

Universidade de São Paulo - Instituto de Biociências

BIB 5772 - Biogeografia de Plantas vasculares

**Estudo dirigido de FITO GEOGRAFIA:
Padrões de distribuição geográfica de plantas, com ênfase em angiospermas**

Prof. Dr José Rubens Pirani

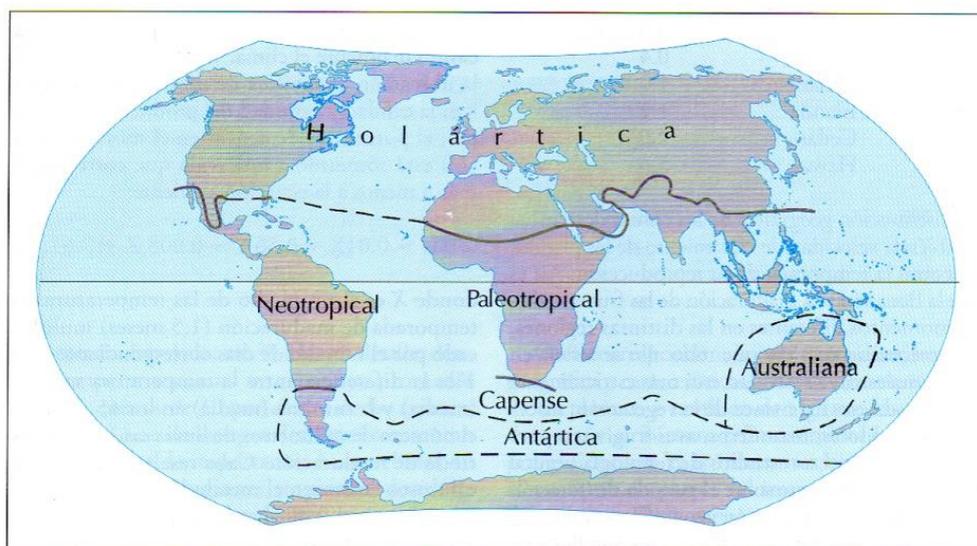
Introdução

Ao examinar comparativamente os padrões de distribuição de táxons, cabe fundamentalmente verificar se a distribuição é contínua ou em disjunção, e se a distribuição é ampla ou restrita (endemismo). Contudo, todos esses enfoques são relativos e permitem subjetividade, sendo necessários escala de análise adequada e sistema de classificação explícito.

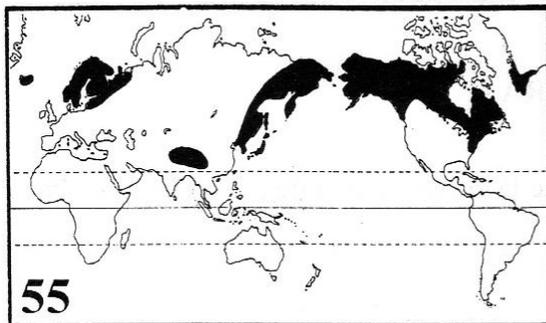
Existem diversas maneiras de classificar distribuições. Considerando a quantidade de regiões biogeográficas em que se encontra distribuído um táxon, Rapoport *et al.* (1976) propuseram as seguintes categorias corológicas:

- (1) *Táxon endêmico*: presente em uma só região biogeográfica.
- (2) *Táxon característico*: presente em duas regiões biogeográficas.
- (3) *Táxon semicosmopolita*: presente em 3-4 regiões biogeográficas.
- (4) *Táxon cosmopolita*: presente em 5-6 regiões biogeográficas.

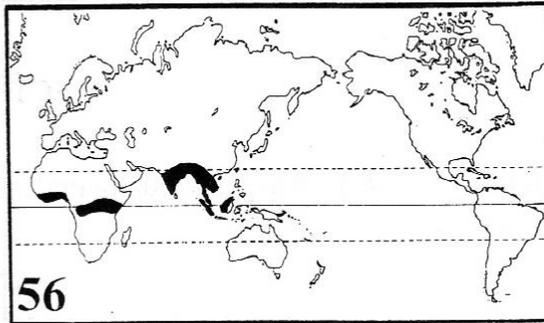
EXERCÍCIO 1: Os mapas 55 a 64 extraídos de Morrone *et al.* (1996), ilustram as distribuições de algumas famílias de angiospermas (segundo Heywood 1993). Determine as categorias corológicas a que cada uma pertence segundo a classificação de Rapoport *et al.* (1976). Utilize as 6 regiões biogeográficas florísticas tradicionais ilustradas aqui abaixo. Explícite as regiões ocupadas por cada família junto da sua categoria corológica.



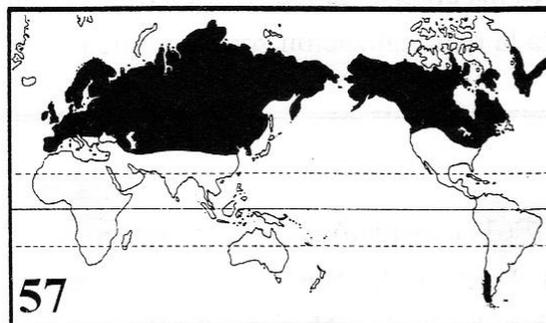
4.12 Las seis Regiones Fitogeográficas (según A. Takhtajan).



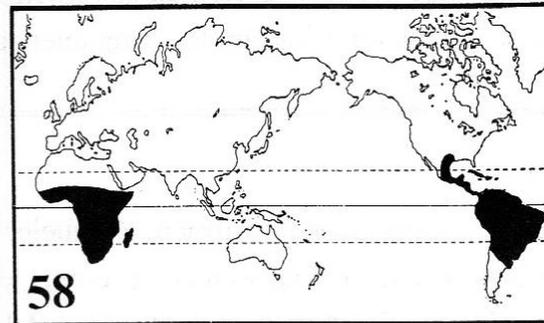
55



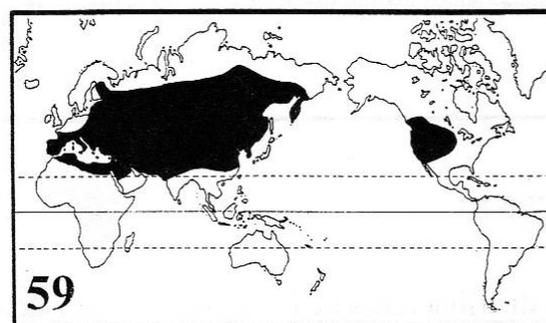
56



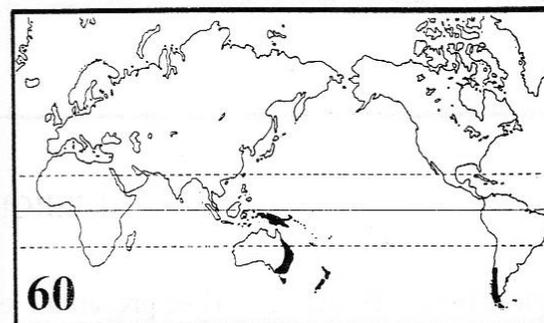
57



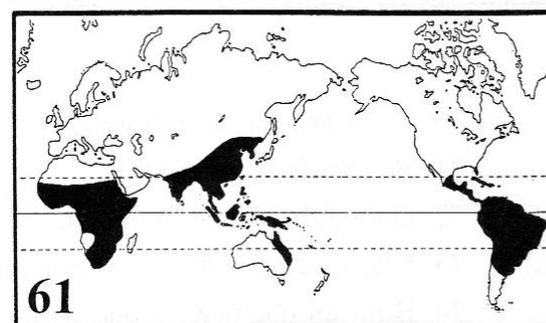
58



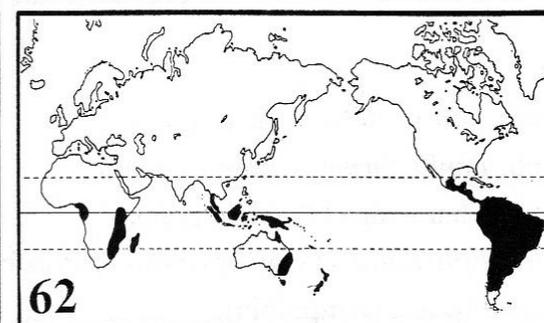
59



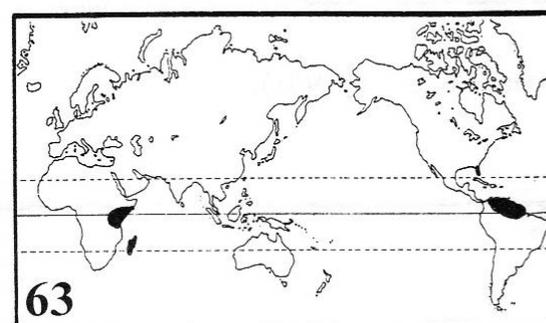
60



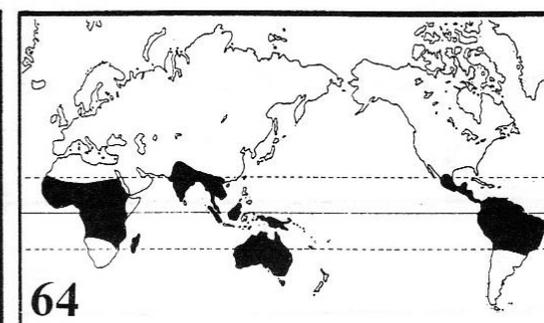
61



62



63



64

55. Diapensiaceae; 56. Ancistrocladaceae; 57. Empetraceae; 58. Turneraceae;
 59. Paeoniaceae; 60. Nothofagaceae; 61. Piperaceae; 62. Monimiaceae;
 63. Canellaceae; 64. Dilleniaceae.

A distribuição total de certas famílias ou gêneros pode ser semelhante na circunscrição, mas podem diferir consideravelmente em outros aspectos como: centro de diversidade (áreas de maior riqueza específica); proporção de endemismos; amplitude ecológica. A restrição de um táxon a uma determinada área de distribuição é consequência tanto de fatores históricos como de processos ecológicos, presentes e pretéritos.

SUMÁRIO DE TERMOS/DEFINIÇÕES usados para descrever padrões de distribuição de espécies e outros táxons (baseado em Spellerberg & Sawyer 1999, Lomolino *et al.* 2006, Moro *et al.* 2012, Parenti & Ebach 2009, Pysek *et al.* 2004, Rabinowitz 1986):

Cosmopolita (subcosmopolita, semicosmopolita), do Gr. *kosmos*, universo + *politos* = cidadão – táxons amplamente distribuído pelo mundo.

Disjunto - do lat. *disjunctus*, separado, afastado – táxon que ocupa áreas substancialmente separadas (i.e. com distribuição descontínua).

Endêmico, do lat. *endemicus* derivado do gr. *en*, em + *demos*, povo (originalmente relativo a doença restrita a um lugar e decorrente de causas locais) – táxon restrito a uma dada área geográfica. Com as categorias já descritas (não mutuamente excludentes):

microendêmico – táxon com distribuição restrita a uma localidade muito reduzida.

endêmico primário – táxon nativo da área à qual está restrito. Equivale a endêmico autóctone.

endêmico secundário – táxon cuja distribuição original se contraiu à área onde está agora restrito. Equivale a endemismo alóctone.

endêmico alóctone – táxon restrito a uma área distinta da área que ocupava no passado (esta podia ser ampla ou restrita, mas diferente da atual); equivale aproximadamente a endemismo secundário.

endêmico autóctone – táxon restrito à área em que se diferenciou, i.e. nunca teria ocupado outras áreas antes. Pode ser equivalente a neoendêmico.

neoendêmico* – equivalente a endêmico autóctone, mas aplicado a táxon do qual se tenha evidências (ou hipótese) de origem relativamente recente (por exemplo como resultado de mudanças no habitat ou por meio de processos como poliploidia, sendo que o táxon neoendêmico vive próximo a seus aparentados).

paleoendêmico* – relictos ou táxon relictual, táxon restrito com distribuição pretérita mais ampla; pode ser equivalente a endêmico alóctone, mas geralmente aplicado a táxon do qual se tem evidência (ou hipótese) de que ficou isolado por causa de extinção de suas populações em algumas áreas (por exemplo, táxon hoje restrito mas do qual se conhece fóssil em outra área). Distingue-se **relicto taxonômico** (único sobrevivente de um grupo outrora diversificado) de **relicto biogeográfico** (descendente estreitamente endêmico de um táxon outrora amplamente distribuído), mas muitas vezes as 2 categorias coincidem, como no caso do exemplo notável *Ginkgo biloba*, gimnosperma restrita a uma pequena região na

China oriental, único táxon vivente de um grupo que era muito diversificado e tinha ampla distribuição no Mesozóico.

