

A especiação e extinção de plantas no contexto geográfico

Introdução à Filogeografia

unesp



- O contexto geográfico da evolução de espécies
- A reconstrução da história das espécies através de dados moleculares (DNA nuclear e plastidial)
- Introdução à filogeografia

unesp



1. O que é Biogeografia?

- Princípios básicos

Temas de grande importância em Biogeografia

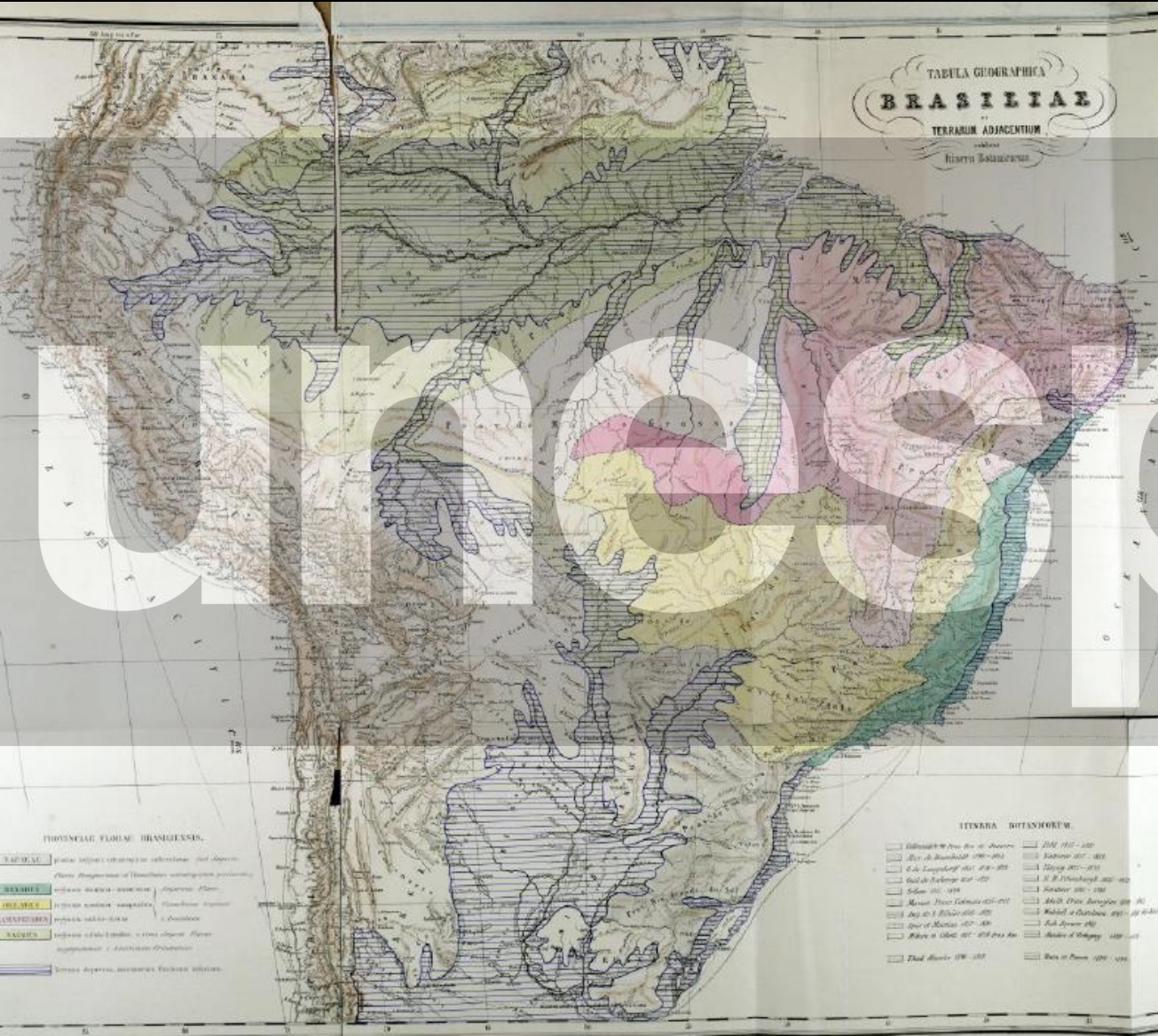
1. Classificar regiões geográficas de acordo com os organismos encontrados
2. Reconstruir a história evolutiva de linhagens e comunidades de organismos considerando sua distribuição geográfica
3. Explicar as diferenças na abundância e composição de espécies de áreas distintas e ao longo de gradientes (altitude, latitude, profundidade etc)
4. Explicar a variação geográfica de caracteres de indivíduos e populações de espécies próximas, considerando aspectos morfológicos, fisiológicos, genéticos e demográficos



unesp

Carl Friedrich Philipp von Martius – 1817-1820

- Propôs uma classificação dos diferentes tipos de vegetação brasileiros



Napaeae – Pampas

Dryades – Mata Atlântica

Oreades – Cerrados

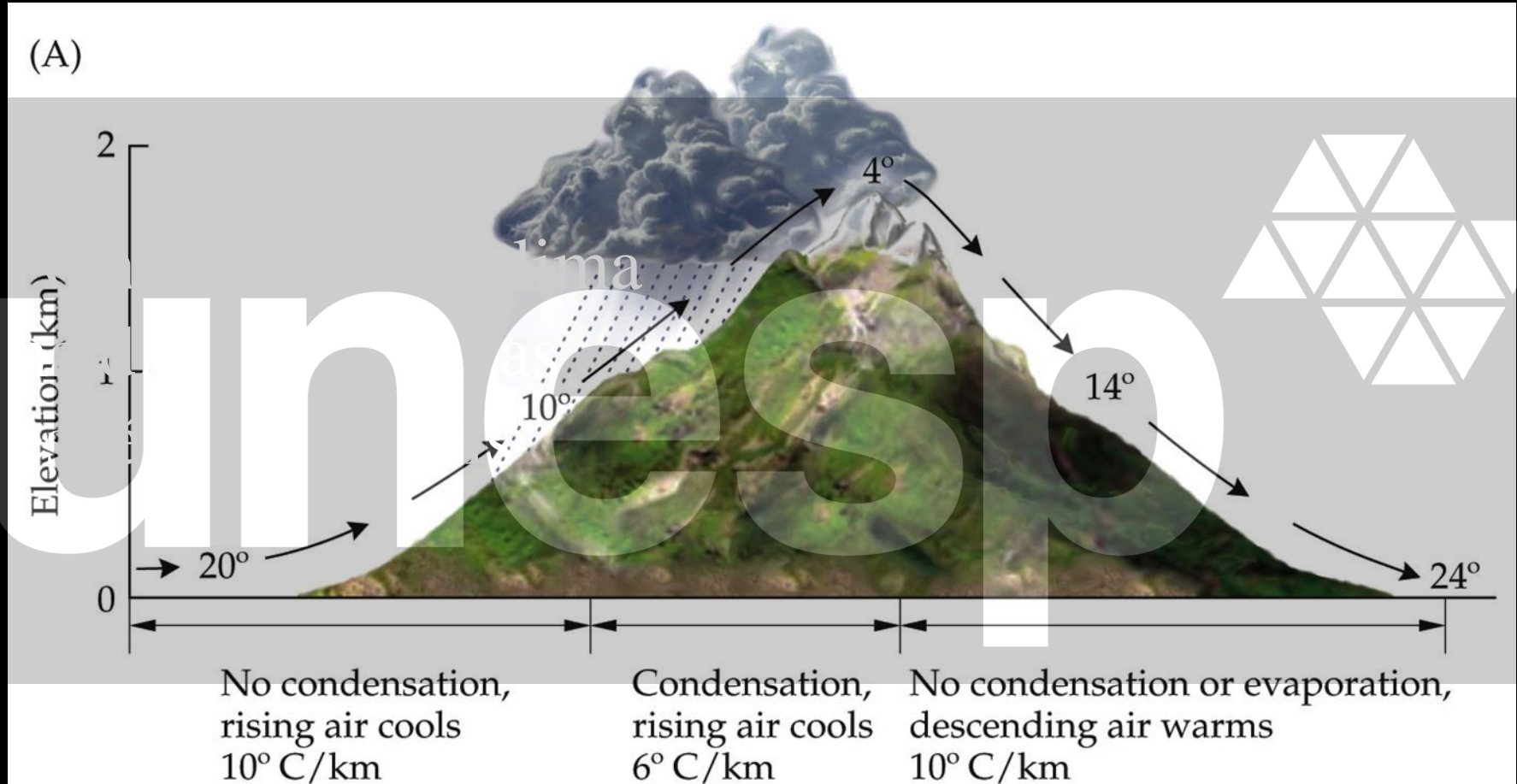
Hamadryades – Cerrados e Caatinga (Campos Rupestres)

