

Sistemática Vegetal II

Milton Groppo

Departamento de Biologia,
FFCLRP, USP – Ribeirão Preto,
Sao Paulo, Brasil

Objetivos e justificativas do curso

- Reconhecer os grandes grupos de angiospermas utilizando dados de classificação e filogenia atualizados – visão global do panorama atual, imprescindível para sistematas especializados em botânica.
- Reconhecer os grupos mais representativos na flora brasileira, como ordens, famílias e gêneros – familiarização com a nossa realidade.
- Introduzir conhecimentos de Fitogeografia, com ênfase nas formações brasileiras
- Conhecer os grupos estudados em campo
- Relacionar os diferentes tipos de dados que são utilizados nos estudos atualmente em plantas.

Atividades didáticas no curso

- Aulas teóricas
- Aulas praticas com grupos de plantas selecionados
- Exercícios com chaves de identificação e filogenias
- Excursão
- Apresentação de seminários

Parque Nacional Serra da Canastra

O Parque foi criado em 1972, numa região de relevo milenar formada de chapadões e de serras com até 1.496m de altitude, para preservar e proteger as nascentes do Rio São Francisco.

A Canastra abriga fauna e flora exuberantes: tamanduás-bandeira, lobos-guará, veados-campeiro, tatus-canastra, canários, sabiás, siriemas, lírios, bromélias e orquídeas são alguns exemplos com algumas espécies endêmicas.

A região tem paisagens cênicas e atrativos dignos de registros.



Distâncias a partir do Centro de São Roque de Minas



A TAL DA
"TRILHA DIFÍCIL"

ESTACIONAMENTO
A 37KM DA
PORTARIA 1

TRILHAS
ATÉ O ALTO

TRILHAS ATÉ
O POÇO

Cachoeira Casca D'Anta

ESTACIONAMENTO
PORTARIA 4

REGNUM VEGETABILE
 CLAVIS SYSTEMATIS SEXUALIS

NUPTIAE PLANTARUM.

Actus generationis incolarum Regni vegetabilis.

Florescentia.

PUBLICAE.

Nuptiae, omnibus manifestae, aperte celebrantur.

Flores unicuique visibiles.

MONOCLINIA.

Mariti & uxores uno eodemque thalamo gaudent.

Flores omnes hermaphroditi sunt, & stamina cum pistillis in eodem flore.

DIFFINITAS.

Mariti inter se non cognati.

Stamina nulla sua parte connata inter se sunt.

INDIFFERENTISMUS.

Mariti nullam subordinationem inter se invicem servant.

Stamina nullam determinatam proportionem longitudinis inter se invicem habent.

1. MONANDRIA.

2. DIANDRIA.

3. TRIANDRIA.

4. TETRANDRIA.

5. PENTANDRIA.

6. HEXANDRIA.

7. HEPTANDRIA.

8. OCTANDRIA.

9. ENNEANDRIA.

10. DECANDRIA.

11. DODECANDRIA.

12. ICOSANDRIA.

13. POLYANDRIA.

SUBORDINATIO.

Mariti certi reliquis praeferuntur.

Stamina duo semper reliquis breviora sunt.

14. DIDYNAMIA.

AFFINITAS.

Mariti propinqui & cognati sunt.

Stamina cohaerent inter se invicem aliqua sua parte vel cum pistillo.

16. MONADELPHIA.

17. DIADELPHIA.

18. POLYADELPHIA.

19. SYNGENESIA.

20. GYNANDRIA.

DICLINIA (a δῖς bis & κλίνη thalamus s. duplex thalamus).

Mariti & Feminae distinctis thalamis gaudent.

Flores masculi & feminei in eadem specie.

21. MONOECIA.

22. DIOECIA.

23. POLYGAMIA.

CLANDESTINAE.

Nuptiae clam instituuntur.

Flores oculis nostris nudis vix conspiciuntur.

24. CRYPTOGAMIA.



Linnaeus

Fig. 2.3 Linnaeus' 'Sexual System' of plant classification, copied from the 10th edition of *Systema Naturae* (1759).

Angiospermia : foi empregado pela 1ª vez por Linneu (*Hortus Uplandicus*, 1732):

Classe XIV (duas ordens, uma delas Didynamia **Angiospermia**)



Linneus

Problema: dada uma filogenia hipotética de um grupo, como classificá-lo?

Divisões didáticas:

Filogenéticos “gradistas”: baseados em “grados” ou “graus” evolutivos: Engler (livro de Joly), Cronquist, Takhtajan, Thorne



Engler
(1844-1931)

Briófitas → Pteridófitas → Gimnospermas → Angiospermas

Filogenéticos “cladistas”: baseados na cladística: sistema de APG
Angiosperm Phylogeny Group (1998, 2003) – o mais aceito atualmente

Hennig e a sistemática filogenética “cladista”

1950, 1966 – Phylogenetic systematics



W. Hennig

Preceitos básicos:

Grupos devem ser reunidos levando em conta ancestralidade –descendência (como qualquer sistema filogenético) – idéia de Darwin

Essa relação é inferida por novidades evolutivas exclusivas (baseado no conceito de homologia)-
apomorfias

Grupos devem ser **monofiléticos**

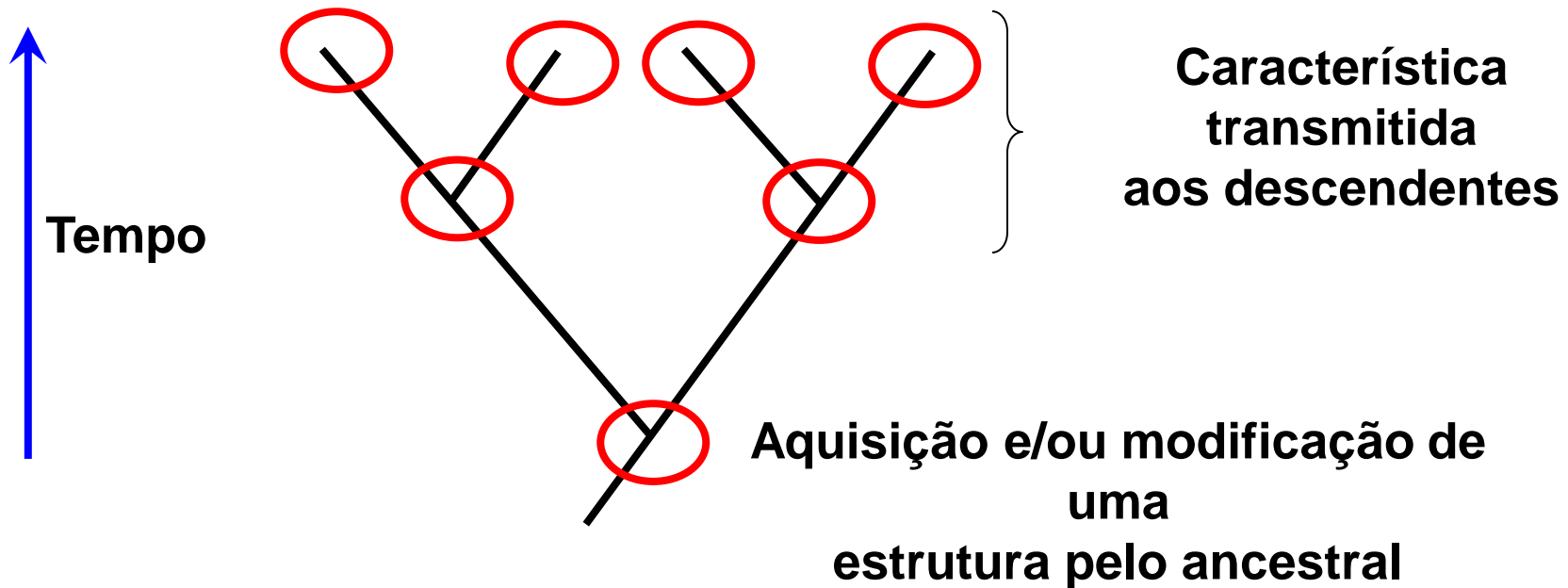
Cladogramas (grego clado: ramo)

(1) Evolução pode ser diagramada como um processo bifurcado (ferramenta básica) - cladograma

