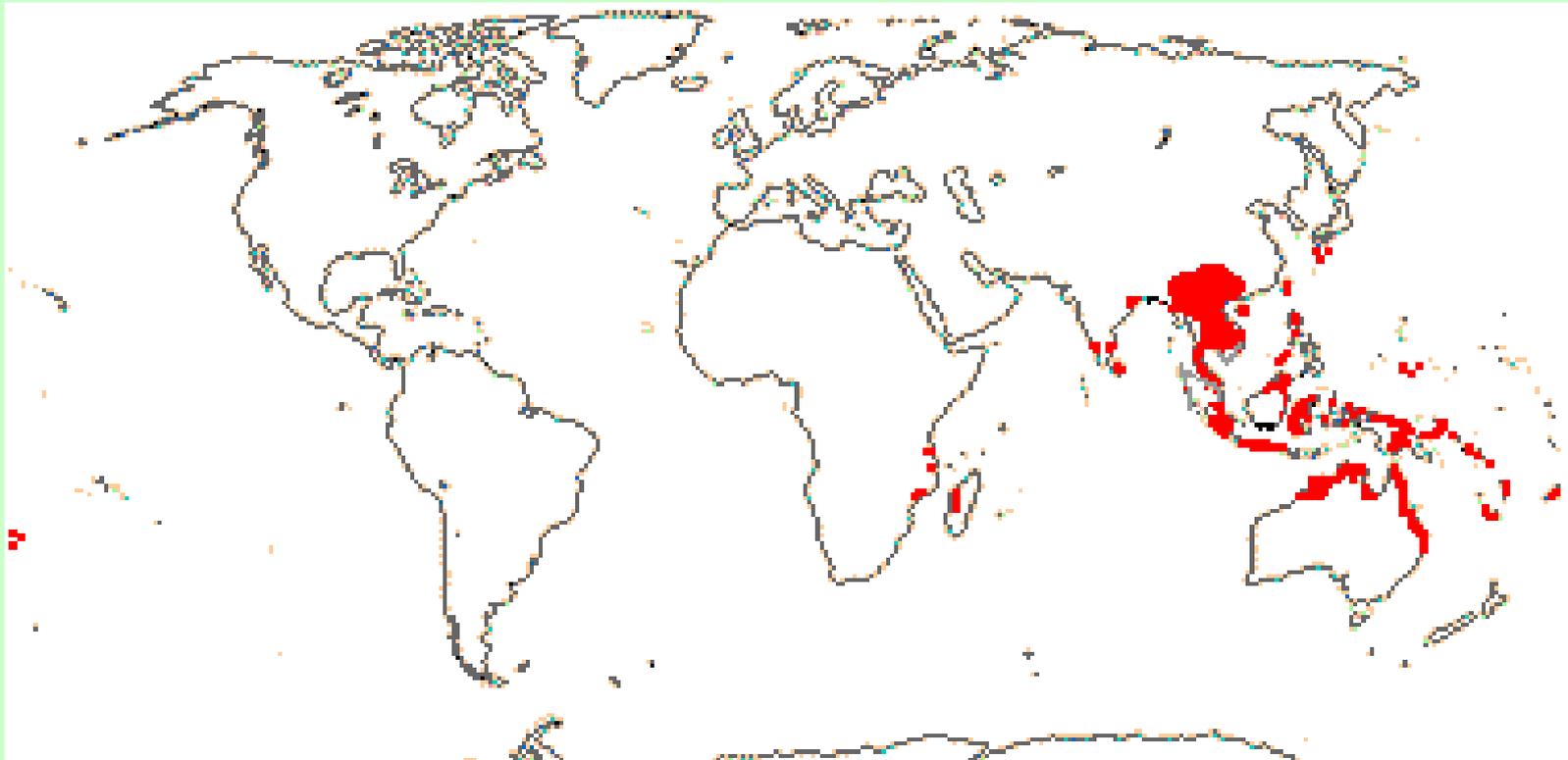
Folhas modificadas em escamas em Cicadáceas