Naiades – Floresta Amazônica

A influência do clima
na distribuição das
espécies vegetais

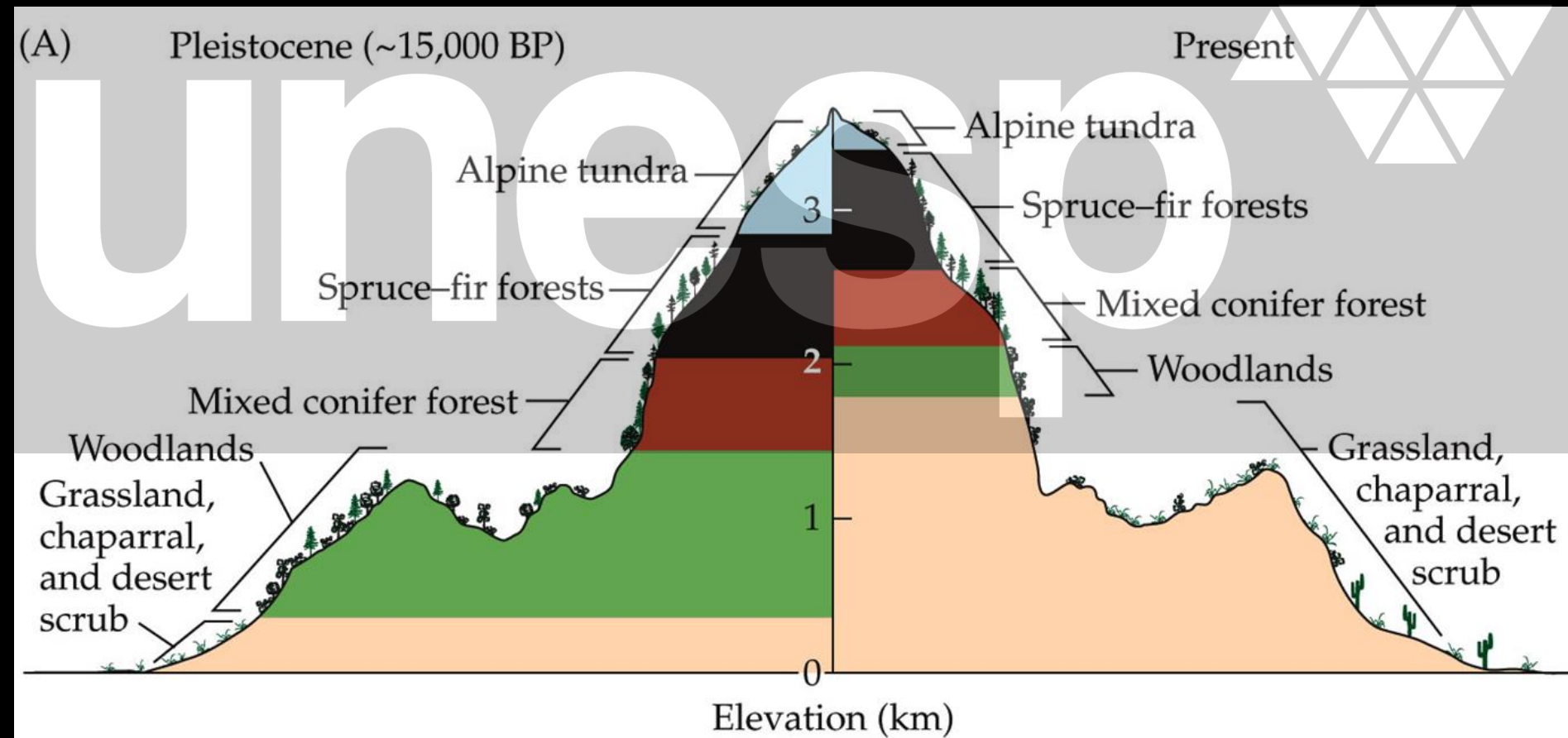


A influência de elementos geográficos da paisagem na distribuição de plantas

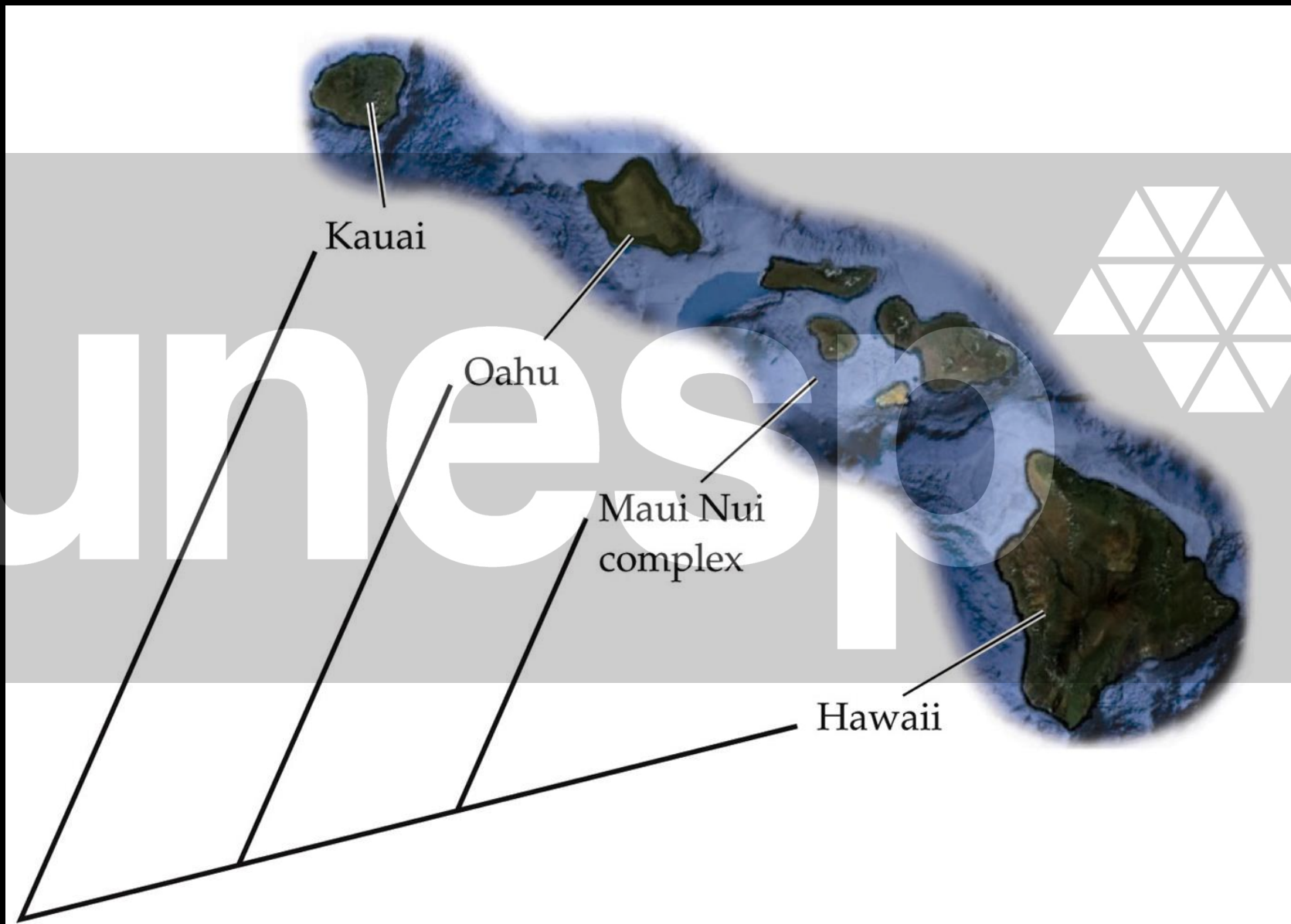


A importância de processos históricos no entendimento sobre a distribuição dos organismos no presente

- Eras glaciais, deriva dos continentes etc

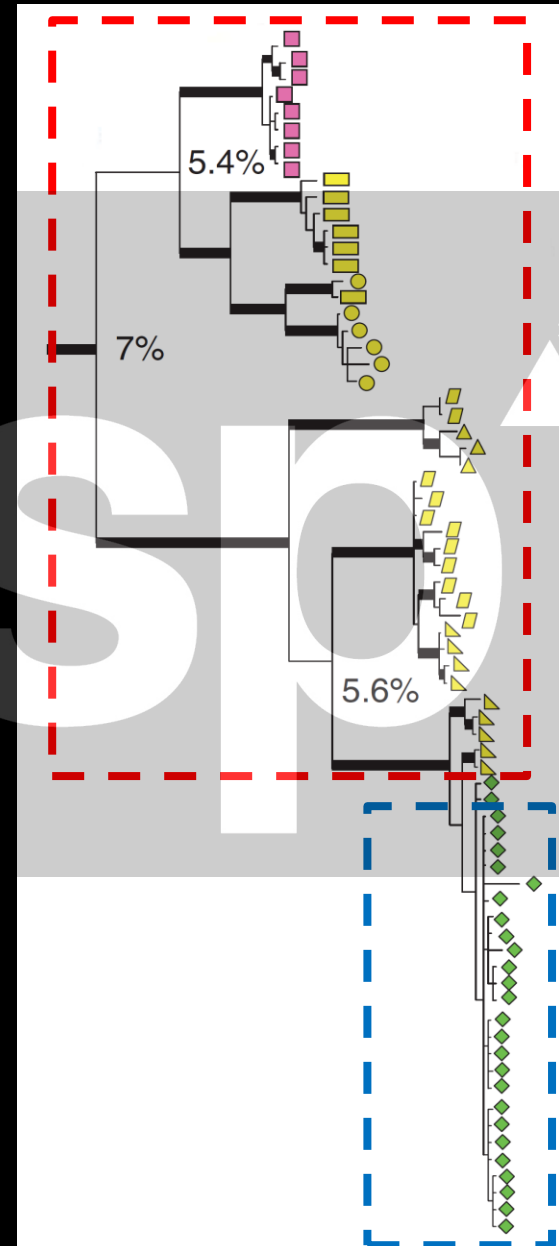
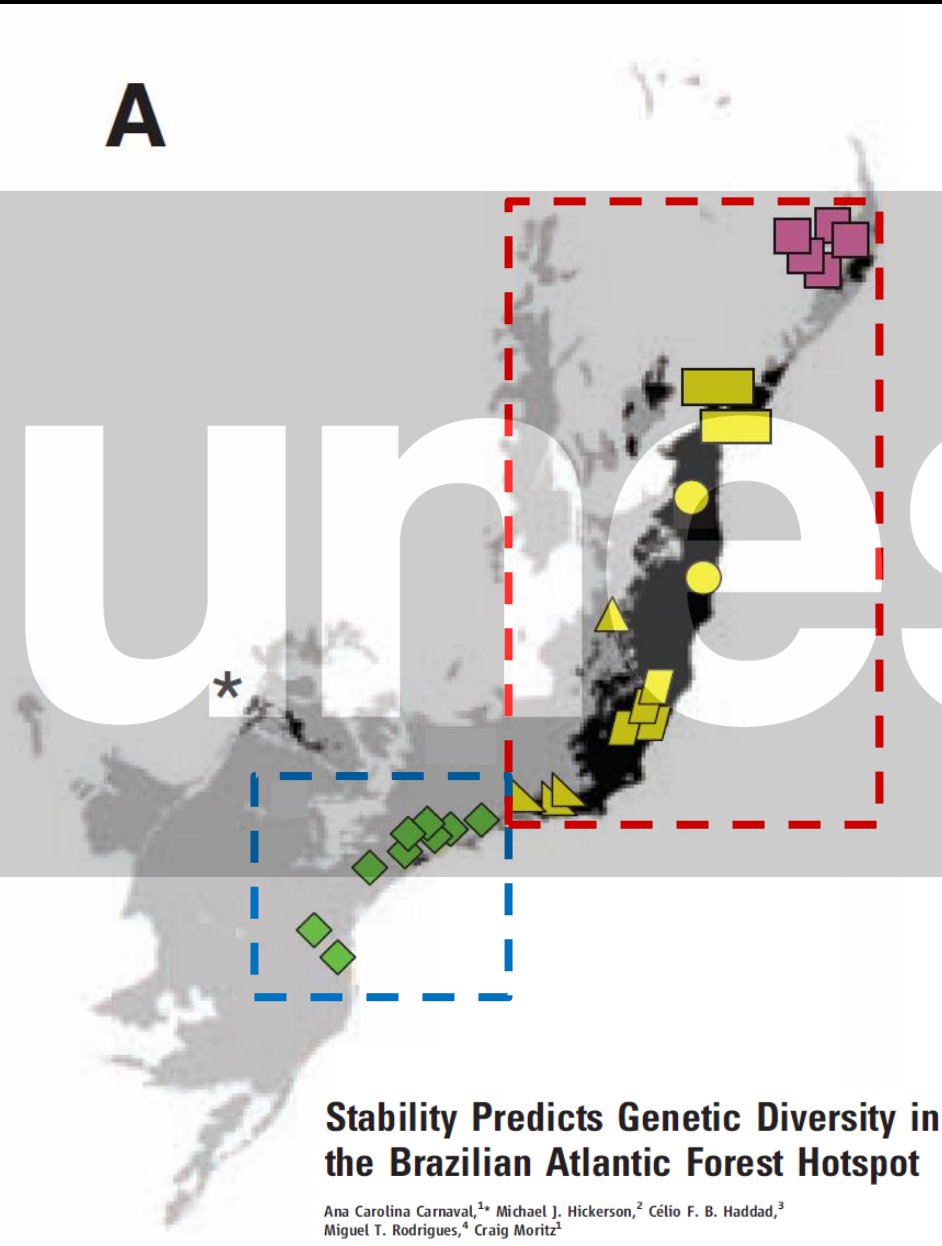


A história evolutiva dos organismos exerce um papel decisivo no entendimento da distribuição de linhagens e espécies no espaço geográfico



BIOGEOGRAPHY, 4e, Figure 12.10

A história evolutiva dos organismos exerce um papel decisivo no entendimento da distribuição de linhagens e espécies no espaço geográfico



**Maior
diferenciação
genética**

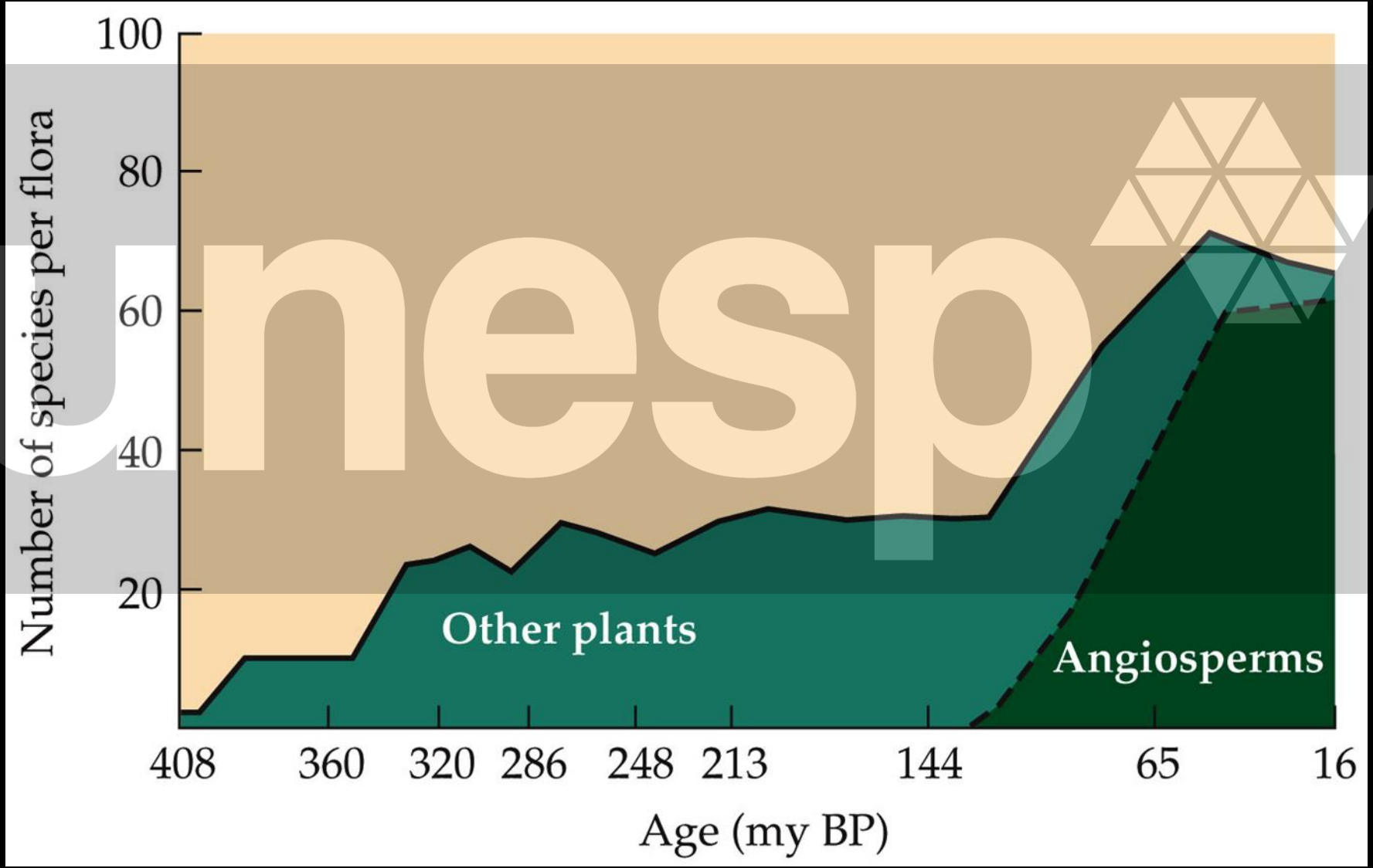
Tempo?

**Menor
diferenciação
genética**

Tempo?

