

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

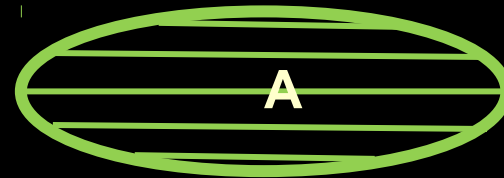
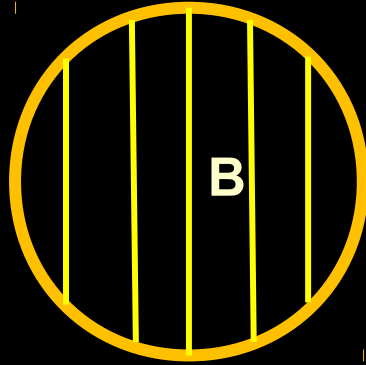
**CENTRO DE ORIGEM
DISPERSÃO**



**ROTAS DE DISPERSÃO
MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

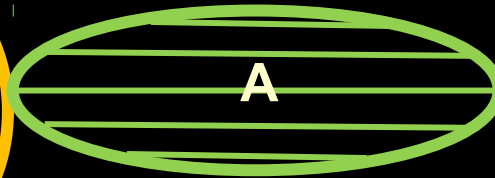
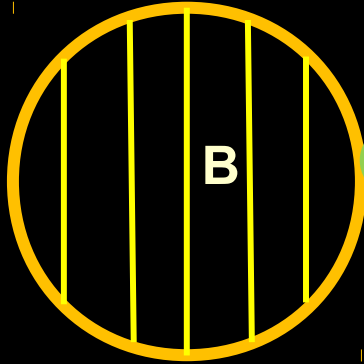
Áreas de distribuição

ALOPATRIA



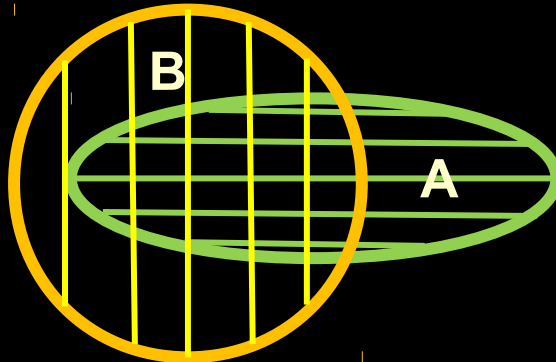
$$A \cap B = 0$$

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

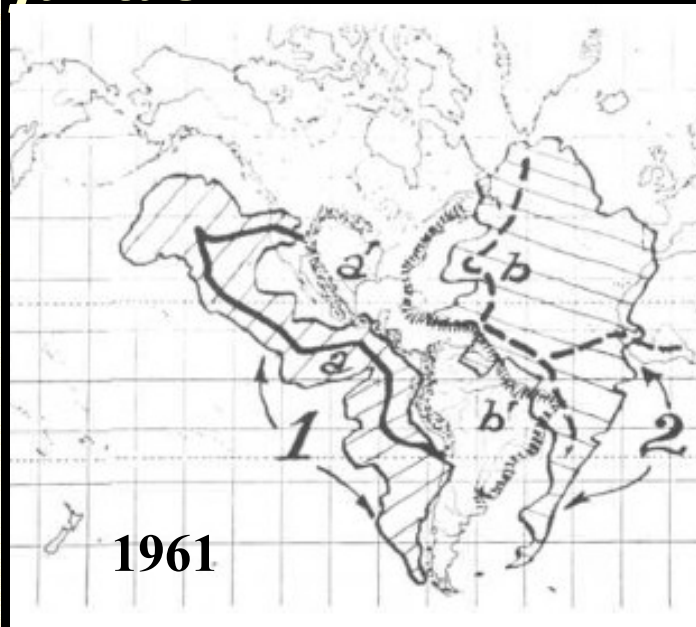
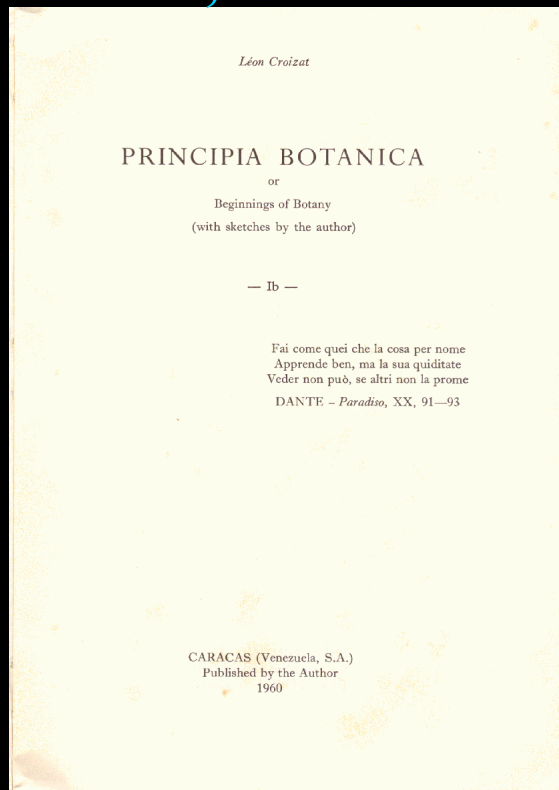
Carreira incomum; figura controversa

Idéias divulgadas por Gareth

Nelson, anos 70

Leon Croizat
1894-1982

“Terra e vida evoluem
juntas”



Biogeografia: desenvolvimento teórico

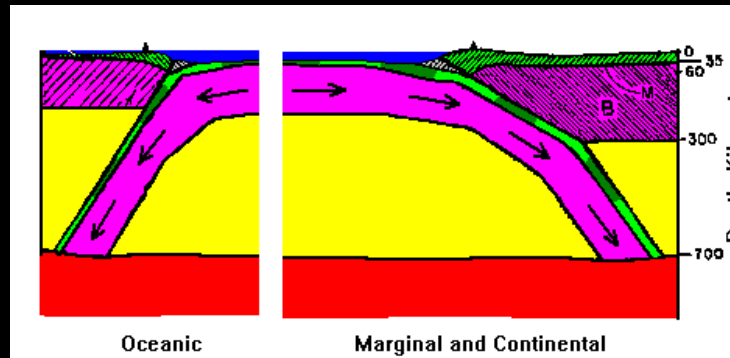
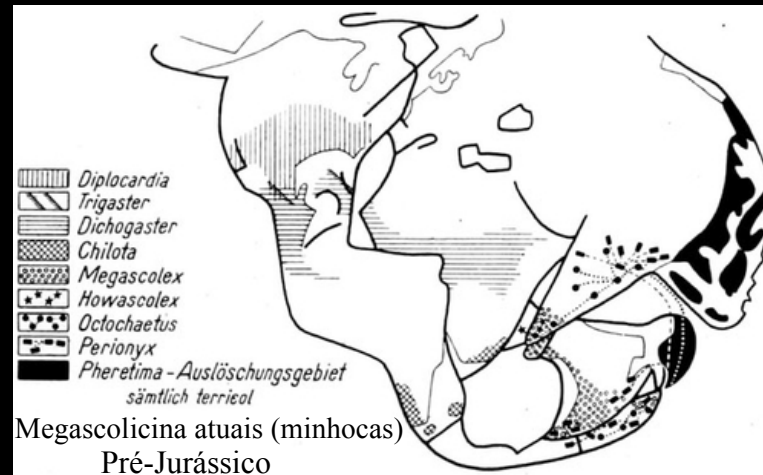
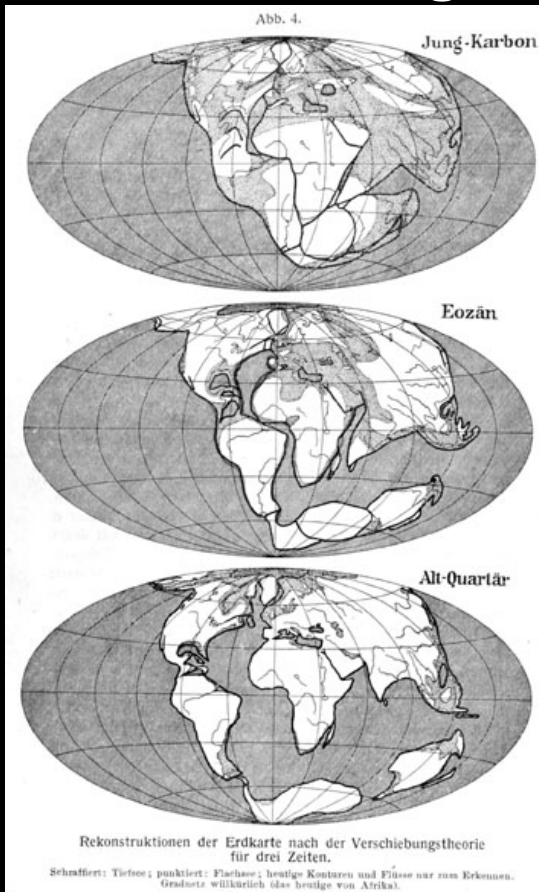
Biogeografia Histórica: PAN-BIOGEOGRAFIA

