

SISTEMÁTICA VEGETAL



1. SISTEMÁTICA ou TAXONOMIA =

ciência da diversidade orgânica

descoberta - **descrição** - **interpretação**

síntese =

1. SISTEMÁTICA ou TAXONOMIA =

ciência da diversidade orgânica

descoberta - **descrição** - interpretação

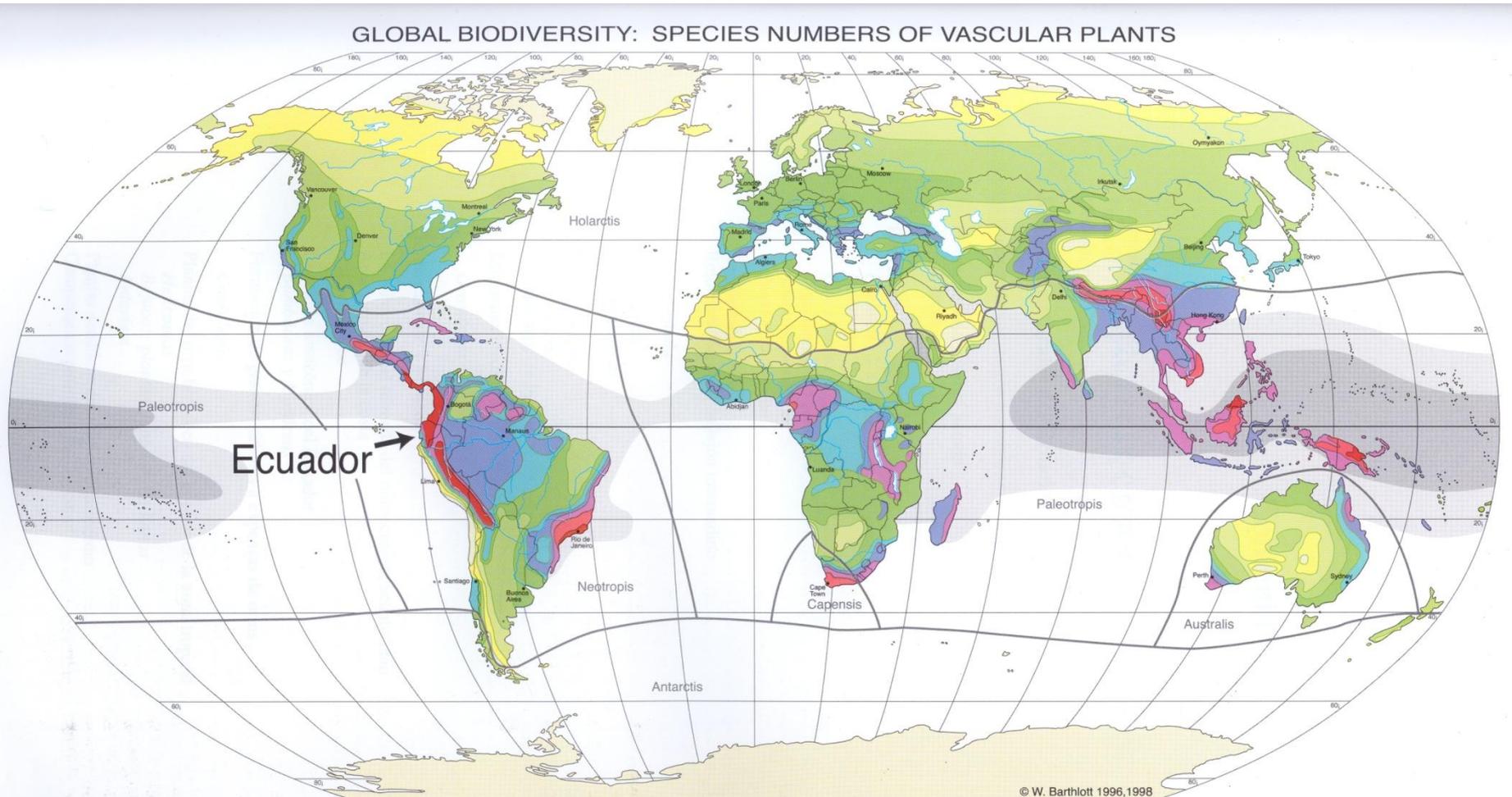
síntese = sistema de classificação preditivo

2. Número de espécies descritas de organismos vivos

Wilson 2003

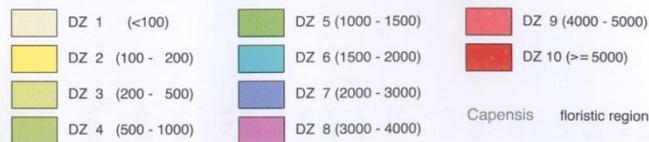
	Vírus	1.000
	Bactérias	4.760
	Fungos	46.983
VEGETAIS	“Algas”	26.900
	Briófitas	16.600
	Pteridófitas	11.300
	Gimnospermas	629
	Angiospermas	240.000
	Protozoários	30.800
	Invertebrados	989.761
	(insetos	751.000)
	Vertebrados	43.853

3. Diversidade biológica no mundo.



Robinson Projection
Standard Parallels 38°N und 38°S
Scala 1: 85000000

Diversity Zones (DZ): Number of species per 10 000km²



sea surface temperature



Capensis floristic regions

cold currents

W. Barthlott, N. Biedinger, G. Braun, F. Feig,
G. Kier, W. Lauer & J. Mutke 1998
modified after
W. Barthlott, W. Lauer & A. Placke 1996
Department of Botany and Geography
University of Bonn German
Aerospace Research Establishment, Cologne
Cartography: M. Gref
Department of Geography University of Bonn

FITODIVERSIDAD DEL MUNDO

Se observa la distribución de las plantas. Lo oscuro presenta la mayor biodiversidad, como es el caso del Ecuador.
Mapa del Instituto Botánico de la Universidad de Bonn "Systematik und Biodiversität" del Profesor Barthlott.

3. Diversidade biológica no mundo.

Tabela 2. Estimativa do número de espécies de plantas maiores no mundo e nos trópicos. Seg. Ainsworth (1961); Jacobs (1974, 1977) e Raven (1976a).

Táxons	Mundo	Tropical	África	Ásia	América
Pl. com flores	240.000	155.000	30.000	35.000	90.000
Fungos	120.000	90.000	20.000	20.000	50.000
Pteridófitas	12.000	11.000	1.000	6.000	5.000
Musgos	12.000	9.000	-	-	-
Hepáticas	11.000	7.000	-	-	-
Algas	17.000	-	-	-	-
Lichenes	16.500	-	-	-	-

3. Diversidade biológica no mundo - *hotspots*

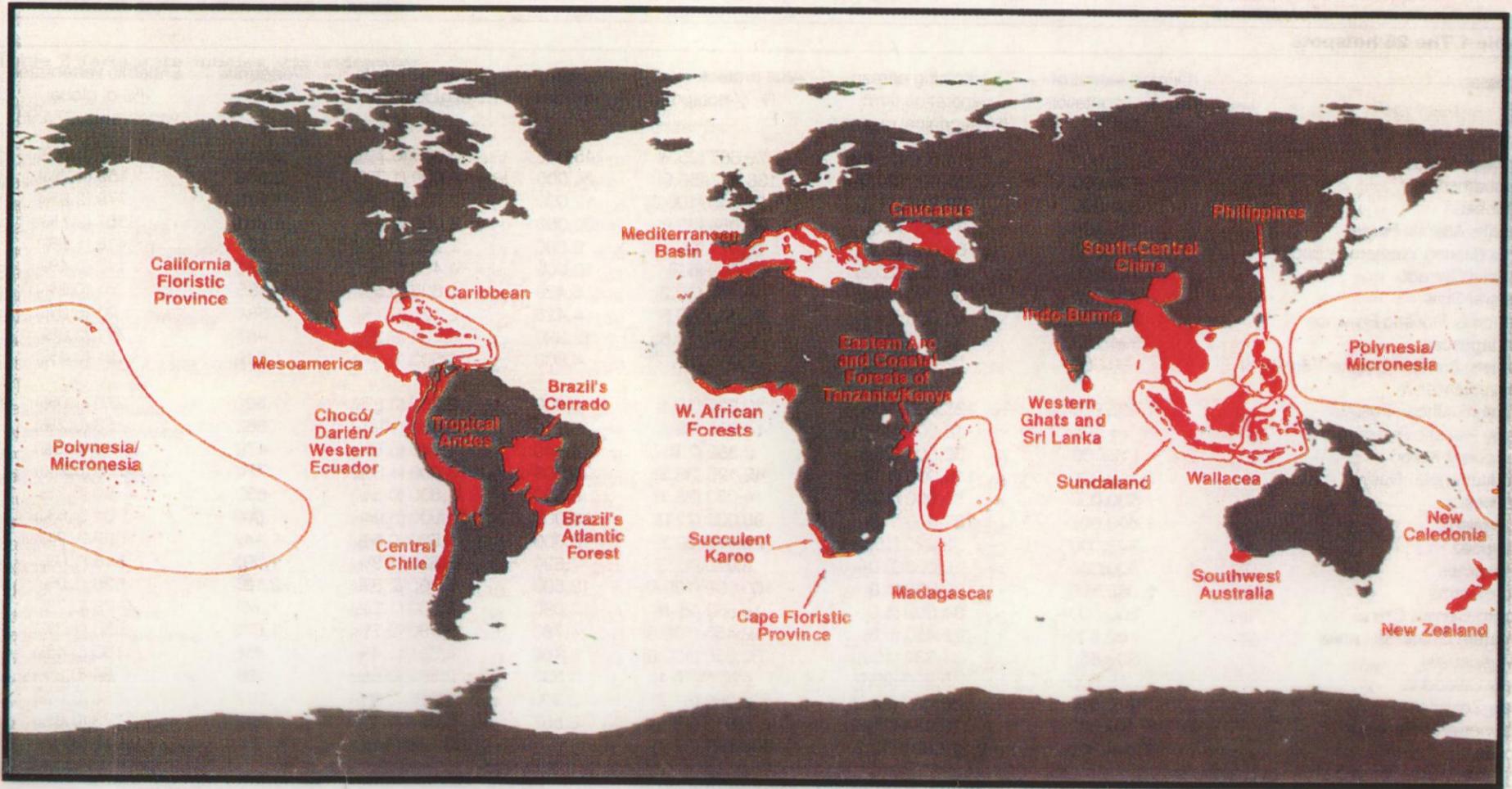


Figure 1 The 25 hotspots. The hotspot expanses comprise 30–3% of the red areas.

Myers *et al.* 2000

HOTSPOTS

3. Diversidade biológica no mundo: os 25 hotspots

Table 1 The 25 hotspots

Hotspot	Original extent of primary vegetation (km ²)	Remaining primary vegetation (km ²) (% of original extent)	Area protected (km ²) (% of hotspot)	Plant species	Endemic plants (% of global plants, 300,000)	Vertebrate species	Endemic vertebrates (% of global vertebrates, 27,298)
Tropical Andes	1,258,000	314,500 (25.0)	79,687 (25.3)	45,000	20,000 (6.7%)	3,389	1,567 (5.7%)
Mesoamerica	1,155,000	231,000 (20.0)	138,437 (59.9)	24,000	5,000 (1.7%)	2,859	1,159 (4.2%)
Caribbean	263,500	29,840 (11.3)	29,840 (100.0)	12,000	7,000 (2.3%)	1,518	779 (2.9%)
Brazil's Atlantic Forest	1,227,600	91,930 (7.5)	33,084 (35.9)	20,000	8,000 (2.7%)	1,361	567 (2.1%)
Choc/Darien/Western Ecuador	260,600	63,000 (24.2)	16,471 (26.1)	9,000	2,250 (0.8%)	1,625	418 (1.5%)
Brazil's Cerrado	1,783,200	356,630 (20.0)	22,000 (6.2)	10,000	4,400 (1.5%)	1,268	117 (0.4%)
Central Chile	300,000	90,000 (30.0)	9,167 (10.2)	3,429	1,605 (0.5%)	335	61 (0.2%)
California Floristic Province	324,000	80,000 (24.7)	31,443 (39.3)	4,426	2,125 (0.7%)	584	71 (0.3%)
Madagascar*	594,150	59,038 (9.9)	11,548 (19.6)	12,000	9,704 (3.2%)	987	771 (2.8%)
Eastern Arc and Coastal Forests of Tanzania/Kenya	30,000	2,000 (6.7)	2,000 (100.0)	4,000	1,500 (0.5%)	1,019	121 (0.4%)
Western African Forests	1,265,000	126,500 (10.0)	20,324 (16.1)	9,000	2,250 (0.8%)	1,320	270 (1.0%)
Cape Floristic Province	74,000	18,000 (24.3)	14,060 (78.1)	8,200	5,682 (1.9%)	562	53 (0.2%)
Succulent Karoo	112,000	30,000 (26.8)	2,352 (7.8)	4,849	1,940 (0.6%)	472	45 (0.2%)
Mediterranean Basin	2,362,000	110,000 (4.7)	42,123 (38.3)	25,000	13,000 (4.3%)	770	235 (0.9%)
Caucasus	500,000	50,000 (10.0)	14,050 (28.1)	6,300	1,600 (0.5%)	632	59 (0.2%)
Sundaland	1,600,000	125,000 (7.8)	90,000 (72.0)	25,000	15,000 (5.0%)	1,800	701 (2.6%)
Wallacea	347,000	52,020 (15.0)	20,415 (39.2)	10,000	1,500 (0.5%)	1,142	529 (1.9%)
Philippines	300,800	9,023 (3.0)	3,910 (43.3)	7,620	5,832 (1.9%)	1,093	518 (1.9%)
Indo-Burma	2,060,000	100,000 (4.9)	100,000 (100.0)	13,500	7,000 (2.3%)	2,185	528 (1.9%)
South-Central China	800,000	64,000 (8.0)	16,562 (25.9)	12,000	3,500 (1.2%)	1,141	178 (0.7%)
Western Ghats/Sri Lanka	182,500	12,450 (6.8)	12,450 (100.0)	4,780	2,180 (0.7%)	1,073	355 (1.3%)
SW Australia	309,850	33,336 (10.8)	33,336 (100.0)	5,469	4,331 (1.4%)	456	100 (0.4%)
New Caledonia	18,600	5,200 (28.0)	526.7 (10.1)	3,332	2,551 (0.9%)	190	84 (0.3%)
New Zealand	270,500	59,400 (22.0)	52,068 (87.7)	2,300	1,865 (0.6%)	217	136 (0.5%)
Polynesia/Micronesia	46,000	10,024 (21.8)	4,913 (49.0)	6,557	3,334 (1.1%)	342	223 (0.8%)
Totals	17,444,300	2,122,891 (12.2)	800,767 (37.7)	†	133,149 (44%)	†	9,645 (35%)

Documentation of plant and vertebrate species and endemism can be found in Supplementary Information.

*Madagascar includes the nearby islands of Mauritius, Reunion, Seychelles and Comores.

**Myers et al. 2000
Nature 403.**

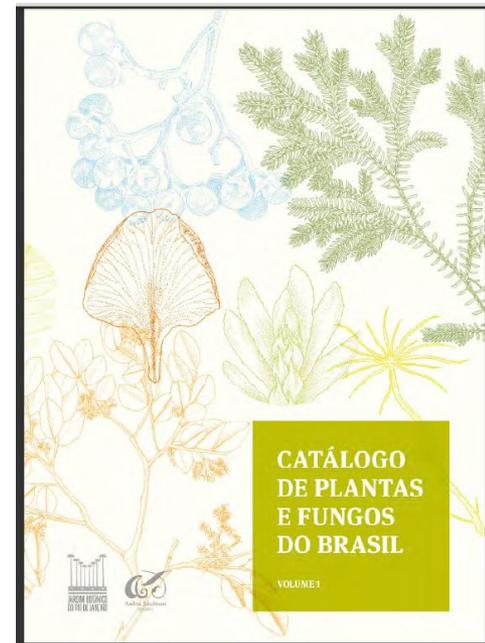
3. Diversidade biológica no mundo:

Diversidade florística no Brasil

Catálogo de plantas e fungos do Brasil, 2010

www.floradobrasil.jbrj.gov.br

40.989 espécies:	% endemidade
3.608 fungos	14,5%
3.496 algas	1,5%
1.521 briófitas	18,1%
1.176 pteridófitas	38,3%
26 gimnospermas	7,7%
31.162 angiospermas	56,6%



3. Diversidade biológica no mundo:

Diversidade florística no Brasil

Após Catálogo de 2010, a Lista tem sido atualizada anualmente:

www.floradobrasil.jbrj.gov.br

2013: 43.594 espécies:

4.610 fungos

4.231 algas

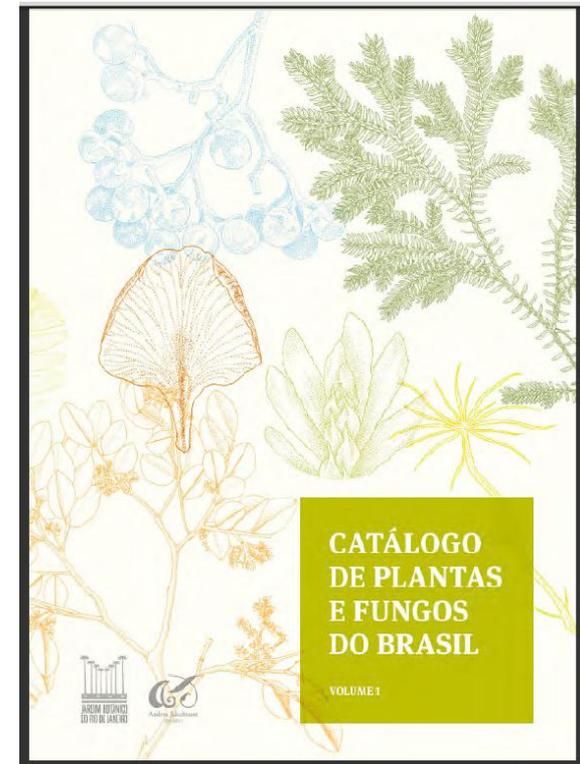
1.536 briófitas

1.223 samambaias e licófitas

26 gimnospermas

31.968 angiospermas

33.217 spp.
plantas
vasculares



3. Diversidade biológica no mundo:

Diversidade florística no Brasil

www.floradobrasil.jbrj.gov.br

Plantas vasculares:

33.217 spp - Brasil é o país de maior fitodiversidade do mundo.

18.082 spp endêmicas do país:

proporção de endemismo de 55,9%, a maior da Região Neotropical.

3. Diversidade biológica no mundo:

Espécies de plantas do Brasil

www.floradobrasil.jbrj.gov.br



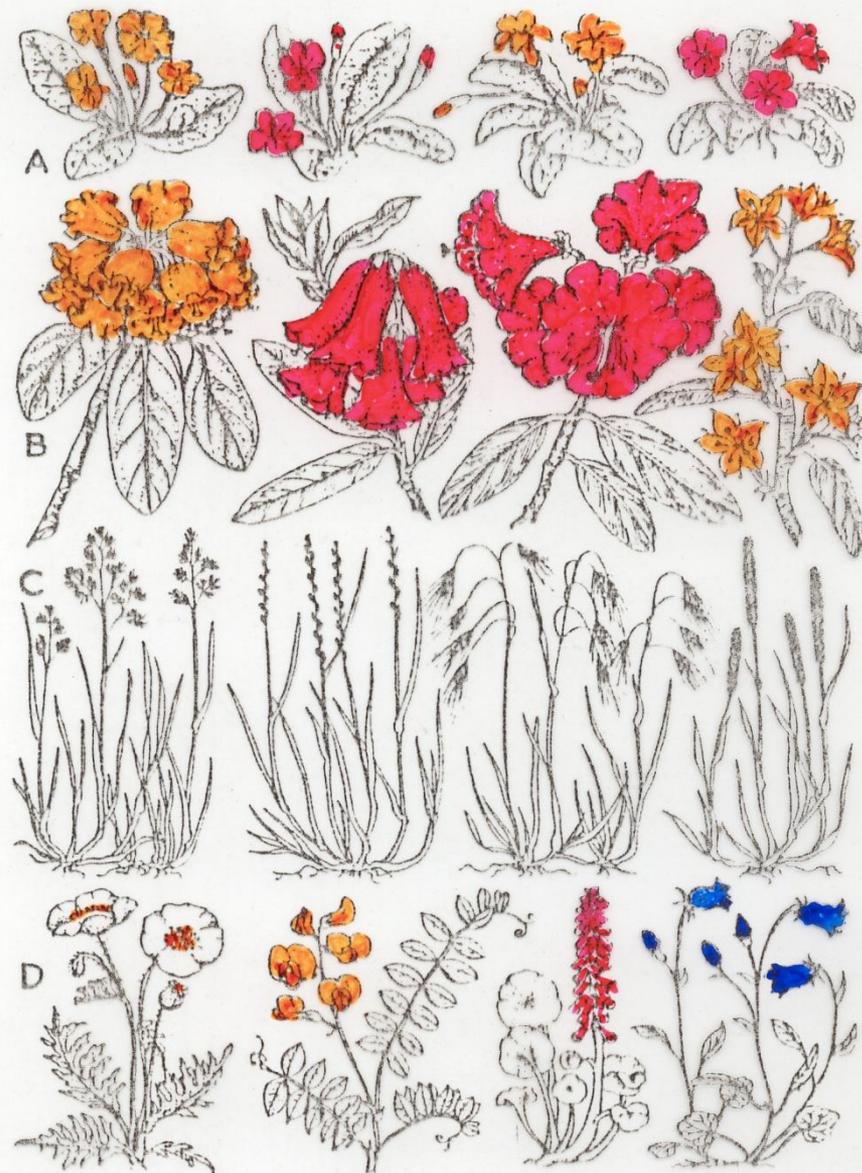
Plantas vasculares nos domínios fitogeográficos:

Mata Atlântica: 19.355 spp., 40% endêmicas ao país.

Cerrado: savanas mais ricas do mundo - 12.669 spp. (4.215 endêmicas do Brasil).

Amazônia: 13.317 spp. (2.046 endêmicas do Brasil).

4. Sistemática = síntese de informações



Jeffrey 1984

Fig. 7 Some examples of groups of plants we find occurring in nature – primroses (A), rhododendrons (B), grasses (C) and flowering plants (D). Although these groups differ in size and diversity, becoming progressively larger and more varied as we go from A to D, the members of each all possess a number of

Grande diversidade = Dificuldades taxonômicas?

Orchidaceae
Epidendrum
(1500 spp
neotropicais)
Pinheiro & Cozzolino 2013

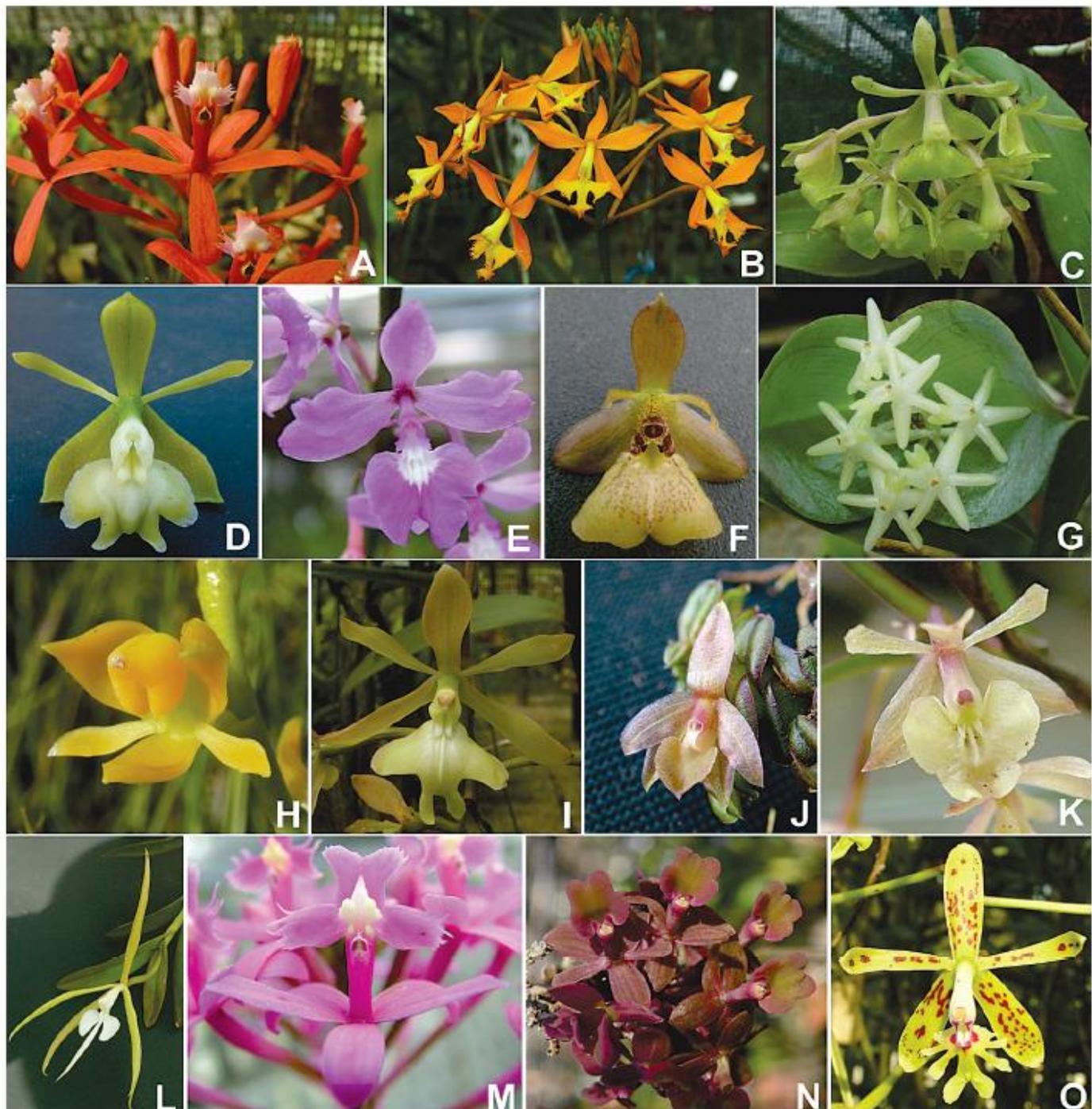


Fig. 1. Morphological and colour variation of *Epidendrum* flowers of species from sections *Tuberculata* Lindl. (A), *Carinata* Lindl. (B, M), *Umbellata* Lindl. (C), *Polycladia* Lindl. (D), *Integra* Lindl. (E, F, N), *Equitantia* Lindl. (G), *Paniculata* Lindl. (H, I, O), *Spathaceae* Lindl. (J, L), *Holochila* Lindl. (K). A, *E. cochlidium* Lindl.; B, *E. incisum* Vell.; C, *E. proligerum* Barb. Rodr.; D, *E. densiflorum* Hook.; E, *E. campestre* Lindl.; F, *E. myrmecophorum* Barb. Rodr.; G, *E. vesicatum* Lindl.; H, *E. dendrobioides* Thunb.; I, *E. coronatum* Ruiz & Pav.; J, *E. schlechterianum* Ames; K, *E. filicaule* Lindl.; L, *E. nocturnum* Jacq.; M, *E. denticulatum* Barb. Rodr.; N, *E. anceps* Jacq.; O, *E. cristatum* Ruiz & Pav.

5. Nomenclatura botânica: *componente da Sistemática*

5.1. Hierarquia taxonômica dos sistemas de classificação biológica:

classe	sufixo	exemplo
Reino	-	Plantae
Divisão	phyta	Magnoliophyta
Classe	opsida	Magnoliopsida
Subclasse	idae	Rosidae
Superordem	anae	Rosanae
Ordem	ales	Rosales
Família	aceae	Rosaceae
Subfamília	oideae	Rosoideae
Tribo	eae	Roseae
gênero	-	<i>Rosa</i>
espécie	-	<i>Rosa canina</i> L.
subespécie	-	-
variedade	-	<i>R. canina</i> var. <i>canina</i>

5. Nomenclatura botânica

5.2. Código Internacional de Nomenclatura Botânica

Princípios, regras e recomendações.

Princípio III: Prioridade de publicação:

Cissus scycioides L. é hoje sinônimo de
Cissus verticillata (L.) D.H.Nicholson & Jarvis