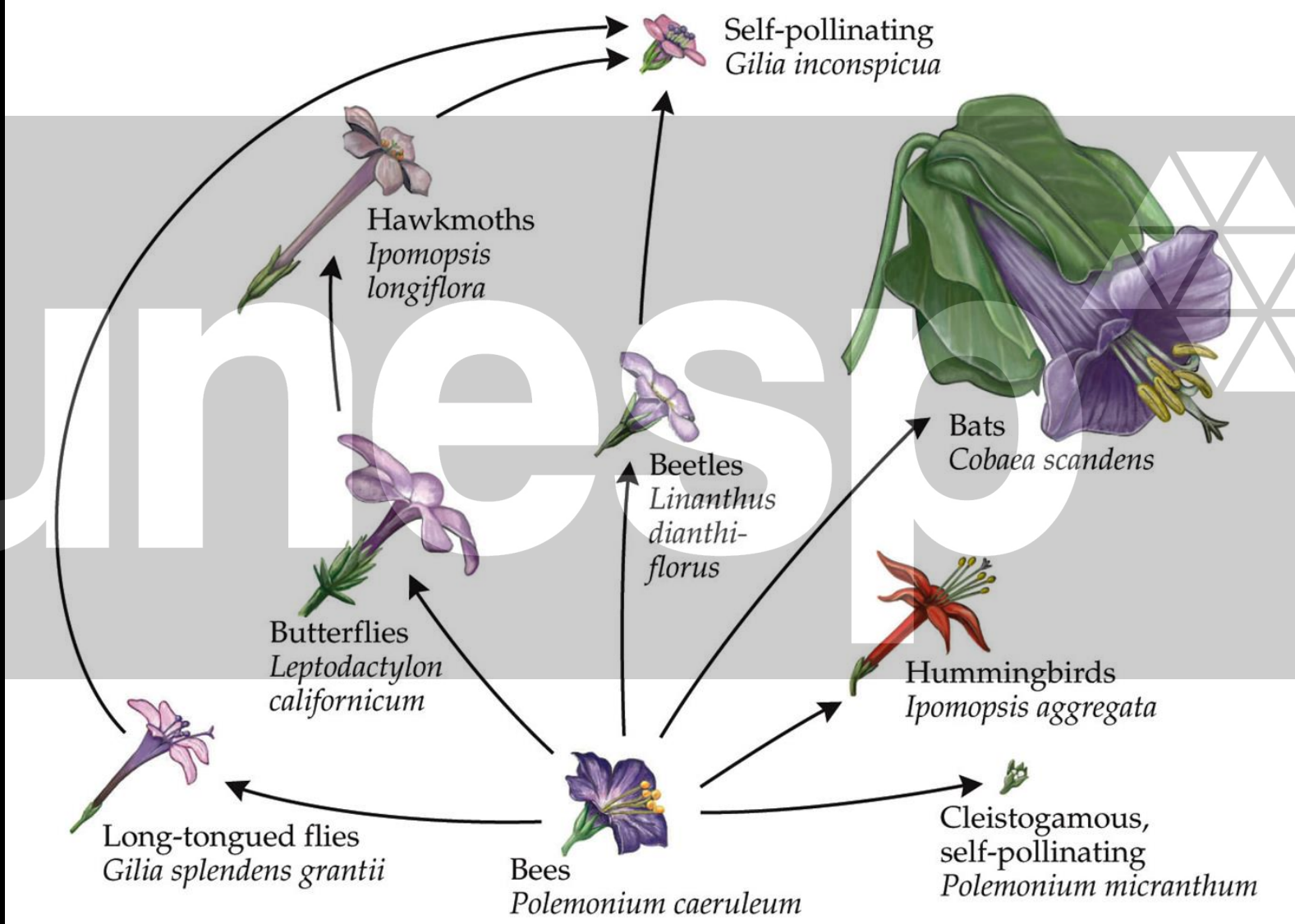
Eventos evolutivos em grandes escalas temporais

Surgimento e diversificação explosiva das Angiospermas



Eventos evolutivos em pequenas escalas temporais

Irradiação adaptativa em Polemoniaceae

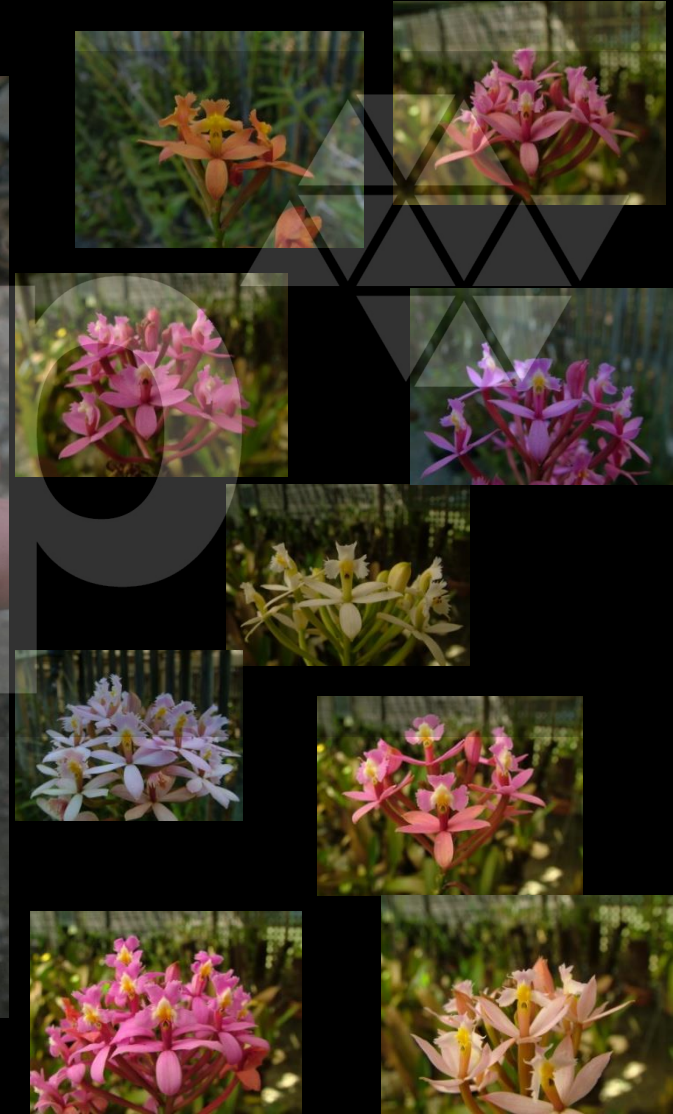


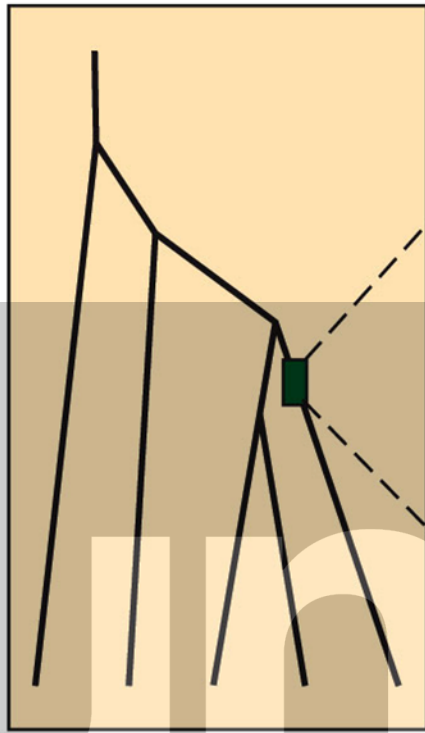
BIOGEOGRAPHY, 4e, Figure 7.25

Eventos evolutivos em pequenas escalas temporais

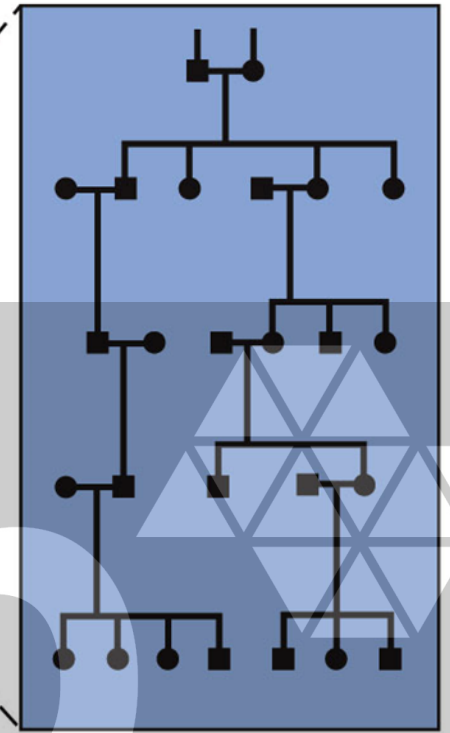
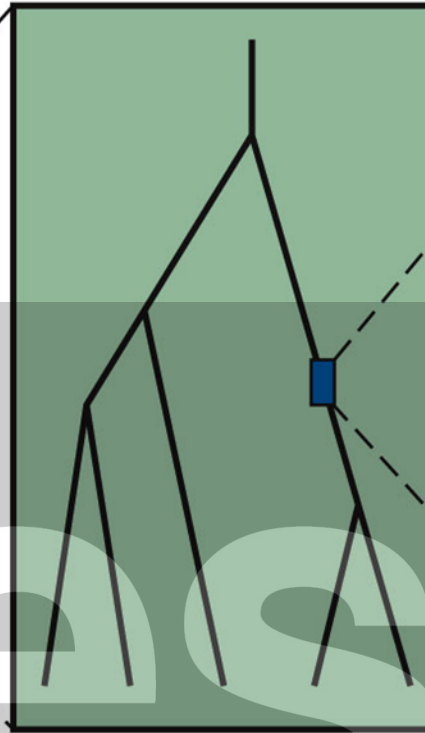
Entender a história de formação das espécies