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**

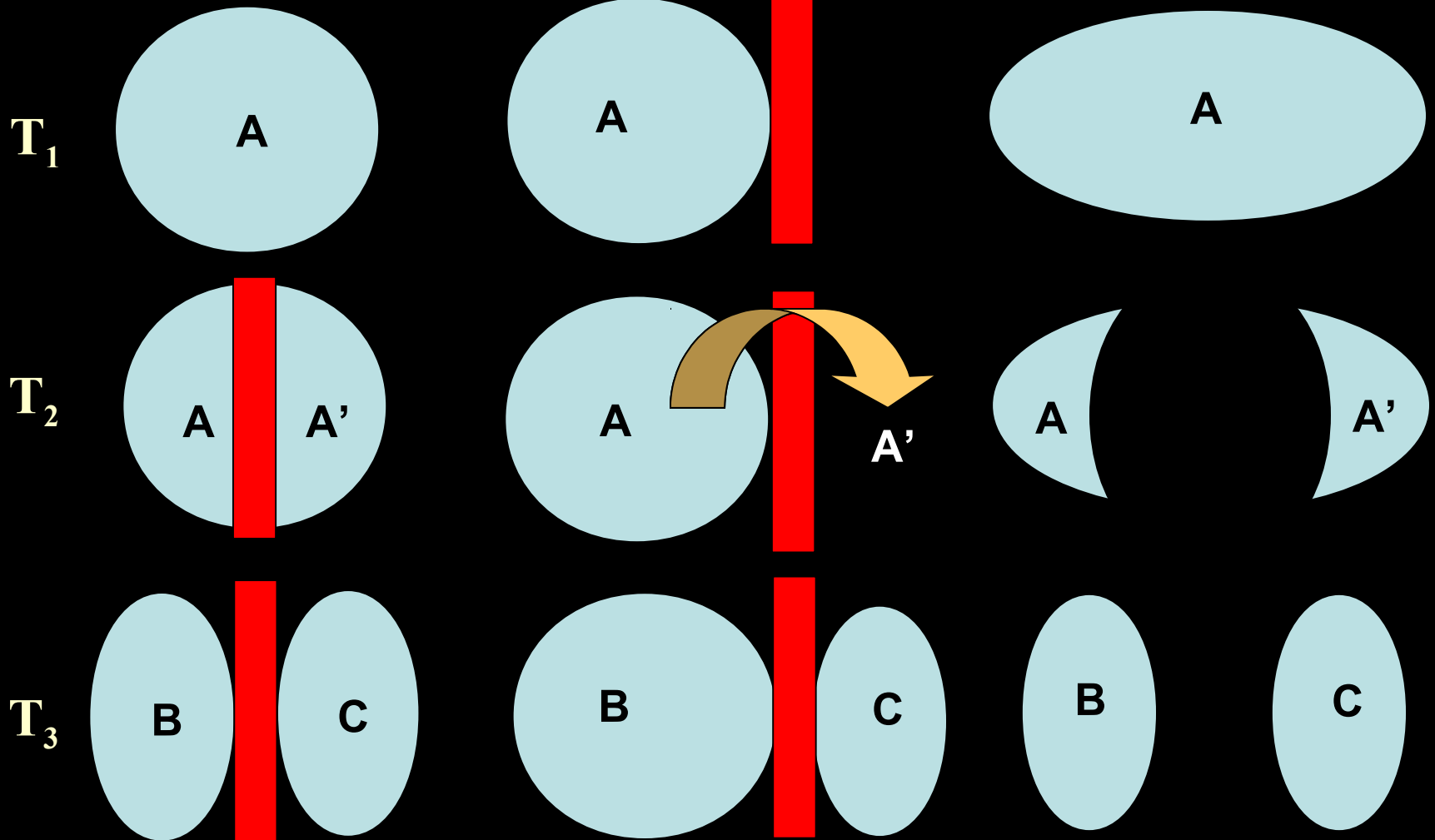
VICARIÂNCIA

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**

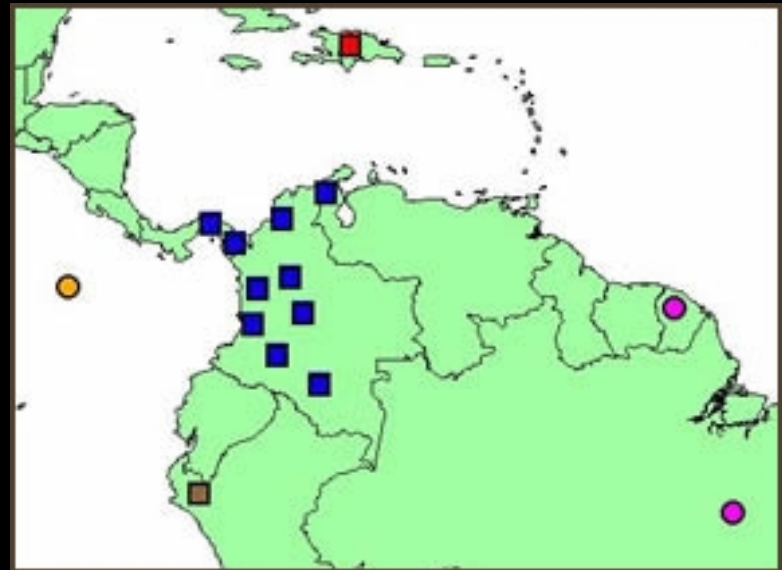
Apenas casos que não se encaixassem em traçados generalizados requereriam explicações particulares por DISPERSÃO

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)



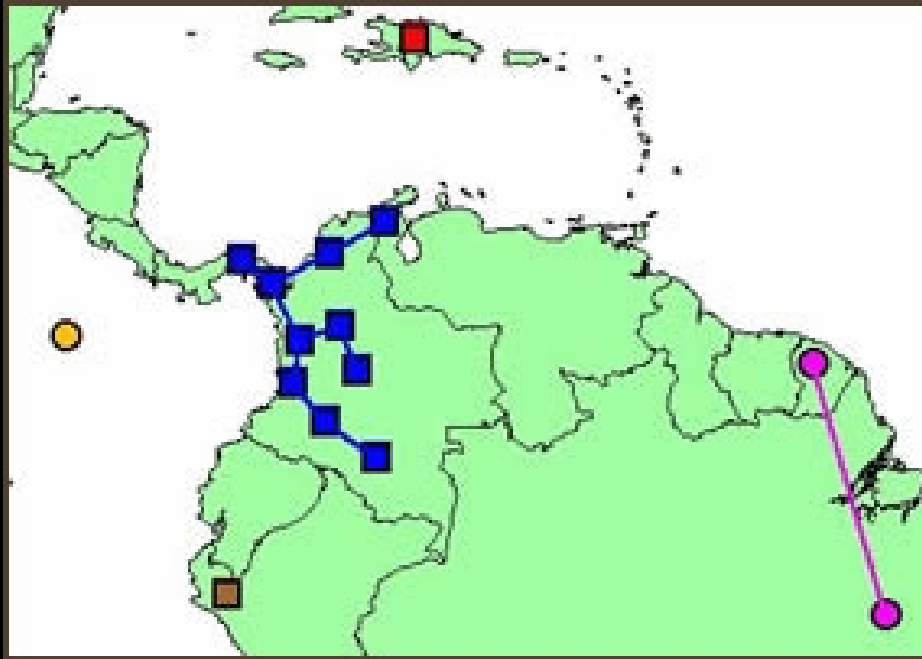
Passo 1. As localidades de distribuição dos táxons são plotadas em um mapa (espécies nesse exemplo)

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



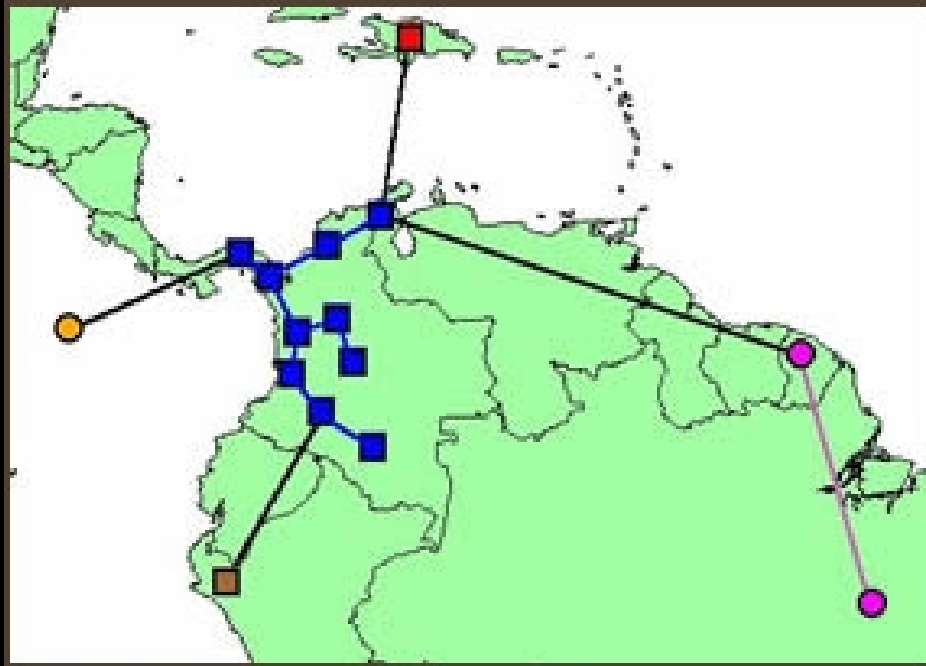
Passo 2. Ligar as localidades vizinhas mais próximas dentro de cada táxon.

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

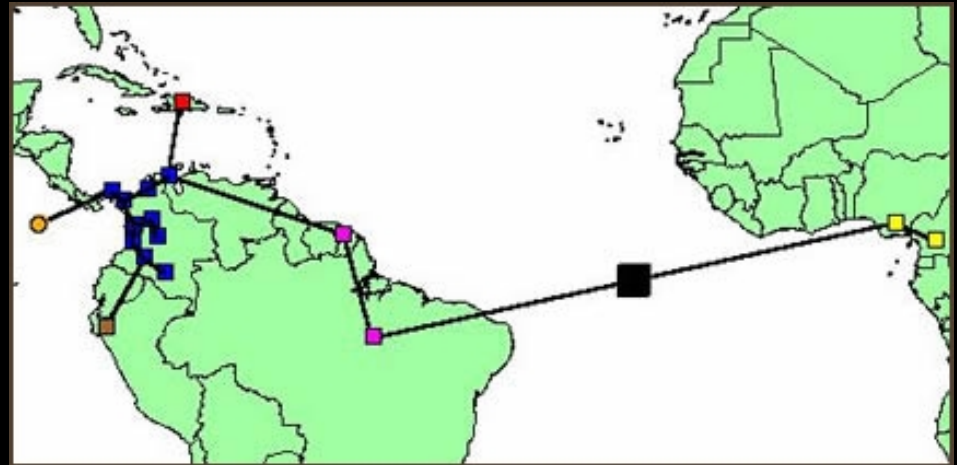


Passo 4. Incluir ligações para todos os membros que estão sendo analisados (co-ocorrentes na maioria das vezes, mas separados aqui para o propósito de ilustração).

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

Pan-biogeografia: exemplo

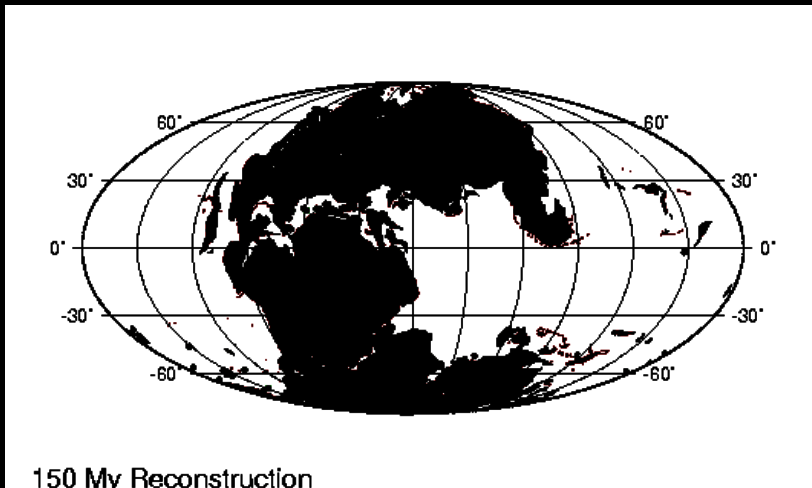


Passo 5. Identificar a linha-base (quadrado preto) em relação ao evento tectônico cruzado pelo traçado.

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

Pan-biogeografia: exemplo

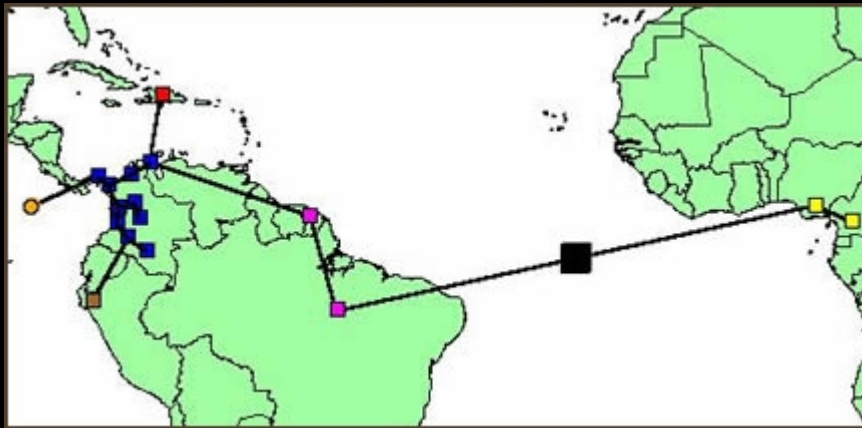


Passo 5. Identificar a linha-base (quadrado sólido) em relação ao evento tectônico cruzado pelo traçado.

