

BIB-311 - DIVERSIDADE E EVOLUÇÃO DAS PLANTAS VASCULARES (TRACHEOPHYTA)

Aula Prática 1 – Filogenia das Traqueófitas e principais grupos de plantas vasculares sem sementes

I. Examine materiais vivos e lâminas diafanizadas associadas aos materiais abaixo. Faça desenhos esquemáticos das estruturas principais, contendo escala e legendas. Anote os atributos vegetativos e reprodutivos fundamentais: (a) natureza da folha (escama, microfilo, megafilo); (b) tipo de lâmina foliar (simples ou composta); (c) venação da lâmina foliar (sem venação, uninerve, dicotômica, reticulada); (d) morfologia dos esporos (homosporia, heterosporia); e, (e) agrupamento dos esporângios (soros, estróbilos, esporocarpo, esporofilos, sinângio). Utilize a literatura fornecida para apoiar seu trabalho (Gonçalves & Lorenzi 2007, Zuquim *et al.* 2008; Moran 2004). **Tempo: 1 hora (10 min/questão)**

(a) *Selaginella* (família Selaginellaceae; ordem _____; grande clado _____)

Natureza da folha: _____

Tipo da lâmina foliar: _____

Venação: _____

Esporos: _____

Esporângios: _____

Outras características importantes: _____

(b) *Psilotum* (família Psilotaceae; ordem _____; grande clado _____)

Natureza da folha: _____

Tipo da lâmina foliar: _____

Venação: _____

Esporos: _____

Esporângios: _____

Outras características importantes: _____

(c) *Sticherus* (família Gleicheniaceae; ordem Polypodiales; grande clado _____).

** Nota: A lâmina diafanizada disponível para *Sticherus* aparece identificada como “*Gleichenia*,” um nome desatualizado para este material.

Natureza da folha: _____

Tipo da lâmina foliar: _____

Venação: _____

Esporos: _____

Esporângios: _____

Outras características importantes: _____

(d) *Osmunda* (família Osmundaceae; ordem Polypodiales; grande clado _____).

Natureza da folha: _____

Tipo da lâmina foliar: _____

Venação: _____

Esporos: _____

Esporângios: _____

Outras características importantes: _____

(e) *Microgramma* (família Polypodiaceae; ordem _____; grande clado _____).

** Nota: A lâmina diafanizada disponível para *Microgramma* aparece identificada como “*Polypodium*,” um nome desatualizado para este material.