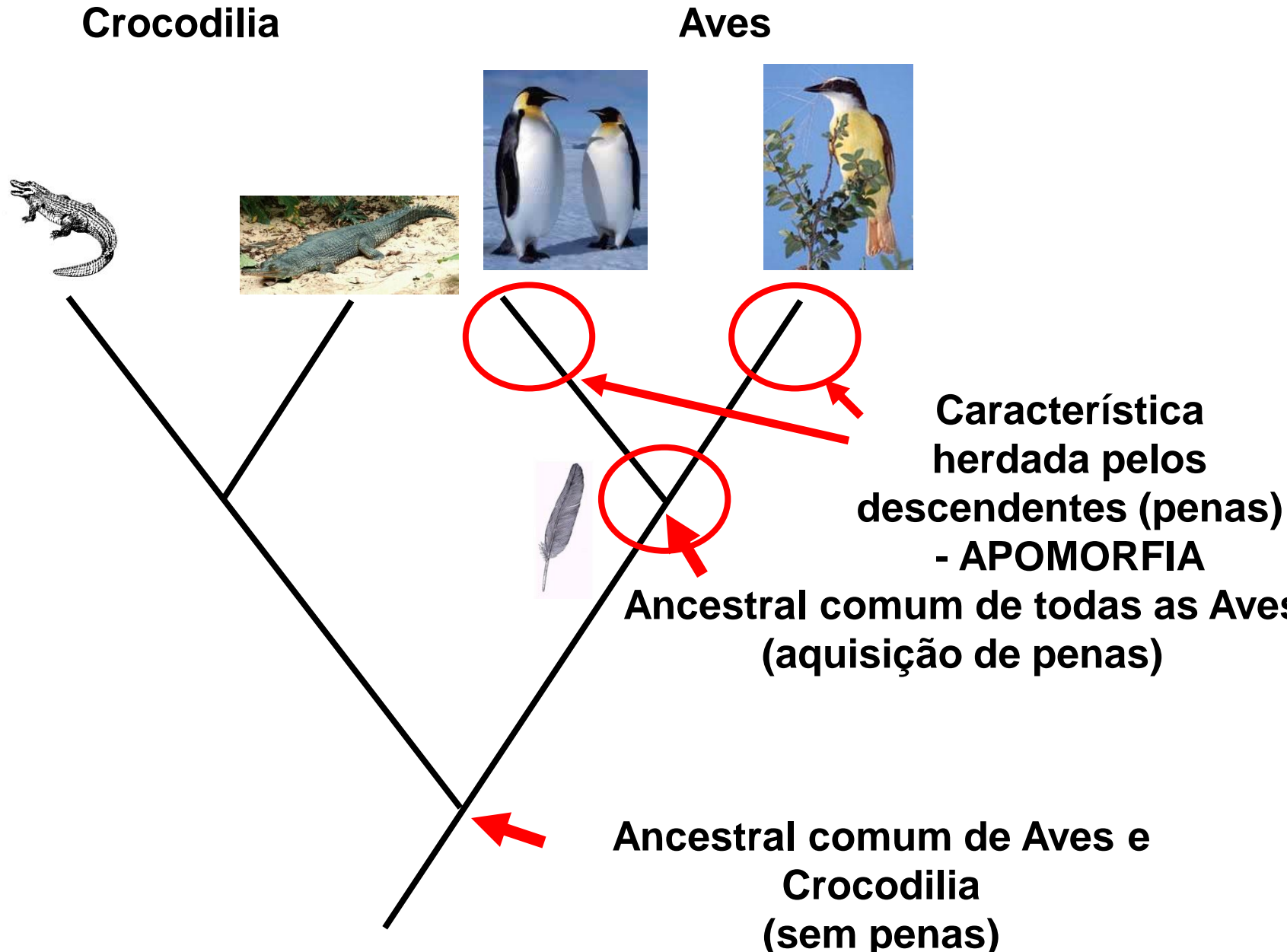


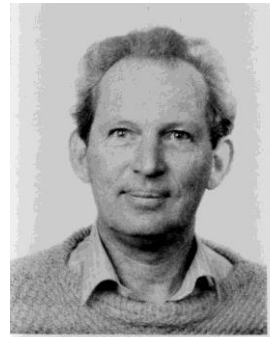
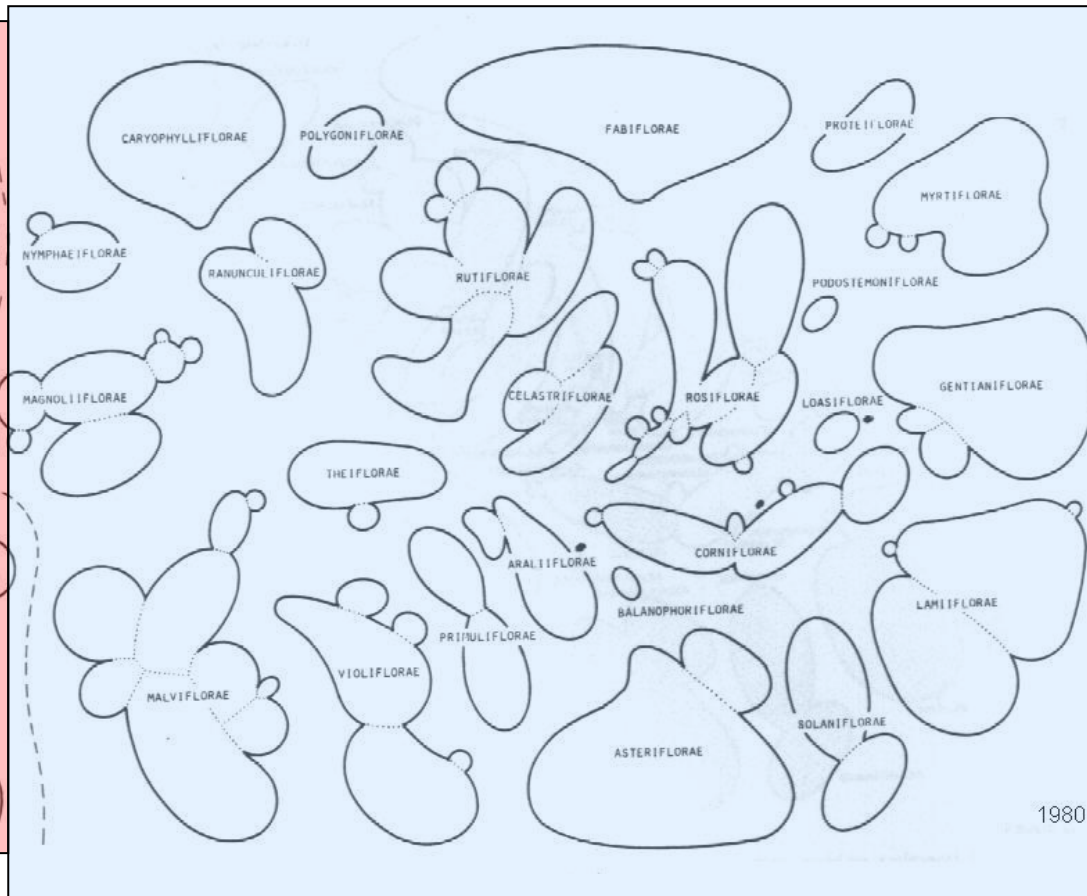
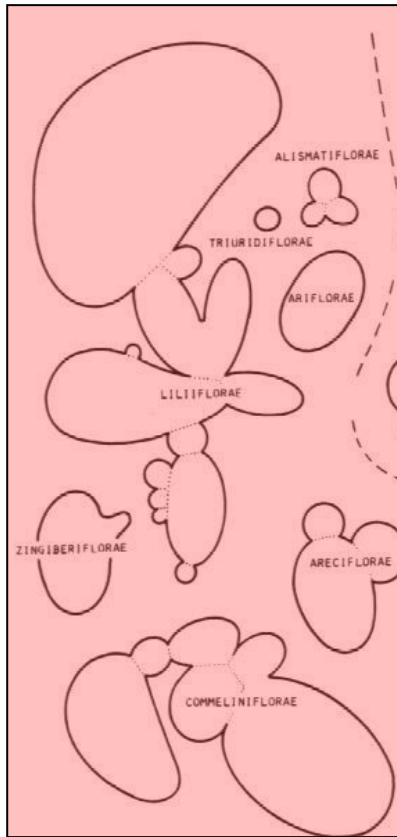
Cladogramas (grego clado: ramo)

(2) Evolução pode ser diagramada como um processo bifurcado (ferramenta básica) - cladograma



Exemplo: aquisição de penas em Aves





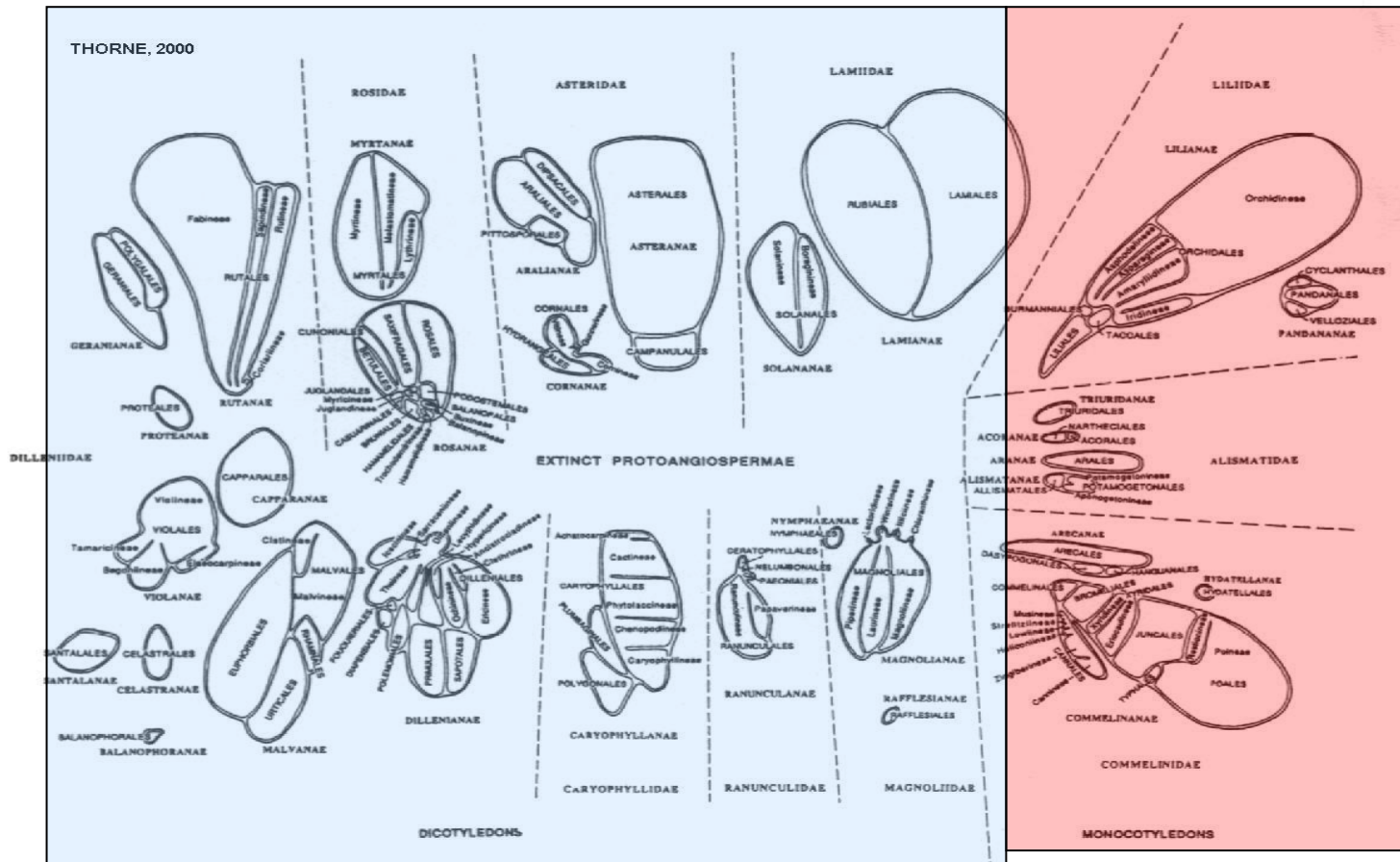
Rolf M. T. Dahlgren (1932–1986), senior author of a major work on the classification of monocotyledons. Photo courtesy of Gertraud Dahlgren.

R. M. T. DAHLGREN

“Dahlgrenograma” (1980)

Maiores grupos – superordens – Asteriflorae, Fabiflorae, Malviflorae, Lamiiflorae (depois Astenae, Fabinae, Malvanae, Lamianae)