Gimnospermae

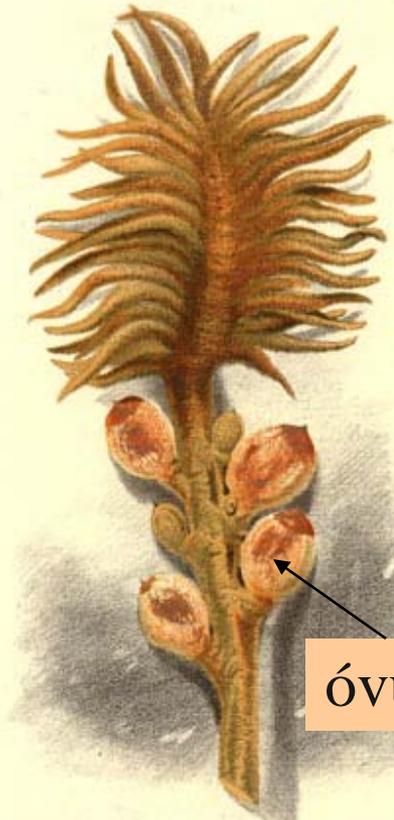
Ordem Cycadales

Cycadaceae



Plantas dióicas

Estróbilo feminino com esporófilos



óvulos

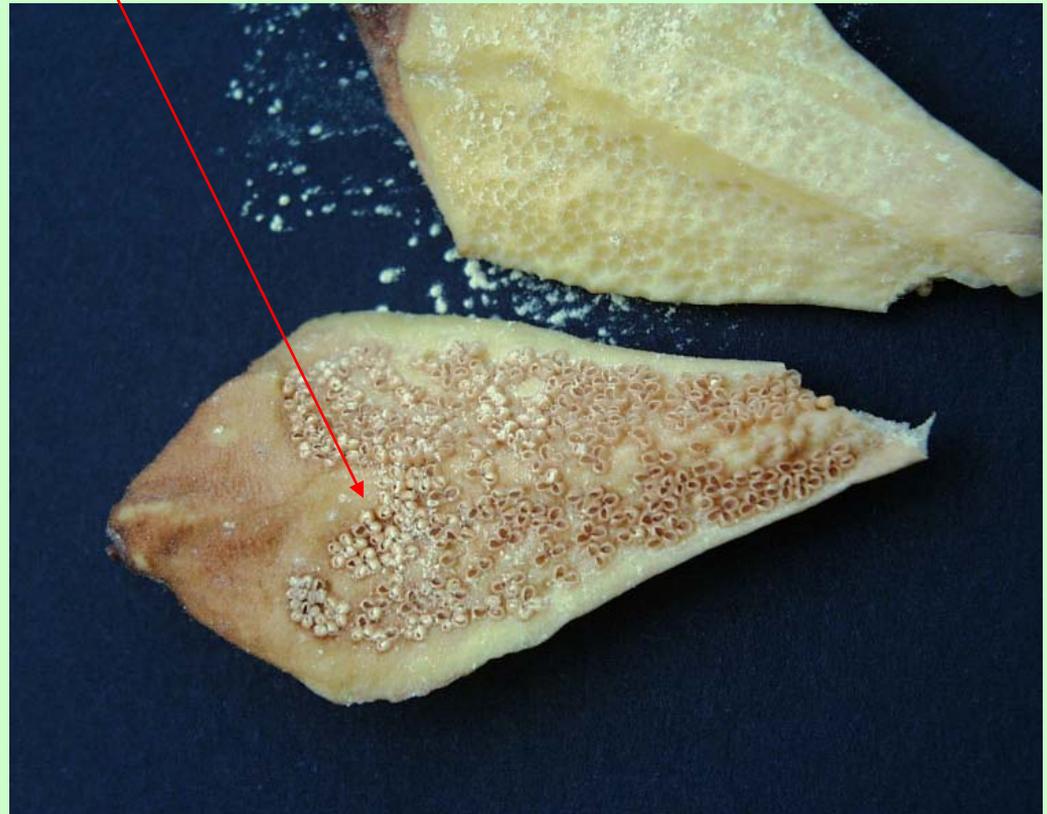
megaesporófilo

Cycadaceae

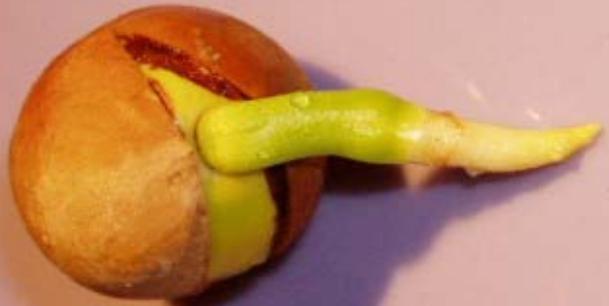
Estróbilo masculino com esporófilos = MICROSPORÓFILOS



Microsporângios maduros liberando pólen



Semente germinando



Cycadaceae

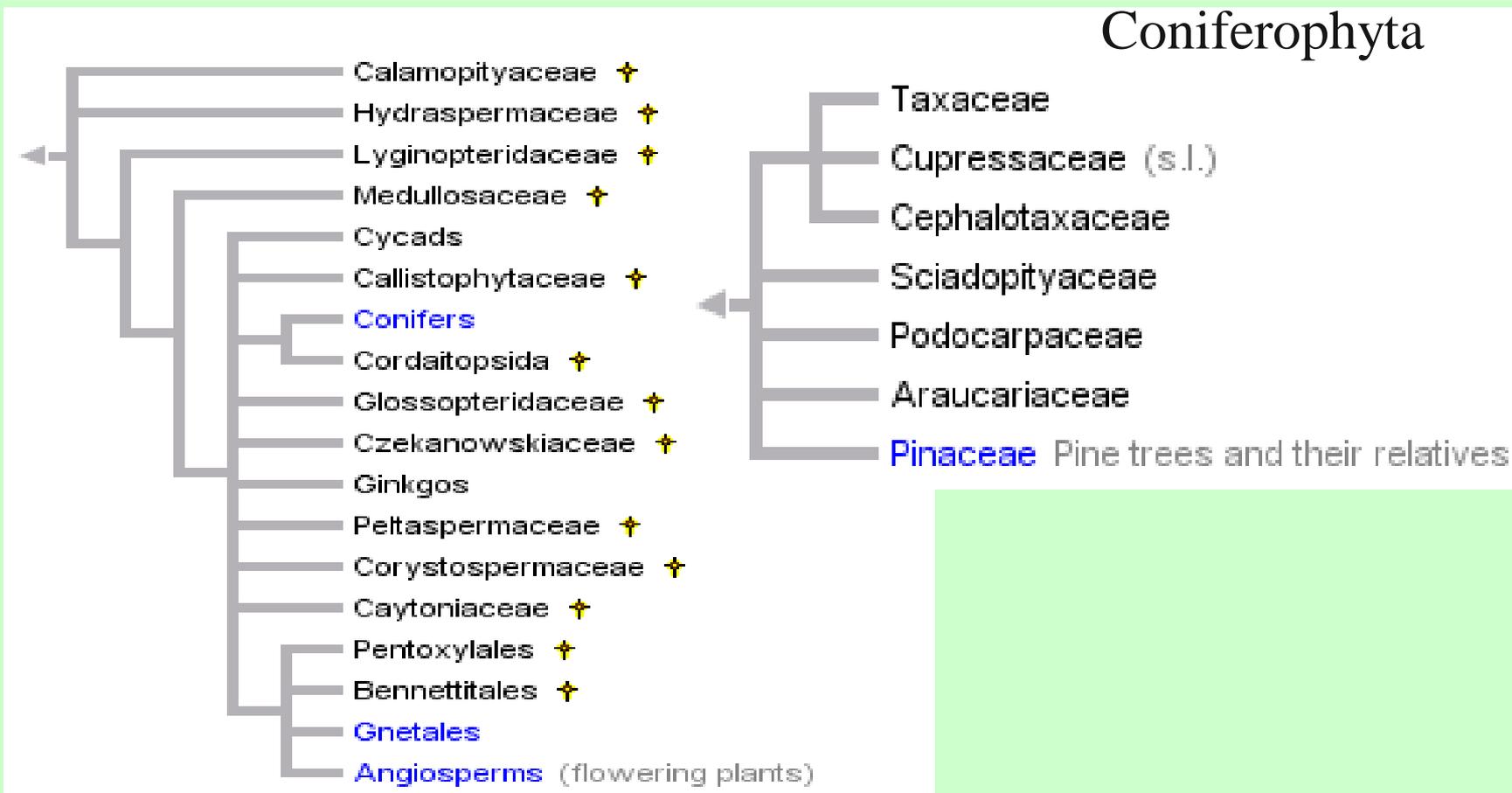


Cycas revoluta



Cycas angulata

Gimnospermas atuais



Fonte: www.tolweb.org

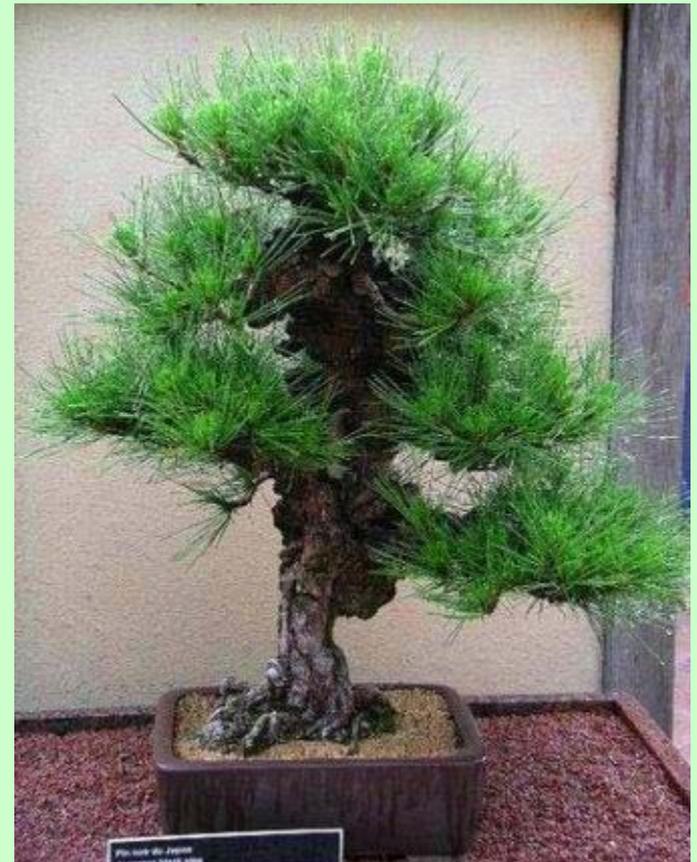
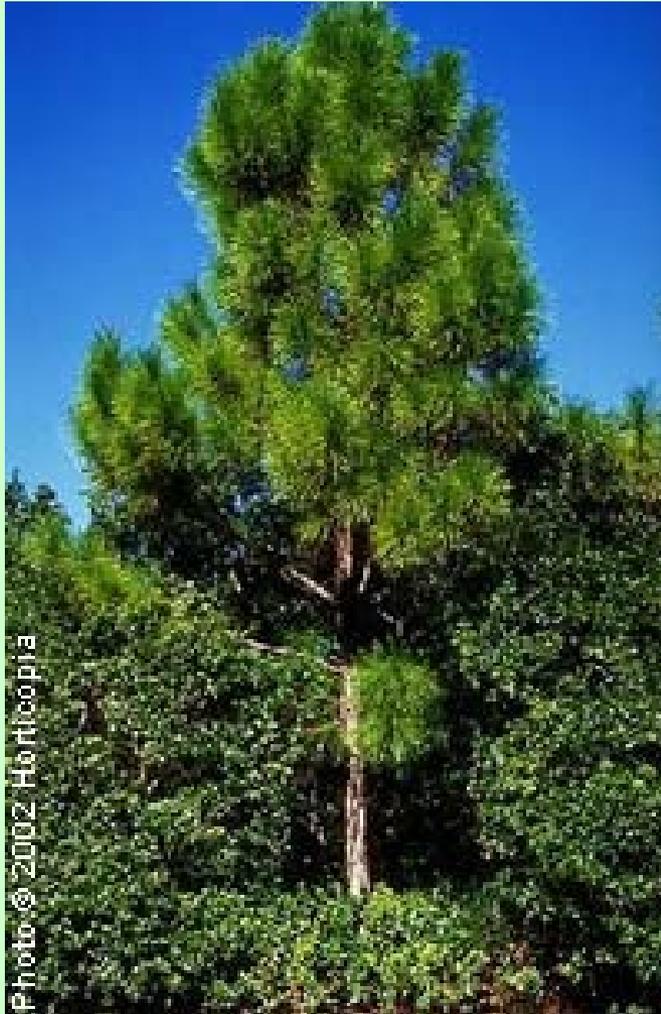
Principais coníferas (Coniferophyta)