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

Pan-biogeografia: exemplo



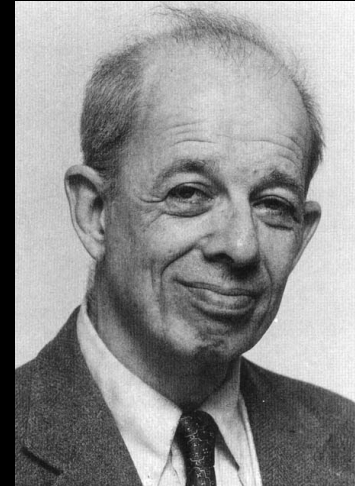
Resultado da Análise

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

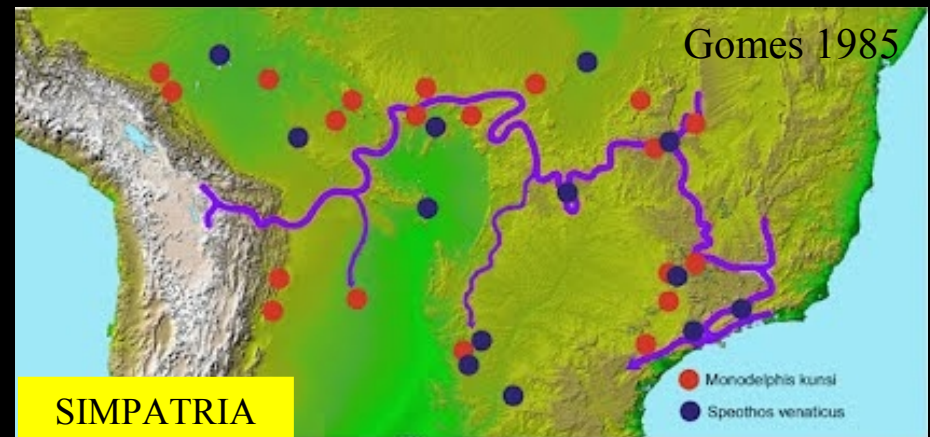
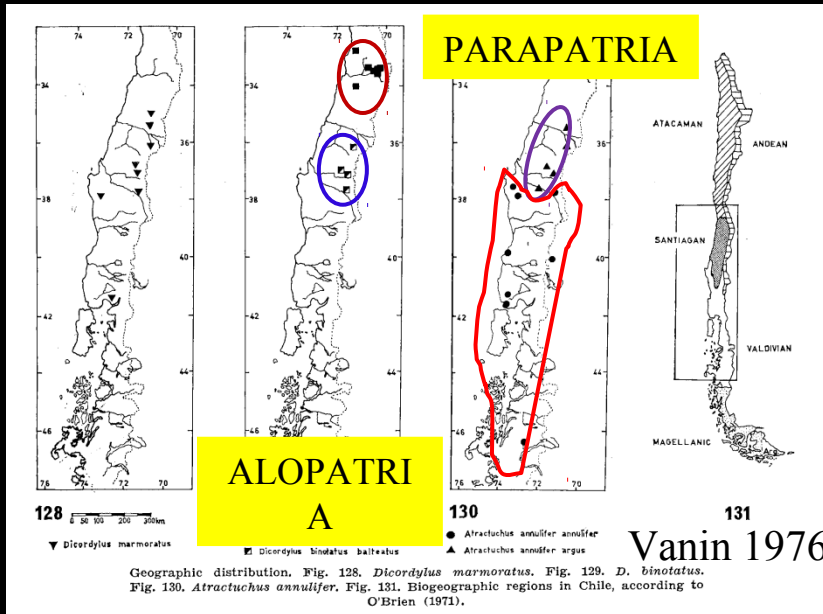
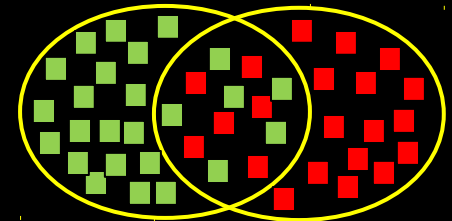
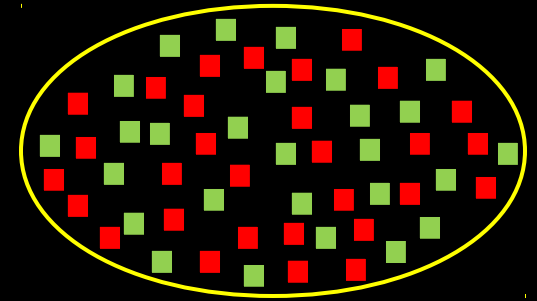
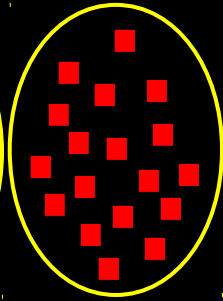
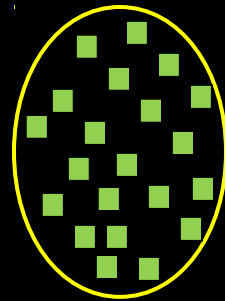
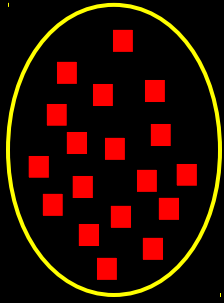
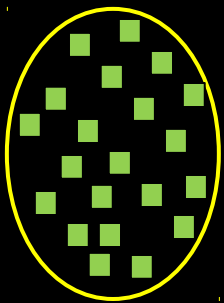
SIMPATRIA INDICA DISPERSÃO

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

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.

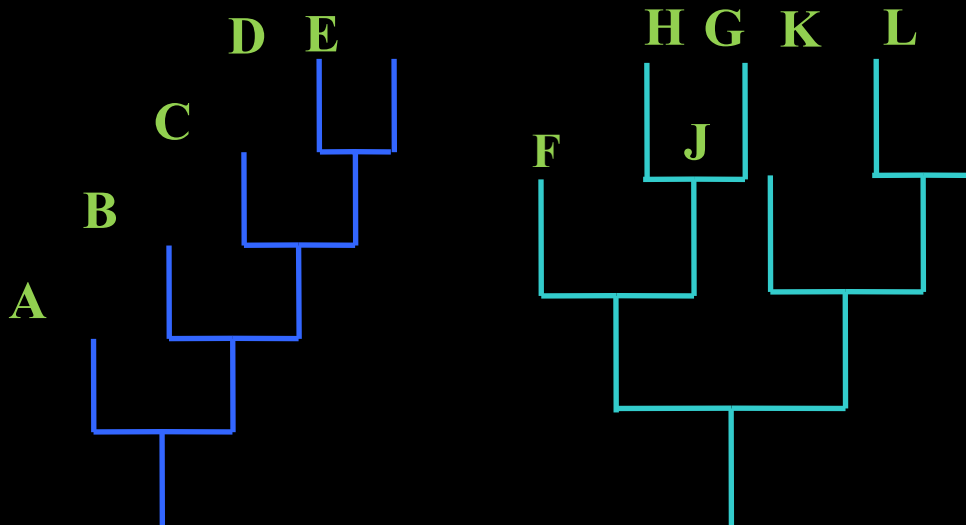
Biogeografia: desenvolvimento teórico

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

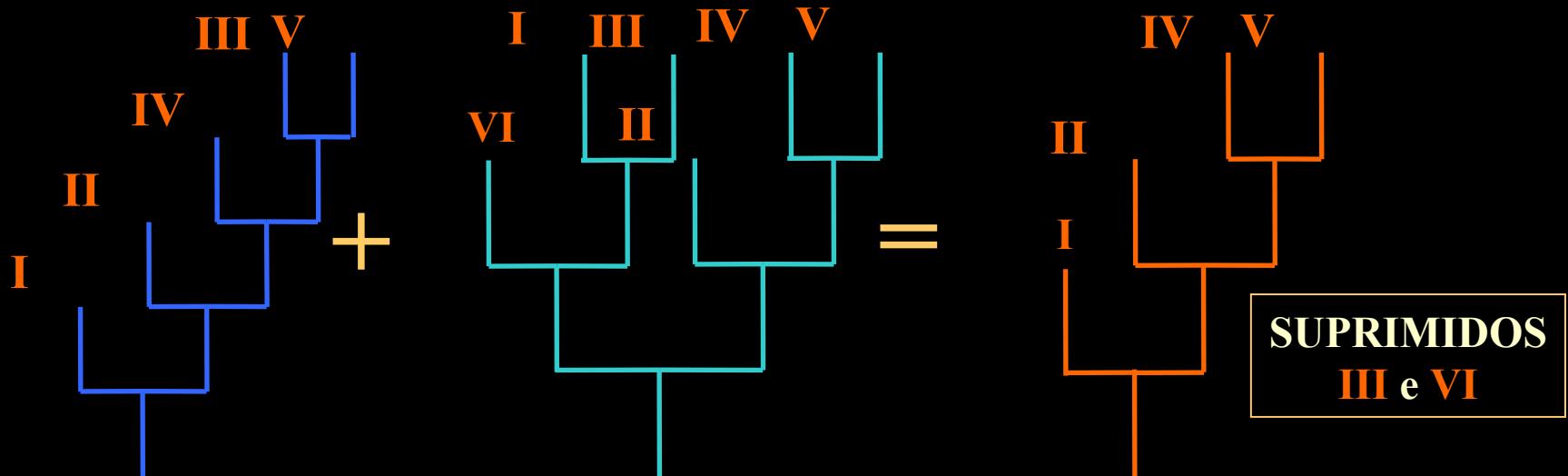
Biogeografia: desenvolvimento teórico

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.



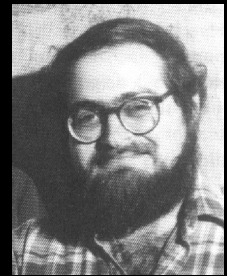
Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

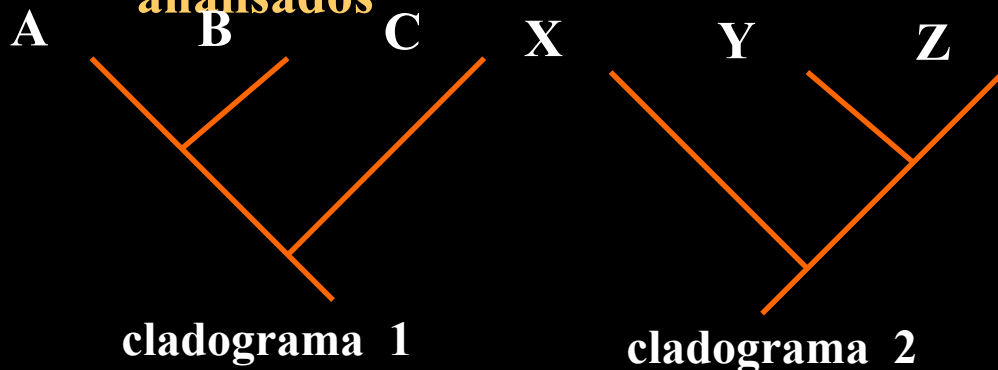
Biogeografia de Vicariância: Análise de componentes

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



Nelson &
Platnick, 1981



áreas – táxons

I – A e X

II – B

III – Y

IV – C e Z

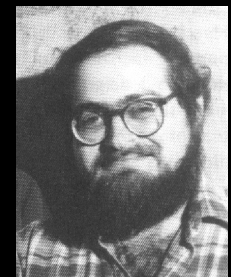
Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