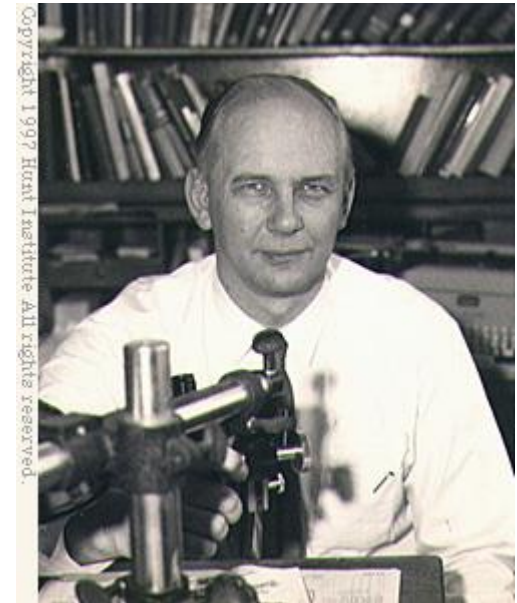
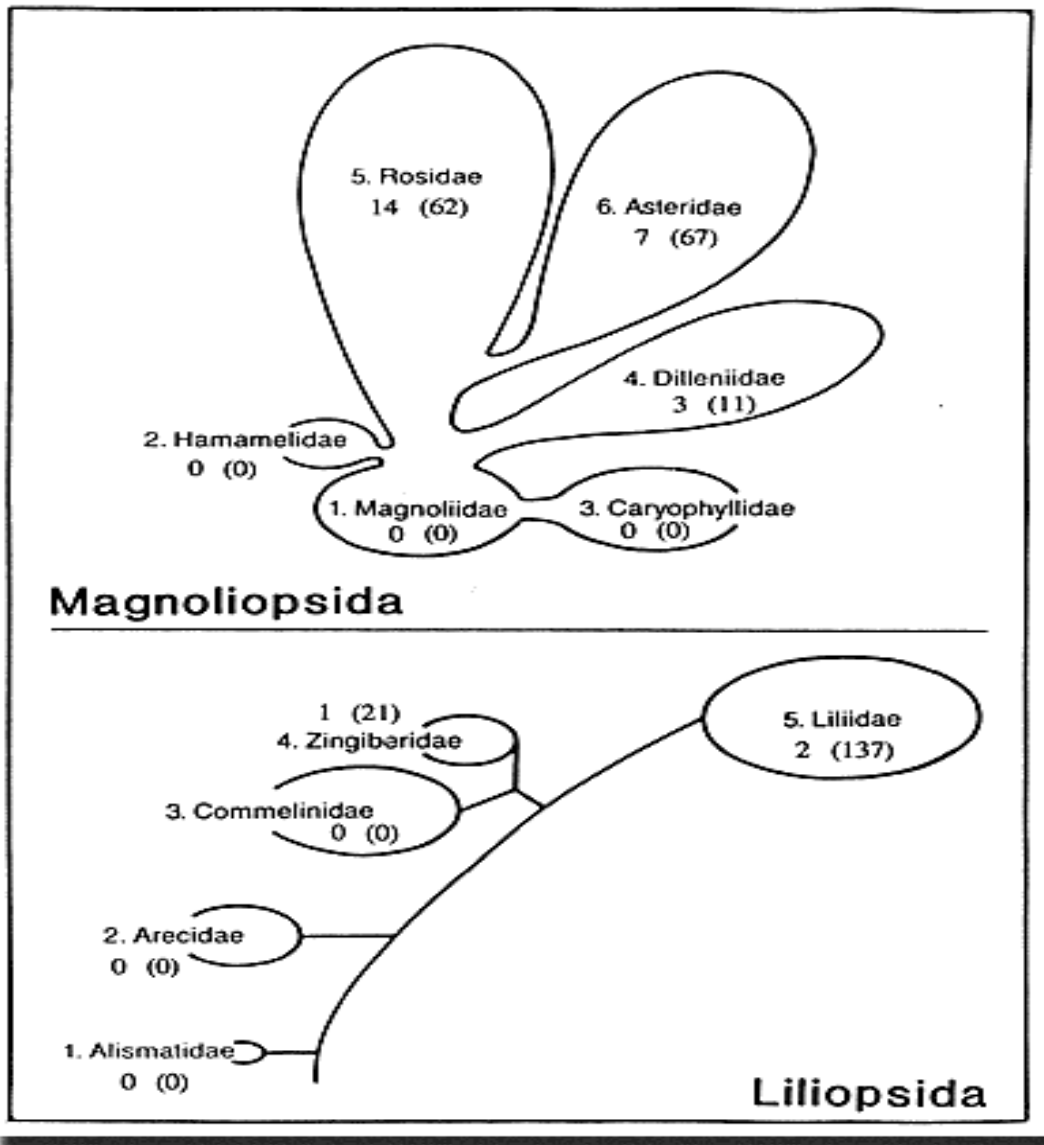
ordens - Malvales, Dilleniales, Asterales...



Thorne (1976, 2000)

Maiores grupos – subclasses (Magnoliidae, Ranunculidade, Dilleniidae, Rosidae ...

superordens – Malvanae, Dilleniaceae, Balanophoranae....

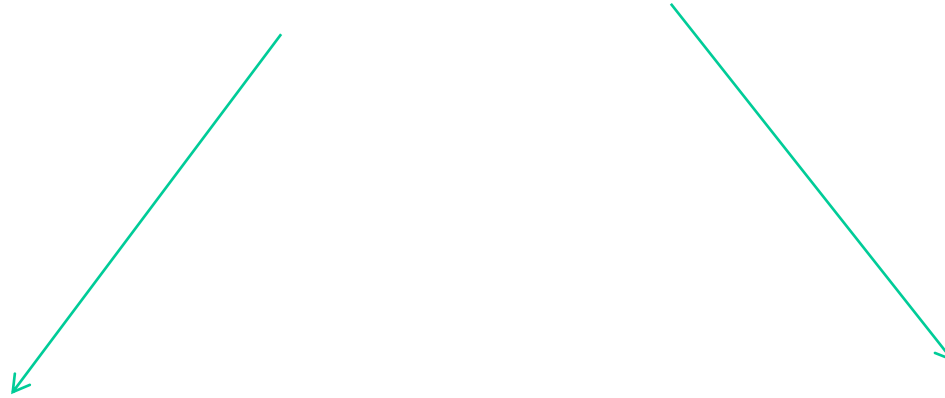


**Arthur Cronquist
(década de 80)**

Esquema de classificação das monocotiledôneas e dicotiledôneas (1981-1988)

Moléculas

Quanto ao peso molecular (PM)



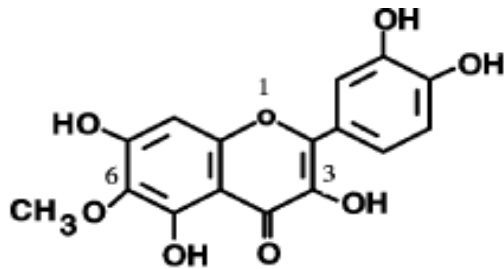
Micromoléculas

Macromoléculas

Micromoléculas: PM menor. Distribuição de classes mais particular (ou restrita) entre organismos.

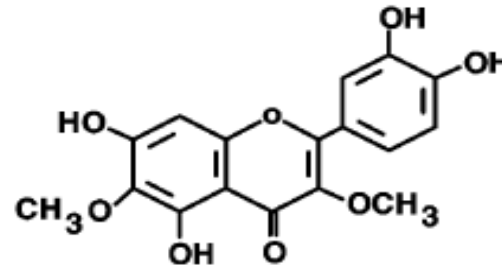
Ex.: flavonóides, alcalóides, betalaínas, antocianinas (metabólitos secundários) – presentes em plantas, mas não em animais.

Flavonóides muito usados para inferências de “filogenias” de plantas, décadas de 70 e 80



I. Patuletin

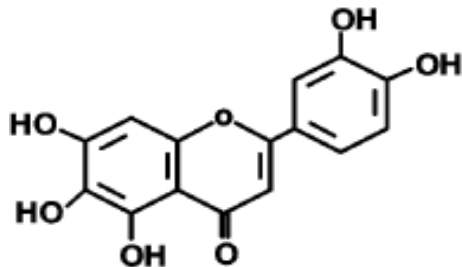
Eriocaulon, Paepalanthus



II. 3-O-Methyl patuletin

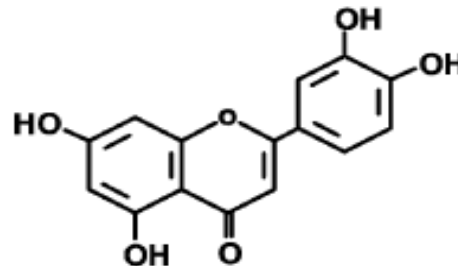
Paepalanthus

Figure 1 - Flavonoids typical of groups of Eriocaulaceae. **I** and **II**, Flavonols; **III-V**, flavones; **I-III**, 6-oxygenated flavonoids.



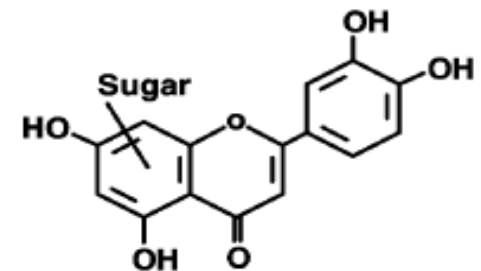
III. 6-Hydroxyluteolin

Paepalanthus, Leiothrix
Syngonanthus sect.
Syngonanthus and *Carpoccephalus*



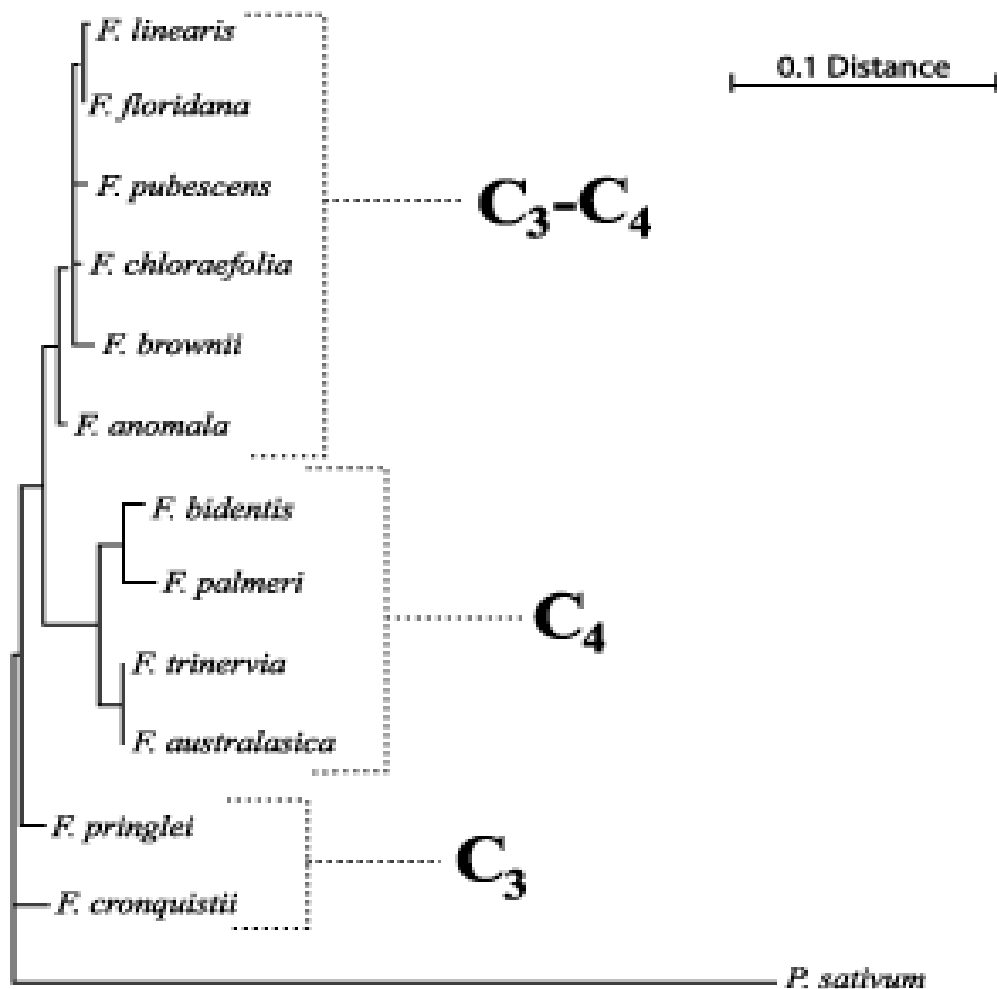
IV. Luteolin

Leiothrix, Syngonanthus



V. Luteolin-C-glycoside

Leiothrix, Syngonanthus sect.
Eulepis and *Thysanocephalus*



Críticas:

- Algoritmos de distância (UPGMA e NJ) - fenogramas
- base de comparação menor
- pode ser fortemente influenciado por ambiente ou até época do ano