**Os conceitos de paleo e neoendemismo requerem hipótese filogenética e bom conhecimento da distribuição de todos os táxons aparentados, i.e. uma análise biogeográfica – distinção entre táxons neo e paleoendêmicos num grupo só pode advir de detecção de um padrão biogeográfico acurado.*

Raro – do lat. *rarus*, pouco freqüente, escasso – táxons podem ser raros de várias maneiras: ou ocorrem somente em habitats raros, ou são muito localizados em uma área pequena, ou têm poucos indivíduos (baixa abundância). Nas duas primeiras situações o táxon geralmente é endêmico enquanto na terceira situação o táxon pode também ser geograficamente restrito ou amplo (disjunto) mas não é encontrado em abundância (populações pequenas, poucos indivíduos). Rabinowitz et al. (1986) detectaram sete formas de raridade expressas num quadro abordando três níveis de características:

Tabela - Sete formas de RARIDADE baseadas em 3 aspectos geográficos e ecológicos, com exemplos (Rabinowitz et al. 1986)

1. Distribuição geográfica	Ampla		Restrita	
2. Especificidade de habitat	Ampla	Restrita	Ampla	Restrita
3. Tamanho da população local: grande em alguma área	<i>Chenopodium album</i> , Amaranthaceae, falsa-erva de Santa Maria, ruderal em vários países	<i>Rhizophora mangle</i> , Rhizophoraceae, mangue-siriúba, de manguezais de vários continentes	<i>Primula scotica</i> , uma primula da Escócia	<i>Argyroxiphium macrocephalum</i> , Asteraceae endêmica da ilha Maui no Havaí
3. Tamanho da população local: pequena em todas as áreas	<i>Setaria geniculata</i> , Gramineae, dos EUA à Argentina e Chile	-	<i>Draba muralis</i> Brassicaceae da Europa até oeste da Rússia	<i>Lloydia serotina</i> , Liliaceae montana da Europa, principalmente dos Alpes

Nativo, do lat. *natus*, nascimento, **ou indígena**, do lat. *indigena*, indígena, nativo – espécie natural de uma região, ou que ali chegou independentemente de atividade humana.

Exótico, do lat. *exoticus*, estrangeiro – táxon não nativo da região em foco, geralmente introduzido pelo homem. Muitas plantas cultivadas em nossas culturas são exóticas (ver Pysek et al. 2004).

Naturalizado ou **subespontâneo**, do lat. *sub* + *spontaneus*, espontâneo, nativo (opp. a *cultus*, *sativus*, cultivado) – táxon exótico que após a introdução na área passa a estabelecer populações naturalmente. Pode tornar-se praga (ruderal) ou não. Deve-se preferir usar o termo *naturalizado* (ver Pysek et al. 2004 e Moro et al. 2012).

Silvestre, do lat. *silvestris*, da mata, não cultivado, nativo - planta que nasce e se reproduz espontaneamente numa dada área e que não é cultivada pelo homem. *Opõe-se a planta ou espécie cultivada*. Quando cresce onde indesejável é chamada **planta daninha** ou **malerba** ou **invasora** ou **ruderal** (ver Pysek et al. 2004 e Moro et al. 2012).

Adventício, do lat. *adventicius*, vindo de fora. - táxon exótico que chegou a uma flora ou país espontaneamente, não foi introduzido pelo homem. Geralmente é ruderal (ver acima e ainda Pysek et al. 2004 e Moro et al. 2012).

EXERCÍCIO 2:

Aponte quais das várias definições de distribuição podem ser aplicadas aos táxons abaixo:

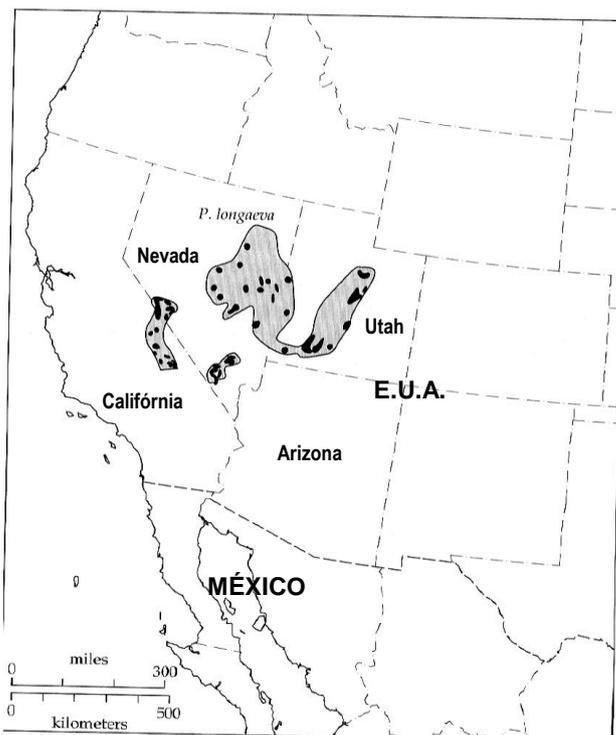
1. *Ceratophyllum demersum*, Ceratophyllaceae: erva submersa sem raízes, encontrada em lagos e águas calmas de todos os continentes, de latitudes baixas a altas:
2. Strelitziaceae: família de Monocotyledoneae com 3 gêneros: *Ravenala* (árvore-do-viajante) em Madagascar, *Strelitzia* (ave-do-paraíso) no sul da África e *Phenakospermum* (sororoca) na Amazônia:
3. *Hedychium coronarium* (lírio-do-brejo), Zingiberaceae: erva rizomatosa palustre, originária da Ásia tropical (região do Himalaia), hoje com populações numerosas em brejos de quase todos países tropicais; na região neotropical ocorre do sul dos E.U.A. à Argentina:
4. *Dimorphandra mollis* (faveira), Leg.Caes.: árvore muito freqüente em cerrados do NE ao SE do Brasil, propaga-se muito eficientemente mas tem vagens tóxicas para o gado:
5. Velloziaceae (família das canelas-de-ema): grupo de monocotiledôneas com 250 espécies, sendo cerca de 30 da África e Madagascar, e as demais americanas (do Panamá ao Brasil e Bolívia):
6. *Galipea*, Rutaceae: gênero de 15 espécies florestais distribuídas da Costa Rica à Bolívia e todo o Brasil (até São Paulo):
- G. laxiflora* forma populações escassas em matas úmidas do sul da Bahia até Rio de Janeiro:; *G. ciliata* forma populações numerosas nas matas secas da Bahia e norte de Minas Gerais e também da matas secas do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul até o bosque seco chiquitano na Bolívia:
7. *Atriplex* (Amaranthaceae) é gênero de halófitas amplamente distribuído na América do Norte ocidental; várias formas poliplóides ocorrem em áreas bem reduzidas, habitats muito peculiares em torno do Grande Lago salgado em Utah (ver mapa abaixo), áreas que foram cobertas pelas águas do Lago Bonneville no Plesitoceno (do qual o Grande Lago Salgado é um pequeno remanescente), por isso acredita-se que aqueles poliplóides se diferenciaram nos últimos milhares de anos:
8. *Pinus longaeva* (Pinaceae), o pinheiro do qual se conhecem as árvores mais antigas do mundo (ca. 4500 anos de idade); espécie hoje restrita a poucas localidades alto-montanas na Great Basin no oeste dos EUA (preto no mapa abaixo), porém no Pleistoceno superior, há pouco mais de 10 mil anos, ocorria em zonas mais baixas em distribuição bem mais ampla (em sombreado no mapa):

Figura ref. ao exercício 2-7

Setorização das áreas áridas da América do Norte em 4 províncias de desertos, do S para N: Chihuahuan, Sonora, Mojave e Grande Bacia. Os 3 primeiros são desertos relativamente quentes, de baixa altitude, distintos entre si principalmente por um gradiente E-W de sazonalidade de precipitação: chuvas no verão em Chihuahuan, no inverno e verão em Sonora, no inverno em Mojave. A Grande Bacia, devido à maior latitude e altitude, é um deserto frio ou uma estepe-arbustiva. Cada uma destas províncias tem plantas e animais endêmicos.



Lomolino et al. 2006



Distribuição atual (em preto) e no Pleistoceno superior (em cinza) de *Pinus longaeva* (Pinaceae),

segundo Wells 1983
apud Lomolino et al. 2006.

Figura ref. ao exercício 2-8

Disjunção:

É o padrão de distribuição em que as áreas ocupadas por um mesmo táxon (ou táxons relacionados) estão separadas por uma distância considerável, por exemplo um hiato espacial que excede a capacidade normal de difusão do táxon. Isso significa que existe uma *disjunção geográfica*: o padrão cartográfico obtido sugere a existência de uma barreira geográfica ocasionando o isolamento espacial de duas ou mais partes do táxon (podendo levar ao isolamento reprodutivo no caso de populações de uma espécie).

Quais os três processos históricos fundamentais causadores de disjunções?,
..... e

Thorne (1972) resumiu as PRINCIPAIS DISJUNÇÕES INTERCONTINENTAIS DE FANERÓGAMAS na seguinte classificação em padrões:

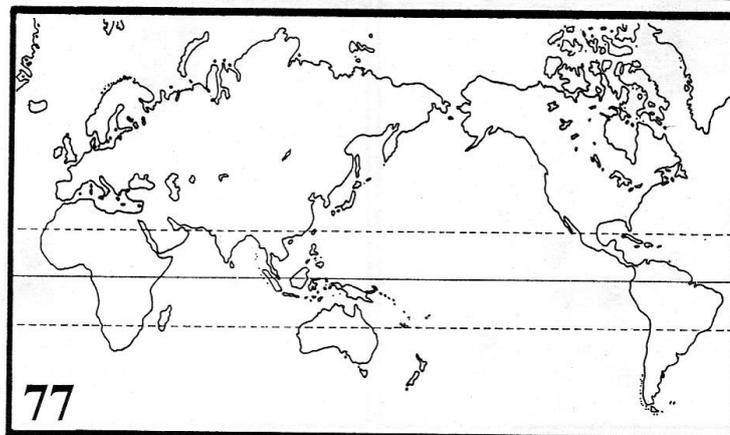
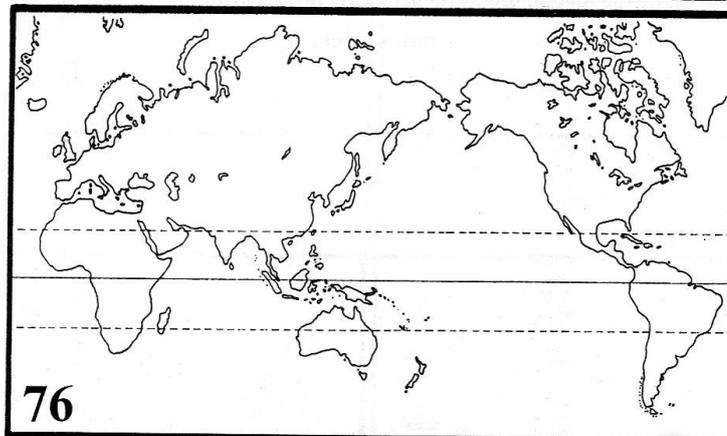
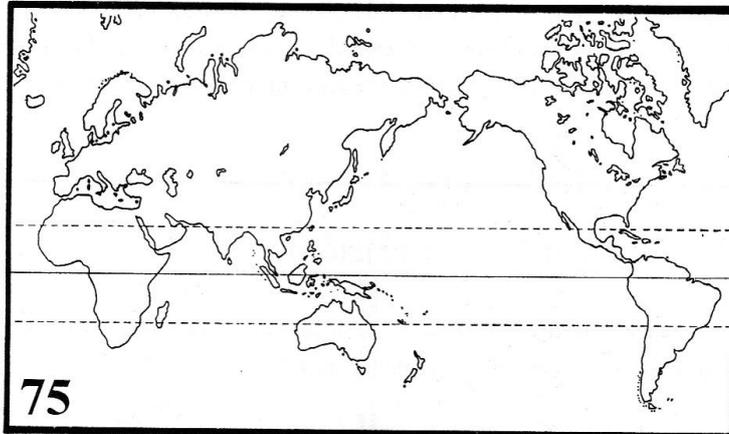
1. Eurasiano-Norte Americano - (Mapas 1 a 11 do artigo original)
- Ártico - Boreal - Temperado (20 fam. 316 gên.) - Disjunções amplas intracontinentais.
2. Anfi-Pacífico Tropical (Mapas 12, 16, 17) - 85 gên. / 11 fam.
3. Pantropical - (Mapa 19) - 334 gên./ 59 fam.
4. Africano-Eurasiano (Pacífico) - Mapas 20 a 22) - 600 gên./ 17 fam.
5. Anfi-Oceano Índico (Mapa 26).
6. Ásia-Pacífico (Mapas 27, 28) - 460 gên./ 7 fam.
7. Pacífico - (Mapa 29) - 370 gên./ 7 fam.
8. Pacífico-Índico-Atlântico (Mapa 31).
9. Americano-Africano (Mapas 32 e 33) - 111 gên./ 12 fam.
10. América do Norte - América do Sul (Mapas 34 e 35) - ca. 360 gên. / 13 fam. (números certamente subestimados por não incluir América Central).
11. América do Sul-Australásia (Mapas 37 a 39) - 7 fam.
12. América do Sul temperada - Ásia (Mapa 40).
13. Circum-Sul-Temperado - (Mapa 41).
14. Circum-Antártico (Mapa 42).
15. Subcosmopolita (Mapa 43) - 125 gên. / 90 fam.
16. Anômalos (Mapa 44) – padrões muito peculiares, exclusivos de um só táxon ou não compartilhados por mais que 2-3 táxons.