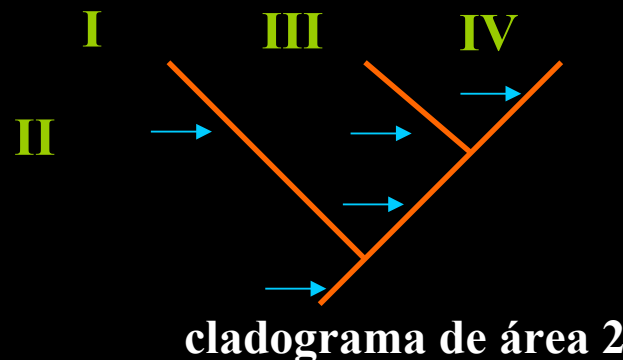
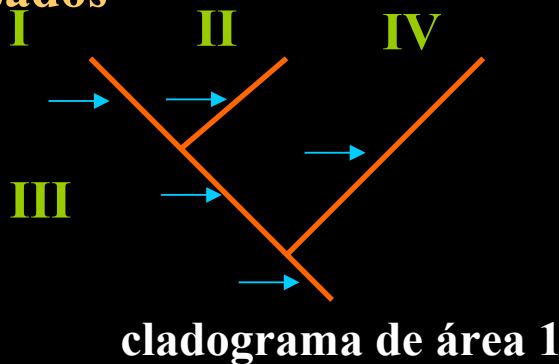
Biogeografia de Vicariância: Análise de componentes

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

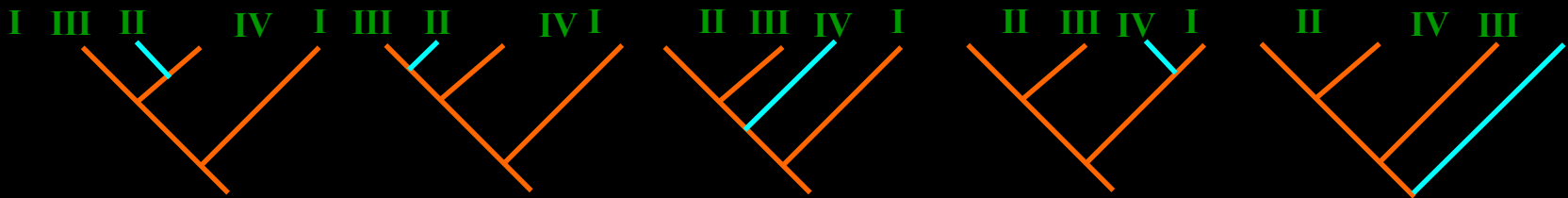


Biogeografia: desenvolvimento teórico

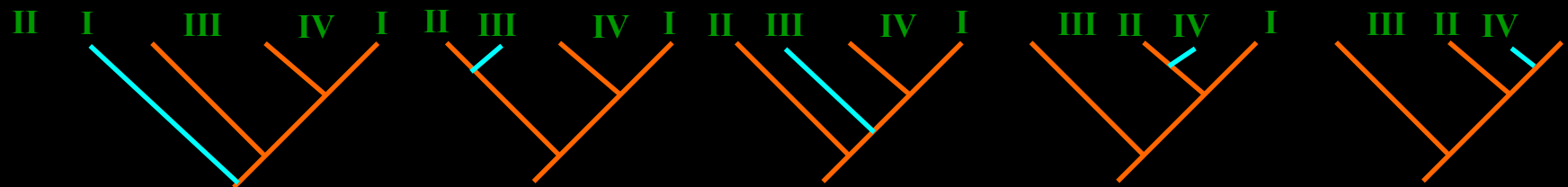
Biogeografia Histórica:

Biogeografia de Vicariância: Análise de componentes

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



cladograma de área 1



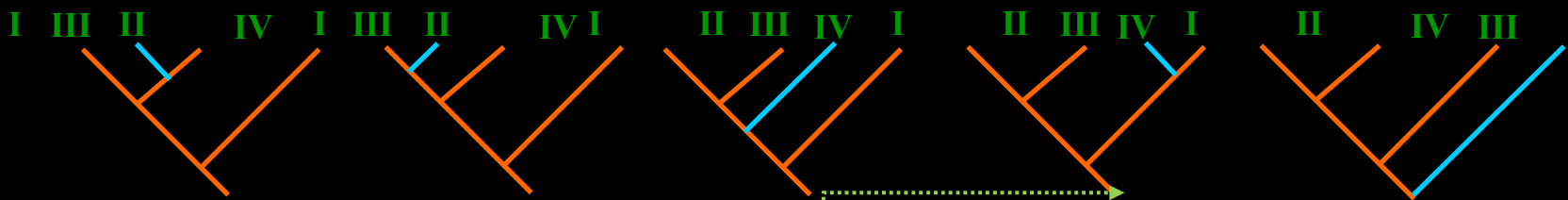
cladograma de área 2

Biogeografia: desenvolvimento teórico

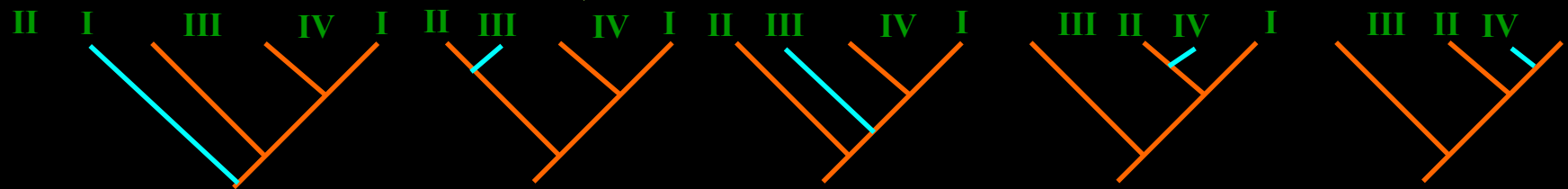
Biogeografia Histórica:

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



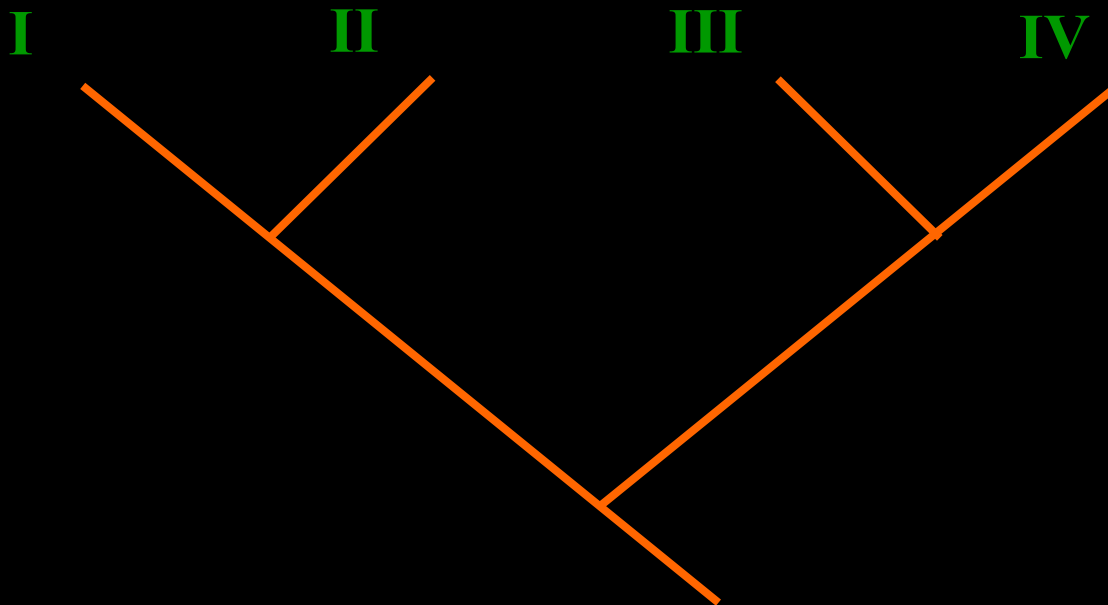
cladograma de área 2

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica:

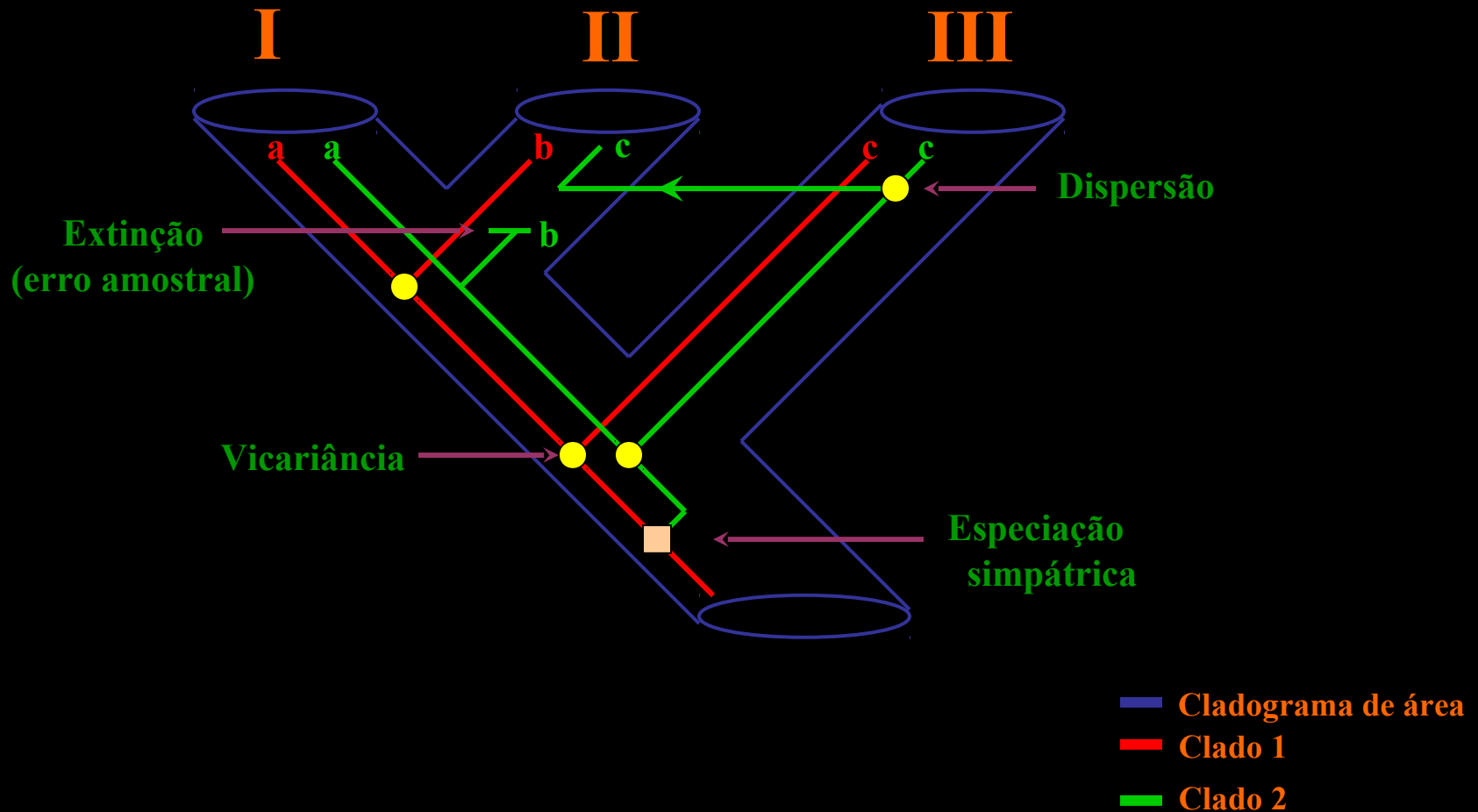
Biogeografia de Vicariância: Análise de componentes