Todd Charles Wood & Cavanaugh (2001). Filogenia de Flaveniinae

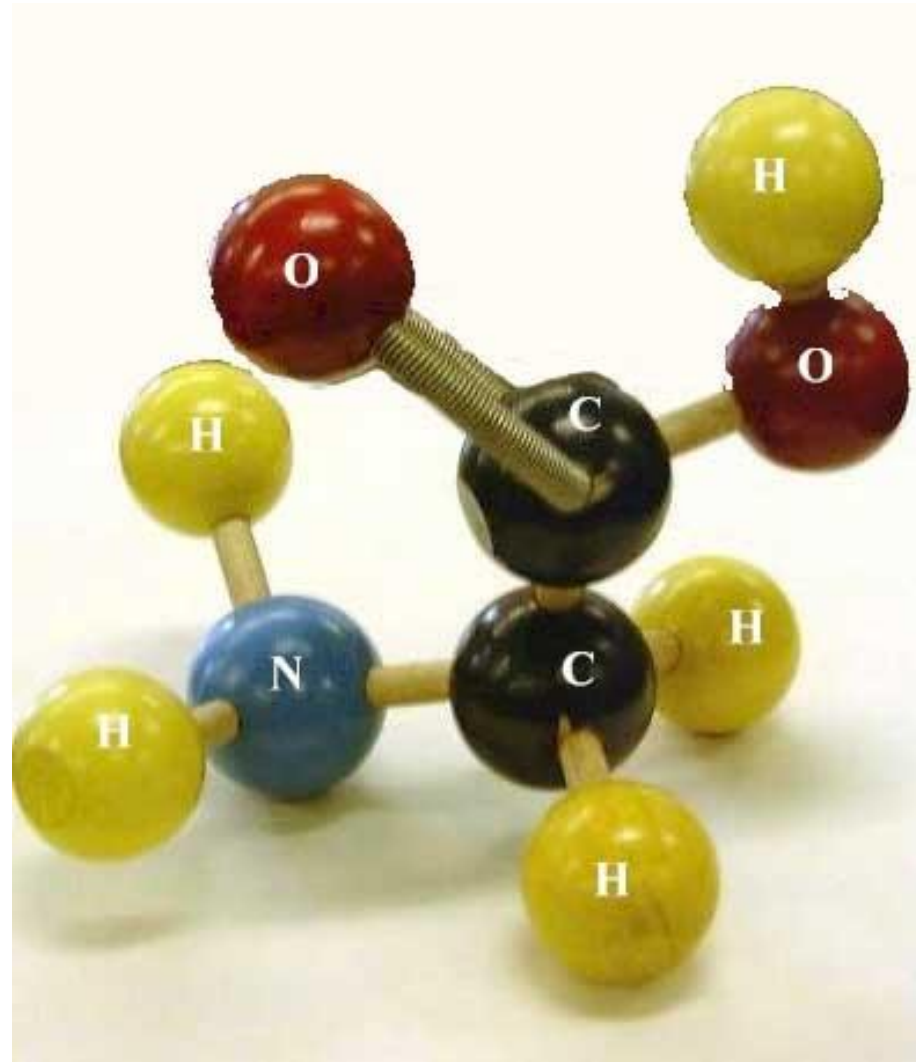
Macromoléculas: moléculas com alto peso molecular (PM)

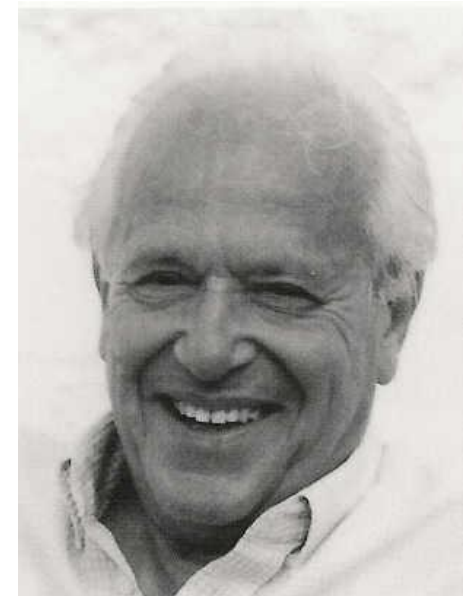
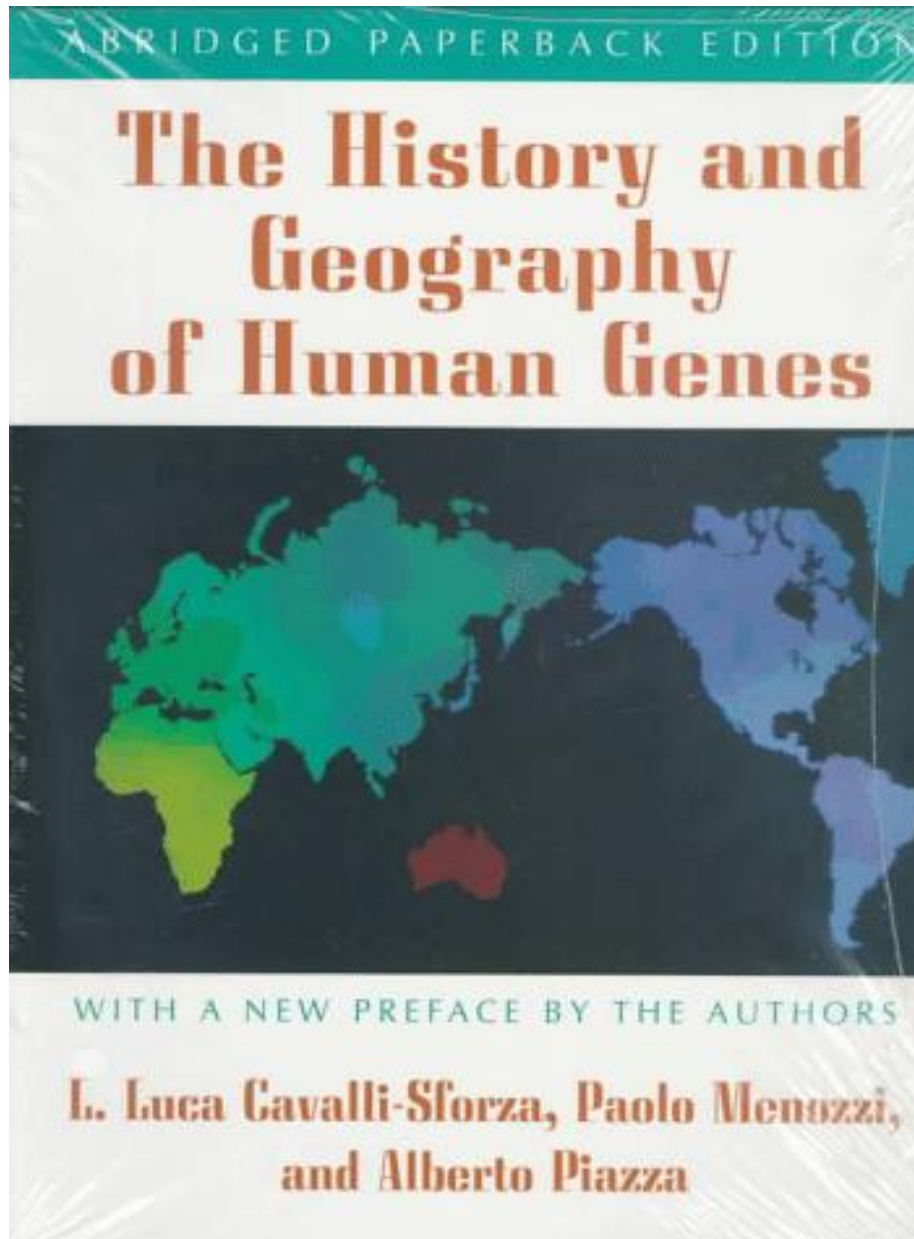
Proteínas, ácidos nucleicos (DNA e RNA)

- universais (presentes em todos os organismos).**
- cadeias repetitivas formadas de módulos (aminoácidos ou nucleotídeos) bem conhecidos e facilmente isolados**
- teoricamente menos suscetíveis à variáveis ambientais que as micromoléculas**

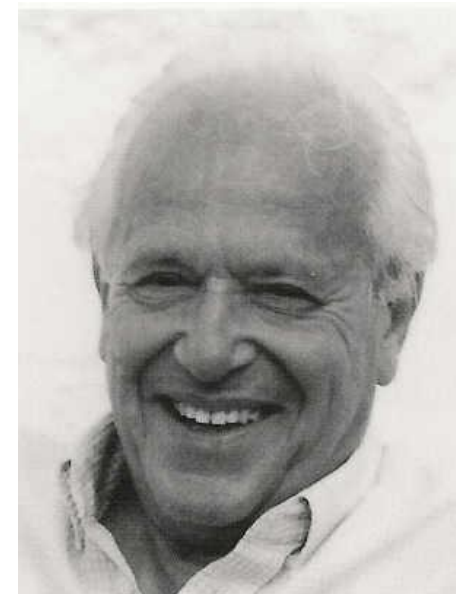
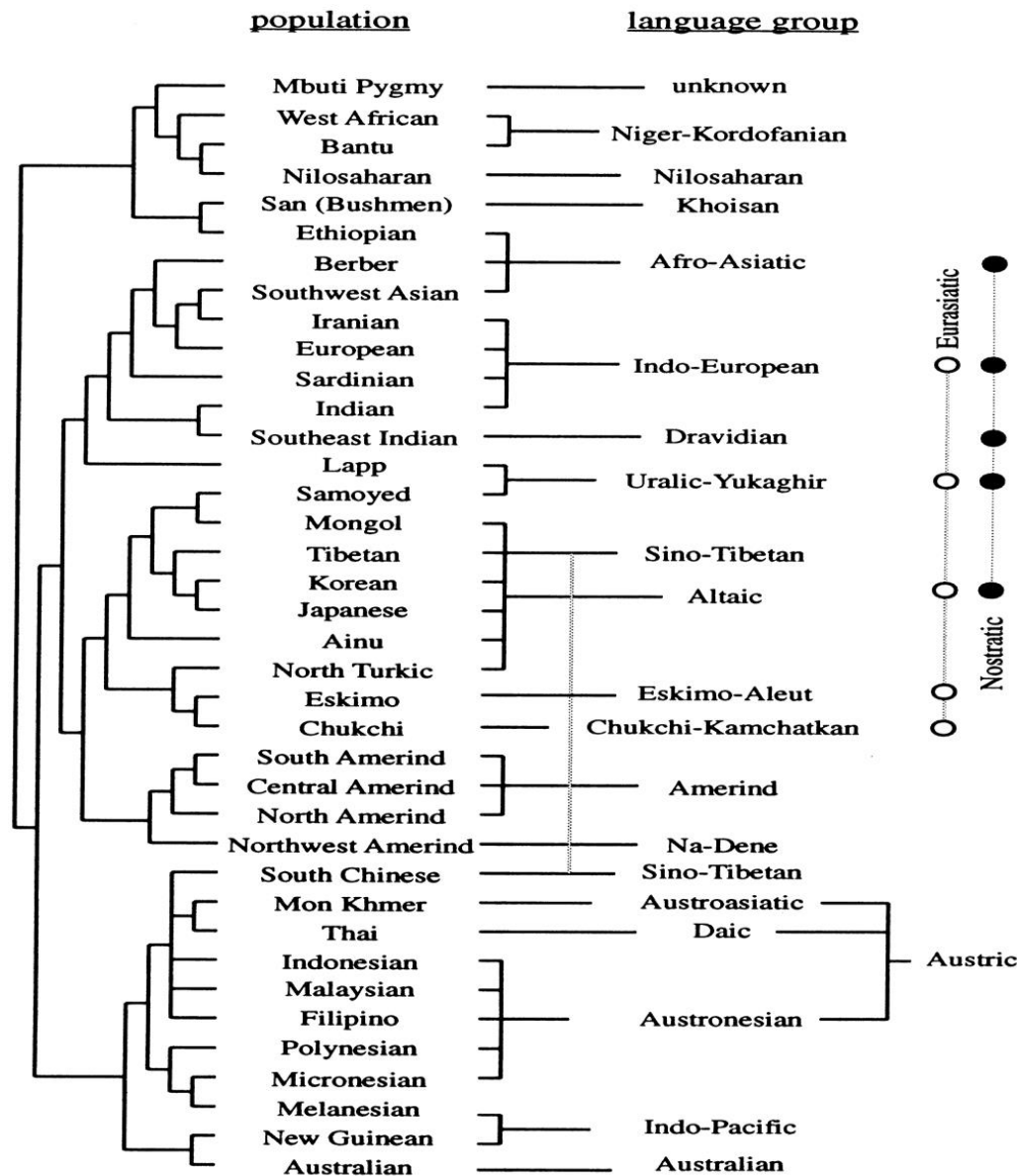
Aminoácidos: subunidades das proteínas