Natureza da folha: _____

Tipo da lâmina foliar: _____

Venação: _____

Esporos: _____

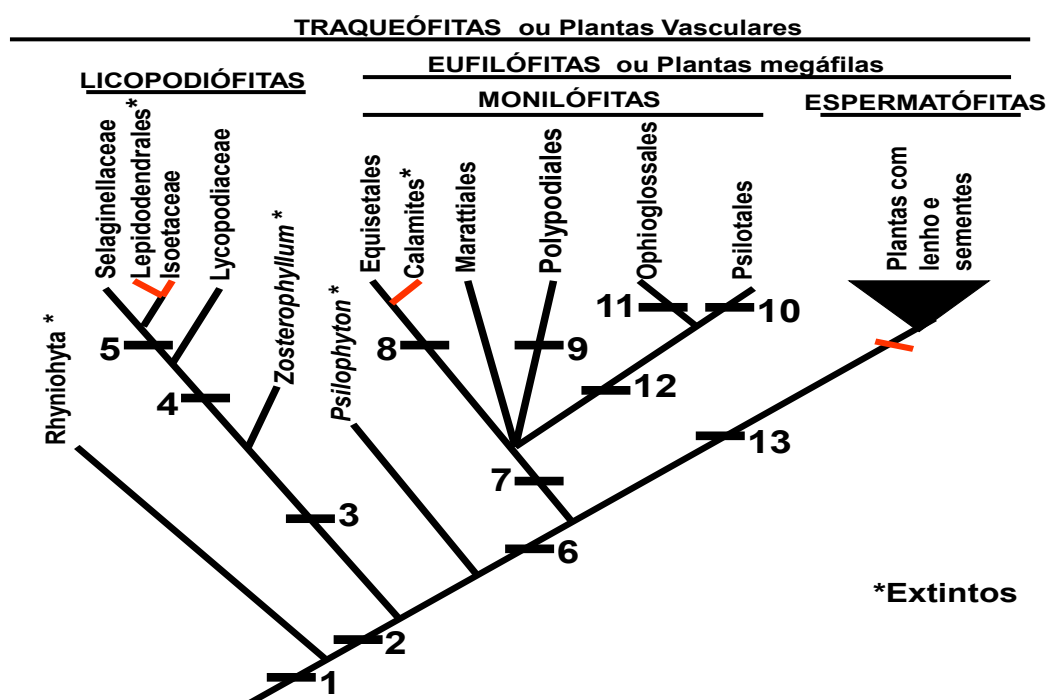
Esporângios: _____

Outras características importantes: _____

II. Examine os materiais em demonstração e as respectivas lâminas diafanizadas disponíveis na sua bancada de trabalho. Localize a posição de cada planta estudada nos clados apresentados na filogenia abaixo, atentando para as sinapomorfias apontadas. **Tempo: 30 mins (5 min/questão).**

- (a) **Material vivo de *Equisetum*** (família Equisetaceae; Equisetales) e **lâmina diafanizada** (na sua bancada de trabalho). Observe os estróbilos terminais e os esporângióforos (porções caulinares com esporângios agrupados), os ramos verticilados e as folhas escamiformes (microfilos) verticiladas e fundidas.
- (b) **Material vivo de *Nephrolepis*** (família Lomariopsidaceae; Polypodiales); **lâminas diafanizadas não disponíveis**. Observe a folha composta com pecíolo alongado, caule subterrâneo (rizoma), raízes e tubérculos para armazenamento de amido. Observe ainda os megafilos com esporângios agrupados em soros. Atente para o indúcio reniforme, membrana de tecido foliar que recobre os esporângios.
- (c) **Lâmina diafanizada de *Marattia*** (família Marattiaceae; Marattiales). Observe os sinângios bem evidentes, com ca. 7-10 esporângios cada. Note ainda que as Marattiaceae são homosporadas.
- (d) **Material vivo de *Salvinia*** (família Salviniaceae; Polypodiales) e **lâmina diafanizada**. Atente para os esporocarpos (dentro dos quais estão alojados múltiplos esporângios). Observe as folhas compostas, com folíolos modificados em estruturas com função e aparência de raízes. Note ainda que as Salviniaceae são heterosporadas, contendo esporos de 2 tipos no mesmo esporocarpo.
- (e) **Material vivo de *Adiantum*** (família Pteridaceae; Polypodiales); **lâminas diafanizadas não disponíveis**. Atente para os soros e pseudo-indúcio (membrana que recobre os soros).
- (f) **Material vivo de *Rhumohra*** (família Elaphoglossaceae; Polypodiales); **lâminas diafanizadas não disponíveis**. Observe o indúcio peltado, recobrindo os esporângios.
- (g) **Material vivo de *Blechnum*** (família Blechnaceae; Polypodiales) e **lâmina diafanizada**. Atente para os soros dispostos ao longo da nervura central e indúcio contínuo.