Thorne interpretou essas grandes disjunções de uma forma conservadora, afirmando que algumas seriam indicadores confiáveis de conexões terrestres passadas e outras não.

Problemas na interpretação do significado dessas disjunções serão discutidos em aula com exame dos seguintes padrões: América do Sul-Australásia; Americano-Africano; Norte-americano-Sulamericano.

EXERCÍCIO 3: Analise algumas monografias de táxons vegetais ou os mapas do livro de Heywood (1978, *Flowering plants of the world*. Oxford Univ. Press, Oxford), ou consulte os mapas de famílias de angiospermas no sítio www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb e com base nos mapas de distribuição plote nos planisférios abaixo 3 a 6 exemplos de categorias propostas por Thorne (1972, pdf disponibilizado, preferentemente famílias ou gêneros ocorrentes no Brasil.

MANUAL DE BIOGEOGRAFÍA HISTÓRICA



Em escala geográfica menor também se encontram disjunções, onde as barreiras são de índole distinta, e.g. cordilheiras para espécies tropicais ou terras baixas para espécies de altitude ou de climas temperados. Esses padrões frequentemente são observados em nível específico e infraespecífico.

Rapoport (1982) mostrou que nas **distribuições de espécies e subespécies** podem ser observados **quatro modelos fundamentais de partição** (figura abaixo): **contiguidade (táxons parapátridos, A1 - A4)**; **inclusão (B1 - B3)**; **disjunção (táxons alopátridos, C1 - C3)**; **superposição (táxons simpátridos, D1 - D3** - este não se aplica adequadamente para subespécies). Os três primeiros termos são bem abrangentes e por isso também incluem táxons que historicamente foram variadamente tratados por biogeógrafos como “pares de espécies” ou “espécies geminadas” ou ainda “espécies vicariantes”, no sentido de espécies proximamente relacionadas que ocupam em espaços distintos, podendo ambas manter um mesmo nicho ou nichos diferentes: especiação via ecotipificação como propunha Rizzini (1979) para “pares vicariantes” como o jatobá da mata (*Hymenaea courbaril*, Leguminosae-Caesalpinioideae) e o jatobá do cerrado (*H. stigonocarpa*), ou o vinhático da mata (*Plathymenia foliolosa*, Leg. Mimosoideae) e o vinhático do cerrado (*P. reticulata*), por exemplo. Não há ainda uma filogenia de *Hymenaea* corroborando que aquelas duas espécies sejam irmãs, e no caso do vinhático uma revisão recente propôs que se trate de uma única espécie. Esses dois exemplos foram alvo de estudos modernos de sistemática e filogeografia que serão abordados em aula teoria.

Num estudo de 150 espécies de mamíferos de seis ordens, com 898 subespécies reconhecidas, Hall & Kelson (apud Rapoport 1982) encontraram as subespécies: 90,3% contíguas, 8,6% disjuntas, 1,1% inclusas. Há clara predominância do modelo de contigüidade nas subespécies de vertebrados, e Rapoport apresenta métodos para abordar analiticamente (estatisticamente) a partição de espaço pelas subespécies.

Areography

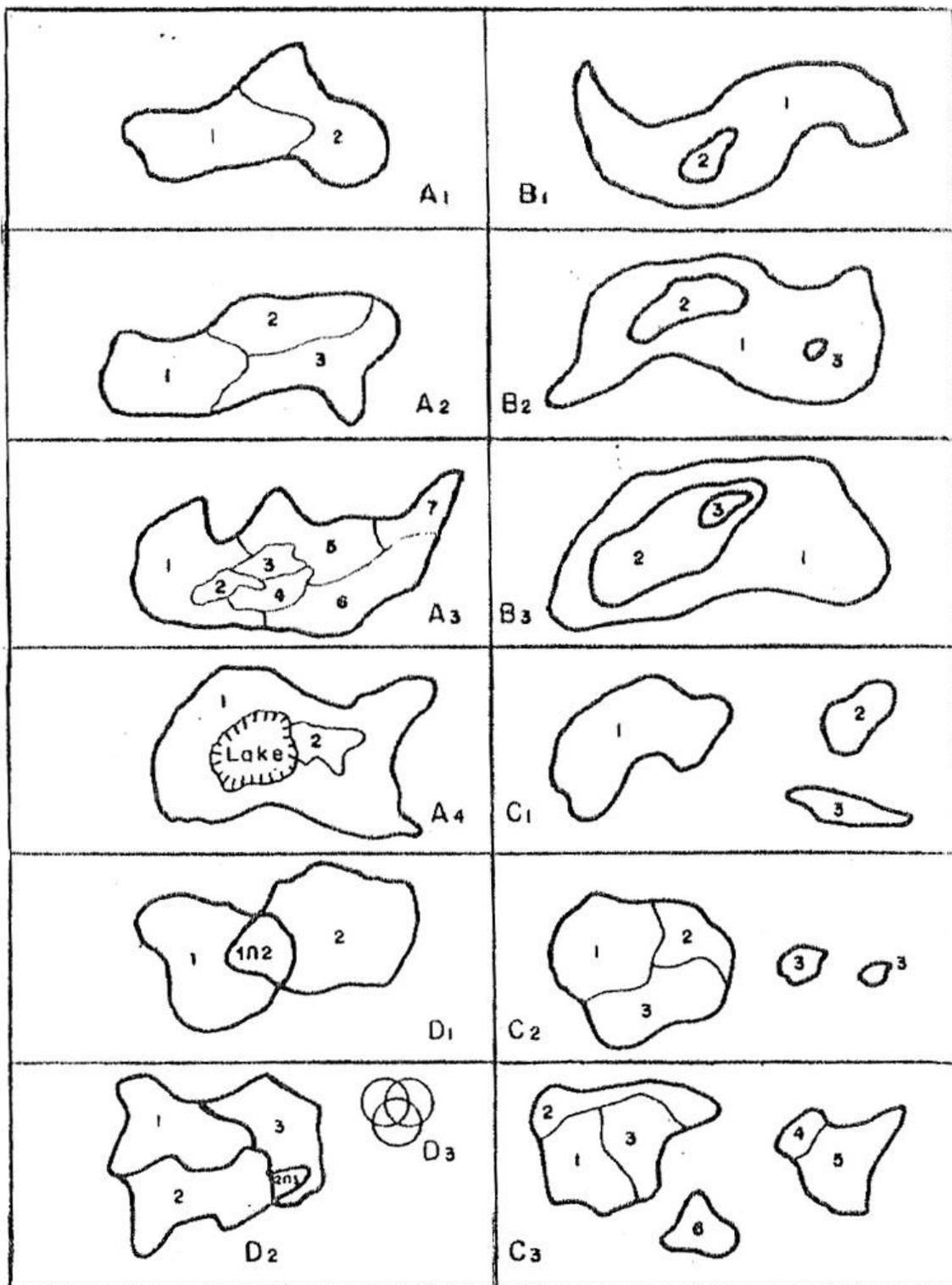
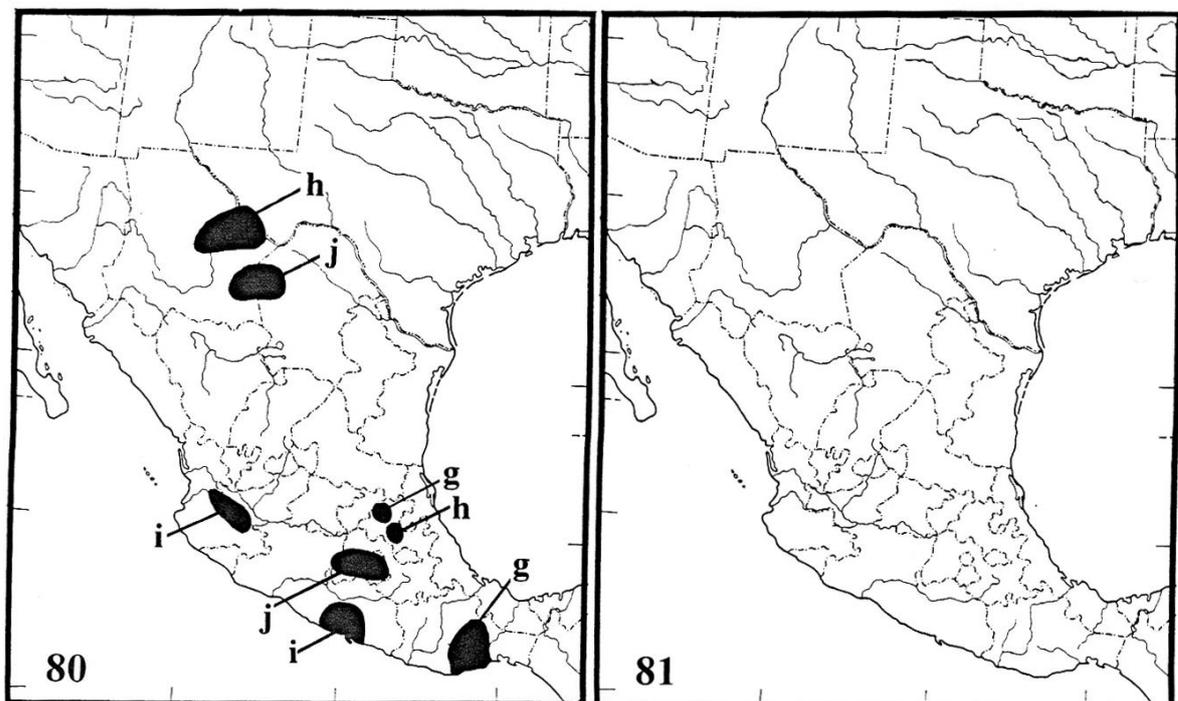
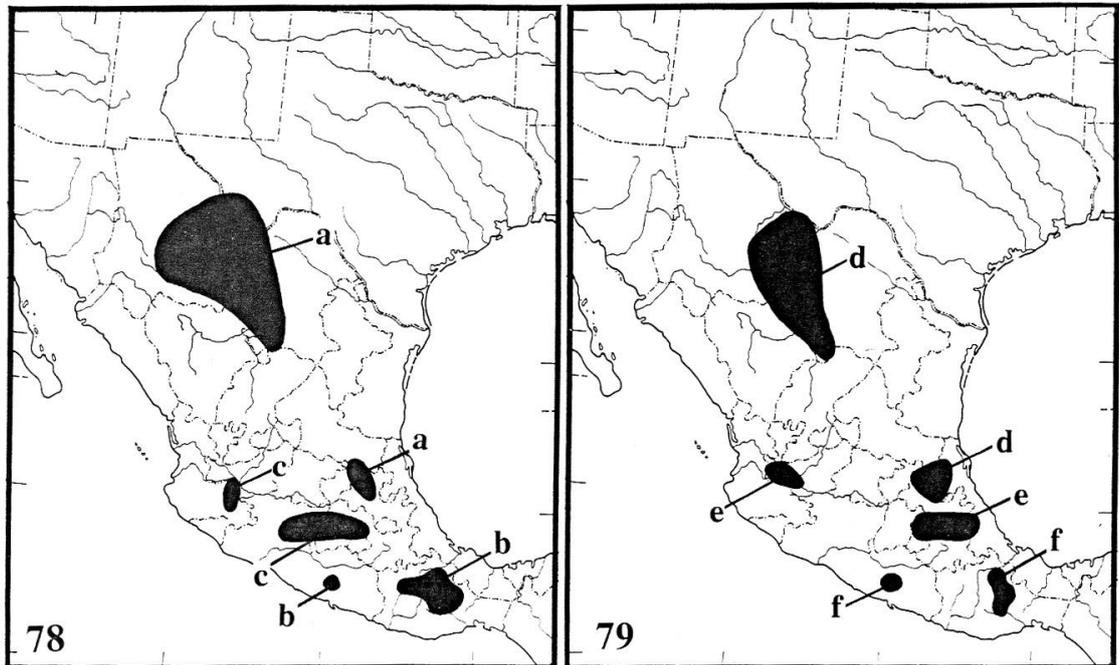


Figura extraída de Rapoport (1982): **quatro modelos fundamentais de partição de espécies e subespécies: contiguidade** (táxons parapátridos, A1 - A4); **inclusão** (B1 - B3); **disjunção** (táxons alopátridos, C1 - C3); **superposição** (táxons simpátridos, D1 - D3).