5. Nomenclatura botânica

5.2. CNB: Princípio II: aplicação de nomes de grupos taxonômicos é determinada por meio de tipos nomenclaturais



6. O trabalho do sistemata:

**6.1. investigação teórica e
aprimoramento da metodologia científica**

6.2. inventário florístico – área geográfica

OU

**revisão sistemática de um grupo
- estudo abrangente (monografia)**

6.3. Métodos

- coleta do material botânico
no campo



campos rupestres



Velloziaceae

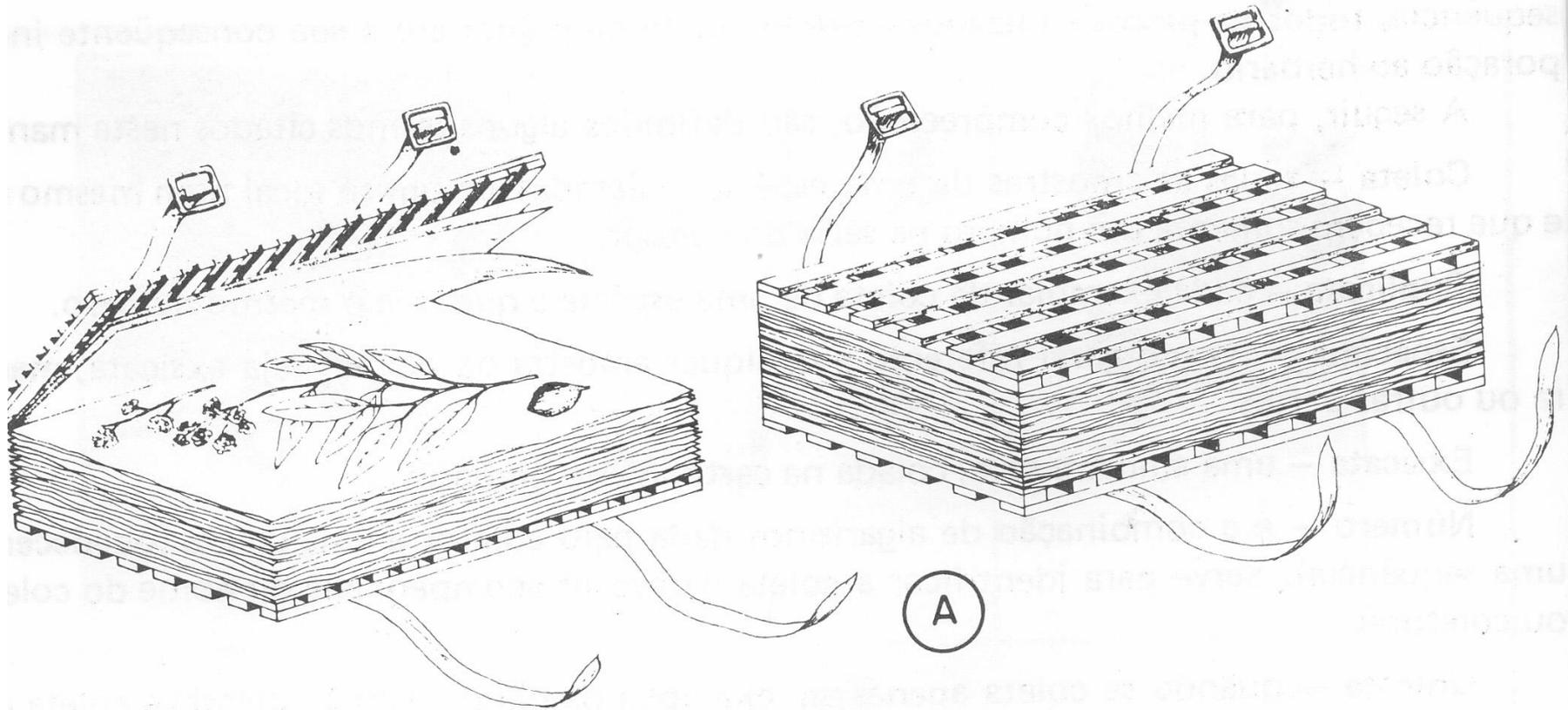


6.3. Métodos

- preparação dos espécimes para herbário



HERBORIZAÇÃO - PRENSA



HÁBITOS MAIS COMUNS

ERVA

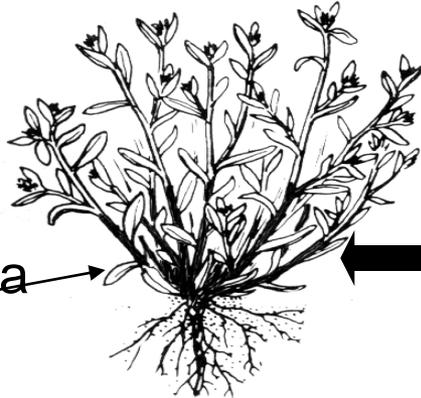
ereta

1 m

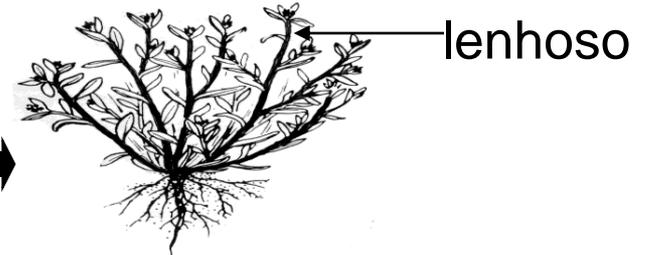
10 cm



prostrada



ereto ou prostrado



SUBARBUSTO

ARBUSTO

LIANA

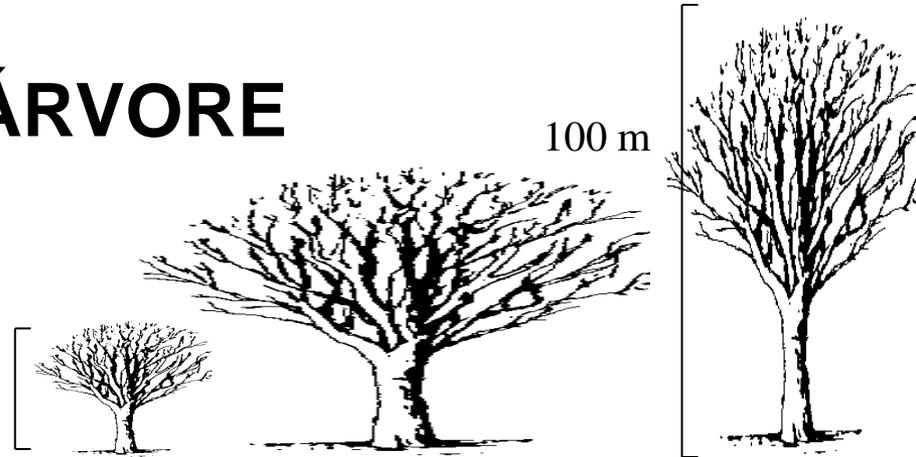


escandente e lenhosa

ÁRVORE

1 m

100 m



HERBORIZAÇÃO ESTUFA DE CAMPO

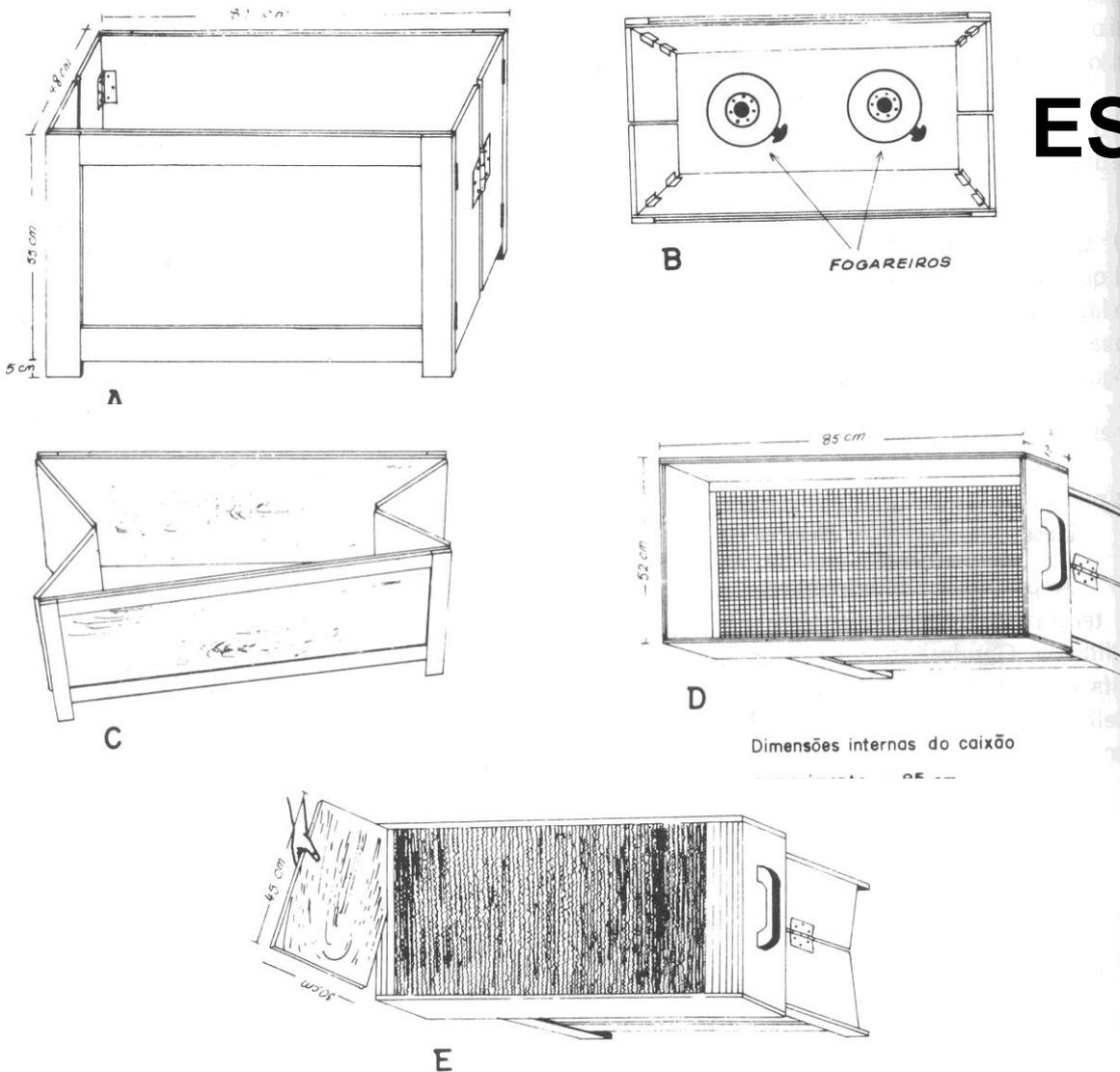
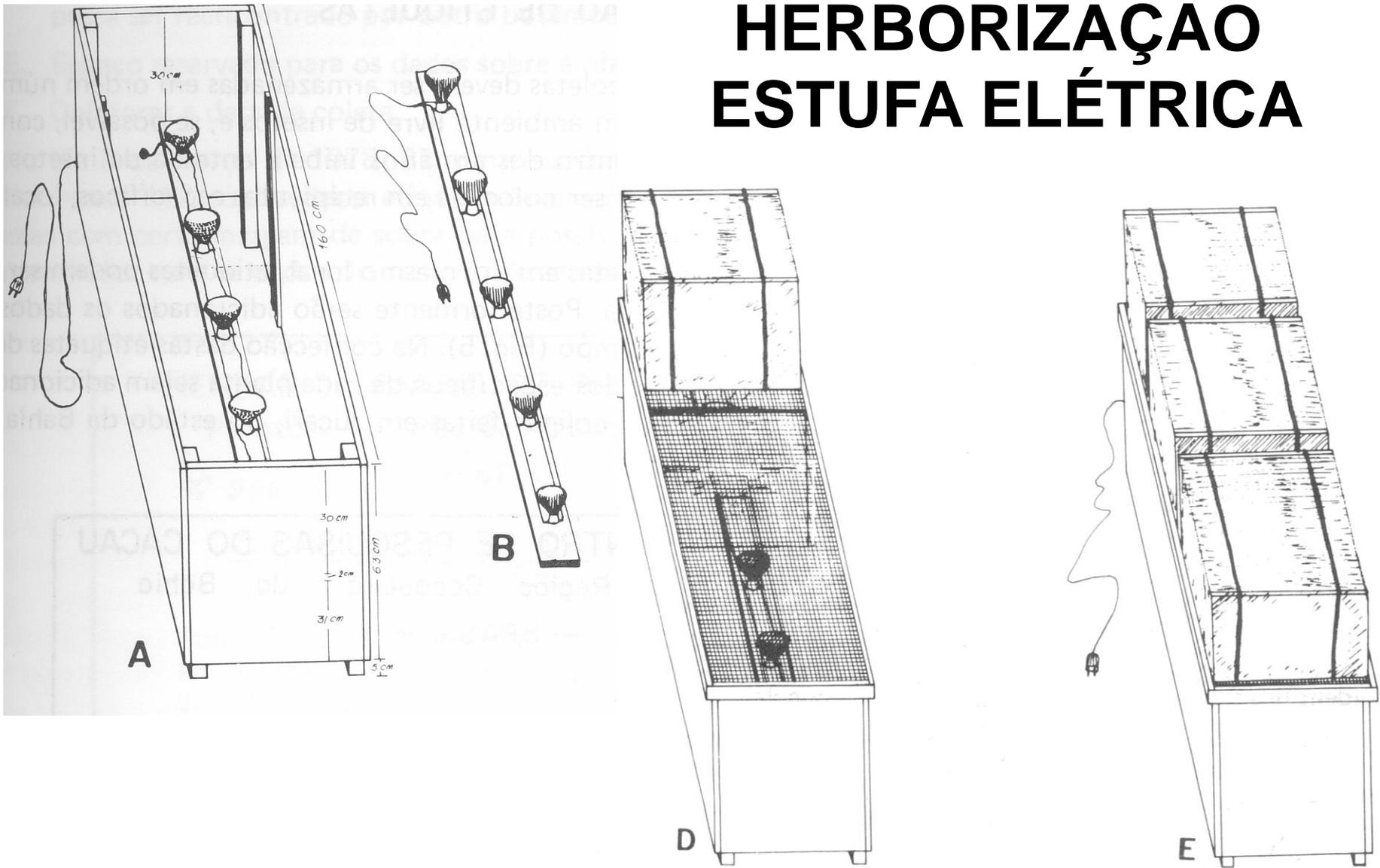


Fig. 9 — ESTUFA DE CAMPO. A. lateral da base da estufa. B. base de estufa vista de cima e mostrando os 2 fogareiros. C. como pode ser dobrada a base de estufa para facilitar o seu transporte. D. caixão sobre a base da estufa. E. estufa completa. Note a maneira de apertar as coletas com tábuas.

HERBORIZAÇÃO ESTUFA ELÉTRICA



- ESTUFA ELÉTRICA DE LABORATÓRIO. A. base da estufa e suas dimensões. B. banco de lâmpadas conectadas em série. C. posição da tampa removível de tela. D. estufa com uma só prensa; note como as lâmpadas acesas podem ficar separadas com o auxílio de uma tábua. E. estufa 'carregada' com prensas.



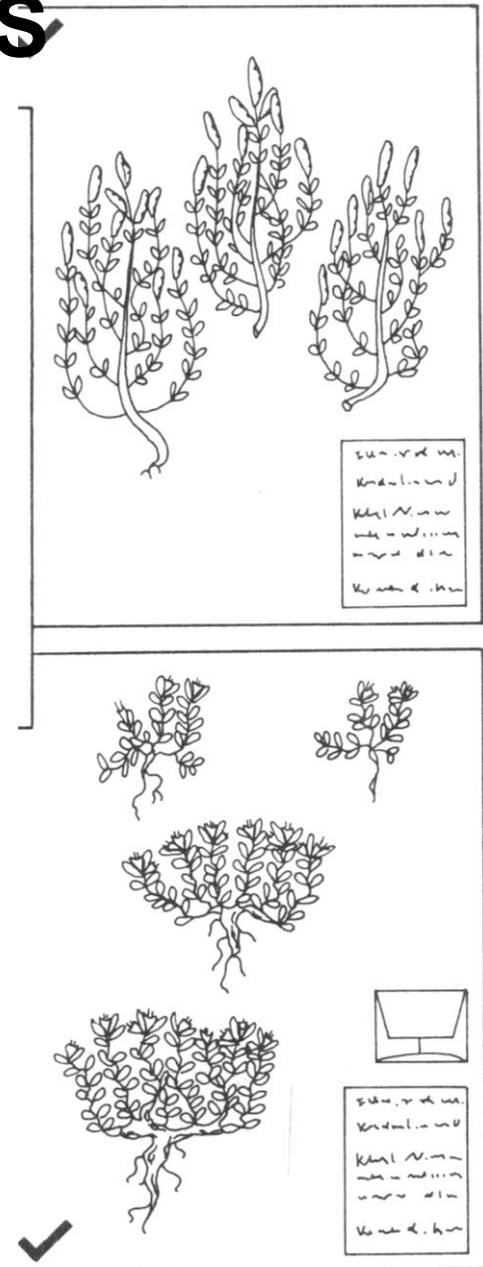
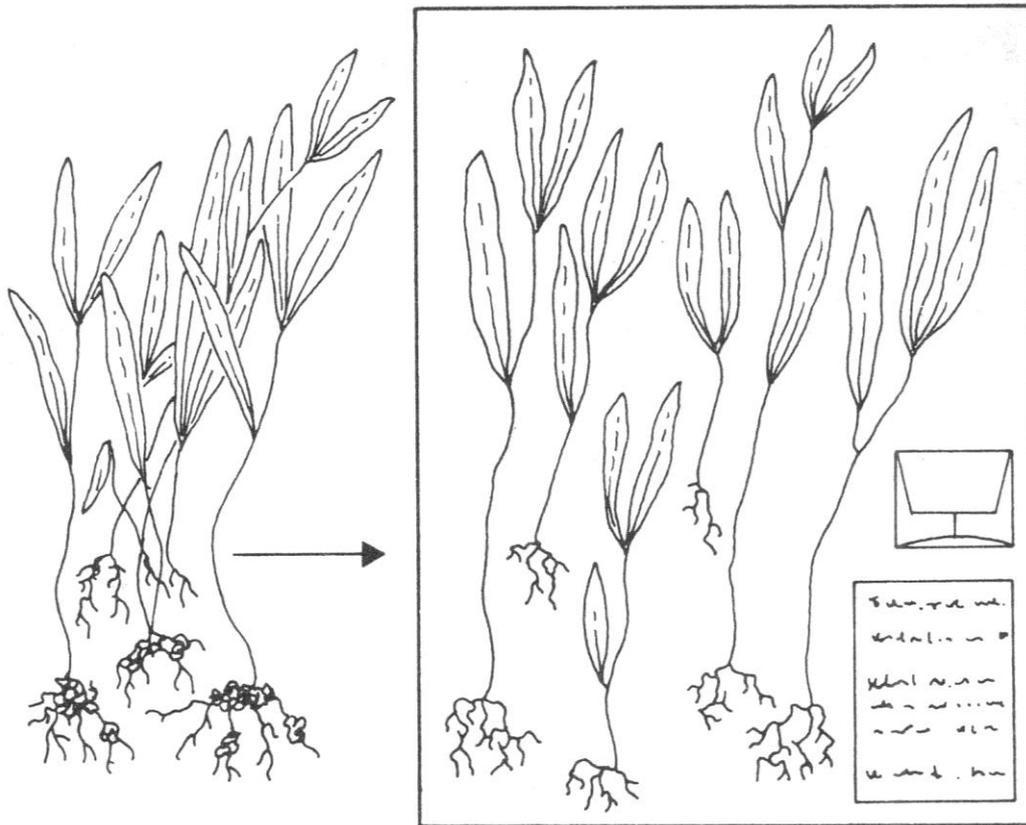


Juliana Rando 2009



Juliana Rando 2009

HERBORIZAÇÃO - EXSICATAS



Forman & Bridson 1991

HERBÁRIO

HERBÁRIO CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU
Plantas da Região Cacaueira da Bahia

Nº 9558

— BRASIL — *Caricaceae*

Jacaratia dodecaphylla A. DC.

Det.: S.A. Mori, março 1978

Município de Itabuna. Fazenda Marinêda, ca. 3 km ao NW de Juçari. Região de Mata Higrófila Sul Baiana. Mata. Latitude 15° 11' S e longitude 39° 31' W. Ca. 200 m de altitude.

Árvore, 20 m x 60 cm, tronco com espinhos. Casca exterior delgada (2 mm de espessura), casca interior grossa (20 mm de espessura) e com estrias translúcidas. Frutos laranjas. Sementes colhidas para propagação.

S.A. Mori, J.A. Kallunki & T.D. Pennington
8 março 1978

Universidade de São Paulo Herbário SPF

(Lamiaceae) Labiatae

Hyptis alpestris St.-Hil. ex Benth.

det. R.M. Harley 28.04.2004

Conhecida só da Serra da Canastra!

Brasil. Minas Gerais. São Roque de Minas: Parque Nacional da Serra da Canastra. Estrada São Roque de Minas – Sacramento, campo sujo após cerradão, próximo a Área de Desenvolvimento de Sacramento.

Erva reptante. Inflorescência roxa de brácteas verdes.

M.A. Farinaccio 299, E.M. Campos Filho & C. Vechi.

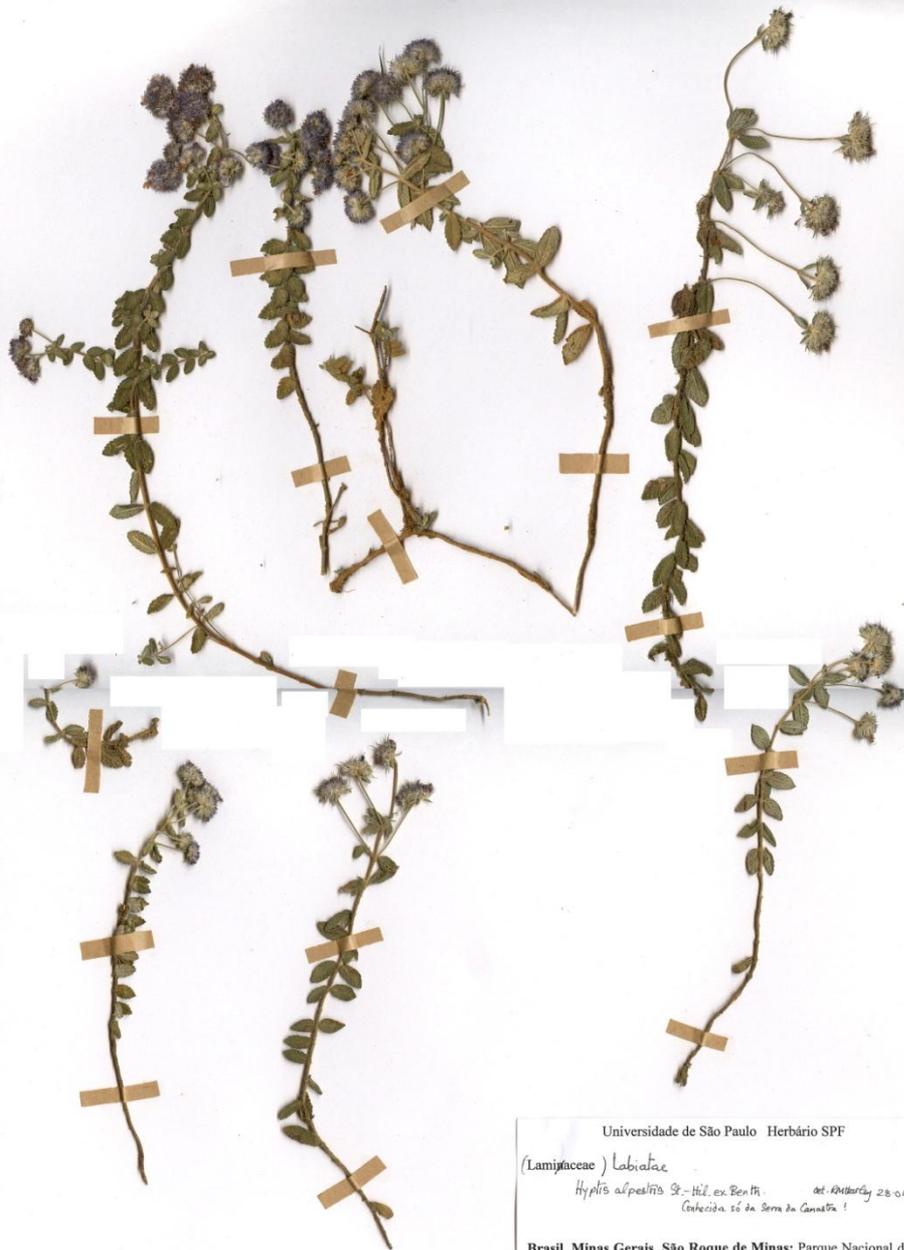
15. V.1999

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
HERBÁRIO

SPF 137.595

DUPLICATA

HDFU



Universidade de São Paulo Herbário SPF

(Lamiaceae) Labiatae

Hyptis alpestris St.-Hil. ex Benth.

det. R.M. Harley 28.04.2004

Conhecida só da Serra da Canastra!

Brasil. Minas Gerais. São Roque de Minas: Parque Nacional da Serra da Canastra. Estrada São Roque de Minas – Sacramento, campo sujo após cerradão, próximo a Área de Desenvolvimento de Sacramento.

Erva reptante. Inflorescência roxa de brácteas verdes.

M.A. Farinaccio 299, E.M. Campos Filho & C. Vechi.

15. V.1999



Departamento de Botânica - IB - USP



Universidade de São Paulo
B R A S I L



HERBÁRIO SPF

210.000 espécimes:

30.000 algas marinhas

180.000 plantas vasculares

Carpoteca Xiloteca

Biblioteca Laminário

Banco de dados

HERBÁRIO

identificação:

- análise morfológica em laboratório
- consulta a literatura especializada
- comparação com material de herbário
- colaboração de especialistas



HERBÁRIO SPF

W. Hoehne (fundador, FCF)

A.B. Joly (1925-1975)

E.C. Oliveira-Filho (1952 -)

N.L. Menezes (1934 -)

A.M. Giulietti (1946 -)

Curadora de 1977 a 1989

J.R. Pirani

Curador de 1989 a 2009

R. Mello-Silva

Curador desde 2009

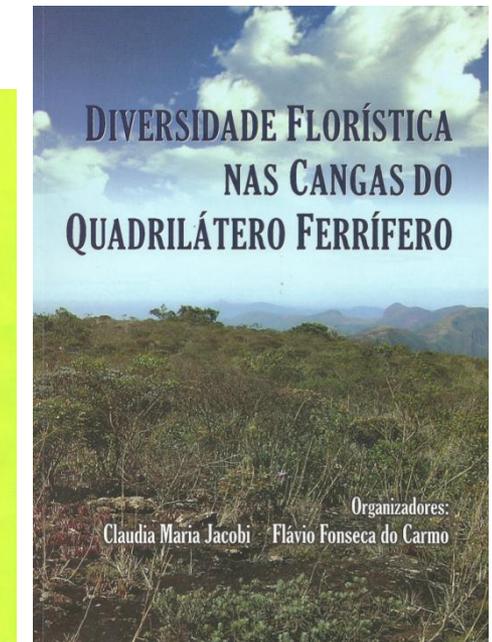
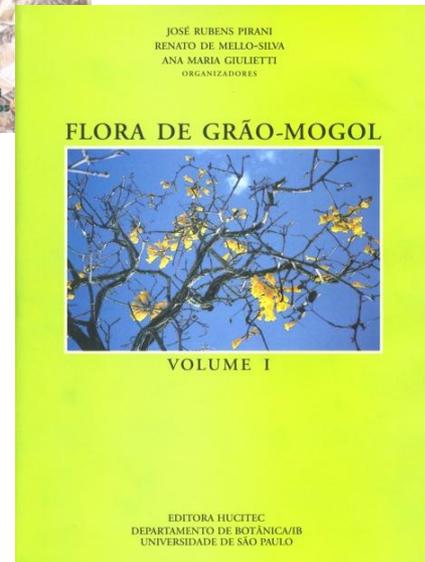
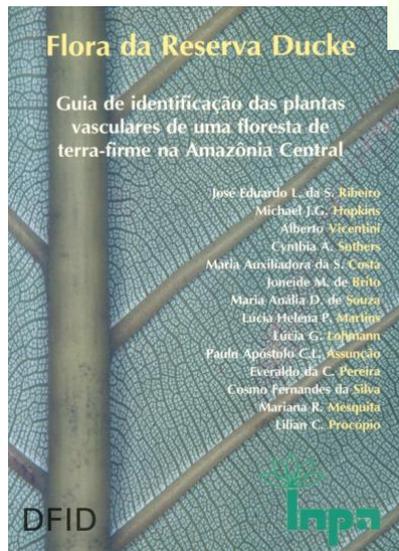
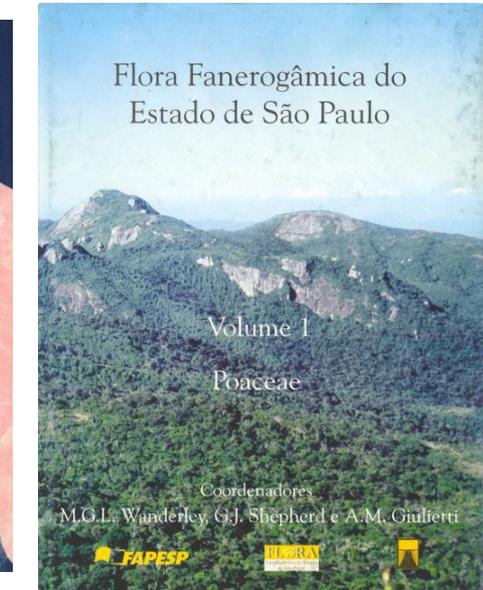
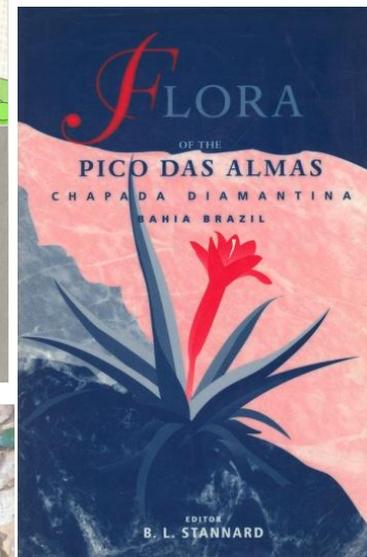
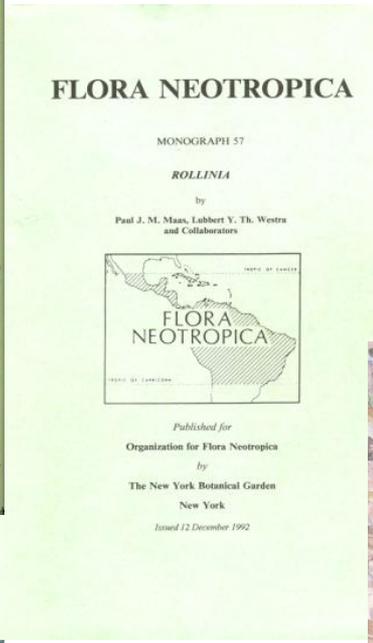
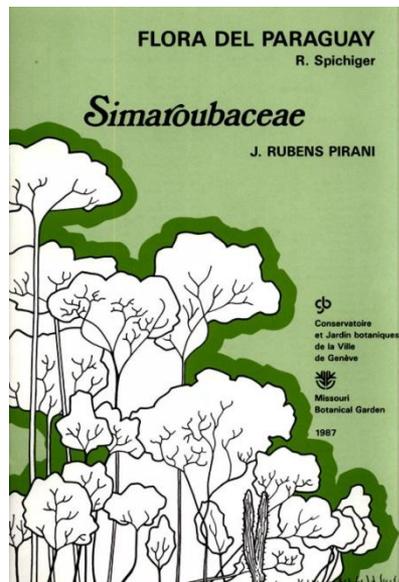


6.4. Compilação e divulgação dos resultados:

- chaves de identificação**
- descrições**
- ilustrações**
- dados biológicos, ecológicos, geográficos.**

Artigos científicos, floras e monografias

**Revisão de conceitos e novos métodos
e modelos téoricos .**



Inventários e Floras: importantes para avanço da taxonomia e para conservação; fundamentais para definição de parques e reservas biológicas

Flora da Serra do Cipó: Loganiaceae

2. *Spigelia* L.

Ervas ou subarbustos. Folhas opostas, às vezes inconspícuas ou verticiladas no ápice. Inflorescências terminais, em cimeiras escorpióides ou fascículos, com duas brácteas acompanhando cada flor. Flores pentâmeras, corolas membranáceas, brancas até róseo-avermelhadas, 1,0 – 6,0 cm compr.; anteras linear-oblongas, com base sagitada; ovário globoso, bilocular, com numerosos óvulos ortótopos de placentação axilar; estilete filiforme, geralmente articulado na porção mediana inferior, estigma linear ou clavado, papiloso. Fruto cápsula, loculicida, obcordado, circunciso na base. Sementes reunidas ao redor da placenta formando uma massa arredondada, testa verrucosa ou reticulada, endosperma carnoso, embrião pequeno e reto.

Chave para as espécies

1. Estames exsertos. Plantas provistas de pêlos estrelados em ambas as faces das folhas e na face externa da corola 4. *S.sellowiana*
- 1'. Estames inclusos. Plantas glabras ou providas de pêlos simples ou, se estrelados, localizados apenas na face abaxial da folha e no cálice, nunca na corola
2. Inflorescências pedunculadas, multifloras. Folhas ausentes ou de margem plana . 3
- 2'. Inflorescências sésseis, paucifloras. Folhas com margem fortemente revoluta . . 4
3. Folhas lineares ou ausentes 3. *S.linarioides*
- 3'. Folhas lanceoladas 5. *S.schlechtendaliana*
4. Cálice externamente glabro 1. *S.aceifolia*
- 4'. Cálice coberto por pêlos estrelados na porção externa 2. *S.cipoensis*

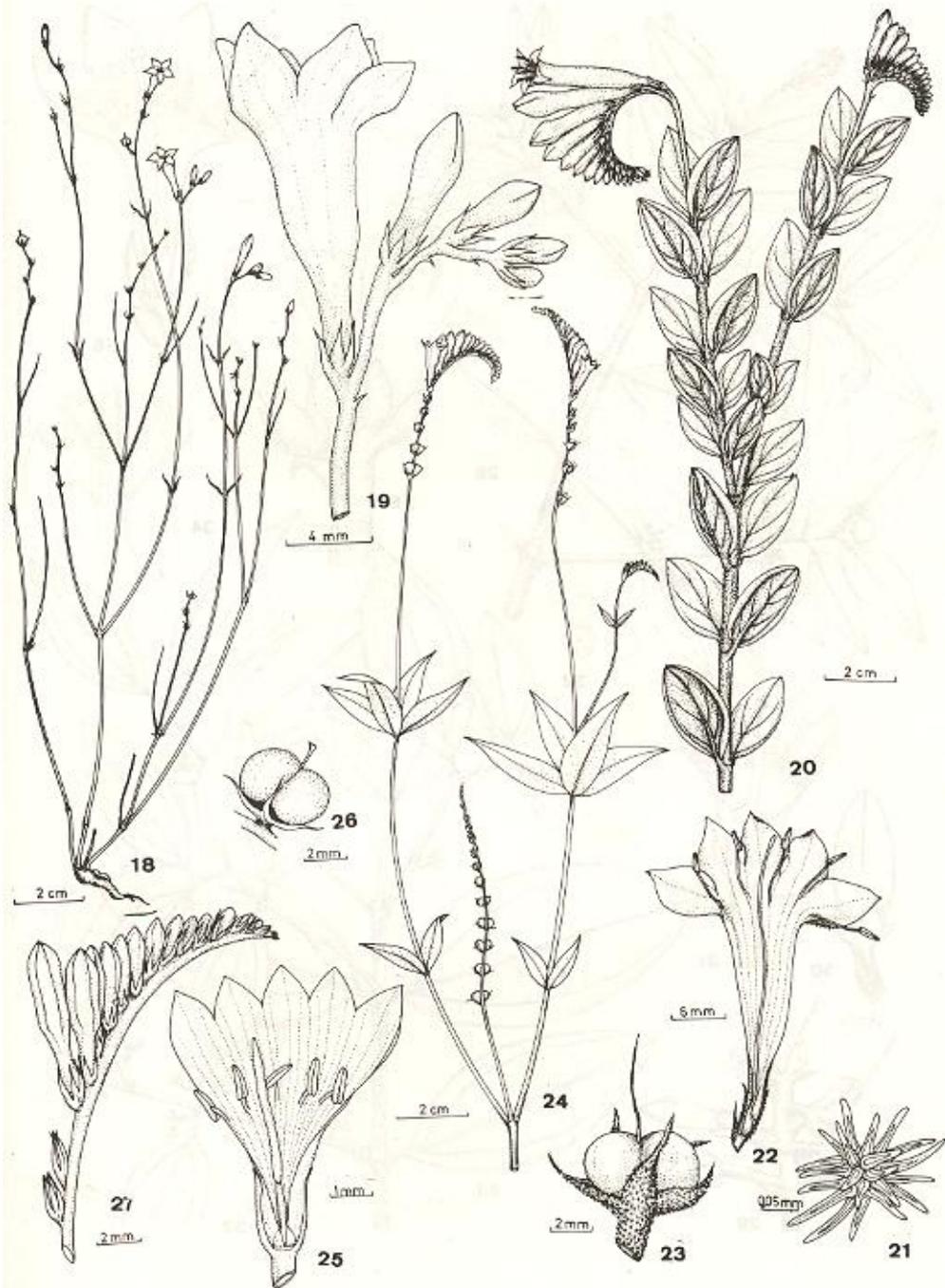
1. *Spigelia aceifolia* Woods. Ann. Mo.Bot. Gdn.37: 404. 1950.

Figs. 8–12

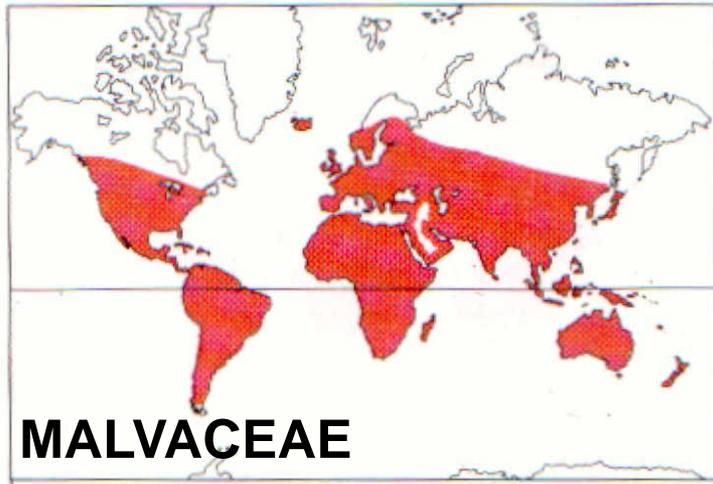
Erva, 7 – 15cm alt., raiz lenhosa; ramos eretos, pubescentes, pouco ramificados. Folhas subcoriáceas, sésseis, lanceoladas, 0,3 – 0,7cm compr., 0,2 – 0,3 cm larg., ápice mucronado, base subcordada, margem esparsamente pilosa, fortemente revoluta; uninérveas, nervura impressa na face adaxial, saliente e esparsamente pilosa na face abaxial. Inflorescências sésseis, fasciculadas, 2 – 4 flores. Sépals glabras, linear-lanceoladas, 6,0 – 8,0mm compr.; corola infundibuliforme, rosa escuro, tubo 10,0mm compr., lobos triangulares, ca. 2,0mm compr.; estames inclusos; estigma papiloso, estilete articulado no terço inferior, ovário glabro. Cápsula obcordada, 0,3 – 0,4cm diâm., glabra, levemente estriada, duas a três vezes menor que as sépals.

Material examinado: Santana do Riacho, Serra do Cipó, Rodovia Belo Horizonte – Conceição do Mato Dentro: km 117, CFSC 6012, col. A.Furlan & M.G.Sajo, 01.III.1980, fl., fr. (SPF); km 120, Mello Barreto 505, 13.I.1934, fl. (RB); km 120, H.S.Irwin, H.Maxwell & D.C.Wasshausen 20123, 15.II.1968, fl. (NY,MBM).

Esta espécie caracteriza-se pelo pequeno porte, hábito cespitoso, inflorescências sésseis e condensadas, folhas pequenas e coriáceas, uninérveas e com margens revolu-



Mapeamento de Distribuição geográfica



Taxonomic Treatment—*Jacaranda*

Jacaranda
Gentry 1992⁵⁷

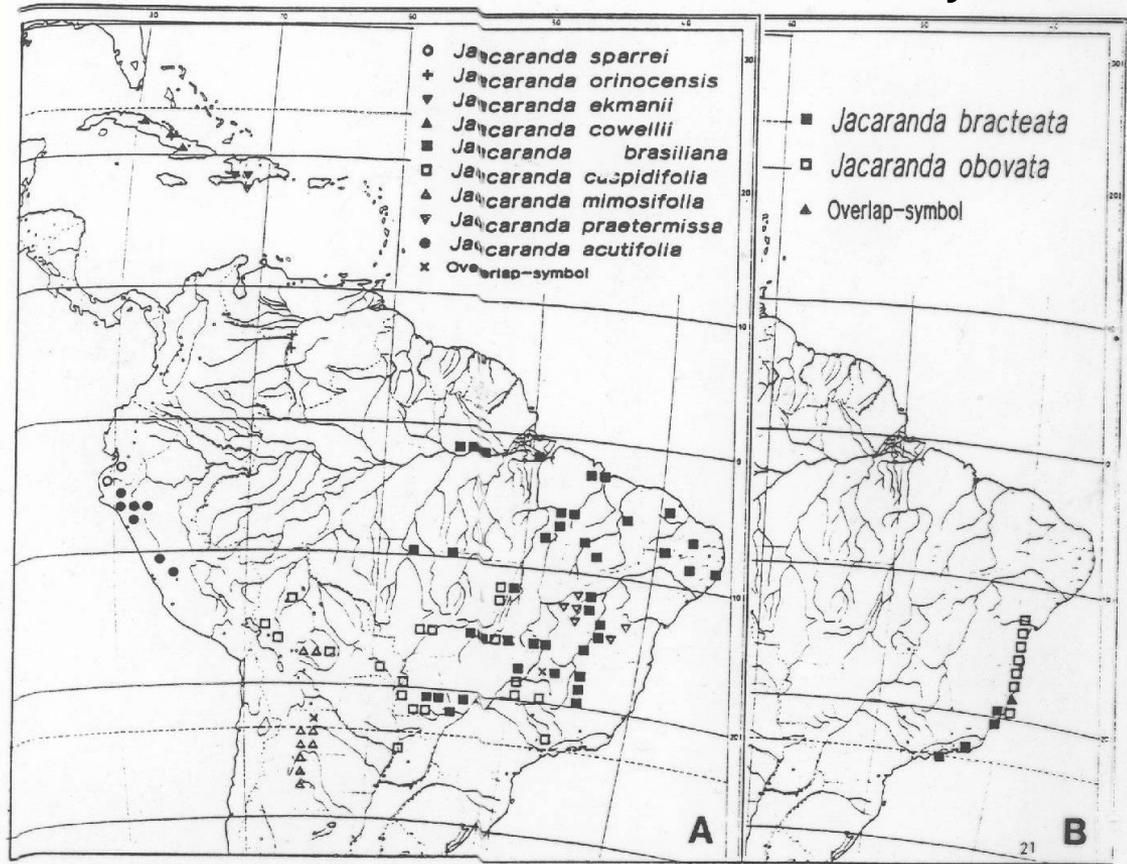


FIG. 21. Distribution of *Jacaranda*. A, *Jacaranda* section *Monolobos*. ● = *J. acutifolia*; ■ = *J. brasiliana*; ▲ = *J. cowellii*; □ = *J. cuspidifolia*; ▼ = *J. ekmanii*; △ = *J. mimosifolia*; ○ = *J. sparrei*; + = *J. orinocensis*; ▽ = *J. praetermissa*. B, *Jacaranda* section *Dilobos*. ■ = *J. bracteata*; □ = *J. obovata*.

