

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA - USP
BIB 311 – Diversidade e evolução das plantas vasculares (Tracheophyta) - 2014

Aula Prática 3 - “GIMNOSPERMAS”: PINOPHYTA E GNETOPHYTA

FILOGENIA DAS ESPERMATÓFITAS

I. Analise e faça desenhos esquemáticos com escalas e legendas das seguintes plantas da DIVISÃO PINOPHYTA. Para cada material, ilustre as seguintes partes: (a) **folhas**; (b) **microstróbilos** (com suas partes, incluindo microsporofilos e número de microsporângios por microsporofilo), e (c) **cones** (megastróbilos compostos, com suas partes: eixo, escamas bracteais, escamas ovulíferas, óvulos e sementes). Identifique as famílias destes materiais utilizando a chave de Souza & Lorenzi (2008).

(a) *Pinus elliotii*. Observe a lâmina com corte de cone (1 lâmina por dupla), evidenciando a escama ovulífera e escama bracteal livre (ilustre este detalhe do cone jovem além do cone maduro). Observe também a plântula com 8 cotilédones e lâmina com corte de caule (1 lâmina por dupla) ilustrando o lenho picnoxílico. Família

(b) *Araucaria bidwillii*. Família

(c) *Cryptomeria japonica*. Família

(d) *Cupressus sempervirens*. Família

II. Atente para os seguintes aspectos:

(a) Todos os materiais analisados apresentam folhas, esclerófilas, relativamente reduzidas (principalmente comparadas às folhas de Cycadophyta) e com venação uninérvea.

(b) O número de microsporângios por microsporofilo varia de um gênero para outro. Apenas 2 microsporângios por microsporofilo são encontrados no gênero

(c) Em *Pinus*, atente para a **posição obviamente axilar da escama ovulífera**, denotando sua origem: um **ramo caulinar contraído**, na axila da escama bracteal (homóloga a uma folha). Essa posição é extensiva para todas as coníferas, e por isso os megatróbilos do grupo devem ser denominados de ou megatróbilos

(d) Um dos caracteres essenciais na taxonomia e evolução das coníferas refere-se ao tamanho relativo e grau de união das escamas bracteais e ovulíferas. Em Pinaceae, a escama bracteal é reduzida e livre da ovulífera que é bem maior e sustenta óvulos. Nas demais famílias, as escamas são sempre unidas, com a escama bracteal sendo geralmente maior que a ovulífera. Procure distinguir o número de escamas bracteais e ovulíferas nos gêneros analisados. Por que isso é difícil de realizar no cipreste (*Cupressus*)?

III. Examine os seguintes materiais em demonstração:

- DIVISÃO PINOPHYTA

(a) *Sequoiadendron giganteum* (Cupressaceae). Megastróbilo composto.

(b) *Pseudotsuga* (Pinaceae). Megastróbilo composto com escama bracteal bem alongada, tridentada e livre da escama ovulífera.

(c) *Araucaria angustifolia* (Araucariaceae). Megastróbilo composto e sementes do pinheiro-do-paraná mostrando as escamas bracteal e ovulífera totalmente fundidas.

(d) *Podocarpus* sp. (Podocarpaceae): (a) Megastróbilo composto com eixo carnoso; (b) Lâmina com corte de óvulo, com escama ovulífera envolvendo praticamente todo o óvulo, mas deixando a micrópila ainda exposta ao ar de forma que o pólen pouse diretamente sobre ela.

- DIVISÃO GNETOPHYTA

(a) *Gnetum nodiflorum* (Gnetaceae) da Amazônia

(b) *Ephedra tweediana* (Ephedraceae) do sul do Brasil

EXTRA-CLASSE:

IV. Veja no cladograma abaixo as novidades evolutivas de cada grupo:

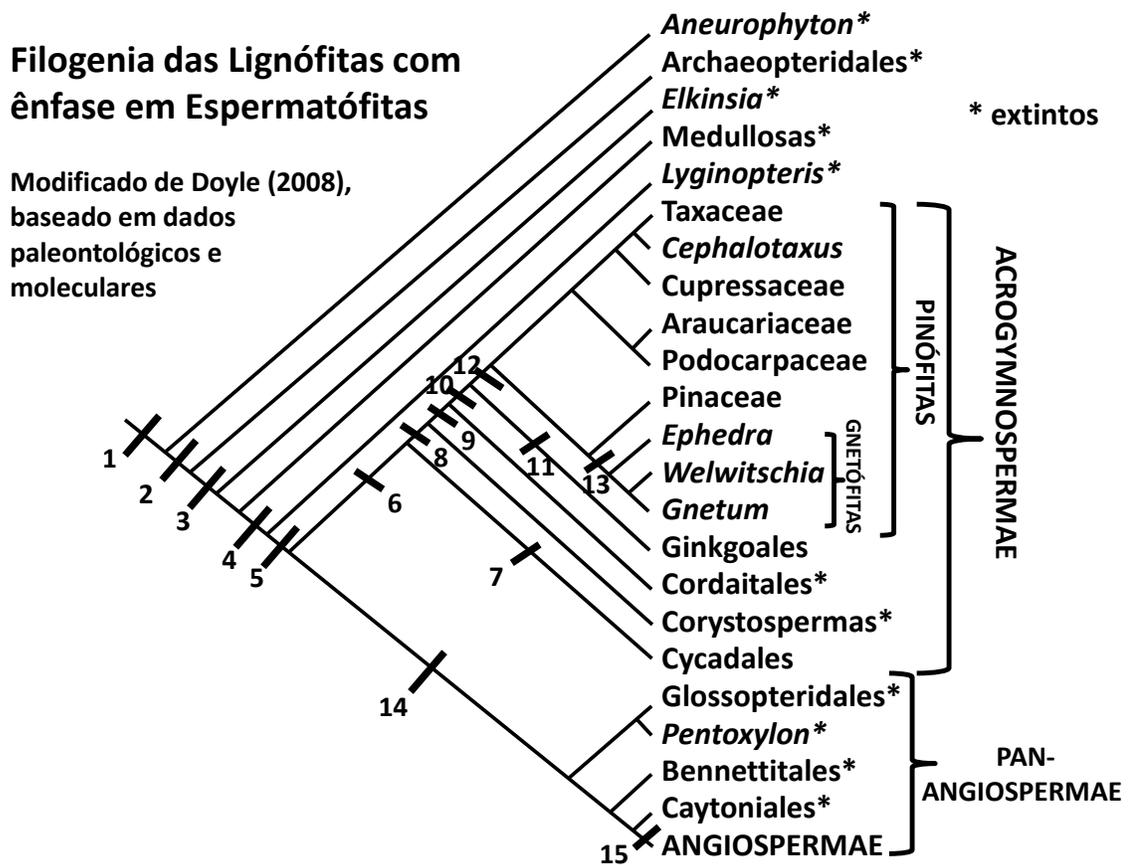


Figura 1: Hipóteses de relações entre grupos extintos e viventes de Lignófitas, baseadas em evidências morfológicas e moleculares (Doyle 2008).

1. Sinapomorfia de Lignófitas: câmbio vascular.
2. (a) Caule com medula.
(b) Heterosporia (formação de dois tipos de esporângios: que produzem e que produzem)
3. Sinapomorfias de Espermatófitas:
(a) Óvulo originando uma semente, contendo, tecido nutritivo e tegumento protetor. A semente surgiu como consequência das seguintes novidades evolutivas: gametófito feminino endospórico; redução a um só megásporo e sua retenção dentro do megasporângio; surgimento de tegumento em torno do megasporângio; e, diferenciação de uma produzindo uma gota de polinização no ápice do tegumento.
(b) Pólen: gametófito masculino endospórico (isto é, começa seu desenvolvimento dentro da parede do micrósporo); formação de tubo polínico (o gametófito masculino maduro, composto de apenas 3-16 células, produzindo 2 gametas masculinos sem formação de anterídeo).
4. Eustelo. Sistema condutor na estrutura primária organizado em feixes dispostos de modo circular, com xilema e floema.
5. Estróbilos simples
6. Sinapomorfias de Acrogymnospermae: Caracteres moleculares.
7. Autapomorfias de Cicadófitas:
(a) Cicasinas
(b) Raízes, com associação simbiótica com
(c) Espinhos ou acúleos no pecíolo e raque foliar
(d) Tecidos secretores de mucilagem (polissacarídeos)
8. Raios unisseriados no sistema vascular secundário (reversão em Gnetales e algumas Pan-Angiospermae).
9. (a) nas axilas das folhas, resultando em copas ramificadas.
(b) Folhas (lâmina não dividida em folíolos).
(c) Megastróbilos (estróbilos multiaxiais, onde cada escama bracteal sustenta em sua axila ramos férteis contraídos - estes originaram as escamas ovulíferas dos terminais viventes).
10. Sinapomorfias moleculares.
11. Autapomorfias de Ginkgófitas:
(a) Folhas (lâmina em forma de leque).