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



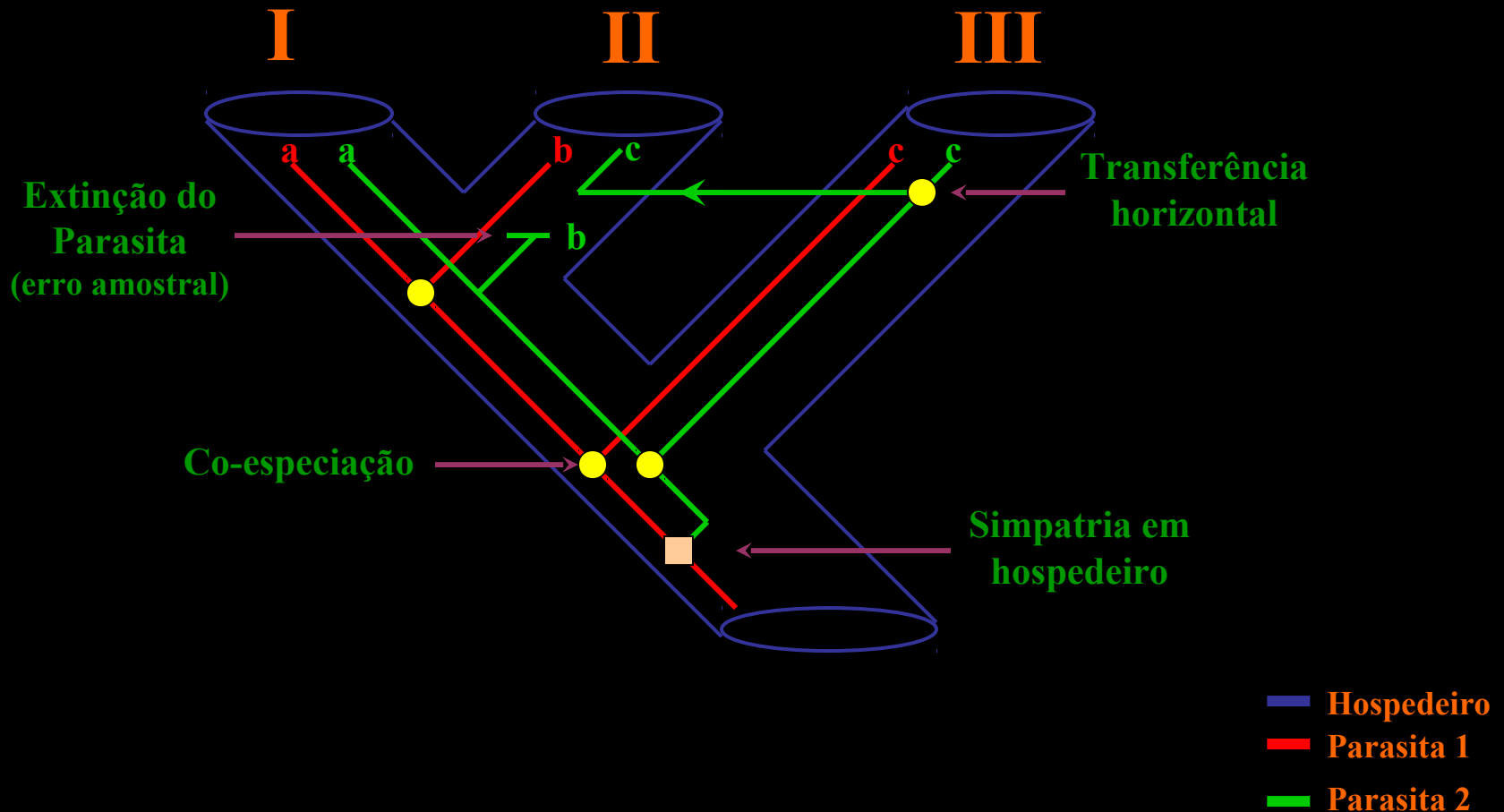
Espaço, tempo e forma: eventos possíveis para linhagens associadas

Áreas x Organismos



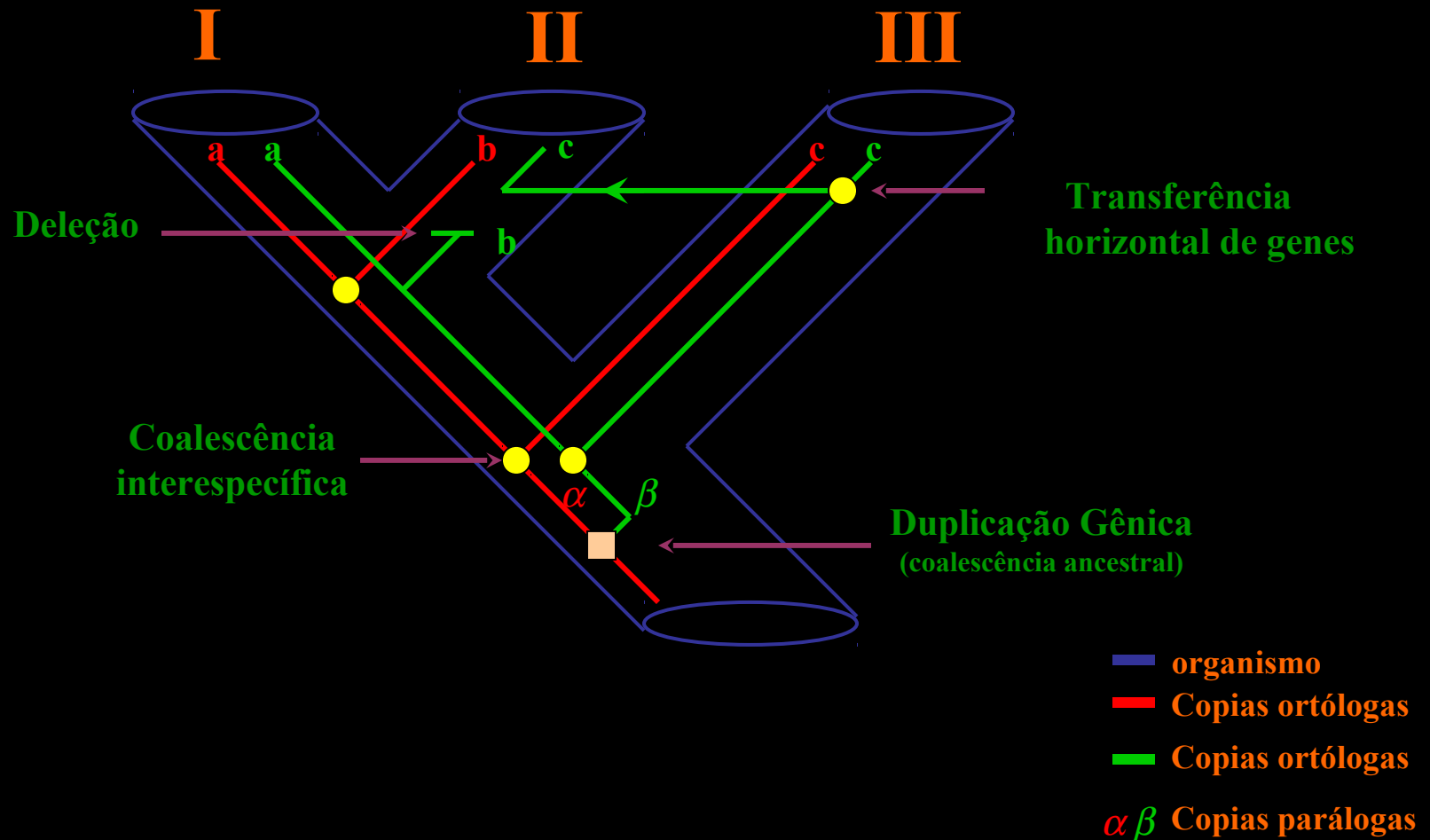
Espaço, tempo e forma: eventos possíveis para linhagens associadas