Estado de Minas Gerais, Brasil PALMEIRAS de Cadeia do Espinhaço

1

Amauri Cesar Marcato & Jose Rubens Pirani - Depto. Botânica, Universidade de São Paulo

Fotos de A.C. Marcato. Produzido por: A.C. Marcato, J.R. Pirani, R.B. Foster, M.R. Metz, K. Sieffes, & E. Carrano, com apoio de Andrew Mellon Foundation.
©A.C. Marcato e J.R. Pirani [jpirani@ib.usp.br]; e Environmental & Conservation Programs, The Field Museum, Chicago, IL 60605 USA. [RRC@fmlh.org] Rapid Color Guide #88 versão 1.2.



1 *Acrocomia aculeata* macaúba 2 *Acrocomia aculeata* macaúba 3 *Acrocomia aculeata* macaúba 4 *Allagoptera campestris* buri 5 *Allagoptera campestris* buri



6 *Allagoptera campestris* buri 7 *Attalea geraensis* indaia-rasteiro 8 *Attalea geraensis* indaia-rasteiro 9 *Attalea geraensis* indaia-rasteiro 10 *Attalea oleifera* andaia



11 *Attalea oleifera* andaia 12 *Butia archeri* butia 13 *Butia capitata* butia-vinagre 14 *Butia capitata* butia-vinagre 15 *Butia capitata* butia-vinagre



16 *Geonoma brevispatha* ouricana 17 *Geonoma brevispatha* ouricana 18 *Mauritia flexuosa* buriti 19 *Mauritia flexuosa* buriti 20 *Mauritia flexuosa* buriti

Guias ilustrados de campo e Chaves interativas de identificação

Where am I? > Home > Scientific Research & Data > In Depth > Tropical America > Neotropikey

Neotropikey

Neotropical Flowering Plants
neotropikey

Interactive key and information resources for flowering plants of the Neotropics

Neotropikey is an international project based at the Royal Botanic Gardens, Kew, developing identification and information resources for the flowering plants of the Neotropical region (tropical South and Central America).

Home
Family key
Family index
Contributors
Bibliography
Generic keys
Glossary
About the key
Scope



Click to enter key



Click for family synopses

- * Find out about other electronic plant identification resources (electronic keys) available from Kew
- * Look up genera on the Kew catalogue
- * How to cite Neotropikey
- * Geographical scope and systematic arrangement

Neotropical Plants image database
Kew

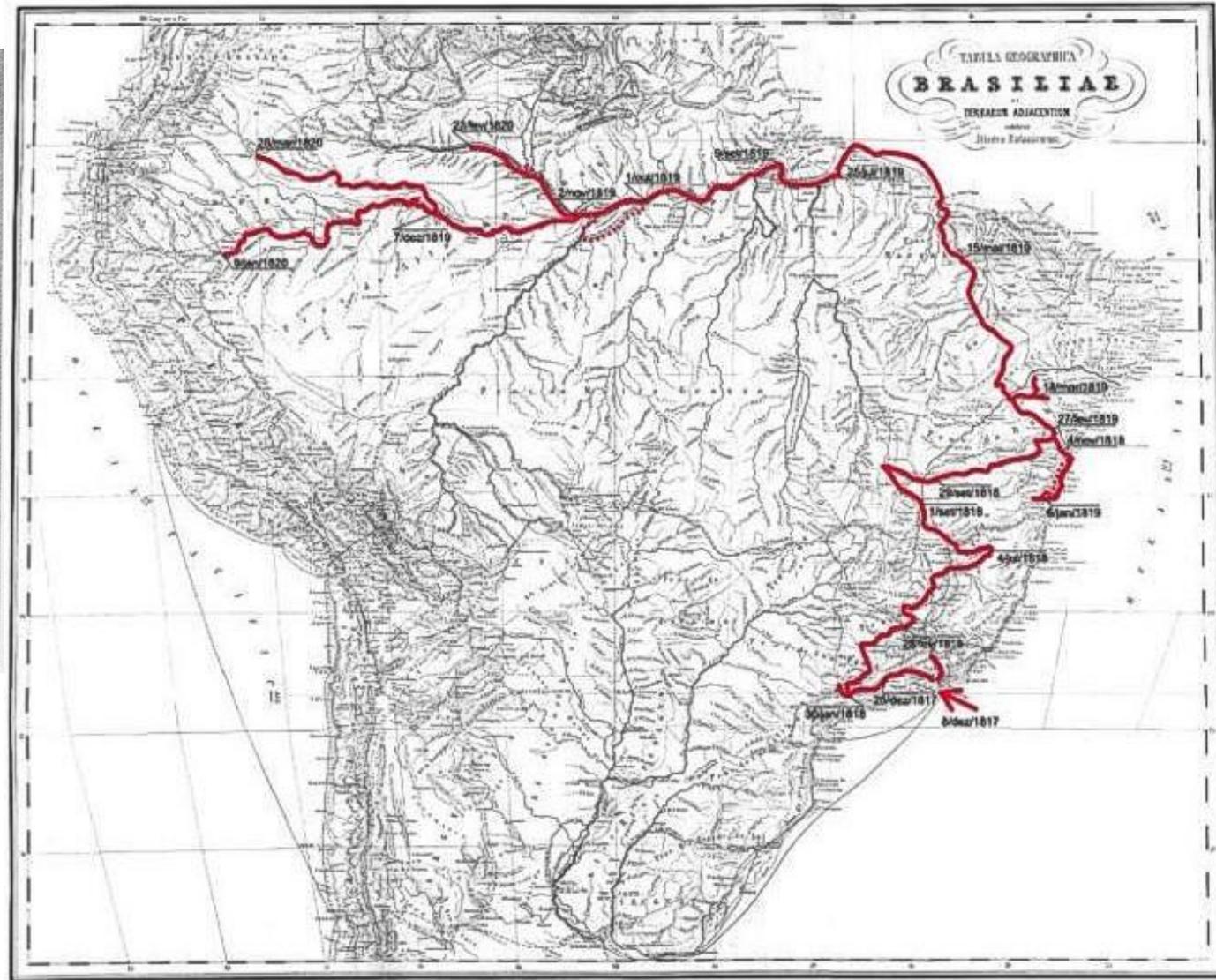


Muitos bancos de dados e ferramentas na internet: acesso amplo a informação taxonômica e sobre diversidade

Grandes naturalistas do séculos XVIII e XIX

Karl Friedrich

Phillip von Martius (1794-1868)





**Karl Friedrich
Phillip von Martius**

Obra publicada entre 1840 e
1906,
com participação de
65 especialistas

<http://florabrasiliensis.cria.org.br/>

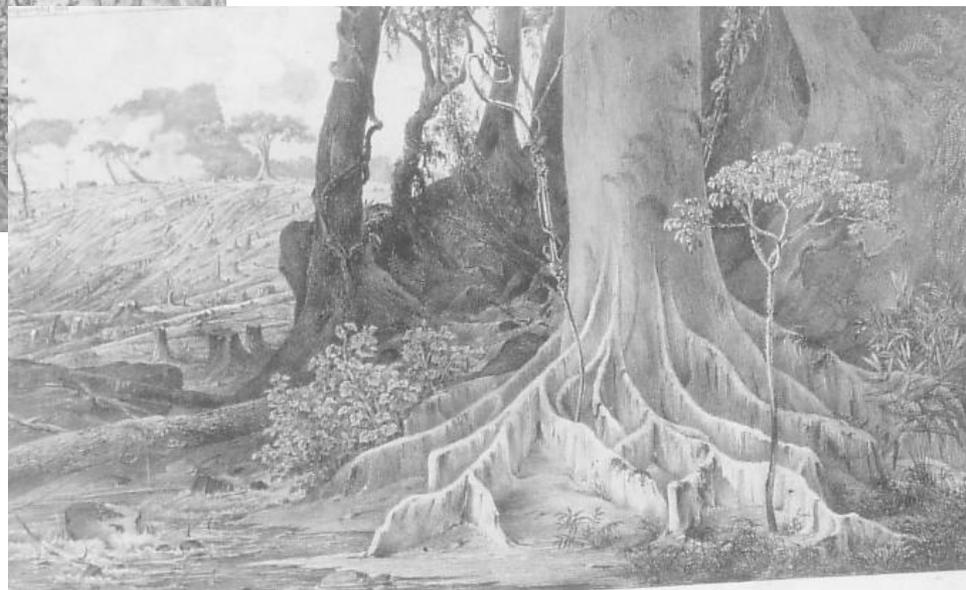
FLORA BRASILIENSIS
ENUMERATIO PLANTARUM
IN
BRASILIA
HACTENUS DETECTARUM
QUAS SUIS ALIORUMQUE BOTANICORUM STUDIIS DESCRIPTAS ET METHODO NATURALI
DIGESTAS PARTIM ICONE ILLUSTRATAS
EDIDERUNT
CAROLUS FRIDERICUS PHILIPPUS DE MARTIUS
EOQUE DEFUNCTO SUCCESSOR
AUGUSTUS GUILIELMUS EICHLER
OPUS
CURA MUSEI C. R. PAL. VINDOBONENSIS AUCTORE STEPH. ENDLICHER
SUCCESSORE ED. FENZL
CONDITUM SUB AUSPICIIS
FERDINANDI I. ET LUDOVICI I.
AUSTRIAE IMPERATORIS BAVARIAE REGIS
SUBLEVATUM POPULI BRASILIENSIS LIBERALITATE
PETRO II.
BRASILIAE IMPERATORE CONSTITUTIONALI ET DEFENSORE PERPETUO FELICITER REGNANTE.

V O L U M E N VII.

ACCEDUNT TABULAE CXXXI.

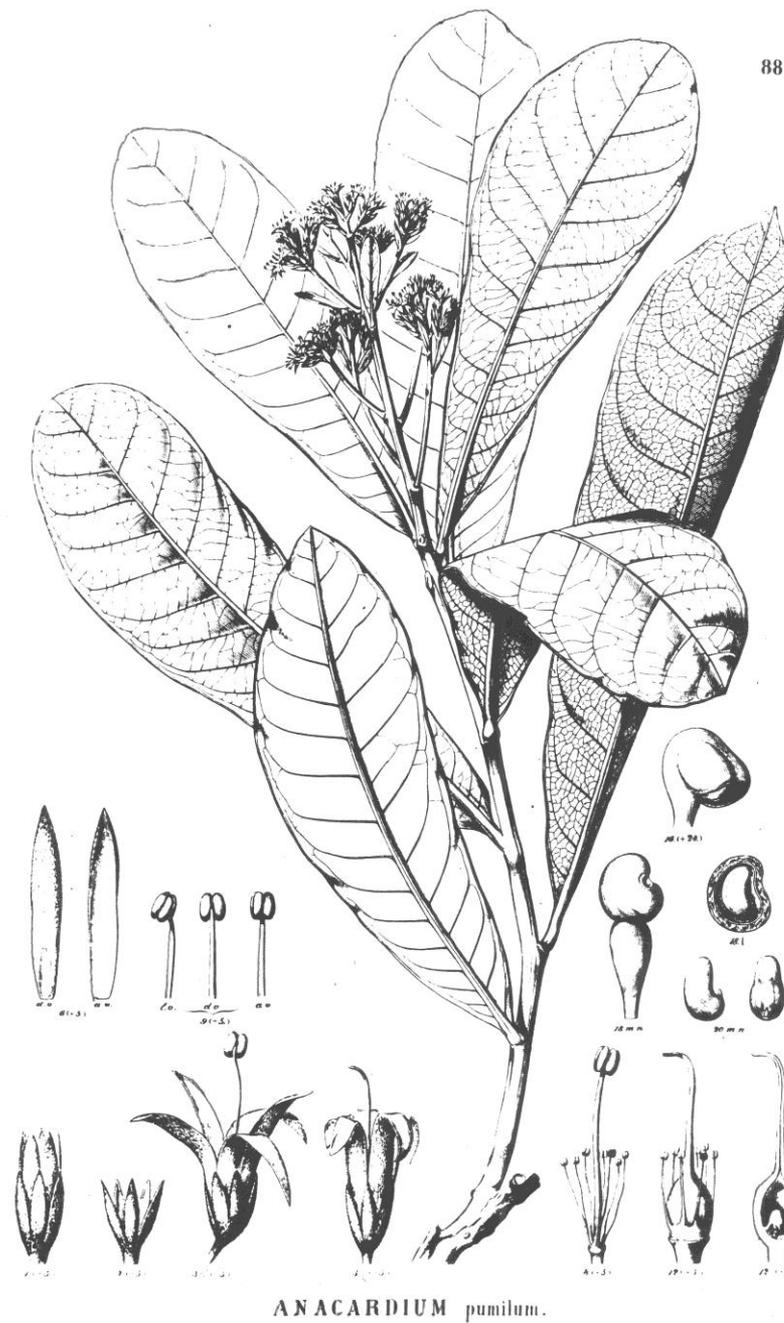
MONACHII
MDCCCLVI — MDCCCLXXI.
LIPSIAE APUD FRID. FLEISCHER IN COMM.

Flora brasiliensis
vol. 1:
fitogeografia



Flora brasiliensis
vol. 12:
Anacardiaceae

Engler 1876



ANACARDIUM *pumilum*.

Fig. 21. *Anacardium humile* (*A. pumilum* is a synonym). Photographed from tabula 88 in Engler (1876).

7. Sistemas de classificação:

7.2. fontes de evidência taxonômica: da morfologia aos genes

- Morfologia**
- Anatomia**
- Palinologia**
- Citologia**
- Química**
- Sistemática molecular (DNA e RNA)**

ASTERALES

ASTERACEAE ou COMPOSITAE

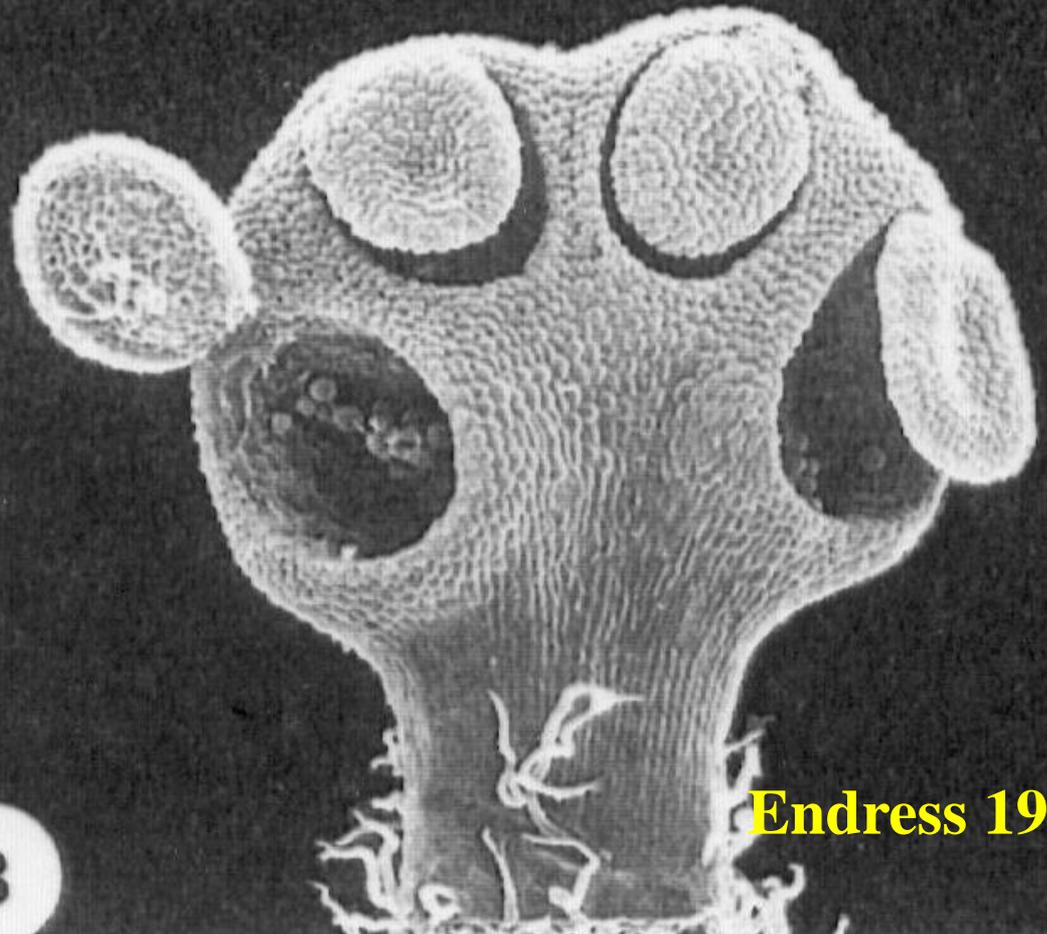
- folhas alternas ou opostas
- óvulo 1, basal
- inulina (oligossacarídeo)
- CAPÍTULO

Helianthus annuus



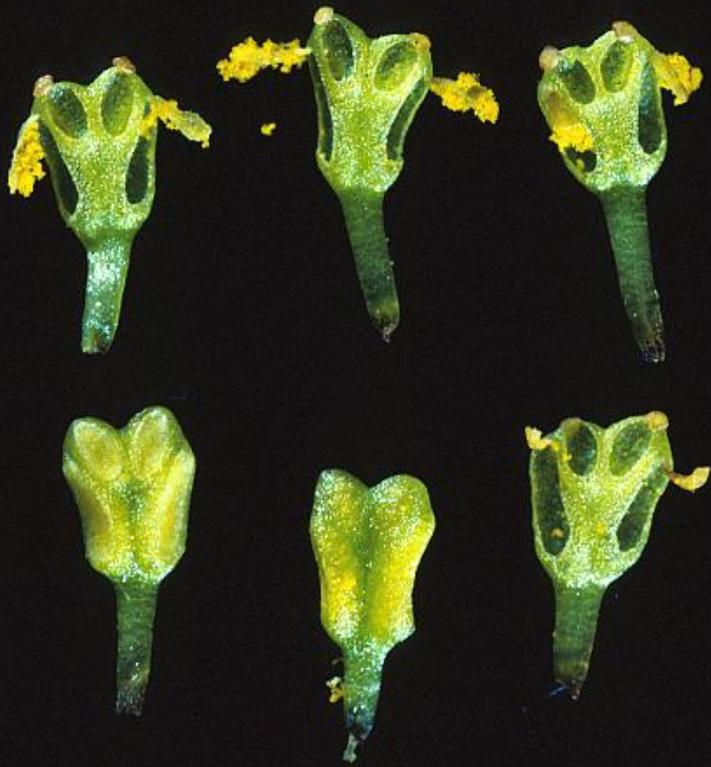
LAURACEAE

Cinnamomum camphora



Endress 1994

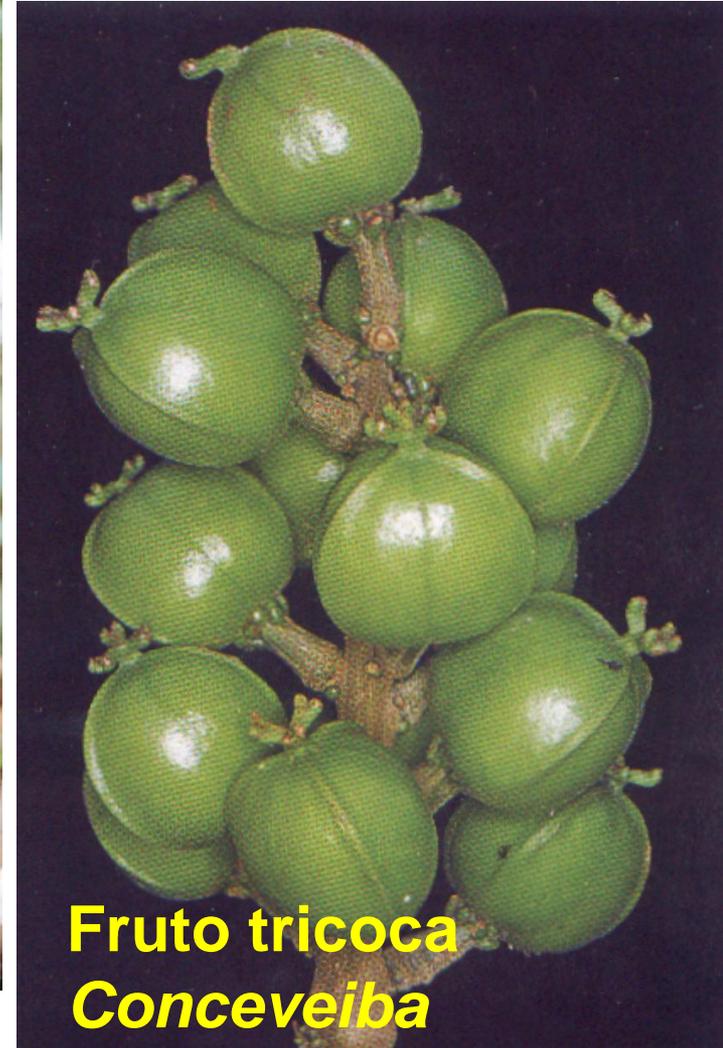
Sassafras



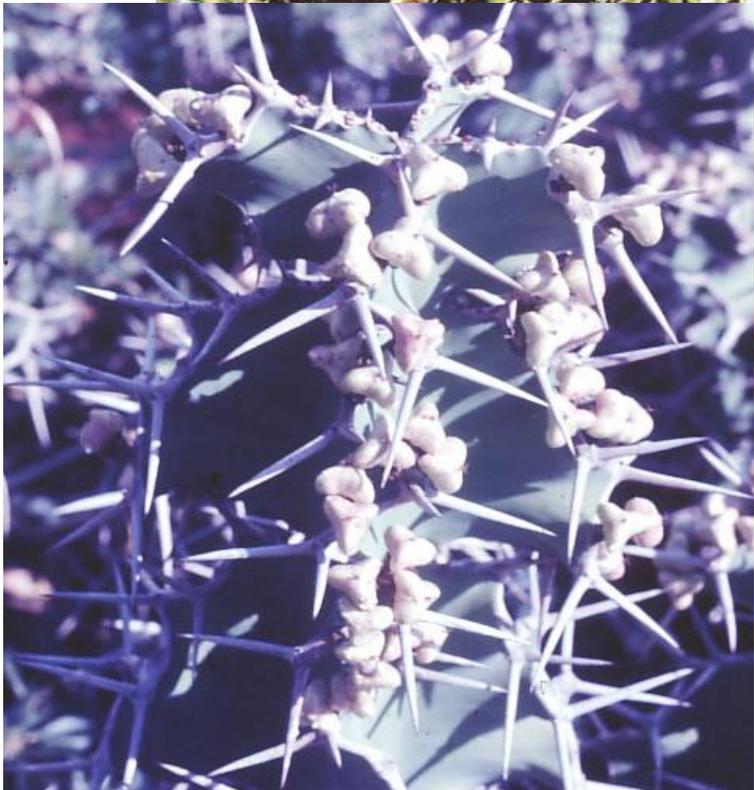
EUPHORBIACEAE

Látex

Hevea brasiliensis
seringueira



Fruto tricoca
Conceveiba



Euphorbia cooperi

Fig. 3 Cauliflower (A) and savoy (B), melon (C) and cucumber (D), carrot (E) and parsnip (F), radish (G) and beetroot (H) - of which pair are the two members most alike?

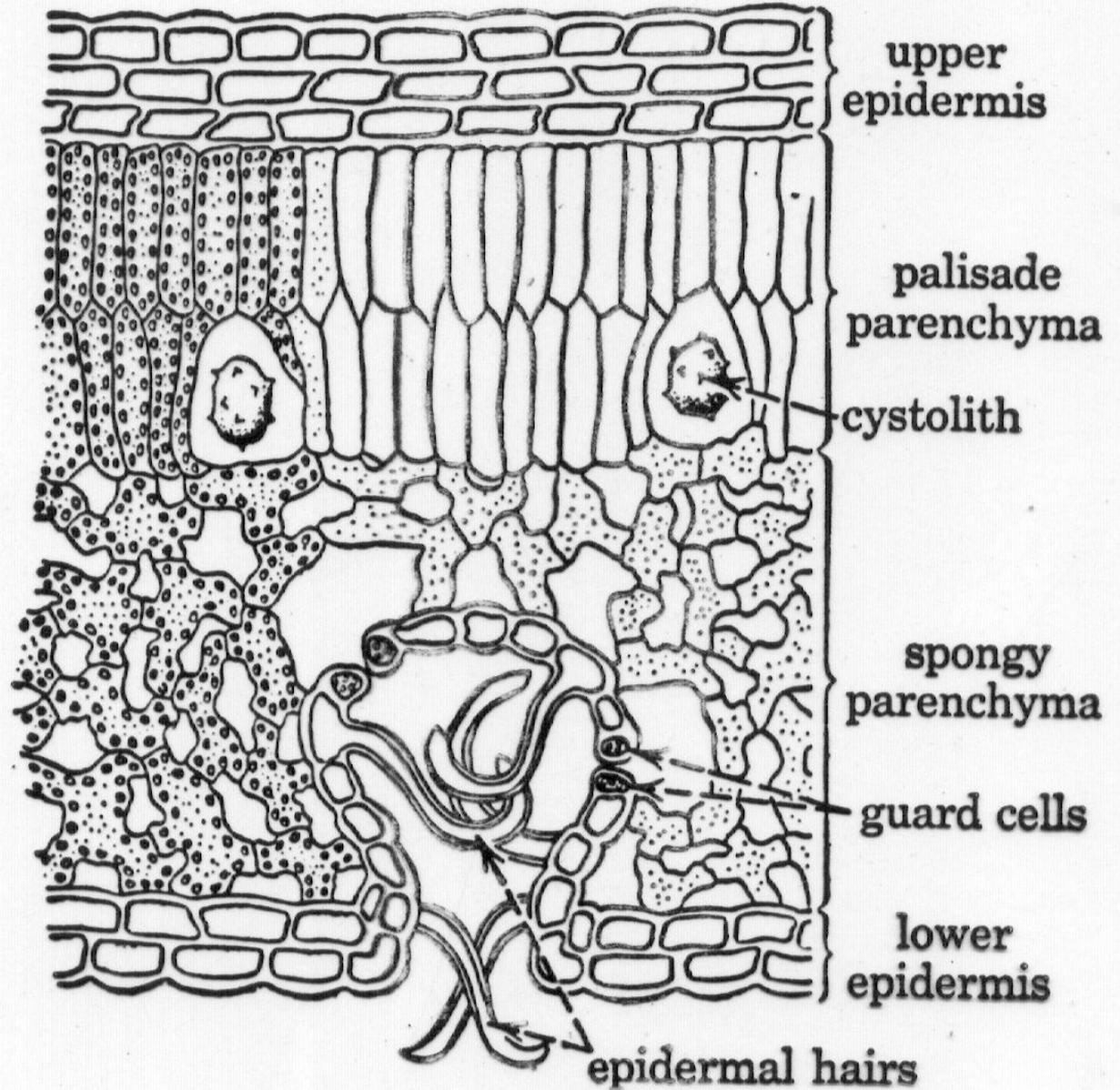


MORACEAE

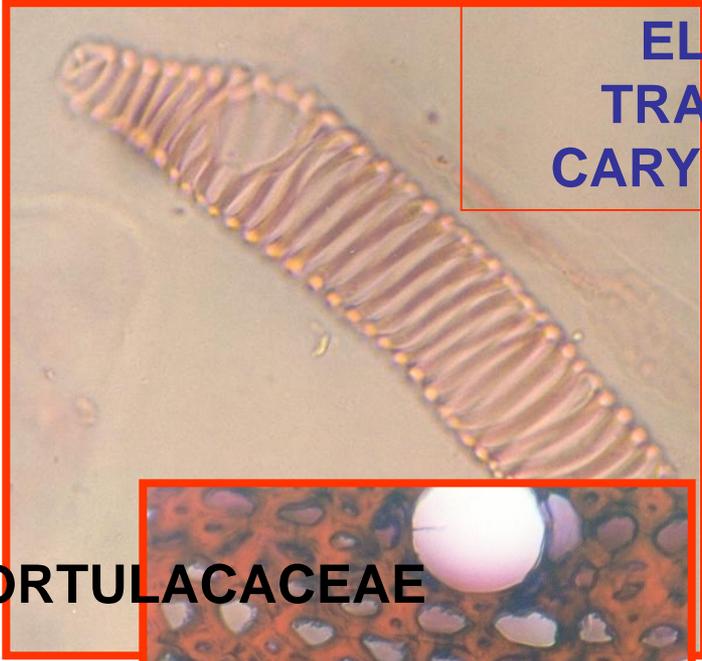
Ficus elastica

folha

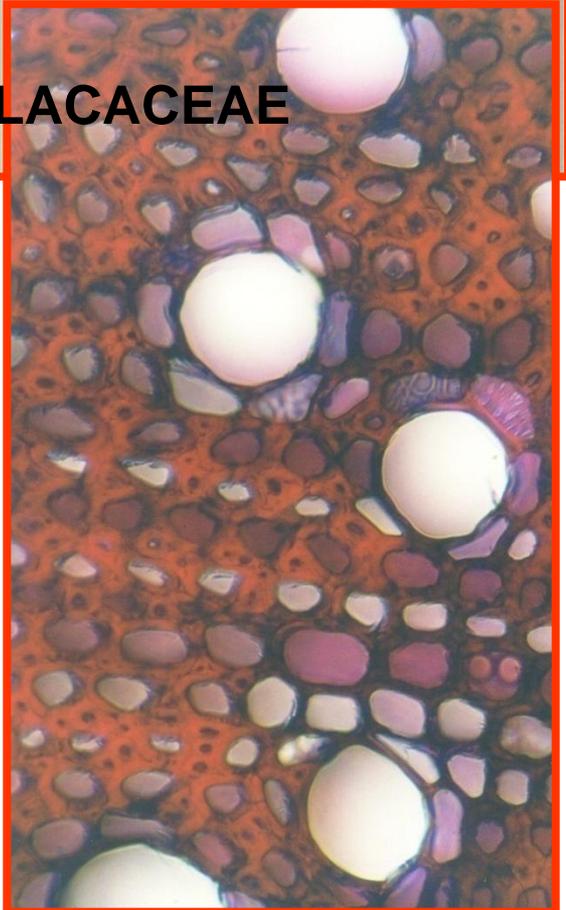
Robbins & Weier
1950



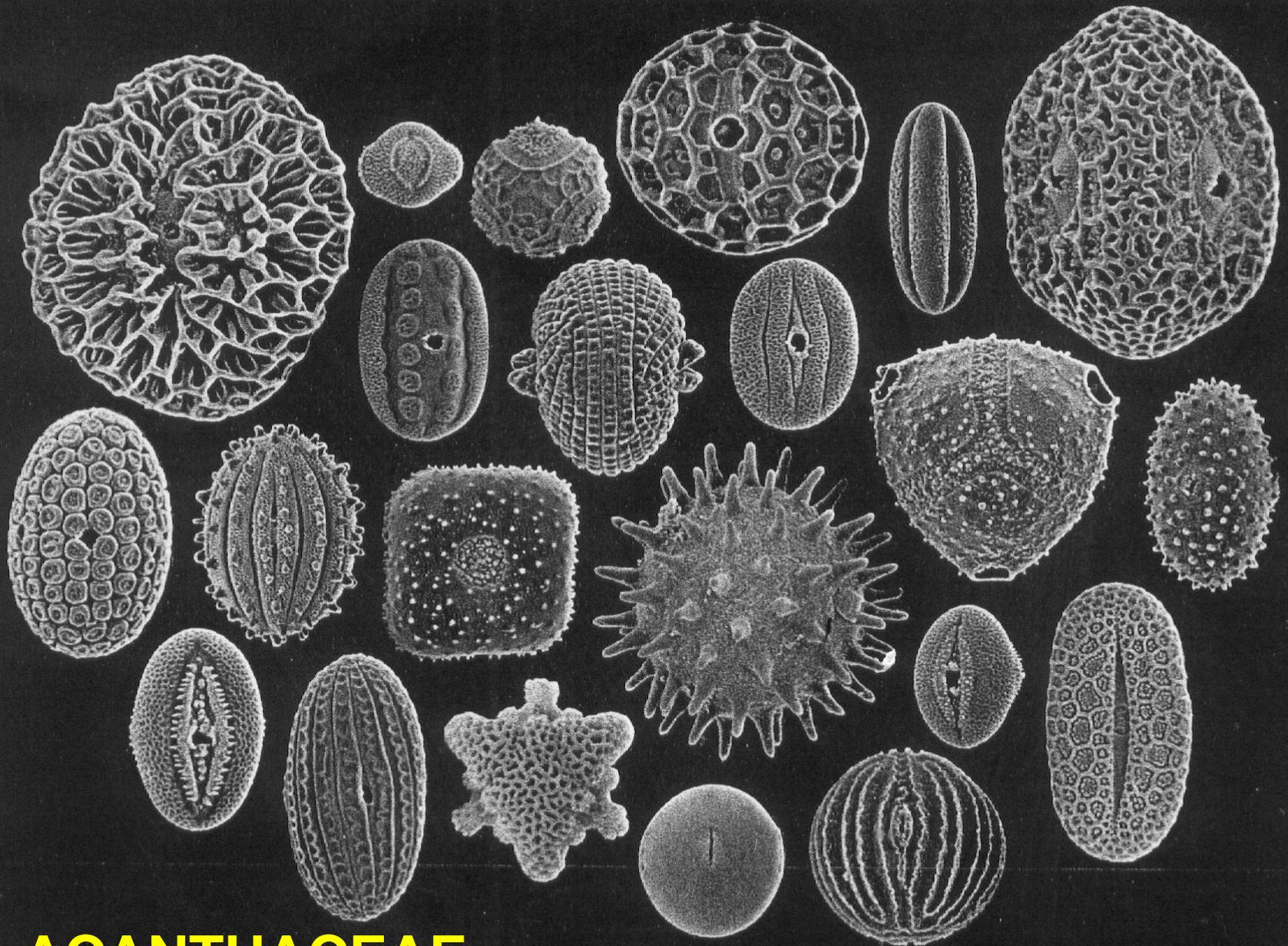
**ELEMENTOS
TRAQUEAIS EM
CARYOPHYLLALES**