- Pinaceae - *Pinus, Abies, Cedrus*
- Cupressaceae - *Cupressus, Juniperus, Sequoia, Sequoiadendron*
- Taxodiaceae - *Taxus, Criptomeria, Cunninghamia*

No Brasil:

- Podocarpaceae - *Podocarpus*
- Araucariaceae - *Araucaria*

Pinaceae



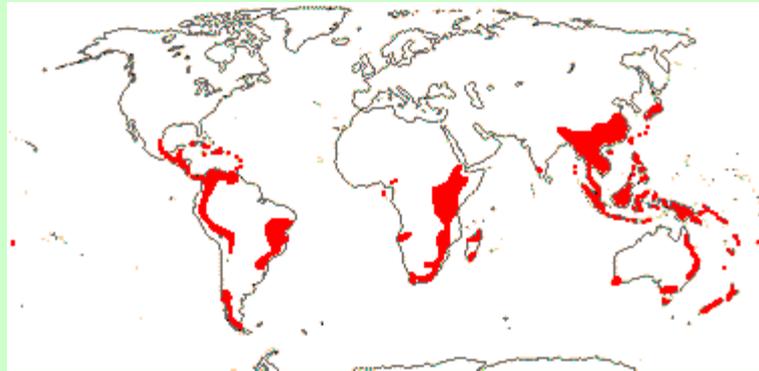
Coniferophyta



Pinaceae



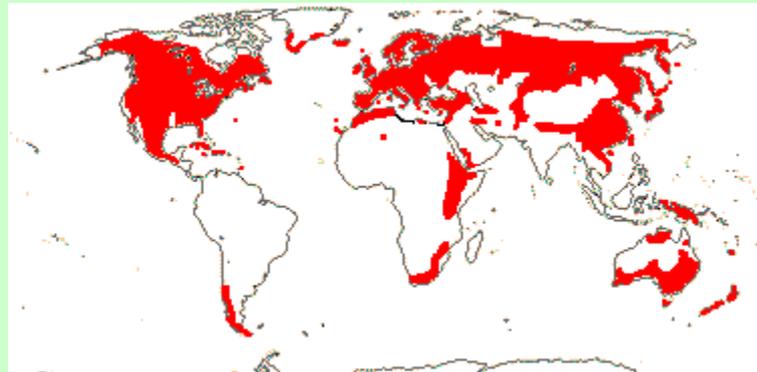
Araucariaceae *Araucaria angustifolia*



Podocarpaceae *Podocarpus lambertii*, *P. sellowii*



Taxodiaceae =
Cupressaceae



Cupressaceae

Podocarpaceae

Podocarpus lambertii



Folhas amplas

Podocarpaceae

Podocarpus lambertii Kotsch ex. Endl.



Semente com arilo



Araucariaceae

Plantas dióicas

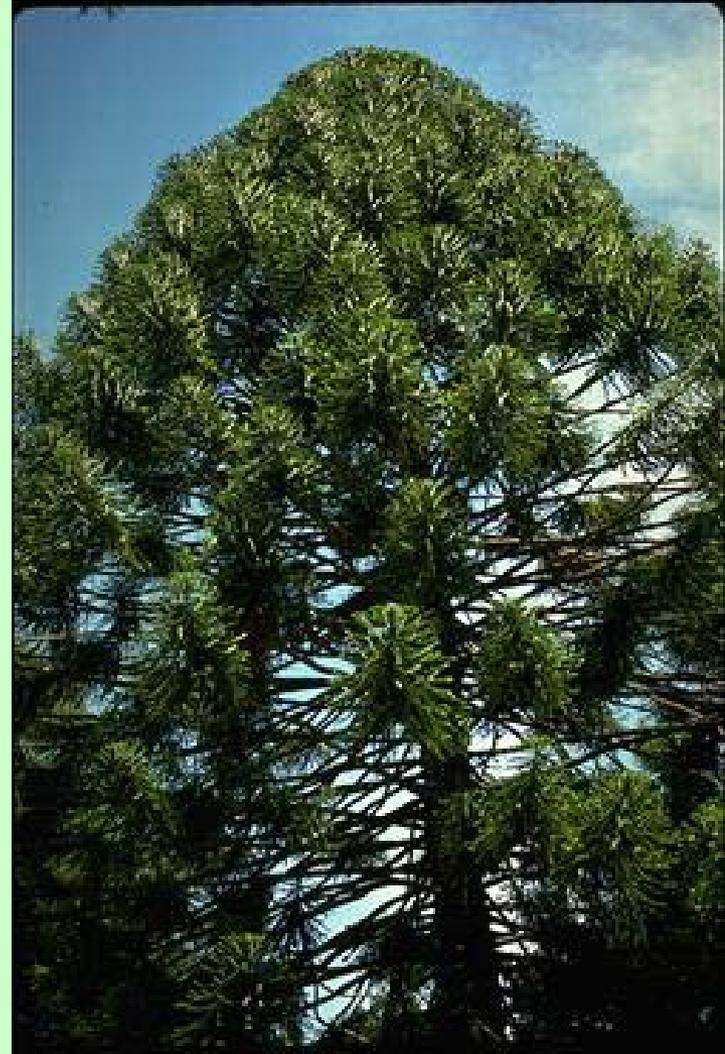


Araucariaceae *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze

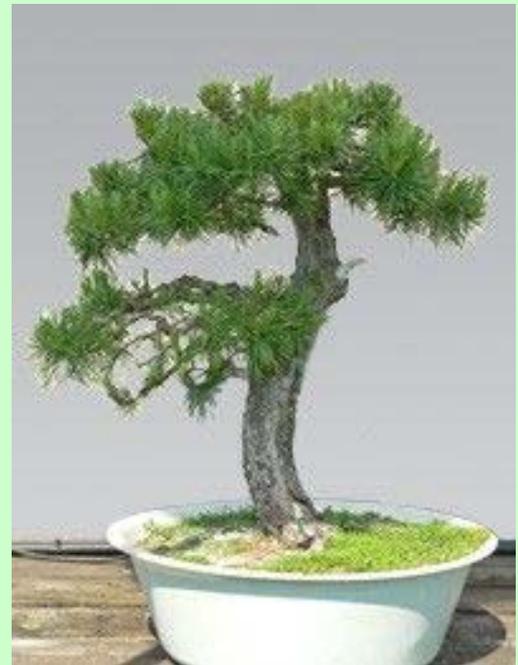


Megaesporófilos (brácteas) envolvem a semente que possui embrião com dois cotilédones e reserva de amido no megagametófito