Organismos x Organismos

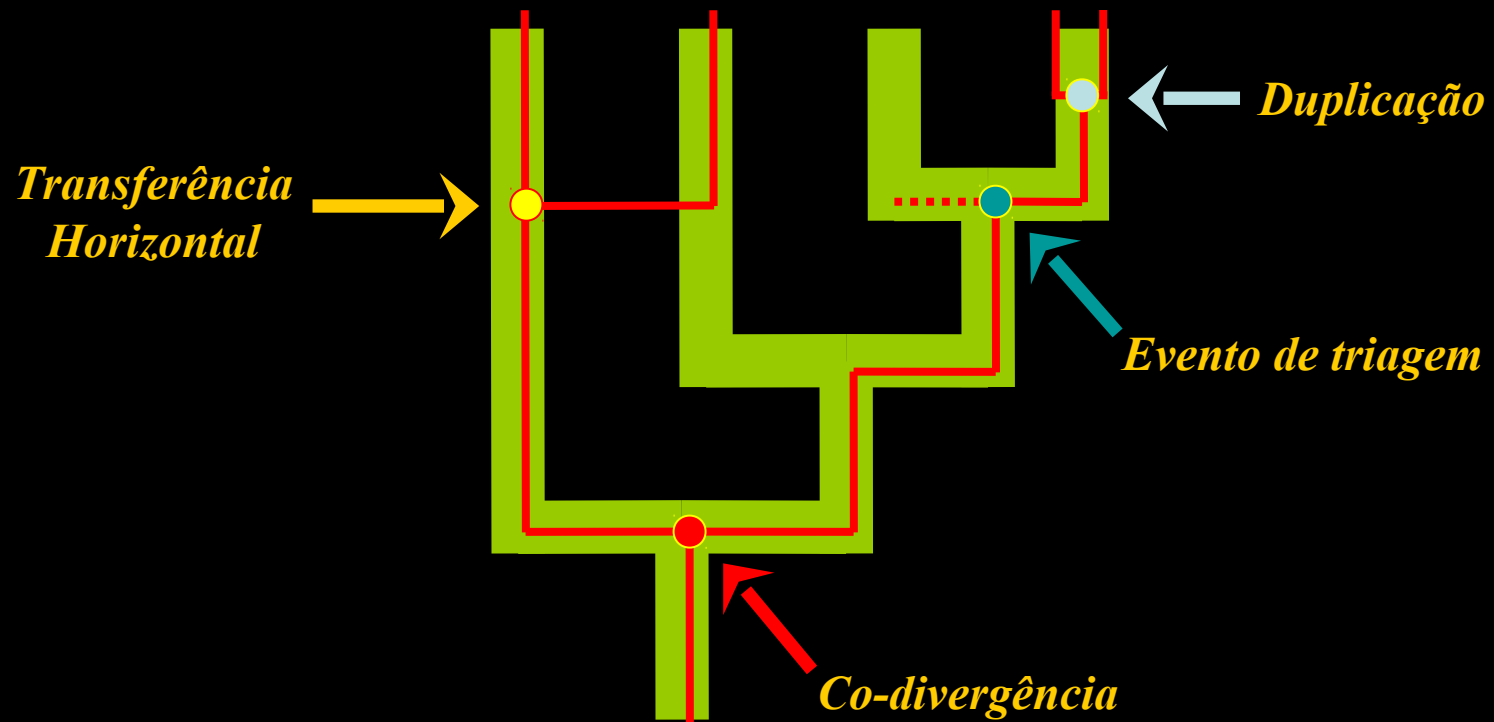


Espaço, tempo e forma: eventos possíveis para linhagens associadas

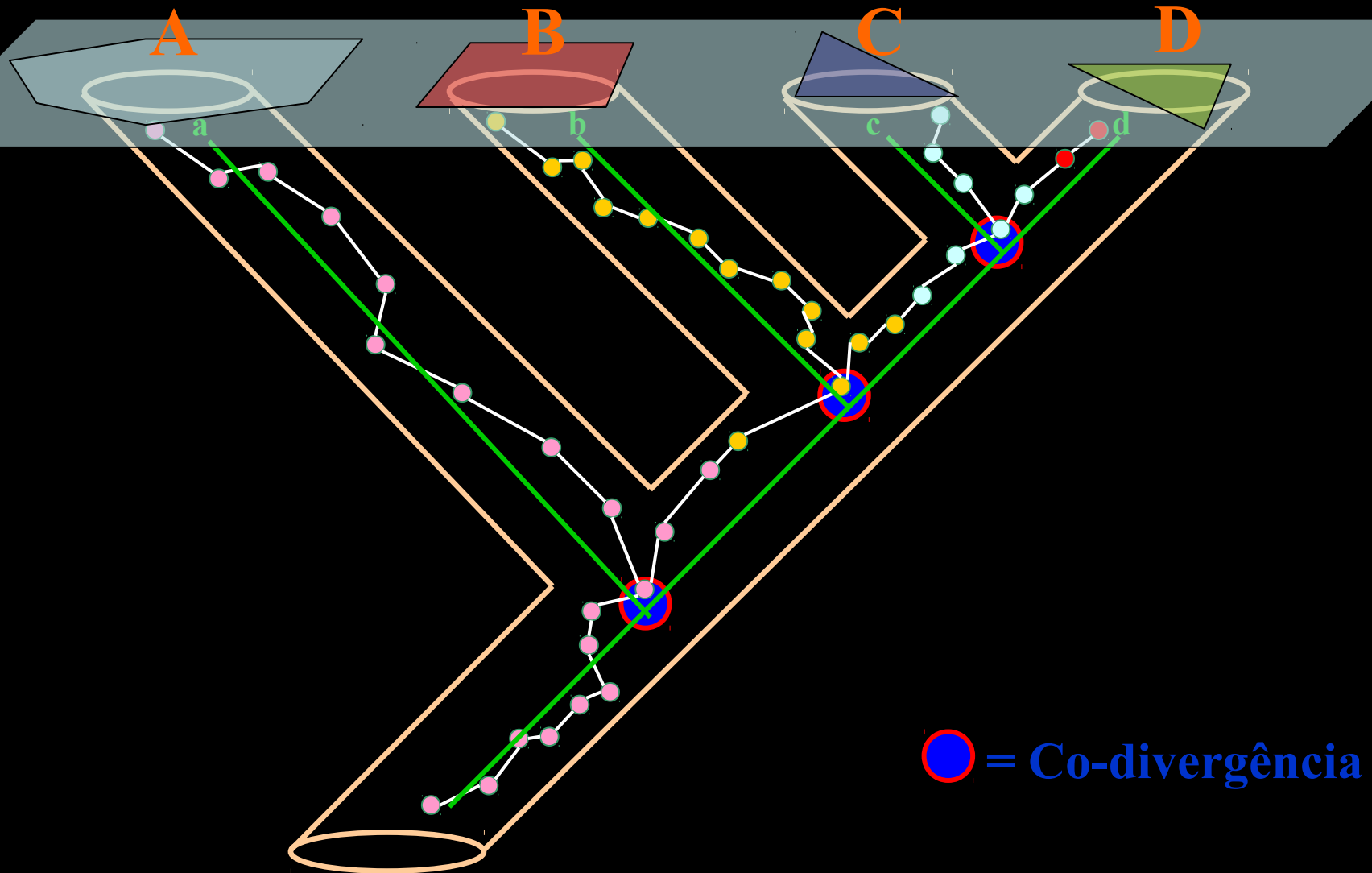
Organismos x Genes



Espaço, tempo e forma: eventos possíveis para linhagens associadas



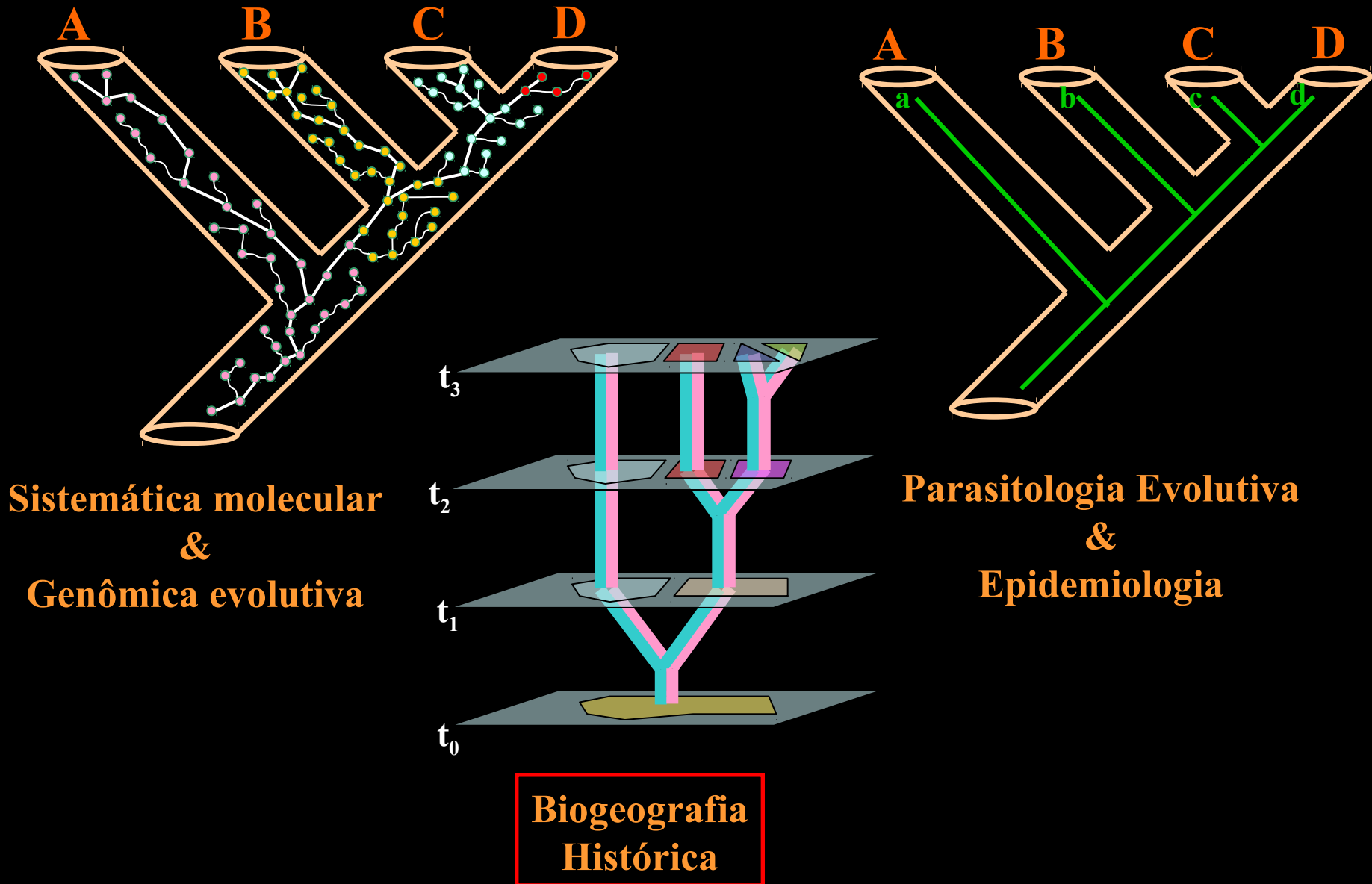
Espaço, tempo e forma: associações



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)

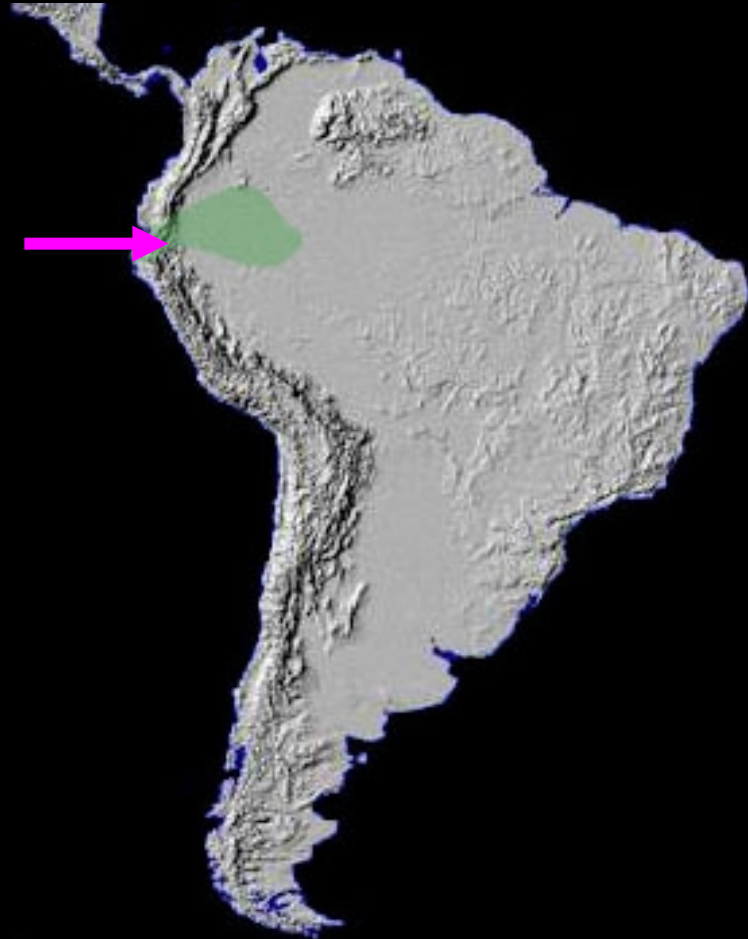
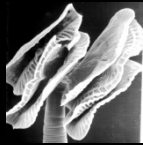
Espaço, tempo e forma: associações históricas



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

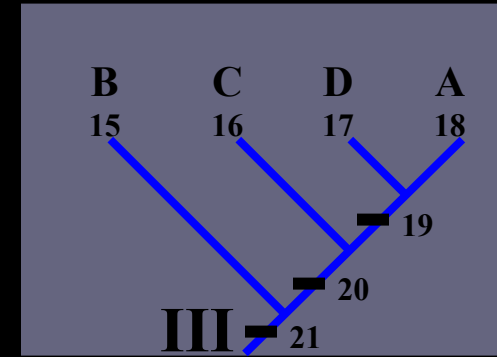
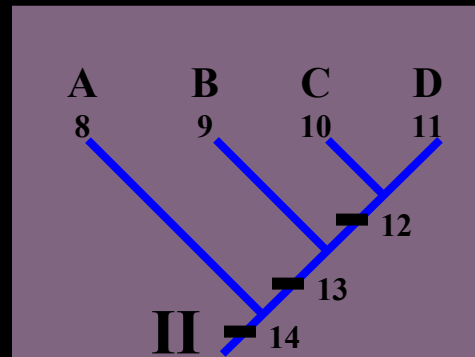
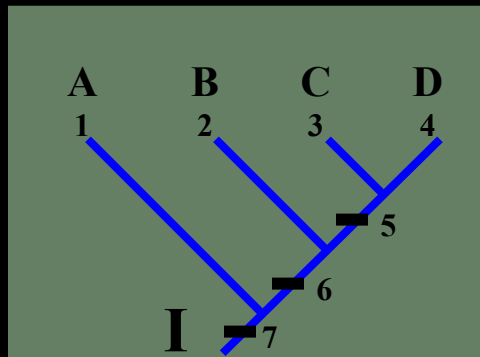