PORTULACACEAE



CACTACEAE



ACANTHACEAE

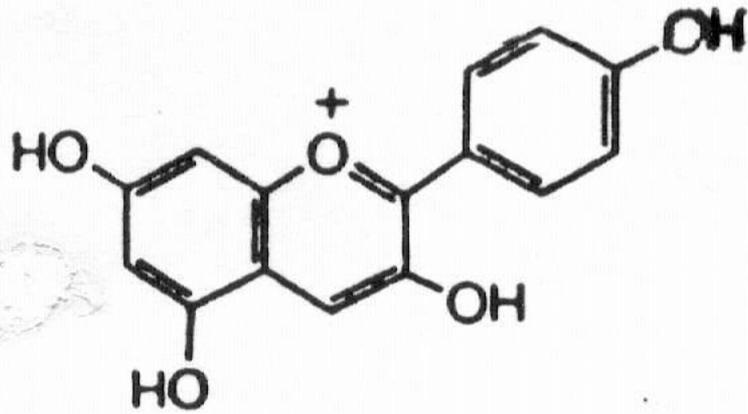
Clado maior de CARYOPHYLLALES

19 famílias

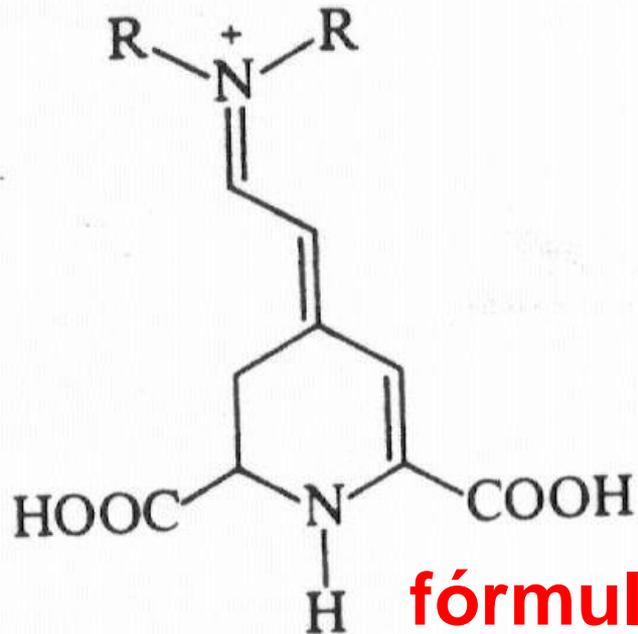


-Flores monoclamídeas

-Caule com camadas
concêntricas de xilema e floema



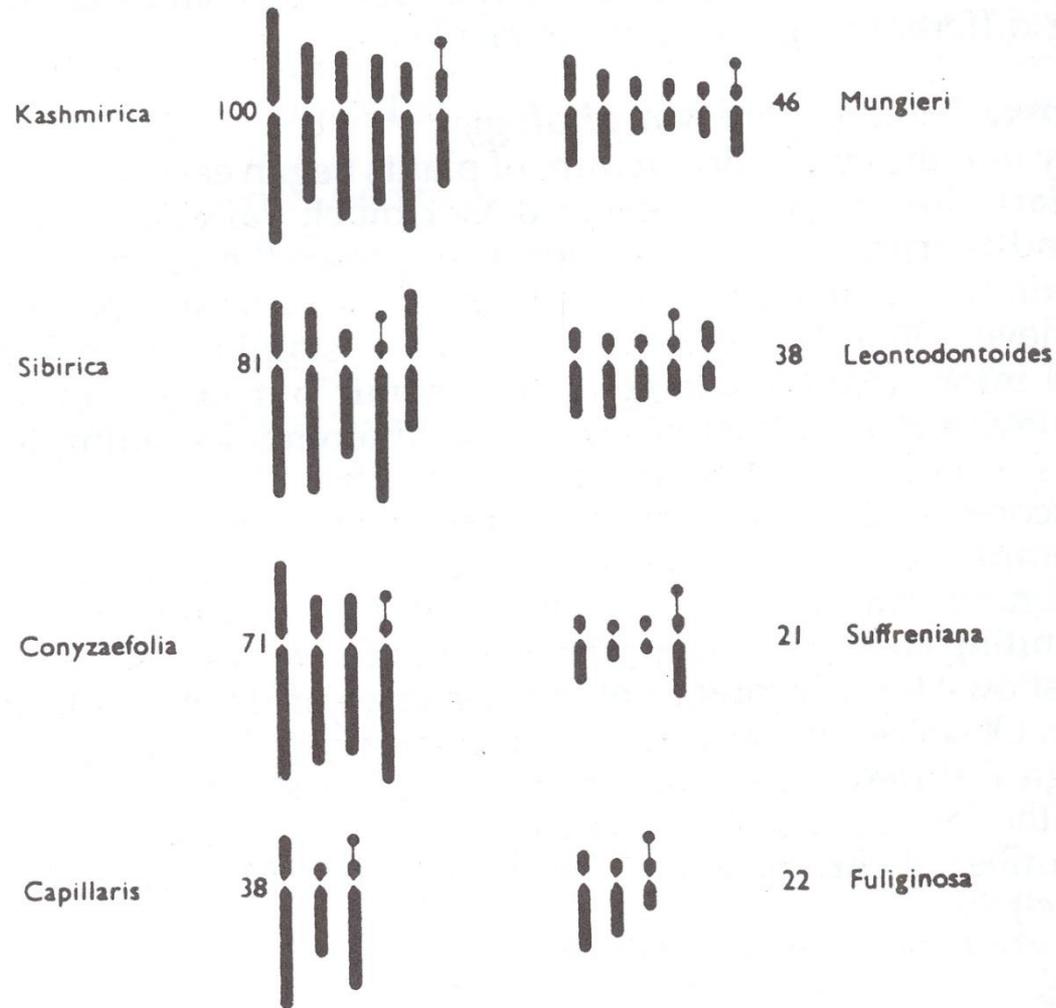
antocianidina



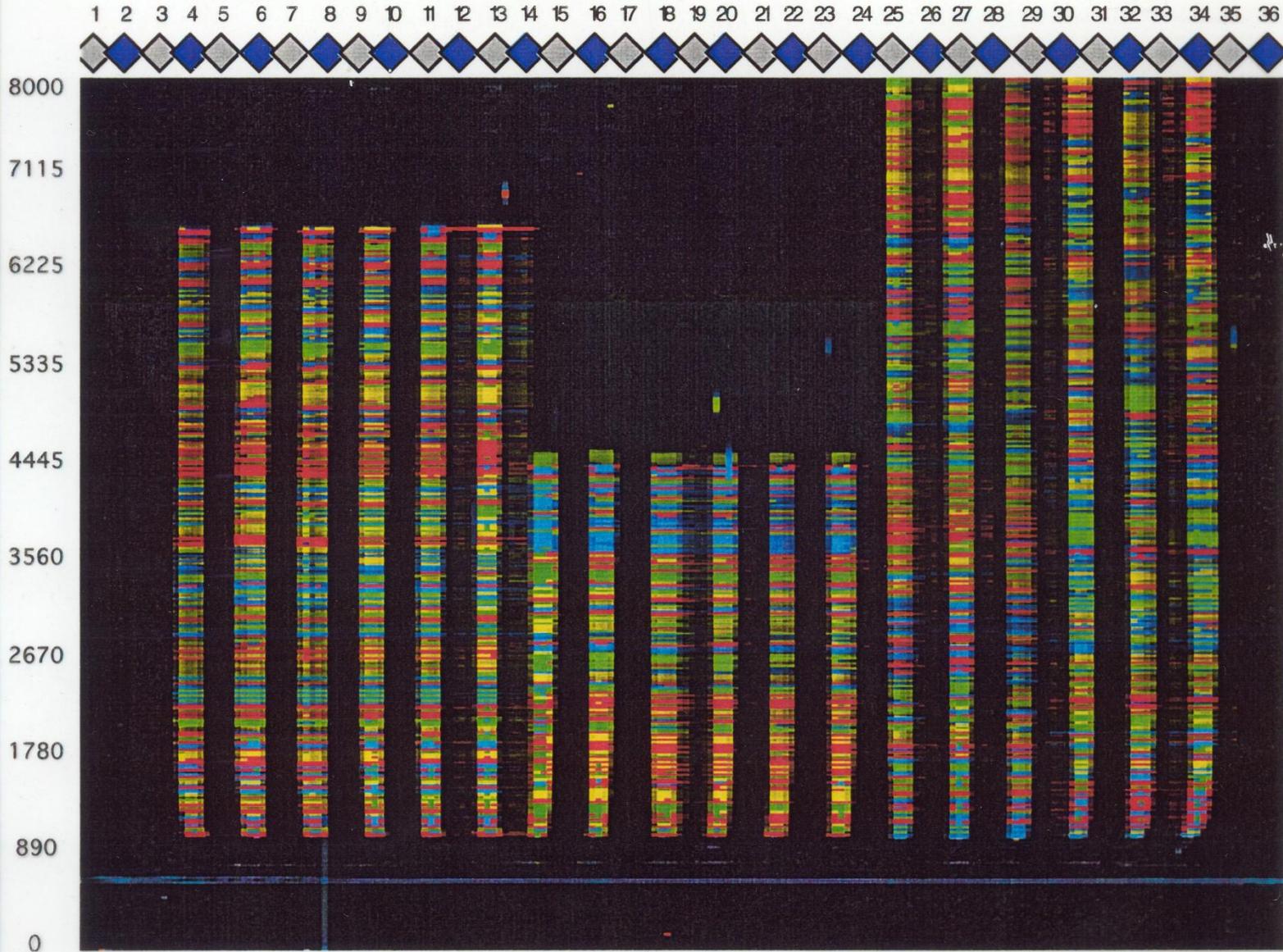
**fórmula geral da
betacianina e betaxantina**



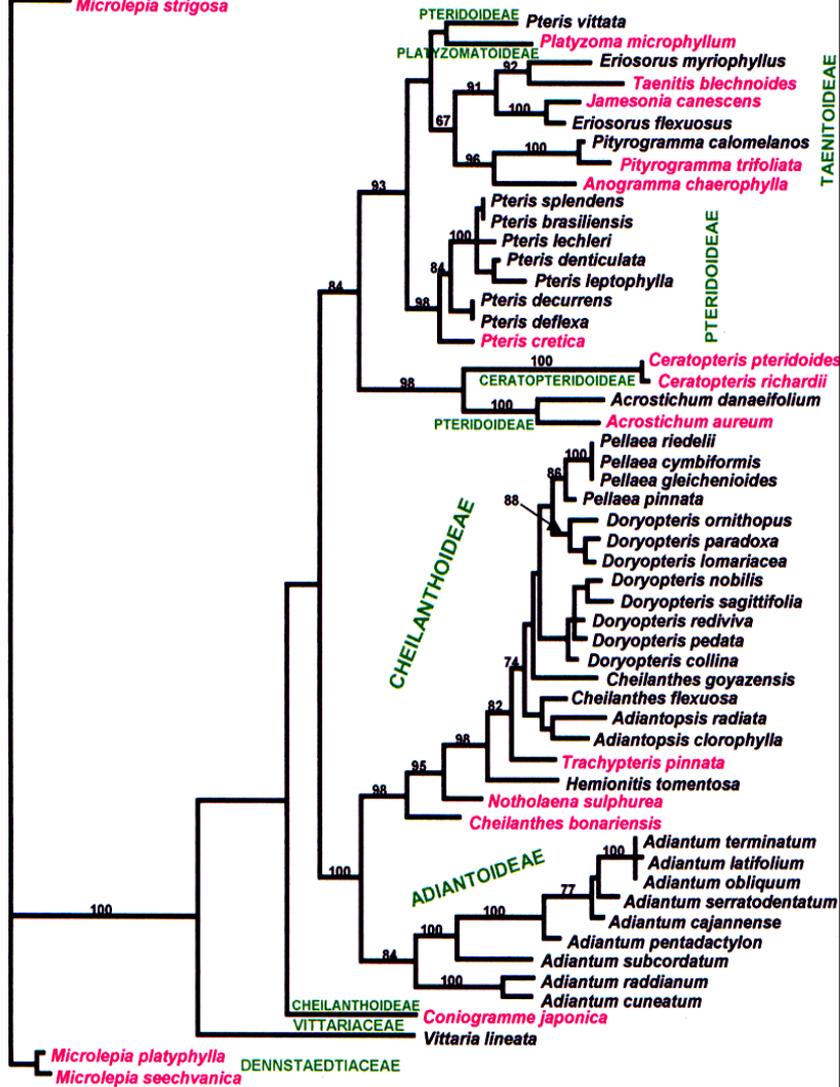
FIGURE 13.12 Diagrammatic sketches of karyotypes of eight species of *Crepis* (Asteraceae) showing variations in basic number, shape, and size of chromosomes.



SOURCE: From Babcock, 1947.



DENNSTAEDTIACEAE
Microlepia strigosa



UMA DAS ÁRVORES MAIS PARCIMONIOSAS OBTIDAS COM
SEQÜÊNCIAS DE *rbcL* DE PTERIDACEAE. EM VERMELHO,
ESPÉCIES COM SEQÜÊNCIAS PROVENIENTES DO GENE BANK



Pteris gleichenioides

FILOGENIA DE PTERIDACEAE BASEADA EM SEQÜÊNCIAS DE *rbcL*

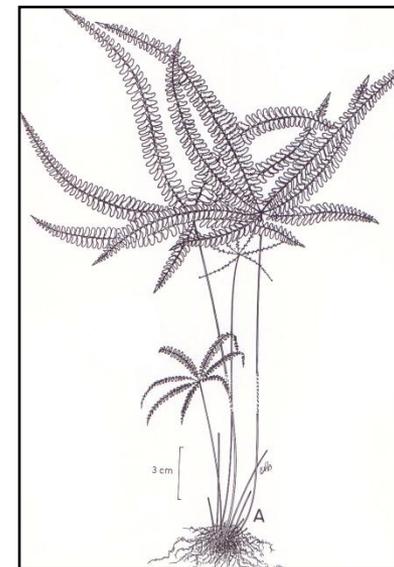
COLAB.: JEFFERSON
PRADO, iBt

rbcL



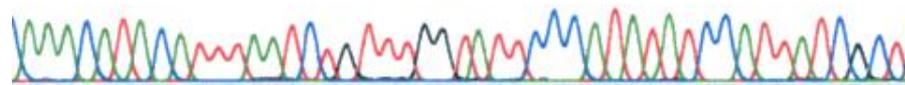
GENOMA DO
CLOROPLASTO
120 KB

LOCALIZAÇÃO DO
GENE *rbcL* (1,4 KB)



Adiantopsis radiata

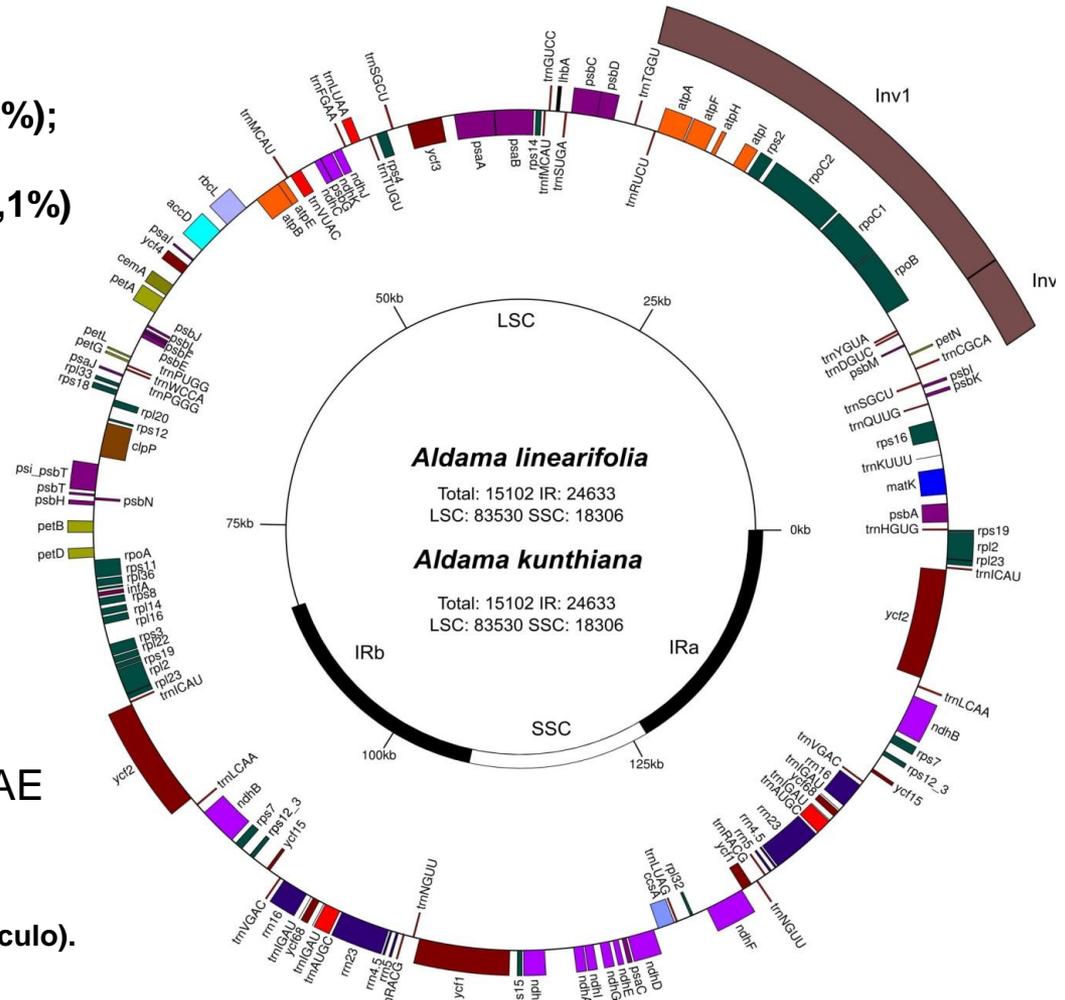
TTTCTATCTAAATACAGAAAGGATAAACCCATATACCTAATACGCA
190 200 210 220 230



Next generation Sequencing (NGS)

Os dois genomas são idênticos em tamanho (151.102 bp), organização e ordem dos genes; diferem somente em 70 nucleotídeos (0,046%); comparando com *Helianthus annuus*:
A. kunthiana difere em 627 nucleotídeos (4,1%) e *A. linearifolia* em 614 (4%) = taxas muito baixas para reconstrução filogenética.

Mapa do genoma cloroplastial de *Aldama kunthiana* e *A. linearifolia*



Aldama - ASTERACEAE - HELIANTHEAE

Genes transcritos no sentido horário (fora do círculo), genes transcritos no sentido anti-horário (dentro do círculo).
 INV: inversão; IRa: repetição invertida A;
 IRb: repetição invertida B; LSC: região grande de cópia única;
 SSC: região pequena de cópia única.

Loeulle et al. in prep.

8. Herbários virtuais e bancos de dados sobre classificação de plantas

HERBÁRIOS VIRTUAIS e bancos de dados

Jardim Botânico de Nova York:

www.nybg.org/bsci/hcol

Jardim Botânico do Missouri (TROPICOS):

www.mobot.mobot.org/W3T

Jardim Botânico de Kew:

www.rbk.kew.org.uk

Instituto de Botânica de São Paulo:

www.ibot.sp.gov.br (somente tipos nomenclaturais – 2 mil)

Jardim Botânico do Rio de Janeiro:

www.jbrj.gov.br/jabot/

INCT- Herbário Virtual da Flora e dos Fungos

<http://inct.florabrasil.net>

SpeciesLink:

<http://smlink.cria.org.br>

Catálogos de Nomes de Plantas:

www.ipni.org

(Index Kewensis + Gray Herbarium Index)

Catálogo de plantas e fungos do Brasil

<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>

Flora Brasiliensis

(C.F.P. Martius - texto e figuras)

<http://gallica.bnf.fr>

Angiosperm Phylogeny Group (APG)

www.mobot.org/MOBOT/research/APweb

***Tree of Life* (sítio de M.L. Sogin & D.J. Paterson)**

[http://phylogeny.arizona.edu/tree/eukaryotes/
crown_eukaryotes.html](http://phylogeny.arizona.edu/tree/eukaryotes/crown_eukaryotes.html)

9. O apoio do taxonomista às comunidades científica e leiga:

-a necessidade de identificação acurada das plantas

- laudos de identificação botânica (profissional habilitado)

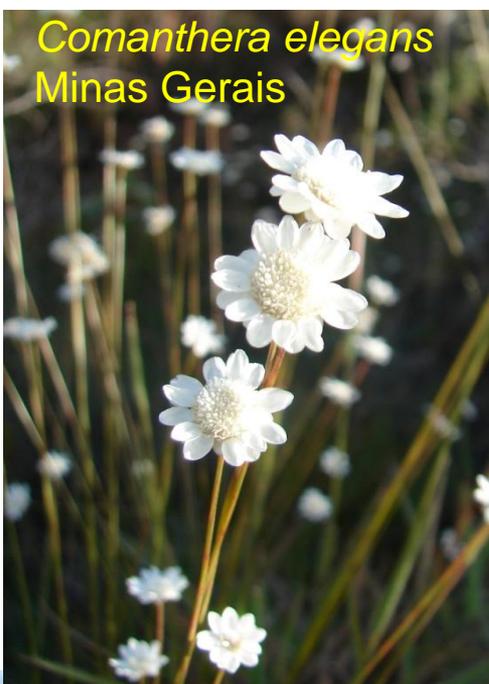
-o problema dos nomes vulgares:

erva-doce (*Pimpinella* ou *Foeniculum*, ambas Apiaceae)

boldo (*Peumus*, Monimiaceae ou *Coleus*, Lamiaceae)



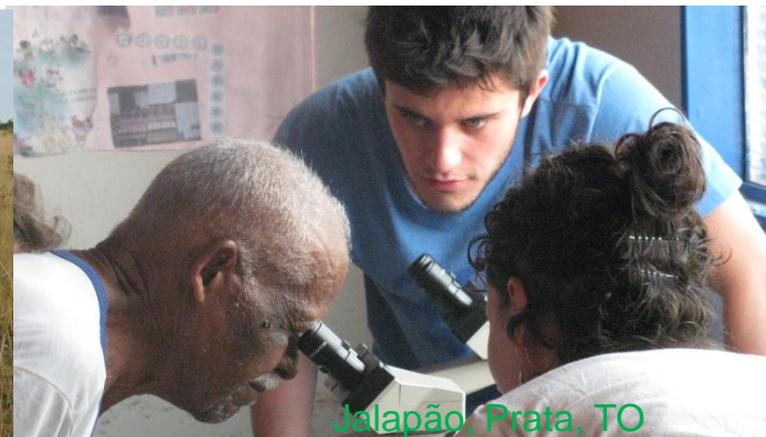
Comanthera elegans
Minas Gerais



ERIOCAULACEAE:
Taxonomia, importância econômica, manejo e conservação



Jalapão, campo



Jalapão, Prata, TO

Capim-dourado: *Syngonanthus nitens*
Jalapão, Tocantins



Paepalanthus speciosus



Área de Pesquisa em SISTEMÁTICA , EVOLUÇÃO e BIOGEOGRAFIA de Plantas Vasculares do IBUSP

Equipe:

Prof. José Rubens Pirani
Profa. Lúcia Garcez Lohmann
Prof. Paulo Takeo Sano
Prof. Renato de Mello-Silva

MSc. Viviane Jono (especialista em museu)
MSc. Roberta Figueiredo (técnica)
Abel R. Cangussu (básico)

Pós-doutorandos:

Dr. Alison G. Nazareno
Dr. Anselmo Nogueira
Dr. Benoît Loeuille
Dra. Juliana Lovo
Dra. Miriam Kaehler
Dra. Suzana Alcantara
Dra. Verônica A. Thode

24 pós-graduandos
6 estagiários IC





Fernando da Costa Pinheiro



Fernando da Costa Pinheiro

Breve história da classificação de Traqueófitas

Sistemas artificiais
Sistemas naturais
Sistemas evolutivos (gradistas)
Sistemas filogenéticos



Sistemas artificiais

**Da Antigüidade
(Theophrastus 300 A.C.)**

até Linnaeus (século XVIII)

Ray (1690)

**monocotiledôneas
e dicotiledôneas**

FIGURE 11.1 John Ray (1628–1705), an English blacksmith who wrote an early classification of plants.

SOURCE: Courtesy of the Royal Botanic Gardens, Kew.



FIGURE 11.2 Carl Linnaeus (1707–1778), the Father of Biological Classification, as a young man holding the plant named *Linnaea borealis* (the genus was named after Linnaeus by Gronovius).

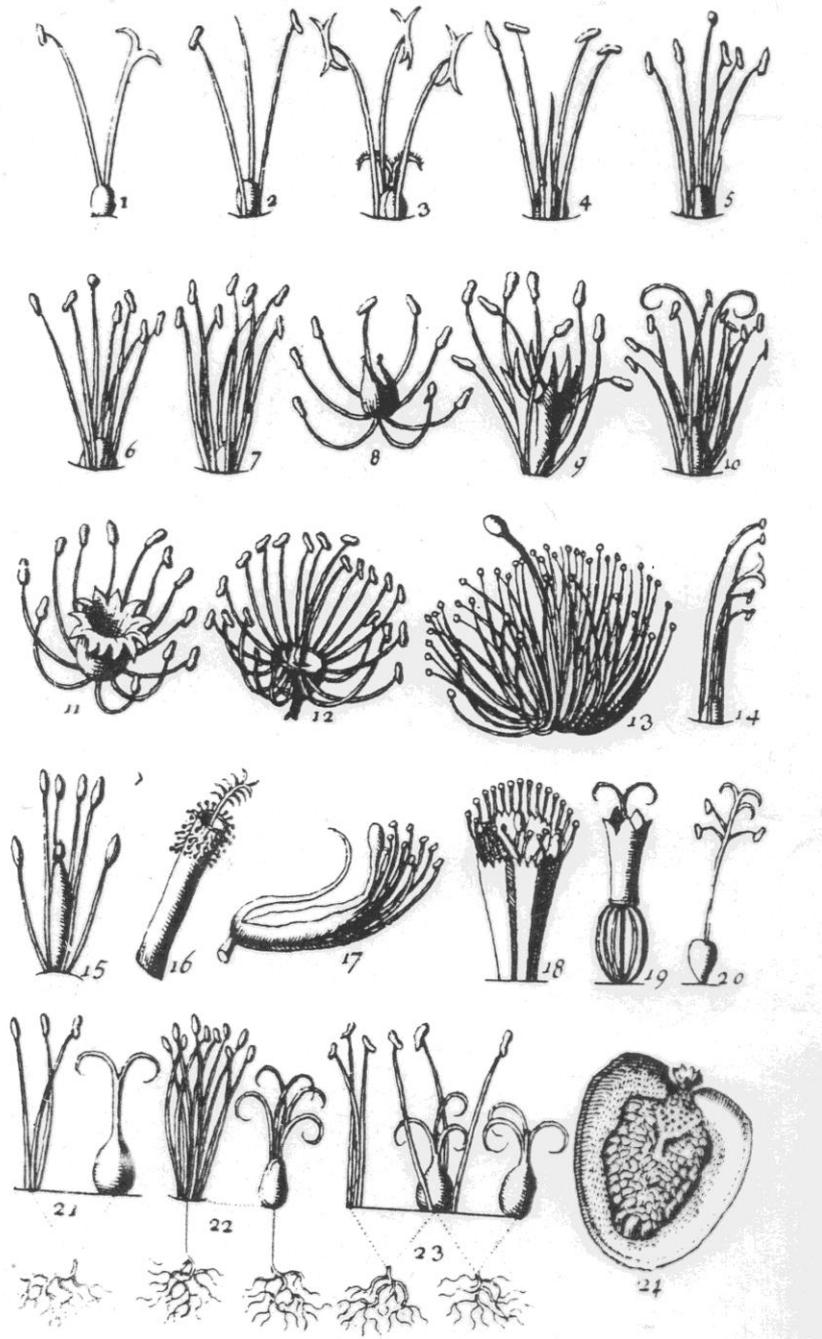
Carl Linnaeus 1707-1778



SOURCE: Courtesy of the Royal Botanic Gardens, Kew.

**Linnaeus
1753**

**Sistema sexual
das Plantas**



***Datura* pertence a
Pentandria Monogyna**

Sistemas naturais

de Jussieu (1789) e
De Candolle (1820)

até o advento
da teoria da evolução.

*Princípios delineados por Andreas Caesalpinus (1583).
Tournefort (1694) e Linnaeus (1751) descreveram “gêneros naturais”*

Jussieu 1789

Genera plantarum

***Gêneros e famílias descritos
e colocados em classes***

***Esquema serial linear
simples → complexo:
acotiledôneas – monocots -
- dicots – coníferas***

(Cycadales nas pteridófitas)

**FIGURE 11.5 Antoine Laurent de Jussieu
(1748–1836), a French contemporary of
Linnaeus.**

SOURCE: Courtesy of the Royal Botanic
Gardens, Kew.



Brown 1826

**Gimnospermas como grupo separado
das angiospermas**



FIGURE 11.7 The Scottish botanist Robert Brown (1773–1858), the first to recognize gymnosperms as a separate group of plants.

SOURCE: Courtesy of the Royal Botanic Gardens, Kew.

De Candolle

1824-1864

*Prodromus Systematis naturalis
regni vegetabilis*

15 volumes

Série linear:

dicots – coníferas - monocots



*(Thalamiflorae – Calyciflorae - Corolliflorae
- Monochlamydeae)*



FIGURE 11.6 Augustin Pyramus de Candolle (1778–1841), the senior member of the famous de Candolle family of botanists.

SOURCE: Courtesy of the Royal Botanic Gardens, Kew.

Bentham & Hooker

1862-1883

Genera plantarum

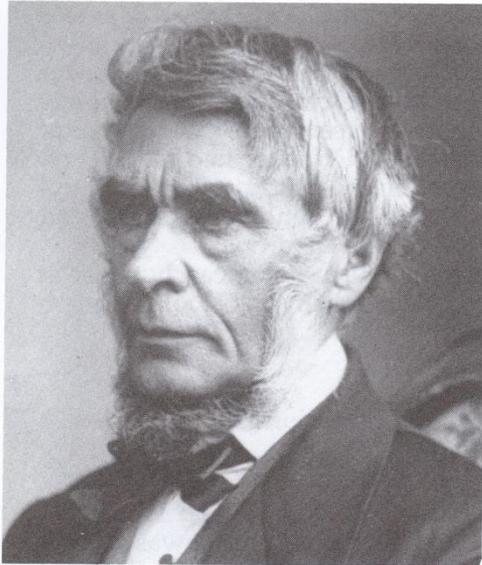


FIGURE 11.8 The famous British botanist George Bentham (1800–1884), who worked at the Royal Botanic Gardens with Sir Joseph Hooker.

SOURCE: Photo courtesy of the Royal Botanic Gardens, Kew.

Série linear:
dicots (coníferas) - monocots

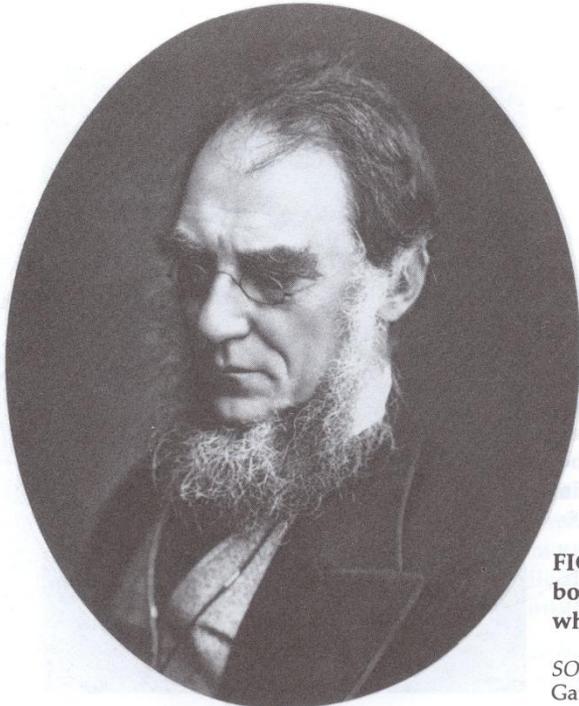
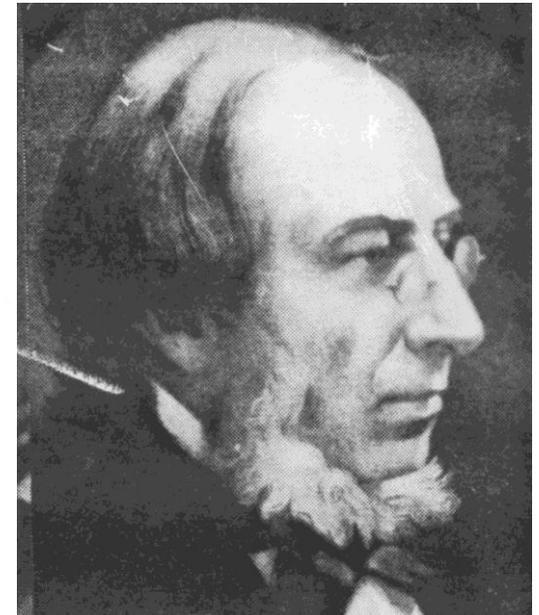


FIGURE 11.9 The famous British botanist Sir Joseph Hooker (1817–1911), who was a close friend of Charles Darwin.

SOURCE: Photo courtesy of the Royal Botanic Gardens, Kew.

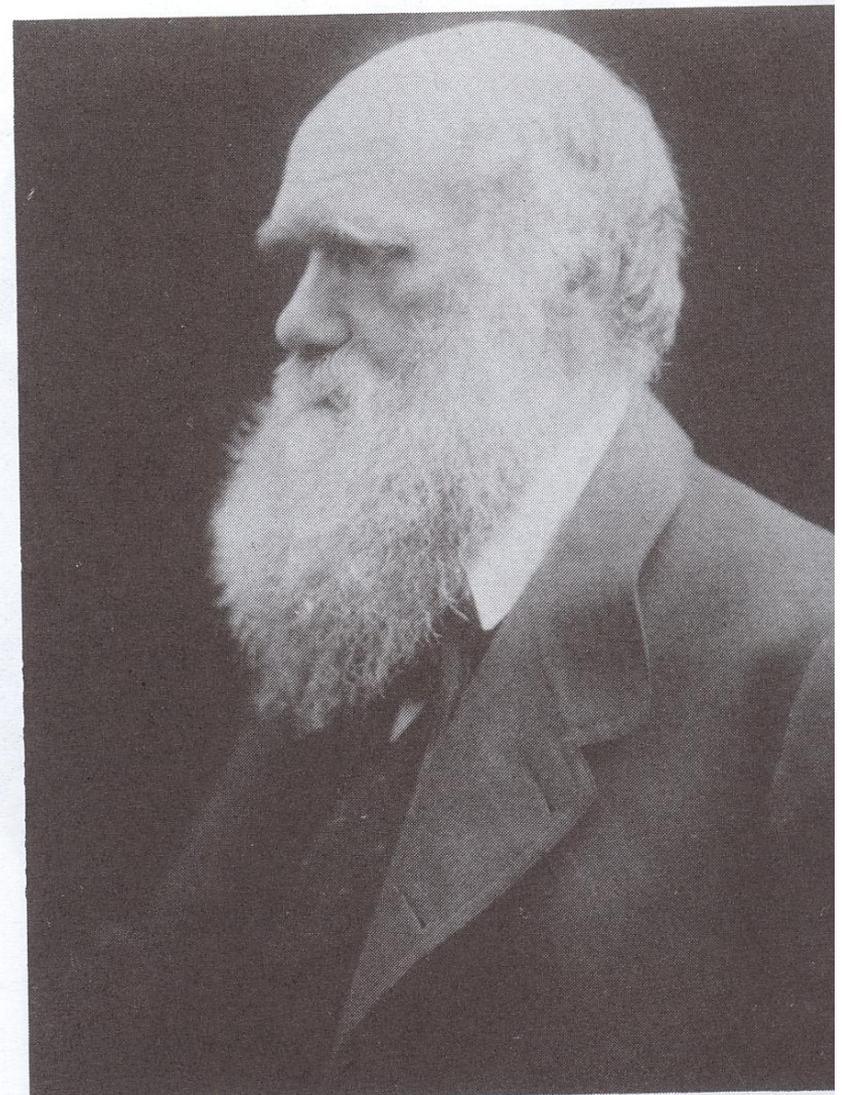


Sistemas evolutivos ou gradistas

Linguagem evolucionária incorporada aos sistemas de classificação

FIGURE 11.10 Charles Darwin, whose ideas on the origin of species revolutionized botanists' view of the classification of plants (Darwin autographed this photo, "I like this photograph very much better than any other which has been taken of me. Ch. Darwin").

SOURCE: Photo courtesy of the Royal Botanic Gardens, Kew.