Grupo amina
(NH²)





Luigi Luca Cavalli Sforza



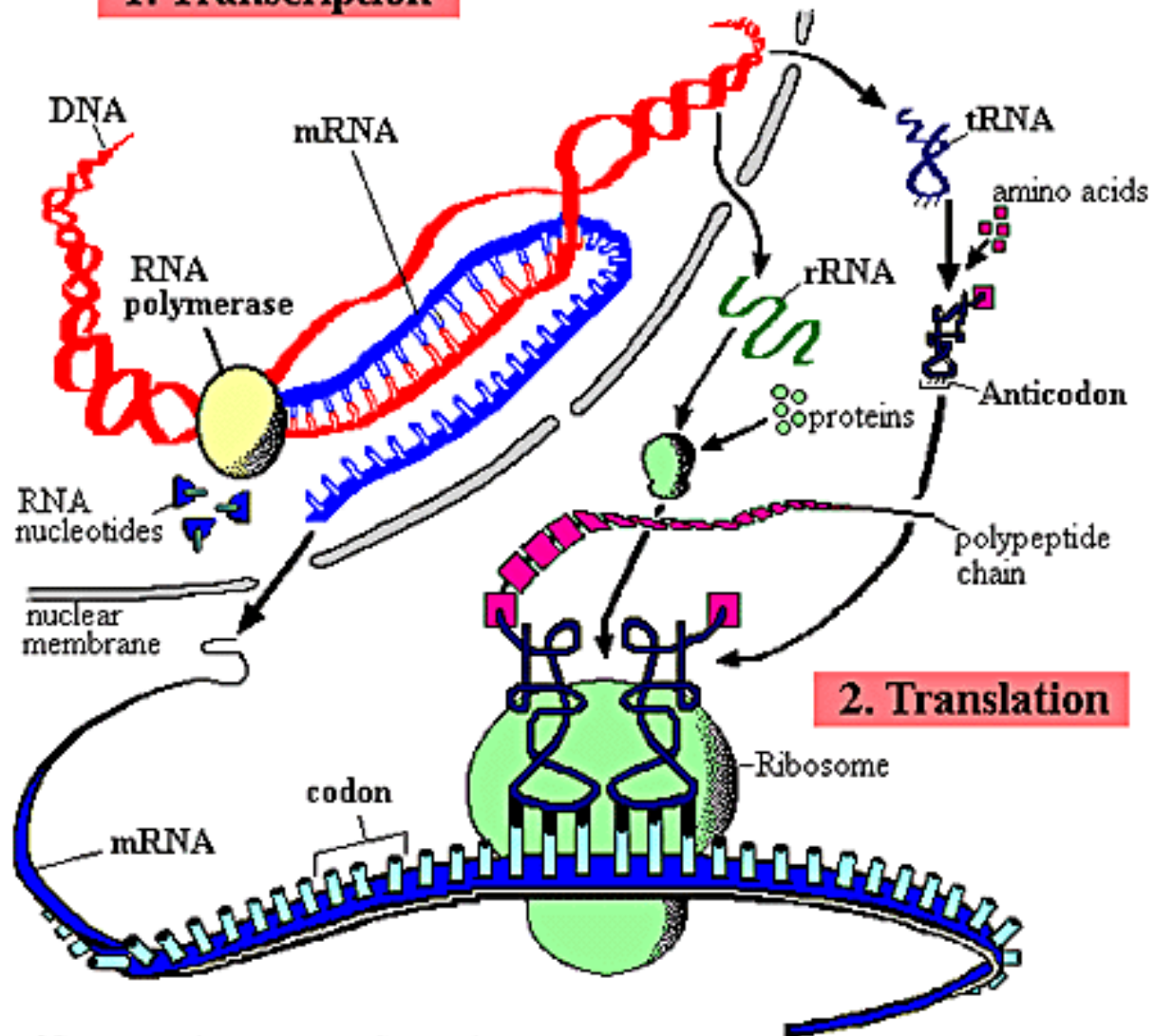
Luigi Luca Cavalli Sforza

“Criador da Parcimônia?”

Filogenia de humanos usando algoritmos de Minimal Evolution (1963)

Ligação proteínas e ácidos nucleicos

1. Transcription

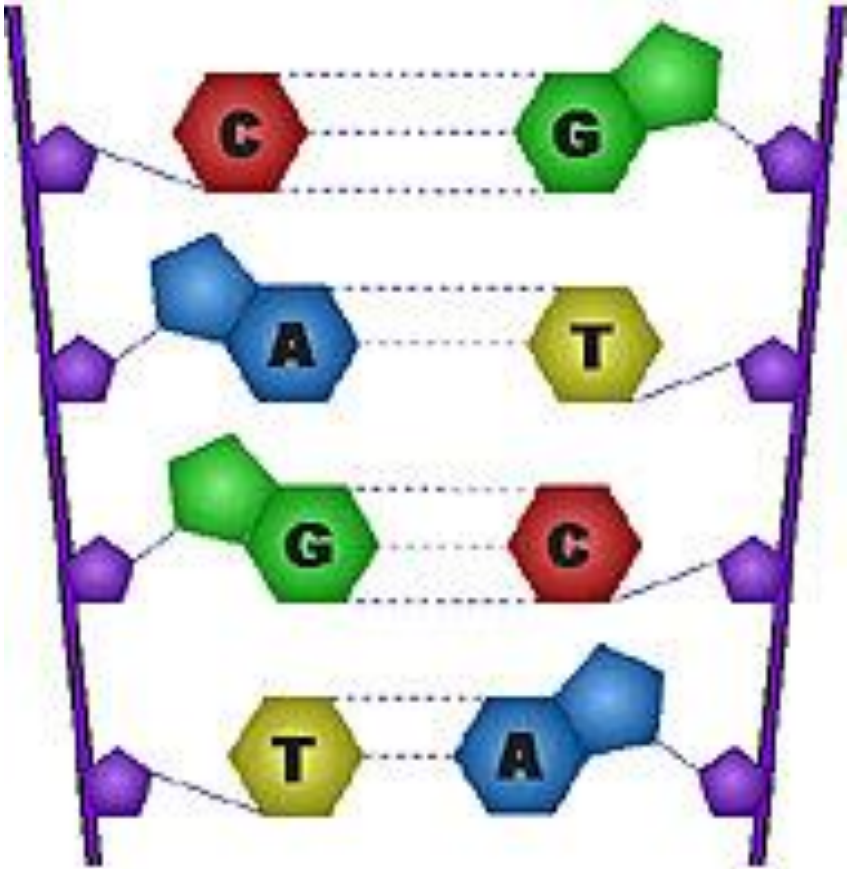
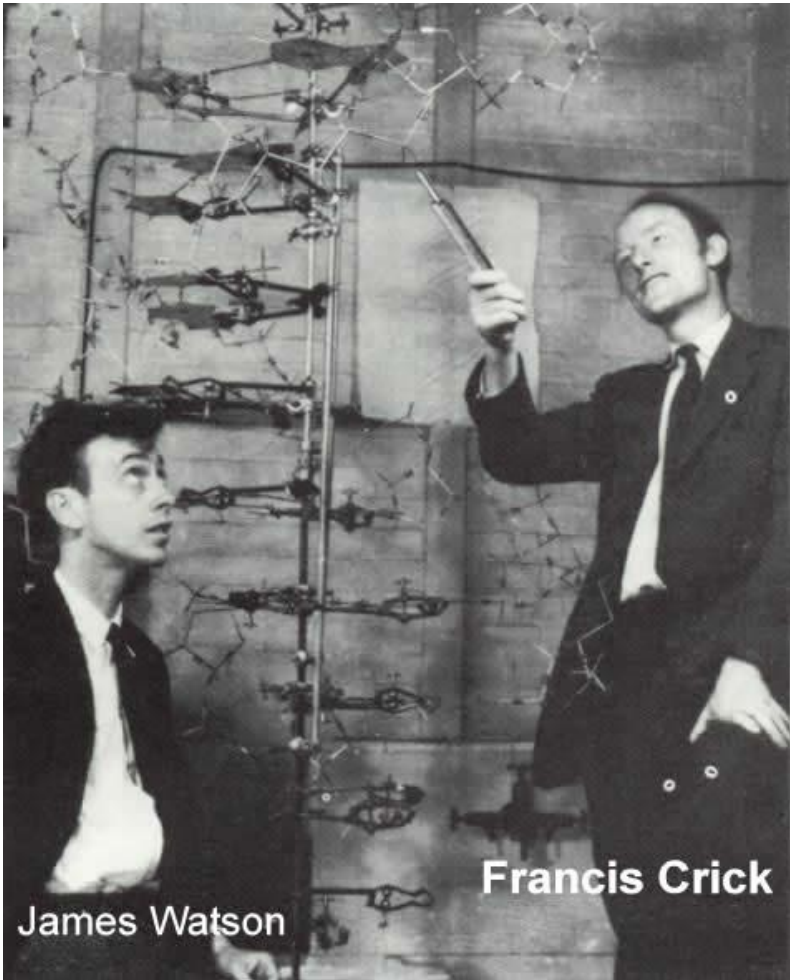


Protein synthesis

DNA

- Descoberta da estrutura do DNA - 1953
- Meados da década de 80: possibilidade de comparação entre sítios (*loci*) nos genomas dos organismos – filogenia “molecular”
- Década de 90 até hoje: filogenia com dados moleculares dominante – ex: Sistema de APG para plantas com sementes (1998, 2003, 2009)