EXERCÍCIO 4 (extraído de Morrone et al. 1996): Baseado nas disjunções de 10 espécies mexicanas hipotéticas, representadas nos mapas 78 a 80 com uma mesma letra, ordene tais distribuições de acordo com suas afinidades espaciais e represente os resultados no mapa em branco (81). A evidência de possível congruência ou homologia espacial entre os pares de espécies e, e permite que tipo de hipóteses?



Provincialismo: conceito referente à regionalização, baseado na percepção de que os endemismos não são distribuídos nem ao acaso nem uniformemente; em vez disso, aparecem concentrados ou coincidentes em algumas regiões. Por exemplo, táxons superiores de grupos não relacionados entre si, como certas famílias ou ordens de plantas e animais, frequentemente exibem padrões de endemismo similares. Isso permite o reconhecimento de reinos, regiões, províncias, distritos e outros setores biogeográficos, organizados como categorias hierárquicas, cada qual exibindo biotas taxonomicamente distintas.

A classificação em setores biogeográficos começou com De Candolle (1820) e Sclater (1858) e Wallace (1876) e continua em evolução – trata-se do fundamento empírico primário da Biogeografia! Os reinos florísticos reconhecidos são tradicionalmente 6 (terrestres, ou 7 quando se acrescenta o Reino Oceânico) (ver fig. da pág. 1).

Reinos florísticos (ou Regiões Fitogeográficas, segundo Takhtajan 1986):

6 terrestres, 1 marinho

Reino HOLÁRTICO: América do Norte, Eurásia, norte da África. Bastante homogênea. Muitas das famílias de plantas vasculares mais ricas em espécies tem grande diversidade aqui, e.g. Apiaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Saxifragaceae, Leguminosae-Papilionoideae.

Reino PALEOTROPICAL: África do Saara ao Kalahari, sul da Ásia e ilhas do Pacífico. Famílias com centro de riqueza nesta região: Araliaceae, Arecaceae (Palmae), Liliaceae, Myrtaceae, Urticaceae.

Reino NEOTROPICAL: entre o México tropical e o Cone Sul exceto a Patagônia argentina e o sul do Chile. Famílias mais típicas: Bromeliaceae, Cactaceae, Erythroxylaceae, Monimiaceae, Passifloraceae, Pontederiaceae, e presença marcante de Arecaceae (Palmae, centro de diversidade secundário da família). Alta diversidade de Melastomataceae e Myrtaceae é uma peculiaridade deste reino.

Embora os reinos Paleo e Neotropical compartilhem muitos biomas (como florestas úmidas e secas, savanas, matorrais, semidesertos e desertos), suas biotas (i.e. os táxons que as integram) são muito distintas.

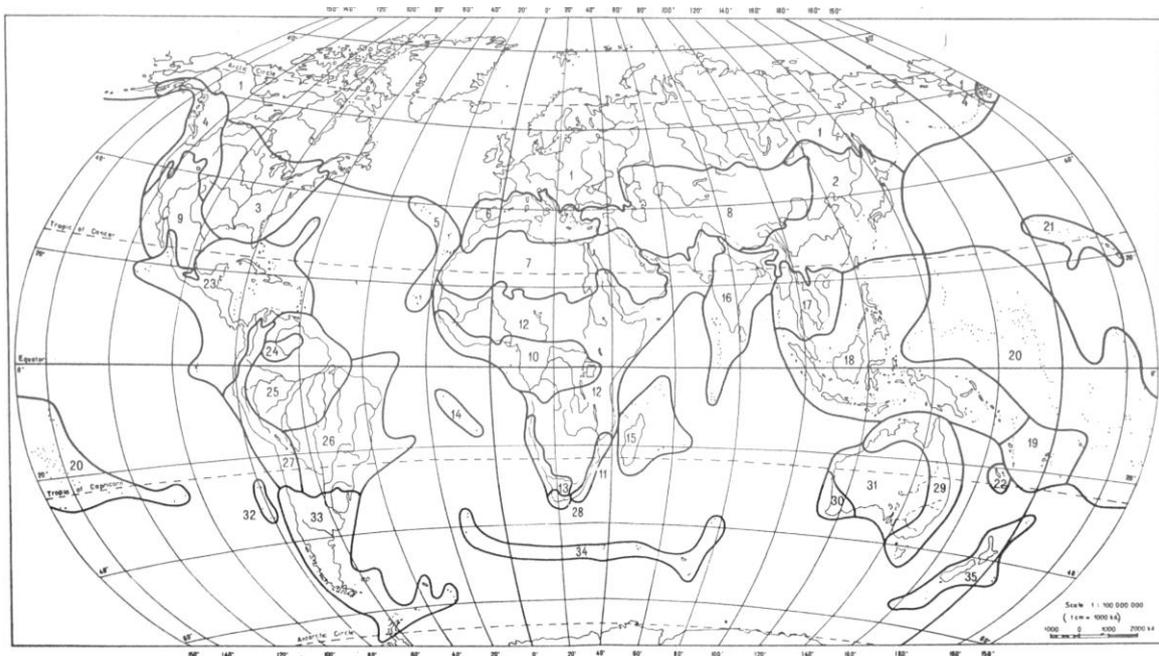
Reino CAPENSE: zona do Cabo da Boa Esperança, no extremo sul da África. Fica isolada do resto da África por um sistema de desertos (Kalahari, Karoo, etc.). Sob clima mediterrâneo, tem flora altamente característica, com 80-90 % de táxons endêmicos, sendo muito característicos *Carpobrotus* (Aizoaceae), *Pelargonium* (Geraniaceae), *Aloe* (Asphodelaceae) e grande quantidade de espécies de *Erica* (Ericaceae).

Reino ANTÁRTICO: desde as zonas austrais do Cone Sul passando pela Antártida e ilhas subantárticas até a Nova Zelândia e ilhas próximas. O gênero mais característico é *Nothofagus*, a faia austral. A Antártida em épocas passadas foi ocupada por uma biota terrestre bem rica, mas hoje é desprovida de fanerógamas com raras exceções como a *Deschampsia antarctica* (Gramineae).

Reino AUSTRALIANO: são notáveis os gêneros de Myrtaceae *Eucalyptus* (ca. 500 spp.) e *Melaleuca*, as Proteaceae e os gêneros *Casuarina* (Casuarinaceae) e *Xanthorrhoea* (Xanthorrhoeaceae, Asparagales).

Reino OCEÂNICO: os mares do mundo, com vegetação dominada por algas (desde microscópicas planctônicas aos talos de 100 m de algumas feófitas como *Macrocystis* e *Nereocystis*). As fanerógamas estão represnetadas por monocotiledôneas (seagrasses) como Zoosteraceae, Hydrocharitaceae, Cymodoceaceae, que podem formar verdadeiras pradarias submarinas, com as de *Posidonia* e *Thalassia*.

As categorias hierárquicas inferiores são as regiões ou subregiões e províncias e setores. No sistema de Takhtajan (1986) existem 35 regiões florísticas (ver mapa abaixo). As regiões que estão inseridas no Reino Neotropical estão marcadas em negrito na legenda do mapa.



Regiões florísticas do mundo, segundo Takhtajan (1986).

1, Circumboreal. 2, Eastern Asiatic. 3, North American Atlantic. 4, Rocky Mountain. 5, Macaronesian. 6, Mediterranean. 7, Saharo-Arabian. 8, Irano-Turaniann. 9, Madrean. 10, Guineo-Congolian. 11, Uzambara-Zululand. 12, Sudano-Zambeziann. 13, Karoo-Namib. 14, St. Helena and Ascension. 15, Madagascan. 16, Indian. 17, Indochinese. 18, Malesian. 19, Fijian. 20, Polynesian. 21, Hawaiian. 22, Neocaledonian.

23, Caribbean. 24, Guayana Highlands. 25, Amazonian. 26, Brazilian. 27, Andean.*

28, Cape. 29, Northeast Australian. 30, Southwest Australian. 31, Central Australian or Eremaean. 32, Fernándezian. 33, Chile-Patagonian. 34, South Subantarctic Islands. 35, Neozeylandic.

***em negrito as que fazem parte do Reino Neotropical.**

Os seguintes **critérios** têm sido norteadores na definição das Unidades Biogeográficas nesses sistemas florísticos (Braun-Blanquet 1979; Takhtajan 1986; Navarro & Maldonado 2004):

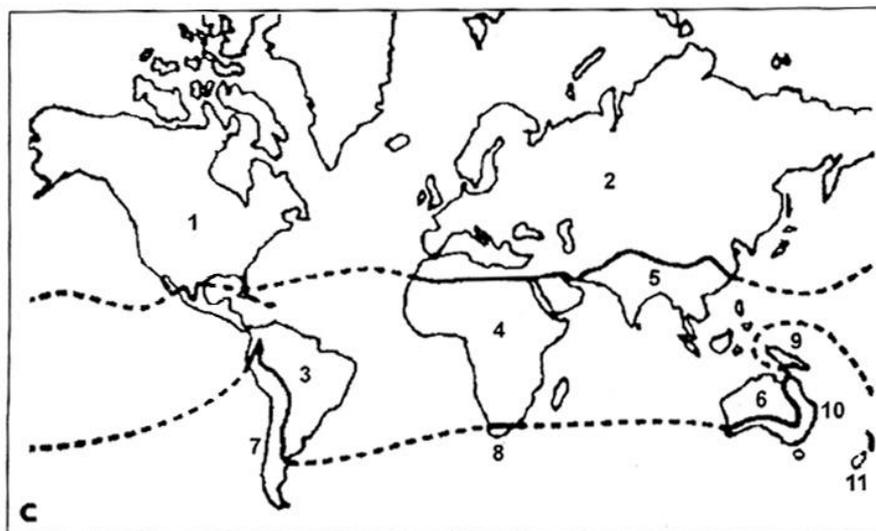
Reino Biogeográfico - delimitado por critérios em escala continental da origem das floras e faunas em relação à formação e separação dos continentes, e das grandes mudanças climáticas e geológicas. Possui numerosas famílias e gêneros endêmicos.

Região Biogeográfica - território muito extenso, que abarca partes importantes de um continente. Flora muito característica, com numerosas espécies, gêneros e algumas famílias endêmicas. Possui grupos de vegetacionais próprios.

Província Biogeográfica - território extenso que possui grande número de espécies e alguns gêneros endêmicos. Possui formações vegetacionais próprias ou mesmo exclusivas.

Categorias hierarquicamente inferiores são os *Setores* e os *Distritos Biogeográficos*.

Existem divergências maiores ou menores entre os autores, quanto à delimitação dos reinos biogeográficos (ou regiões) e os florísticos não são idênticos aos faunísticos. Morrone (2002, 2009) defende que seria desejável um só esquema biogeográfico para todos os organismos, de modo a servir como um sistema de referência geral. Baseado em vários trabalhos de panbiogeografia e de biogeografia cladística, que demonstram que algumas das unidades reconhecidas nos sistemas fito e zoogeográficos tradicionais não constituem unidades naturais, esse autor propõe um sistema geral de reinos e regiões, que incorporaria as evidências e conclusões daqueles trabalhos. São apenas 3 reinos (*realms*, correspondentes aos 3 grandes blocos paleocontinentais), com 12 regiões, como ilustrado abaixo.



Reinos biogeográficos e suas regiões, segundo Morrone (2002):

Reino HOLÁRTICO (= Laurásia) – regiões: 1-Neártica e 2-Paleártica.

Reino HOLOTROPICAL (= Gondwana Oriental) – regiões: 3-Neotropical, 4-Afrotropical, 5-Oriental, e 6-Australiana Tropical.

Reino AUSTRAL (= Gondwana Ocidental) – regiões: 7-Andina, 8-Capense, 9-Novaguineana (inclui a Nova Caledônia), 10-Australiana Temperada, 11-Neozelandesa e 12. Antártica (ausente na figura).

EXERCÍCIO 5:

a) Em termos de paleogeologia, a que correspondem os 3 reinos de Morrone?