- (b) Deciduidade foliar (queda) na estação fria.
- (c) Megastróbilo reduzido a um eixo com 2 óvulos (reversão do caráter 9c).

12. Sinapomorfias de Pinófitas + Gnetófitas:

- (a) = tubo polínico alcançando a oosfera (perda de câmara no óvulo).
- (b) Células espermáticas = gameta masculinos sem
- (c) Germinação da semente epígea (hipocótilo se alonga muito de modo que os cotilédones e a casca são elevados para fora do solo).

13. Sinapomorfias de Gnetófitas:

- (a) Filotaxia
- (b) Gemas axilares múltiplas por folha.
- (c) Elementos de vaso com placa de perfuração foraminada.
- (d) Raios multisseriados (reversão do caráter 8).
- (e) “Brácteas” opostas envolvendo cada óvulo e cada conjunto de microporângios.
- (f) Tubo = ápice do tegumento do óvulo alongado, tubular.
- (g) = ambas células espermáticas de um tubo polínico fecundam células no gametófito feminino.

14. Sinapomorfias de Pan-Angiospermae: microsporângios fundidos (ao menos na base); presença de “cúpulas” envolvendo um ou mais óvulos:

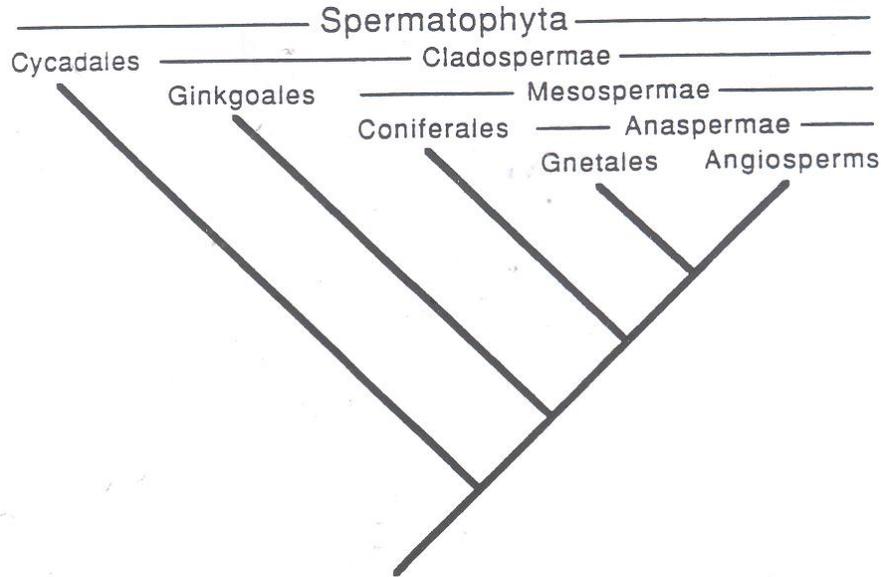
- (a) Raios multisseriados (em Bennettitales e Angiospermas) (*paralelismo com o caráter 8*).
- (b) = tubo polínico alcança a oosfera.
- (c) Células espermáticas = gametas masculinos sem
- (d) Germinação da semente epígea.