DNA



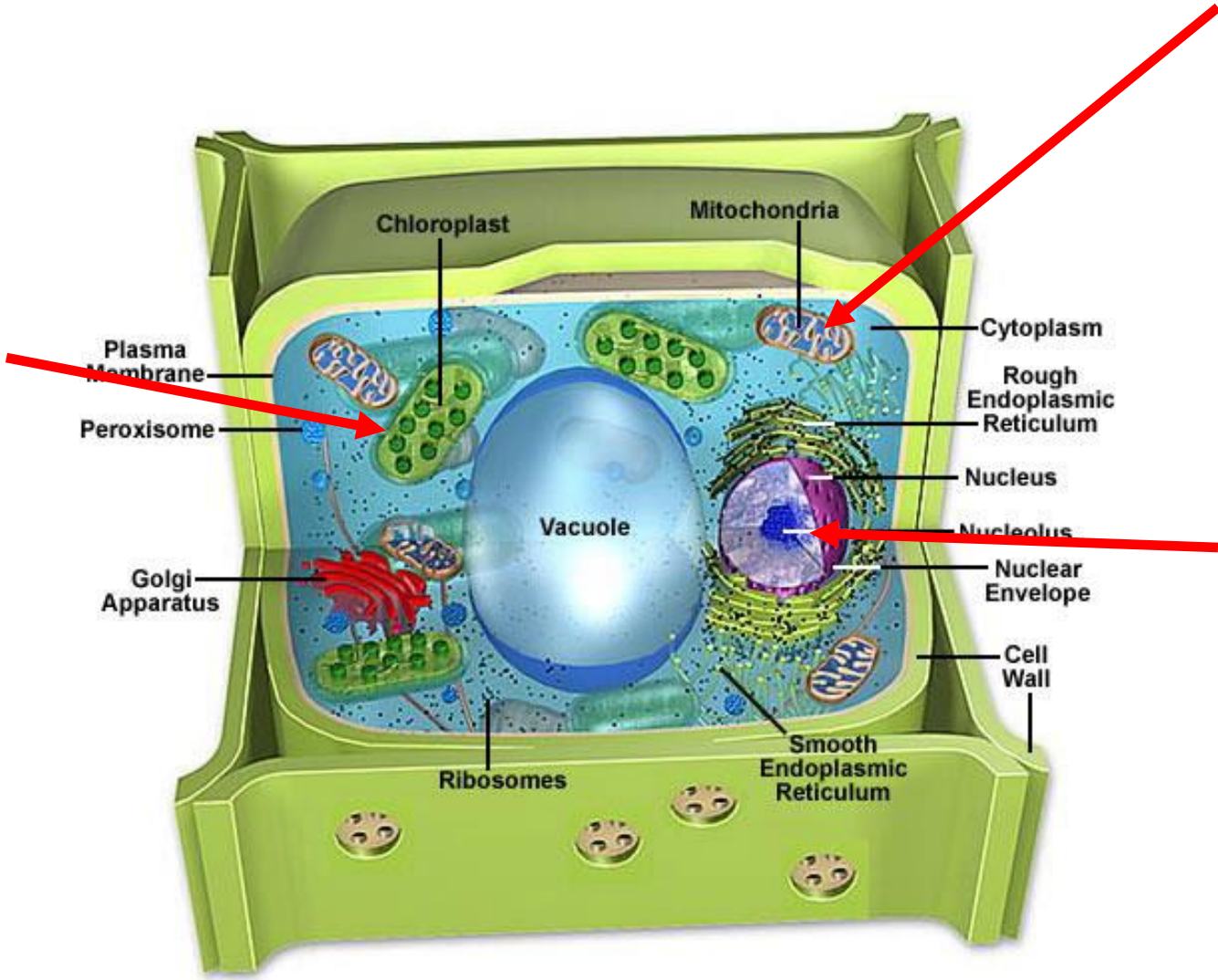
Watson & Crick

Em plantas há 3 organelas com genoma "grande":

núcleo, cloroplasto e mitocôndria

Mitocôndria

Cloroplasto

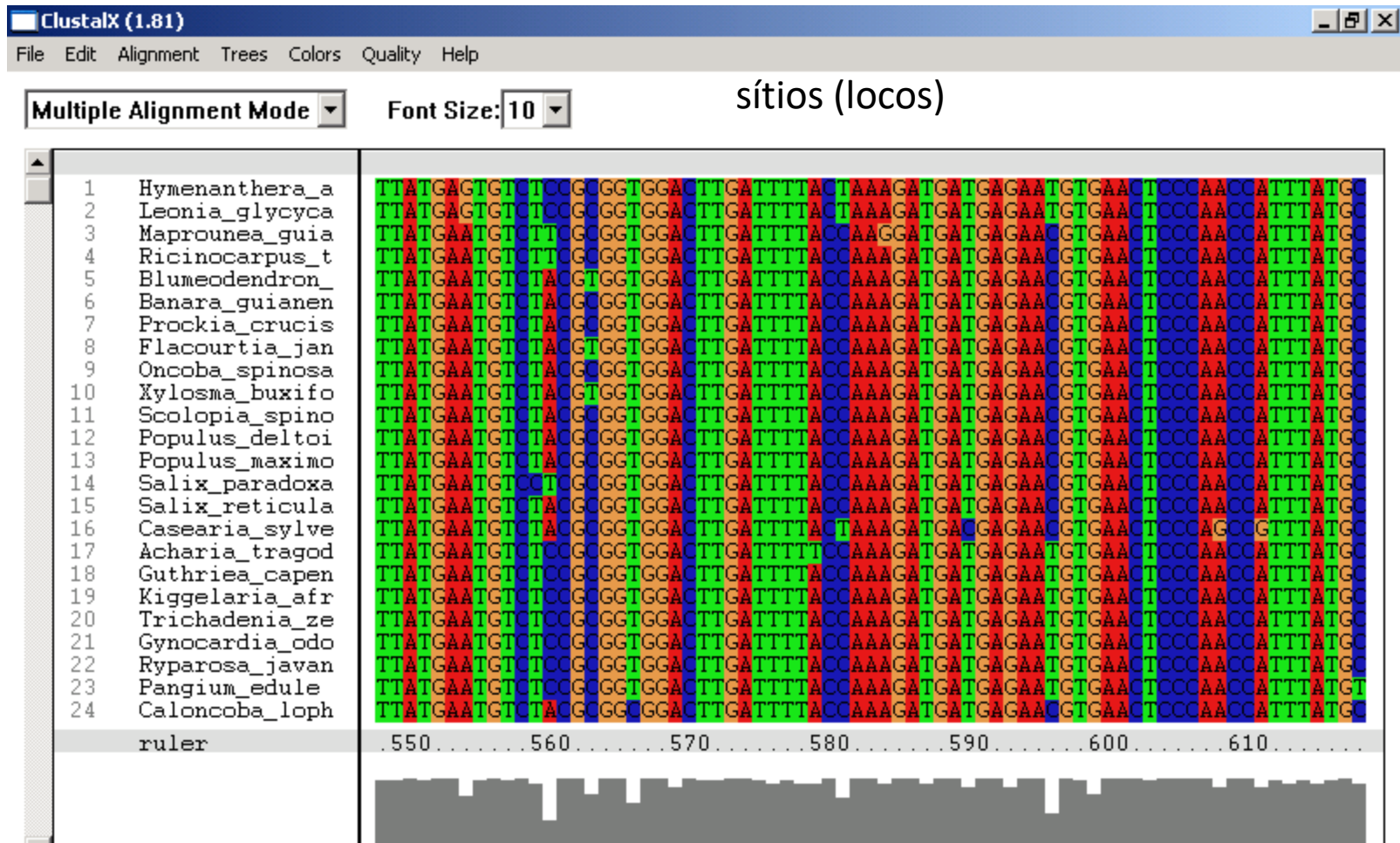


Núcleo

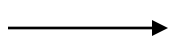
Como podemos utilizar a informação contida no DNA na reconstrução de filogenias?

- Homologia: comparação entre diferentes sítios (*locus*), que tenham supostamente a mesma origem

Alinhamento de "Flacourtiaceae") -*rbcl*



HOMOLOGIA



↑
posição 560 (A,
C ou T)

↑
posição 582 (C
ou T)

intervalos ("gaps") - INDELS



File C:\Documents and Settings\Milton\Meus documentos\Meus Documentos\

Alinhamento 1	Alinhamento 2
----------------------	----------------------

ACTTCCGAATTTGG - CT
 ||| ||| ||| ||
 ACT--CGA--TTG-CCT

Subts.	Gap	Custo
1	1	$0(1)+5(1) = 5$

ACTTCCGAATTTGGCT
 |||* * ||| |*||
 ACTC-- -GATT-GCCT

Subts.	Gap	Custo
1	1	$3(1)+2(1) = 5$

Alinhamento 3	Alinhamento 4
----------------------	----------------------

ACTTCCGAATTTGG - CT
 ||| ||| ||| ||
 ACT--CGA--TTG-CCT

Subts.	Gap	Custo
1	2	$0(1)+5(2) = 10$

ACTTCCGAATTTGGCT
 |||* * ||| |*||
 ACTC-- -GATT-GCCT

Subts.	Gap	Custo
1	2	$3(1)+2(2) = 7$

Indels – podem ser codificados como eventos evolutivos

Fontes de Variação - Mutações

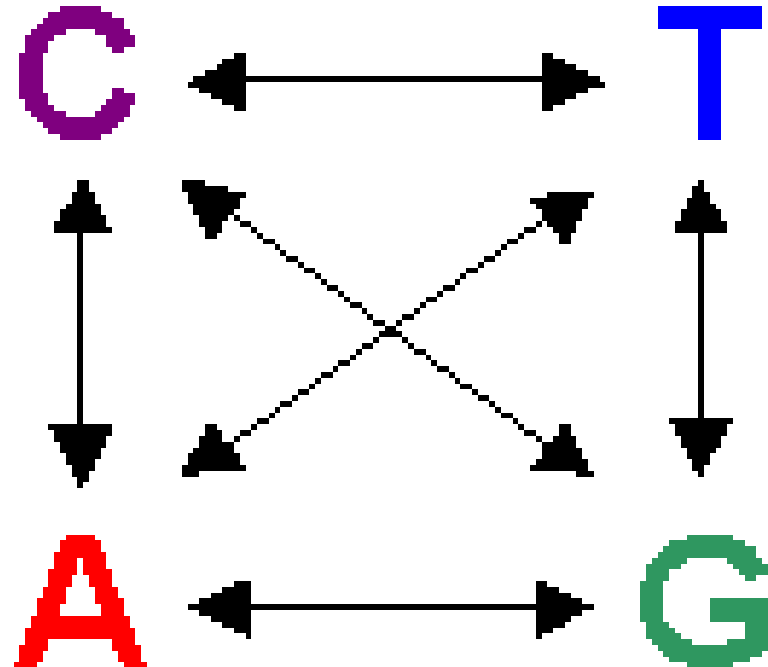
→ Inversões, inserções, deleções , substituições...