.....

b) Quais as principais diferenças entre os reinos e regiões propostos por Morrone e aqueles do sistema de Takhtajan (ver principalmente a fig. da pág. 1), sobretudo na área Neotropical?

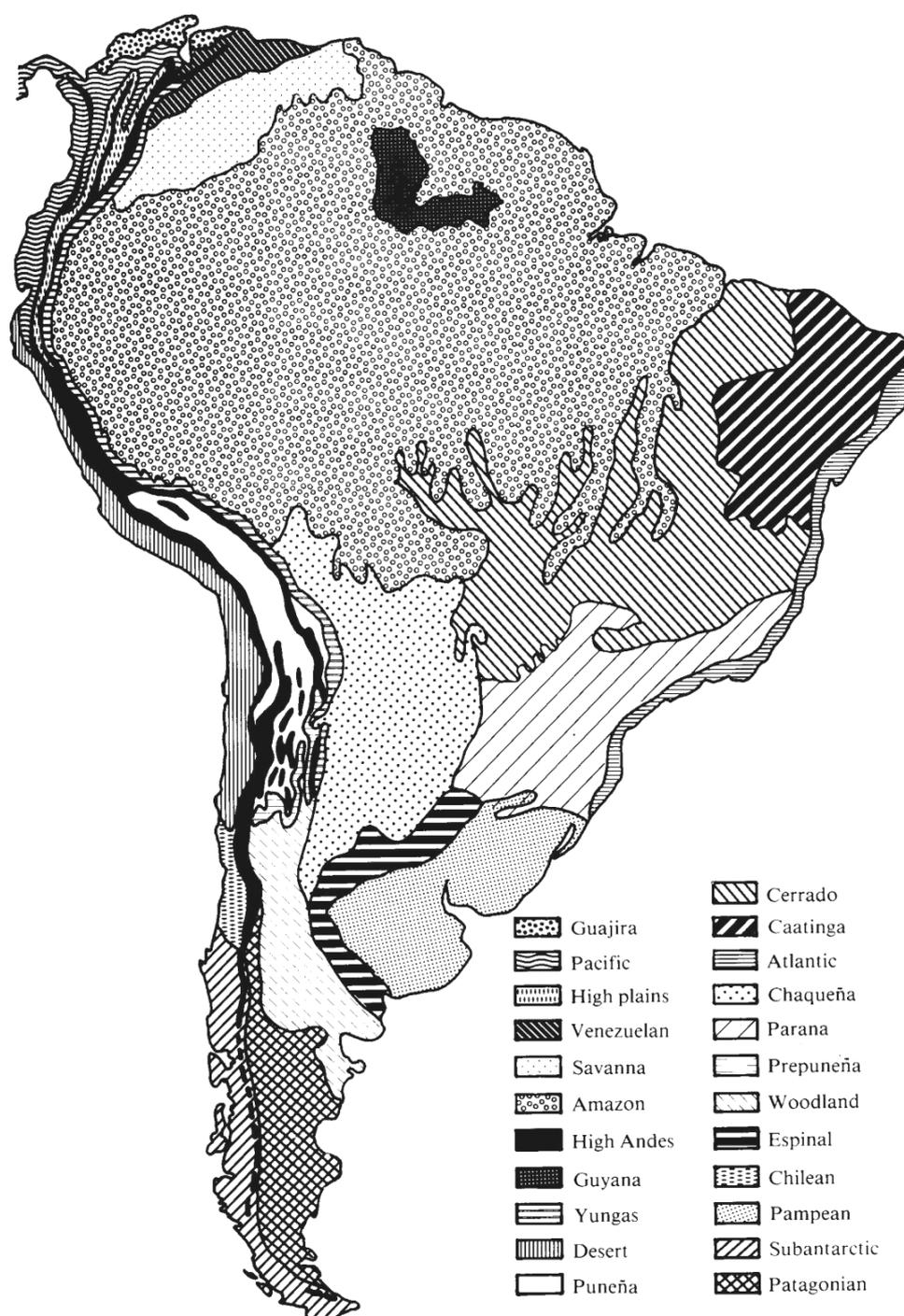
.....

c) Plantas são mais diretamente condicionadas a fatores abióticos (solo, clima) do que animais. Consequentemente, regiões de endemismo são definidas por tipos de clima e outras barreiras físicas para plantas do que para animais, os quais são geralmente mais aptos a superar barreiras climáticas por dispersão ou por adaptação fisiológica e comportamental no sentido de tolerar condições de estresse. Isso explica porque a zona do Cabo, no extremo sul da África, com vegetação do tipo, sob clima do tipo, seja uma unidade fitogeográfica tão distinta: essa área pequena (90.000 km²) exhibe flora extremamente rica (ca. 8578 spp.) das quais 90% são endêmicas, incluindo ainda 200 gêneros endêmicos e 8 famílias endêmicas (total de 150 famílias de plantas presentes). Em franco contraste, a maioria dos grupos da fauna local não são restritos àquela zona e nem espetacularmente diversificados.

Comente brevemente essas afirmações, atestando (ou não) a pertinência do que expressam, e analisando os reflexos da novo sistema proposta por Morrone face a elas:

.....

As regiões sulamericanas foram tratadas como províncias por Cabrera & Willink (1973), (ver mapa abaixo), Trata-se de um sistema que tem sido amplamente utilizado. Aqui é fácil perceber que na escala intracontinental, o delineamento das regiões ou províncias e setores, baseados primariamente na distribuição de táxons vegetais, refletem amplamente a relação entre tipos vegetacionais distintos e climas. Atente, por exemplo, aos nomes de províncias como Cerrado, Caatinga, Chaco etc.



Províncias Biogeográficas da América do Sul, segundo Cabrera & Willink (1973). O delineamento das regiões baseia-se primariamente na distribuição de táxons vegetais, mas reflete amplamente a relação entre tipos vegetacionais distintos e climas.

A fim de facilitar os estudos no Brasil, apresento a seguir um mapa apenas do país com as províncias de Cabrera & Willink (1973). Procure notar quais as três de menor extensão no país e que posição todas ocupam.

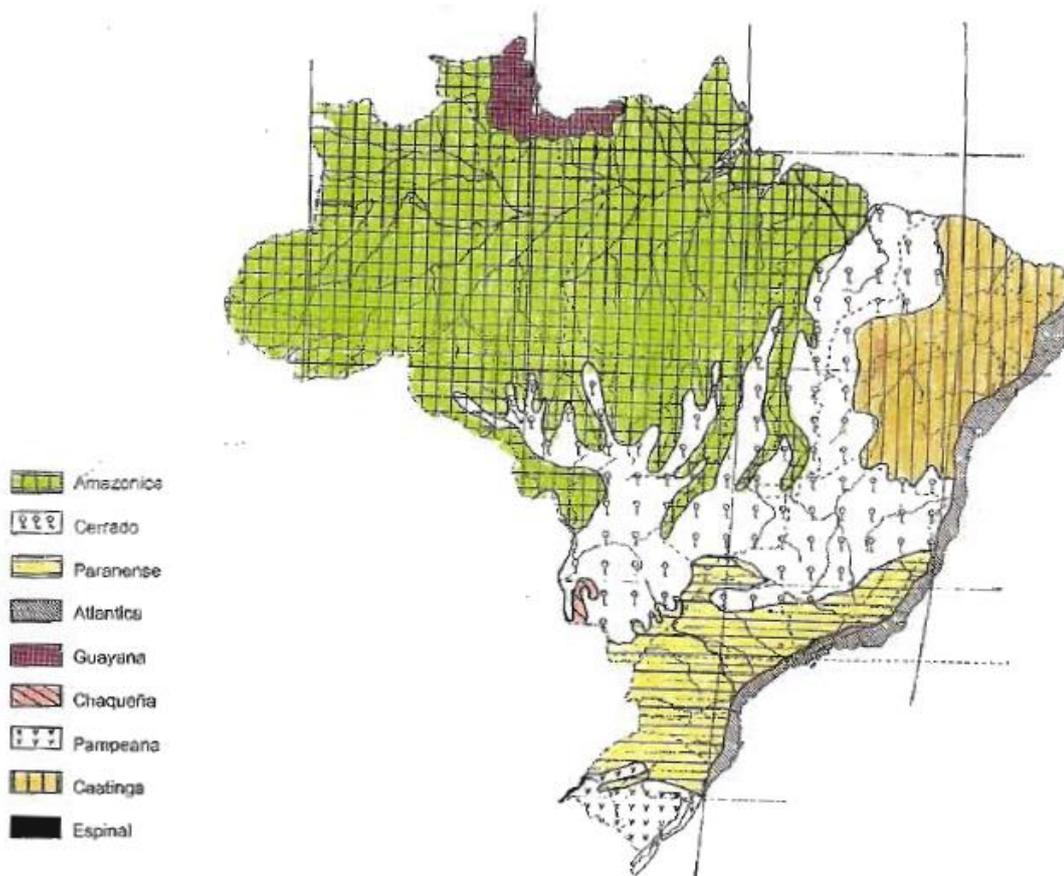


Figure 1 – Dominions and provinces represented in Brazil according to Cabrera & Willink (1980). (Modified map of Cabrera & Willink 1980).

Gêneros (e espécies) endêmicos ou característicos dessas províncias são abordados no final do próximo tópico deste documento.

EXERCÍCIO 6: Qualifique o tipo de distribuição dos táxons nativos abaixo, empregando as províncias de Cabrera & Willink (1973):

- Gênero com espécies ocorrentes apenas no Pará e Amapá e na costa sul-baiana:
-
- Gênero com espécies ocorrentes na Caatinga e no Chaco:
-
- Espécie com populações no centro-leste de Goiás e oeste de Minas Gerais:
-
- Espécie com populações na Serra do Cipó (MG) e na Chapada dos Veadeiros (GO):
-
- Espécie exclusivamente Chaquenha presente no Brasil:
-
- Espécie ocorrente do centro-oeste do PR ao Planalto Atlântico em SP até a costa sul do Espírito Santo:
-

PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO DOS TÁXONS DE ANGIOSPERMAS

Exemplos e quantificações

A. ANÁLISE GLOBAL

Dados compilados de Good (1974), Thorne (1972, 1992), Frodin (2004) e Smith et al. (2004).

I. TÁXONS COSMOPOLITAS OU SEMICOSMOPOLITAS

I.1. FAMÍLIAS

Algumas famílias de ampla distribuição estão também entre as primeiras 6 famílias mais ricas em espécies em quase todas as floras do mundo: Compositae, Gramineae, Leguminosae e Cyperaceae.

Gramineae - alcançam as terras mais setentrionais e subantárticas.

- formam o elemento dominante em grandes áreas abertas do mundo (i.e. não florestais)

Compositae - muito mais numerosa em gêneros e espécies que Gramineae, mas nunca forma a parte mais proeminente da vegetação.

Cyperaceae - “substituta” de Gramineae em condições de encharcamento.

15 famílias de plantas aquáticas, destacando-se: Alismataceae, Haloragaceae, Hydrocharitaceae (gêneros de água-doce e mar), Menyanthaceae, Nymphaeaceae, Ruppiaceae, Potamogetonaceae, Ceratophyllaceae, Lemnaceae.

1.2. GÊNEROS: (Os gêneros são considerados como a categoria mais importante e mais informativa em termos biogeográficos).

Existem 130 gêneros cosmopolitas (1% de todos os gêneros!).

Gêneros grandes: *Euphorbia* (2000 spp.), *Carex* (2000 spp.), *Piper* (2000 spp.), *Astragalus* (1750 spp.), *Solanum* (1750 spp.), *Senecio* (1250 spp.) – estes são os maiores gêneros do mundo (ver Frodin 2004).

Exemplos de gên. pequenos: *Polygala*, *Drosera*, *Utricularia*.

II. TÁXONS TROPICAIS

II.1. FAMÍLIAS.

II. 1.A. Fam. Tropicais Amplas - essencialmente tropicais mas estendendo-se além dos trópicos (às vezes só por 1-2 spp):

Apocynaceae (incluindo as Asclepiadoideae), Araliaceae, Cucurbitaceae, Dioscoreaceae, Amaryllidaceae, Loranthaceae, Malvaceae s.l., Eriocaulaceae, Lauraceae, Gesneriaceae, Moraceae, Sapotaceae, Leg. Caesalpinioideae e Leg. Mimosoideae.

II.1.B. Fam. Pantropicais: ca. 60

- até 40 a 45°N - Agavaceae, Bignoniaceae, Melastomataceae, Passifloraceae - predominantemente neotropicais.

- Annonaceae, Meliaceae, Ebenaceae - predominantemente Austrália ou África.