H. G. Adolf Engler

Syllabus der Pflanzenfamilien
(12 edições a partir de 1892)

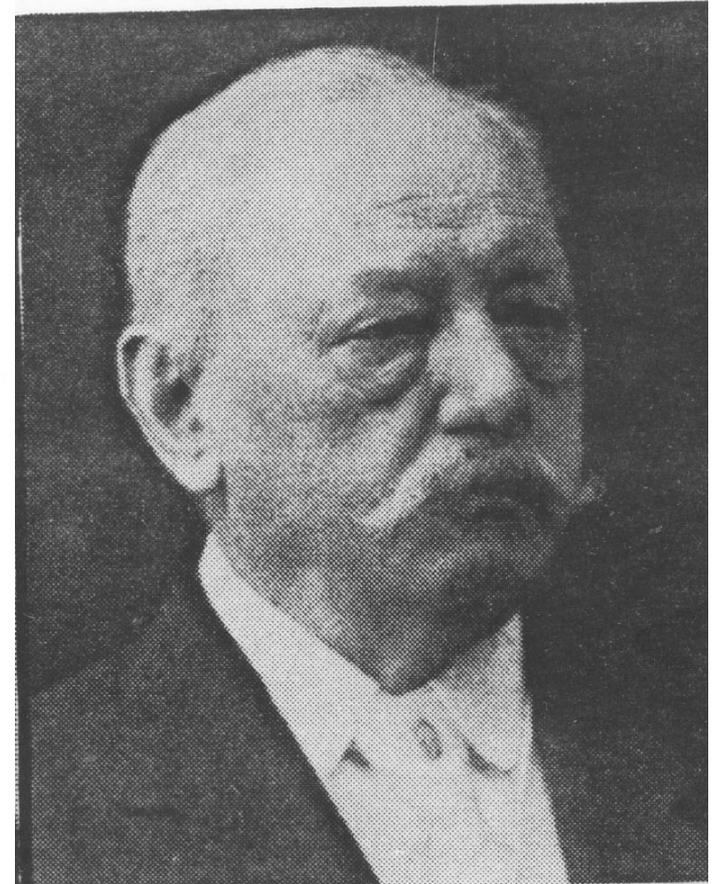
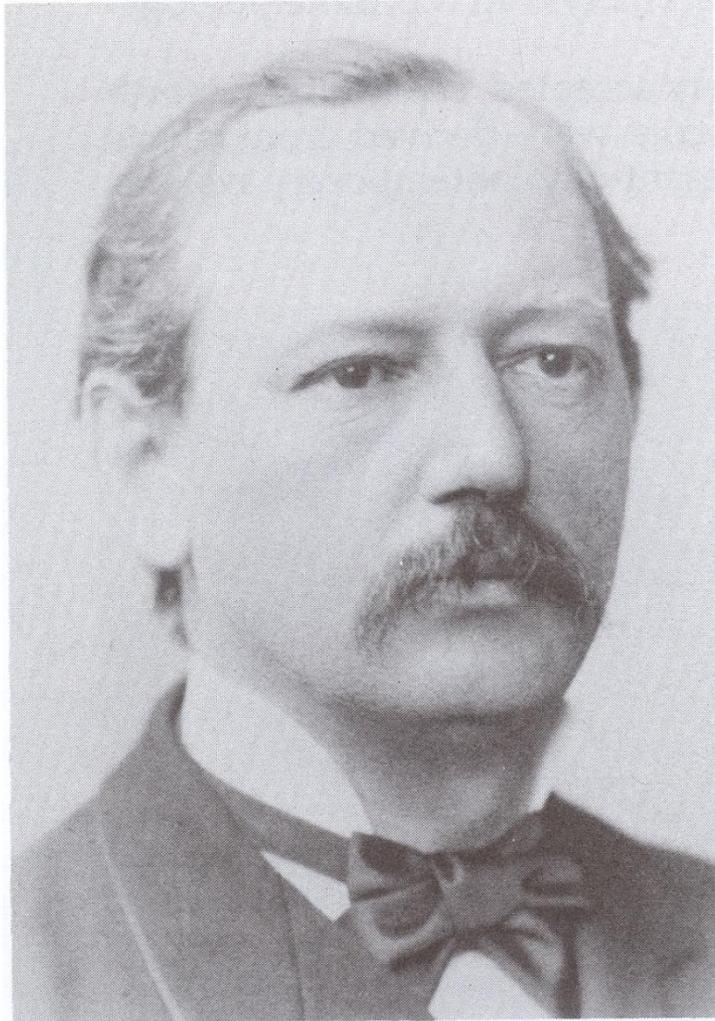


FIGURE 11.11 Adolf Engler (1844–1930), who, with his associate Karl Prantl, became famous for completing the only detailed classification of plants from algae to flowering plants.

SOURCE: Photo courtesy of the Royal Botanic Gardens, Kew.



H. Melchior

FIGURE 11.12 The famous Austrian botanist Richard von Wettstein (1862–1931), who published a classification system similar to Engler's.

SOURCE: Photo courtesy of the Royal Botanic Gardens, Kew.



Engler – **Syllabus**: 1892 (1964 - ed. 12, póstuma)

Divisão Embryophyta:

4 Subdivisões: **Bryophyta**, **Pteridophyta**,
Gymnospermae e

Angiospermae ou Anthophyta:

Classe Monocotyledoneae (14 ordens)

Classe Dicotyledoneae

2 subclasses

Archiclamydeae

(44 ordens)

Apetalae

Choripetalae

(Polypetalae)

Metaclamydeae ou **Sympetalae**

(11 ordens)

Engler:

simples = primitivo

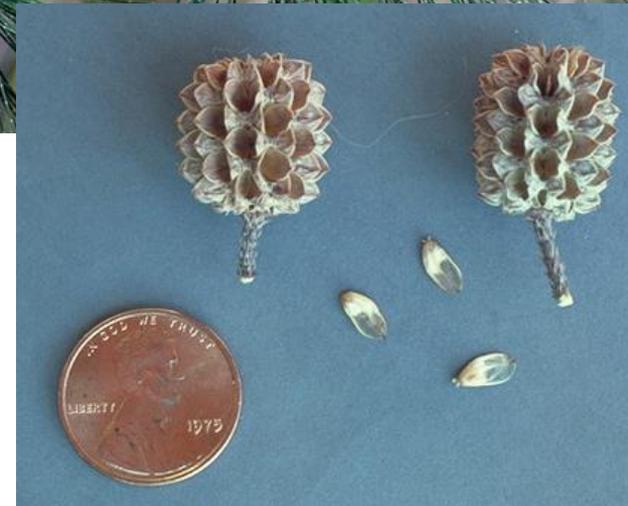
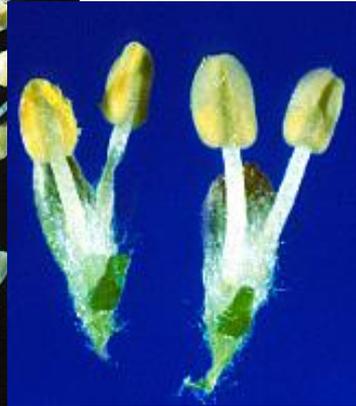
complejo = evolucionado



Casuarinaceae

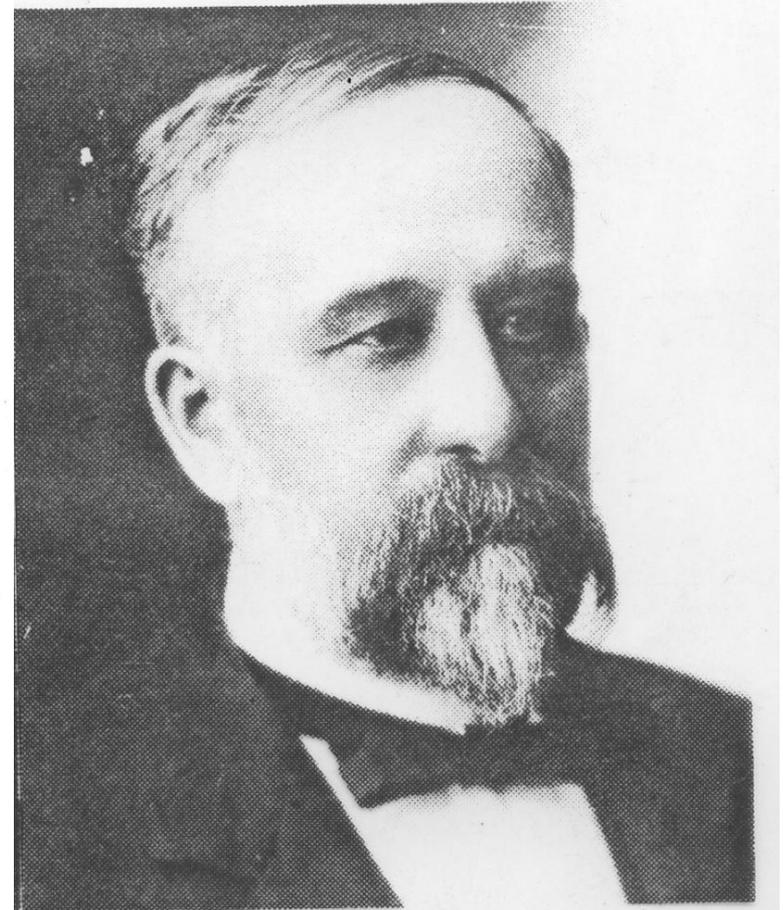


Salicaceae



Bessey 1915

“dicta”:
tendências de evolução



C. E. Bessey

FIGURE 11.13 Charles E. Bessey (1845–1915), whose ideas have provided the basis for some of the current systems of classification of plants.

SOURCE: Iowa State University Library/
University Archives.

Bessey 1915

ortogénèse

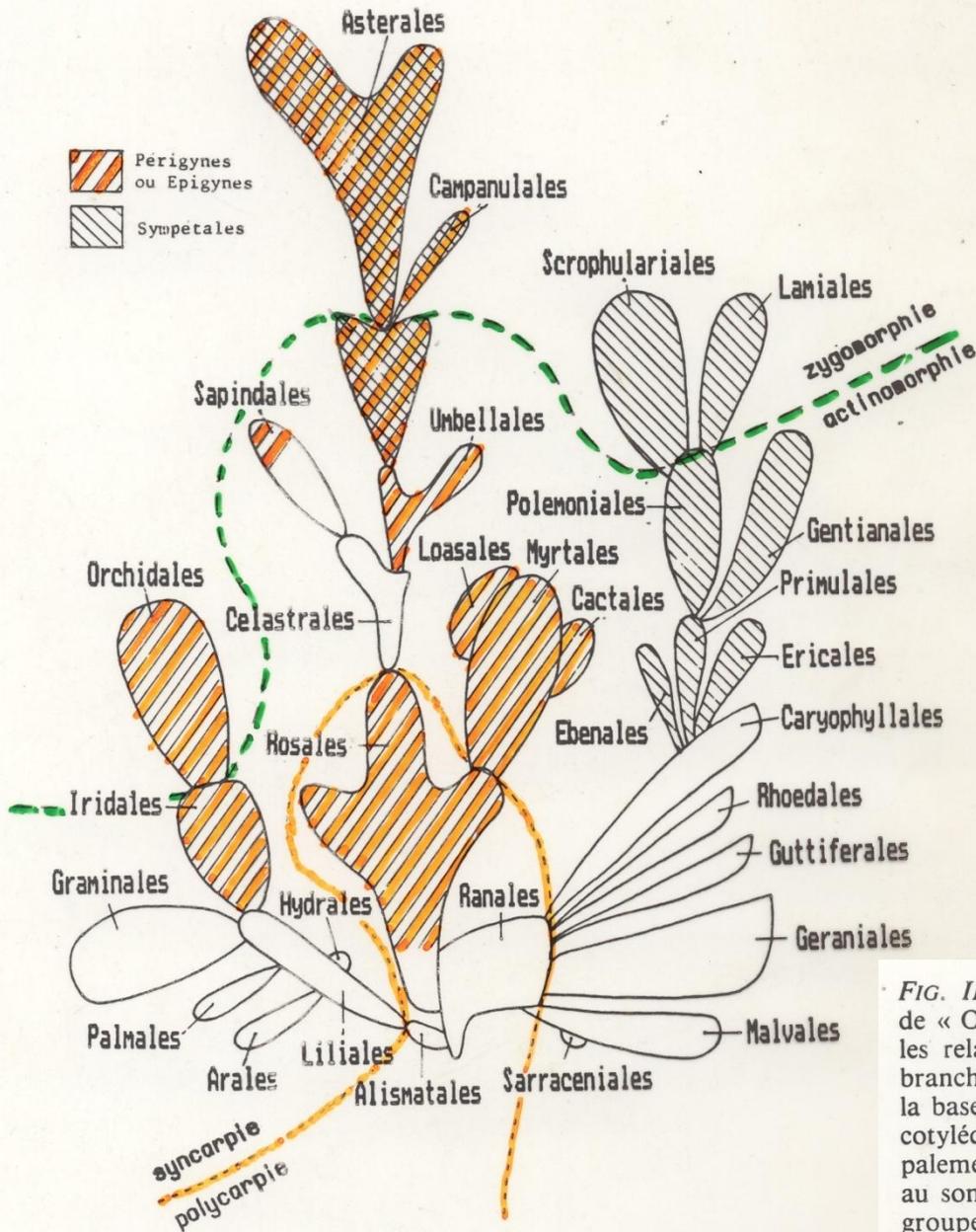


FIG. II-4. — Diagramme (connu familièrement sous la dénomination de « Opuntia besseyi » ou « Cactus de Bessey ») montrant l'origine et les relations entre les ordres de Plantes à fleurs, d'après Bessey. La branche droite représente les Dicotylédones hypogynes, polypétales à la base, sympétales au sommet. La branche gauche est celle des Monocotylédones, les hypogynes à la base. La branche médiane est principalement marquée par la péri-épigynie, polypétale à la base, sympétale au sommet. La polycarpie (= apocarpie) caractérise essentiellement les groupes archaïques (Ranales, Alismatales et aussi Rosales originelles ; d'où la forme particulière donnée à la circonscription des Ranales) (pris dans L. Benson, 1957, et adapté d'après Bessey, fig. 1, 1915).

Magnoliaceae



Annonaceae

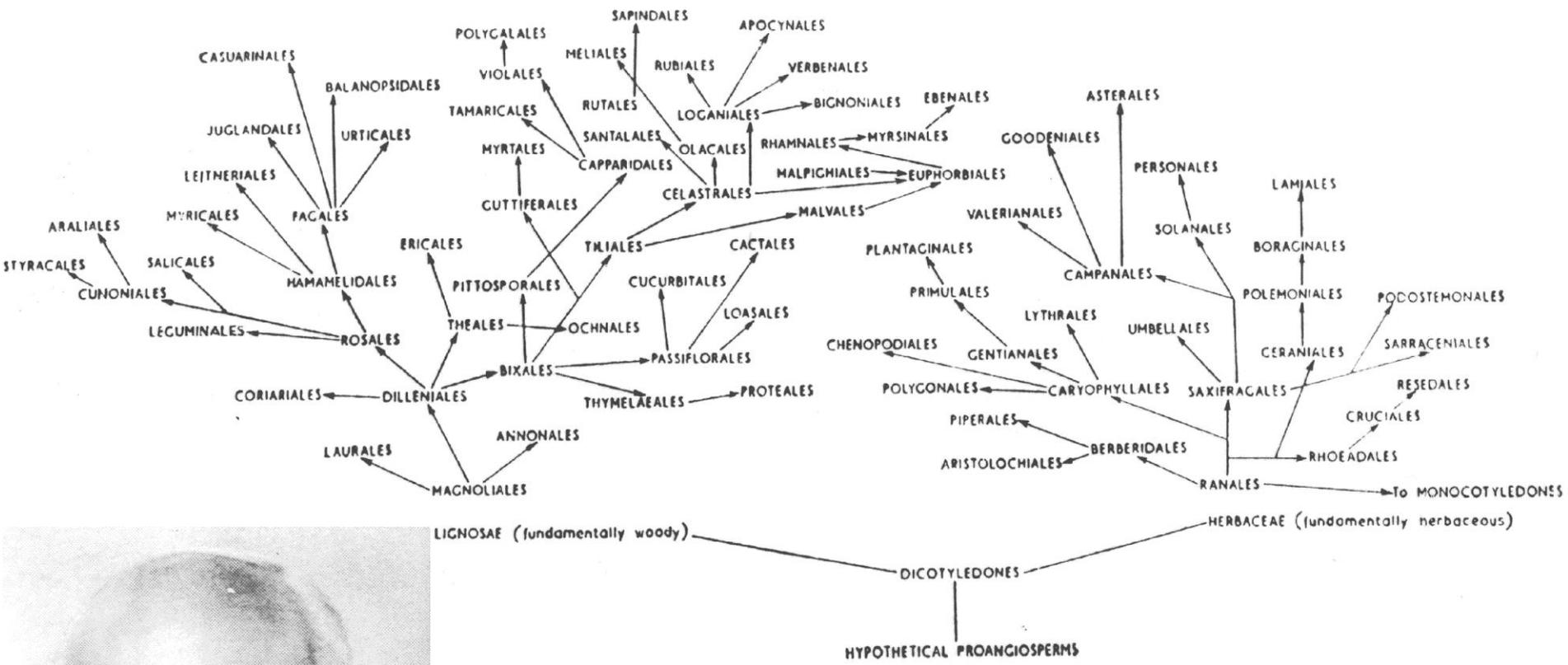


Winteraceae





J. Hutchinson

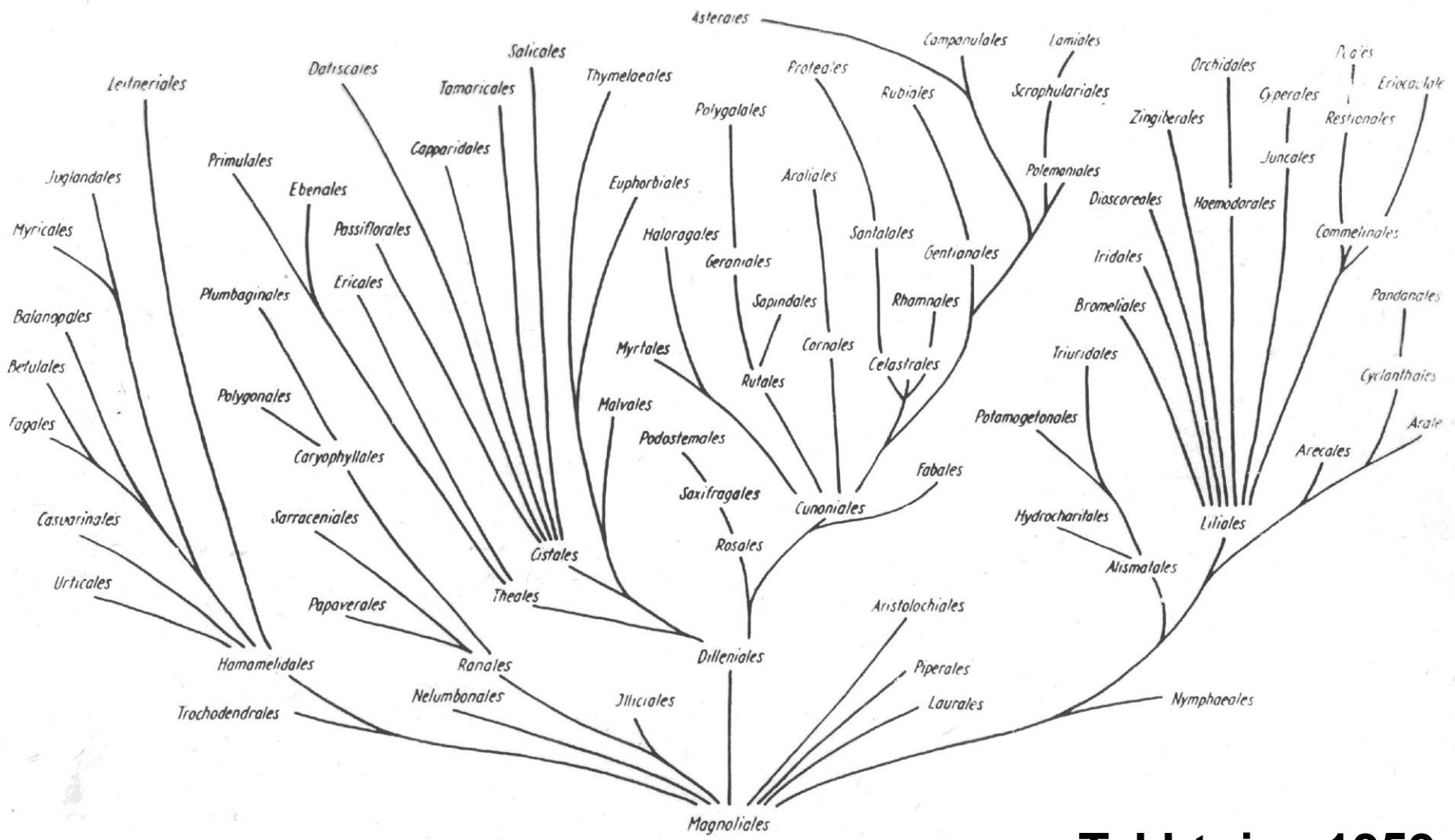


Hutchinson 1926, 1959

FIGURE 11.17 Two authors of well-known contemporary systems of flowering plant classification: left, Armen Takhtajan; right, Arthur Cronquist.

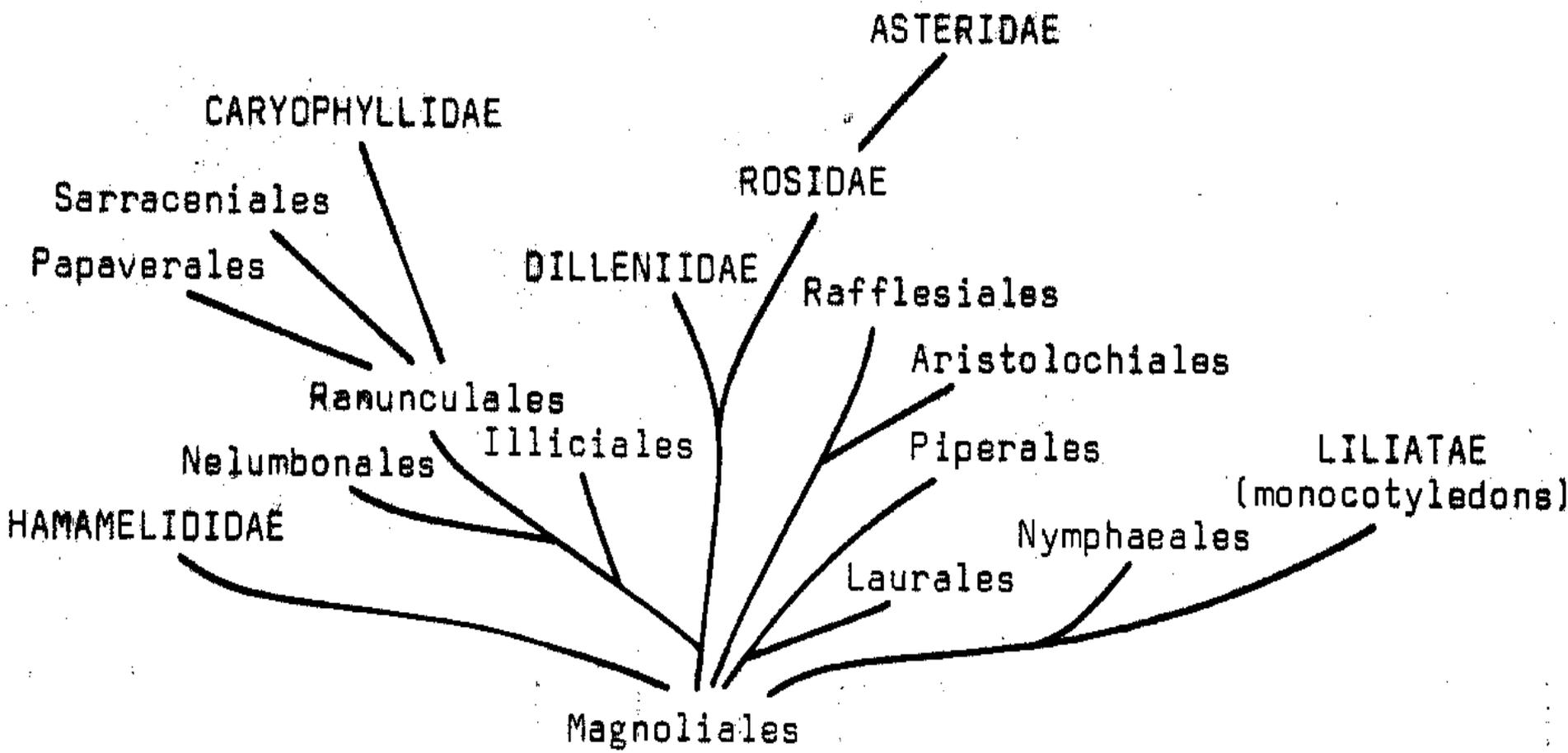


SOURCE: Photo courtesy of A. Cronquist.

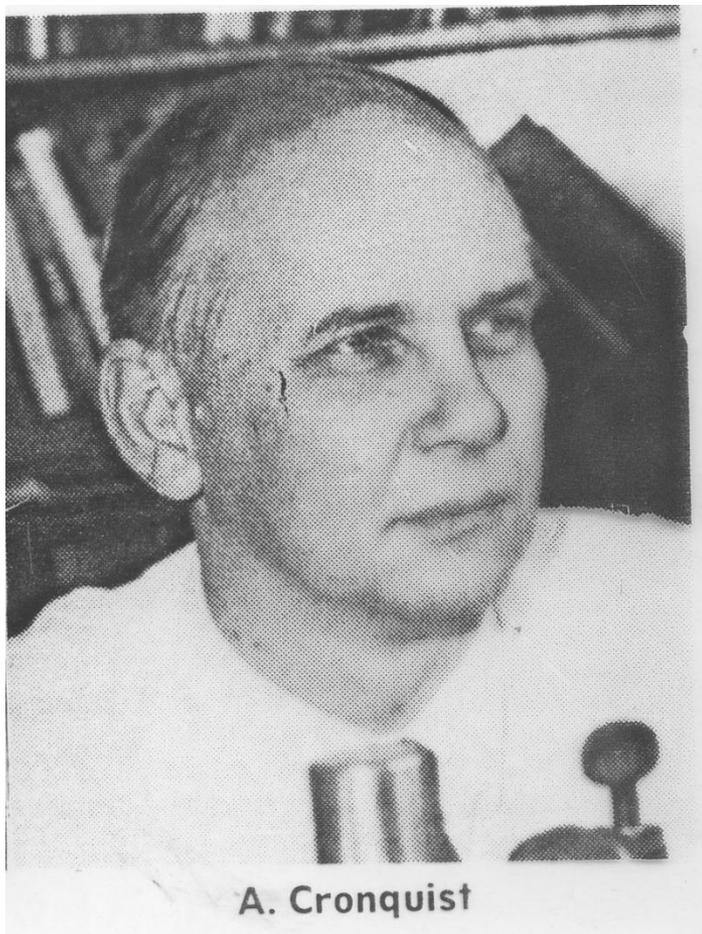


System der Angiospermae. — Takhtajan 1959.

Takhtajan 1959



Takhtajan 1969



A. Cronquist

FIGURE 11.18 Putative evolution among the subclasses of Magnoliopsida and Liliopsida according to Cronquist. The number of species in each group is proportional to the size of the balloons.

SOURCE: From Cronquist, 1988.

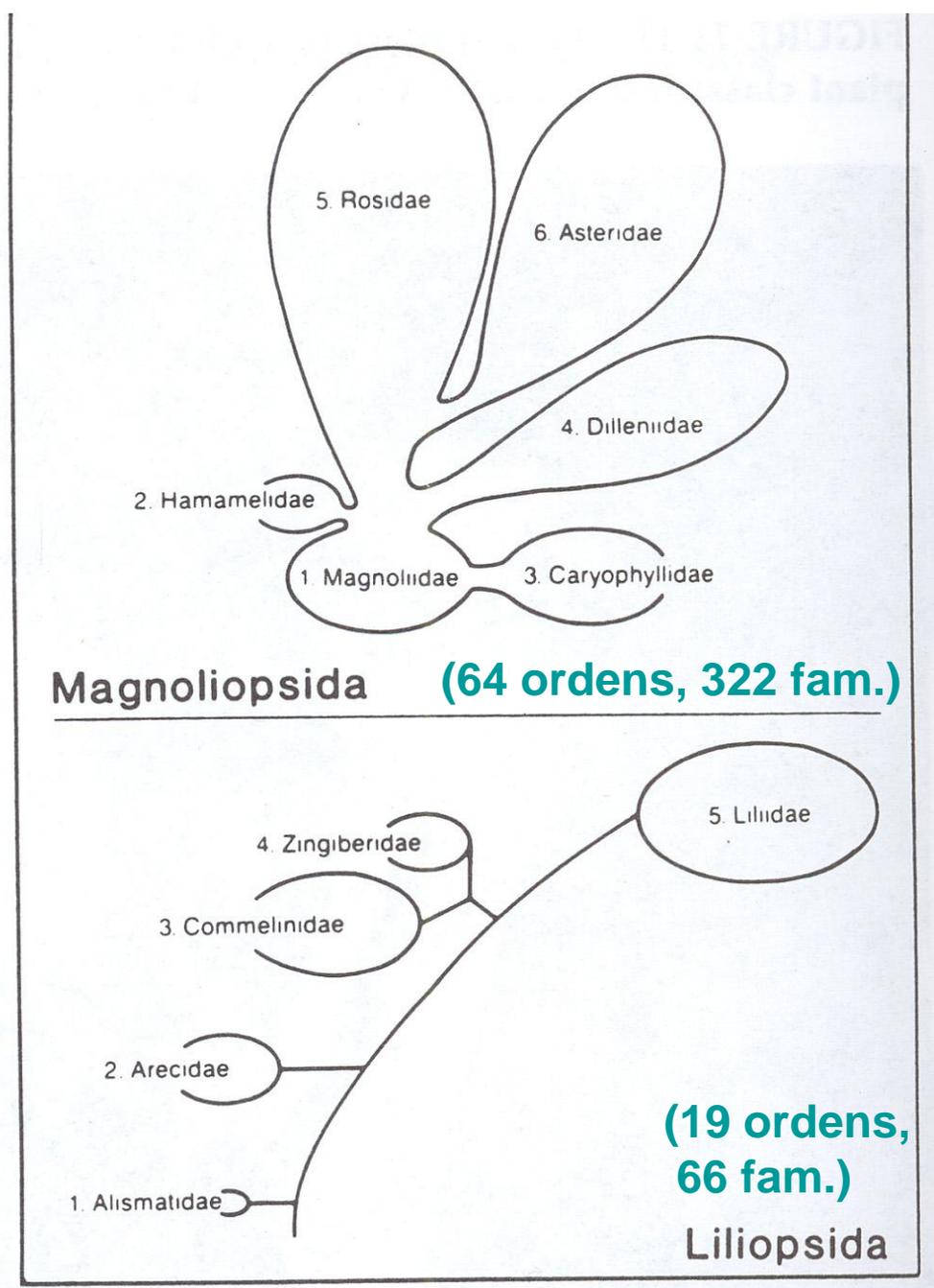
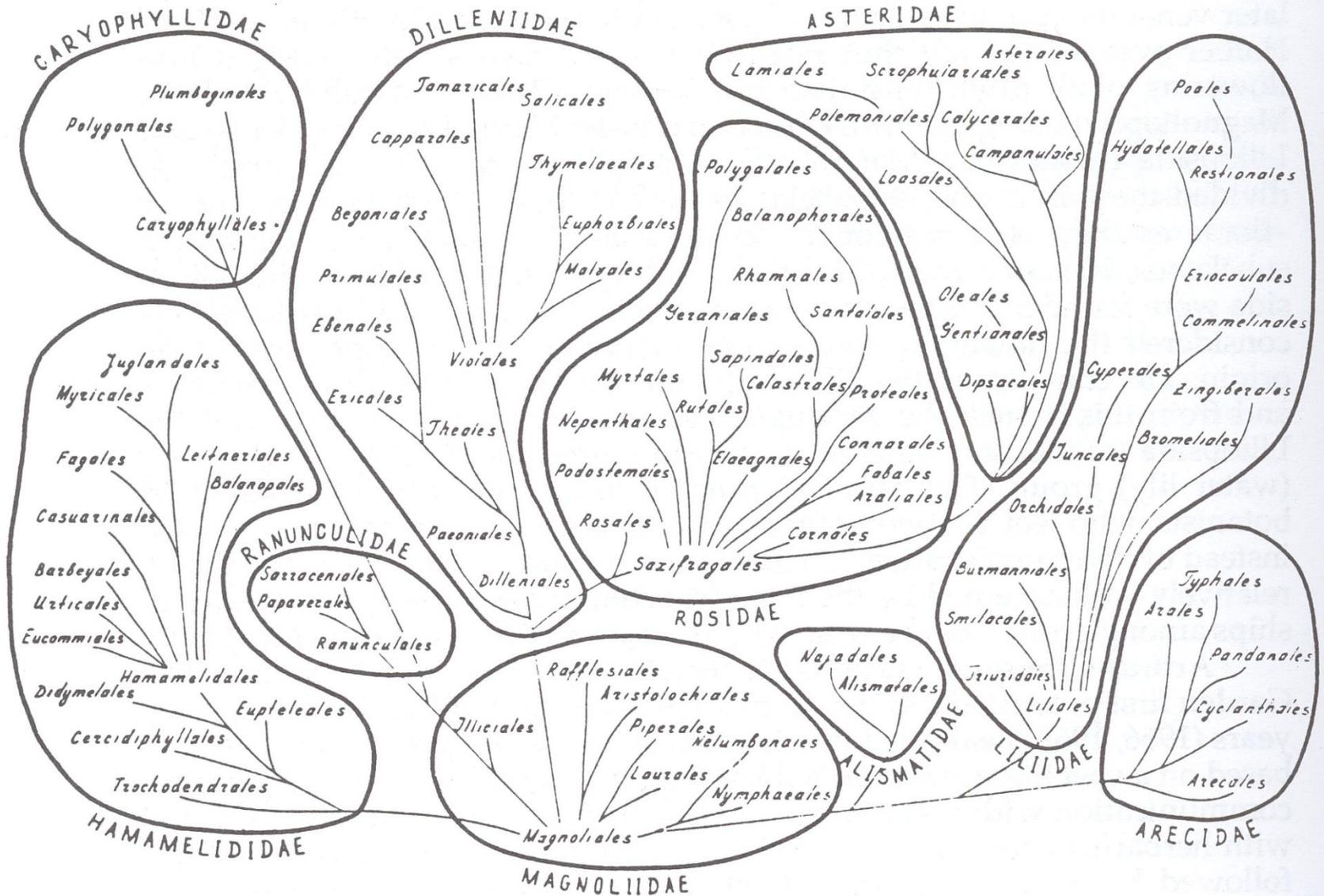
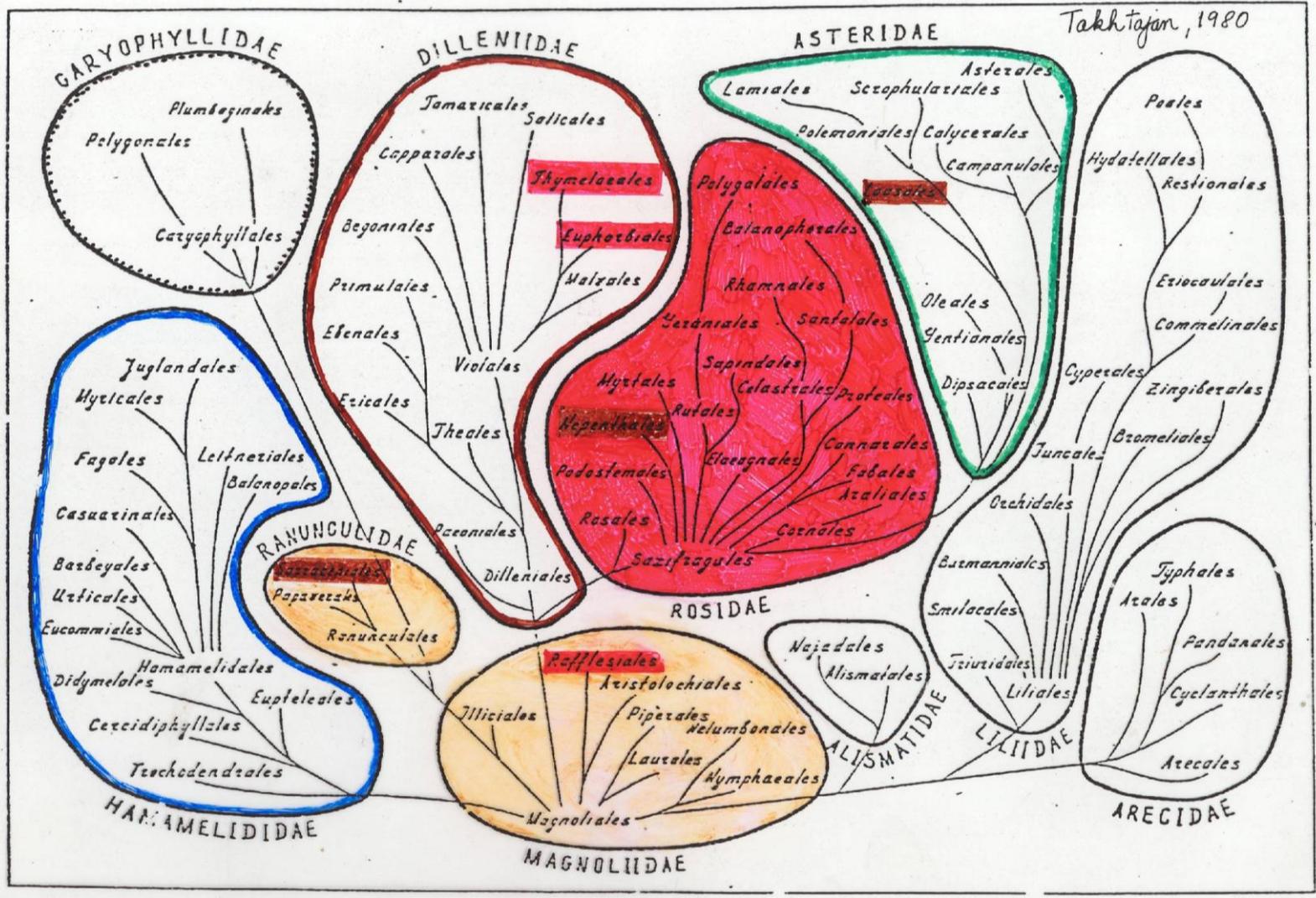


FIGURE 11.16 "Takhtajan's flower garden," which shows the putative relationships between the orders and subclasses of the flowering plants.