Substituições:

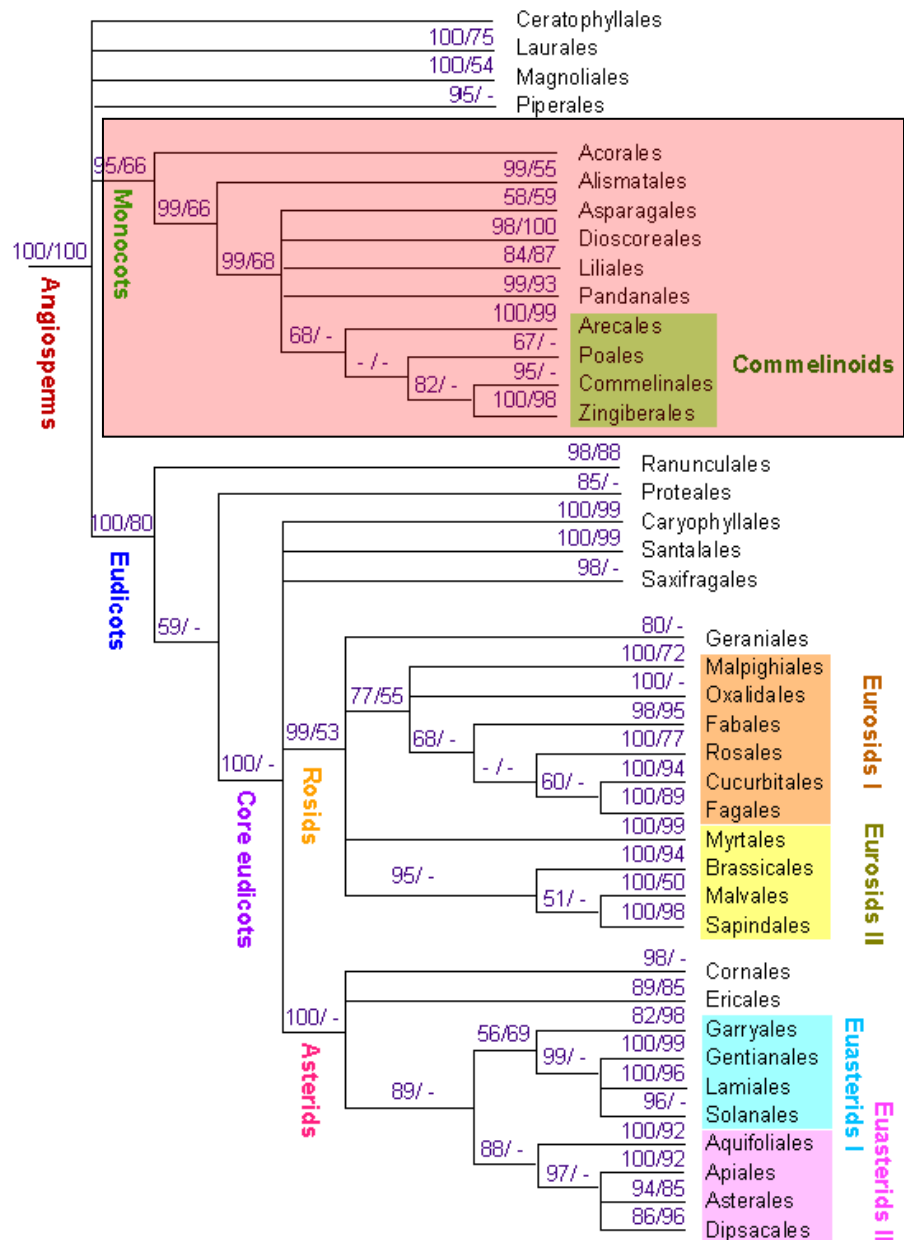
Transição: purina (A e G) é substituída por outra purina ou pirimidina (C ou T) substituída por outra pirimidina.

Transversão: troca pirimidina por purina ou vice-versa.

Transições são mais comuns
que transversões: possibilidade
de se utilizar modelos
evolutivos específicos

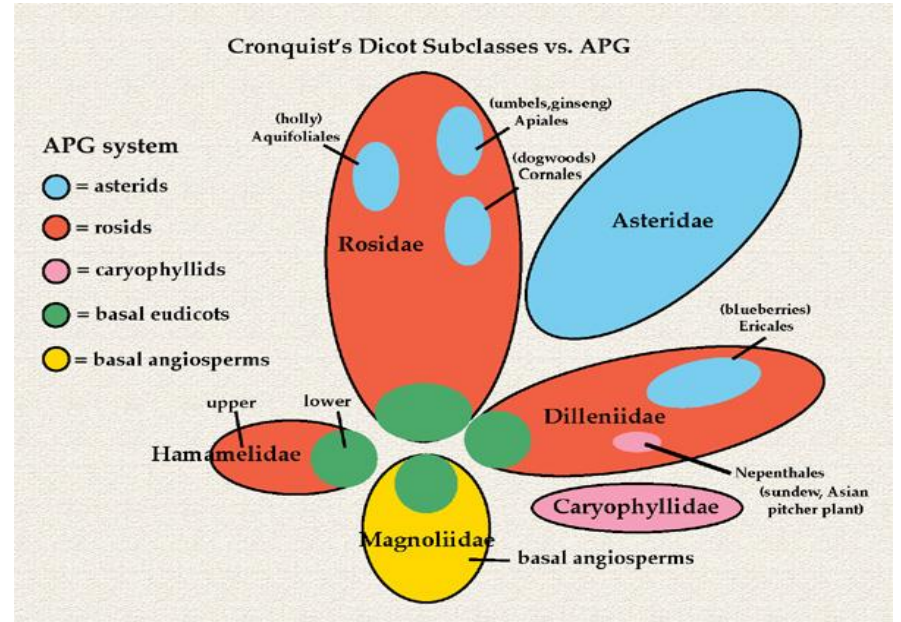
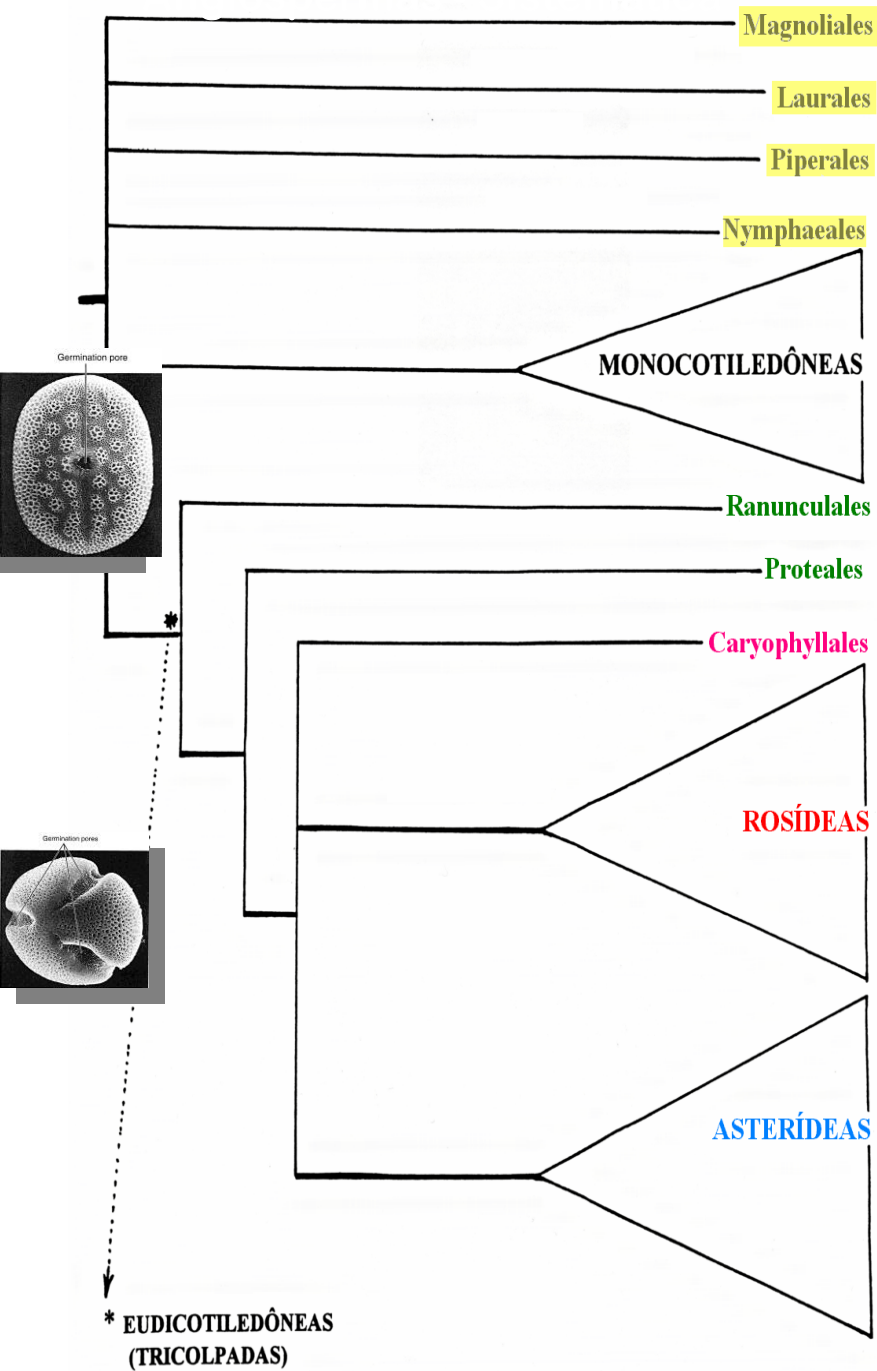


Monocotiledôneas e “Dicotiledôneas”: classificações “cladistas”



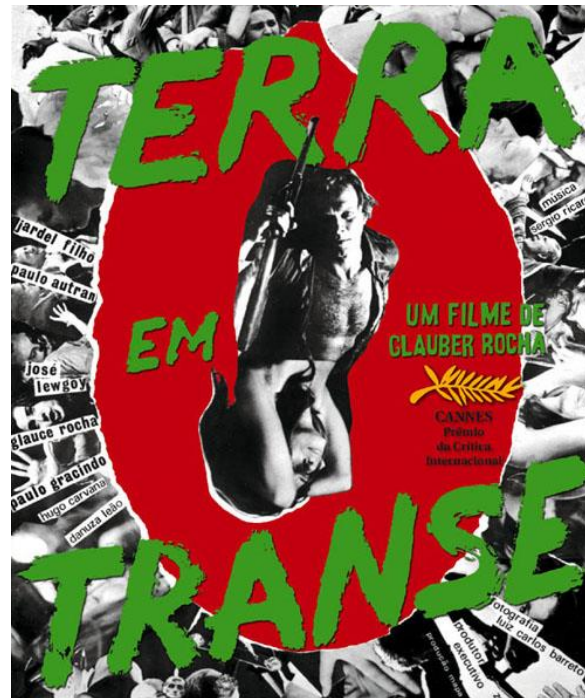
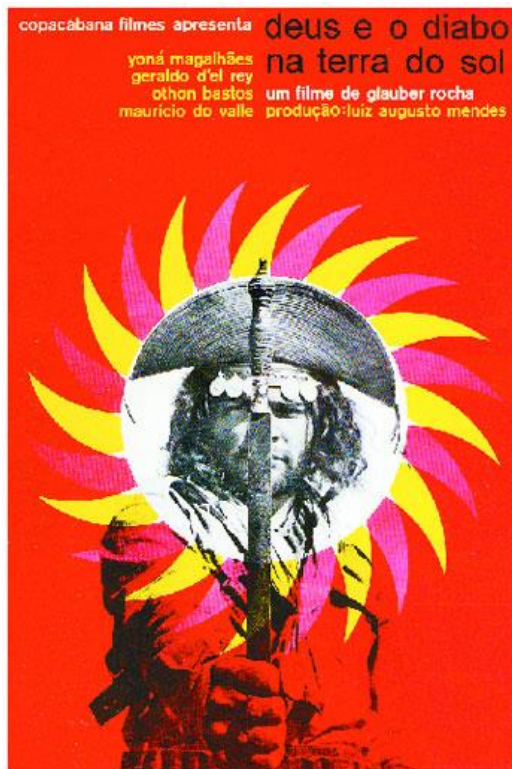
→ Monocots.: clado inserido entre as “dicotiledôneas”