- até 30° ou 40°N - Palmae (limite N na Europa Mediterrânea, limitada pela temperatura. Nenhum gênero ou espécie cobre toda a área. Muitos endemismos em ilhas).

- Malpighiaceae, Marantaceae, Myrtaceae - predominantemente americanas.

- até trópico de Câncer - Burseraceae, Chrysobalanaceae, Rhizophoraceae.

II.2. GÊNEROS PANTROPICAIS.

Ocorrem nos 3 setores da zona tropical (Américas/África-Madagascar/Ásia - Austrália). São 250 (metade tem cerca de 100 spp, outra metade inclui gên. monotípicos).

Leguminosae - 40 gên. pantropicais, e $\frac{3}{4}$ têm pelo menos 1 sp pantropical.

Gramineae - 24 gên. pantropicais em Panicoideae

Compositae e Orchidaceae - contêm muito poucos gên. pantropicais (exemplos: *Mikania* na primeira, *Vanilla* na segunda).

Distinguem-se subtipos na categoria gêneros pantropicais:

- a. igualmente distribuídos nos 3 setores dos trópicos: *Bauhinia*, *Dalbergia*, *Erythrina*, *Dioscorea*, *Hibiscus*, *Justicia*, *Ruellia*, *Phyllanthus*, *Psychotria*, *Ocimum*.
- b. desigualmente distribuídos. Exemplos mais ricos na Região Neotropical: *Chamaecrista*, *Cordia*, *Croton*, *Ipomoea*, *Mikania*, *Mimosa*, *Senna*.
- c. restritos a condições ecológicas particulares (aquáticas adventícias, halófitas, psamófilas, de desertos): *Pistia*, *Eichhornia*, *Sida*, *Waltheria*, *Dodonaea*, *Scaevola*, *Avicennia*, *Rhizophora*, *Remirea*, *Suriana*.

III - TÁXONS TEMPERADOS

Algumas características tornam as regiões temperadas muito distintas das tropicais em termos biogeográficos.

- não há famílias estritamente pantemperadas, porque as zonas temperadas ficam amplamente divididas em 2 blocos ao N e ao S da zona tropical.
- regiões temperadas do hemisfério N formam cinturão contínuo de terra; no hemisfério S temos 3 continentes muito separados.
- na zona temperada não há áreas tropicais intercaladas, enquanto nos trópicos devido à altitude há muitas áreas esparsas de clima temperado.

III.1. FAMÍLIAS

Do último item acima, resulta que as famílias temperadas de distribuição mais ampla são de fato subcosmopolitas.

Totalmente confinadas ao N do Trópico de Câncer: Corylaceae, Adoxaceae.

III.2. GÊNEROS:

165 gêneros temperados.

Trifolium, *Urtica*, *Empetrum* - amplos, quase subcosmopolitas.

Vaccinium - característico de zona temp. N mas também em algumas montanhas tropicais.

IV - TÁXONS COM OUTROS TIPOS DE DISTRIBUIÇÃO AMPLA

Ca. 1500 gêneros têm ampla distribuição, mas diversa dos tipos anteriores.

Exs.: amplo-americanos: *Cereus*, *Opuntia*, *Bromelia*, *Agave*.

amplo-australiano: *Eucalyptus*.

SÍNTESE dos GÊNEROS de DISTR. AMPLA	
1. Cosmopolitas ou Subcosmopolitas	ca. 130
2. Tropicais	ca. 250
3. Temperados	ca. 165
4. Outros tipos amplos	ca. 1505

TOTAL	2050*

*Este total representa apenas 15% de todos os gêneros de angiospermas deixando 85% para os padrões disjuntos e endêmicos!

V - TÁXONS DISJUNTOS OU DESCONTÍNUOS

São táxons cujas áreas de distribuição atual estão em duas ou mais partes distintas, separadas por área considerável em termos biogeográficos

Estimativas de Good (1947) - 765 gên. - subestimado !

Thorne (1972) - 3.000 gên. disjuntos = 24% de total de gêneros de angiospermas (12.500). Das 324 famílias de angiospermas, 254 (=78,4 %) têm discontinuidades intercontinentais ou equivalentes.

Thorne (1972) resumizou as PRINCIPAIS DISJUNÇÕES INTERCONTINENTAIS DE FANERÓGAMAS (ver pág. 7 deste protocolo), interpretando-as de forma conservadora, afirmando que algumas seriam indicadores confiáveis de conexões terrestres passadas e outras não. Problemas na interpretação do significado dessas disjunções serão discutidos em aula com exame dos seguintes padrões: América do Sul-Australásia, Americano-Africano, Norte Americano-Sul Americano.

VI - ENDEMISMO REGIONAL (ver tabelas 1 a 6 de Smith et al. 2004, aqui anexas)

- 80 famílias e subfamílias de angiospermas são endêmicas (ou quase) à Região Neotropical. Exs.: Alstroemeriaceae, Bixaceae, Bromeliaceae* Brunelliaceae, Cactaceae*, Calyceraceae, Cannaceae, Caricaceae, Caryocaraceae, Cyclanthaceae, Heliconiaceae, Humiriaceae*, Lissocarpaceae, Marcgraviaceae, Mayacaceae*, Muntingiaceae, Peridiscaceae, Picramniaceae, Quinaceae, Rapateaceae*, Rhabdodendraceae, Tepuianthaceae, Theophrastaceae, Tiodendraceae, Tropaeolaceae, Vochysiaceae*, Vellozioidae* (de Velloziaceae), Lecythidoideae (de Lecythidaceae).
(* com um ou poucos táxons africanos).
- 55 famílias e subfamílias são endêmicas da África e ilhas vizinhas, muitas delas muito pequenas ou até monotípicas. Deve-se destacar que a flora da África do Sul é das mais ricas do mundo, com milhares de espécies endêmicas, por exemplo em Aizoaceae, Proteaceae, Crassulaceae, Euphorbiaceae, Rutaceae, Asclepiadaceae.
- 40 famílias e subfamílias são endêmicas de Australásia, muitas delas pequenas ou monotípicas. Mais de 75% das espécies e 32% dos gêneros da Austrália são endêmicos dali. Myrtaceae (1300 spp) é a maior família da Austrália (10% de sua flora), com *Eucalyptus* (450 spp) e *Melaleuca* (140 spp) quase totalmente endêmicos. Além destes, os exemplos de *Acacia* e Proteaceae ajudam a ilustrar como algumas famílias irradiaram isoladamente na Austrália.

GÊNEROS ENDÊMICOS

São cerca de 10.000 nas Angiospermas. Exemplos:

Região mediterrânea: *Ophrys*, *Origanum*, *Lavandula*, *Drosophyllum*, *Ulex*.

Região Sino-Japonesa: *Nandina*, *Litchi*, *Hovenia*.

África Tropical: *Cola*.

África do Sul: *Strelitzia*.

Madagascar: *Ravenala*.

América do Norte: *Dionaea*, *Sarracenia*, *Robinia*.

Andes: *Desfontainia*, *Lapageria*, *Espeletia*.

Na América Tropical: 3.000 gên. endêmicos segundo Good (1974).

a) gên. amplos: *Caryocar*, *Cecropia*, *Gloxinia*, *Maranta*, *Monstera*, *Oncidium*, *Theobroma*, *Tabebuia*.

b) gên. principalmente brasileiros: *Cattleya*, *Cephalocereus*, *Jacaranda*.

c) gên. principalmente da América do Sul Ocidental: *Cinchona*, *Cosmos*, *Phytelephas*.

Gêneros endêmicos do Brasil: cerca de 500; nenhum tem mais de 50 espécies. Exemplos:

- a) Nordeste, Leste, Sul: *Cambessedesia*, *Trembleya*, *Chaetostoma*, *Lavoisiera* (Melastomataceae), *Eremanthus*, *Lychnophora*, *Wunderlichia* (Compositae); *Kielmeyera* (Guttiferae); *Diplusodon* (Lythraceae), *Nidularium*, *Ortophytum* (Bromeliaceae), *Sinningia* (Gesneriaceae).
- b) Amazônia: ca. 100 gên. endêmicos, todos muito pequenos: *Dilkea* (Passifloraceae), *Hevea* (Euphorbiaceae), *Lissocarpa* (Lissocarpaceae), *Duckeodendron* (Solanaceae).

Total de espécies de todos os gên. endêmicos do Brasil - 1250 segundo Good (1974).

DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES

Há espécies (sub)cosmopolitas (raras, ex: *Ceratophyllum demersum*, aquática), amplas, restritas e endêmicas. Conhecendo-se bem as distribuições geográficas de todas as espécies de um gênero, pode-se detectar o seu centro de diversidade (= centro de riqueza específica).

B. ANÁLISE DAS ANGIOSPERMAS DO BRASIL

Dados, figuras 1 e 2, tabelas 2 e 3 extraídos do *Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil*, recentemente elaborado por Forzza et al. (2010)

Nesse catálogo da flora brasileira foram registradas no país **227 famílias, compreendendo 2.818 gêneros e 31.162 espécies** de angiospermas, das quais 8.466 (27%) são monocotiledôneas. **A taxa de endemismo do grupo é de 56,6% (17.630 spp. endêmicas do país)**, enquanto somente para as monocotiledôneas a porcentagem de endemismo é de 60% (5.073 spp.).

O Domínio da Mata Atlântica é o que exhibe maior riqueza (13.972 spp.) e também a maior quantidade de espécies (7.014) e gêneros (109) endêmicos (ver Figura abaixo).

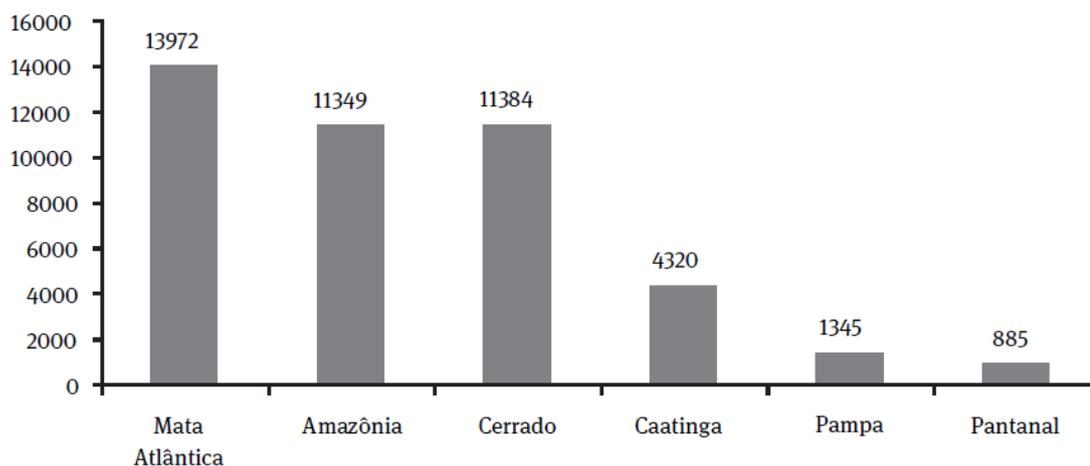


Figura 1.

Número de espécies de angiospermas por Domínio Fitogeográfico.

O Cerrado e a Amazônia estão equiparados em diversidade de espécies (fig. 1), embora o Cerrado apresente 4.150 espécies e 40 gêneros endêmicos, enquanto a Amazônia possui 1.948 espécies e 42 gêneros endêmicos, seguidos em riqueza pelo Domínio da Caatinga, com 4.320 espécies (744 spp. e 29 gêneros endêmicos). O Pampa, com 1.345 espécies (76 endêmicas), não possui gêneros endêmicos no Brasil e, no Pantanal, foram registradas apenas 885 espécies, das quais 46 são endêmicas, além de um gênero endêmico no Brasil (*Atomostigma* – Rosaceae).

O conjunto das **dez famílias mais diversificadas (fig. 3)** concentra cerca de metade da diversidade e do endemismo encontrados para o Brasil como um todo. Fabaceae (ou Leguminosae), família com maior riqueza em espécies, apresenta taxa de endemidade de 54,1%,

portanto menor do que a encontrada em Bromeliaceae (85,3%), Myrtaceae (76,2%), Orchidaceae (66,9%), Asteraceae (65,6%), Euphorbiaceae (65,5%), Melastomataceae (64,3%) e Apocynaceae (55,56%). Entre as dez maiores famílias, Rubiaceae (51,6%) e Poaceae (32,7%) apresentam a menor proporção de espécies endêmicas.