Araucariaceae *Araucaria bidwilli* Hooker, Austrália



Pinaceae



Pinus

Pinaceae

Ramos curtos = braquiblastos, formando feixes de folhas = fascículos ou Filotaxia fasciculada. Folhas em forma de agulha = aciculadas



Pinus mugo



Sementes





Cedrus libani A. Rich.

Taxodiaceae *Cunninghamia lanceolata* (Lam.) Hooker



Pinheiro-alemão

Taxodiaceae *Cryptomeria japonica* (L.F.) Don.

Cedro-japonês



Foto: A. Fabião



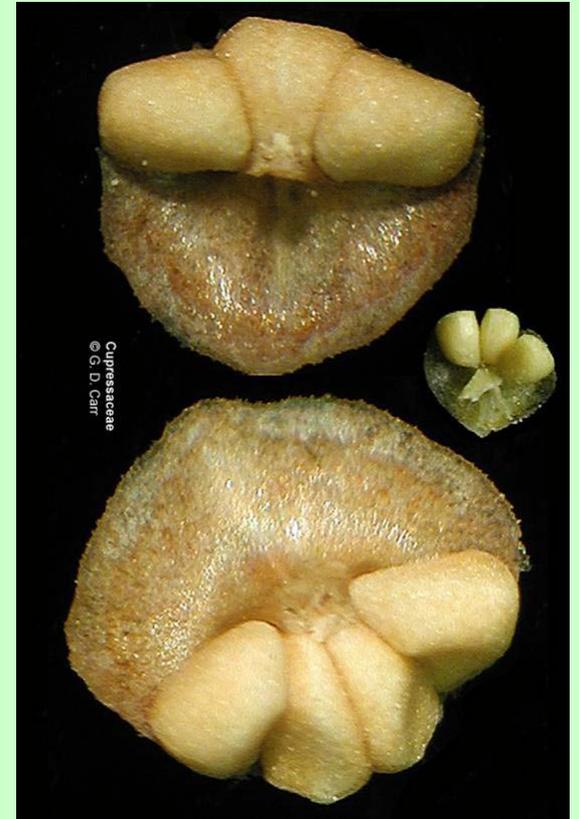
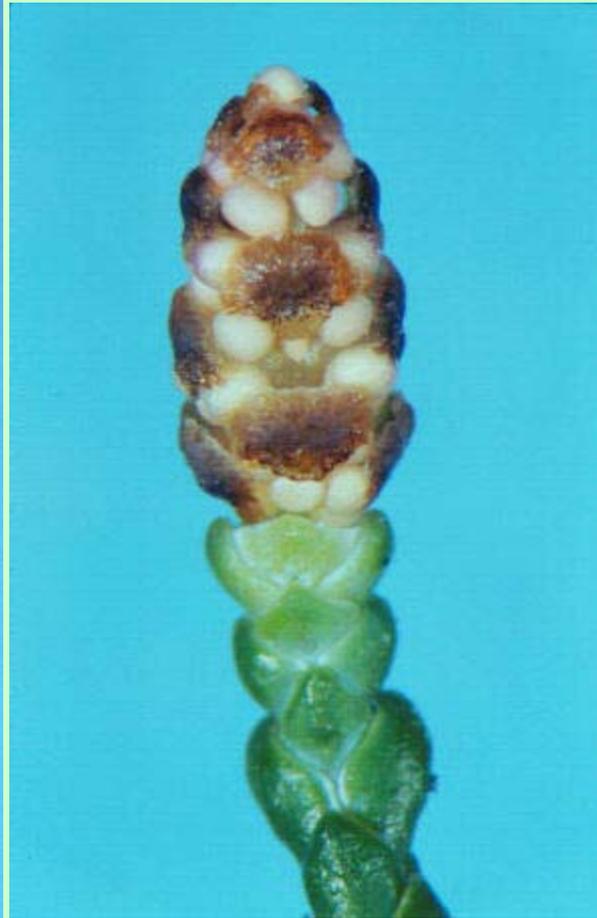
Cupressaceae *Cupressus funebris* Endl.
Cipreste-chorão



Escamas ovulíferas peltadas
(inserção da haste no centro da escama)

Cupressaceae

Cupressus funebris Endl.



Cupressaceae



© Kordes-Jungpflanzen

Juniperus horizontalis Moench



- Calamopityaceae †
- Hydraspermaceae †
- Lyginopteridaceae †
- Medullosaceae †
- Cycads
- Callistophytaceae †
- Conifers
- Cordaitopsida †
- Glossopteridaceae †
- Czekanowskiaceae †
- Ginkgos
- Peltaspermeae †
- Corytospermaceae †
- Caytoniaceae †
- Pentoxylales †
- Bennettitales †
- Gnetales
- Angiosperms (flowering plants)

Ginkgoaceae

Ginkgo biloba L.