Análise secundária

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: BPA

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



Cladogramas particulares de área

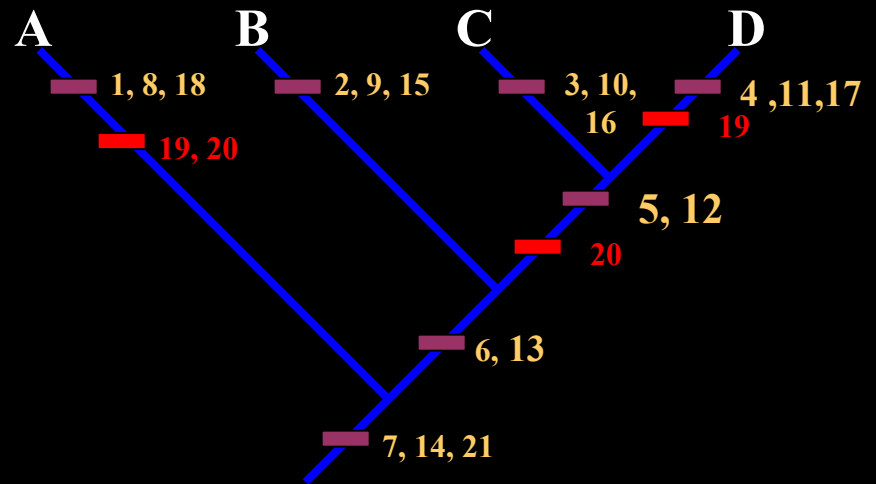
Matriz de representação para cada clado

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



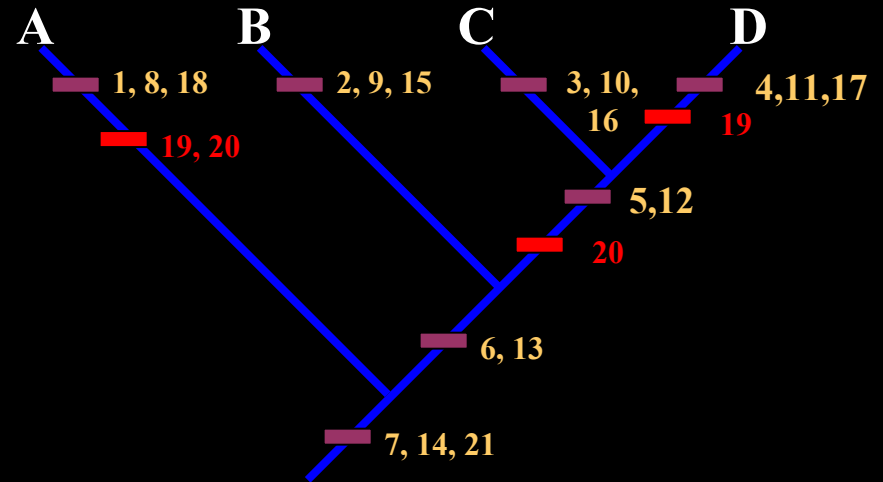
Matriz de representação para cada clado

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

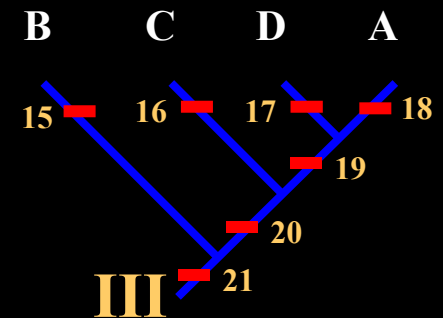
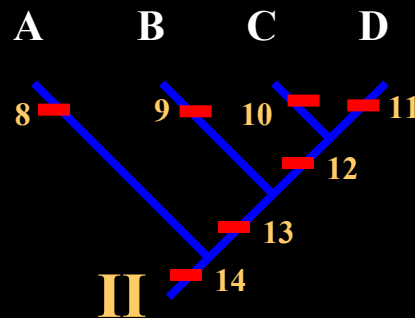
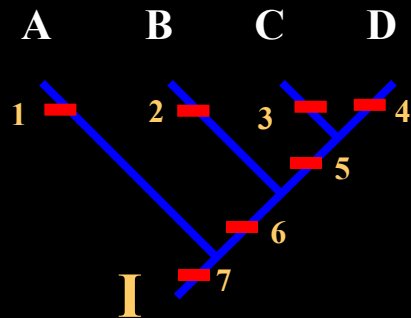
Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: BPA

Análise de parcimônia



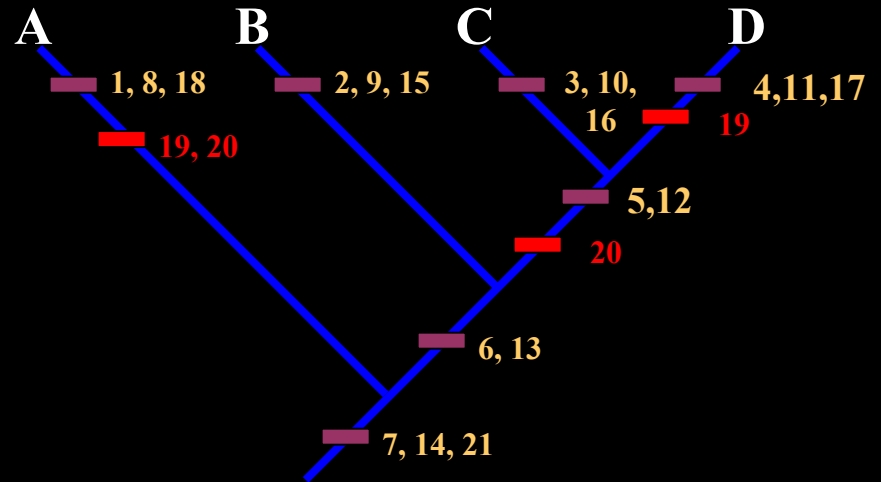
Análise de consistência



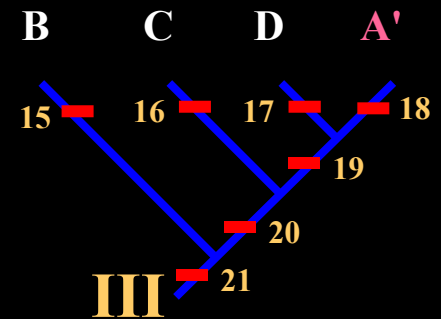
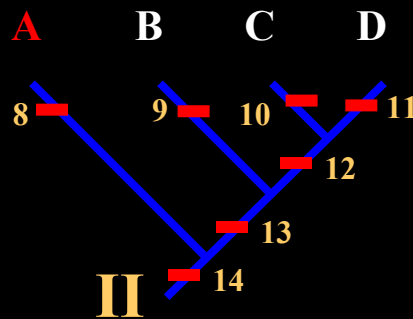
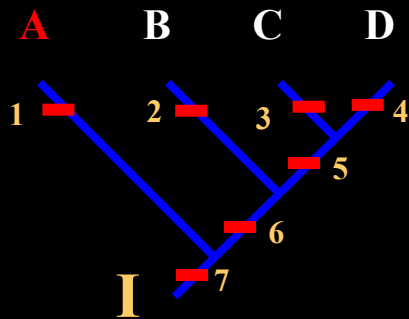
Biogeografia: desenvolvimento teórico

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

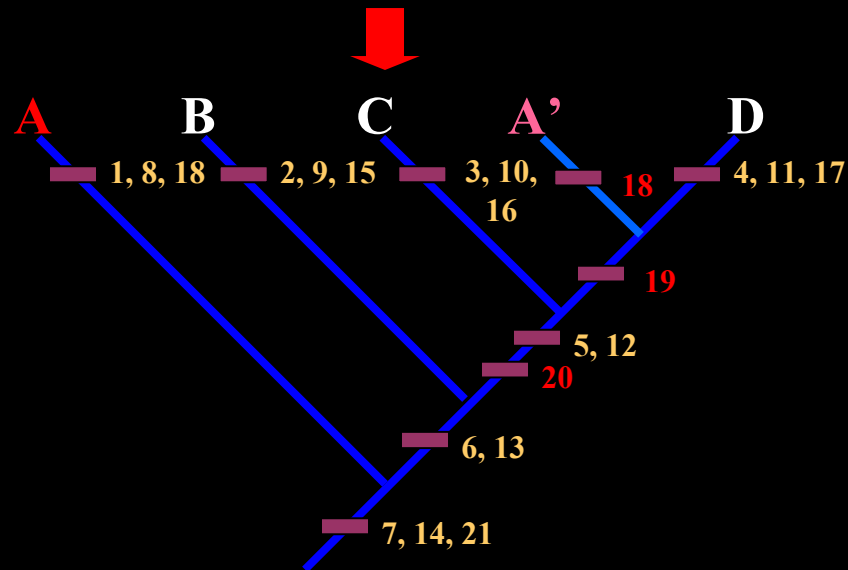
TAXA/CÓDIGO BINÁRIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
 A	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	?	?	?	?	?	?	?
 A'	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	0	0	0	1	1	1	1
B	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
C	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1
D	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1

Biogeografia: desenvolvimento teórico

Biogeografia Histórica: BPA

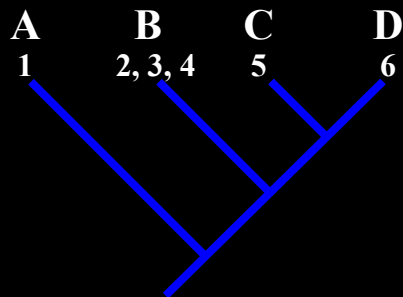
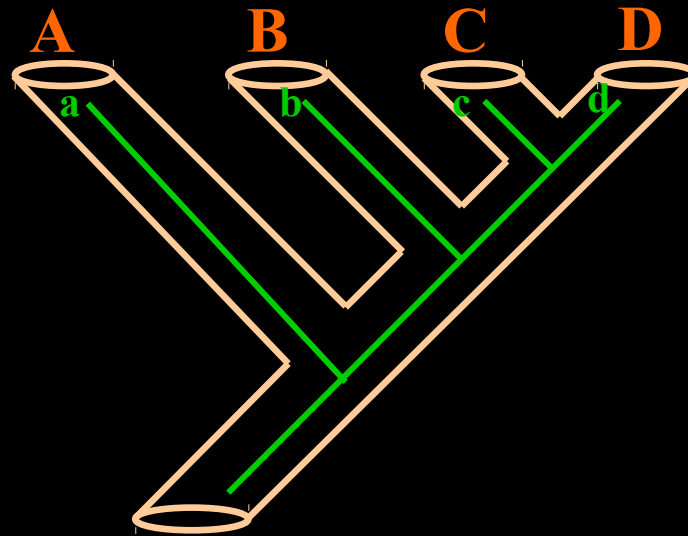
Análise secundária

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

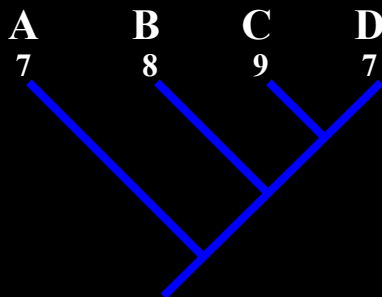


Biogeografia: desenvolvimento teórico

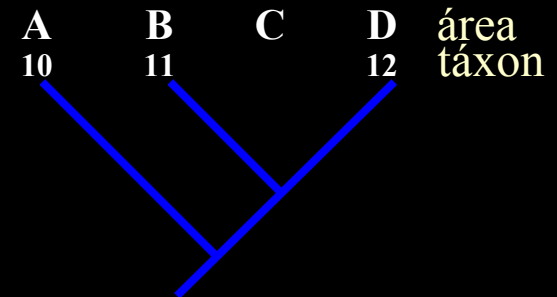
Biogeografia Histórica: métodos e ambiguidades