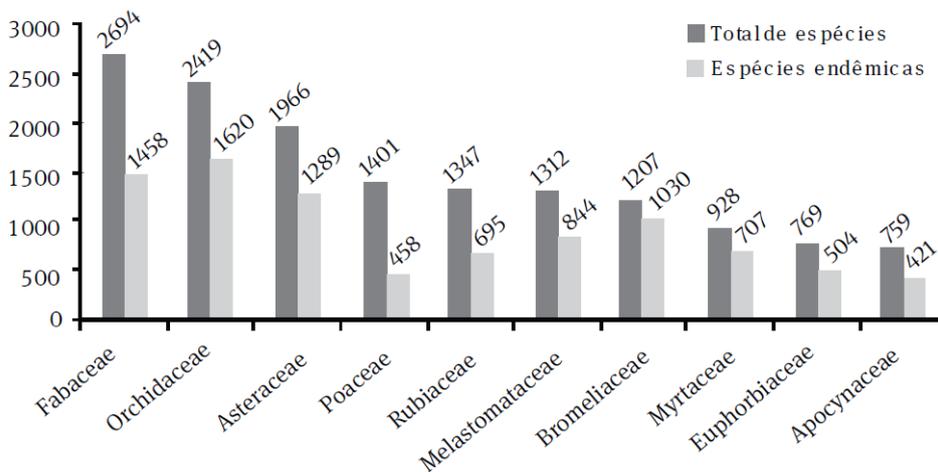


Figura 3.

As dez famílias mais diversas de angiospermas ocorrentes no Brasil, mostrando o total de espécies e o número de endêmicas.

MATA ATLÂNTICA	CERRADO	AMAZÔNIA	CAATINGA	PAMPA	PANTANAL
Orchidaceae (1.413)	Asteraceae (1.174)	Fabaceae (1.103)	Fabaceae (620)	Asteraceae (262)	Poaceae (134)
Fabaceae (939)	Fabaceae (1.158)	Orchidaceae (750)	Poaceae (289)	Poaceae (245)	Fabaceae (102)
Bromeliaceae (861)	Orchidaceae (669)	Rubiaceae (676)	Asteraceae (271)	Fabaceae (109)	Malvaceae (58)
Asteraceae (847)	Poaceae (614)	Melastomataceae (474)	Euphorbiaceae (199)	Cyperaceae (92)	Cyperaceae (58)
Poaceae (713)	Eriocaulaceae (482)	Poaceae (434)	Rubiaceae (155)	Solanaceae (41)	Asteraceae (51)
Myrtaceae (642)	Melastomataceae (470)	Apocynaceae (304)	Malvaceae (144)	Iridaceae (32)	Bignoniaceae (49)
Melastomataceae (579)	Rubiaceae (350)	Annonaceae (280)	Cyperaceae (137)	Verbenaceae (30)	Sapindaceae (31)
Rubiaceae (519)	Malvaceae (312)	Cyperaceae (270)	Apocynaceae (135)	Caryophyllaceae (30)	Lamiaceae (21)
Apocynaceae (348)	Lamiaceae (302)	Araceae (263)	Orchidaceae (134)	Cactaceae (29)	Convolvulaceae (18)
Solanaceae (316)	Apocynaceae (300)	Euphorbiaceae (256)	Melastomataceae (112)	Apiaceae (28)	Plantaginaceae (17)
7.177 spp.	5.831 spp.	4.810 spp.	2.196 spp.	898 spp.	539 spp.

Tabela 2.

As dez famílias mais diversas de angiospermas em cada Domínio Fitogeográfico.

As três maiores famílias de angiospermas (Orchidaceae, Asteraceae e Fabaceae) também estão entre as mais ricas nos diferentes Domínios Fitogeográficos brasileiros, excetuando a Amazônia, onde Asteraceae não figura entre as mais diversas, e o Pampa e Pantanal, onde Orchidaceae não aparece entre as mais ricas (tab. 2). Destaque-se também a alta diversidade de Poaceae em todos os Domínios brasileiros, inclusive naqueles predominantemente florestais, como Mata Atlântica e Amazônia, sendo a família mais rica no Pantanal. Na Mata Atlântica, destaca-se a posição ocupada pelas Bromeliaceae e Myrtaceae, na Amazônia pelas Annonaceae e Araceae, no Cerrado pelas Eriocaulaceae (concentradas nos campos rupestres). Estas famílias figuram entre as mais diversas apenas nesses Domínios. Por outro lado, na Caatinga nenhuma família exclusiva tem destaque entre as dez maiores, apesar de Euphorbiaceae e Malvaceae ocuparem uma posição

diferenciada. No Pampa e no Pantanal várias famílias, que não figuram entre as dez mais ricas nos demais Domínios, podem ser observadas. No Pampa predominam grupos herbáceos, subarbustivos e arbustivos (Iridaceae, Verbenaceae, Caryophyllaceae e Apiaceae), bem como representantes globosos de Cactaceae e, no Pantanal, destacam-se trepadeiras e lianas (Bignoniaceae, Convolvulaceae, Sapindaceae). O número de famílias necessário para atingir mais de 50% da diversidade da flora de angiospermas é maior na Amazônia do que nos outros Domínios (tab. 2), sendo que as dez maiores famílias representam mais de dois terços da flora do Pampa (70%) e do Pantanal (66%). É interessante notar que, na Mata Atlântica, no Cerrado e na Caatinga, as dez famílias mais ricas equivalem a exatamente 53% de suas floras.

Os **gêneros mais bem representados na flora brasileira** correspondem em boa parte àqueles mais ricos do planeta, como *Piper*, *Solanum*, *Psychotria* e *Eugenia* (ver Frodin 2004). As maiores famílias do mundo contribuem com dois ou mais dos gêneros mais diversificados (Fabaceae – 3, Asteraceae – 2 e Orchidaceae – 2). Já Melastomataceae (com *Miconia* e *Leandra*) e Myrtaceae (com *Eugenia* e *Myrcia*) são famílias cuja riqueza combinada é tida como característica peculiar da flora brasileira (e.g. Good 1974). Bromeliaceae (com *Vriesea* e *Aechmea*) é uma família quase exclusivamente neotropical e com alta diversidade na costa leste brasileira.

Entre os gêneros enumerados na tabela 3, muitos têm centro de diversidade na região neotropical ou mesmo no Brasil, como *Paepalanthus* e *Xyris* (cujas famílias possuem seu centro de diversidade no Brasil), além de *Chamaecrista*, *Croton*, *Vriesea*, *Tibouchina* e *Hyptis*. Deve ser ressaltada também a alta proporção de espécies endêmicas do país em relação ao total de espécies nesses gêneros, como, por exemplo em *Vriesea*, que é o décimo quinto gênero mais rico, mas contém uma taxa de endemismo extraordinária no Brasil (95,9%). Apenas *Paspalum* e *Rhynchospora* têm proporção de endemismo relativamente mais baixa, e ambos são gêneros grandes, com ampla distribuição além dos limites do território brasileiro.

Dos dez gêneros mais diversos (tab. 3), a vasta maioria é composta por plantas lenhosas, mesmo que de pequeno porte. Doze dos gêneros mais ricos concentram sua maior diversidade específica em ambientes abertos (savânicos, campestres, rupestres), mas a maioria (18) a exhibe em ambientes de florestas, mesmo levando-se em conta que foram tabulados como predominando em “formações abertas”. Alguns gêneros apresentam alta riqueza na orla de formações arbóreas, na transição para formações abertas (*Mikania*, *Dioscorea*, *Passiflora*). Aparentemente, diferentes grupos experimentaram intensa diversificação e irradiação, explorando tanto formações florestais como não florestais. Um caso único nesse conjunto de 30 gêneros são as Fabaceae, onde dois gêneros alcançaram maior diversificação em formações abertas (*Chamaecrista* e *Mimosa*) e um em florestas (*Inga*).

GÊNEROS	FAMÍLIAS	TOTAL DE ESPÉCIES	ESPÉCIES ENDÊMICAS	% DE ESPÉCIES ENDÊMICAS	FORMAÇÕES COM MAIOR DIVERSIDADE
<i>Paepalanthus</i>	Eriocaulaceae	357	339	94,96	abertas
<i>Eugenia</i>	Myrtaceae	356	274	76,97	florestais
<i>Mimosa</i>	Fabaceae	323	244	75,54	abertas
<i>Piper</i>	Piperaceae	283	191	67,49	florestais
<i>Miconia</i>	Melastomataceae	276	121	43,84	florestais
<i>Psychotria</i>	Rubiaceae	264	137	51,89	florestais
<i>Solanum</i>	Solanaceae	258	127	49,22	florestais
<i>Chamaecrista</i>	Fabaceae	253	202	79,84	abertas
<i>Myrcia</i>	Myrtaceae	215	168	78,14	florestais
<i>Leandra</i>	Melastomataceae	213	167	78,40	florestais
<i>Begonia</i>	Begoniaceae	208	184	88,46	florestais
<i>Hyptis</i>	Lamiaceae	202	146	72,28	abertas
<i>Paspalum</i>	Poaceae	202	72	35,64	abertas
<i>Mikania</i>	Asteraceae	198	140	70,71	abertas
<i>Vriesea</i>	Bromeliaceae	194	186	95,88	florestais
<i>Croton</i>	Euphorbiaceae	186	135	72,58	abertas
<i>Aechmea</i>	Bromeliaceae	172	141	81,98	florestais
<i>Xyris</i>	Xyridaceae	167	127	76,05	abertas
<i>Peperomia</i>	Piperaceae	159	110	69,18	florestais
<i>Philodendron</i>	Araceae	156	127	81,41	florestais
<i>Ocotea</i>	Lauraceae	155	95	61,29	florestais
<i>Habenaria</i>	Orchidaceae	153	96	62,75	abertas
<i>Tibouchina</i>	Melastomataceae	150	131	87,33	florestais
<i>Baccharis</i>	Asteraceae	149	95	63,76	abertas
<i>Rhynchospora</i>	Cyperaceae	136	33	24,26	abertas
<i>Epidendrum</i>	Orchidaceae	133	81	60,90	abertas
<i>Dioscorea</i>	Dioscoreaceae	130	94	72,31	florestais
<i>Passiflora</i>	Passifloraceae	129	83	64,34	florestais
<i>Inga</i>	Fabaceae	127	52	40,94	florestais
<i>Justicia</i>	Acanthaceae	126	75	59,52	florestais

Tabela 3.

Os 30 gêneros mais diversos de angiospermas ocorrentes no Brasil.

Gêneros de angiospermas endêmicos de domínios vegetacionais no Brasil ajudam no seu reconhecimento como regiões biogeográficas testáveis. Alguns desses gêneros e espécies foram listados por Fiaschi & Pirani (2009; *obs - as refs citadas nesta parte do texto devem ser verificadas no artigo*):

Amazônia: ca. 300–350 gêneros endêmicos, além de 80 gên. endêmicos da flora do Planalto das Guianas (Berry & Riina 2005). *Polygonanthus* (Anisophylleaceae), *Leopoldinia* (Arecaceae), *Hevea* (Euphorbiaceae), *Goupia* (Goupiaceae), *Asteranthos* e *Bertholletia* (Lecythidaceae), *Dinizia* e *Eperua* (Leguminosae), *Huberodendron* (Malvaceae), *Brachynema* e *Curupira* (Olacaceae), *Parachimarrhis* (Rubiaceae), *Adiscanthus* (Rutaceae), *Duckeodendron* (Solanaceae), *Phenakospermum* (Strelitzziaceae), e *Thurnia* (Thurniaceae). Espécies endêmicas são numerosas, muitas estendendo seus limites para além das fronteiras do Brasil; exemplos selecionados: *Mauritia carana* (Palmae), *Protium calendulinum* (Burseraceae), *Caryocar microcarpum* (Caryocaraceae), *Hirtella physophora* (Chrysobalanaceae), *Parkia decussata* (Leguminosae), e *Zanthoxylum djalma-batistae* (Rutaceae).

Cerrado: estimam-se ca. 60 gêneros de angiospermas endêmicos do Cerrado, incluindo *Klotzschia* (Apiaceae), *Diplusodon* (Lythraceae) e *Salvertia* (Vochysiaceae). 35% das espécies de árvores e 70% das herbáceas e subarborescentes são endêmicas do domínio, por exemplo: *Schefflera macrocarpa* (Araliaceae), *Butia archeri* e *Syagrus petraea* (Palmae), *Tabebuia ochracea* (Bignoniaceae), *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae), *Kielmeyera coriacea* (Clusiaceae), *Connarus suberosus* (Connaraceae), *Andira cujabensis*, *Dimorphandra mollis* e *Hymenaea stigonocarpa* (Leguminosae), *Oxalis hirsutissima* (Oxalidaceae), *Esenbeckia oligantha* (Rutaceae), *Styrax martii* (Styracaceae), *Piriqueta tamberlikii* (Turneraceae), *Stachytarpheta gesnerioides* (Verbenaceae) e *Qualea grandiflora* e *Q. parviflora* (Vochysiaceae).

