

BIOGEOGRAFIA 2



Source: NASA and the NSSDC. NASA Photo Number AS08-14-2383.

Apolo 8, 1968

BIOGEOGRAFIA (aula 1)

DESCRITIVA: padrões de distribuição

INTERPRETATIVA: hipóteses explicativas

previsões sobre padrões

BIOGEOGRAFIA ECOLÓGICA: F + E

BIOGEOGRAFIA HISTÓRICA: F + T + E

ESCOLAS DE BIOGEOGRAFIA HISTÓRICA:

EVOLUTIVA

FILOGENÉTICA

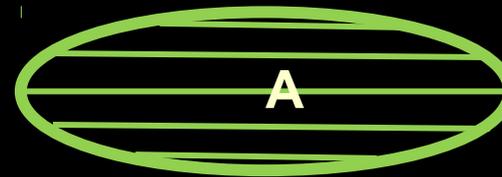
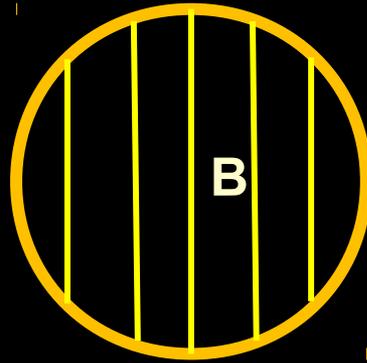
**CENTRO DE ORIGEM
DISPERSÃO**



**ROTAS DE DISPERSÃO
MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

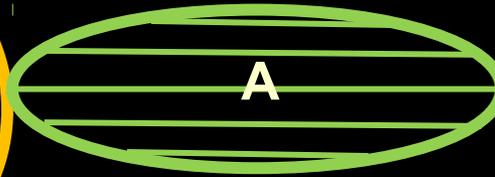
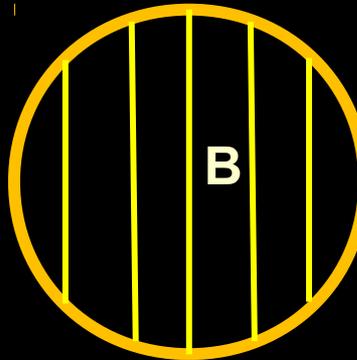
Áreas de distribuição

ALOPATRIA



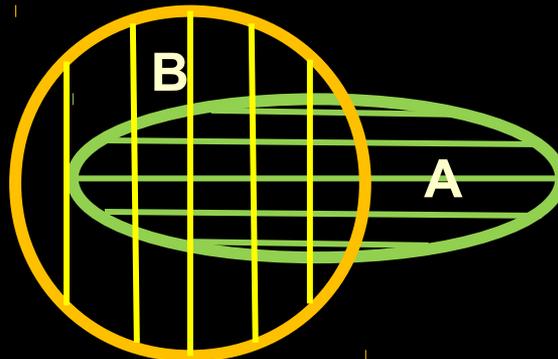
$$A \cap B = 0$$

PARAPATRIA



$$A \cap B = 0$$

SIMPATRIA



$$A \cap B > 0 \text{ e } \leq 1$$

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: PAN-BIOGEOGRAFIA

Ruptura do paradigma dispersionista
vigente

Leon Croizat
1894-1982

"Terra e vida evoluem juntas"

**"A história geológica da terra
determina os padrões de
subdivisão e isolamento
(vicariância) das biotas"**



Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: PAN-BIOGEOGRAFIA

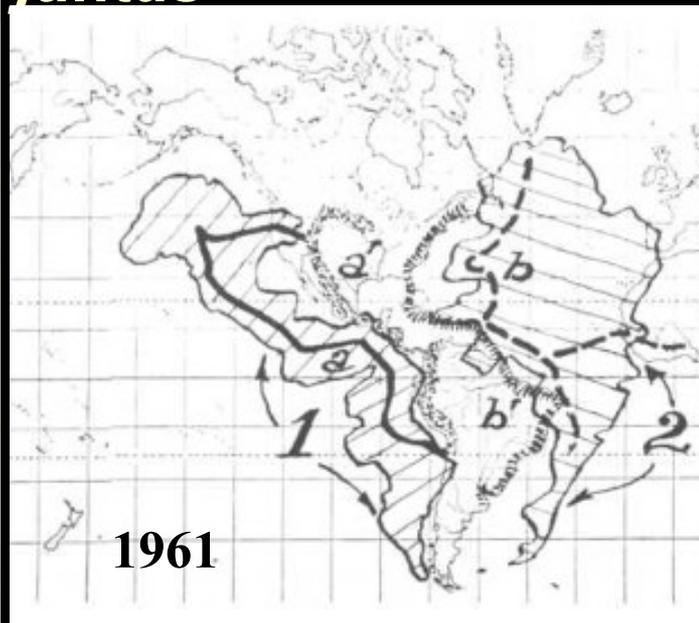
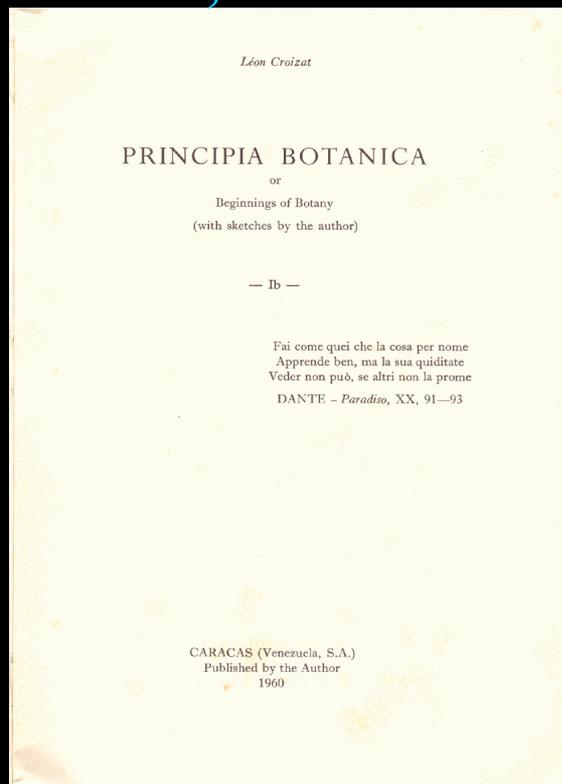
Carreira incomum; figura controversa

Idéias divulgadas por Gareth

Nelson, anos 70

Leon Croizat
1894-1982

“Terra e vida evoluem
juntas”



Biogeografia: desenvolvimento teórico

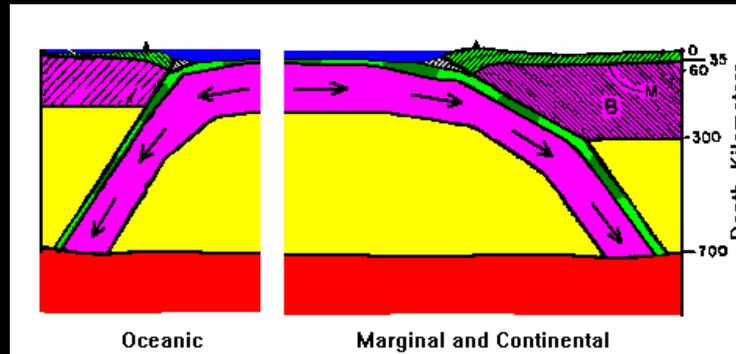
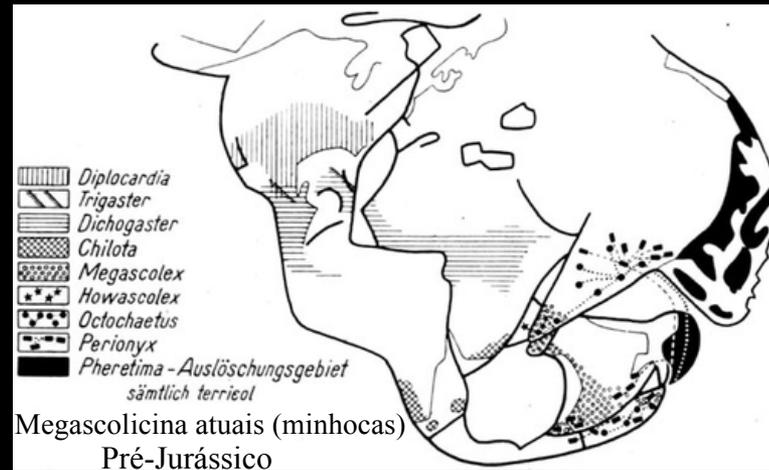
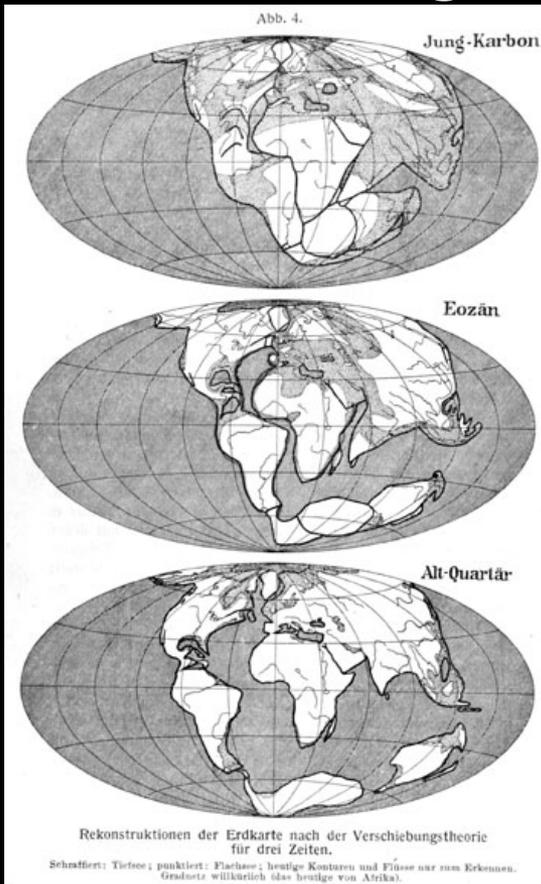
Biogeografia Histórica: PAN-BIOGEOGRAFIA

Alfred Wegener (1880-1930)



movimentação dos continentes

Wegener, 1912, 1929. *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. "A origem dos continentes e oceanos"



1970

Biogeografia: desenvolvimento teórico

PAN-BIOGEOGRAFIA

ETAPAS da história de uma área biogeográfica:

**1. MOBILIDADE – expansão das distribuições
(na ausência de barreiras)**

**2. IMOBILIDADE – expansão máxima
(barreiras intransponíveis)**

3. ÁREAS SOFREM FRAGMENTAÇÃO

barreiras

surgimento de novas

isolamento

especiação

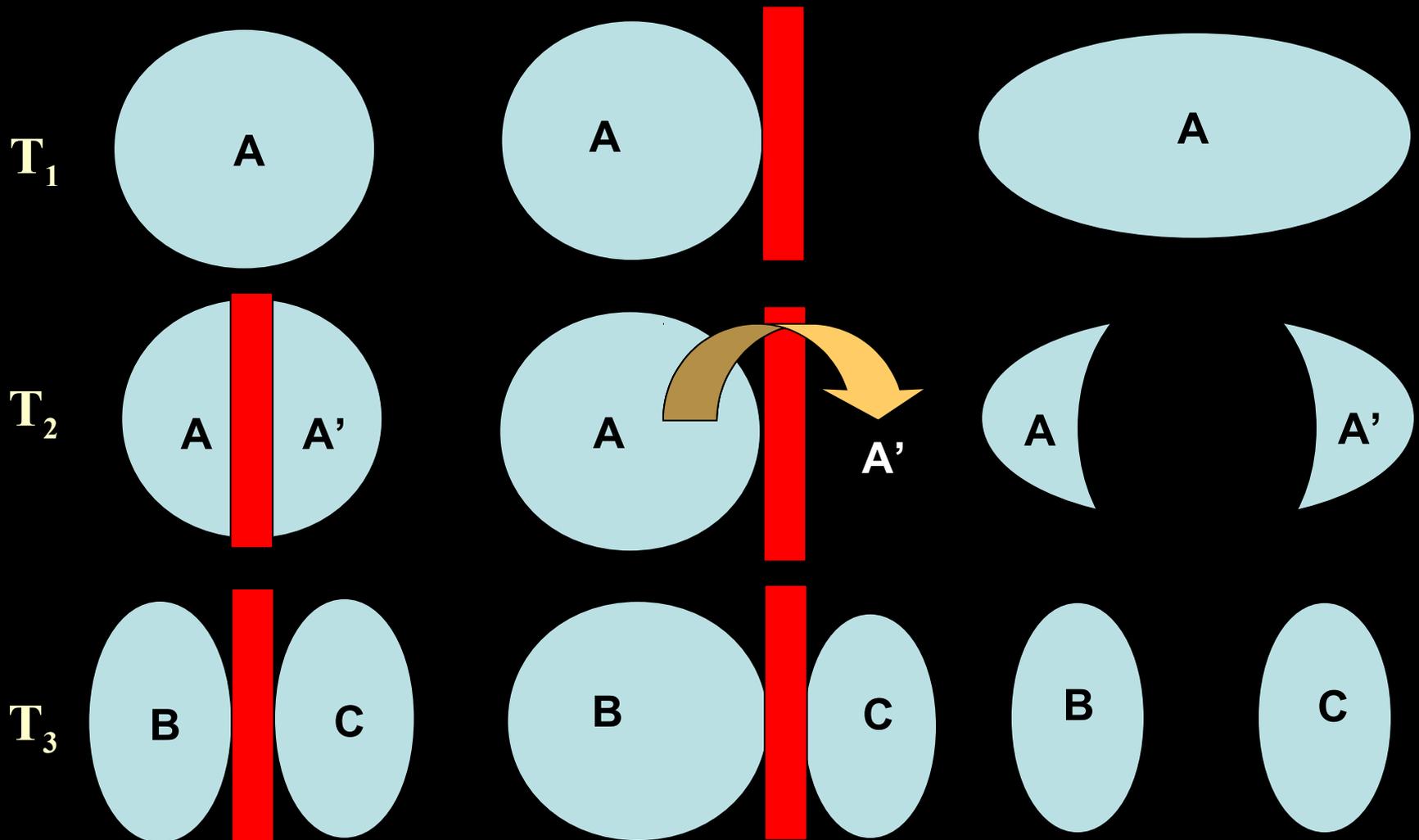
VICARIÂNCIA

Processos biogeográficos

VICARIÂNCIA

DISPERSÃO

EXTINÇÃO

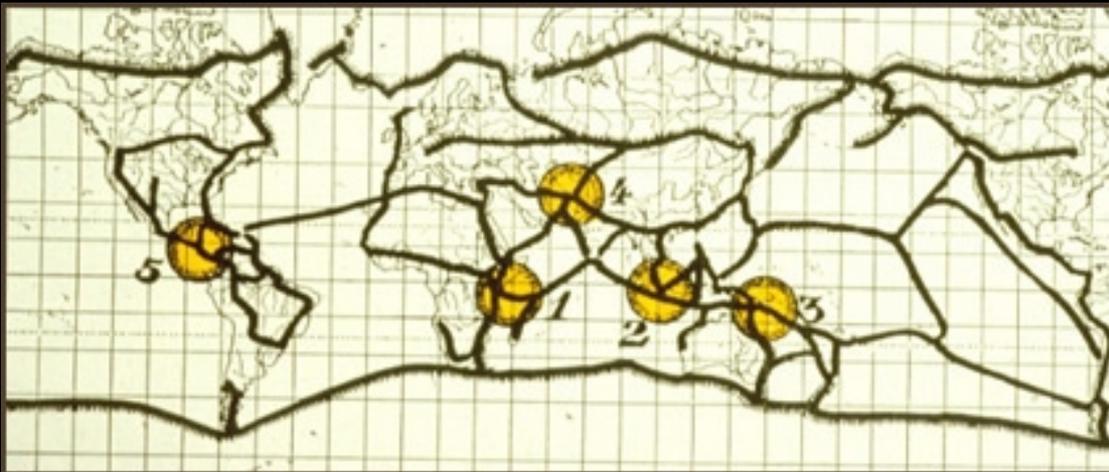


Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: PAN-BIOGEOGRAFIA

Método (Croizat, 1964):

- 1. Mapear a distribuição dos táxons**
- 2. Verificar distribuições sobrepostas**
- 3. Conectar por linhas as distribuições disjuntas de um táxon (traçados individuais - *tracks*)**
- 4. Identificar sobreposições de traçados (traçados generalizados)**
- 5. Cruzamento de muitas traçados generalizados são denominados “nós” e representam possíveis áreas de convergência tectônica (áreas compostas).**

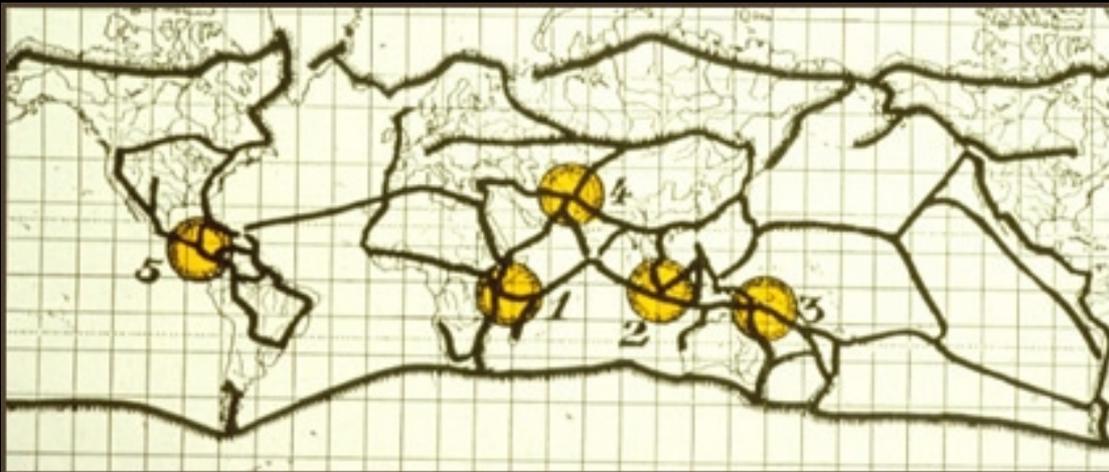


*“Terra e vida
evoluem juntas”*

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: PAN-BIOGEOGRAFIA

Exemplos de Traçados Individuais e Traçado Generalizado



*“Terra e vida
evoluem juntas”*

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: PAN-BIOGEOGRAFIA

Como conectar os pontos de ocorrência?

Croizat nunca explicou. Autores subsequentes (Rapport, 1975; Craw, 1983 e outros) desenvolveram diferentes critérios:

- distância geográfica mínima
- relações filogenéticas
- localização de centros de maior diversidade (riqueza de espécies, diversidade morfológica ou genética)

Quais os objetivos da Pan-Biogeografia?

- **Descobrir traçados generalizados**
- **Buscar explicações gerais para traçados diferentes**

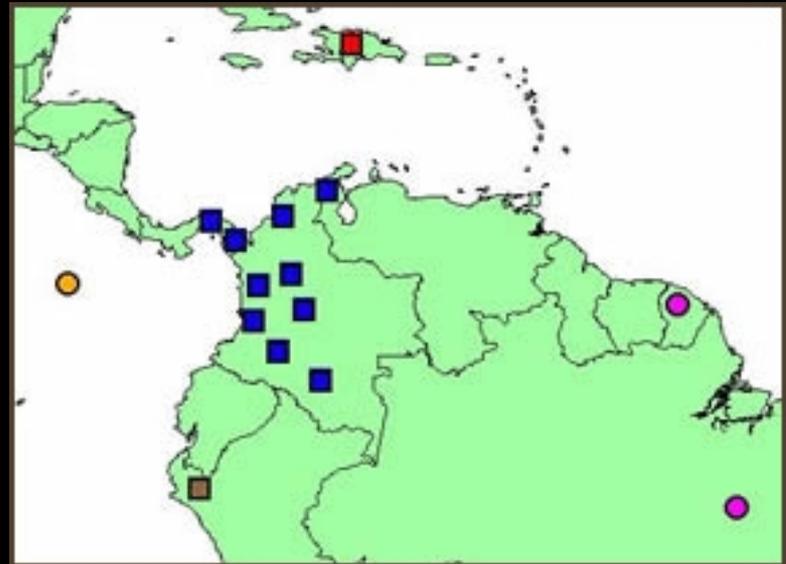
Apenas casos que não se encaixassem em traçados generalizados requereriam explicações particulares por DISPERSÃO

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: Pan-biogeografia, exemplo

O gênero *Opistocanthus* compreende 6 espécies, das quais 5 estão no Novo Mundo e uma no Velho Mundo (África Ocidental). As espécies (e os símbolos utilizados na análise de traçados) são:

- O. lepturus* (quadrado vermelho)
- O. elatus* (quadrado azul)
- O. cayaporum* (círculo lilás)
- O. weyrauchi* (quadrado marrom)
- O. valerioi* (círculo laranja)
- O. lecomtei* (quadrado amarelo)

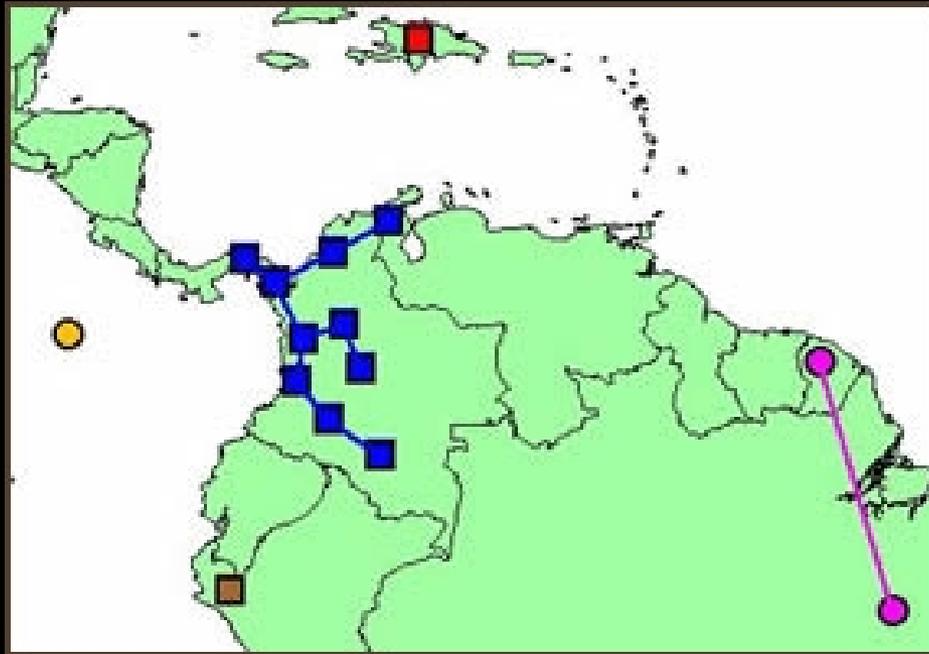


Passo 1. As localidades de distribuição dos táxons são plotadas em um mapa (espécies nesse exemplo)

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

Pan-biogeografia: exemplo



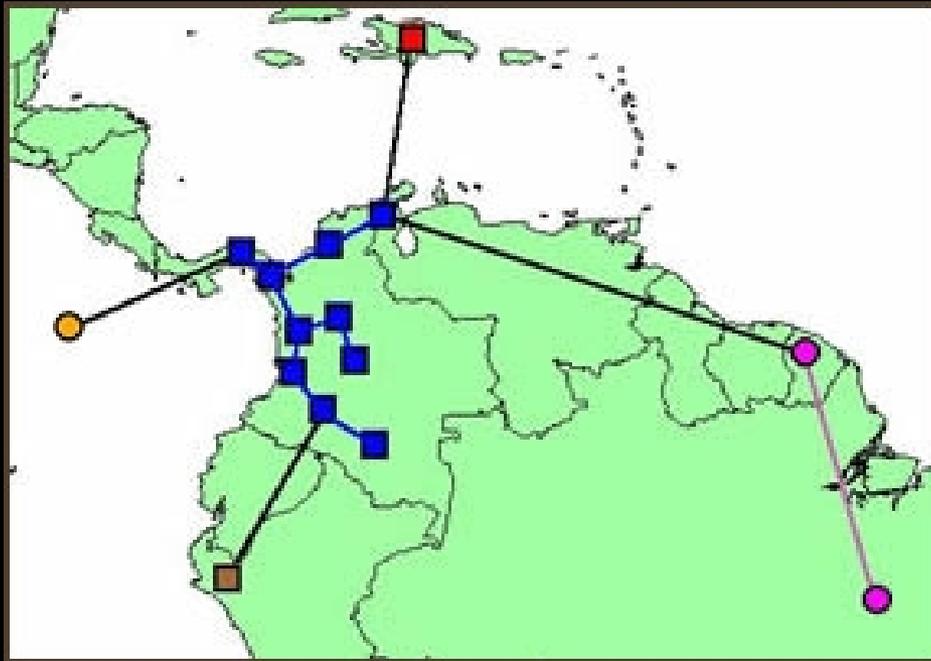
Passo 2. Ligar as localidades vizinhas mais próximas dentro de cada táxon.

Lourenço, W. R. 1995. Nouvelles considerations sur la classification et la biogeographie des *Opisthacanthus* neotropicaux (Scorpiones, Ischnuridae). *Biogeographica* 71: 75-82.

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

Pan-biogeografia: exemplo



Passo 3. Ligar as localidades vizinhas mais próximas entre de cada táxon.

Lourenço, W. R. 1995. Nouvelles considerations sur la classification et la biogeographie des *Opisthacanthus* neotropicaux (Scorpiones, Ischnuridae). *Biogeographica* 71: 75-82.

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

Pan-biogeografia: exemplo



Passo 4. Incluir ligações para todos os membros que estão sendo analisados (co-ocorrentes na maioria das vezes, mas separados aqui para o propósito de ilustração).