III. O cladograma abaixo apresenta as hipóteses mais recentes de relações filogenéticas entre grandes grupos de plantas vasculares (ou Traqueófitas). Dados morfológicos, bioquímicos e moleculares (DNA e RNA) sustentam essas hipóteses; alguns destes caracteres foram plotados como **sinapomorfias** (novidades evolutivas compartilhadas) no cladograma. Analise a árvore, complete as lacunas e responda as questões abaixo. **Tempo: 30 mins.**



1. Sinapomorfias de Traqueófitas (plantas vasculares, incluindo as Riniófitas extintas):

- ## 2. Sinapomorfia de Traqueófitas viventes:

- ### 3. Sinapomorfias de Licopodiófitas (incluindo grupos fósseis como *Zosterophyllum*):

- #### 4. Sinapomorfia de Licopodiófitas viventes:

- ### 5. Sinapomorfias de Selaginellaceae + Isoetaceae:

- ## 6. Sinapomorfias de Eufilófitas (ou Plantas megáfilas):

- 6a. **Megafilos (ou eufilos)** = folhas geralmente com nervação complexa, supridas por um traço foliar que deixa uma no estelo (que é do tipo ou de tipos derivados deste).
- 6b. Raiz monopodial (raízes laterais de origem endógena (derivadas do))
- 6c. Raiz com protoxilema exarco.
- 6d. **Anterozóides com numerosos**
- 6e. Presença de um trecho de 30-quilobases duplicado e invertido no DNA plastidial.

7. Sinapomorfias de Monilófitas (as “Pteridófitas” das classificações tradicionais exceto Lycopodiófitas):

7. Estelo caulinar com anatomia característica (geralmente variações de sifonostelos, mas sempre com **protoxilema mesarco** – disposto em aspecto de colar, daí o nome “moniliformes” ou “monilófitas”).

8. Autapomorfias do terminal Equisetales (cavalinhas):

8a. Folhas reduzidas (microfilos anatomicamente), unidas e dispostas de modo nos nós do caule.

8b. Esporos com cloroplastos e com (apêndices da parede do esporo, higroscópicos, que auxiliam na dispersão dos esporos; estas estruturas não são homólogas aos elatérios das hepáticas).

8c. Caule fistuloso (oco por desintegração da medula).

9. Autapomorfia do terminal Polypodiales (a maioria das famílias de samambaias atuais):

9. **Leptosporângio** = esporângio que se desenvolve a partir de uma única célula inicial, e no qual o tecido esporígeno é envolvido por camada de células estéreis.

10. Autapomorfias do terminal Psilotales:

10a. Perda de raízes.

10b. Escamas = “folhas” muito reduzidas, desprovidas de

11. Autapomorfia do terminal Ophioglossales:

11. Folha com um segmento estéril e um segmento fértil.

12. Sinapomorfias de Psilotales + Ophioglossales:

12. Gametófito subterrâneo, micorrízico.

13. Autapomorfias do terminal plantas com lenho e sementes (Espermatófitas):

13a. Presença de meristemas laterais provendo crescimento secundário em espessura.

13b. Heterosporia, endosporia e produção de sementes.

III. Exercício extra-classe:

1. Assinale Verdadeiro (V) ou Falso (F):

() As Pteridófitas das classificações tradicionais são um grande grupo monofilético formado pelas Lycopodiófitas e Monilófitas.

() As samambaias são mais proximamente relacionadas às plantas com sementes do que com as Lycopodiófitas.

() Os megafilos são uma das evidências do parentesco das samambaias com as Psilotales e com as plantas com sementes.

() Considerando apenas as traqueófitas viventes, a politomia na base do clado das Monilófitas implica a possibilidade de Equisetales ser grupo-irmão do clado Psilotales-Ophioglossales.

() A evolução do **caráter 6c** (n de flagelos dos gametas masculinos das Eufilófitas) implica que os grupos não incluídos no clado Eufilófitas apresentam anterozóides com apenas 2 flagelos.

() Os caracteres **5 e 13** permitem afirmar que a **heterosporia** evoluiu mais de uma vez nas plantas vasculares.

() O fato de existirem **sinângios** (esporângios unidos) em Marattiales e em Psilotales sugere que essas duas ordens podem ser grupos-irmãos.

() As Traqueófitas são as Embriófitas com ciclo diplobionte que apresentam esporófito como a fase dominante no ciclo de vida.