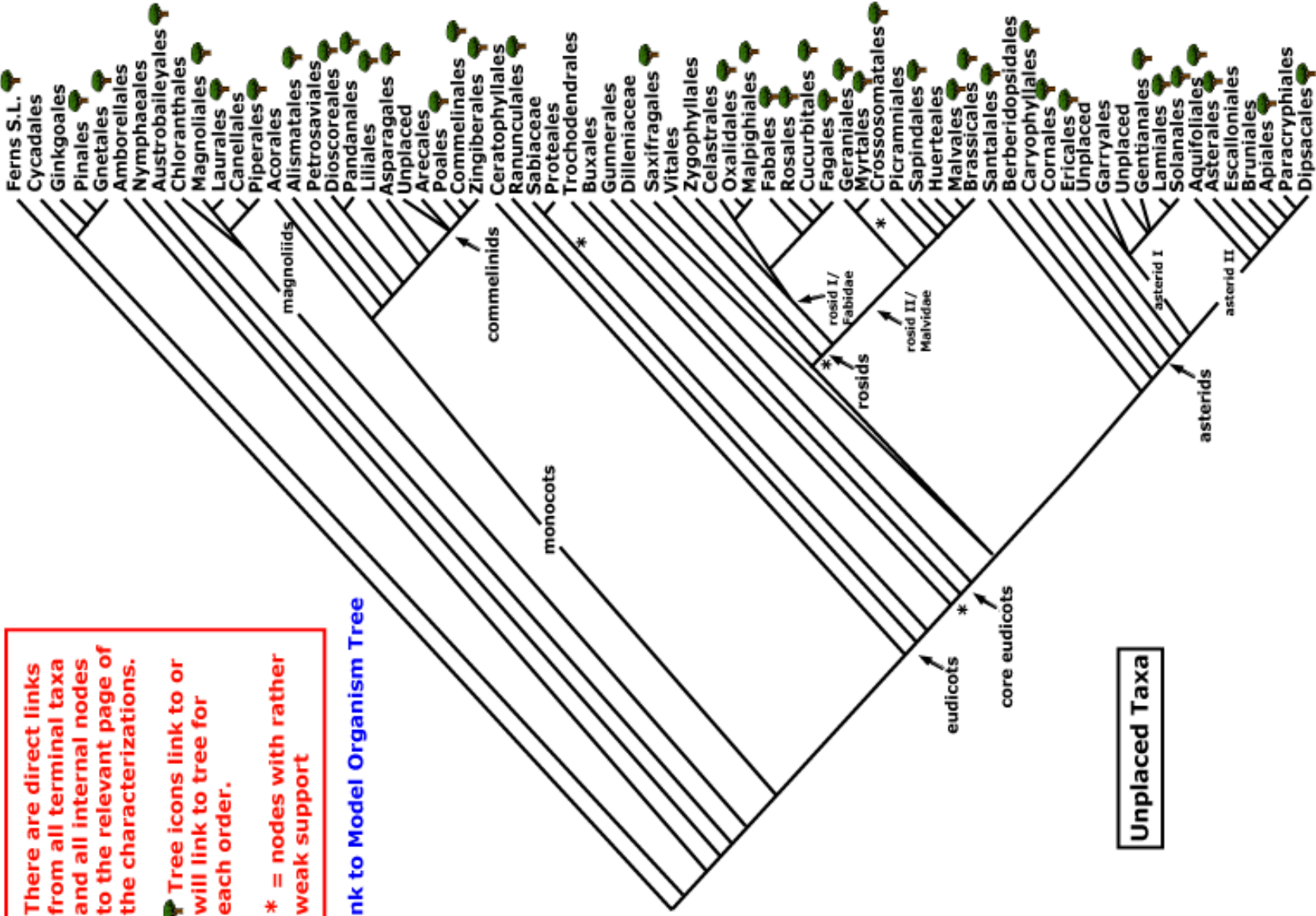
(modificado de Bremer *et al.* 2000 - dados moleculares)



“Uma câmera na mão e uma idéia na cabeça”

“Uma planta na mão e uma filogenia na cabeça”





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

Tree icons link to or will link to tree for each order.

* = nodes with rather weak support

[Link to Model Organism Tree](#)

Unplaced Taxa

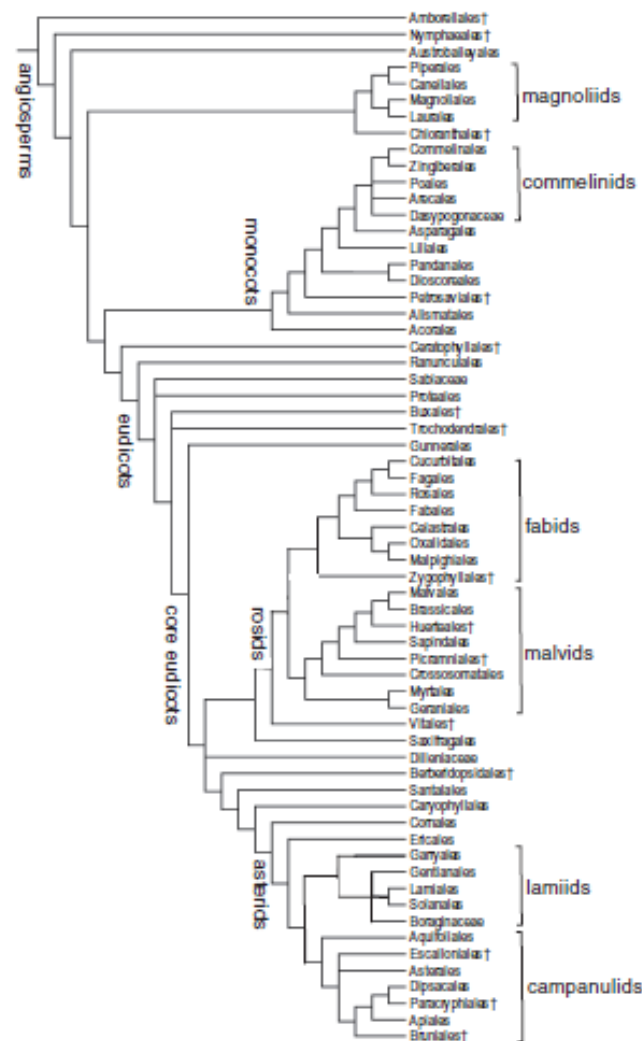
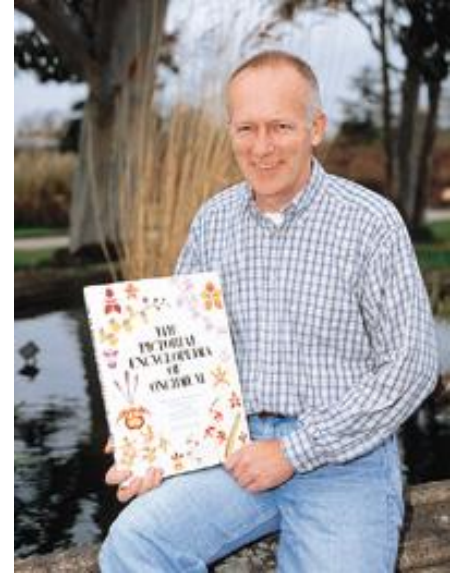


Figure 1. Interrelationships of the APG III orders and some families supported by jackknife/bootstrap percentages greater than 50 or Bayesian posterior probabilities greater than 0.96 in large-scale analyses of angiosperms. See text for literature supporting these relationships. Newly-recognized-for-APG orders are denoted (†). Some eudicot families not yet classified to order are not shown.



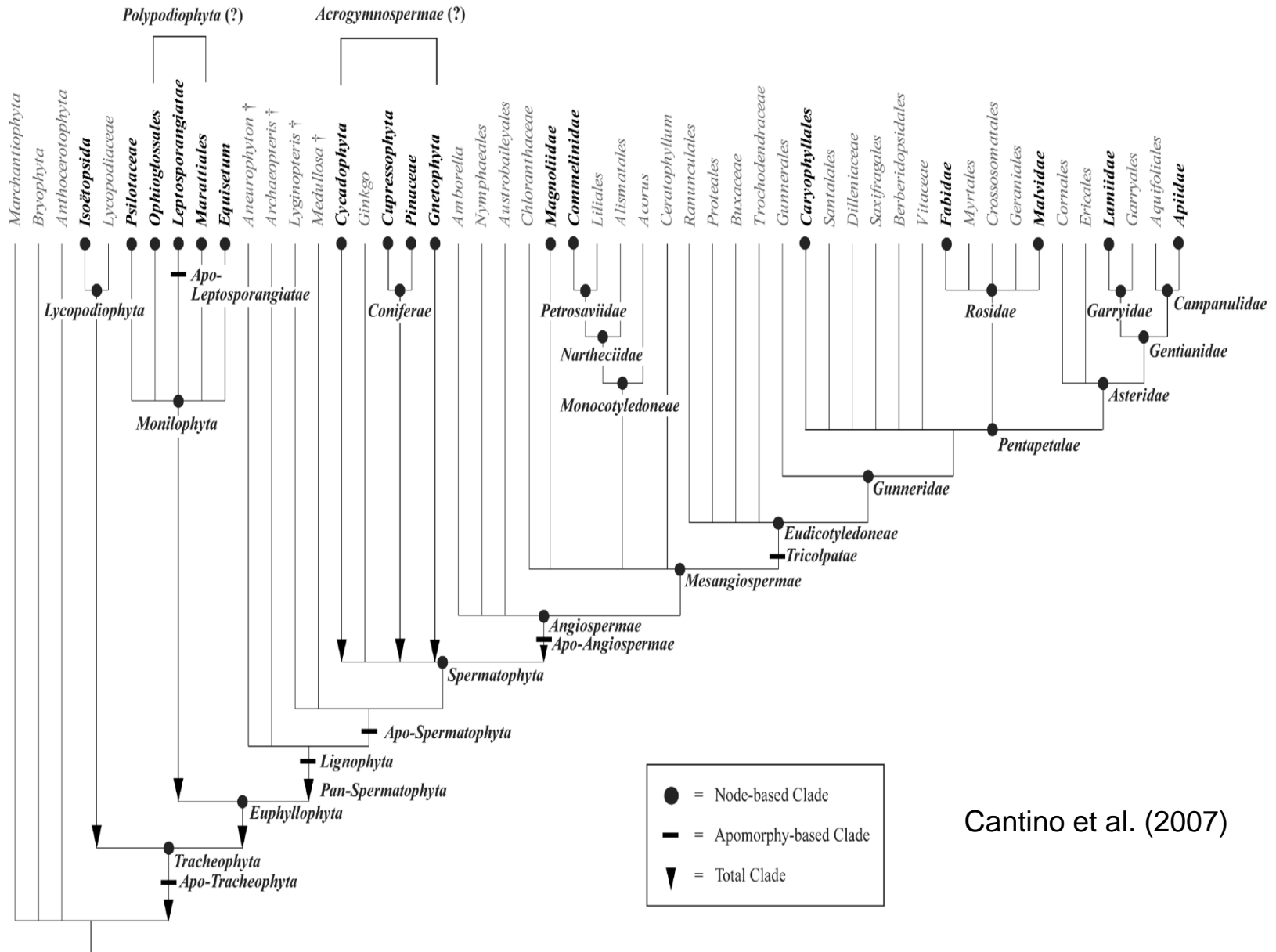
Copyright 1997 Invertebrate for Botanical Documentation. All rights reserved.



Sistema APGIV (2016) – Angiosperm Phylogeny Group



Baseado em dados moleculares



- = Node-based Clade
- = Apomorphy-based Clade
- ▼ = Total Clade

Cantino et al. (2007)