Ginkgoaceae

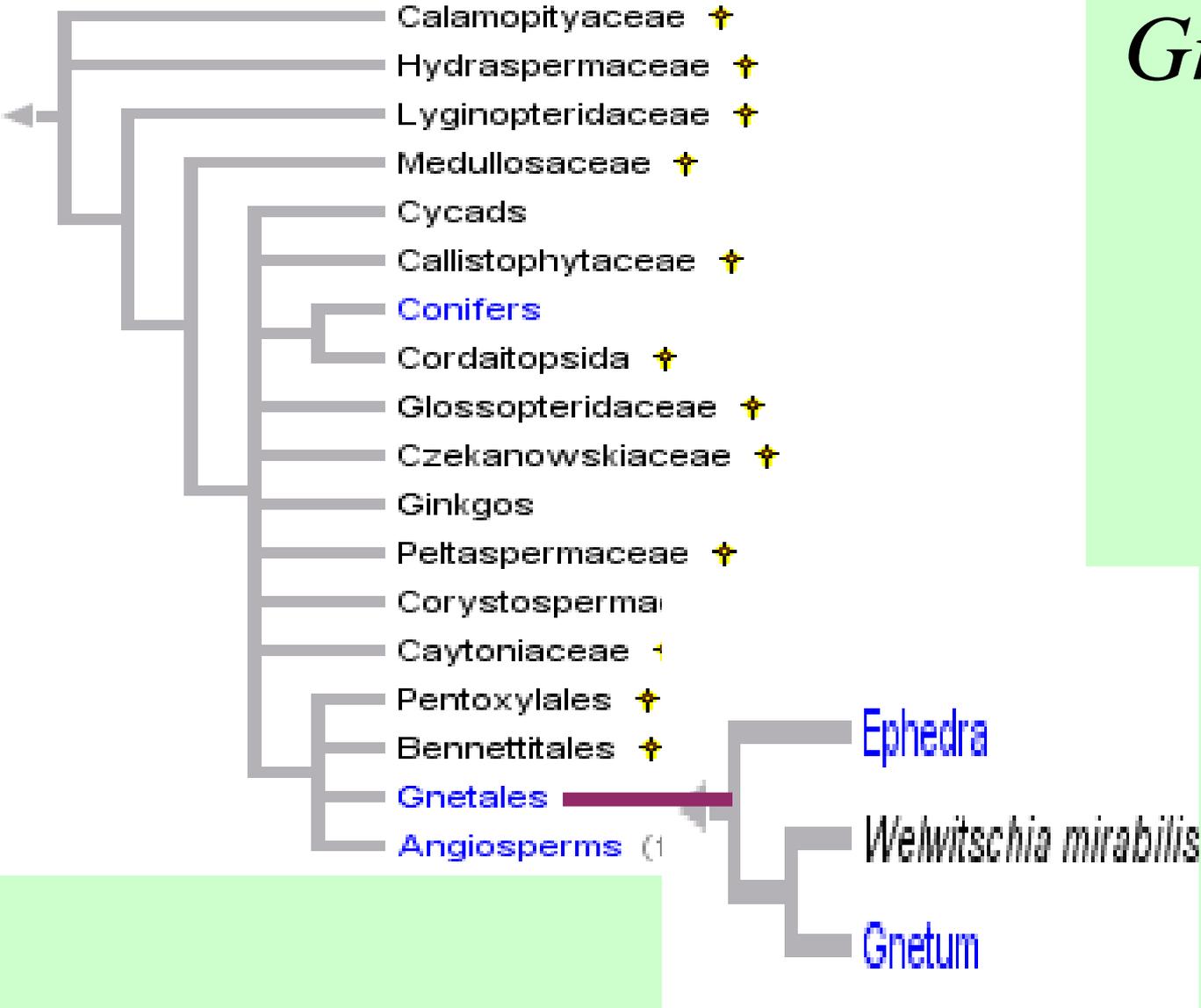


Ordem Ginkgoales

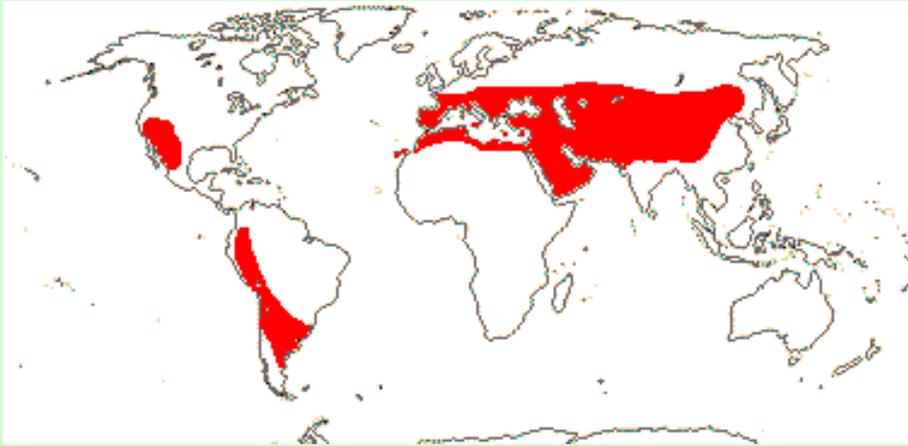
Ginkgoaceae



Gnetaceae

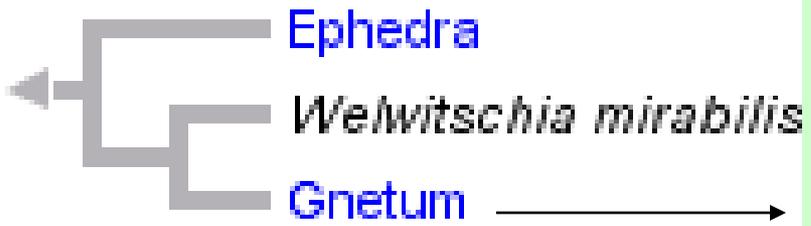


Gnetaceae



Ephedra

Gnetaceae



Gnetaceae

Ephedra

Welwitschia mirabilis

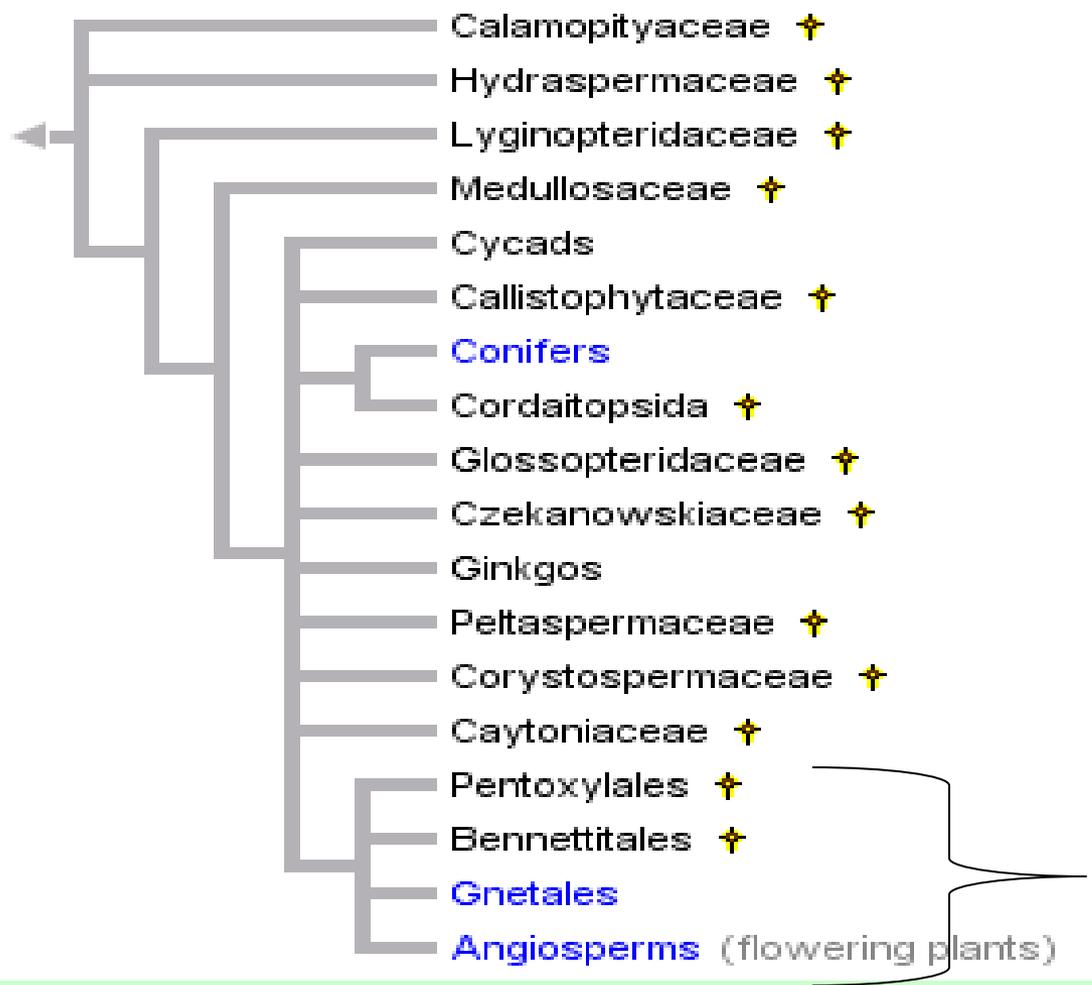
Gnetum



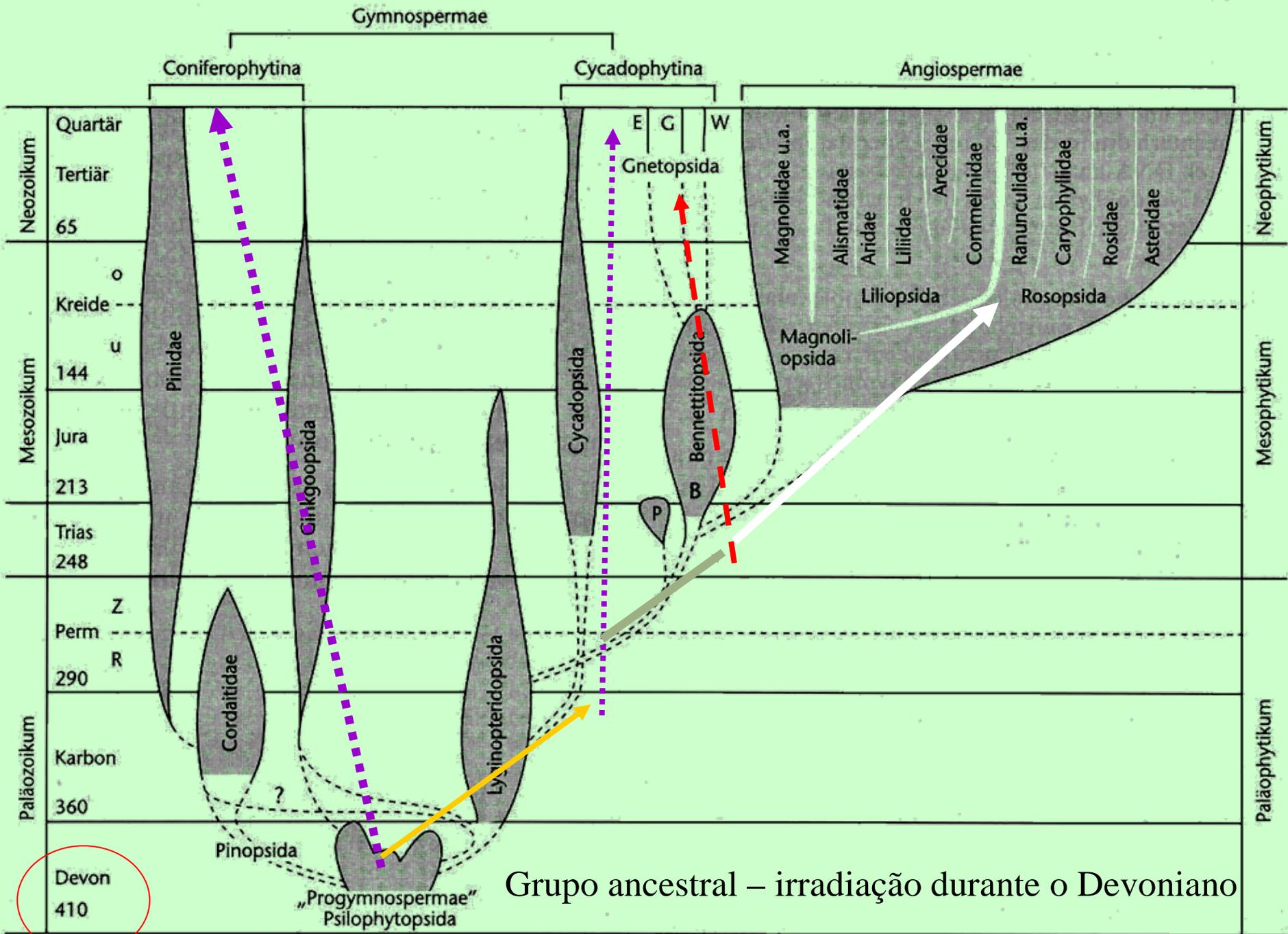