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

Pan-biogeografia: exemplo

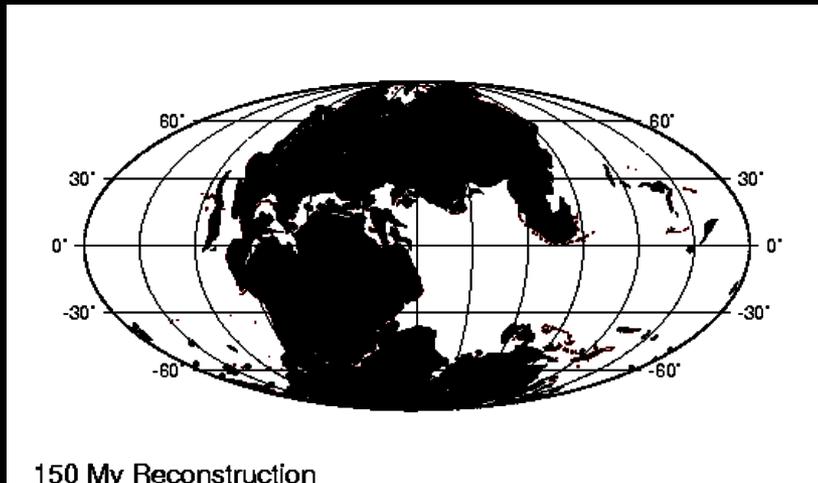


Passo 5. Identificar a linha-base (quadrado preto) em relação ao evento tectônico cruzado pelo traçado.

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

Pan-biogeografia: exemplo

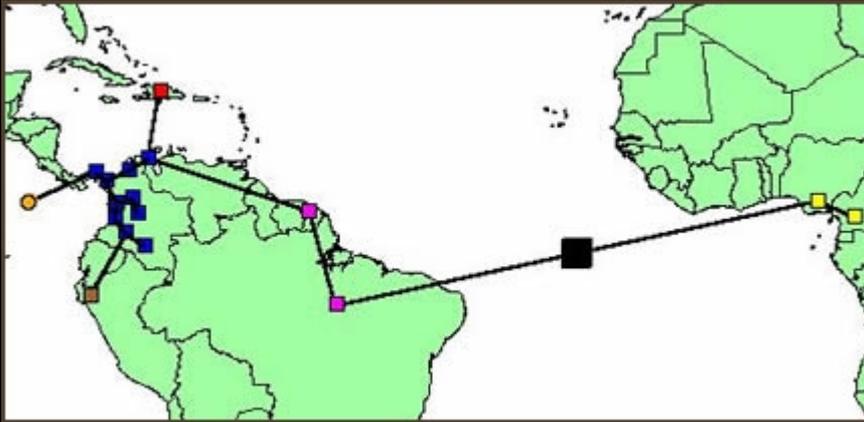


Passo 5. Identificar a linha-base (quadrado sólido) em relação ao evento tectônico cruzado pelo traçado.

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

Pan-biogeografia: exemplo



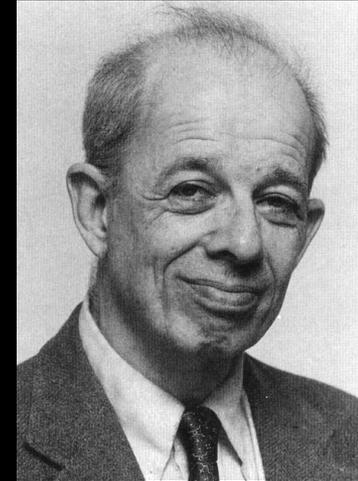
Resultado da Análise

As seguintes informações biogeográficas podem ser derivadas deste exemplo:

1. A geometria espacial da distribuição.
2. A geografia mais proximamente envolvida com a origem dos táxons na distribuição.
3. Um padrão biológico que pode ser correlacionado com outras distribuições.
4. Uma linha-base Atlântica que possibilita um hipótese especial para qual um setor geológico/tectônico da Terra está muito provavelmente envolvido com a origem e diferenciação das linhagens de *Opisthacanthus*.

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: Croizat, Nelson & Rosen (1974)



Tentativa inicial de reunir idéias de Pan-biogeografia e Sistemática Filogenética.

Não agradou Croizat! Publicou artigo (Croizat, 1982) repudiando o trabalho de 1974.

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: Biogeografia de Vicariância

Croizat, Nelson & Rosen (1974), Platnick & Rosen (1978).

Vicariância ou Dispersão?

Nenhuma das duas possibilidades pode ser descartada, a priori. Evidência de dispersão: simpatria.

Teste para dispersão: não existe.

Teste para vicariância: analisar, no mínimo, o padrão para três áreas – duas áreas poderão ser mais relacionadas entre si do que com a terceira.

Segundo o modelo vicariante:

reconstituindo-se as relações filogenéticas dos membros de um grupo de espécies, chega-se a uma descrição detalhada da história espacial da biota da qual a espécie ancestral desse grupo era parte.

Processos biogeográficos

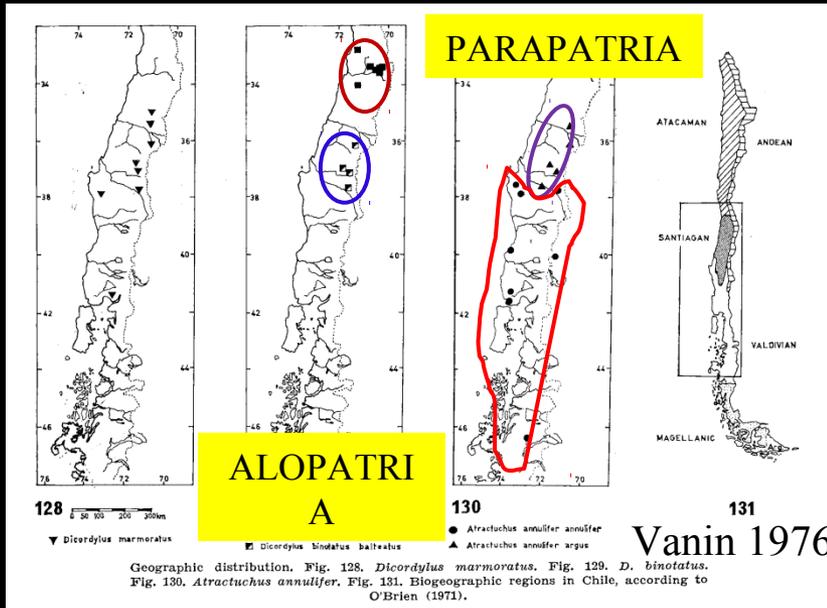
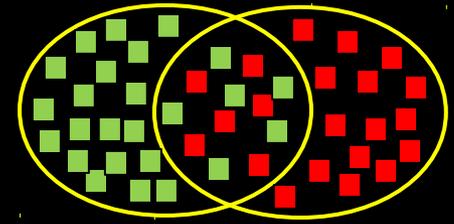
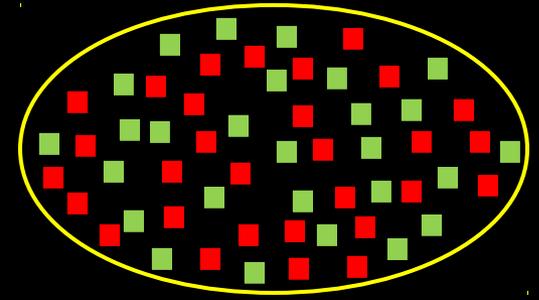
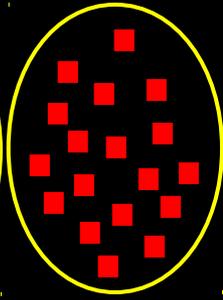
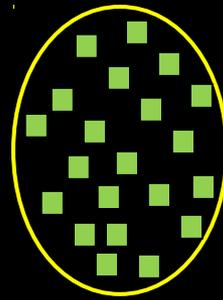
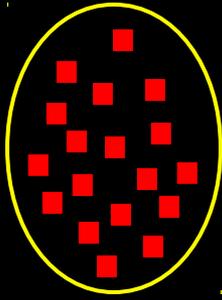
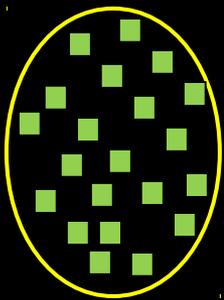
SIMPATRIA INDICA DISPERSÃO

$$A \cap B > 0 \text{ e } \leq 1$$

ALOPATRIA

PARAPATRIA

SIMPATRIA



Processos biogeográficos: *Vicariância*



As distribuições de duas espécies de corvos possuem uma faixa de contato na Europa Central. Ao longo dessa faixa, as espécies produzem híbridos férteis que permanecem restritos à área de contato.

Processos biogeográficos: Vicariância



- Glaciação do quaternário
Weichselian-Würm: 110.000 – 10.000
anos (18.000 máximo glacial)**
- a) isolamento em diferentes áreas (“refúgios”) durante períodos glaciais;
 - b) diferenciação genética;
 - c) expansão pós-glacial;
 - d) estabelecimento de zona de contato secundário após expansão de linhagens diferenciadas.

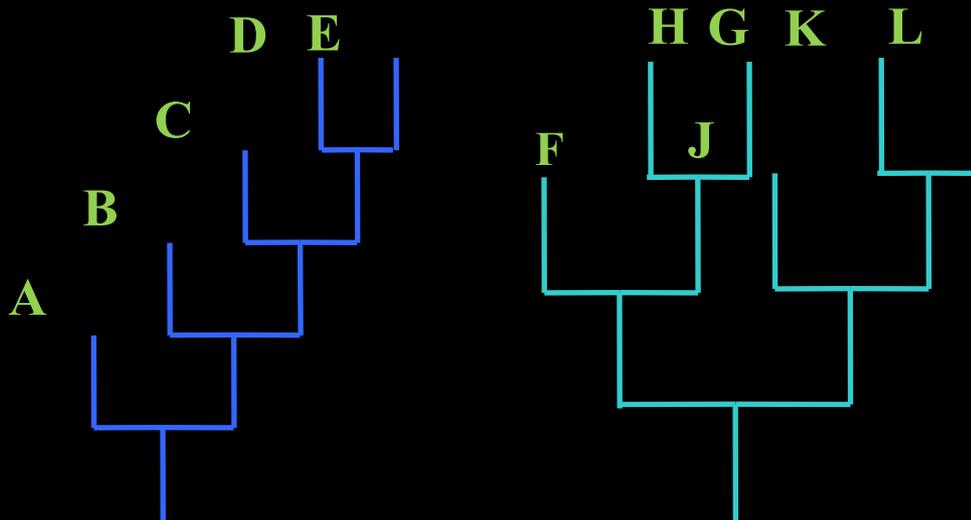
Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: Biogeografia de Vicariância

Croizat, Nelson & Rosen (1974), Platnick & Rosen (1978).

Cladograma Reduzido de Área. Protocolo geral:

1. Mapear a distribuição de vários grupos monofiléticos
2. Sobrepor os mapas para verificar áreas de congruência
3. Se “não”, ocorreu dispersão; se “sim,” prosseguir a análise
4. Análise filogenética dos **táxons estudados**
5. Transformar os cladogramas biológicos em **cladogramas de área**
6. Sobrepor os cladogramas
7. Suprimir os ramos incongruentes → **cladograma reduzido de área**
8. Correlacionar o cladograma reduzido com eventos da história da terra.



áreas – táxons

I – A e G

II – B e J

III – D e H

IV – C e K

V – E e L

VI – F

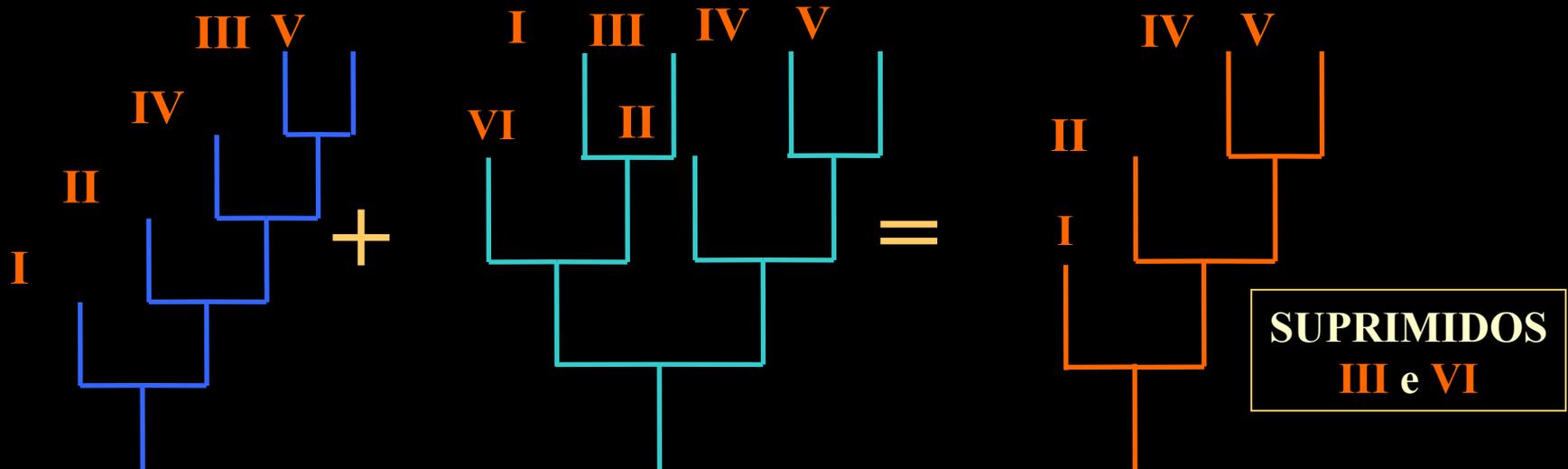
Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: Biogeografia de Vicariância

Croizat, Nelson & Rosen (1974), Platnick & Rosen (1978).