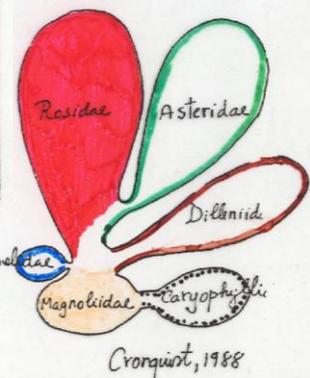


SOURCE: From Takhtajan, 1980.

(128 ordens dicots; 38 ordens monocots)



Takhtajan, 1980



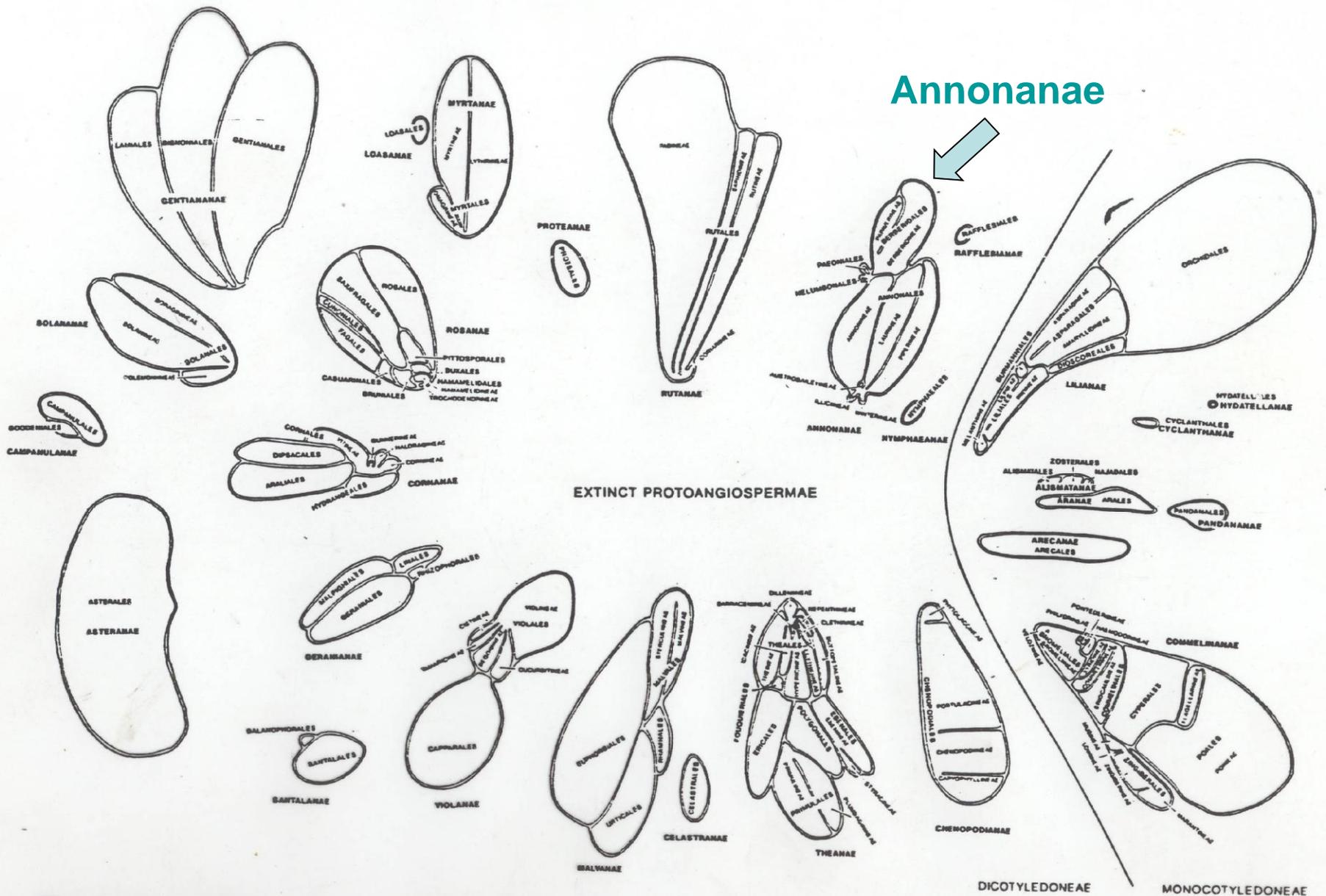
Cronquist, 1988

(Takhtajan 1997: 589 famílias em 232 ordens de dicotiledôneas)

FIGURE 11.19 The American botanist
Robert F. Thorne.

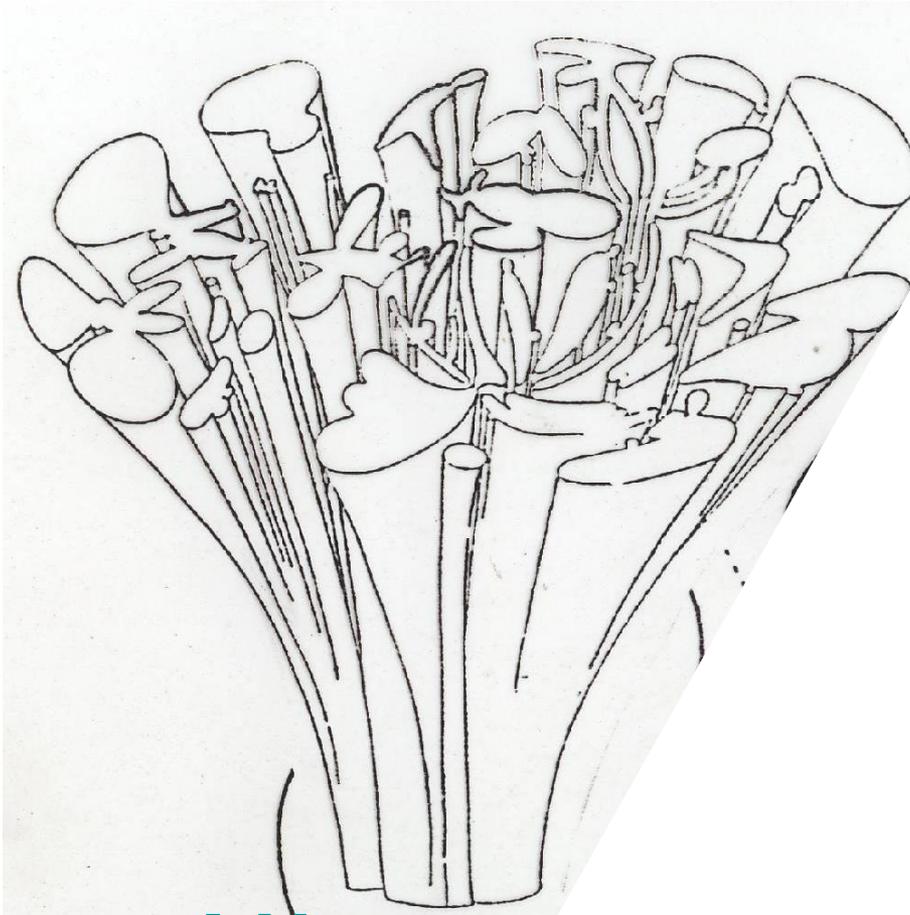
SOURCE: Photo courtesy of R. F. Thorne.





Thorne 1992 – 20 superorders dicots (440 fam., 69 ord.)

Dahlgren 1975, 1981



dahlgrenonagrama

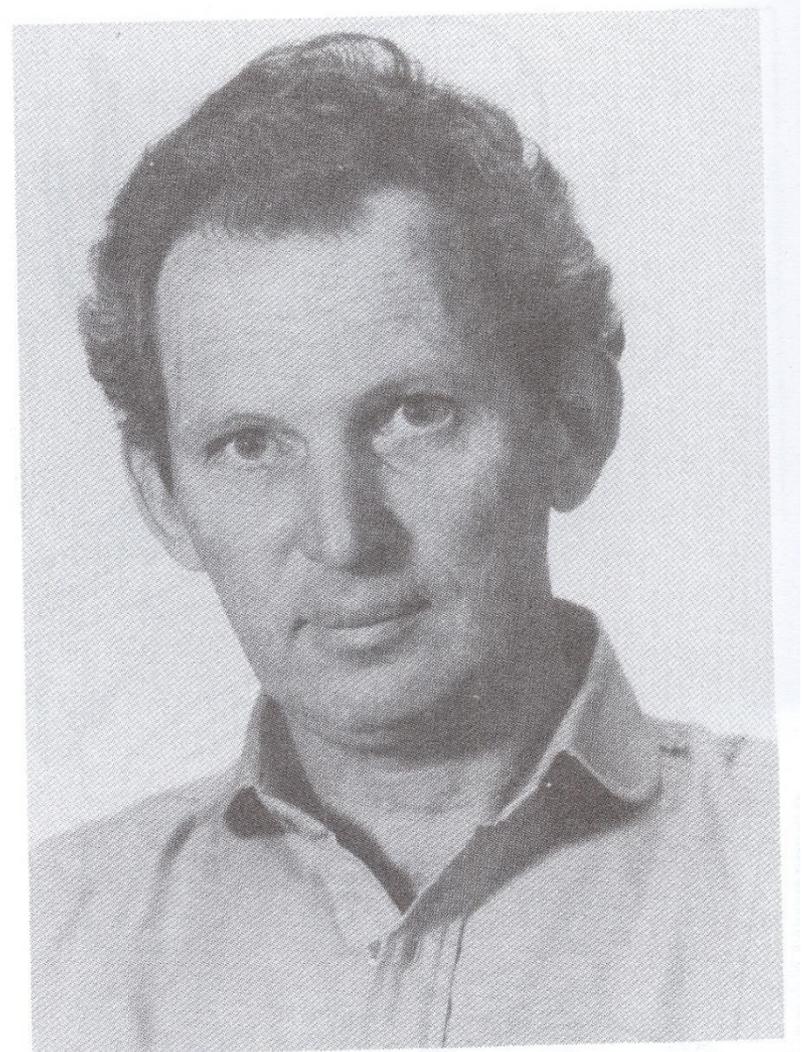


FIGURE 11.21 The Danish botanist Rolf Dahlgren (1932–1987).

SOURCE: Photo courtesy of the Botanical Museum and Herbarium, Copenhagen.

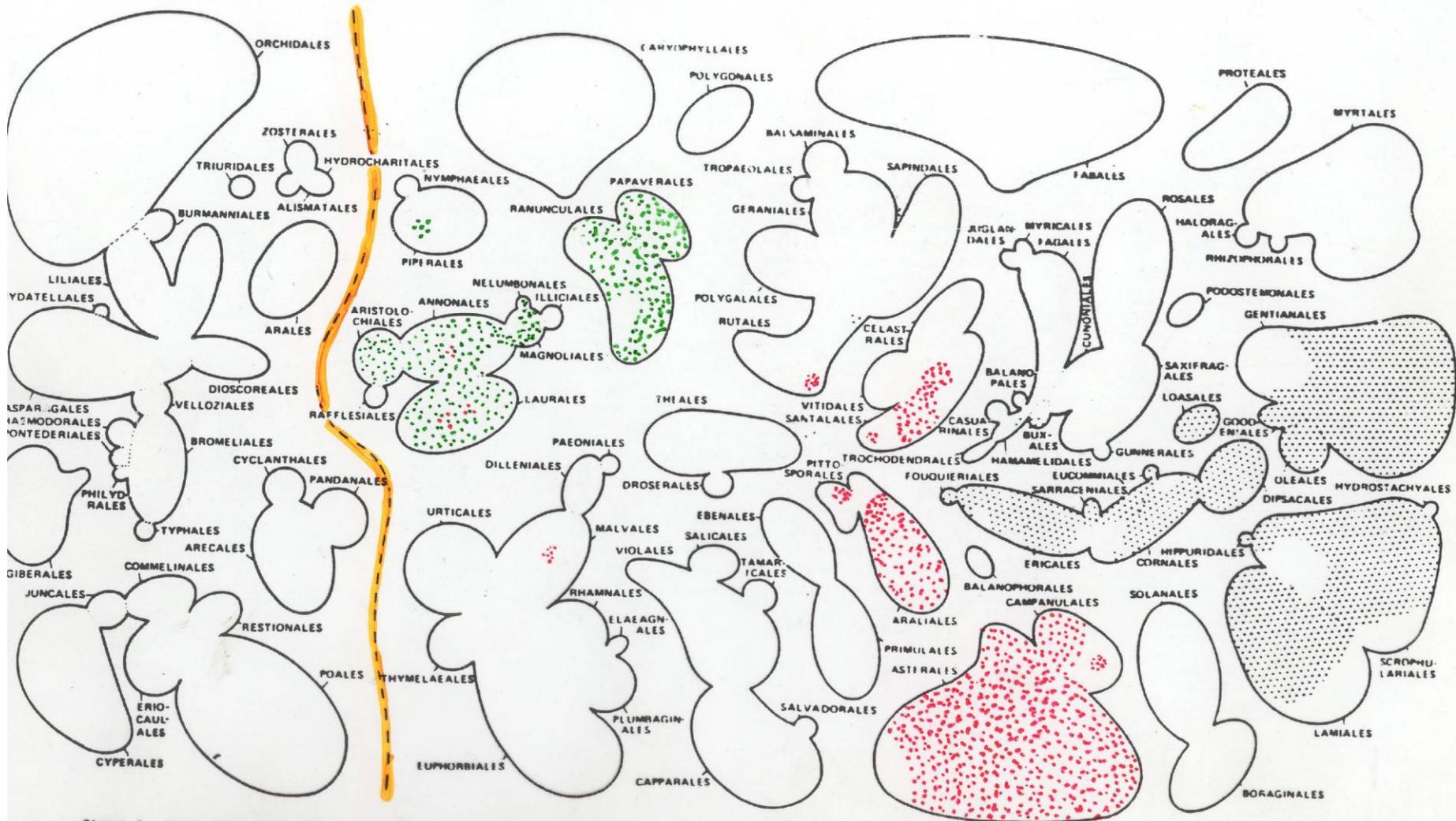


Figure 2. Approximate distribution of alkaloids in the angiosperms (details are given in the text).

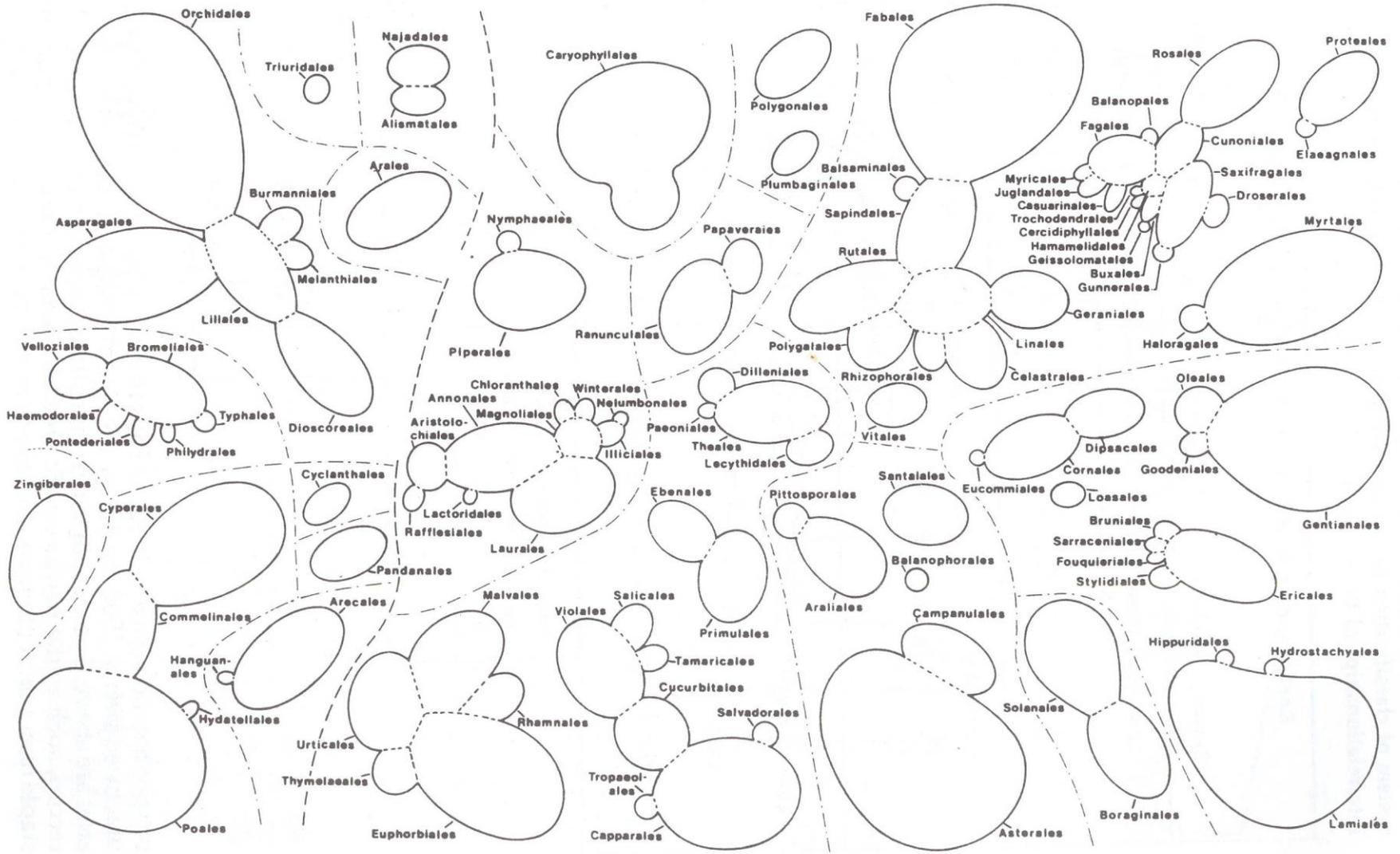
••••• poliacetilenos

••••• iridóides

••••• alcalóides ••••• benzisquinolínicos

Dahlgren 1981

FIGURE 11.22 Diagram, published after Dahlgren's death, showing his and his wife's views of angiosperm classification of superorders and orders.

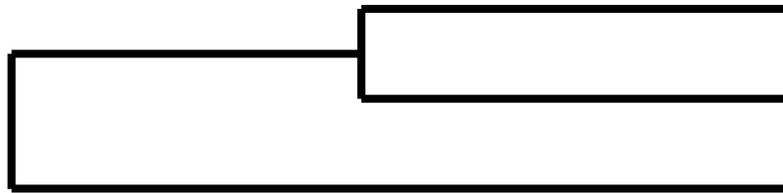


SOURCE: From G. Dahlgren, 1989. Used by permission of Academic Press Inc. (London) Ltd.

G. Dahlgren 1989 – 25 superordens dicots, 10 em monocots

Advento da Cladística

Willi Hennig (1950, 1966)



tempo 

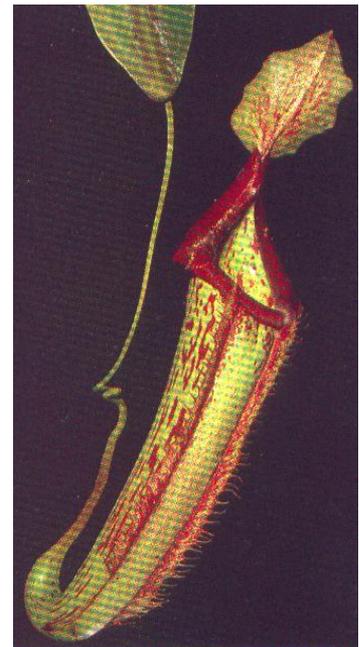
SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA

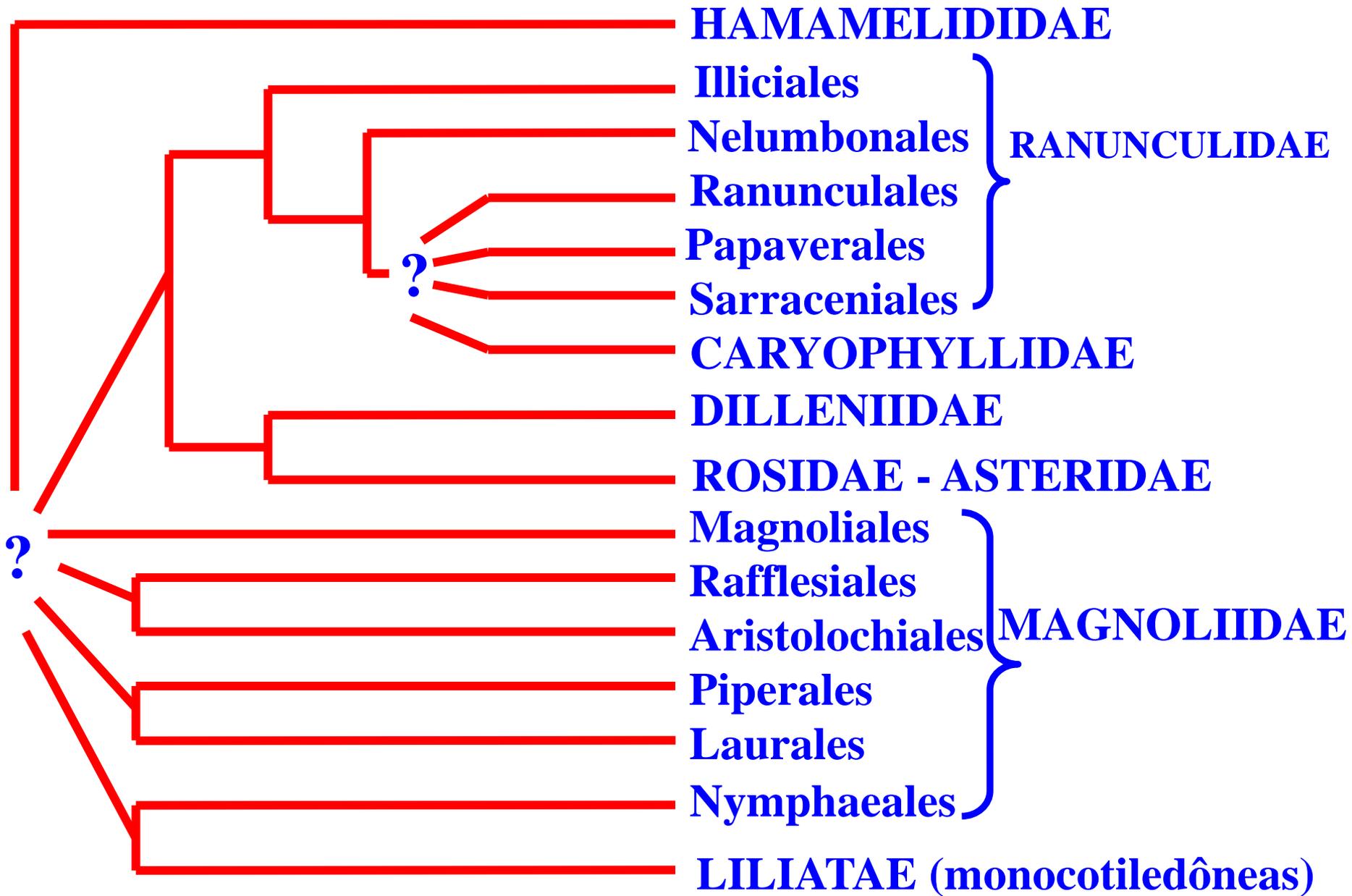
Hennig 1950, 1966

paradigma nos diversos campos
da **Biologia Comparada** - mais objetivo,
reproduzível e estatisticamente embasado.

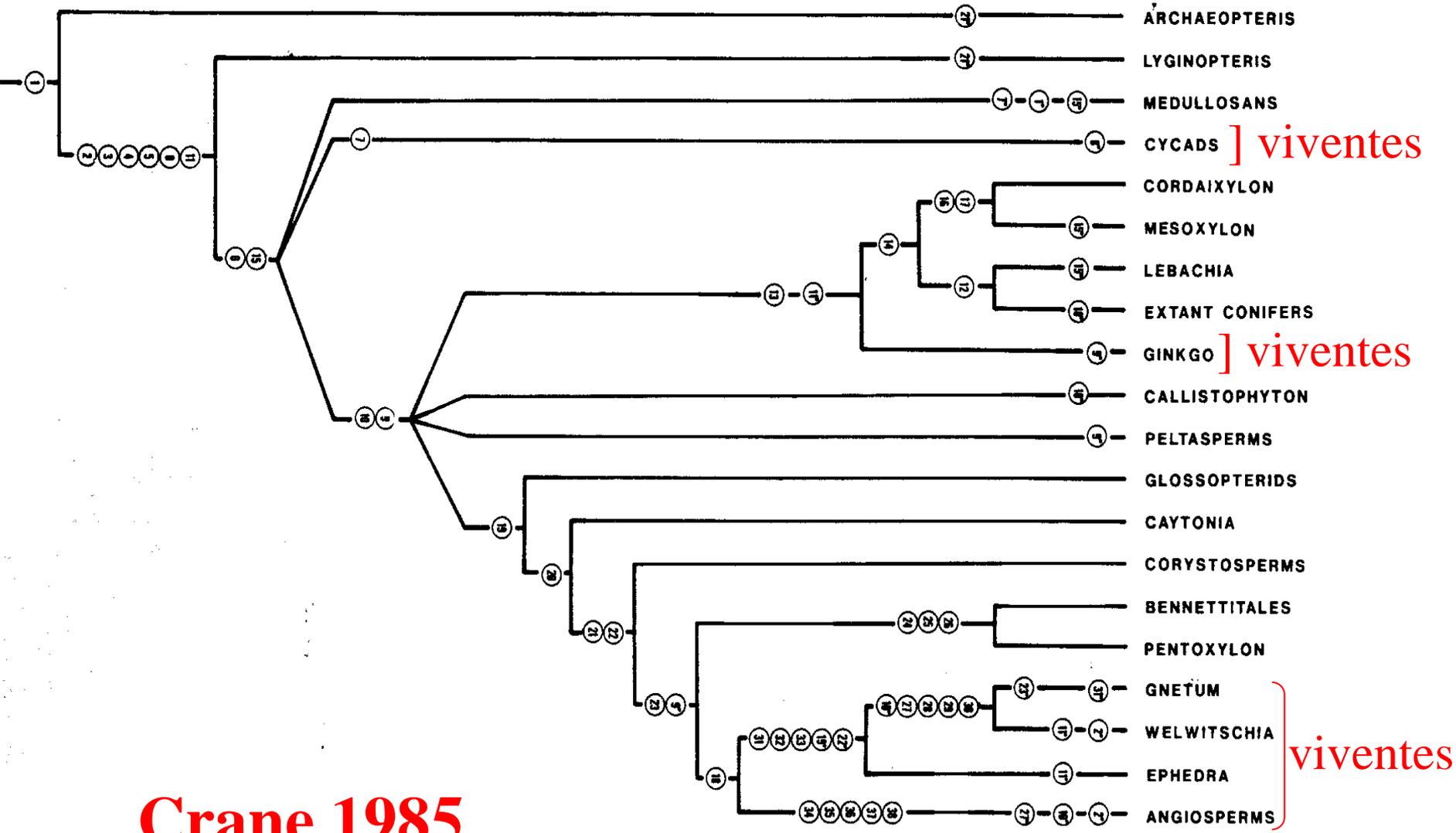


- caracteres em estados plesiomórficos ou apomórficos (não táxons)
- estados apomórficos informativos para recuperação de parentesco
- só grupos monofiléticos devem ser reconhecidos

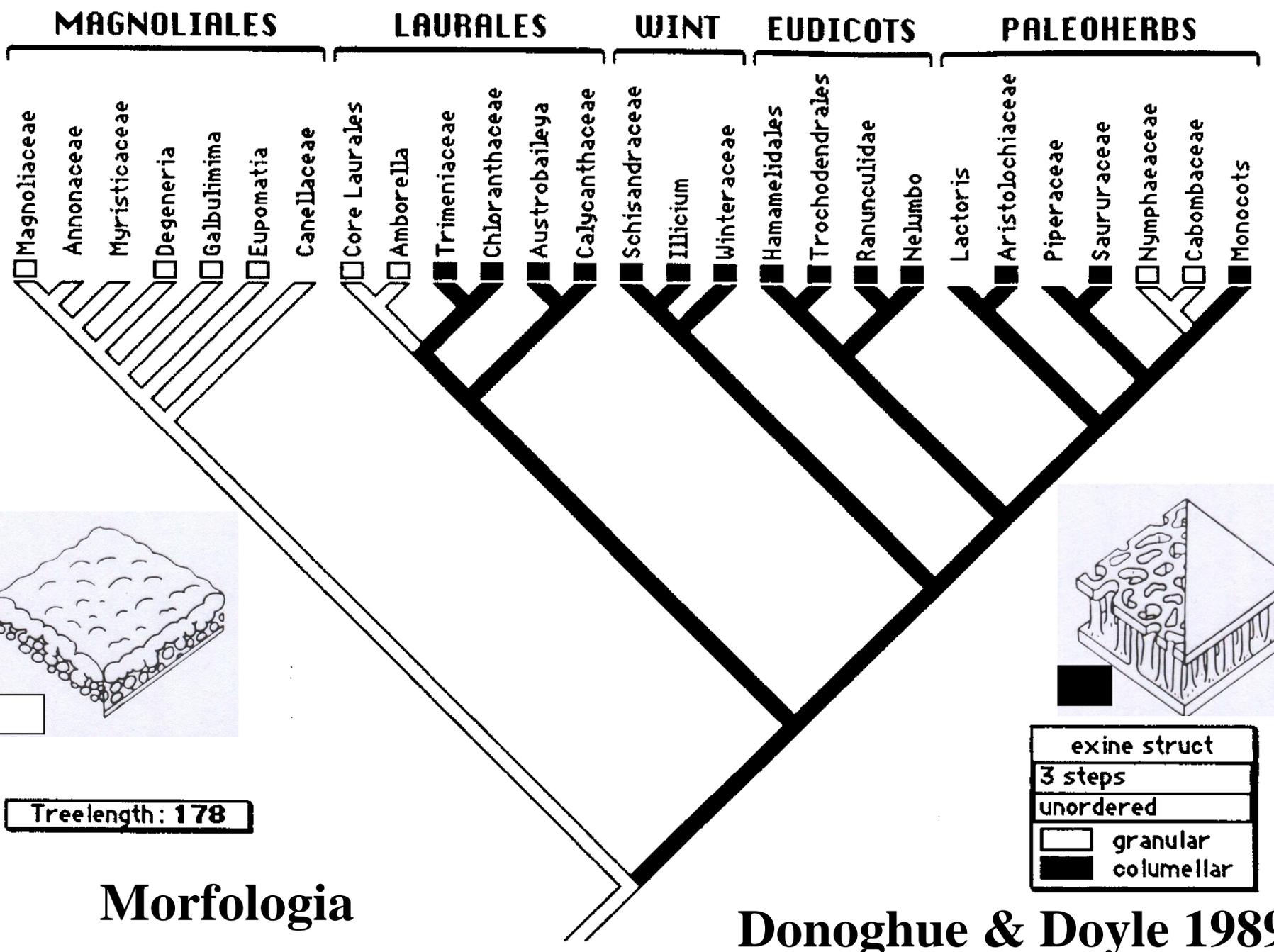




Bremer & Wanntorp 1978



Crane 1985



Morfologia

Donoghue & Doyle 1989

Sistemática molecular

**sequenciamento de segmentos dos ácidos nucléicos
(nuclear e cloroplasto)**

- **número elevado de caracteres
menos influenciados por fatores ambientais**
- **seleção objetiva de caracteres**
- **permite comparação entre quaisquer
grupos de organismos
(grandes amostras de OTUs: centenas)**

3 genomas nas plantas: DNA nuclear
DNA mitocondrial – 80 000 pares de bases
DNA cloroplasto – 120.000 pares de bases

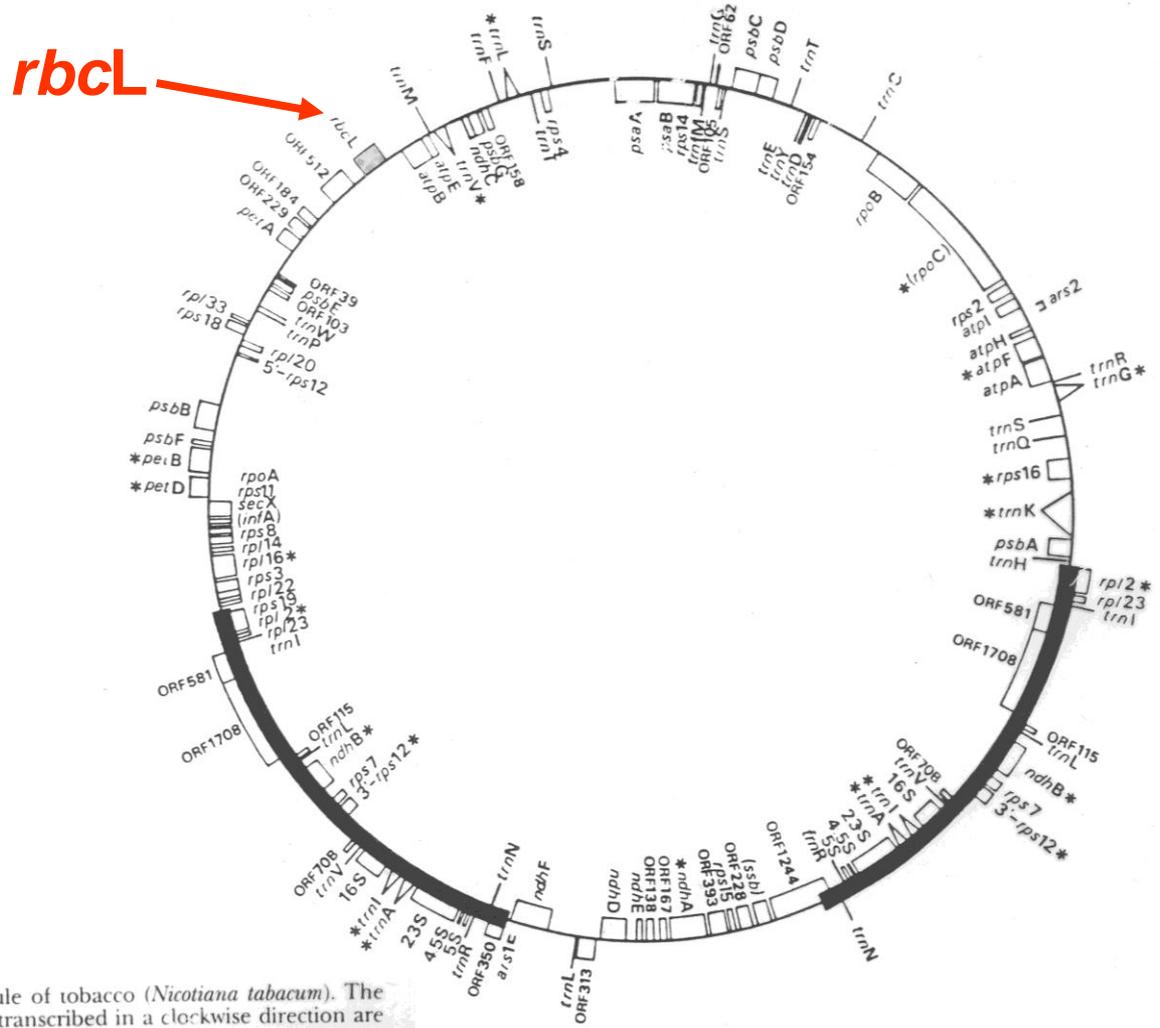


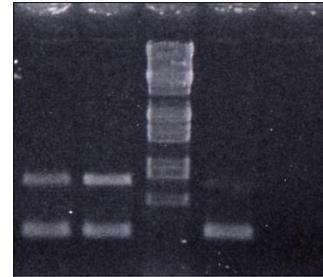
Figure 9.1. Map of the circular chloroplast DNA molecule of tobacco (*Nicotiana tabacum*). The inverted repeat is indicated by the dark bars. Genes transcribed in a clockwise direction are shown on the inside of the circle; those transcribed in the reverse direction are on the outside. Asterisks indicate intron containing genes. The map is from work of Shinozaki et al. (1986) and is reprinted with permission from the EMBO Journal.