Cretáceo - Mesozoico



Cretáceo - Mesozoico



Grupos estreitamente relacionados Com as Angiospermas



Grupo ancestral – irradiação durante o Devoniano

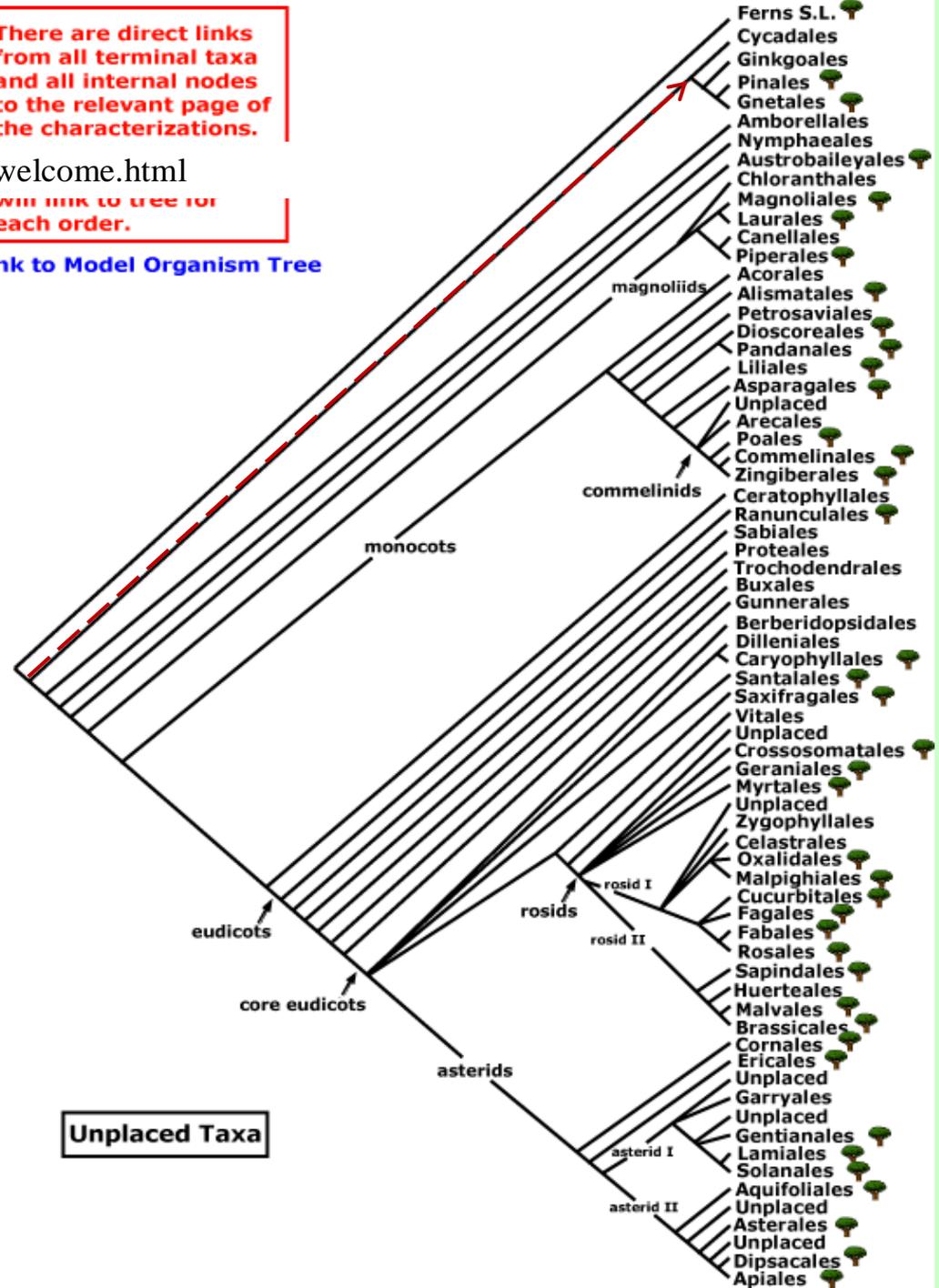
Phylogenia em Gimnospermae

There are direct links from all terminal taxa and all internal nodes to the relevant page of the characterizations.

will link to tree for each order.