Redundância



Distribuição Ampla



Ausência de dados

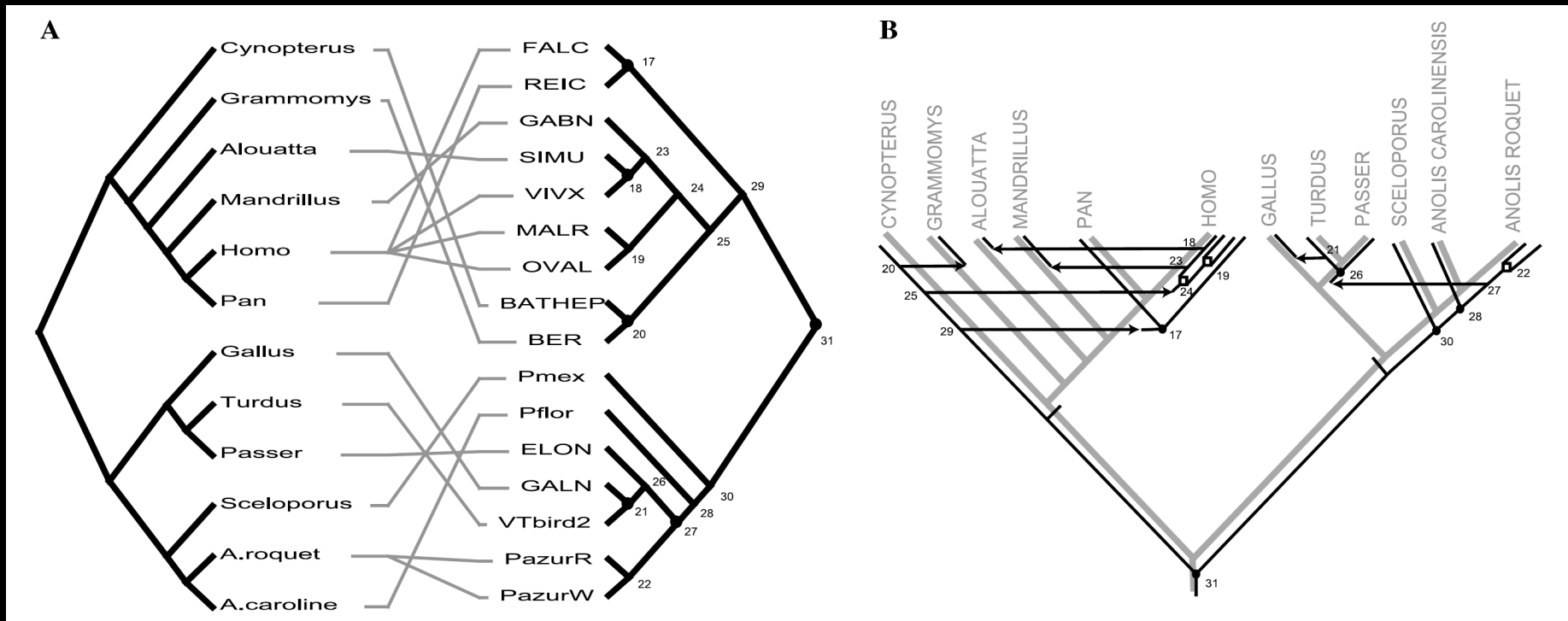
Biogeografia Histórica: métodos e ambiguidades

roedores geomídeos e piolhos

Gophers and Lice: Tanglegram



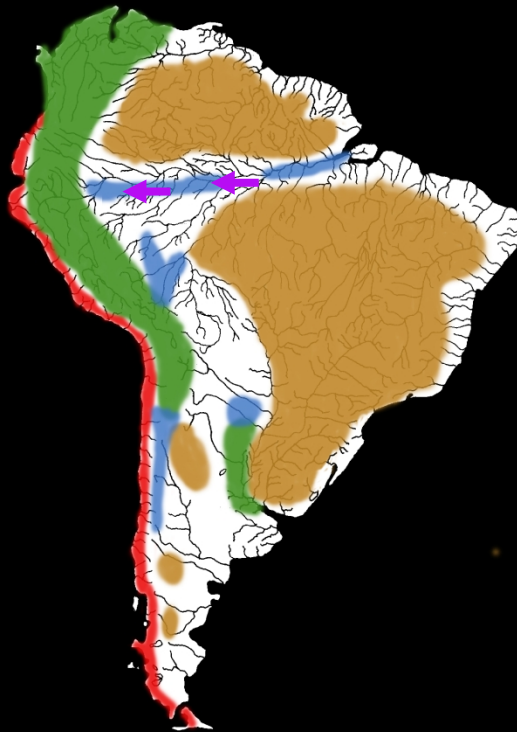
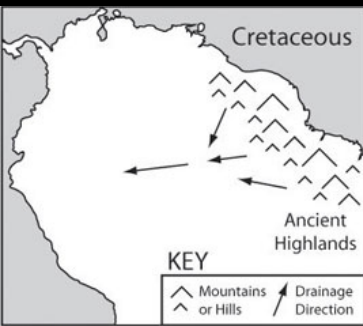
Biogeografia Histórica: métodos e ambiguidades



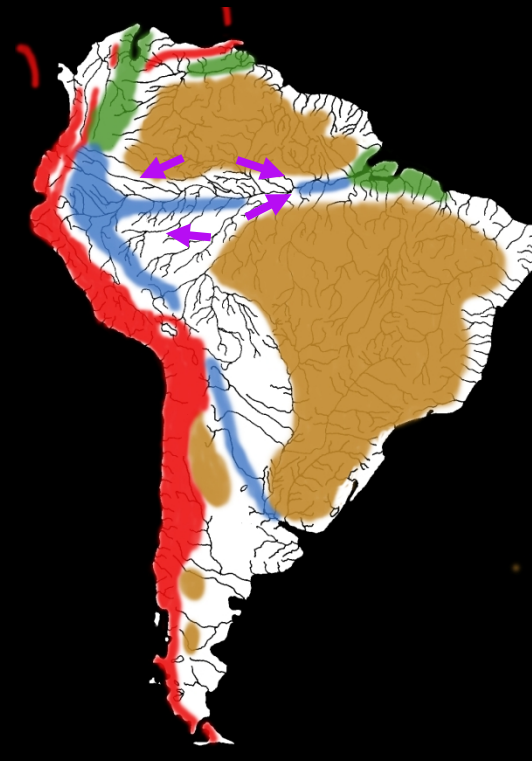
(A) Um “*tanglegram*” dos parasitas de malária (*Plasmodium* e *Hepatocystis*) baseado nos dados mitocondriais de citocromo b para parasitas (Perkins and Schall, 2002) e 12S para hospedeiros (não publicados, compilado das sequências do GenBank). (B) A reconciliação de árvores feita por TreeMap destas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

Paleogeografia da América do Sul

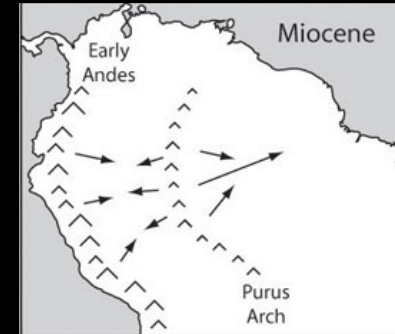
Separação: África e América do Sul - 100 Ma



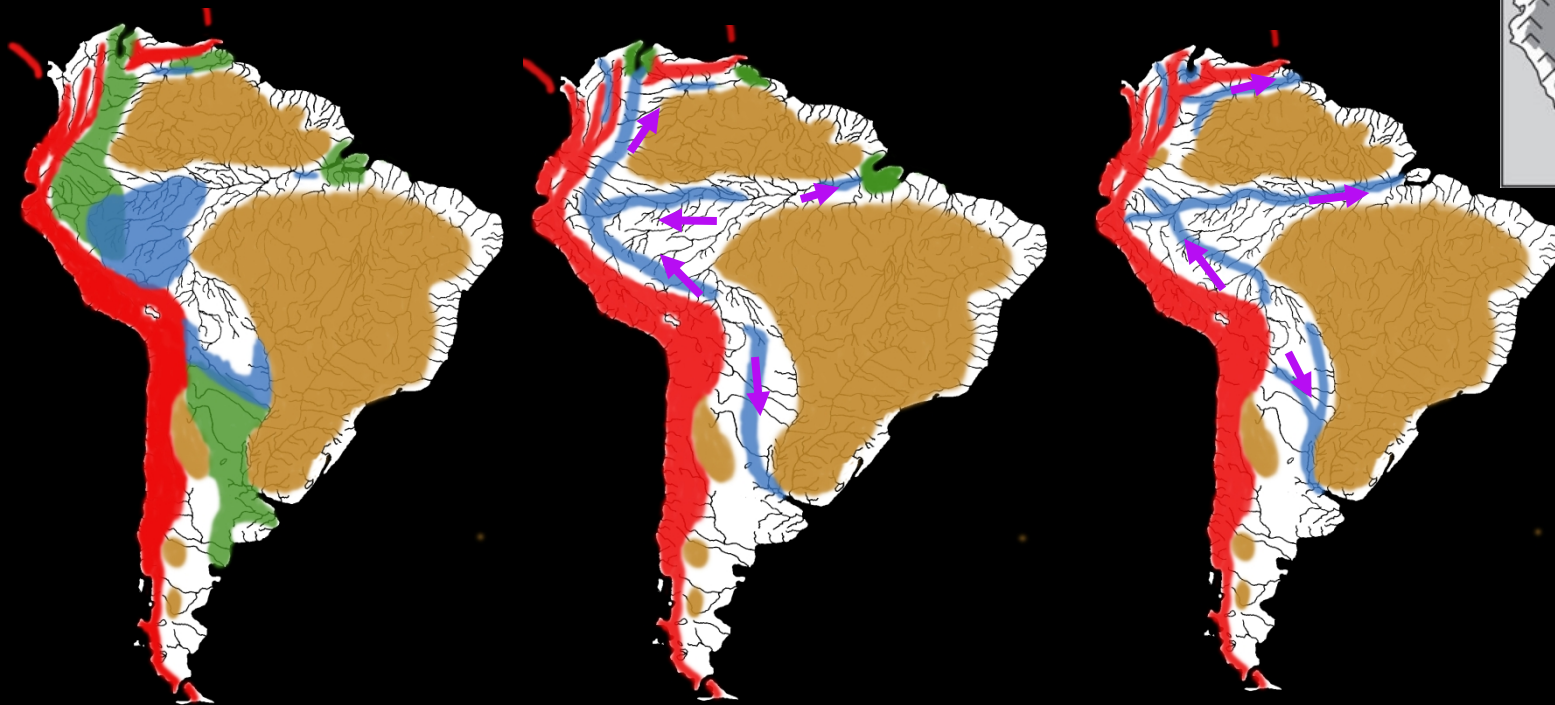
83 - 67 Ma
(Cretáceo)
**90 Ma Início
soerguimento
dos ANDES**



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



Paleogeografia da América do Sul



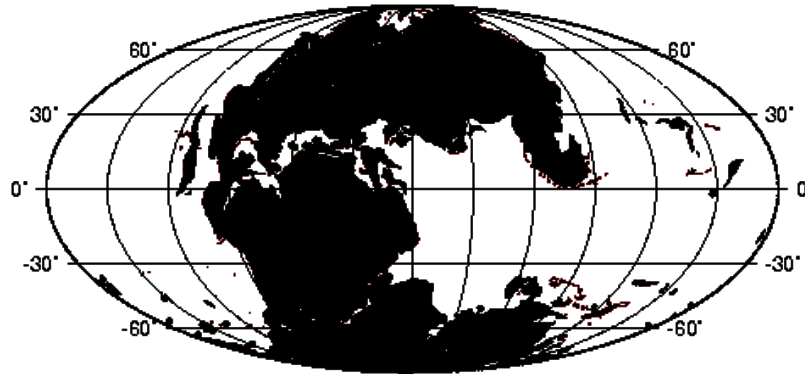
11,8 - 10 Ma
(Mioceno)
lago amazônico

10 - 8 Ma
(Mioceno)

8 Ma ao
presente

Amazonas
corre
para o
Atlântico

Cladograma de área da TERRA



150 Myr Reconstruction

Área composta