15. Autapomorfias de Angiospermas:

- (a) Carpelo.
- (b) Células companheiras no floema
- (c) Elementos de vaso
- (d) Antera com duas tecas (cada teca com dois microsporângios), deiscentes por atividade de uma camada subepidérmica (endotécio).
- (e) Exina columelada (parede do pólen com pilares).
- (f) Gametófito masculino com apenas três células.
- (g) Óvulo com tegumentos.
- (h) Gametófito feminino muito reduzido (4-16 células, geralmente 7), sem arquegônios.
- (i) Dupla fecundação

(j) (responsável pela nutrição do embrião na germinação).

V. Compare a topologia acima com a topologia apresentada abaixo (Loconte & Stevenson 1990) e responda as questões a seguir:



(a) Plote na árvore as transformações dos caracteres *dupla fecundação*, *sifonogamia*, e *endosperma* e descreva abaixo o padrão evolutivo destes caracteres.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) A maioria das filogenias moleculares recentes têm resolvido Gimnospermas como grupo monofilético (ver Simpson 2006, 2010). Em quais destas hipóteses filogenéticas as “gimnospermas” constituem um grupo monofilético? E as “gimnospermas” viventes?

.....

.....

.....

.....

Referências

- Bowe, L.M., G. Coat & C.W. dePamphilis. 2000. Phylogeny of seed plants based on all three genomic compartments: extant gymnosperms are monophyletic and Gnetales closest relatives are conifers. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 97: 4092-4097.
- Burleigh, J.G. & S. Mathews. 2004. Phylogenetic signal in nucleotide data from seed plants: implications for resolving the seed plant tree of life. *Am. J. Bot.* 91: 1599-1613.
- Chaw, S.-M., A. Zharkikh, H.-M. Sung, T.-C. Lau & W.-H. Li. 1997. Molecular phylogeny of extant gymnosperms and seed plant evolution: analysis of nuclear 18S rRNA sequences. *Mol. Biol. Evol.* 14: 56-68.
- Chaw, S.-M., C.L. Parkinson, Y. Cheng, T.M. Vincent & J.D. Palmer. 2000. Seed Plant phylogeny inferred from all three plant genomes: Monophyly of extant gymnosperms and origin of Gnetales from conifers. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 97: 4086-4091.
- Crane, P. 1985. Phylogenetic analysis of seed plants and the origin of angiosperms. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 72: 716-793.
- Doyle, J. A. 2006. Seed ferns and the origin of angiosperms. *J. Torrey Bot. Club* 133: 169-209.
- Doyle, J.A. 2008.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellog, E.A., Stevens, P.F. & Donoghue, M.J. 2008. *Plant systematics. A phylogenetic approach*. Ed. 3. Sinauer Associates, Sunderland.
- Loconte, H. & Stevenson D. W. 1990. Cladistics of the Spermatophyta. *Brittonia* 42(3): 197-211
- Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. 2007. *Biologia vegetal*. Ed. 7. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Rydin, C., M. Källersjö & E.M. Friis. 2002. Seed plant relationships and the systematic position of Gnetales based on nuclear and chloroplast DNA: conflicting data, rooting problems, and the monophyly of Conifers. *Int. J. Plant. Sci.* 163: 197-214.
- Samigullin, T.K., W.F. Martin, A.V. Troitsky & A.S. Antonov. 1999. Molecular data from the chloroplast *rpoC1* gene suggest a deep and distinct dichotomy of contemporary spermatophytes into two monophyla: gymnosperms (including Gnetales) and angiosperms. *J. Mol. Evol.* 49: 310-315.
- Simpson, M.G. 2006. *Plant Systematics*. Elsevier, Amsterdam.
- Soltis, D.E., P.S. Soltis & M.J. Zanis. 2002. Phylogeny of seed plants based on evidence from eight genes. *Am. J. Bot.* 89: 1670-1681.

Winter, K.-U., A. Becker, T. Münster, J.T. Kim, H. Saedler & G. Theissen. 1999. MADS-box genes reveal that gnetophytes are more closely related to conifers than to flowering plants. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 96: 7342-7347.