Espécies: unidades fundamentais em biogeografia





Peixes
Anfíbios
Répteis
Aves
Mamíferos



Linhagens e
Populações

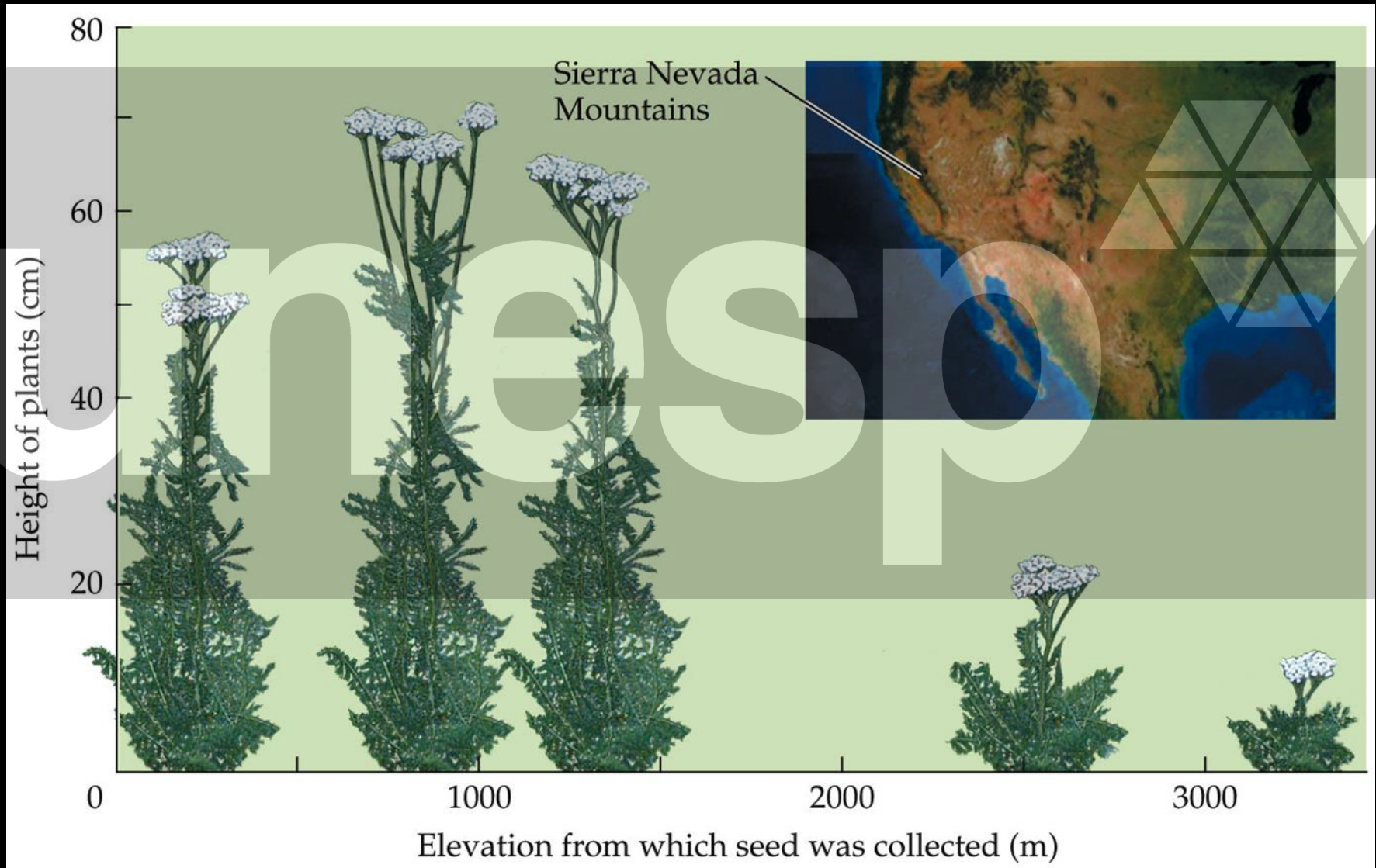
Macro-escala

Micro-escala

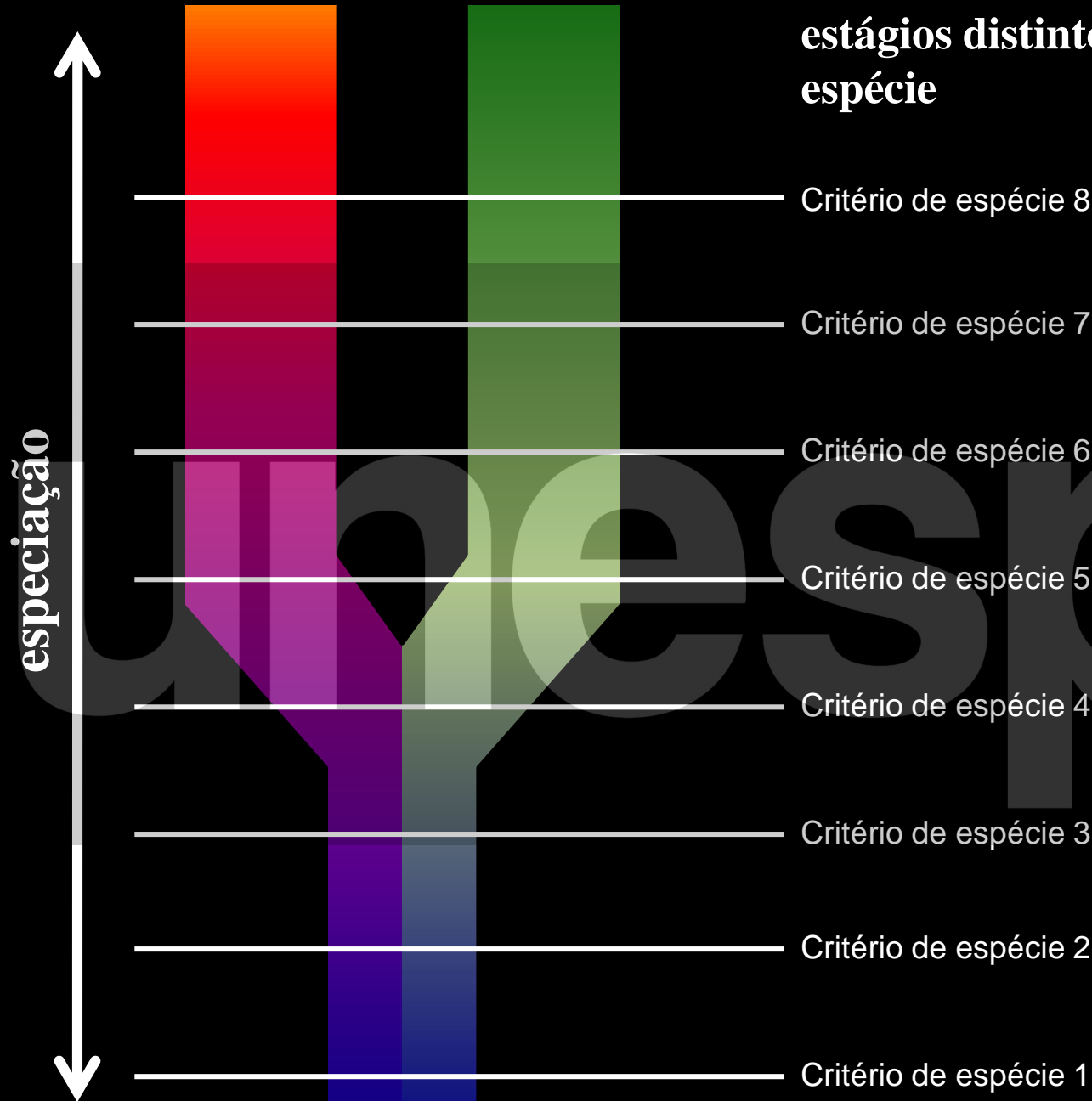
Filogenias

O que são espécies?

Dificuldade em determinar o momento em que espécies surgem



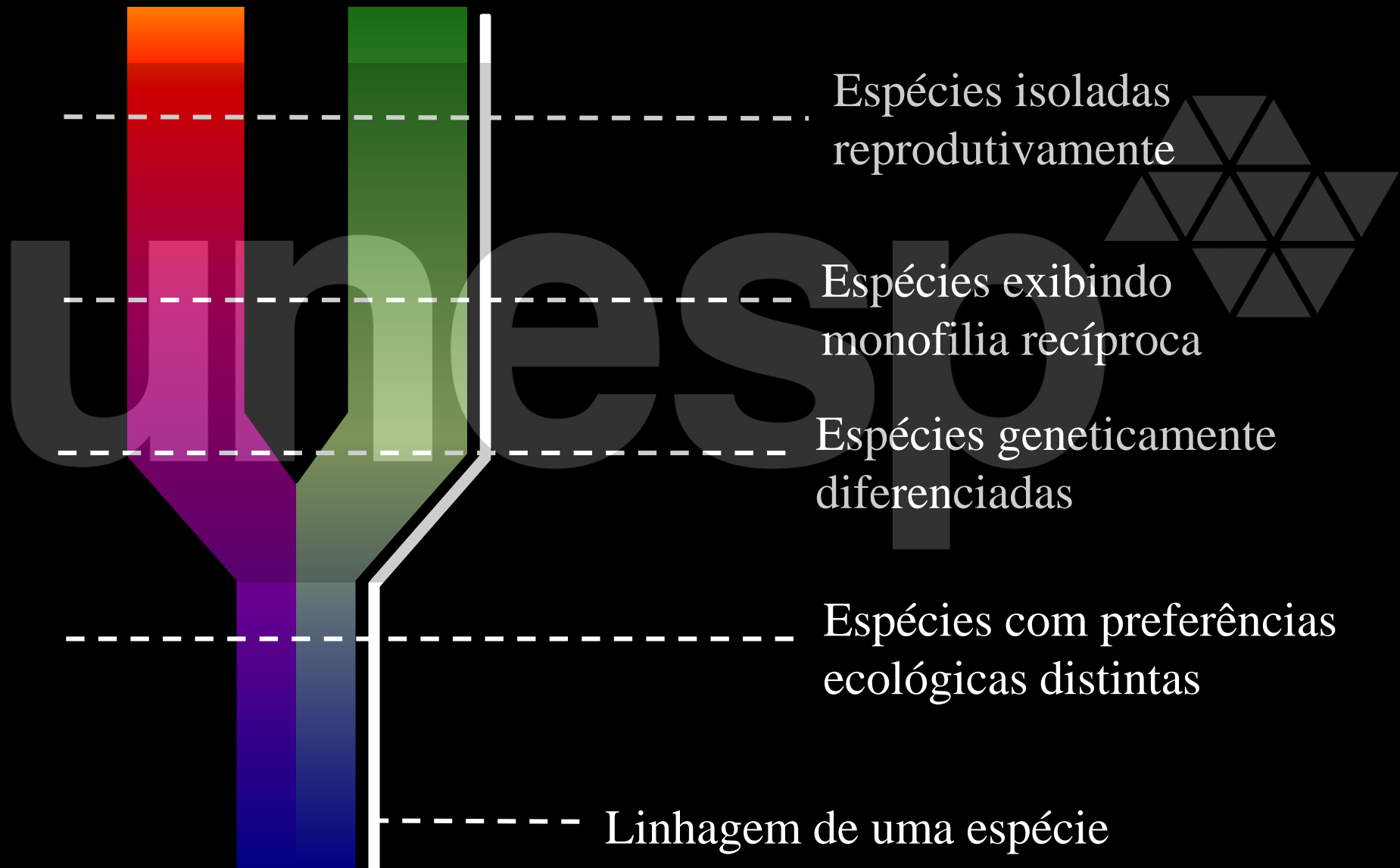
Diferentes critérios de espécie indicam estágios distintos da existência de uma espécie



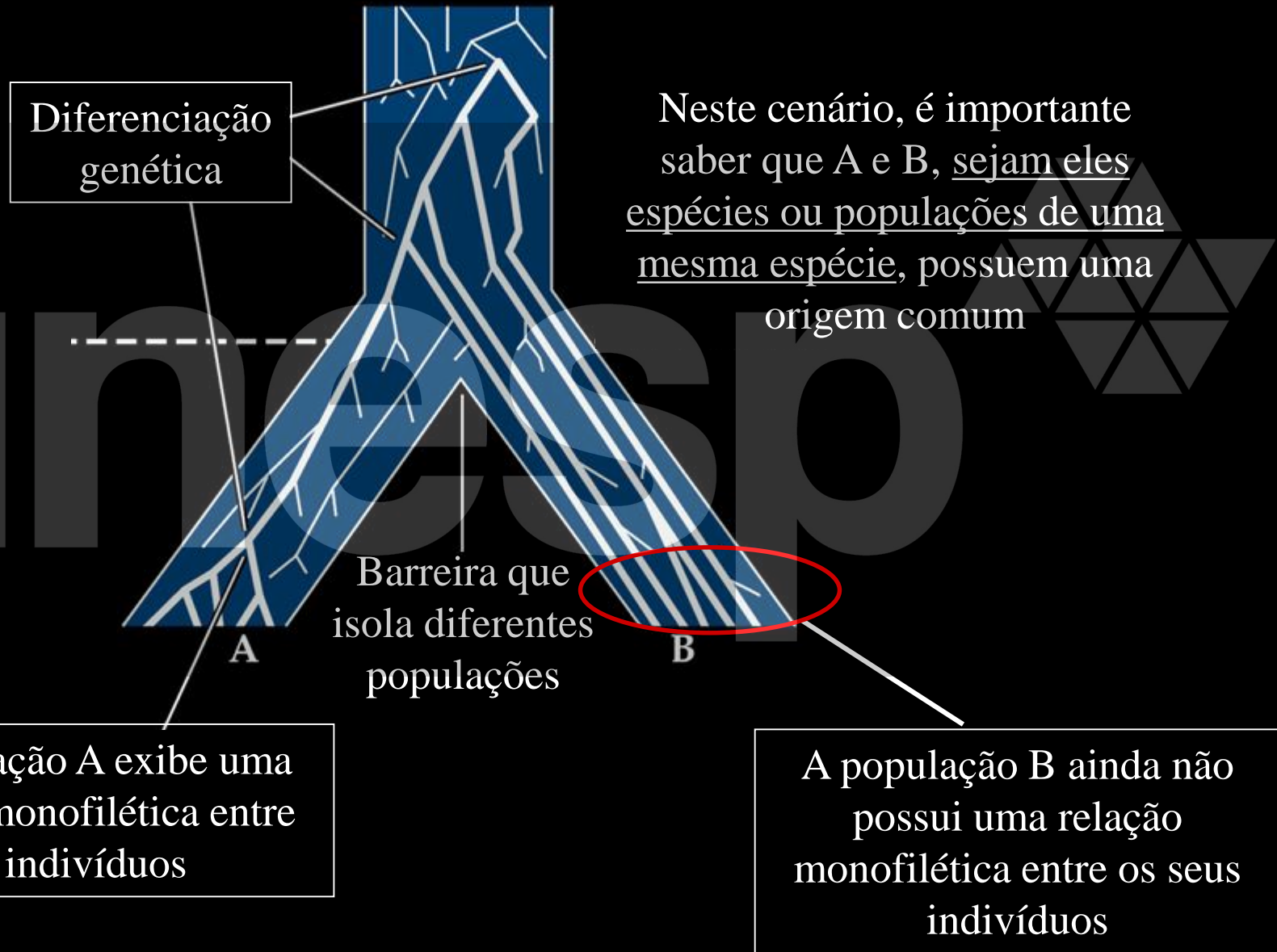
Linhas arbitrárias que demarcam um processo contínuo

espeiação

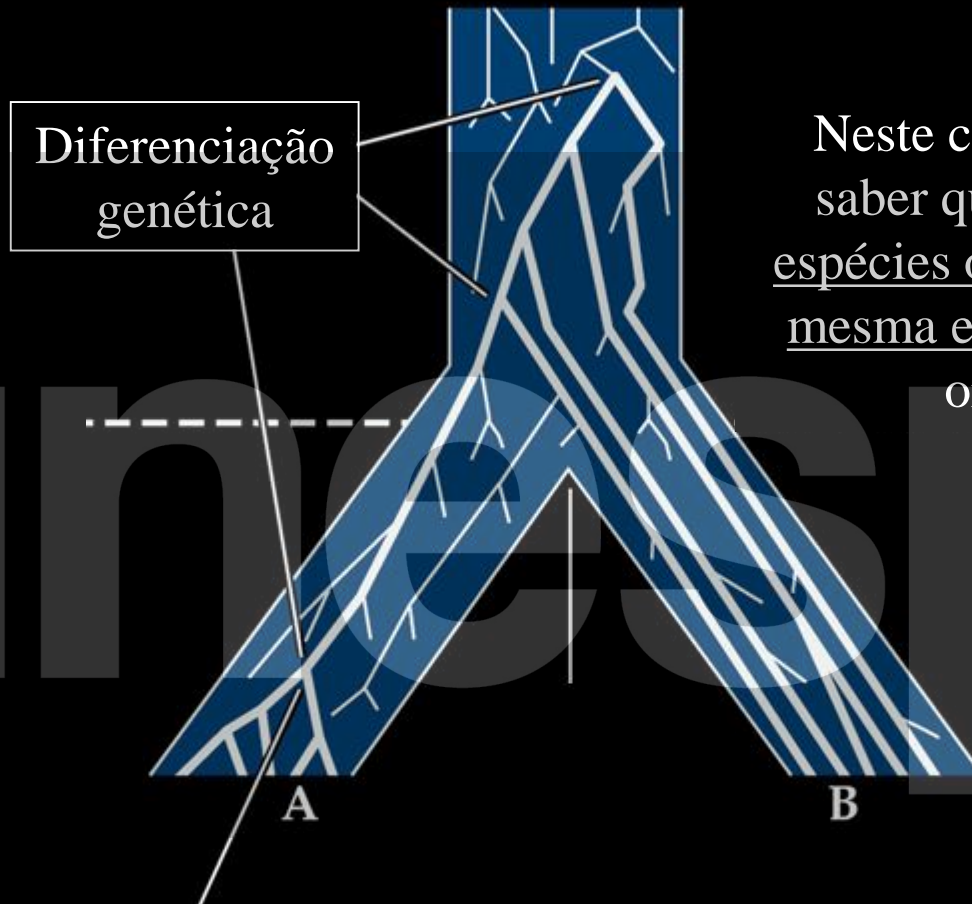
- Linhagem é uma linha que representa relações de ancestralidade e descendência
- Populações são segmentos de linhagens
- Definição possui um forte componente temporal
- Espécies poderiam ser definidas como segmentos de linhagens ao nível populacional