Cladograma Reduzido de Área. Protocolo geral:

1. Mapear a distribuição de vários grupos monofiléticos
2. Sobrepor os mapas para verificar áreas de congruência
3. Se “não”, ocorreu dispersão; se “sim,” prosseguir a análise
4. Análise filogenética dos **táxons estudados**
5. Transformar os cladogramas biológicos em **cladogramas de área**
6. Sobrepor os cladogramas
7. Suprimir os ramos incongruentes → **cladograma reduzido de área**
8. Correlacionar o cladograma reduzido com eventos da história da terra.



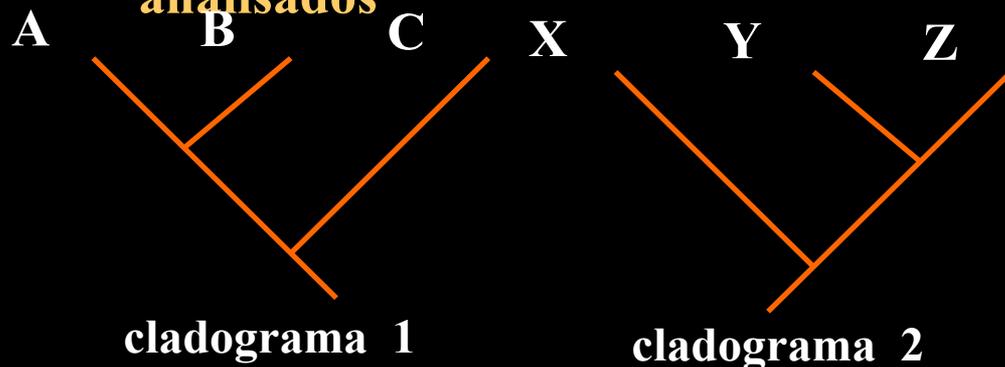
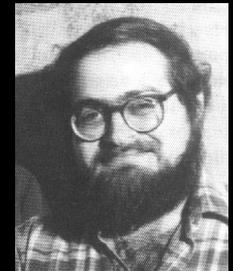
Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

Biogeografia de Vicariância: Análise de componentes

Protocolo geral:

1. Selecionar cladogramas para táxons monofiléticos com a distribuição nas áreas de estudo
2. Substituir terminais por **áreas**
3. Analisar os cladogramas, anotando-se as áreas ausentes
4. Verificar, em cada caso, onde poderiam entrar essas áreas que faltam
5. O cladograma geral de áreas será aquele que representar a intersecção do conjunto de cladogramas analisados



áreas – táxons

I – A e X

II – B

III – Y

IV – C e Z

Nelson &
Platnick, 1981

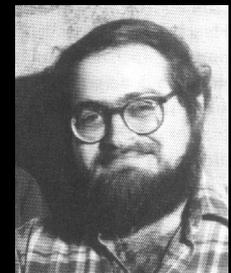
Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

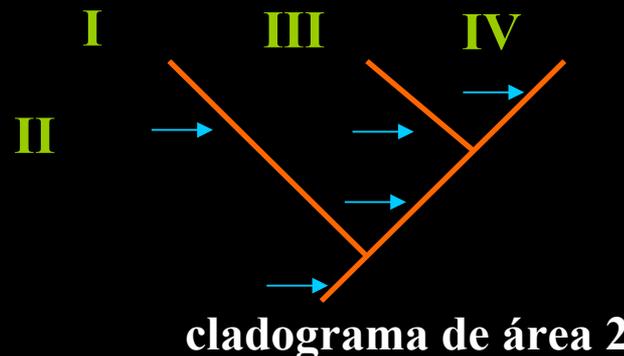
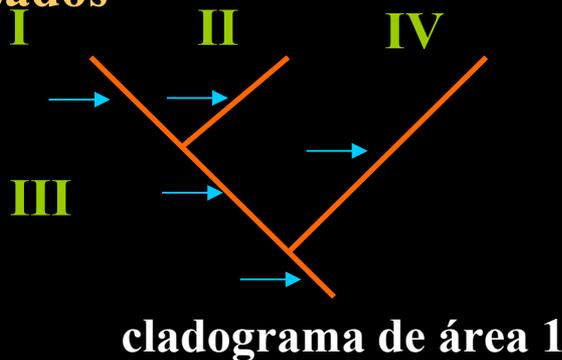
Biogeografia de Vicariância: Análise de componentes

Protocolo geral:

1. Selecionar cladogramas para táxons monofiléticos com a distribuição de interesse
2. Substituir terminais por **áreas**
3. Analisar os cladogramas, anotando-se as áreas ausentes
4. Verificar, em cada caso, onde **poderiam entrar** essas áreas que faltam
5. O cladograma geral de áreas será aquele que representar a **intersecção** do conjunto de cladogramas analisados



Nelson &
Platnick, 1981

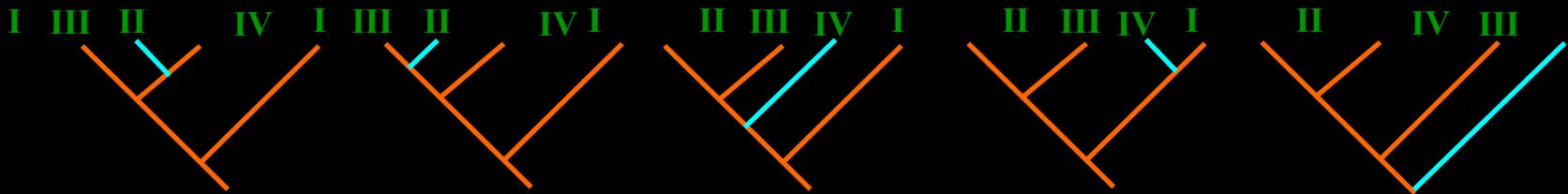


Biogeografia: desenvolvimento teórico

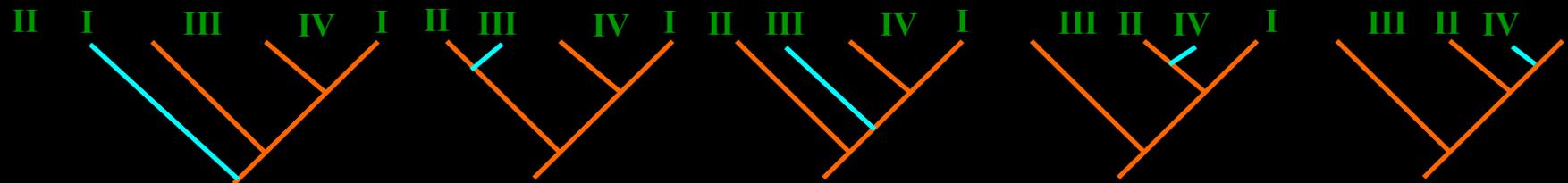
Biogeografia Histórica:

Biogeografia de Vicariância: Análise de componentes

4. Verificar, em cada caso, onde poderiam entrar essas áreas que faltam



cladograma de área 1



cladograma de área 2

Biogeografia: desenvolvimento teórico

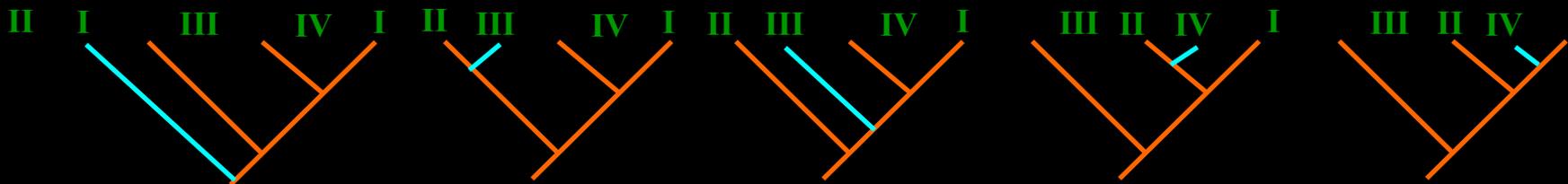
Biogeografia Histórica:

Biogeografia de Vicariância: Análise de componentes

5. O cladograma geral de áreas será aquele que representar a intersecção do conjunto de cladogramas analisados



cladograma de área 1



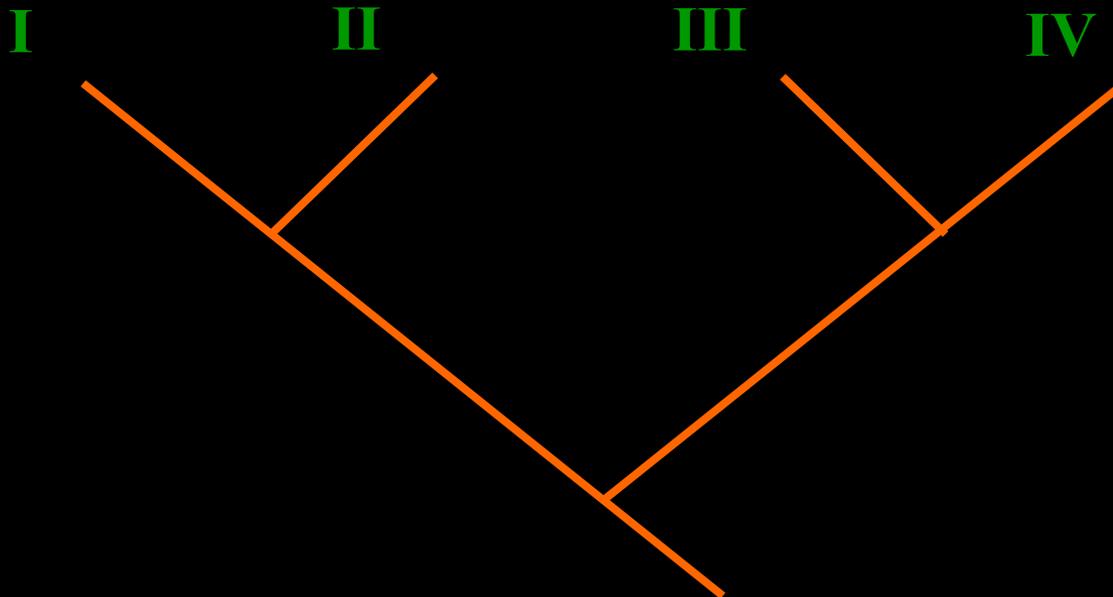
cladograma de área 2

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

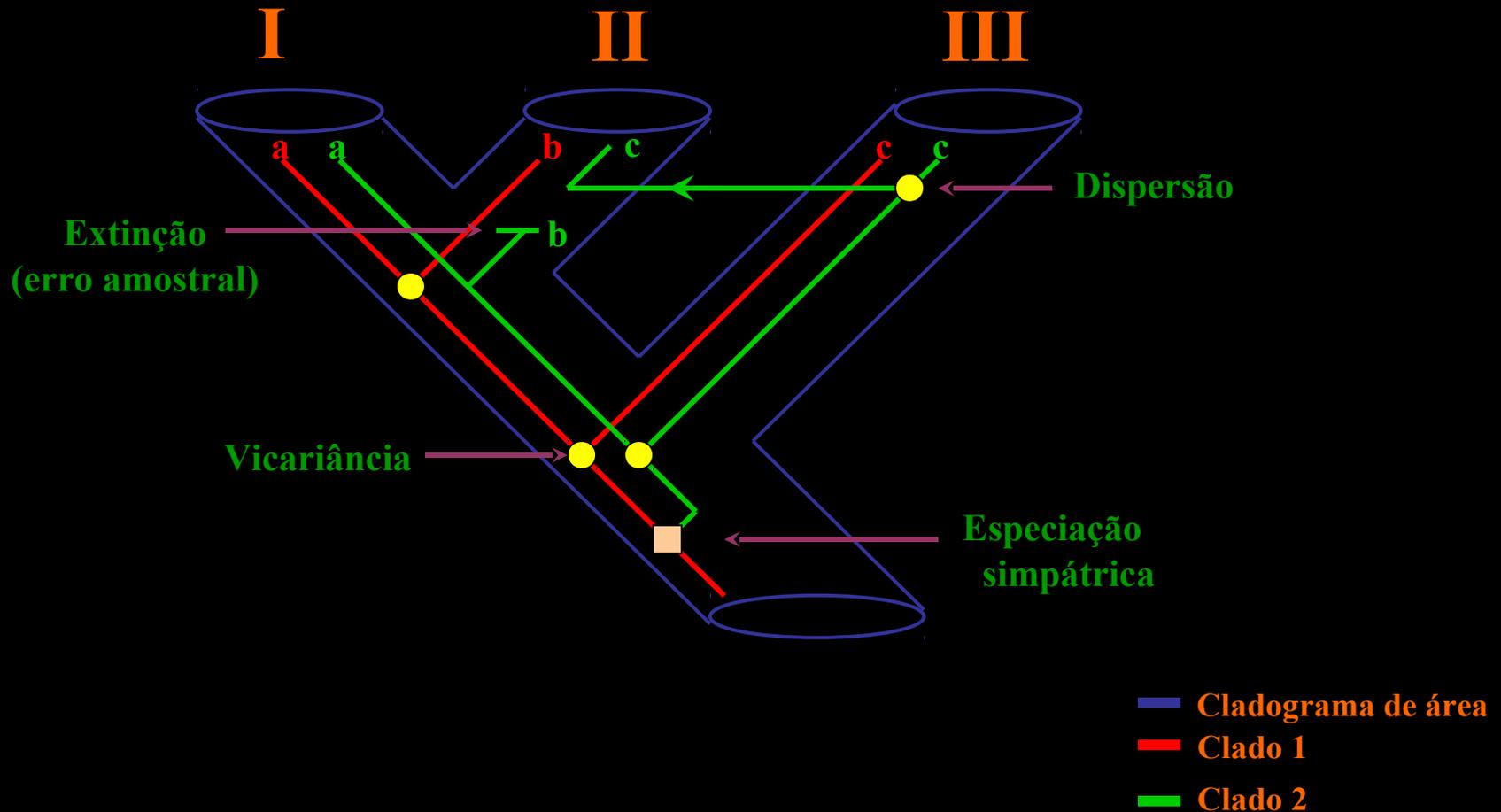
Biogeografia de Vicariância: Análise de componentes

5. O cladograma geral de áreas será aquele que representar a intersecção do conjunto de cladogramas analisados



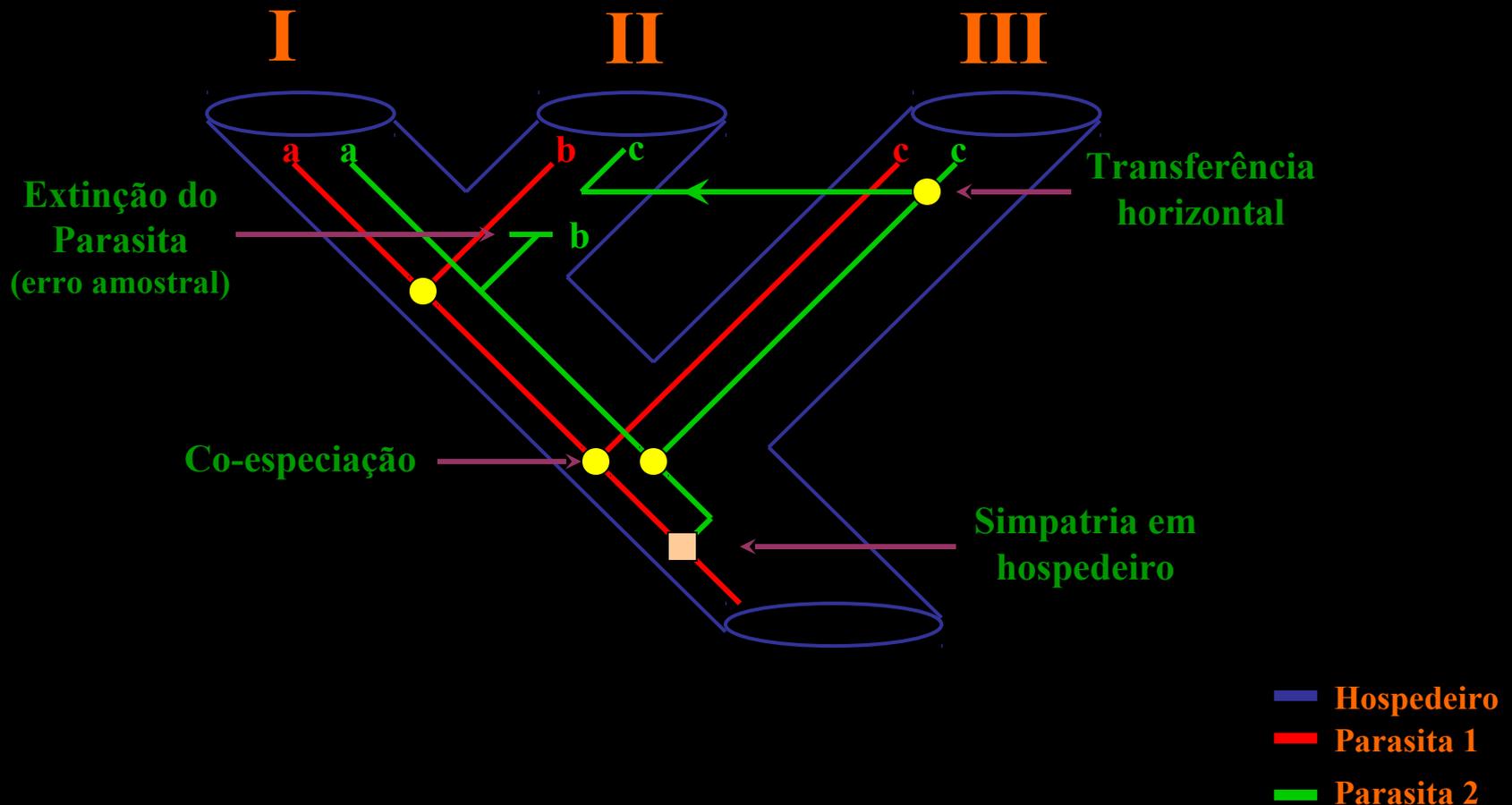
Espaço, tempo e forma: eventos possíveis para linhagens associadas

Áreas x Organismos



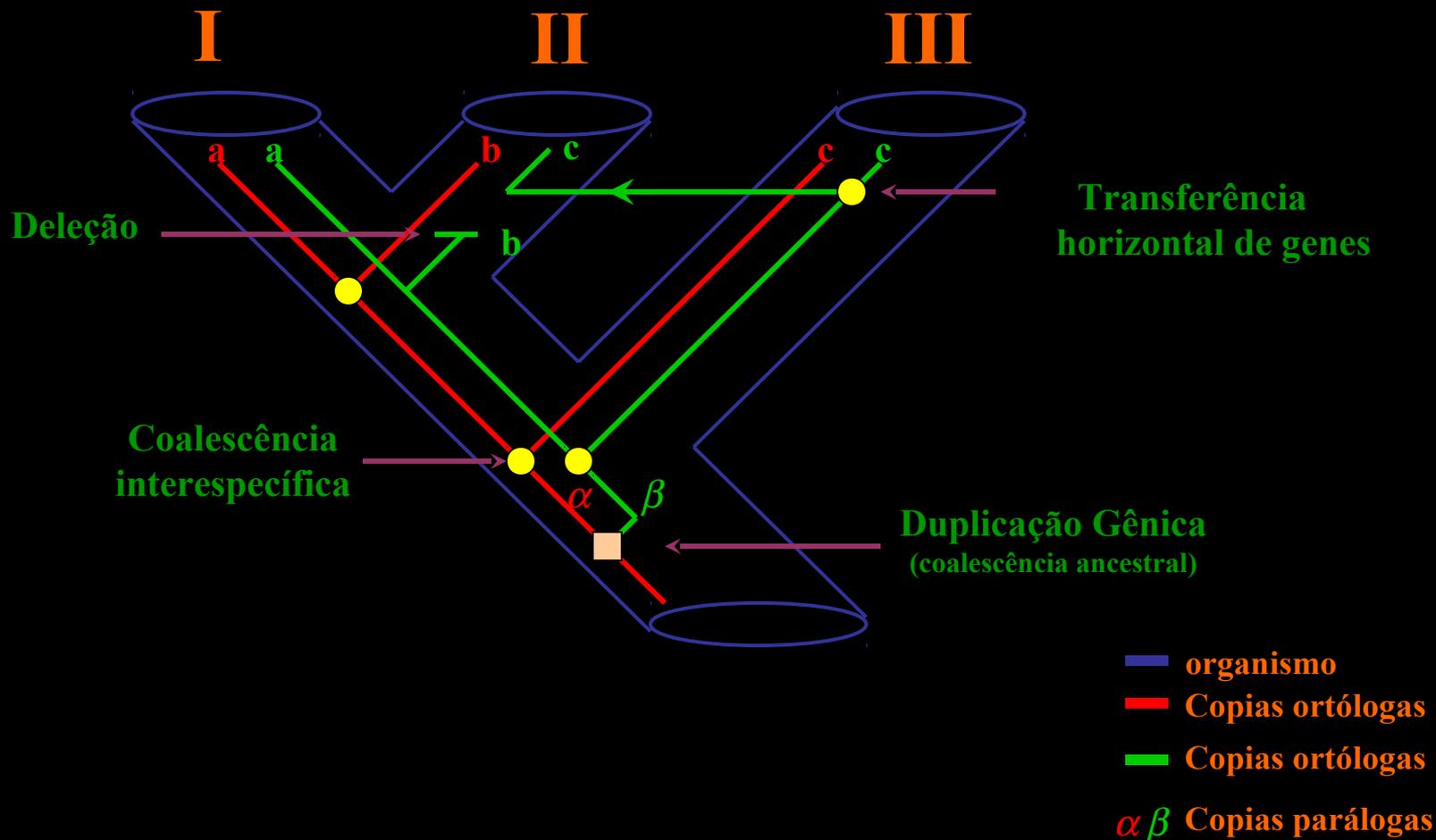
Espaço, tempo e forma: eventos possíveis para linhagens associadas