[Link to Model Organism Tree](#)

<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/welcome.html>



Gnetales como grupo
 Irmão das Angiospermas,
 Reforço da teoria antófitas;
 Coníferas monofiléticas;

Rydin et al. 2002
 DNA nuclear

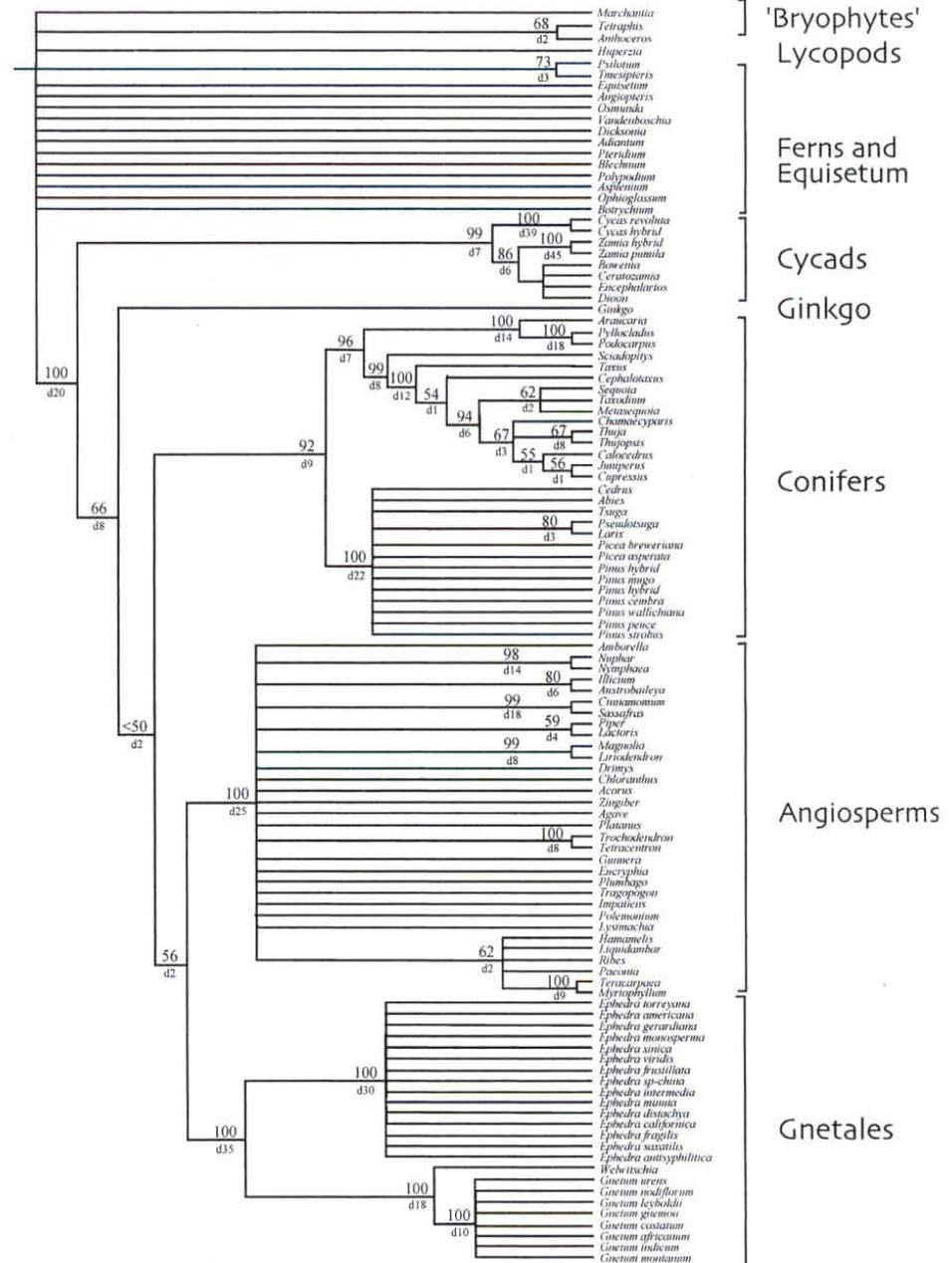
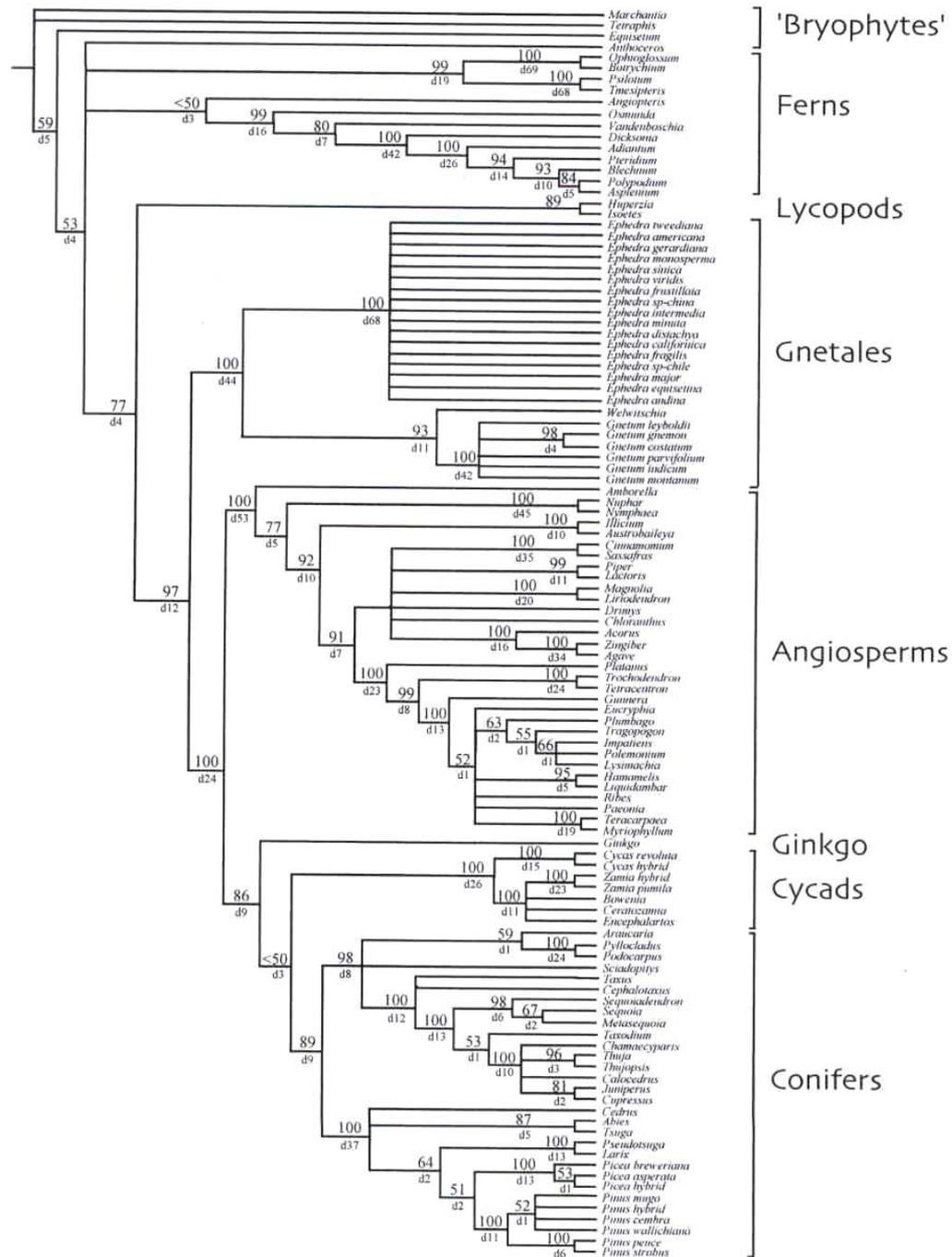