A relação evolutiva entre as populações, linhagens e espécies é um importante passo para o entendimento dos padrões biogeográficos



A relação evolutiva entre as populações, linhagens e espécies é um importante passo para o entendimento dos padrões biogeográficos



Neste cenário, é importante saber que A e B, sejam eles espécies ou populações de uma mesma espécie, possuem uma origem comum

Organismos das regiões geográficas A e B possuem uma origem comum

Evolução e Biogeografia da família Costaceae

Ocorrência de convergência evolutiva entre diversas espécies

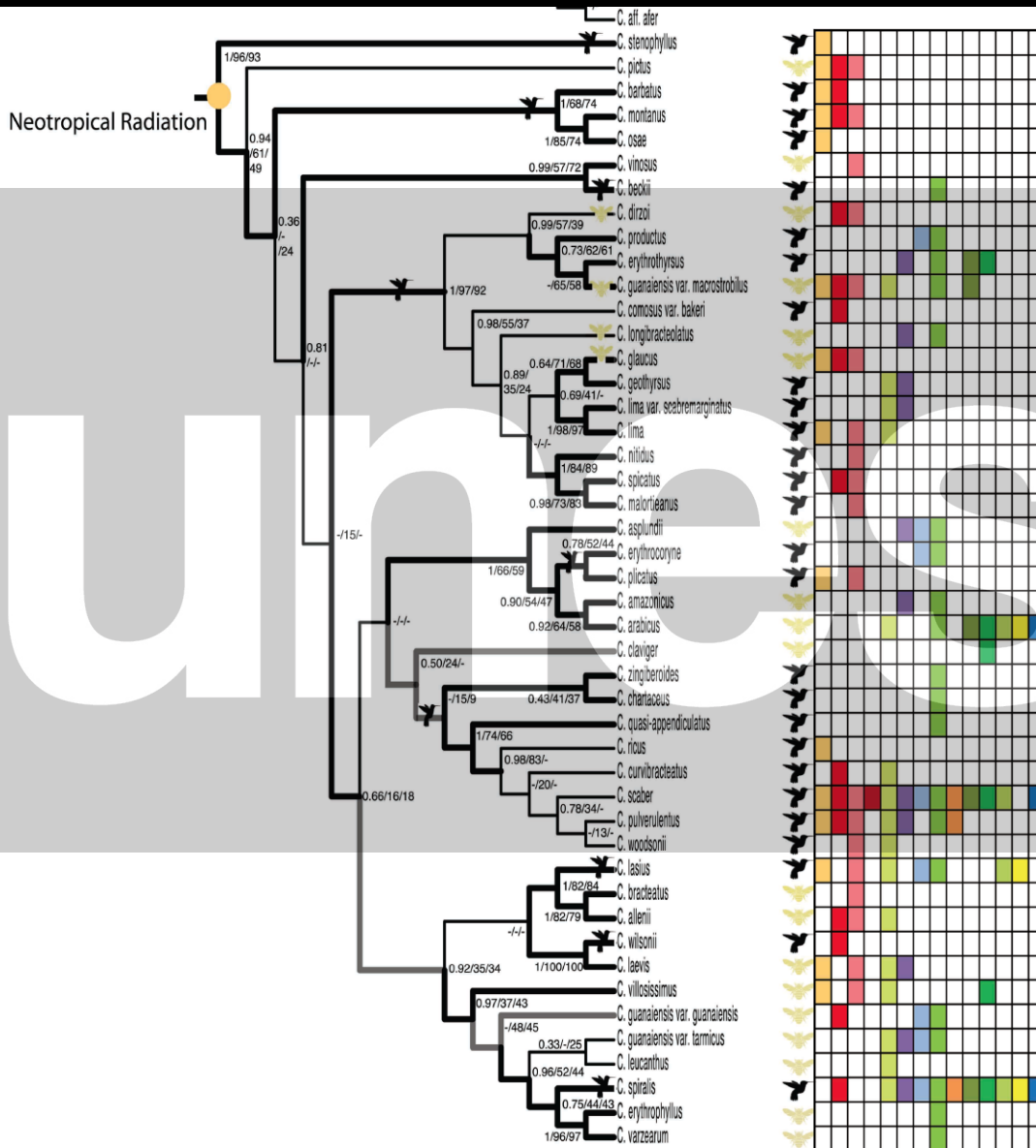
La familia **COSTACEAE** en Colombia

Alejandro Zuluaga^{1,2}, Julio Betancur² & Nelson Salinas^{2,3}

¹University of Wisconsin-Madison, ²Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, ³The New York Botanical Garden
 Fotos de J. Betancur (JB), L. Clavijo (LC), R. Foster (RF), F. Gómez (FG), J. Navarro (JN) & T. Plowman (TP). Producido por: A. Zuluaga, R. Foster, T. Wachtler, y J. Philipp.
 © Alejandro Zuluaga [azuluaga@yahoo.es], Julio Betancur & Nelson Salinas. Producido con el apoyo de Ellen Hymnman Fund y Andrew Mellon Foundation.
 © Environmental & Conservatson Programs, The Field Museum, Chicago, IL 60605 USA [rc@fieldmuseum.org] [www.fmh.org/plantguides/] **Rapid Color Guide #316** versión 1 04/2011



Evolução e Biogeografia da família Costaceae



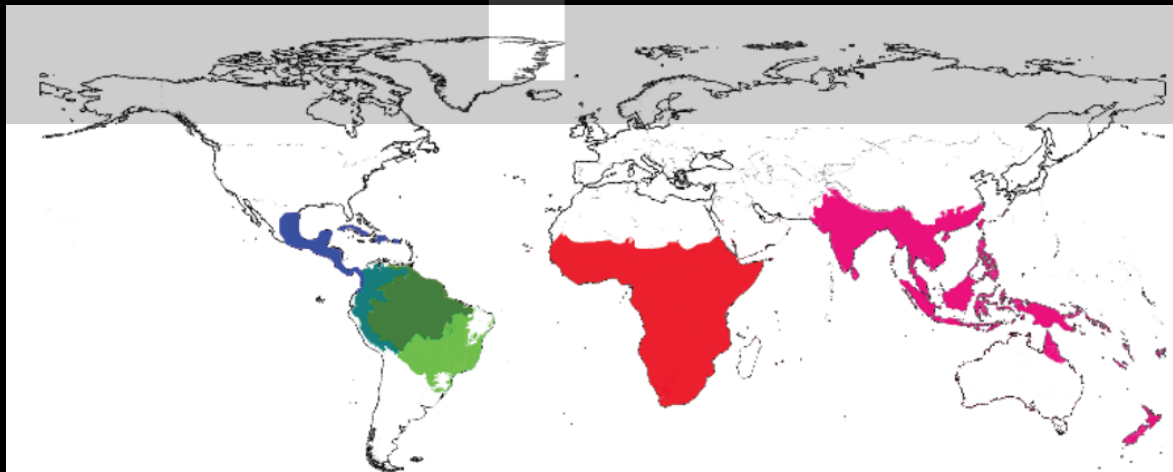
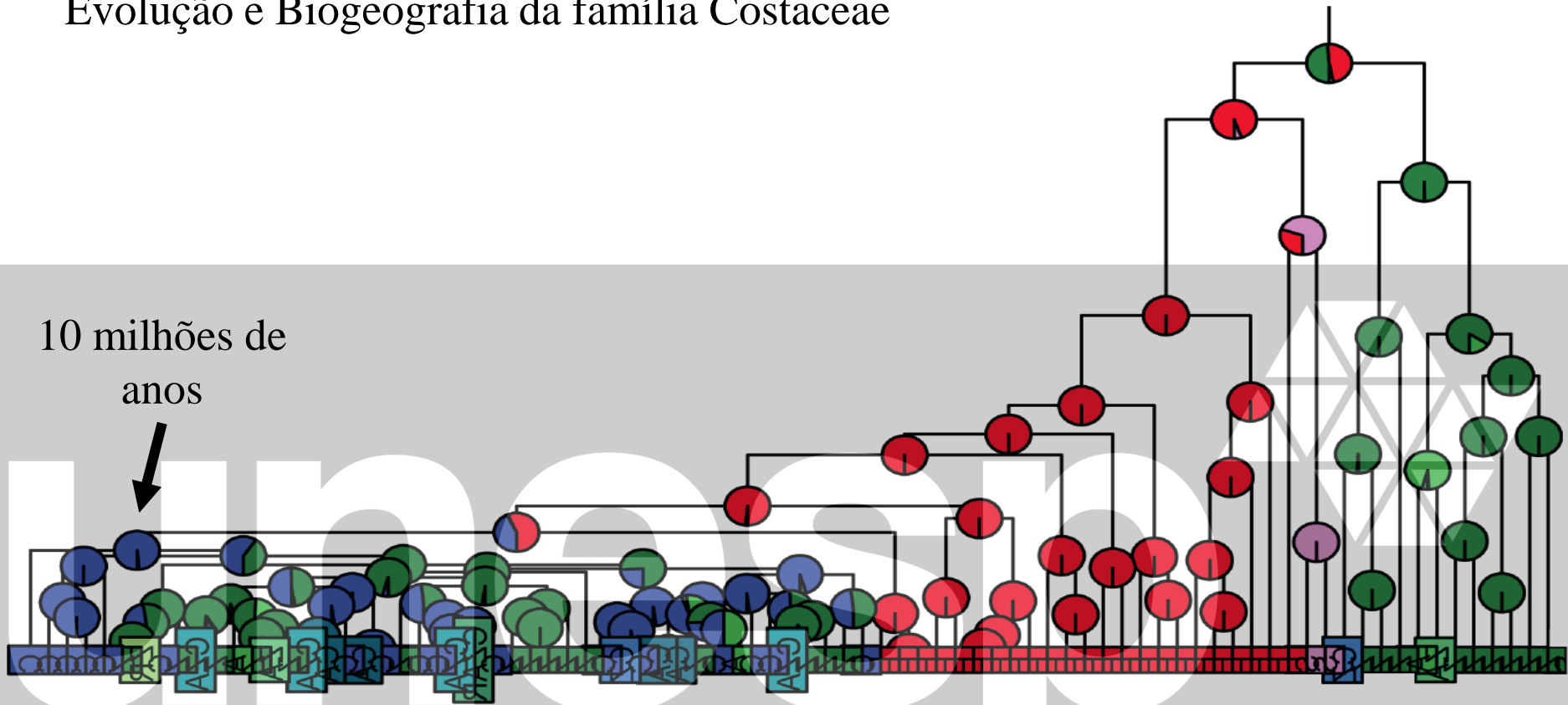
Beija-flores