Organismos x Organismos

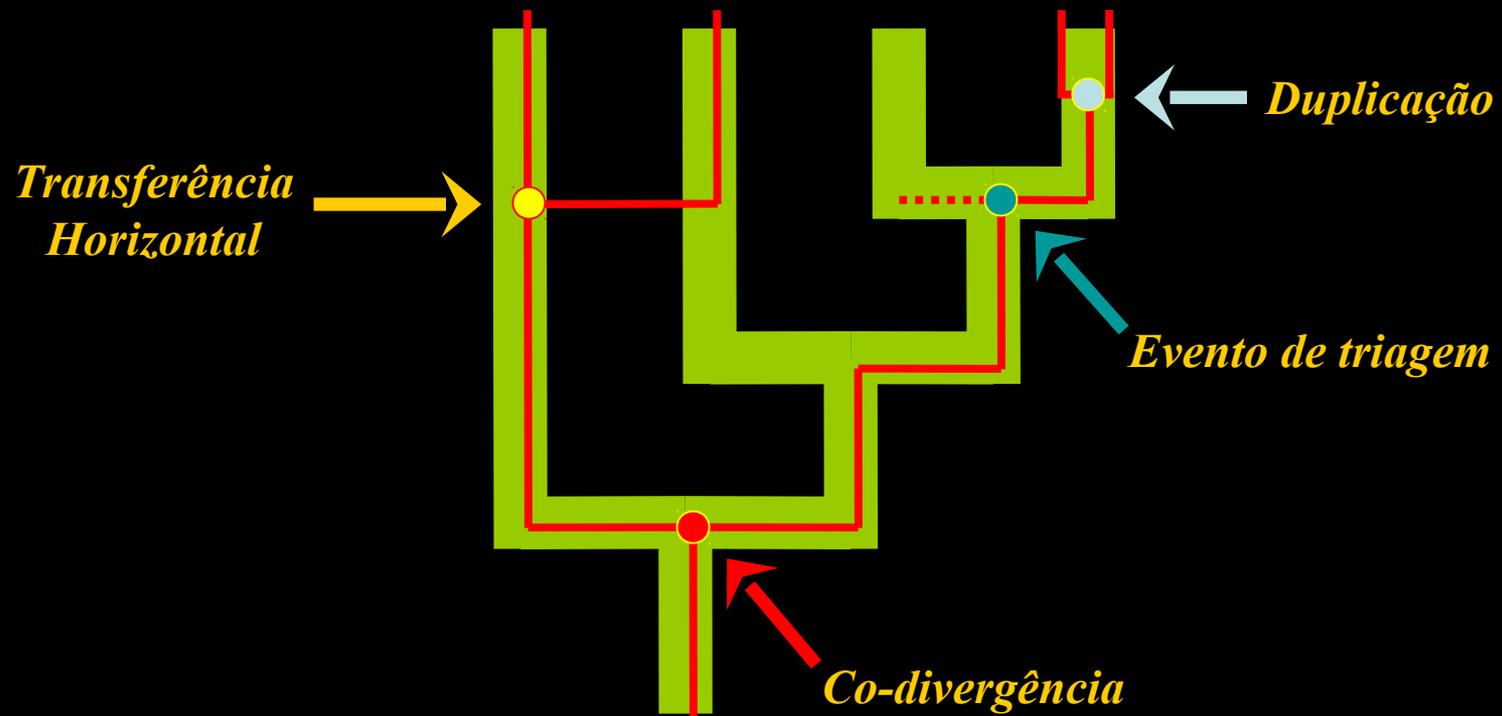


Espaço, tempo e forma: eventos possíveis para linhagens associadas

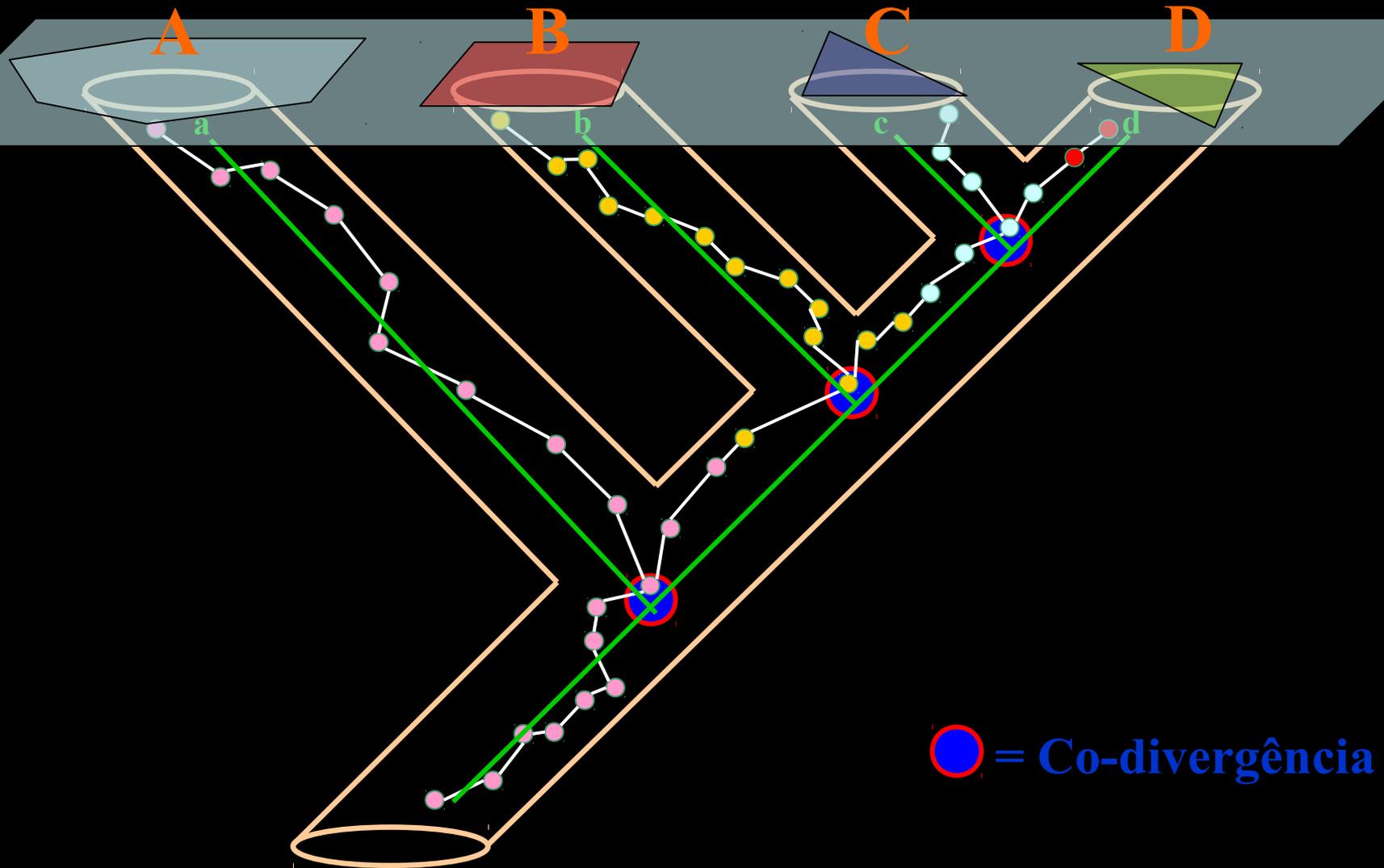
Organismos x Genes



Espaço, tempo e forma: eventos possíveis para linhagens associadas



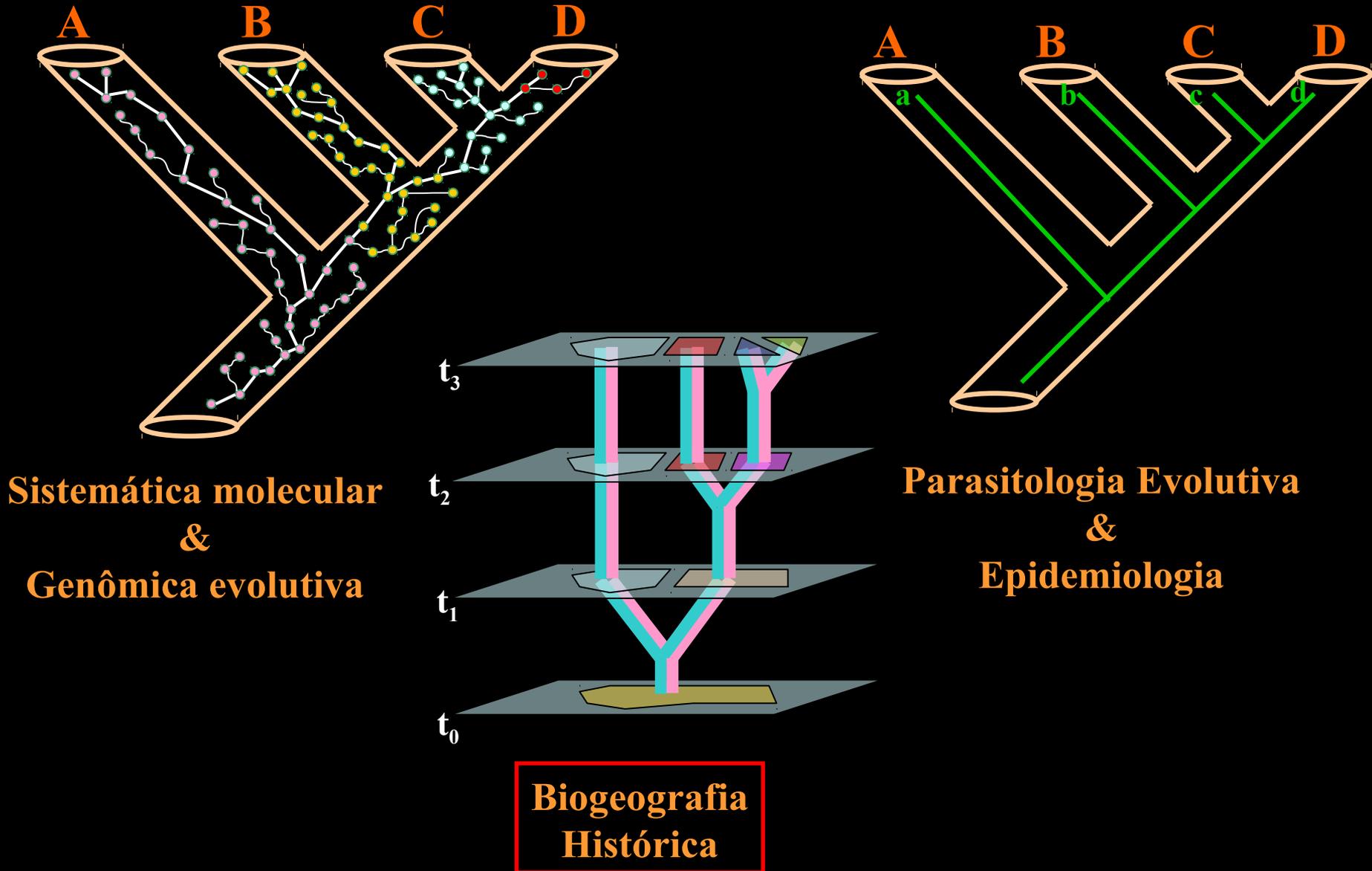
Espaço, tempo e forma: associações



Espaço, tempo e forma: eventos possíveis para linhagens associadas

EVENTO	ASSOCIAÇÃO		
	Organismo/gene	hospedeiro/parasita	área/organismo
Co-divergência	Coalescência interespecífica	Co-especiação	Vicariância
Duplicação	Duplicação Gênica (coalescência ancestral)	Simpatria em hospedeiro	Simpatria
Transferência horizontal	Transferência gênica	Transferência horizontal	Dispersão
Triagem	Deleção	Extinção do Parasita (erro amostral)	Extinção (erro amostral)

Espaço, tempo e forma: associações históricas



Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

Biogeografia de Vicariância: Análise de Parcimônia de Brooks (BPA) - Brooks, 1985.



Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: BPA

Biogeografia de Vicariância: Análise de Parcimônia de Brooks

**Três ou mais cladogramas e
respectivas distribuições dos táxons**



Matriz de representação para cada clado



Análise de parcimônia



Análise de consistência

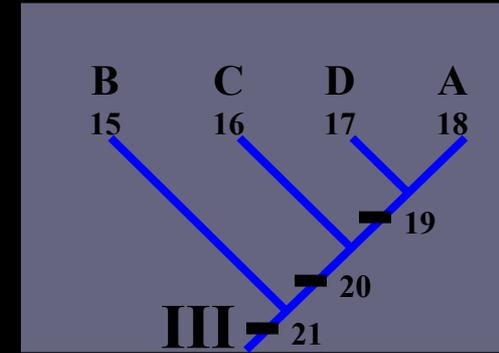
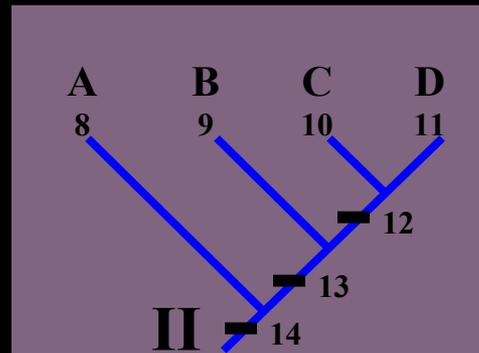
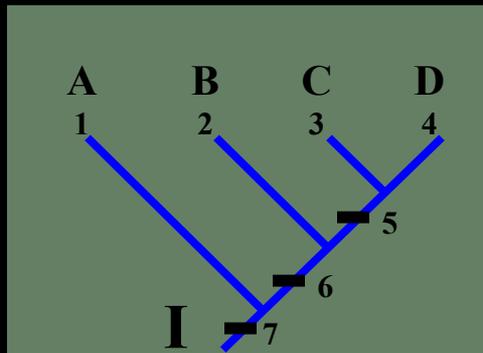


Análise secundária

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: BPA

Três cladogramas e respectivas distribuições dos táxons. Áreas A, B, C e D.



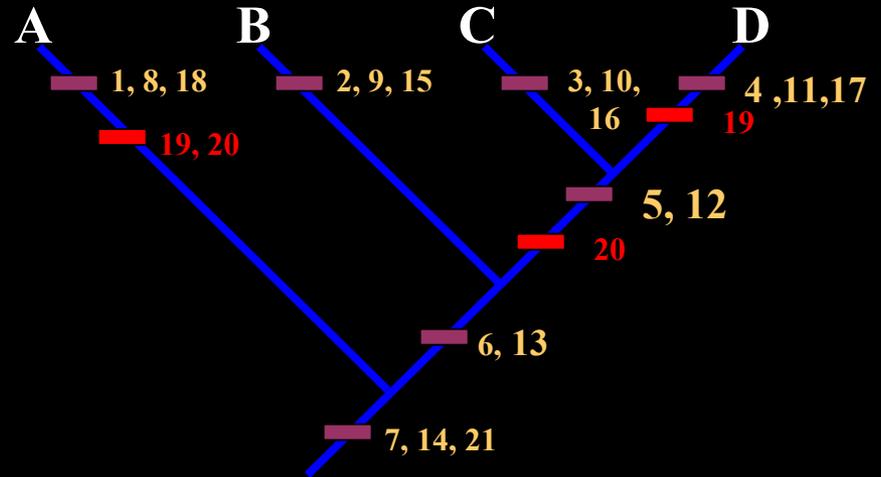
Cladogramas particulares de área

Matriz de representação para cada clado

TAXA/CÓDIGO BINÁRIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1
B	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
C	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1
D	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: BPA