Fig. 3 Nuclear analysis (18S and 26S); strict consensus of the shortest trees. All character changes included. Of 3025 characters, 889 were informative. Jackknife values above branches, branch support below. Unsupported nodes within major clades have been collapsed.

Gnetales como primeiro Grupo a divergir, basais Às Angiospermas, dado Este conflitante com o Registro fóssil;
 Coníferas monofiléticas;

Rydin et al. 2002
 Análise combinada



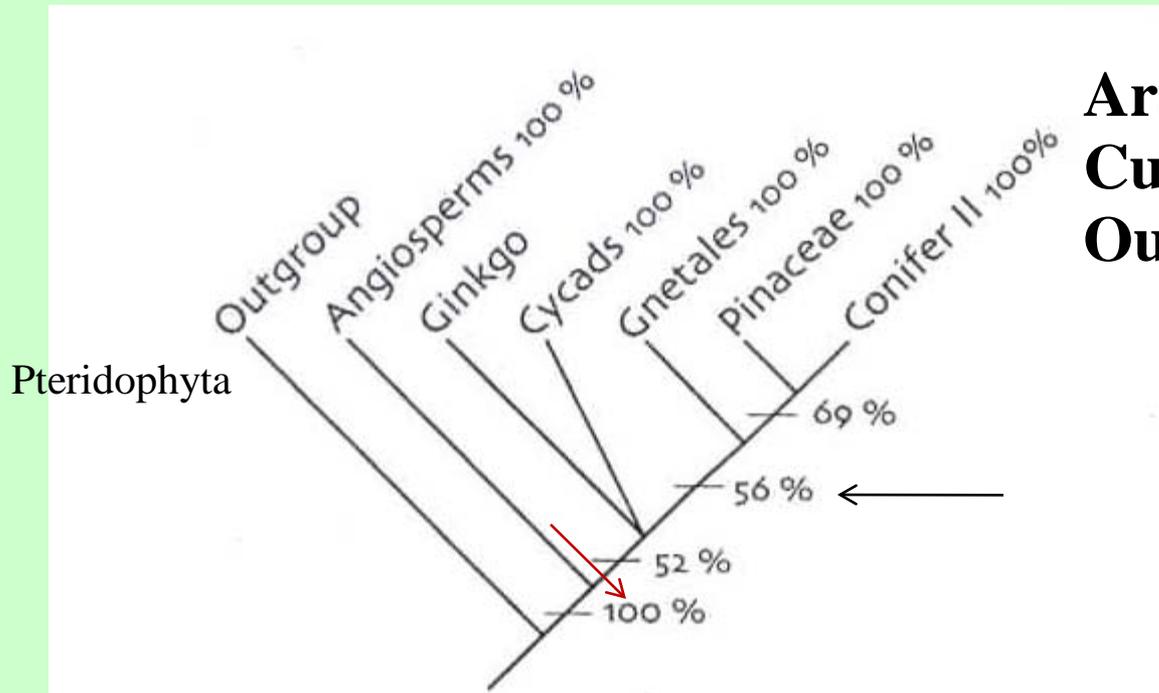


Fig. 7 Combined 4-gene analysis of *rbcL*, *atpB*, 18S, and 26S, with third positions of the plastid genes coded as transversions only. Jackknife values indicated for each node.

**Araucariaceae,
Cupressaceae
Outras.**

Análise combinada, com dados
Conflitantes ao registro fóssil

Rydin et al. 2002

Não existe um consenso sobre a filogenia das plantas com sementes, principalmente quanto a definição dos grupos mais primitivos.

Embora a posição de Gnetales seja ambígua, a Hp. de relação monofilética entre Gnetales e Pinaceae pode ser rejeitada, baseando-se em evidências biomoleculares combinadas.

Assim como, a Hp. de que as Gimnospermas são monofiléticas não pode ser recusada.

É de baixa qualidade o entendimento da evolução molecular e seu impacto sobre estudos filogenéticos.

Rydin et al. 2002

Bibliografia

- Pirani, J. R. et al. Gimnospermas. Apostila USP. 2001.
- C.J. Earle . 2006. The Gymnosperm database . Disponível em <www.conifers.org>.
- Raven et al. 2001. Biologia vegetal. Cap. 20. Gimnospermas.pp. 448-474. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Judd et al. 2009. Sistemática vegetal. Um enfoque filogenético. Artmed, Porto Alegre.

The Gymnosperm Database

Home | Topics | Bookstore | Links | Site Map | Contact Us

Choose a Taxon

- ..
- Gymnosperms
- Pinophyta
 - Araucariaceae
 - Cephalotaxaceae
 - Cupressaceae
 - Pinaceae
 - Podocarpaceae
 - Sciadopityaceae
 - Taxaceae
- Ginkgophyta
- Cycadophyta
 - Cycadaceae
 - Stangeriaceae
 - Zamiaceae
- Gnetophyta
 - Ephedraceae
 - Gnetaceae
 - Welwitschiaceae

Please Donate

The Gymnosperm Database is a not-for-profit site. We receive no payments or support other than through the occasional sale of photographs. Please consider making a donation through Paypal. Give what you choose; we suggest a \$50 annual donation for professionals living in western

Introduction

Welcome to the Gymnosperm Database, the web's premier source of information on conifers and their allies. Since we went online in 1997, the Database has attracted worldwide attention as a readily accessible, scientifically accurate source of information on the classification, description, ecology and uses of this culturally and ecologically important group of plants. This home page gives some hints about how to navigate the Database, as well as providing background information for the curious.

Quick Links

There are four major sections of the site:

The **Taxa** section is accessed through the selection box at the left. The pull-down box allows you to jump to any of the Classes or Families of gymnosperms. From there, additional pull-down boxes allow you to jump to genera, and then to species. In this way you are three mouse clicks away from any of the approximately 1,000 species (including subspecies and varieties) of gymnosperms. This section comprises about 90 percent of the site.

The **Topics** section is accessed through this link, or through links at the head and foot of almost every page. It discusses things that are not strictly tied to a particular species or taxon. For instance, it includes pages on the gymnosperms of Australia, the oldest trees in the world, and accounts of some of my field excursions. If you are just interested in exploring the site, I encourage you to read the material below, and then surf over to **Topics**.

The **Bookstore** is where you can go shopping. Most of the books are linked through Amazon, and if you buy them through this site, the price is the same to you but some of the proceeds come to me, to help support the Database. Some books aren't available through Amazon but I list them anyway, because in the Bookstore I try to give you access to every important gymnosperm publication currently in print.

The **Links** and **Site Map** pages are self-explanatory.

We're Famous!

The Gymnosperm Database was written up in

Science

magazine (with the wrong URL, unfortunately).