Abelhas

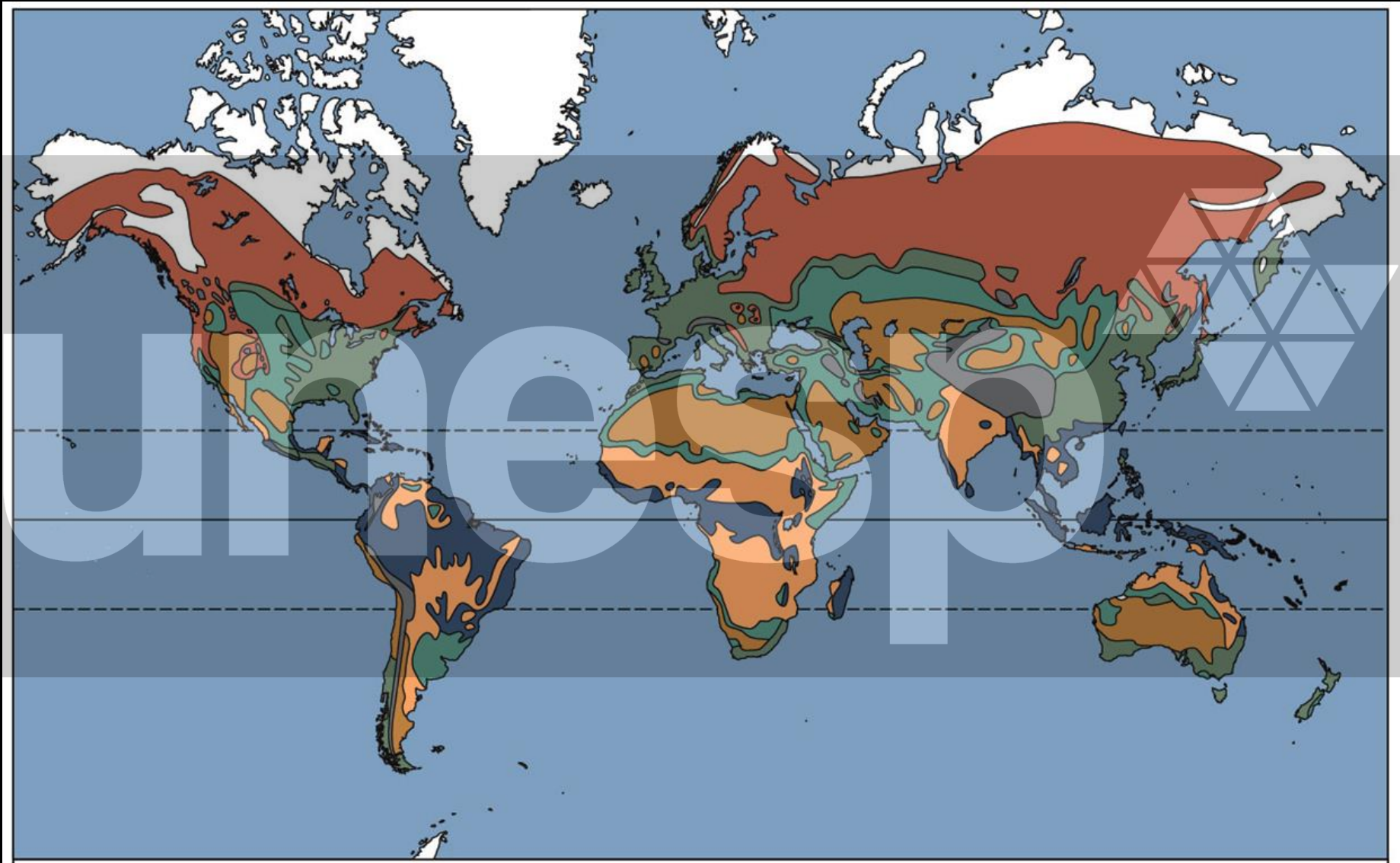


Biogeography and Diversification of Neotropical Costaceae
TJC André, 2015

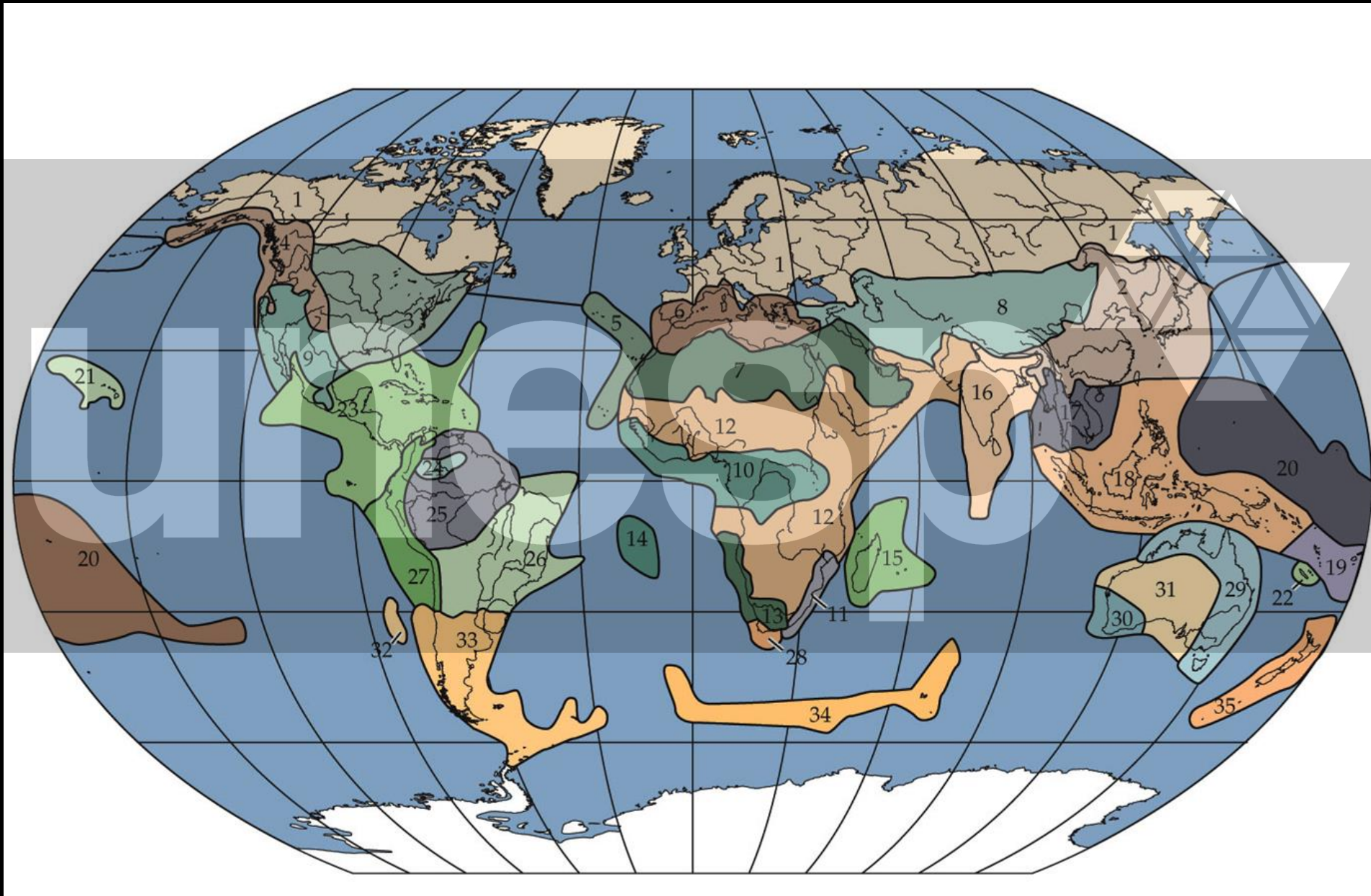
Evolução e Biogeografia da família Costaceae



Distribuição dos biomas



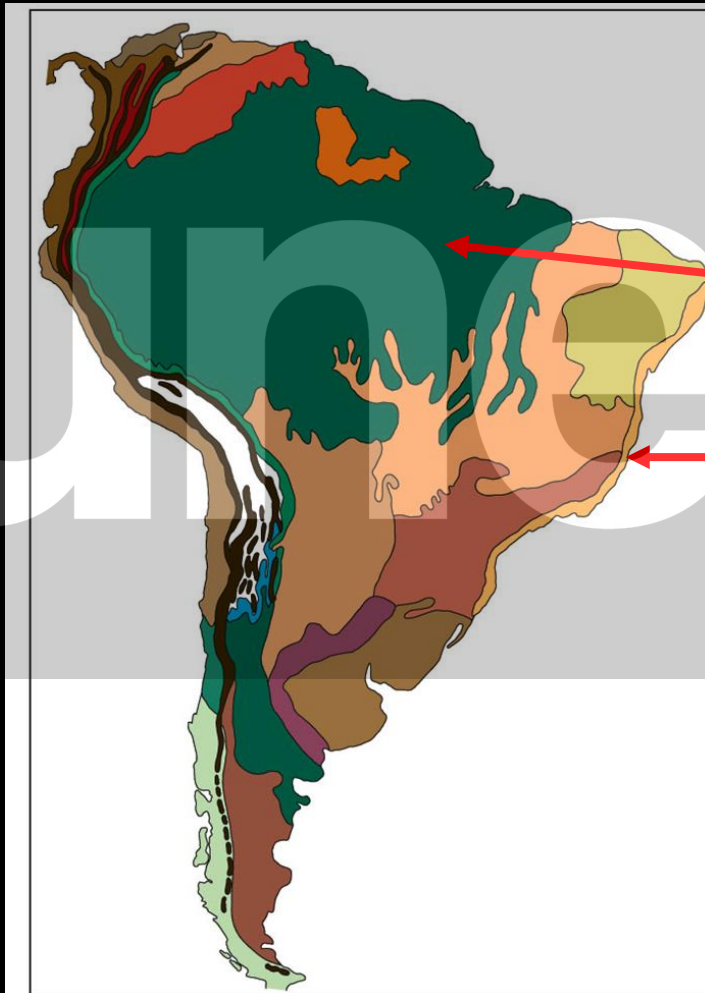
Divisão do mundo em regiões biogeográficas, segundo a distribuição de espécies de plantas



A relação evolutiva entre as populações, linhagens e espécies é um importante passo para o entendimento dos padrões biogeográficos

Métodos aplicados precisam identificar eventos de convergência evolutiva e paralelismos

Ruídos nas análises biogeográficas



Floresta Amazônica

Floresta Atlântica

Semelhanças entre as espécies destes domínios fitogeográficos são exemplos de convergência evolutiva

Domínios Fitogeográficos distintos, com espécies que possuem histórias evolutivas distintas

Como saber se as semelhanças entre espécies possuem uma origem comum ou foram produzidas por convergência evolutiva?

Dados morfológicos

- sujeitos à convergência evolutiva, informação escassa sobre a ontogenia dos caracteres morfológicos
- Úteis para comparação com grupos fósseis

Dados moleculares

- Caracteres hereditários, transmitidos através de gerações
- Homologia entre os caracteres é conhecida
- Grande quantidade de informação



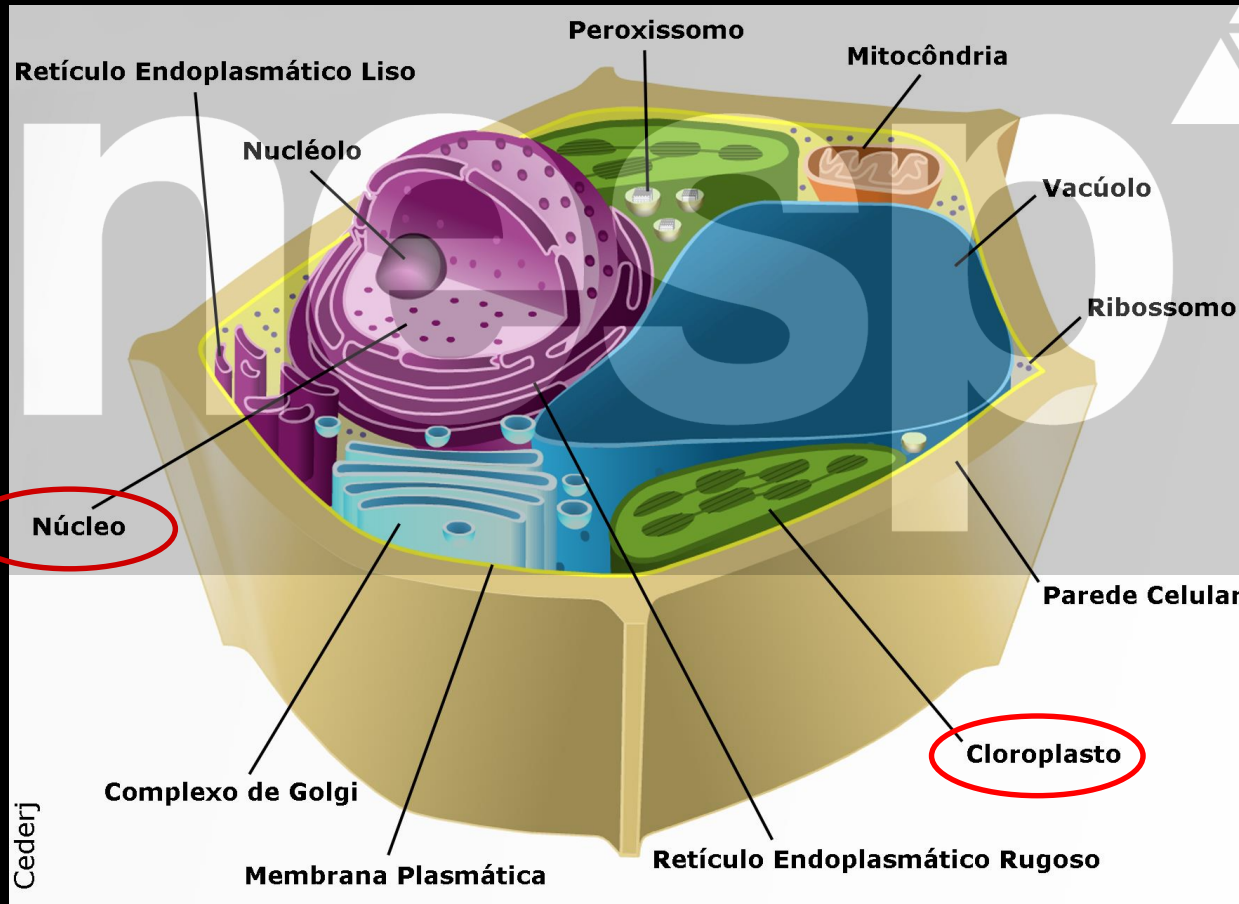
Euphorbiaceae



Cactaceae

Dados moleculares

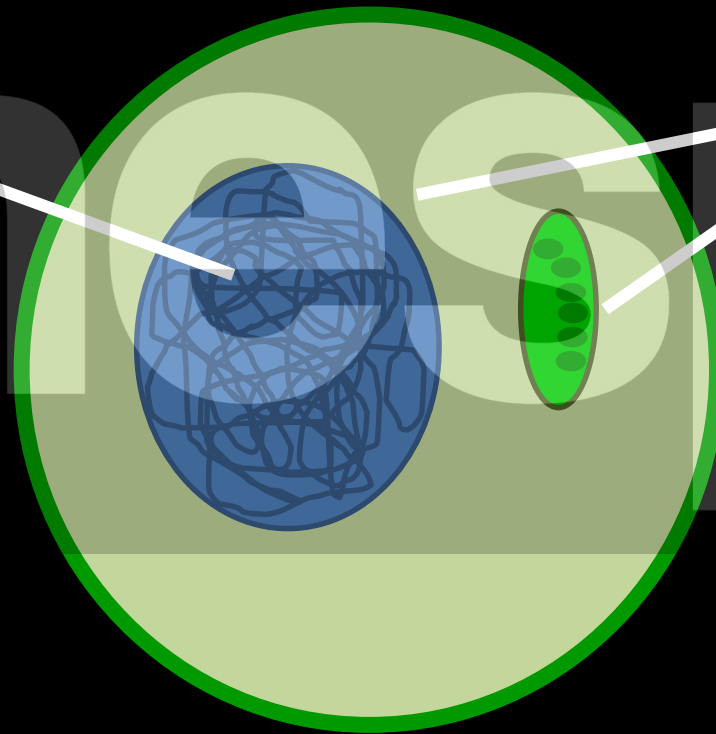
- Muitas técnicas disponíveis
- Análise de polimorfismos de DNA
- Origem do DNA é importante – revela processos evolutivos distintos:



Dados moleculares

- DNA nuclear – herança biparental, disperso pelo pólen e sementes (Angiospermas)
- DNA do cloroplasto – herança uniparental (materna), disperso pela semente

Dispersão
pelo pólen

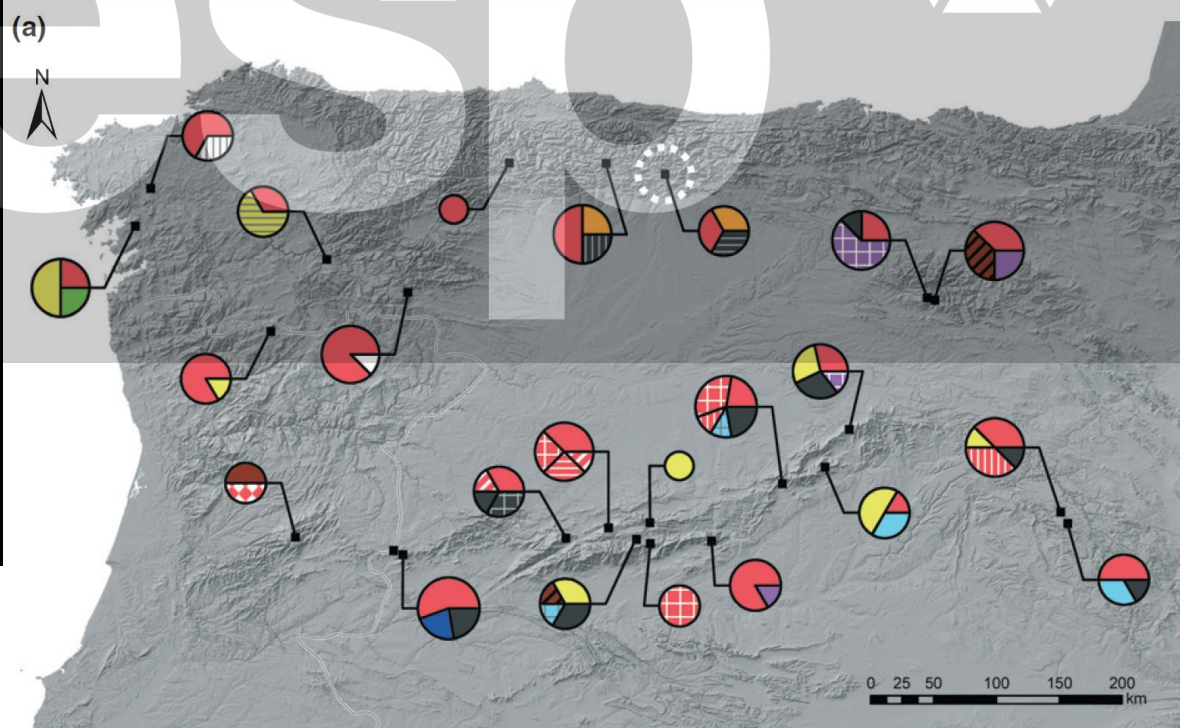
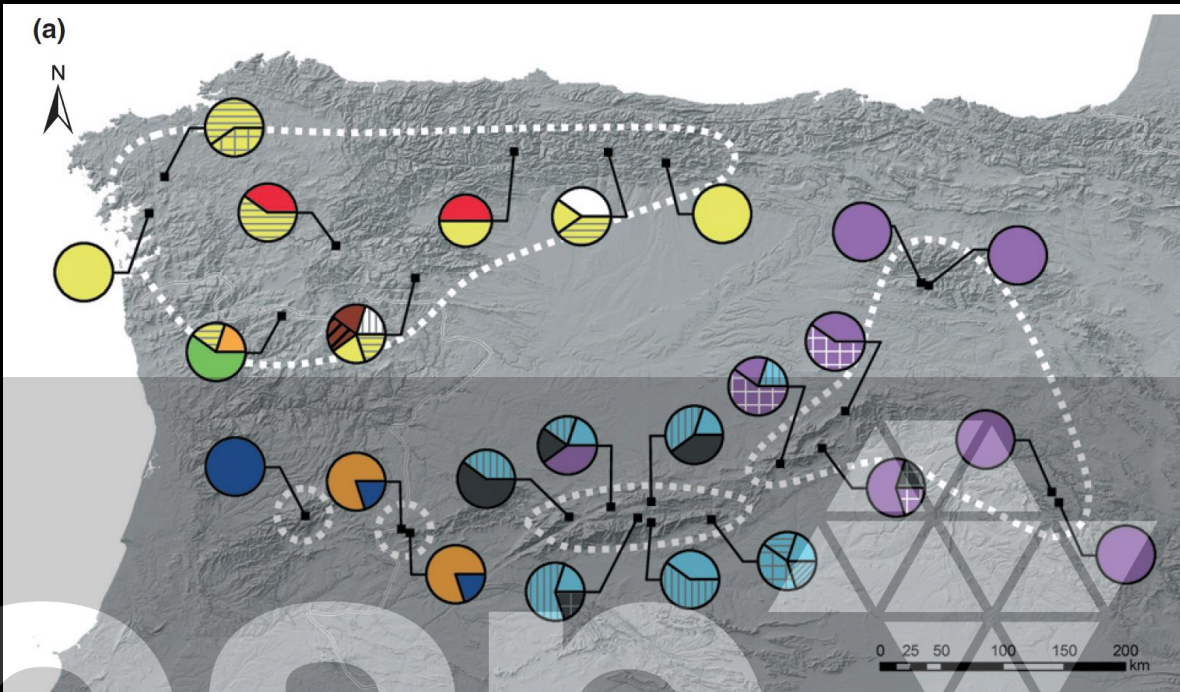


Dispersão por
sementes

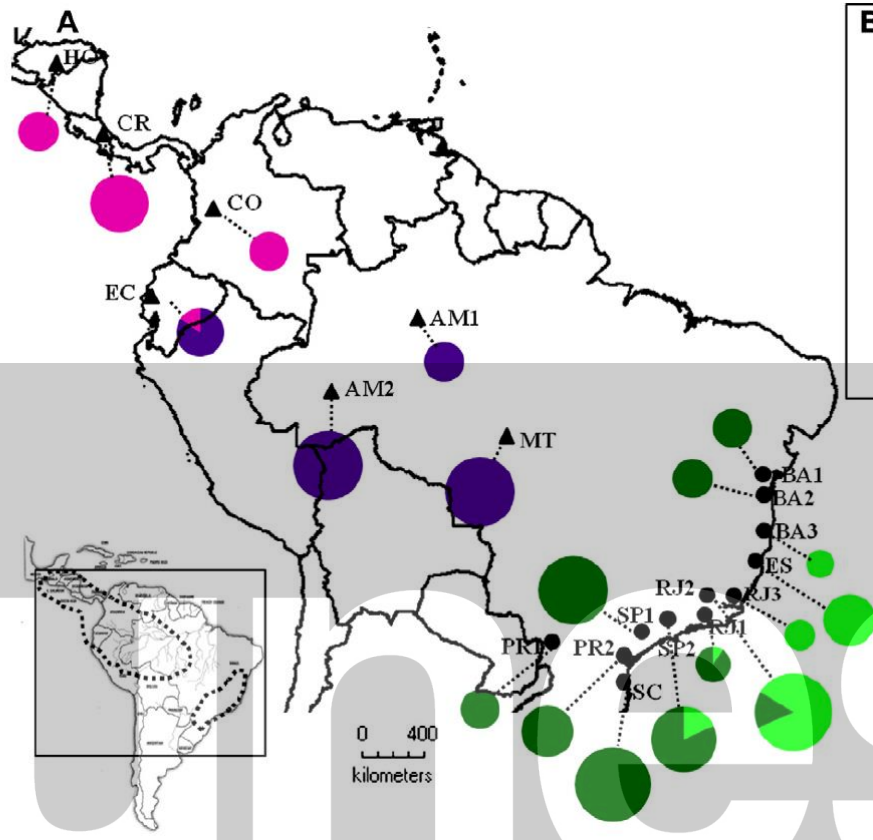
DNA
plastidial

Como é a dispersão de
pólen e sementes
nestas populações?

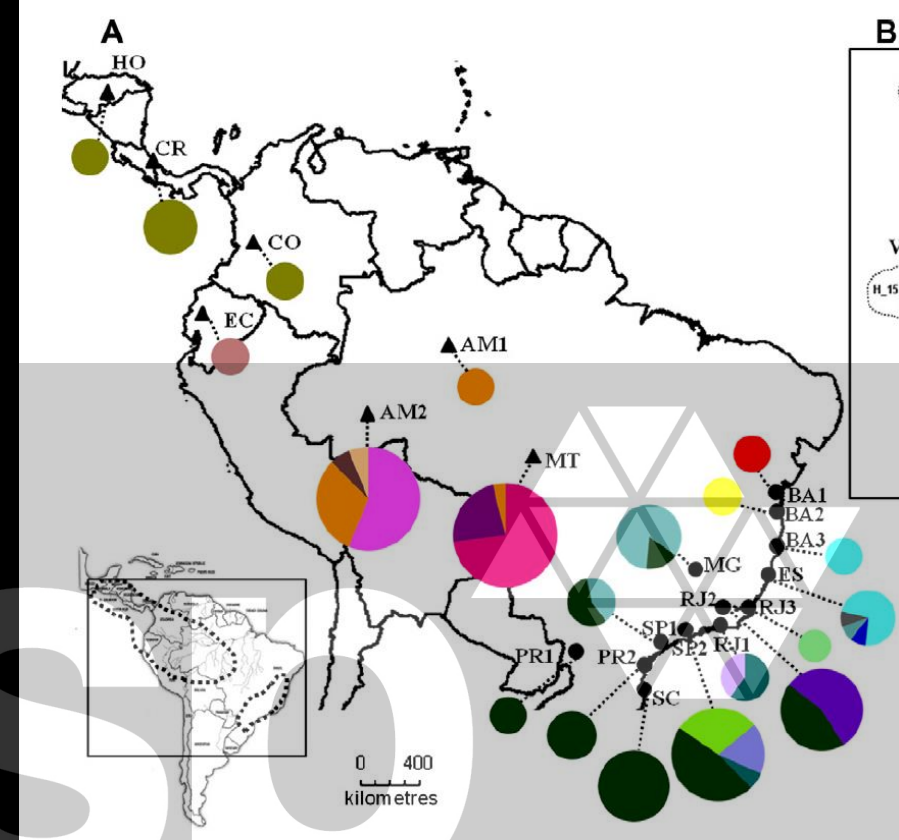
DNA
nuclear



Congruence between distribution modelling and
phylogeographical analyses reveals Quaternary survival of a
toadflax species (*Linaria elegans*) in oceanic climate areas of a
mountain ring range



DNA
nuclear



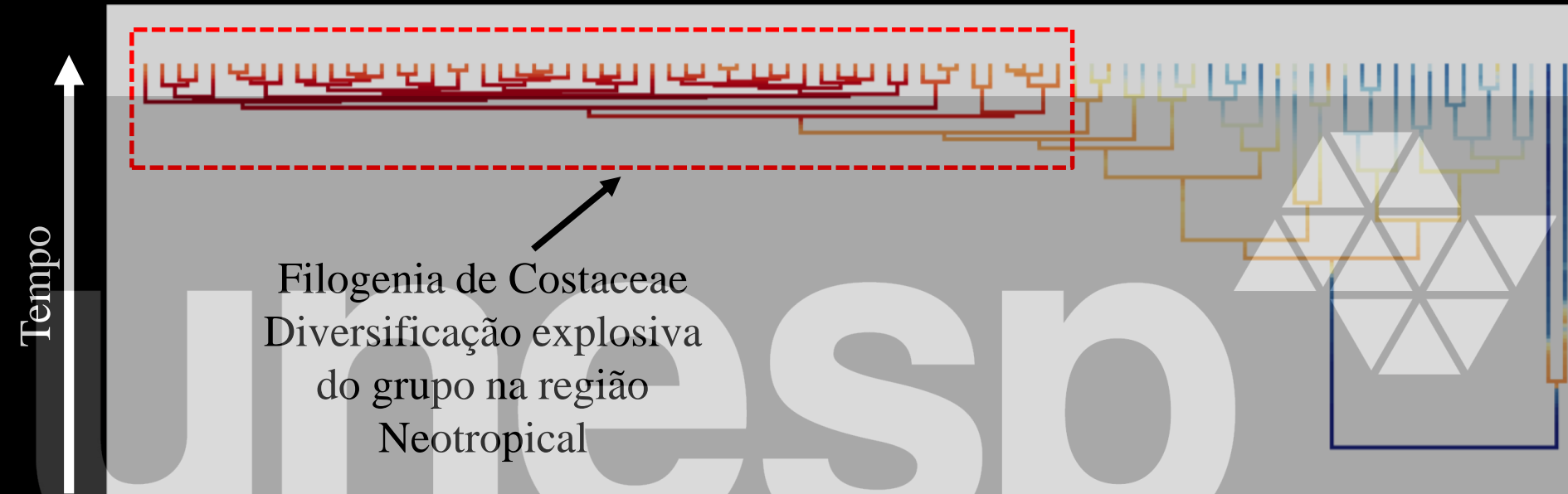
DNA
plastidial

Como é a dispersão de pólen e sementes nestas populações?