Análise de parcimônia

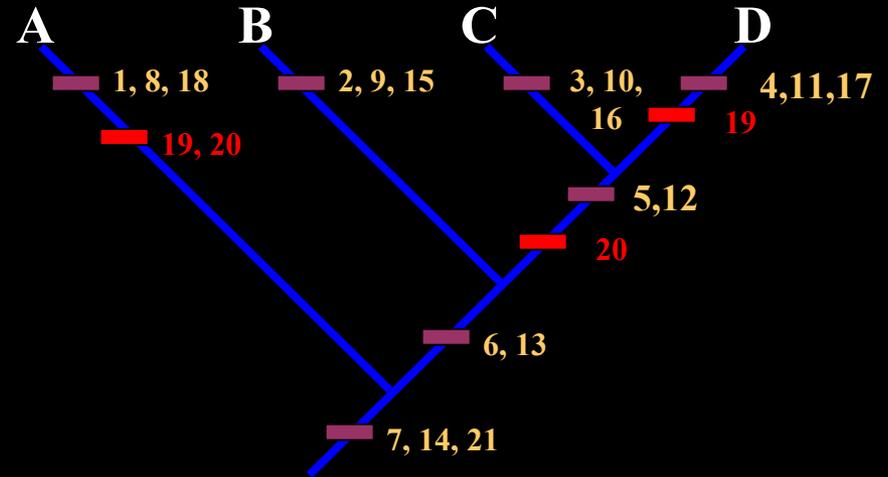
Matriz de representação para cada clado

TAXA/CÓDIGO BINÁRIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1
B	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
C	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1
D	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1

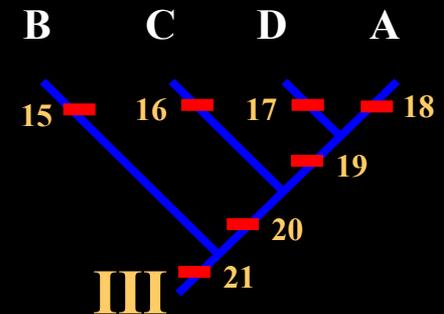
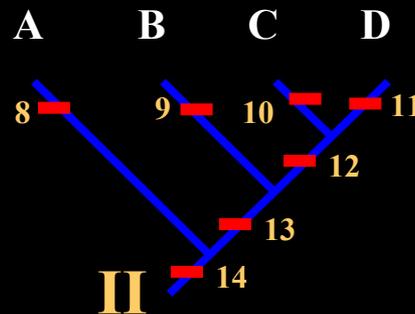
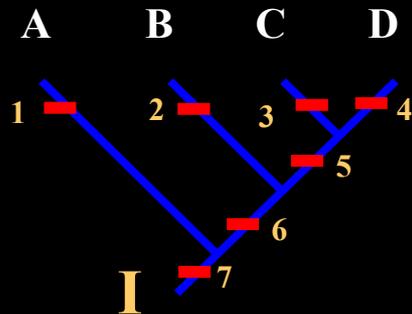
Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: BPA

Análise de parcimônia



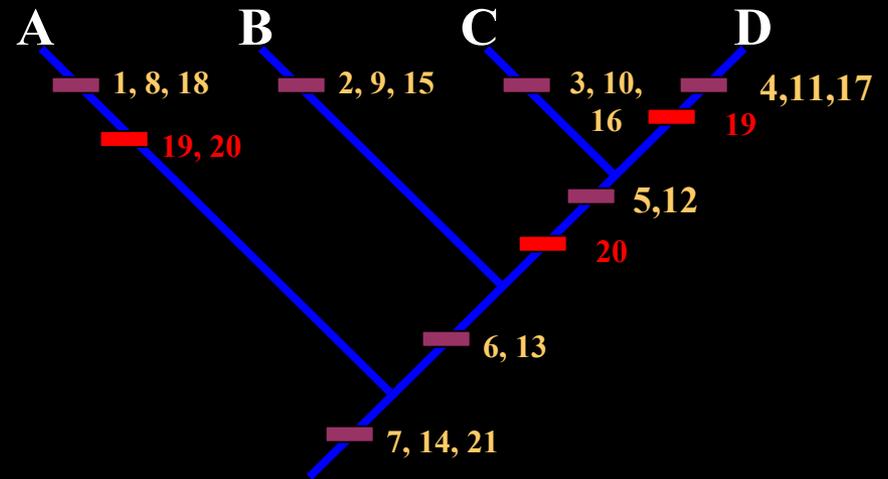
Análise de consistência



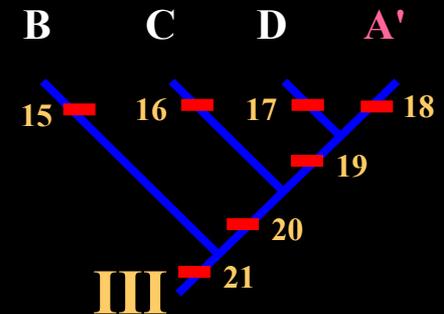
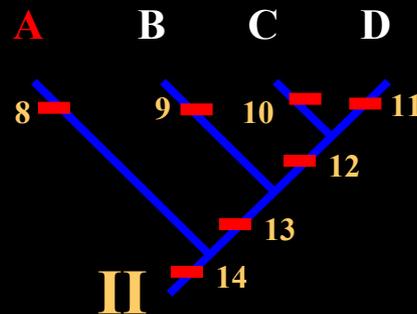
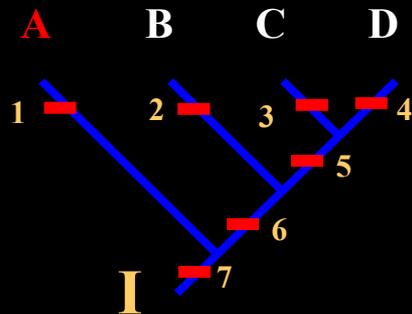
Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: BPA

Análise de parcimônia



Análise de consistência



Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: BPA

TAXA/CÓDIGO BINÁRIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1
B	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
C	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1
D	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1

Análise secundária. Nova matriz

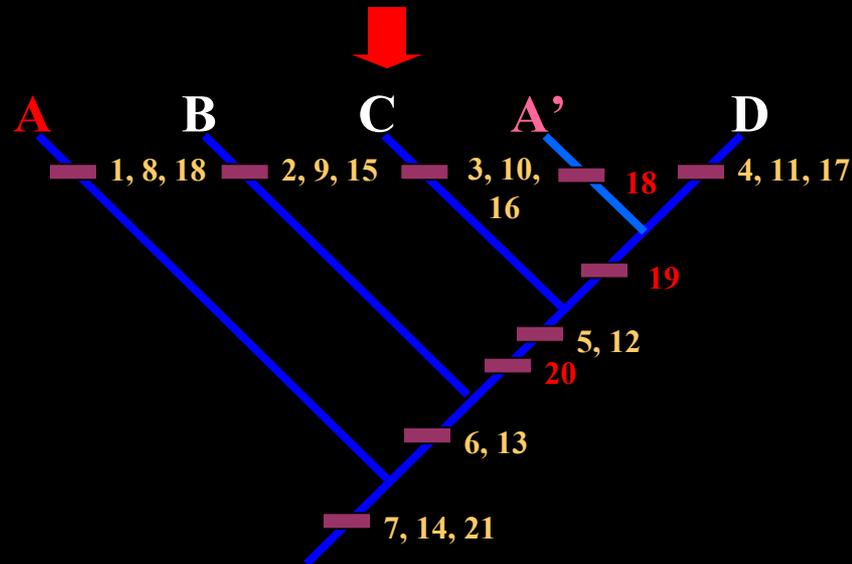
TAXA/CÓDIGO BINÁRIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
 A	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	?	?	?	?	?	?	?
 A'	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	0	0	0	1	1	1	1
B	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
C	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1
D	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: BPA

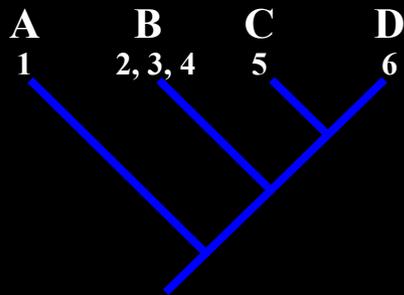
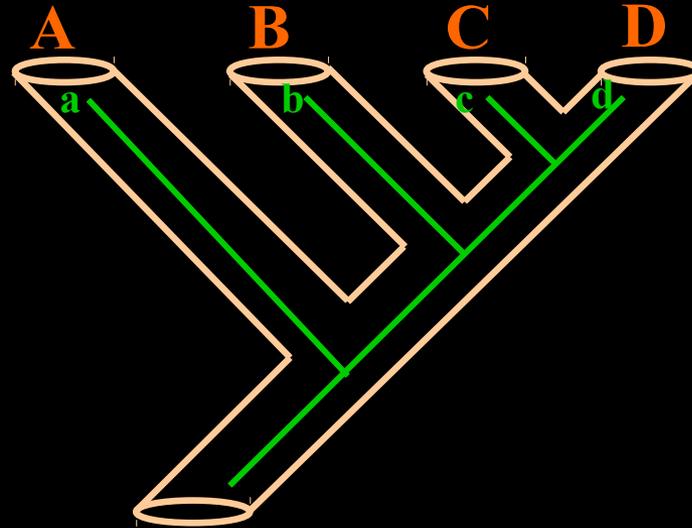
Análise secundária

TAXA/CÓDIGO BINÁRIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
 A	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	?	?	?	?	?	?	?
 A'	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	0	0	0	1	1	1	1
B	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
C	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1
D	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1

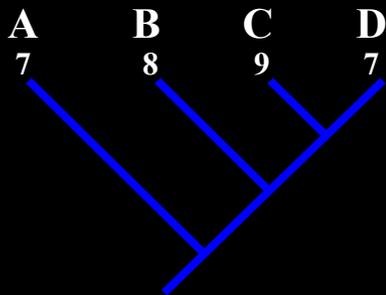


Biogeografia: desenvolvimento teórico

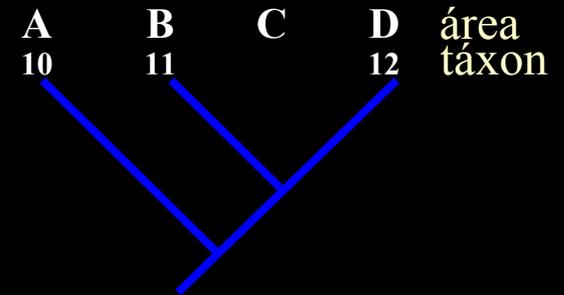
Biogeografia Histórica: métodos e ambiguidades