Caatinga: Uma lista de gêneros de angiospermas endêmicos da Caatinga é fornecida por Giulietti et al. (2002). Alguns exemplos de gêneros e espécies endêmicas:

Gêneros: *Apterokarpos* (Anacardiaceae); *Alvimiantha* (Rhamnaceae); *Anamaria* (Scrophulariaceae); *Barnebya* e *Mcvaughia* (Malpighiaceae); *Facheiroa* (Cactaceae); *Fraunhoferia* (Celastraceae); *Blanchetiodendron* (Leguminosae) e *Rayleya* (Malvaceae).

Espécies: *Cyrtocarpa caatingae* e *Spondias tuberosa* (Anacardiaceae), *Annona vepretorum* (Annonaceae), *Aspidosperma pyriforme* (Apocynaceae), *Copernicia prunifera* (Arecaceae), *Tabebuia spongiosa* (Bignoniaceae), *Patagonula bahiensis* (Boraginaceae), *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae), *Arrojadoa rhodantha* e *Discocactus bahiensis* (Cactaceae), *Colicodendron yco* (Capparaceae), *Mimosa paraibana* and *Hymenaea eriogyne* (Leguminosae), *Ceiba glaziovii* (Malvaceae), *Ruprechtia glauca* (Polygonaceae), *Pilocarpus sulcatus* (Rutaceae), e *Averrhoidium gardnerianum* (Sapindaceae).

Mata Atlântica: Stehmann et al. (2009) reportaram 159 gêneros de angiospermas e 3.364 espécies como endêmicos da Mata Atlântica. A maioria das espécies endêmicas não são encontradas ao longo de toda a extensão do domínio; os seguintes exemplos exibem muitos padrões de distribuição distintos: *Carpotroche brasiliensis* (Achariaceae), *Hippeastrum reticulatum* (Amaryllidaceae), *Schefflera angustissima* (Araliaceae), *Allagoptera arenaria* (Arecaceae), *Tabebuia elliptica* (Bignoniaceae), *Maytenus aquifolium* (Celastraceae), *Stephanopodium blanchetianum* (Dichapetalaceae), *Sloanea obtusifolia* (Elaeocarpaceae), *Nematanthus lanceolatus* (Gesneriaceae), *Cariniana legalis* (Lecythidaceae), *Poecilanthus falcata* (Leguminosae), *Leandra melastomoides* (Melastomataceae), *Trichilia pseudostipularis* (Meliaceae), *Mollinedia engleriana* (Monimiaceae), *Ficus organensis* (Moraceae), *Virola gardneri* (Myristicaceae), *Hindsia glabra* (Rubiaceae), *Conchocarpus insignis* (Rutaceae), *Chrysophyllum inornatum* (Sapotaceae), e *Vochysia schwackeana* (Vochysiaceae).

Campos sulinos (Pampas): *Onira* (Iridaceae) é o único gênero de angiosperma restrito ao setor brasileiro dos Campos sulinos. Segundo Katinas et al. (2008), muitos gêneros de Asteraceae aqui encontrados são compartilhados com áreas vizinhas na Argentina, Paraguai e Uruguai, como *Criscia*, *Holocheilus*, *Ianthopappus*, e *Pamphalea*. Listas de espécies comuns nos campos de planalto brasileiros e nos pampas foram fornecidas por Overbeck et al. (2007), incluindo 10 endêmicas aos primeiros e nove aos pampas. Exemplos: *Eryngium megapotamicum* e *E. urbanianum* (Apiaceae), *Mangonia tweediana* (Araceae), *Butia yatay* (Arecaceae), *Mikania oreophila*, *Pamphalea araucariophila* e *Tricholine humilis* (Asteraceae), *Kelissa brasiliensis* (Iridaceae), *Aristida teretifolia*, *Eragrostis acutiglumis* e *Stipa charruana* (Poaceae), *Mimosa cruenta* (Leguminosae) e *Oxalis eriocarpa* (Oxalidaceae).

BIBLIOGRAFIA FUNDAMENTAL

- CABRERA, A.L. & WILLINK, A. 1973. *Biogeografía de América Latina*. Secretaria General OEA, Washington.
- FIASCHI, P. & PIRANI, J.R. 2009. Review of plant biogeographic studies in Brazil. *J. Syst. Evol.* 47(5): 477-496.
- FORZZA, R.C. *et al.* 2010. As angiospermas do Brasil. In Forzza, R.C. *et al.* (eds.) *Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil*. Vol. 1. MMA, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p.78-89 (impresso). Versão eletrônica em <http://floradobrasil.jbrj.gov.br> (atualizada continuamente).
- FRODIN, V.G. 2004. History and concepts of Big Plant Genera. *Taxon* 53: 753-776.
- GOOD, R. 1974. *The geography of the flowering plants*. Ed. 4. Longman, London.
- HEYWOOD, V.H. 1978. *Flowering plants of the world*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- LOMOLINO, M.V., RIDDLE, B.R. & BROWN, J.H. 2006. *Biogeography*. Ed. 3. Sinauer Associates, Sunderland.
- MORO, M.F., SOUZA, V.C., OLIVEIRA-FILHO, A.T., QUEIROZ, L.P., FRAGA, C.N., RODAL, M.J.N., ARAÚJO, F. & MARTINS, F.R. 2012. Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? *Acta Bot. Brasil.* 26(4): 991-999.
- MORRONE, J.J. 2002. Biogeographic regions under track and cladistic scrutiny. *J. Biogeogr.* 29: 149-152.
- MORRONE, J.J. 2009. *Evolutionary Biogeography: an integrative approach with case studies*. Columbia University Press, New York.
- MORRONE, J.J., ESPINOSA-ORGANISTA, D. & LLORENTE-BOUSQUETS, J. 1996. *Manual de Biogeografía Histórica*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- NAVARRO, G. & MALDONADO, M. 2004. *Geografía ecológica de Bolivia*. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Cochabamba.
- PYSEK, P., RICHARDSON, D.M., REJMÁNEK, M., WEBSTER, G.L. WILLIAMSON, M. & KIRSCHNER, J. 2004. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon* 53(1): 131-143.
- RABINOWITZ, D., Cairns, S. & Dillon, T. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. In Soulé, M. (ed.) *Conservation Biology: the science of scarcity and diversity*. Sinauer Associates, Sunderland, p. 182-202.
- RIZZINI, C.T. 1979. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. 2 vols. HUCITEC/EDUSP, São Paulo.
- SMITH, N. *et al.* (eds.) 2004. *Flowering plants of the Neotropics*. Princeton Univ. Press, Princeton.
- SPELLERBERG, I.F. & SAWYER, W.D. 1999. *An introduction to applied biogeography*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- THORNE, R.F. 1972. Major disjunctions in the geographic ranges of seed plants. *Quart. Rev. Biol.* 47(4): 365-411.
- THORNE, R.F. 1992. Classification and geography of the flowering plants. *Bot. Rev.* 58(3): 225-348.

**TABELAS 1 A 6 - extraídas de
SMITH, N. et al. (eds.) 2004. Flowering plants of the Neotropics. Princeton Univ.
Press, Princeton.**

Table 1. Family, genus, and species diversity for the world and the neotropics. (*) Approximation excludes genera and/or species counts for the Orchidaceae, Lamiaceae, and Smilacaceae. Western Hemisphere counts were used for Agavaceae, Crassulaceae, Fabaceae, Gesneriaceae, Linaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, Poaceae, and Sapindaceae. (–) Approximation not available. FPN = this book.

	<i>Worldwide angiosperm approximation (Thorne, 2001)</i>	<i>Worldwide angiosperm approximation (Takhtajan, 1997)</i>	<i>Worldwide angiosperm approximation (Cronquist, 1981)</i>	<i>Worldwide angiosperm approximation (Dahlgren et al., 1985)</i>	<i>Worldwide angiosperm approximation for families treated in FPN</i>	<i>Neotropical angiosperm approximation (FPN) (native taxa only)</i>
Angiosperm families	490	591	383	–	–	284
Dicot families	376	458	318	–	–	225
Monocot families	114	133	65	101	–	59
Angiosperm genera	13,678	13,300	–	–	12,600	4,300 *
Angiosperm species	257,400	260,000	215,000	–	260,000	78,800 *
Dicot genera	10,900	10,500	–	–	10,350	3,500 *
Monocot genera	2,778	3,000	–	–	2,450	800 *
Dicot species	ca. 199,500	195,000	165,000	–	204,000	64,300 *
Monocot species	57,900	65,000	50,000	–	55,300	14,300

Table 3. Examples of worldwide families not well represented in the neotropics. Families in alphabetical order.

<i>Family</i>	<i>Approximate # of genera worldwide</i>	<i>Approximate # of species worldwide</i>	<i>Approximate # of genera in tropical America</i>	<i>Approximate # of species in tropical America</i>
AIZOACEAE	127	2,500	7	20
BRASSICACEAE	330	3,400	22–34	175–200
CORNACEAE	11	100	1	4
DIPTEROCARPACEAE	17	500	2	2
HAMAMELIDACEAE	30	100	3	6
PROTEACEAE	79	1,700	6	86
SAXIFRAGACEAE	30	500	3	7
ZINGIBERACEAE	46	1,300	1–5	55

Table 4. Families endemic to the neotropics. Table ordered from the family with the largest number of genera to the smallest number of genera.

<i>Family</i>	<i>Approximate # of genera</i>	<i>Approximate # of species</i>	<i>Family</i>	<i>Approximate # of genera</i>	<i>Approximate # of species</i>
CYCLANTHACEAE	12	180	EUPHRONIACEAE	1	3
MARCGRAVIACEAE	7	130	LISSOCARPACEAE	1	5
THEOPHRASTACEAE	6	95	PELLICIERACEAE	1	1
QUIINACEAE	4	51	PHYLLONOMACEAE	1	4
EREMOLEPIDACEAE	3	12	PLOCOSPERMACEAE	1	1
MUNTINGIACEAE	2–3	3	PTEROSTEMONACEAE	1	2
CARYOCARACEAE	2	25	RHABDODENDRACEAE	1	3
PERIDISCACEAE	2	2	TEPUIANTHACEAE	1	6
PICRAMNIACEAE	2	46	TICODENDRACEAE	1	1
ALZATEACEAE	1	1	TOVARIACEAE	1	2
BRUNELLIACEAE	1	65	CANNACEAE	1	10
COLUMELLIACEAE	1	4	THURNIACEAE	1	3
DUCKEODENDRACEAE	1	1			

Table 5. Neotropical families, with extra-Neotropical taxa, endemic to the Western Hemisphere. (*) Recent studies suggest taxa should not be recognized as separate families. Table ordered from the family with the largest number of tropical American genera to the smallest number of tropical American genera.

<i>Family</i>	<i>Approximate # of genera worldwide</i>	<i>Approximate # of species worldwide</i>	<i>Approximate # of genera in tropical America</i>	<i>Approximate # of species in tropical America</i>
AGAVACEAE	8	300	8	300
CALYCERACEAE	6	60	2	18
NOLINACEAE*	4	50	4	50
ALSTROEMERiaceae	3	280	3	200
MARTYNIACEAE	3	17	3	17
TROPAEOLACEAE	3	89	1	60
CYRILLACEAE	3	14	2	13
LACISTEMATACEAE	2	14	2	14
ACHATOCARPACEAE	2	6	1	5
LENNOACEAE	2	4	1	1
DESFONTAINIACEAE	1	1	1	1
FOUQUIERIACEAE	1	11	1	8
KRAMERIACEAE	1	18	1	12
LEPUROPETALACEAE	1	1	1	1
MALESHERBICEAE	1	24	1	13
NOLANACEAE*	1	18	1	15
SETCHELLANTHACEAE	1	1	1	1

Table 6. Examples of Neotropical families with only a few extra-American taxa. Table ordered from the family with the largest number of tropical American genera to the smallest number of tropical American genera.

<i>Family</i>	<i>Approximate # of genera worldwide</i>	<i>Approximate # of species worldwide</i>	<i>Approximate # of genera in tropical America</i>	<i>Approximate # of species in tropical America</i>
BROMELIACEAE	56	2,900	56	2,899
CACTACEAE	125	1,900	100	1,300
RAPATEACEAE	16	80	15	79
HUMIRIACEAE	8	65	8	64
VELLOZIACEAE	7	250	4	220
VOCHYSIACEAE	7	200	5	197
CARICACEAE	4	33	3	31
LEPIDOBOTRYACEAE	2	2	1	1
MAYACACEAE	1	4–10	1	3–9
GARRYACEAE	1	14	1	12
HELICONIACEAE	1	200	1	200