() As Traqueófitas são um grande grupo de plantas essencialmente terrestres, consistindo de 2 linhagens **viventes** fundamentais: as lycopodiófitas e as eufilófitas, estas constituídas pelas monilófitas e pelas plantas com sementes.

2. Com base no cladograma apresentado, responda as questões abaixo:

A. Considerando que os terminais fósseis Riniófitas, *Zosterophyllum* e *Psilophytum* não possuem raízes, seria possível admitir que as raízes surgiram mais de uma vez, independentemente, na história das plantas vasculares. Em quais nós teriam ocorrido tais evoluções? Por que essa hipótese pode ser considerada robusta?

B. As folhas muito reduzidas das cavalinhas (Equisetales) são normalmente vistas como microfilos. Analise a topologia e diga por que os supostos microfilos das cavalinhas não são homólogos aos das Lycopodiófitas.

C. As Psilotales foram muitas vezes consideradas verdadeiros “fósseis vivos” por serem desprovidas de raízes e de folhas (só apresentam escamas sem vascularização). Reinterprete esses atributos à luz da filogenia, explicando o que provavelmente ocorreu ao longo da história evolutiva desse grupo. Seria possível também correlacionar essa hipótese evolutiva com o hábito de vida (epifitismo) dessas plantas?

D. Os esporos das plantas vasculares apresentam **esporopolenina** na parede. Por que esse atributo não pode ser plotado como sinapomorfia no cladograma apresentado?

E. Qual importante **sinapomorfia macromolecular** foi plotada explicitamente no cladograma?

F. Comente em termos filogenéticos a evolução do caráter **13a - presença de câmbio** (e consequente crescimento secundário em espessura do corpo da planta), considerando que esse meristema lateral estava presente também em plantas de duas linhagens fósseis do Paleozóico: Lepidodendrales e Calamitales.

G. Das novidades evolutivas (sinapomorfias) acima apontadas, destaque as novidades que devem ter sido muito importantes para a conquista do ambiente terrestre.

H. Das novidades evolutivas (sinapomorfias) apontadas no cladograma, liste as novidades efetivamente examinadas em aula prática.

Referências bibliográficas

- Cracraft, J. & M.J. Donoghue. 2004. *Assembling the tree of life*. Oxford University Press, Oxford.
- Gonçalves, E.G. & Lorenzi, H. 2007. *Morfologia vegetal*. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Joly, A.B. 1975. *Botânica. Chaves para identificação de famílias de plantas vasculares que ocorrem no Brasil*. Editora Nacional, EDUSP, São Paulo.
- Judd, W.S., C.S. Campbell, E.A. Kellogg, P.F. Stevens & M.J. Donoghue. 2008. *Plant systematics. A phylogenetic approach*. Ed. 3. Sinauer Associates, Sunderland.
- Kenrick, P. & Crane, P.R. 1997. *The origin and early diversification of land plants. A cladistic study*. Smithsonian Institution, Washington.
- Kubitzki, K. (ed.) 1990. *The families and genera of vascular plants*. Vol. 1. Springer-Verlag, Berlin.
- Pryer, K.M., Schuettpelz, E., Wollf, P.G., Schneider, H., Smith, A.R. & Raymond, C. 2006. Phylogeny and evolution of ferns (monilophytes) with a focus on the early leptosporangiate divergents. *Am. J. Bot.* 91: 1582-1598.
- Ranker, T.A. & Haufer, C.H. (eds.) 2008. *Biology and evolution of ferns and lycophytes*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Raven, P.H., R.F. Evert & S.E. Eichhorn. 2007. *Biologia vegetal*. Ed. 7. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Simpson, M.G. 2006. *Plant systematics*. Elsevier, Amsterdam.
- Smith, A.R., Pryer, K.M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H. & Wollf, P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55(3): 705-731.
- Zuquim, G., Costa, F.R.C., Prado, J. & Tuomisto, H. 2008. *Guia de Samambaias e Licófitas da REBIO Uatumã, Amazônia Central*. Attema, Manaus.