Redundância



Distribuição Ampla

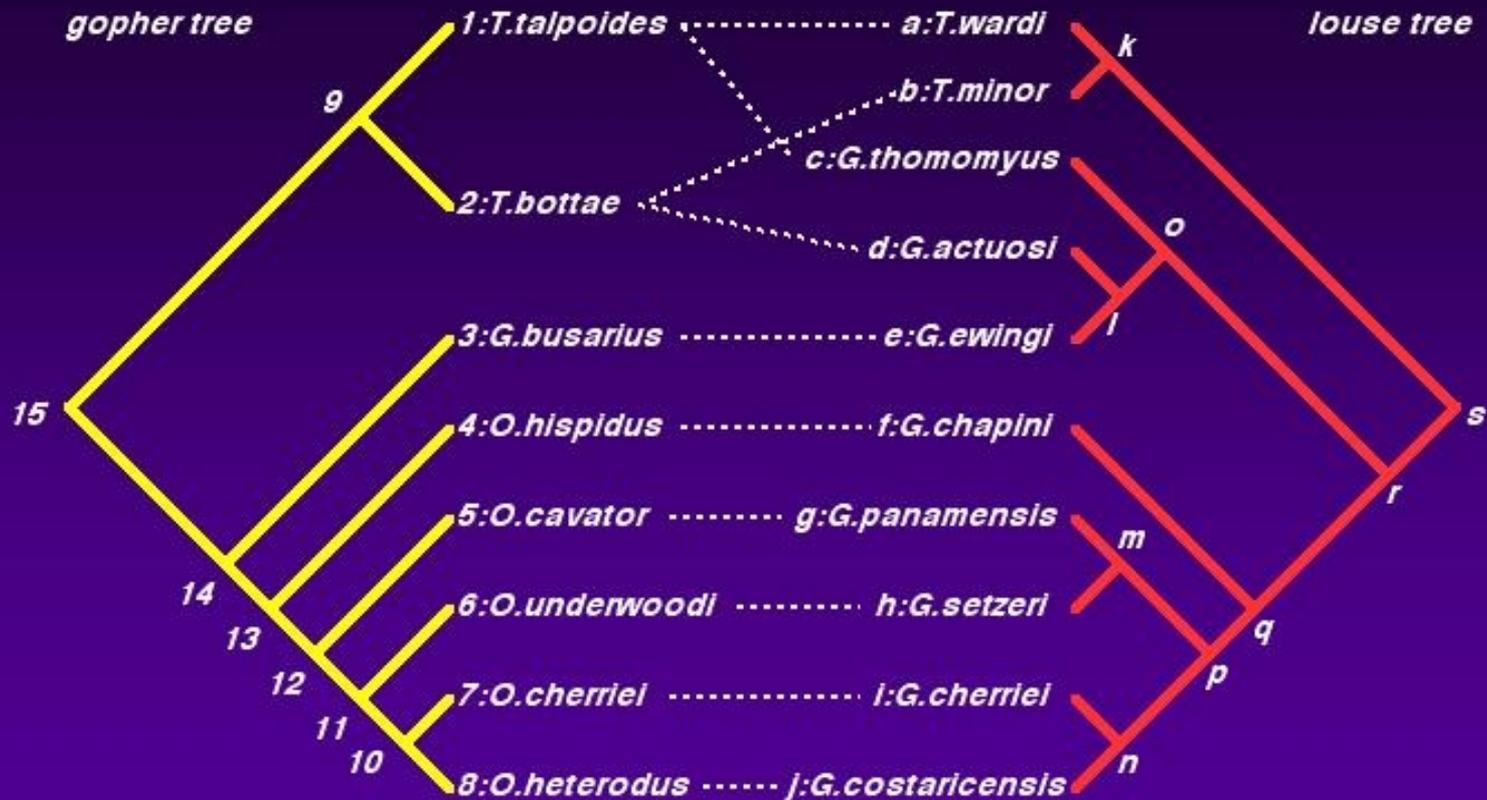


Ausência de dados

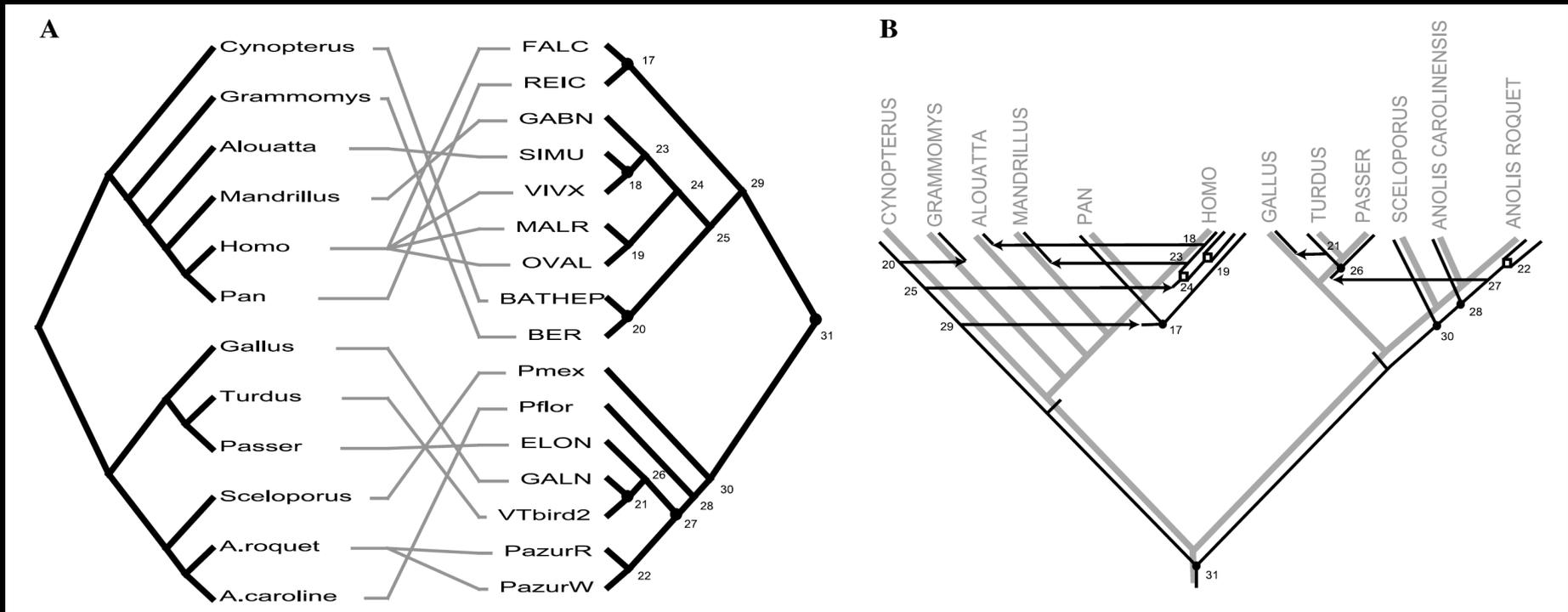
Biogeografia Histórica: métodos e ambiguidades

roedores geomídeos e piolhos

Gophers and Lice: Tanglegram



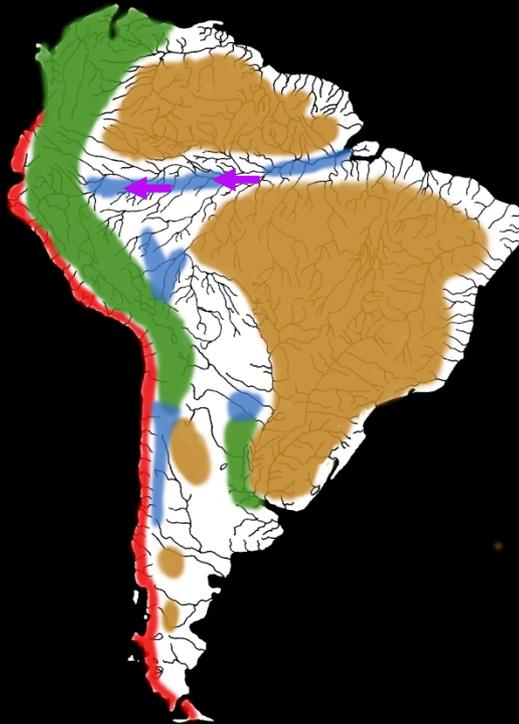
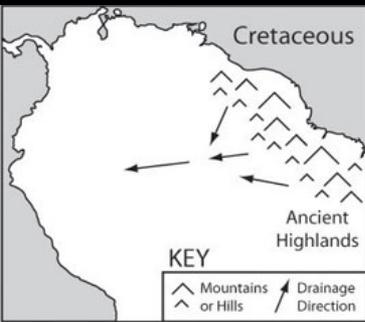
Biogeografia Histórica: métodos e ambiguidades



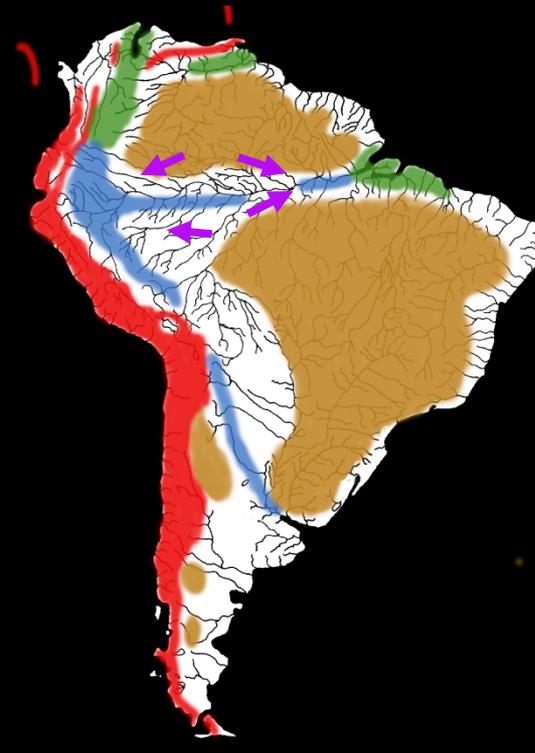
(A) Um “*tanglegram*” dos parasitas de malária (*Plasmodium* e *Hepatocystis*) baseado nos dados mitocondriais de citocromo b para parasitas (Perkins and Schall, 2002) e 12S para hospedeiros (não publicados, compilado das sequências do GenBank). (B) A reconciliação de árvores feita por TreeMap destas filogenias sugere 5 eventos de coespeciação, 7 transferências horizontais, 3 duplicações e eventos de triagem.

Paleogeografia da América do Sul

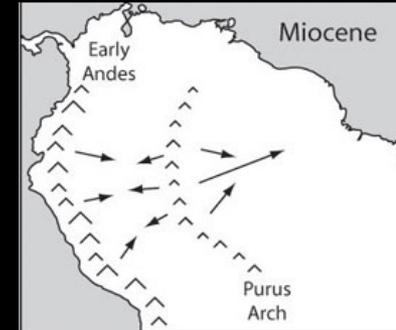
Separação: África e América do Sul - 100 Ma



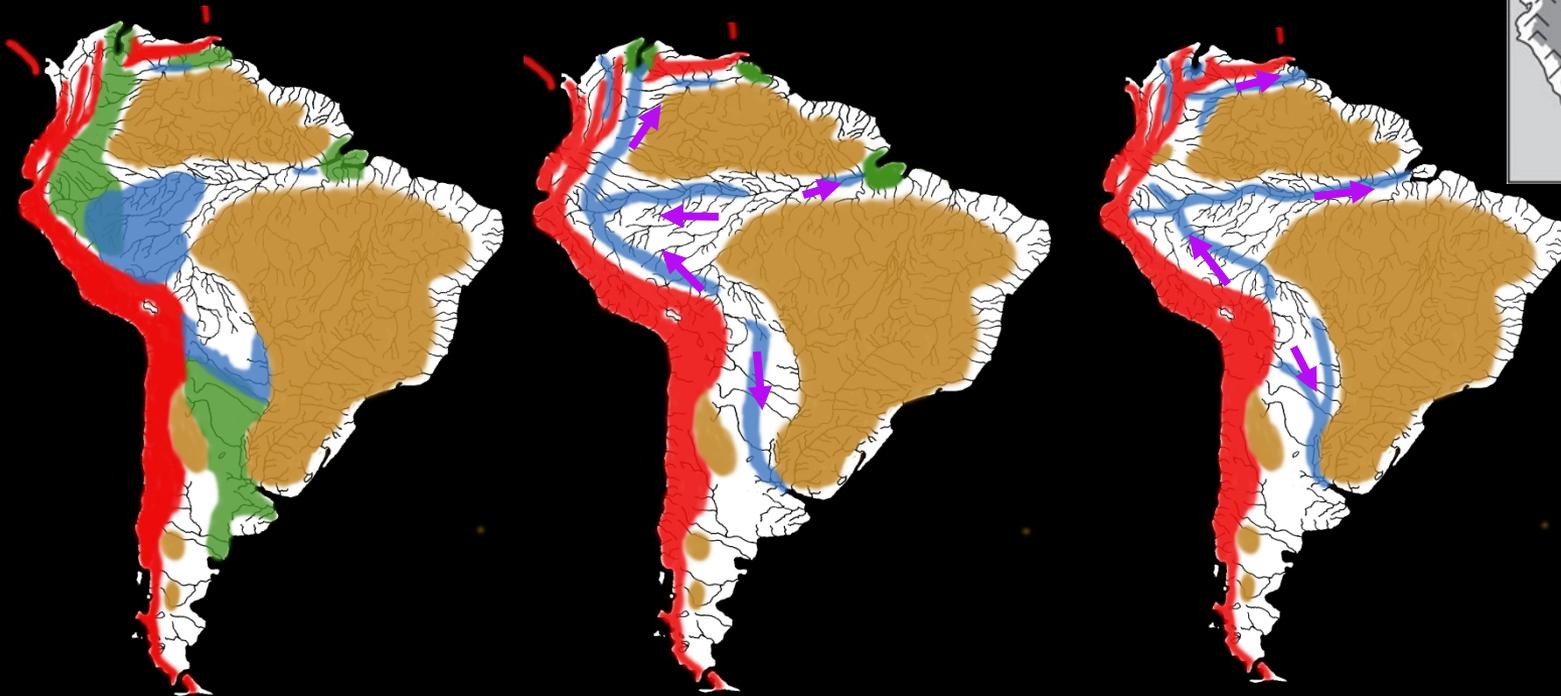
83 - 67 Ma
(Cretáceo)
**90 Ma Início
soerguimento
dos ANDES**



20 - 11,8 Ma (Mioceno)
Andes – COL/VEN
alterações climáticas
transgressões marinhas costeiras



Paleogeografia da América do Sul



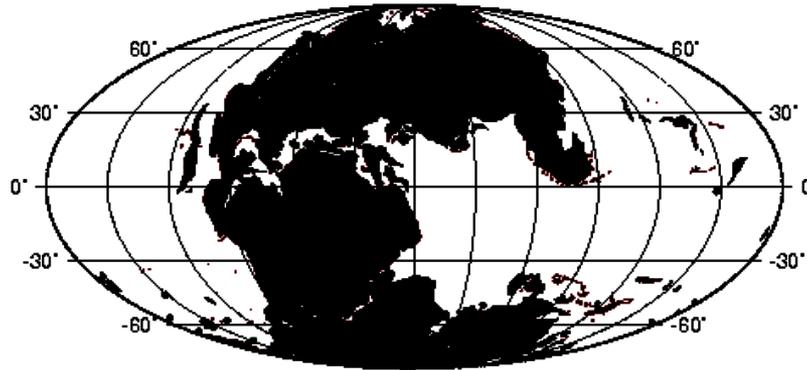
11,8 - 10 Ma
(Mioceno)
lago amazônico

10 - 8 Ma
(Mioceno)

8 Ma ao
presente

Amazonas
corre
para o
Atlântico

Cladograma de área da TERRA



150 My Reconstruction

Área composta