Obtenção de sequências

Folhas secas em sílica

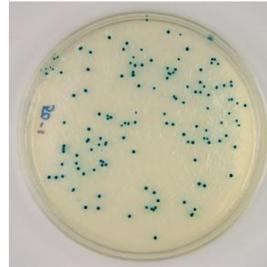
Extração DNA

PCR



Purificação de DNA

Reamplificação de gene a partir de colônias de bactérias

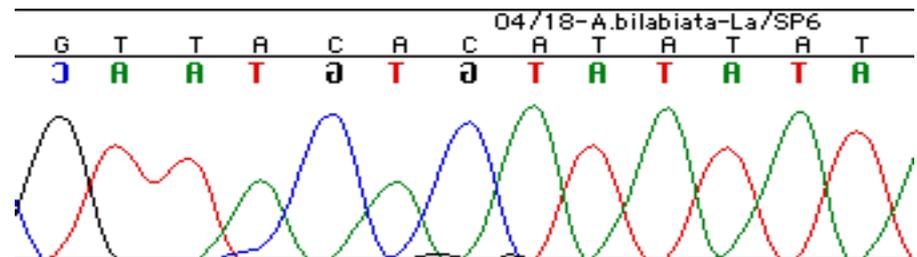


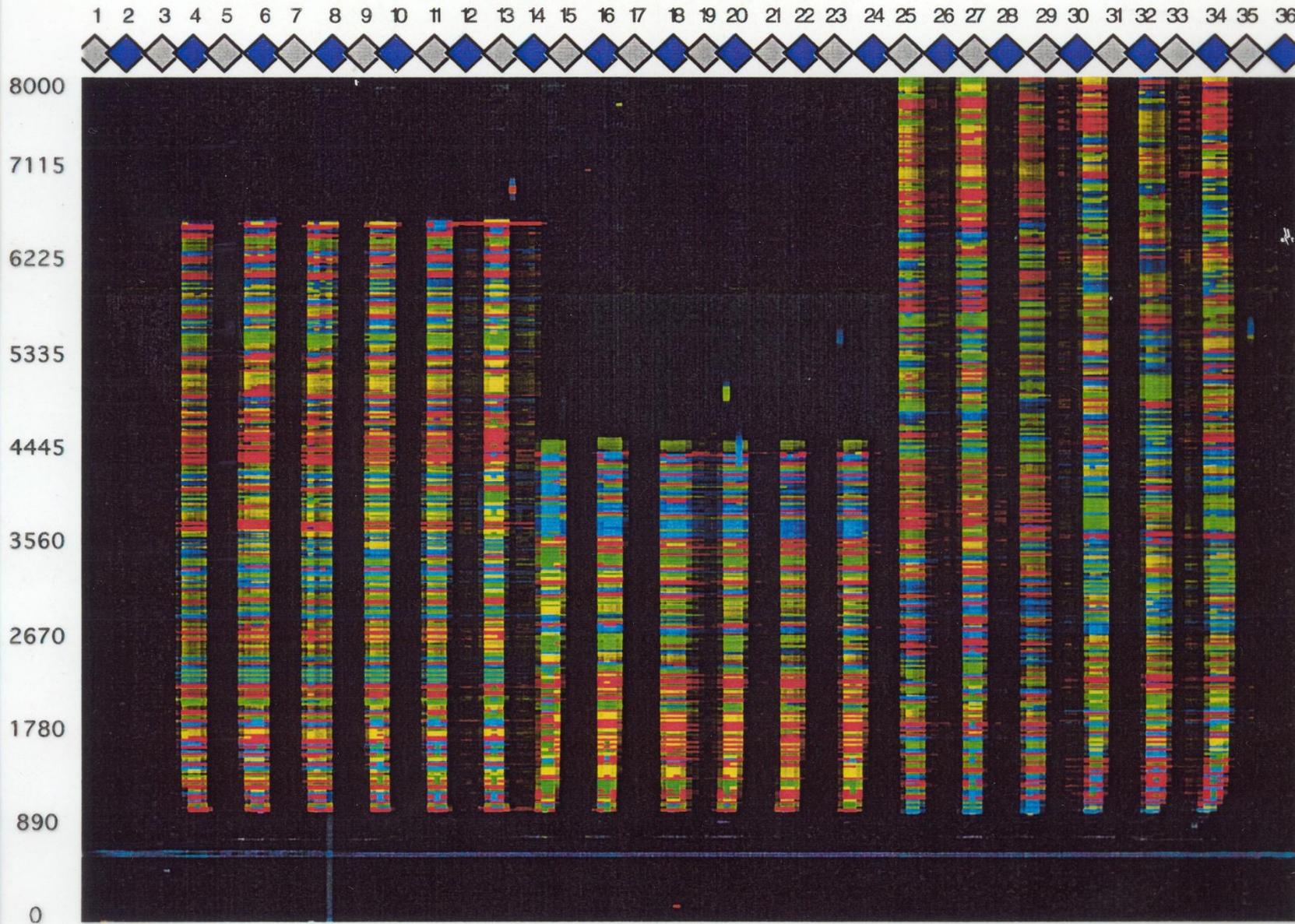
clonagem

nuclear

cloroplasto

Seqüência







Model 377
Version 3.0
ABI200
Version 3.0

14*B. reflexa - 1448 -tab c
B. reflexa - 1448 -tab c
Lane 14

Signal G:225 A:271 T:183 C:274
DT {BD Set Any-Primer}
dRhodamine Matrix
Points 940 to 8000 Base 1: 940

Page 1 of 2
Mon, May 25, 1998 12:49 PM
Sat, May 23, 1998 2:00 PM
Spacing: 11.72{11.72}



ITS 1 Region (positions 1-234)

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<i>Heteromorpha</i>	TCGAATCCTG	CGATAGCAGA	AAGACCCGCT	AACCTCGT--A	AACACATTGG	GCAAGCGTCA	GAGGGCTTC-	-GGTCCCCTG	TTTGCAAAACC	CT---TGGTA
<i>Daucus Yoko.</i>	TCGAATCCTG	TGATACCAGA	ATGACTTGTT	AACATGT--A	ACAACAACGG	GCAAGCAACT	GTGGGCCTT-	TGGTCCCTG	TCTGTGAACC	CA---AGGCA
<i>Daucus</i>	TCGAATCCTG	TGATACCAGA	ATGACTTGTT	AACATGT--A	ACAACAACGG	GCAAGCAACT	GTGGGCCTT-	TGGTCCCCTG	TCTGTGAACC	CA---AGGCA
<i>Pseudorlaya</i>	TCGAATCCTG	CGATACTAGA	ATGACCCGTT	AACATGT--A	AAAACACTGG	GCAAGCAACT	TCGGACCTG-	TGGTCCCCTG	TCTGCAAACC	CA---AGGCA
<i>Orlaya gran.</i>	TCGAATCCTG	CGAGAGCAGA	ATGACCCGTA	AACATGT--A	AAAACATCGG	GGAAGTAAAC	GGGGGCCT--	TGGTCCCCTG	TATGCAAACC	CA---AGGCA
<i>Orlaya koch.</i>	TCGAATCCTG	CGAGAGCAGA	GTGACCCGTA	AACATGT--A	AAAACATCGG	GCAAGCAACT	GGGGGCCT--	TGGTCCCCTG	TTTGCAAACC	CA---AGGCA
<i>Laserpitium</i>	TCGAATCCTG	CGATAGCAGA	ATGACCCGTT	AACACGT--A	AAAACATCGG	GCAAGCGTCTG	GGGGGCCTT-	GTGTCCCCTG	TTTGCAAACC	CA---AGGTA
<i>Myrrhis</i>	TCGAATCCTG	CTCTAGCGGA	ATGACCCGTT	AACGCGT--T	AAAACACCGG	GCAAGCATCA	GGAGGCCCA-	AGGTCCCCTC	TTTGCGAACC	CA---GGGCA
<i>Anthriscus</i>	TCGAATCCTG	CTCTATTGGA	ATGACCCGTT	AACCTCGT--T	AAAACATCGG	GCAAGCATTT	GGGGGTCCA-	AGGCCCCCTC	TTTGCAACCC	CA---TGGTA
<i>Torilis</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAGA	ACGACCCGTT	AACACGTCAA	AAAACATTGG	GCGAGCATCA	GGTGGCCCTT	AGGGCCCTTG	TCTGCAAACC	CA---AGGTA
<i>Aegopodium</i>	TCGAATCCTG	TGATAGCAGA	ACGACCCGCT	AACCTGGT--A	AATATATTGG	GCAAGC-TCA	TGGGGATTT-	-TATCCCCTG	TTGGTGAACC	CT---TGGTA
<i>Scandix</i>	TCGAATCCTG	CTTTAGCGGA	ATGACCCGTT	AACCTGT--T	AAAATATTGG	GGAAGCTTCA	GGGTGCCTC-	AGGTCCCCTG	TTTGCGATCC	CA---GGGTA
<i>Crithmum</i>	TCGAAGCCTG	CAACAGCAGT	ACAACCCGCT	AACCTCGT--A	AACACATTGG	GCAAGC-TAA	TGGGGATTT-	-GGTTCCTCG	TTTGCGAACC	CCT--TGGCA
<i>Heracleum lana.</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAGA	ATGACCTGCT	AACATGT--A	AGTACATCGG	GCAAGCGTAT	GGGGGCCTT-	-GGTCCCCTG	TTAGCGAAAC	CC---TGGTA
<i>Heracleum spho.</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAGA	ATGACCCGCT	AACATGT--A	ATTACATCGG	GCAAGCGTAT	GGGGGCCTT-	-GGTCCCCTG	TTAGCAAACC	CC---TGGTA
<i>Pastinaca</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAGA	ATGACCCGCT	AACATGT--A	AGCACATTGG	GCAAGCGTAT	GGGGGCCTT-	-GGTCCCCTG	TTAGCGAAAC	CCTGGTAGTA
<i>Heracleum rige.</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAGA	ATGACCCGCT	AACATGT--A	AGCACATTGG	GCAAGCGTAT	GGGGGCCTT-	-GCTCCCCTG	TCAGCGAAAC	CC---TGGTA
<i>Anethum</i>	TCGAATCCTG	CGATAGCAGA	ATGACCCGCT	AACACGT--A	AACACATTGG	GCAAGCTTCA	GAGGGCTTC-	-GGTCCCCTG	TTTGCAAACC	CT---TGGTA
<i>Apium</i>	TCGAATCCTG	CGATAGCAGA	ATGACCCGCT	AACACGT--A	AACACATTGG	GCAAGCGTCTG	GTGGGCCTT-	-GGTCCGCGG	TTTGCAAACC	TT---TGGTA
<i>Myrrhidendron</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAGA	ATGACCCGCT	AACACGT--C	AACAATTTGG	GCAAGCGTCTG	GGGGGCCTC-	-GGTCTCCTG	TCTGCGAATC	CCCC-TGGTA
<i>Arracacia nels.</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAGA	ATGACCCGCT	AACACGT--C	AACAATTTGG	GCAAGCGTCTG	GGGGGCCTC-	-GGTCTCCTG	TATGCGAATC	CCCC-TGGTA
<i>Enantiophylla</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAGA	ACGACCCGCT	AACACGT--C	AACAATTTGG	GCAAGCGTCTG	GGGGACCTC-	-GGTCTCCTG	TCTGCGAATC	CC---TGGTA
<i>Coultterophytum</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAGA	ACGACCCGCT	AACACGT--C	AACAATTTGG	GCAAGCGTCTG	GGGGGCCTC-	-GGTCTCCTG	TCTGCGAATC	CC---TGGTA
<i>Carlesia</i>	TCGAATCCTG	CAACAGCAGA	ATGACCCGCT	AACACGT--C	AACAATTTGG	GCAAGCATCG	GGGGGCCTC-	-GGTCTCCTG	TCTGCGAATC	CC---TGGTA
<i>Selinum</i>	TCGAATCCTG	CAACAGCAGA	ATGACCCGCT	AACCTCGT--C	AACAATTTGG	GCAAGCGTCTG	GGGGGCCTC-	-GGTCTCCTG	TTTGCGAATC	CC---TGGTA
<i>Rhodosciadium</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAGA	ATGACCCGCT	AACACGT--C	AACAATTTGG	GCAAGCGTCTG	GGGGGCCTC-	-GGTCTCCTG	TCTGCGAATC	CC---TGGTA
<i>Prionosciadium</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAG					10	20		30
<i>Arracacia bran.</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAG								
<i>Coaxana</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAG								
<i>Zizia</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAG								
<i>Angelica</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAG								
<i>Seseli</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAG								
<i>Lomatium</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAG								
<i>Aethusa</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAG								
<i>Endressia</i>	TCGAATCCTG	CAGTAGCAG								
<i>Coriandrum</i>	TCGAAACCTG	CAGAAGCAG								
<i>Conium</i>	TCGAATCCTG	CGATGGCAG								
<i>Pimpinella saxi.</i>	TCGAATCCTG	CGATAGCAG								
<i>Pimpinella pere.</i>	TCGAATCCTG	CGATAGCAG								
<i>Smyrniium</i>	TCGAATCCTG	CAATAGCAG								
<i>Heteromorpha</i>	TCGAATCCTG	CGATAGCAGA	AAGACCCGCT							
<i>Daucus Yoko.</i>	TCGAATCCTG	TGATACCAGA	ATGACTTGTT							
<i>Daucus</i>	TCGAATCCTG	TGATACCAGA	ATGACTTGTT							
<i>Pseudorlaya</i>	TCGAATCCTG	CGATACTAGA	ATGACCCGTT							
<i>Orlaya gran.</i>	TCGAATCCTG	CGAGAGCAGA	ATGACCCGTA							
<i>Orlaya koch.</i>	TCGAATCCTG	CGAGAGCAGA	GTGACCCGTA							
<i>Laserpitium</i>	TCGAATCCTG	CGATAGCAGA	ATGACCCGTT							
<i>Myrrhis</i>	TCGAATCCTG	CTCTAGCGGA	ATGACCCGTT							
<i>Anthriscus</i>	TCGAATCCTG	CTCTATTGGA	ATGACCCGTT							

Sistemática molecular

CLADÍSTICA

Bases = caracteres multiestados não-ordenados

sequência de bases

táxons

1 2 3 4 5 6 7 8

A T C C G G A G T → grupo externo

B C C T G G C G T - 1 3 6

C C C T A A A G C - 1 3 4 5 8

D C C T A A C G T - 1 3 4 5 6

E C T T A A C G C - 1 2 3 4 5 6 8

- método de comparação com grupo-externo

- critério de parcimônia

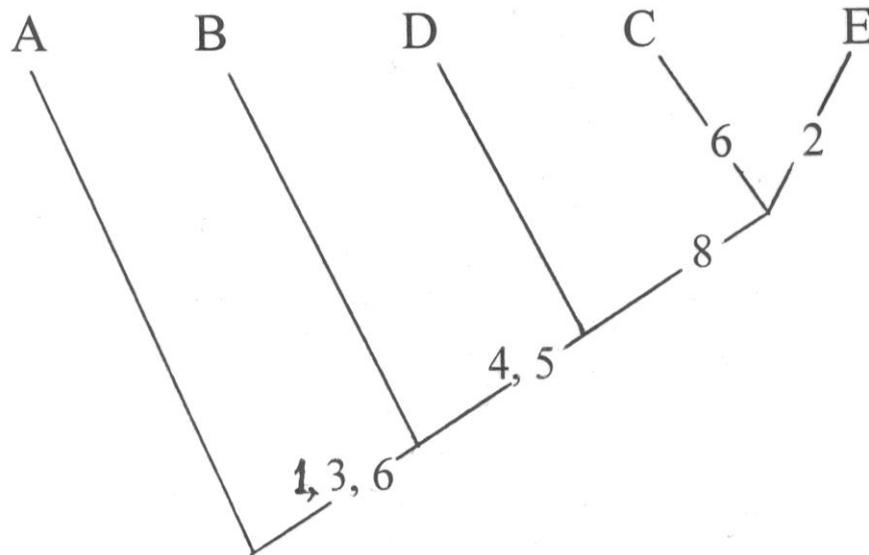
- outros critérios: Máxima Verossimilhança, Bayesiano...

sequência de bases

táxons

1 2 3 4 5 6 7 8

A	T	C	C	G	G	A	G	T	-	grupo externo
B	C	C	T	G	G	C	G	T	-	1 3 6
C	C	C	T	A	A	A	G	C	-	1 3 4 5 8
D	C	C	T	A	A	C	G	T	-	1 3 4 5 6
E	C	T	T	A	A	C	G	C	-	1 2 3 4 5 6 8



GENES

Inferência filogenética entre gêneros e espécies:

ndhF (2100 – 2200 pb) }
matK (1100 pb) } **cloroplasto**
trnL-F (1100 – 1400 pb) }

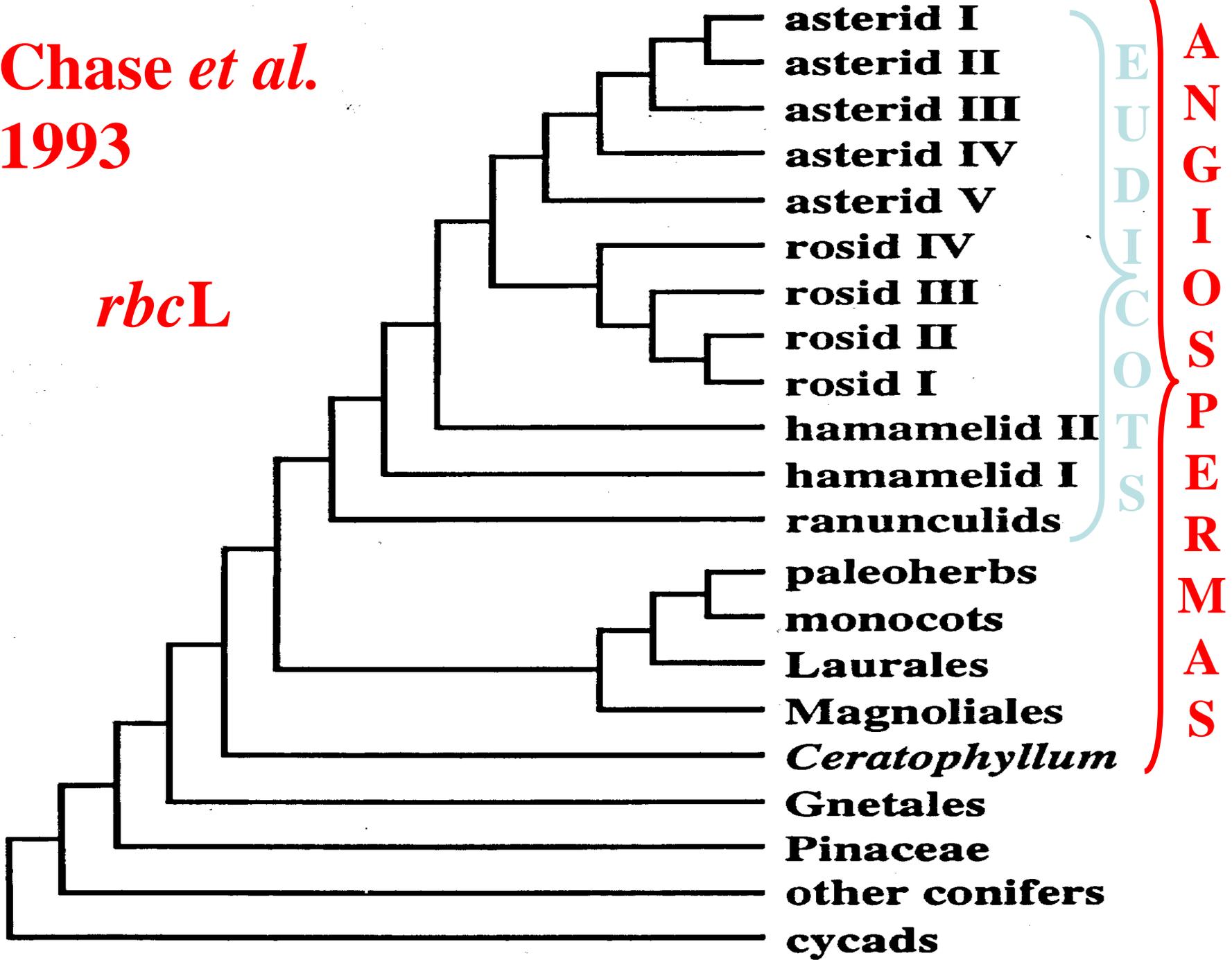
ITS 1 (210 – 270 pb) } **núcleo**
ITS 2 (205 – 240 pb) }

entre famílias e ordens:

rbcL }
atpB } **cloroplasto**
18SnrDNA - **núcleo**

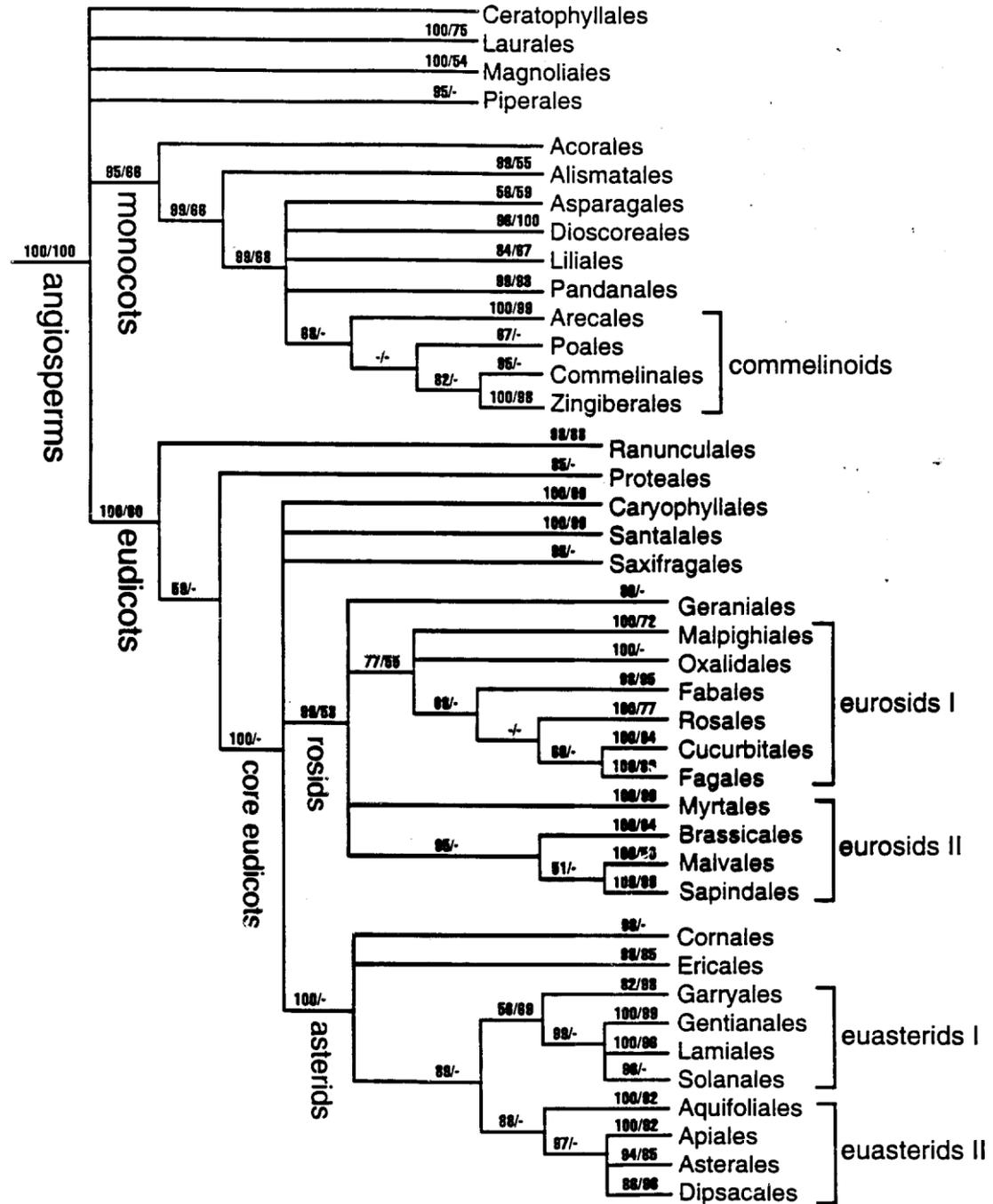
**Chase *et al.*
1993**

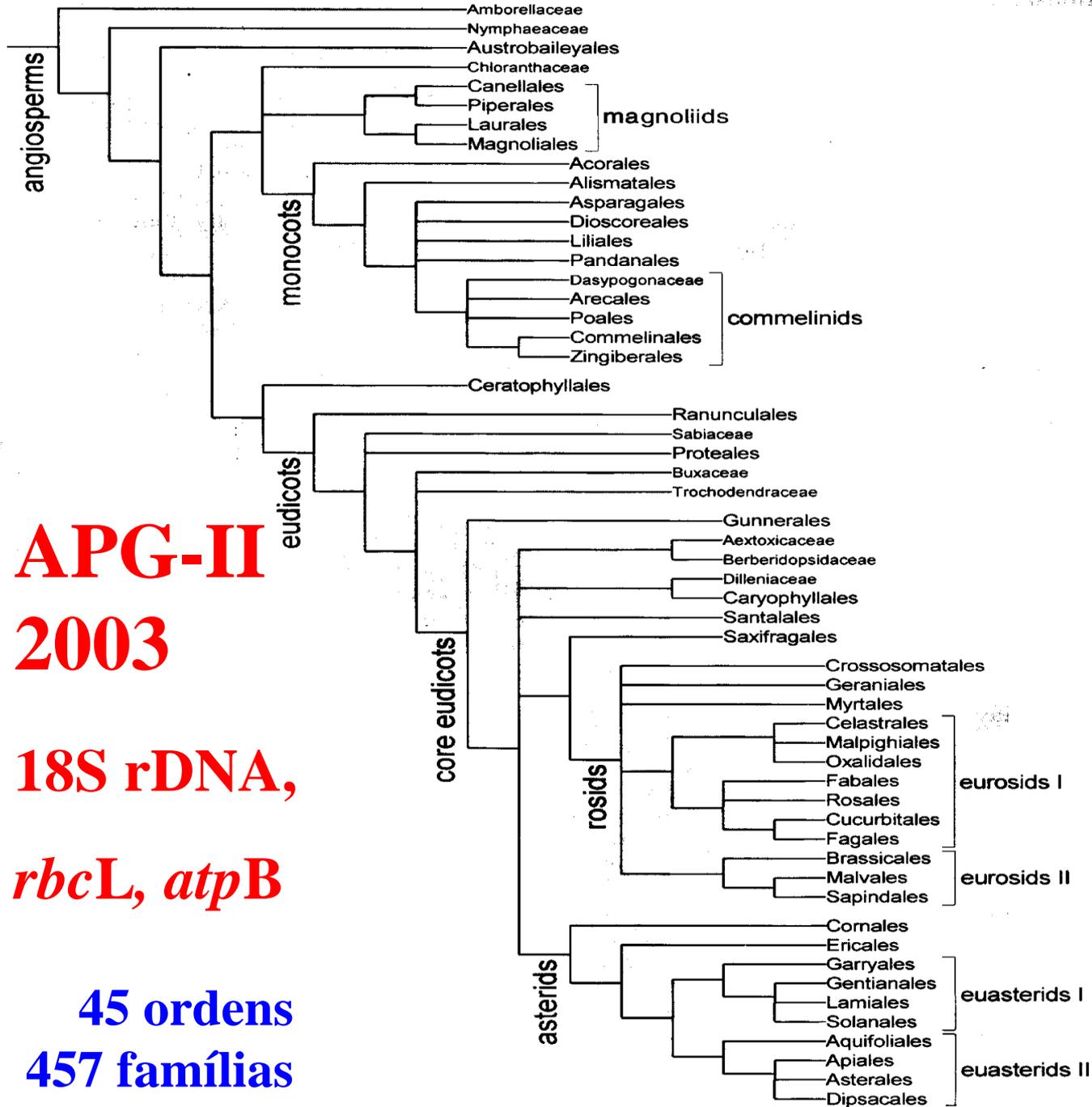
rbcL



Angiosperm Phylogeny Group (APG) 1998

rbcL, *atpB*
18S rDNA





**APG-II
2003**

**18S rDNA,
rbcL, *atpB***

**45 ordens
457 famílias**

APG-III 2009

18S rDNA

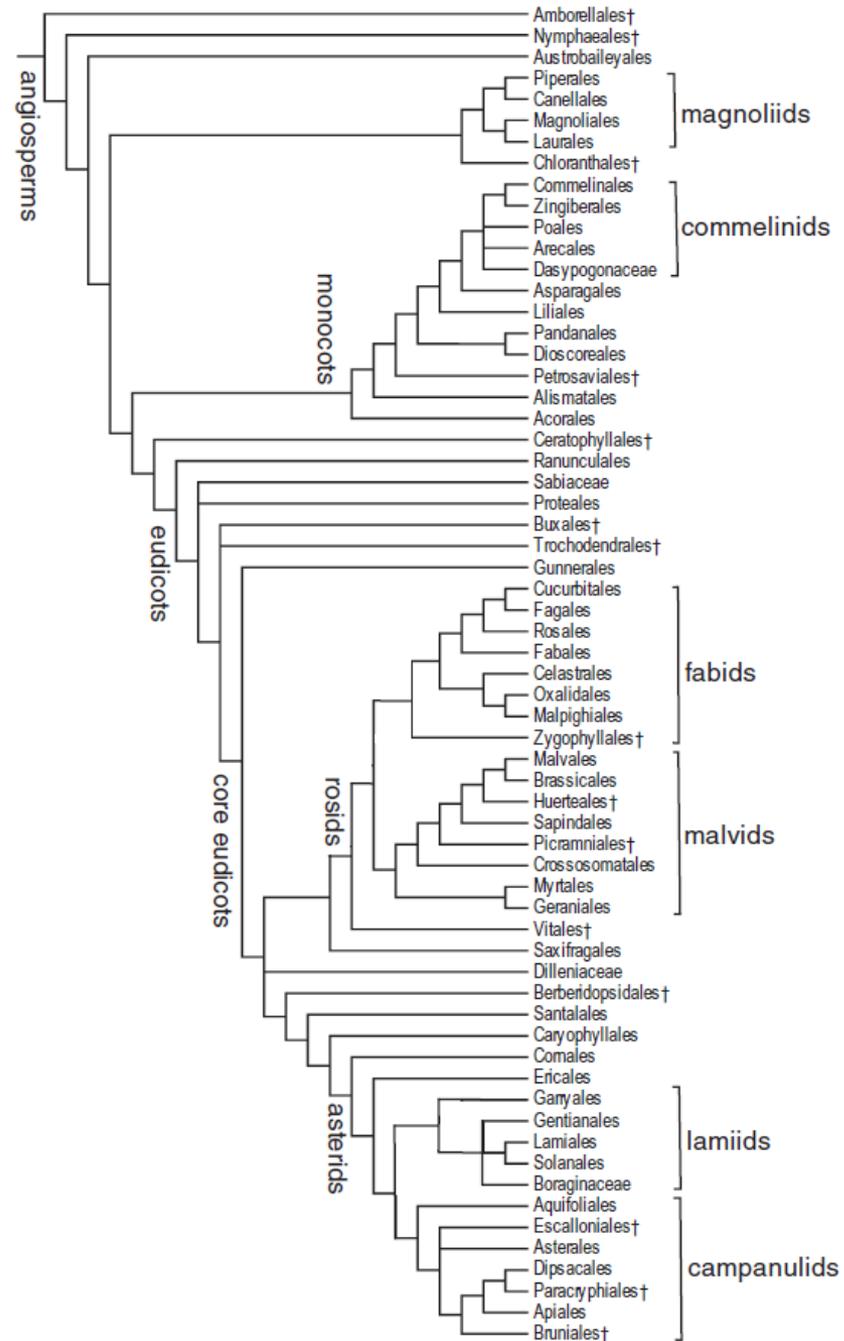
rbcL

atpB

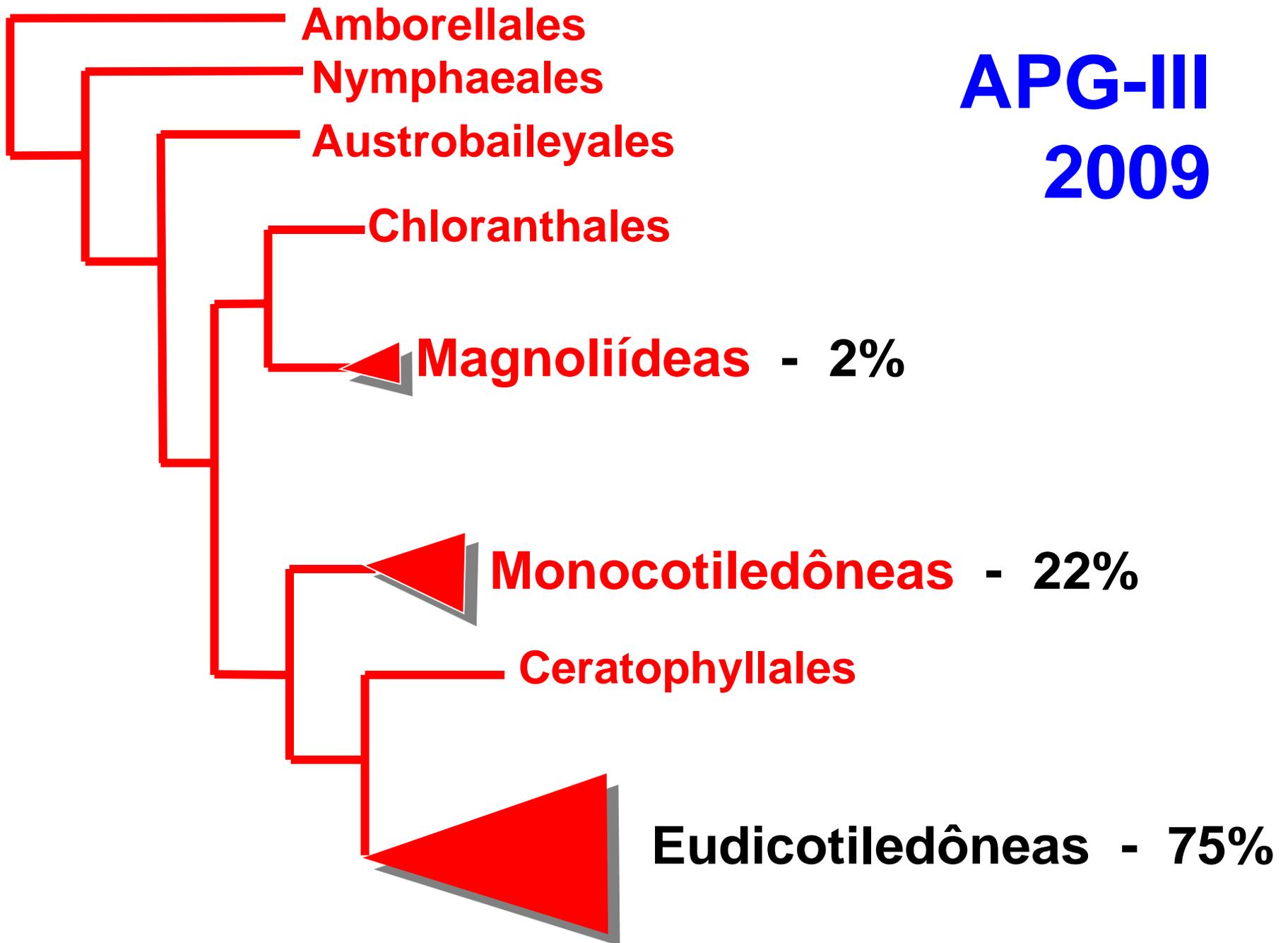
atp1

matR

+ 61 marcadores de 45
táxons



**APG-III
2009**



Classificação das Monilófitas

Smith et al.
2006

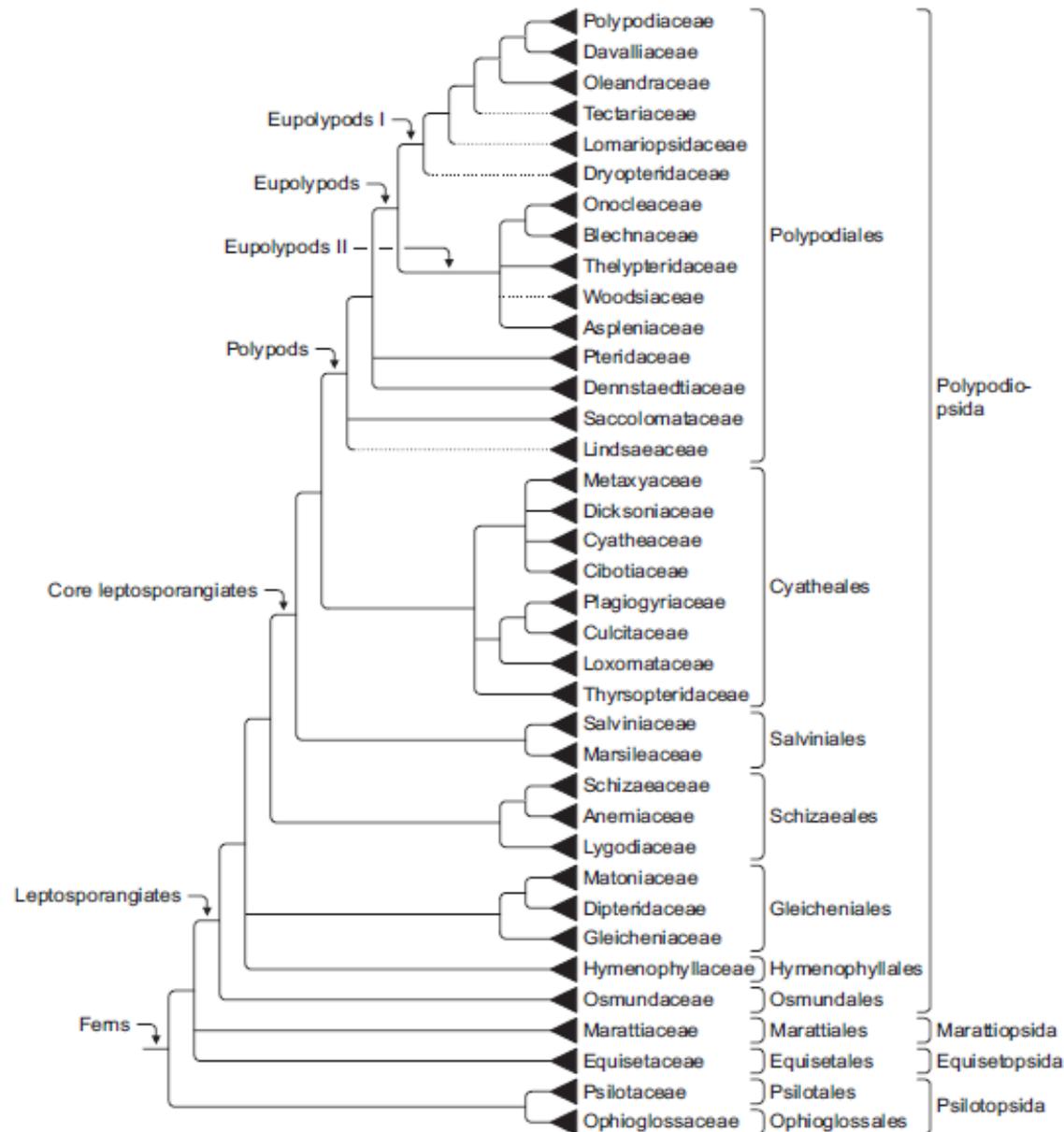
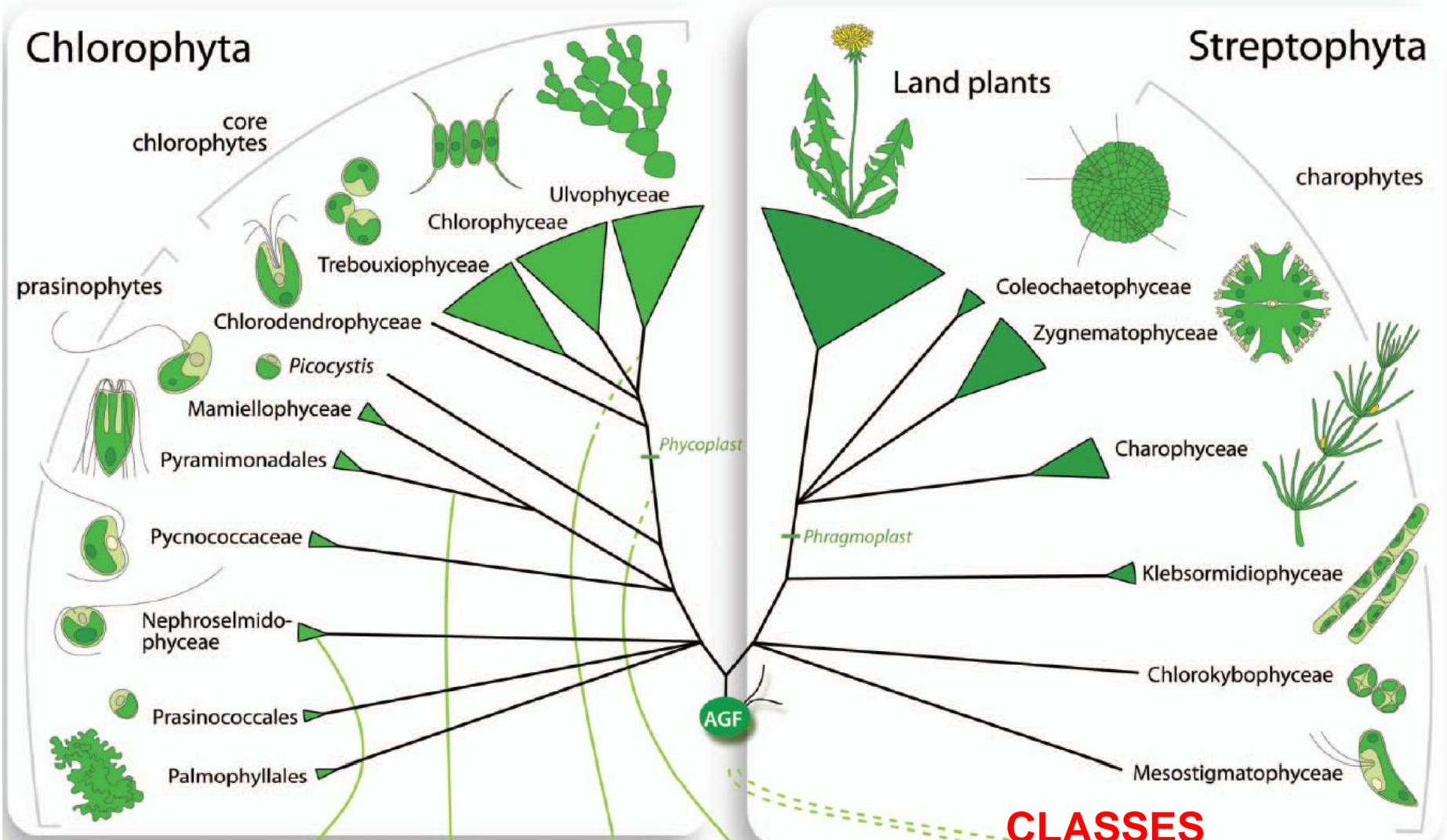


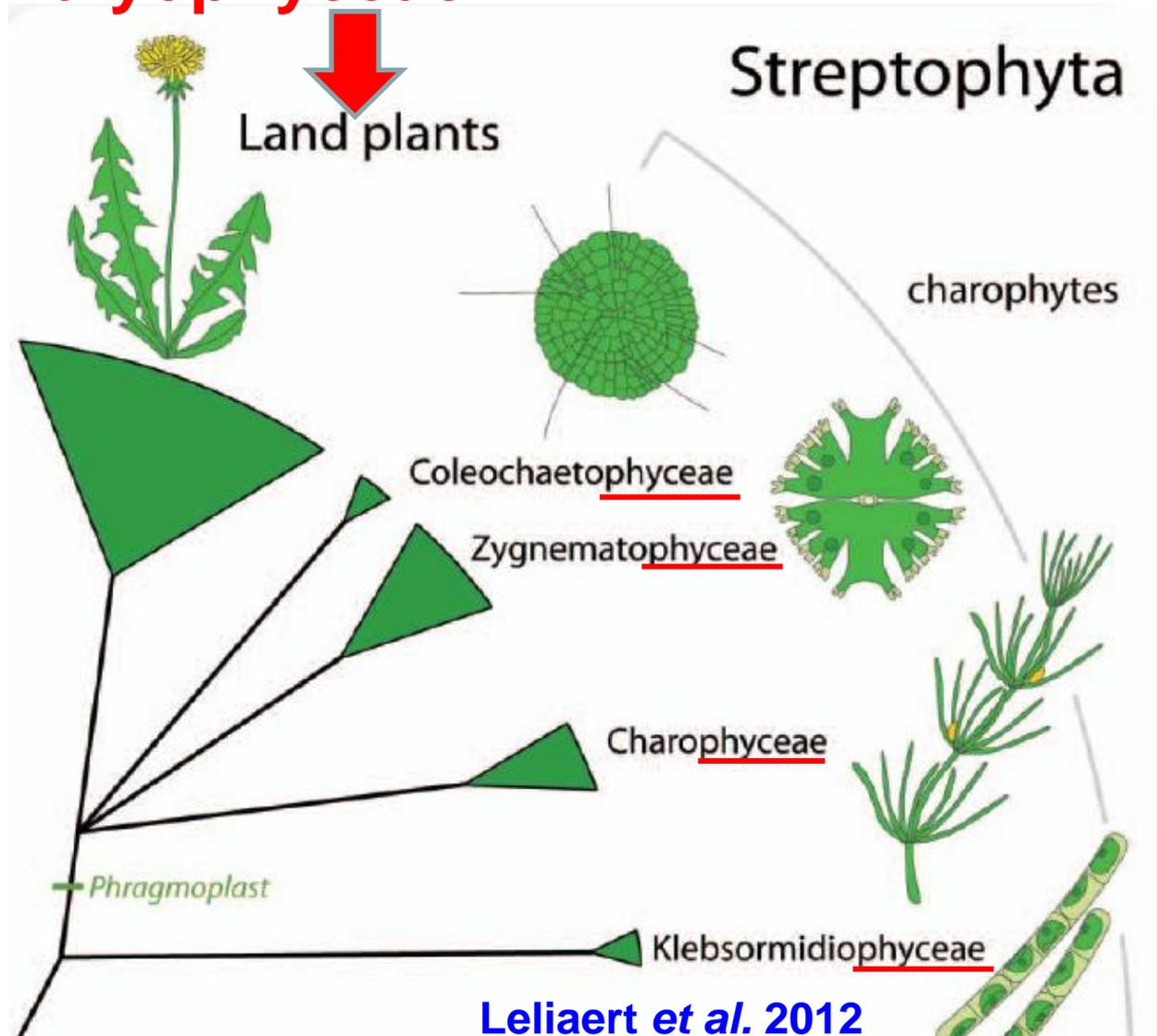
Fig. 2. Consensus phylogeny depicting fern relationships upon which our classification is based. Topology summarizes the results of previously published and ongoing phylogenetic studies (e.g., Hasebe & al., 1995; Pryer & al., 2004b; Schneider & al., 2004b; Korall & al., 2006; Schuettpelz & al., in press; Schuettpelz, unpubl.; see main text for others). Resolved nodes have received bootstrap support ≥ 70 except those drawn with dotted lines. Family, order, and class names that correspond to our classification are indicated to the right. Common names for some larger clades are indicated to the left.



segundo Lewis & McCourt 2004

Lewis & McCourt 2004

Classe Embryophyceae



Classificação das Organismos Vivos

Bresinsky *et al.* 2012

(ed. 36 do Tratado de Strassburger)

3 Reinos (domínios): Archaea, Bacteria, Eucarya

Eucarya: 7 subreinos - ex. Heterokontobionta,

Mycobionta, Rhodobionta etc. e Chlorobionta:

2 divisões: Cholorophyta (8 classes - ex. Ulvophyceae) e

Streptophyta: 13 subdivisões - ex.

Charophytina, Marchantiophytina, Bryophytina etc.

sendo 6 subdivisões de plantas vasculares:

Lycopodiophytina, Psilophytina, Equisetophytina,

Marattiophytina, Filicophytina e Spermatophytina

(esta com 4 classes: Cycadopsida, Ginkgopsida, Coniferopsida e Magnoliopsida).

Classificação das Embriófitas Chase & Reveal 2009

Table 1. A working classification of class Equisetopsida [embryophytes] (Fig. 1)

Equisetopsida

Class Equisetopsida C.Agardh, *Classes Pl.*: 7. 20 May 1825

Subclass Anthocerotidae Engl., in H.G.A. Engler & K.A.E. Prantl, *Nat. Pflanzenfam. I*, 3: 1, 6. 10 Oct 1893.

Subclass Bryidae Engl., *Syllabus*: 47. Apr 1892.

Subclass Marchantiidae Engl., in H.G.A. Engler & K.A.E. Prantl, *Nat. Pflanzenfam. I*, 3: 1, 5. 10 Oct 1893.

Subclass Lycopodiidae Beketov, *Kurs Bot.* 1: 115. 1863.

[monilophytes]

Subclass Equisetidae Warm., *Osnov. Bot.*: 221. 22–28 Apr 1883.

Subclass Marattiidae Klinge, *Fl. Est-Liv-Churland* 1: 93. 22–28 Jun 1882

Subclass Ophioglossidae Klinge, *Fl. Est-Liv-Churland* 1: 94. 22–28 Jun 1882.

Subclass Polypodiidae Cronquist, Takht. & Zimmerm., *Taxon* 15: 133. Apr 1966.

Subclass Psilotidae Reveal, *Phytologia* 79: 70. 29 Apr 1996.

[gymnosperms]

Subclass Ginkgooidae Engl., in H.G.A. Engler & K.A.E. Prantl, *Nat. Pflanzenfam. Nacht.* 1: 341. Dec 1897.

Subclass Cycadidae Pax, in K.A.E. Prantl, *Lehrb. Bot.*, ed. 9: 203. 5 Apr 1894.

Subclass Pinidae Cronquist, Takht. & Zimmerm., *Taxon* 15: 134. Apr 1966.

Subclass Gnetidae Pax, in K.A.E. Prantl, *Lehrb. Bot.*, ed. 9: 203. 5 Apr 1894.

[angiosperms]

Subclass Magnoliidae Novák ex Takht., *Sist. Filog. Cvetk. Rast.*: 51. 4 Feb 1967.

Superorder Amborellanae M.W.Chase & Reveal, *stat. et superord. nov.* Basionym: Amborellaceae Pichon, *Bull. Mus. Hist.*

Nat. (Paris), ser. 2, 20: 384. 25 Oct 1948, *nom. cons.*

Superorder Nymphaeanae Thorne ex Reveal, *Novon* 2: 236. 13 Oct 1992.

Superorder Austrobaileyanae Doweld ex M.W.Chase & Reveal, *stat et superord. nov.* Basionym: Austrobaileyoideae Croizat,

J. Arnold Arbor. 21: 404. 24 Jul 1940.

[core angiosperms – mesangiosperms]

Unplaced order: Chloranthales Mart., *Consp. Regn. Veg.*: 12. Sep–Oct 1835. If assigned to a superorder not recognized

here, the name, Chloranthanae Doweld, *Tent. Syst. Pl. Vasc.*: xxiv. 23 Dec 2001, is available.

Classificação das Embriófitas =

Classe Equisetopsida

(Chase & Reveal 2009)

Class Equisetopsida C.Agardh, Classes Pl.: 7. 20 May 1825

Subclass Anthocerotidae Engl., in H.G.A. Engler & K.A.E.

Subclass Bryidae Engl., Syllabus: 47. Apr 1892.

Subclass Marchantiidae Engl., in H.G.A. Engler & K.A.E.

Subclass Lycopodiidae Beketov, Kurs Bot. 1: 115. 1863.

[monilophytes]  **Clado não nomeado**

Subclass Equisetidae Warm., Osnov. Bot.: 221. 22–28 Apr

Subclass Marattiidae Klinge, Fl. Est-Liv-Churland 1: 93. 1879.

Subclass Ophioglossidae Klinge, Fl. Est-Liv-Churland 1: 93. 1879.

Subclass Polypodiidae Cronquist, Takht. & Zimmerm., Taxon 1: 103. 1952.

Subclass Psilotidae Reveal, Phytologia 79: 70. 29 Apr 1990.

Eufilófitas

[gymnosperms]

Subclass Ginkgooidae Engl., in H.G.A. Engler & K.A.E. Pflanzl. 1: 103. 1892.

Subclass Cycadidae Pax, in K.A.E. Prantl, Lehrb. Bot., ed. 2, 1: 103. 1892.

Subclass Pinidae Cronquist, Takht. & Zimmerm., Taxon 1: 103. 1952.

Subclass Gnetidae Pax, in K.A.E. Prantl, Lehrb. Bot., ed. 2, 1: 103. 1892.

**Clado
não
nomeado**

[angiosperms]

Subclass Magnoliidae Novák ex Takht., Sist. Filog. Cvetk. 1: 103. 1960.

Classificação das Traqueófitas

Chase & Reveal 2009

Class Equisetopsida C.Agardh, Classes Pl.: 7. 20 May 1825

Subclass Anthoceroti

Subclass Bryidae Engl.

Subclass Marchantiid

Subclass Lycopodiida

[monilophytes]

Subclass Equisetidae

Subclass Marattiidae

Subclass Ophioglossi

Subclass Polypodiida

Subclass Psilotidae Reveal, Phytologia 19: 10. 29 Apr 1991

[gymnosperms]

Subclass Ginkgooidae Engl., in H.G.A. Engler & K.A.E. P.

Subclass Cycadidae Pax, in K.A.E. Prantl, Lehrb. Bot., ed

Subclass Pinidae Cronquist, Takht. & Zimmerm., Taxon 1

Subclass Gnetidae Pax, in K.A.E. Prantl, Lehrb. Bot., ed.

[angiosperms]

Subclass Magnoliidae Novák ex Takht., Sist. Filog. Cvetk.

**Embryopsida, a new name for the class
of land plants - Pirani & Prado 2012**

Embryopsida Engler ex Pirani & J. Prado, *cl. nov.*

*Plantae embryonatis, acotyledoneae vel
cotyledoneae, sporophytiis multicellularis, tectis cum
cuticula, praesentia ex archegonia, antheridia et
esporangiis, sporae pariete cum sporopollinina.*

EMBRIÓFITAS

Traqueófitas

Eufilófitas

Licófitas

Monilófitas

Espermatófitas

Hep. Mus. Antoc.

Filogenias têm proporcionado melhor conhecimento das linhagens de plantas.

Aprimoramento das classificações, sem que todos os clados evidenciados precisem ser nomeados.

Méritos e limitações relativos das abordagens morfológicas e moleculares:

- **variam entre grupos de organismos,**
- **variam nos diferentes níveis taxonômicos**

2 vantagens principais dos métodos moleculares:

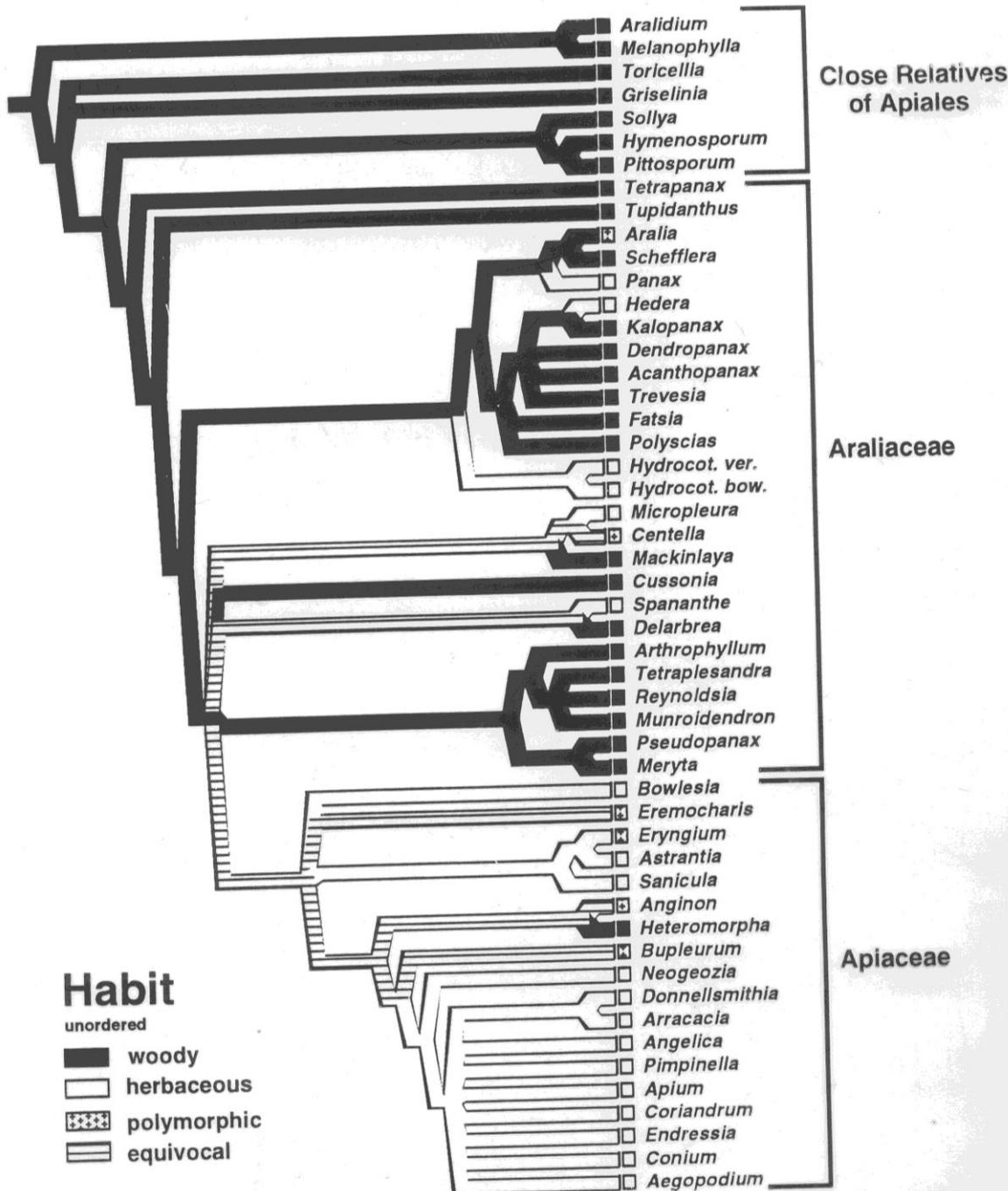
- **amplitude filogenética das comparações**
- **independência de influências externas**
- **Árvore da Vida**

Vantagens dos métodos morfológicos:

- **Fenótipos morfológicos mais prontamente detectáveis e reconhecíveis**
- **Tamanho da amostragem maior (virtualmente completa!)**
- **Eventuais distribuições diferenciais**
(populacionais ou geográficas)
- **Acesso à informação paleontológica**
(campo praticamente exclusivo da morfologia)
- **Possibilidade de incorporar informação ontogenética**
- **Custo mais baixo ?**

Aplicações das filogenias

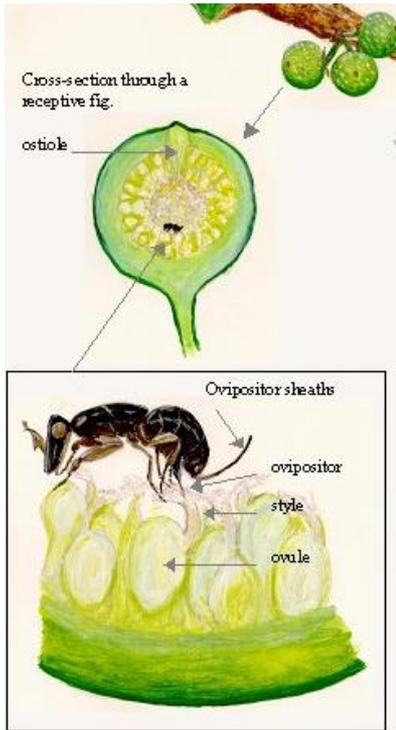
hipóteses de evolução de caracteres



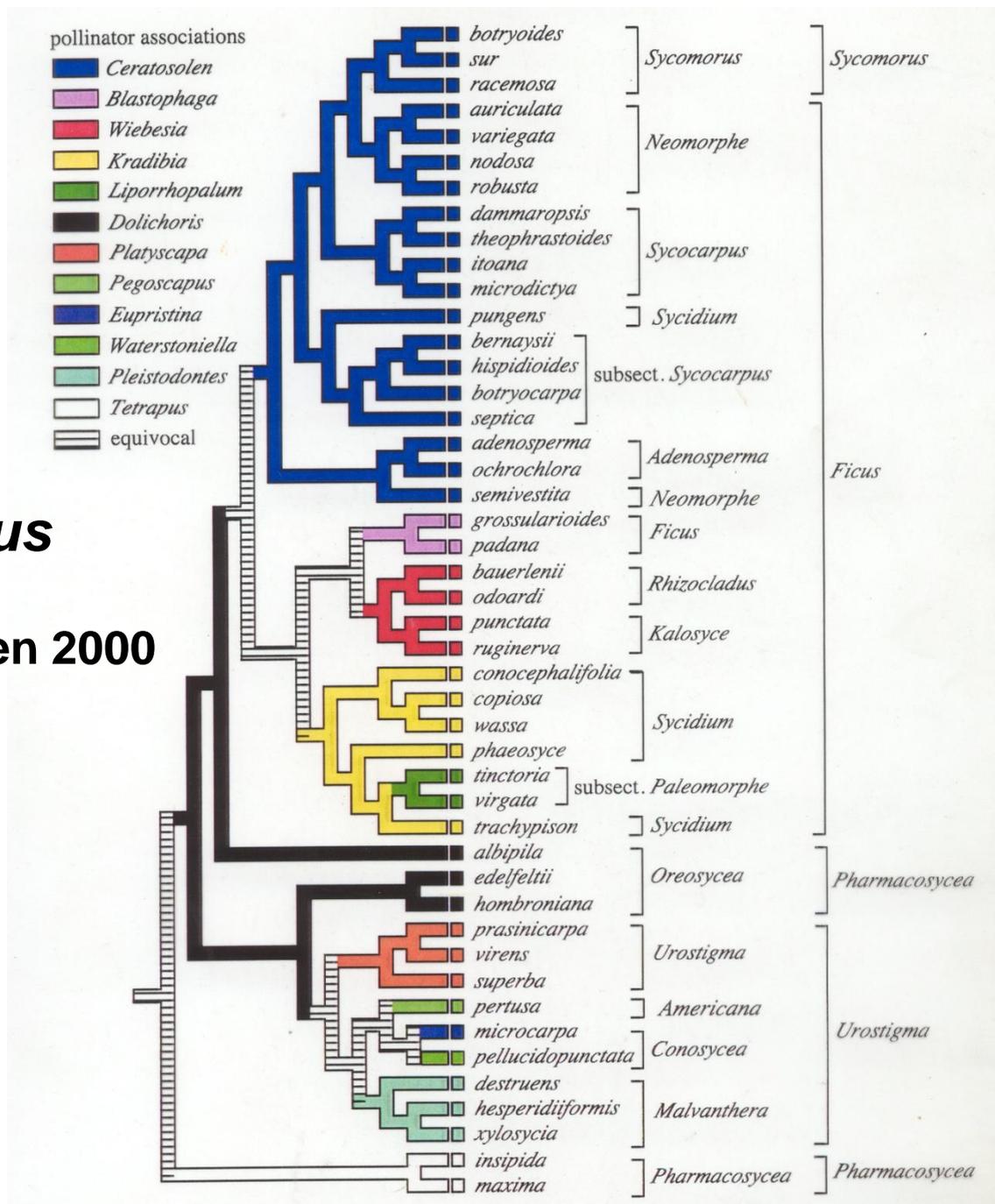
Plunkett et al. 1996

Aplicações das filogenias hipóteses de evolução

Evolução da polinização em *Ficus*

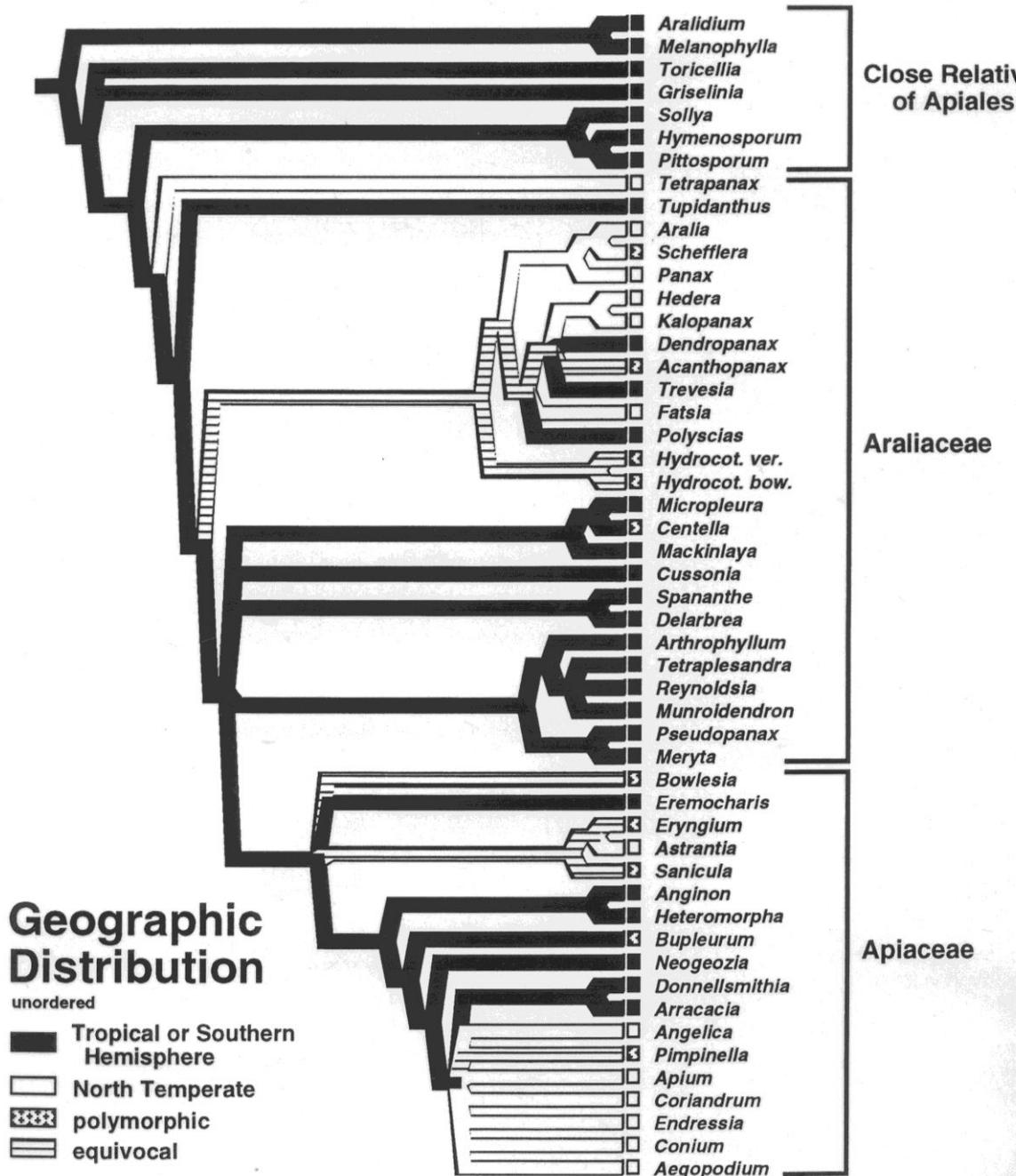


Weiblen 2000



Aplicações das filogenias

hipóteses biogeográficas



Plunkett et al. 1996

1970-93 – consenso besseyano (gradismo)

década de 1990 – consolidação do paradigma da Sistemática Filogenética

1993-2013 - avanços das filogenias moleculares

APG 1998

APG-II 2003

APG-III 2009

Argumentação contemporânea focada nas relações entre filogenias e classificações.

Classificações hierárquicas construídas com base em morfologia:

- refletem e são congruentes com muitos nós da árvore filogenética dos seres vivos;
- provêm a estrutura de grupos sobre os quais análises de sequências de DNA são implementadas.

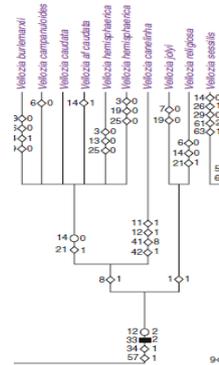
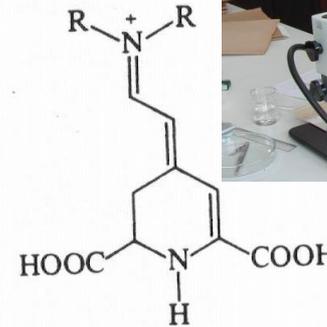
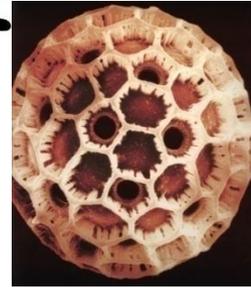
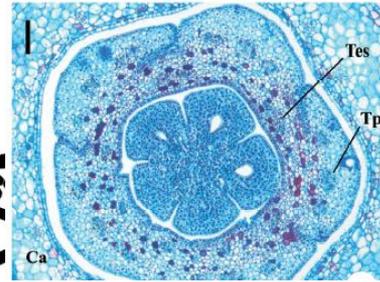
Filogenias macromoleculares (e combinadas):

- podem fornecer corroboração ou resolução para grupos tradicionais;
- permitem acurácia nas partes da filogenia em que há carência de dados morfológicos.
- indicam o contexto onde estudos anatômicos rigorosos e críticos de caracteres morfológicos devem ser implementados.

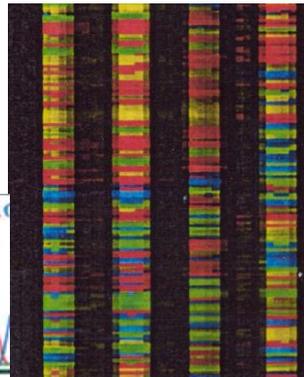
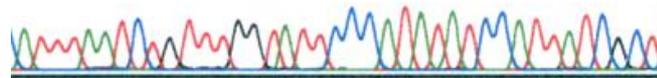
Progresso da Sistemática - fontes de evidência taxonômica:

da morfologia aos genes

- morfológicos
- anatômicos
- palinológicos
- citológicos
- micromoleculares
- macromoleculares (DNA e RNA)



TAAATTACAGAAAGGATAAACCTATATACCTAATACGCA
200 210 220 230



```
TCGAATCCTG CGATAGCAGA A.GACCCGCT
TCGAATCCTG TGATACCAGA ATGACTTGTT
TCGAATCCTG TGATACCAGA ATGACTTGTT
TCGAATCCTG CGATACTAGA ATGACCCGTT
TCGAATCCTG CGAGAGCAGA ATGACCCGTA
TCGAATCCTG CGAGAGCAGA GTGACCCGTA
TCGAATCCTG CGATAGCAGA ATGACCCGTT
TCGAATCCTG CTCTAGCGGA ATGACCCGTT
TCGAATCCTG CTCTATTGGA ATGACCCGTT
```

Sistemática
Filogenética



SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA

- possibilita construção de sistema de classificação preditivo, constituído de grupos que provavelmente sejam linhagens naturais

- permite hipóteses mais objetivas sobre evolução dos diversos traços biológicos e sobre a diversificação dos grupos