Large-scale phylogeography of the disjunct Neotropical tree species *Schizolobium parahyba* (Fabaceae-Caesalpinioideae)

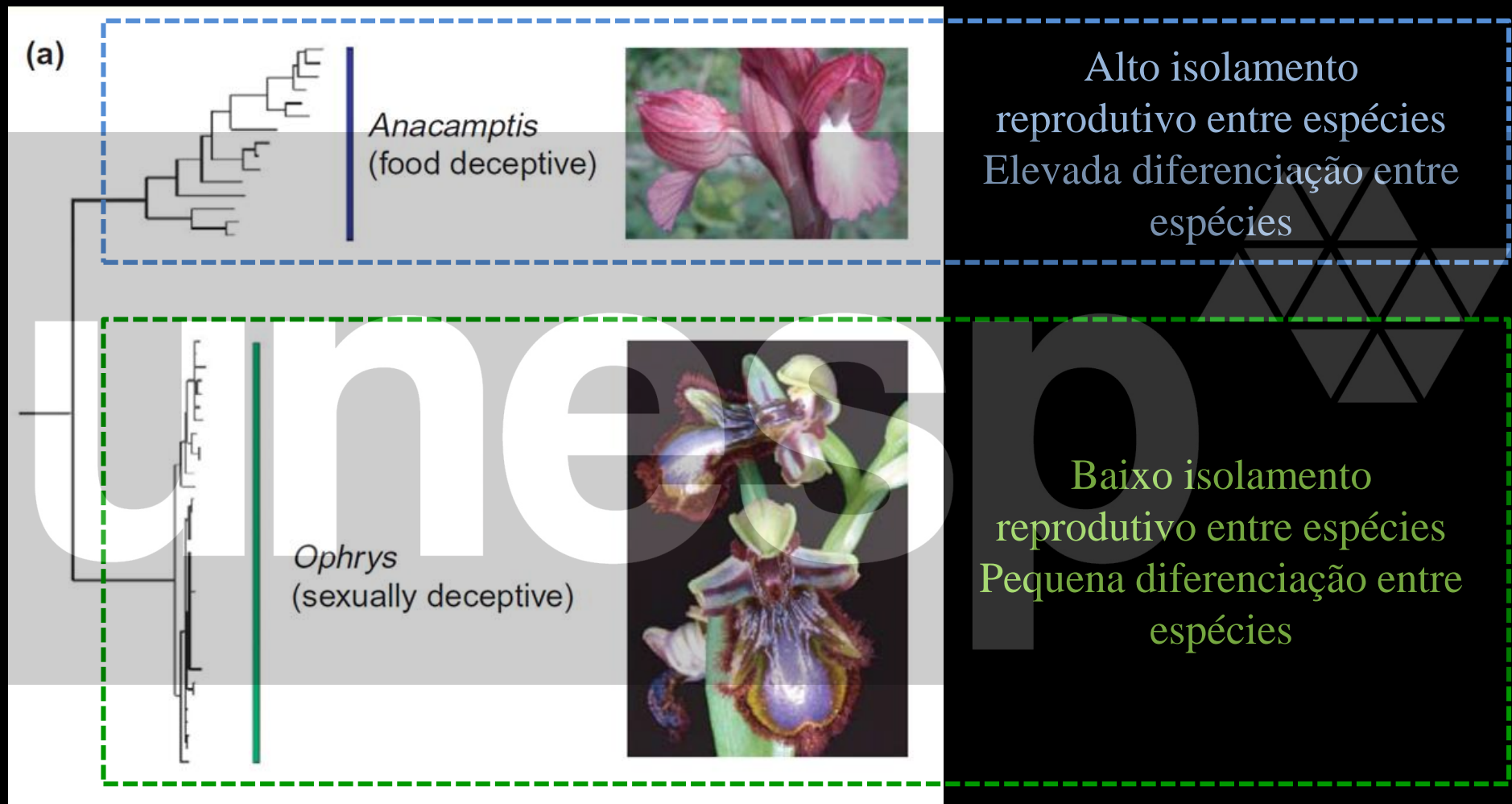
Andreia C. Turchetto-Zolet^{a,b}, Fernanda Cruz^{a,b}, Giovanni G. Vendramin^c, Marcelo F. Simon^d, Fabiano Salgueiro^c, Marcia Margis-Pinheiro^a, Rogerio Margis^{a,b,*}

A representação gráfica das relações evolutivas entre linhagens e populações não segue o padrão de bifurcações esperado em filogenias de níveis taxonômicos superiores



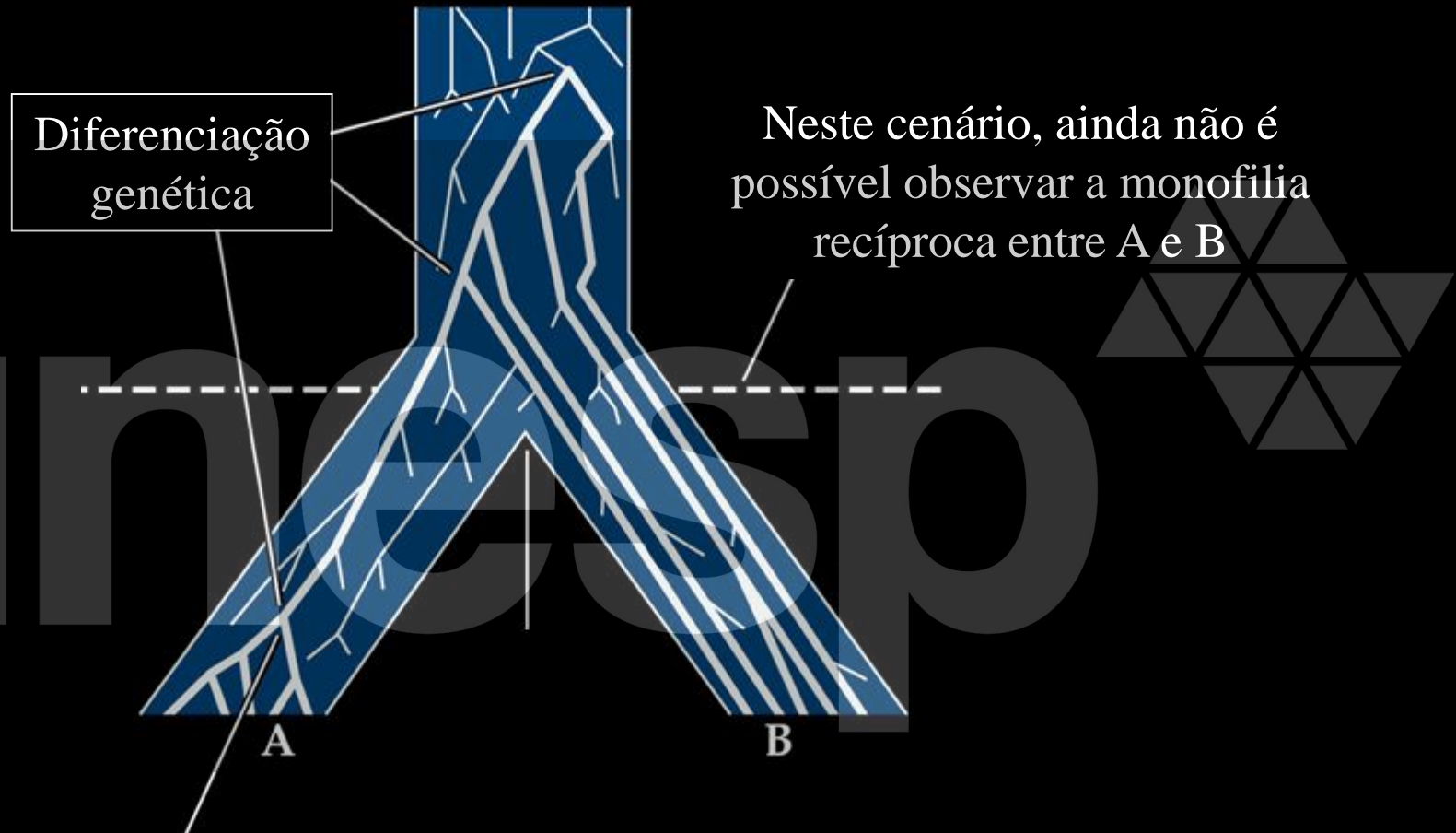
Grupos antigos tendem a adquirir monofilia recíproca
Quanto mais antigos, mais diferenças genéticas são acumuladas
Chance de formação de grupos monofiléticos aumenta com o tempo

A representação gráfica das relações evolutivas entre linhagens e populações não segue o padrão de bifurcações esperado em filogenias de níveis taxonômicos superiores



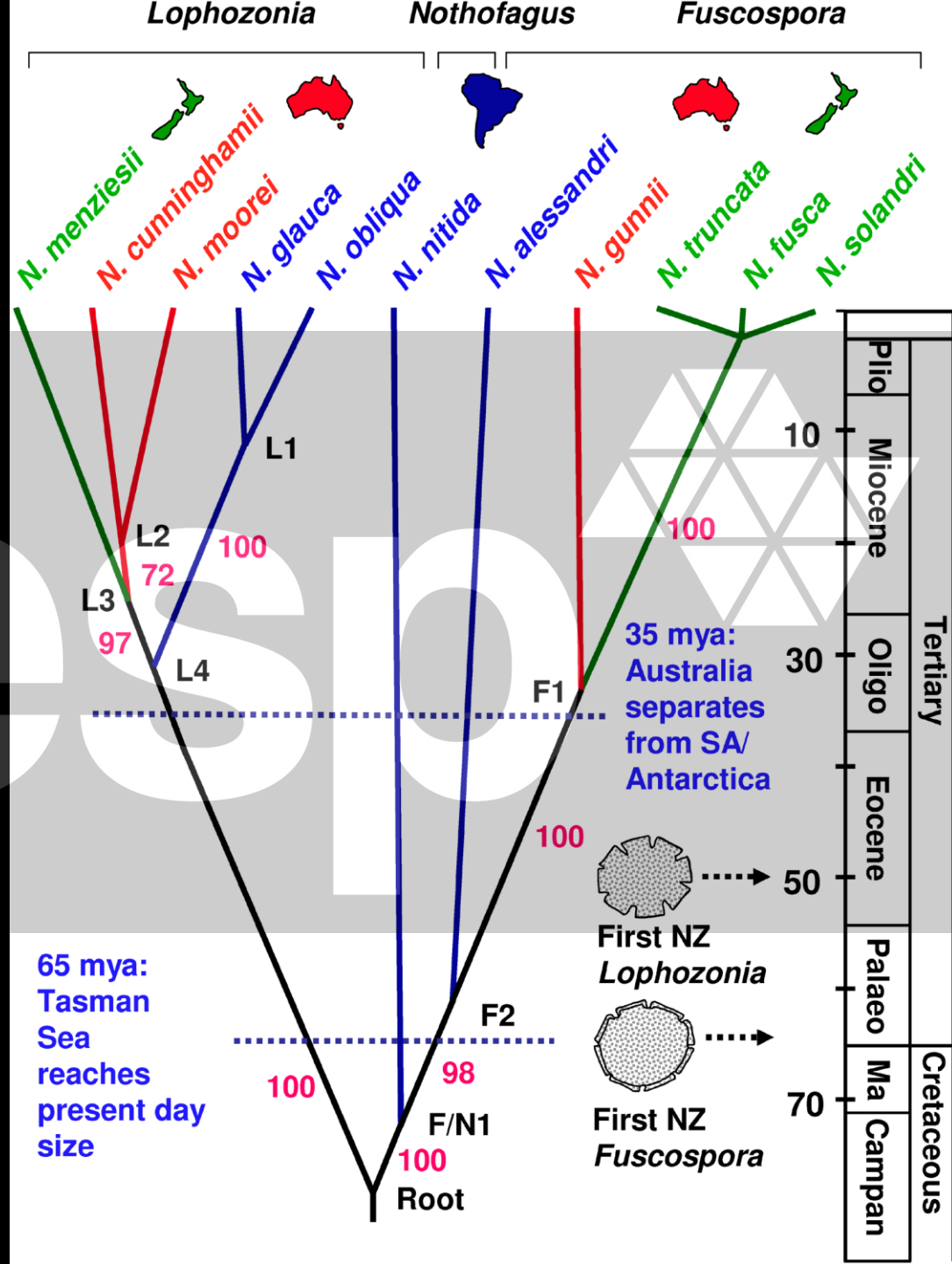
Grupos isolados reprodutivamente entre si tendem a adquirir monofilia recíproca
Chance de formação de grupos monofiléticos aumenta com o isolamento reprodutivo

A representação gráfica das relações evolutivas entre linhagens e populações não segue o padrão de bifurcações esperado em filogenias de níveis taxonômicos superiores



Linhagens e populações que divergiram recentemente podem não apresentar monofilia recíproca

Monofilia recíproca é alcançada em grupos que divergiram há muito tempo ou em grupos com isolamento reprodutivo total



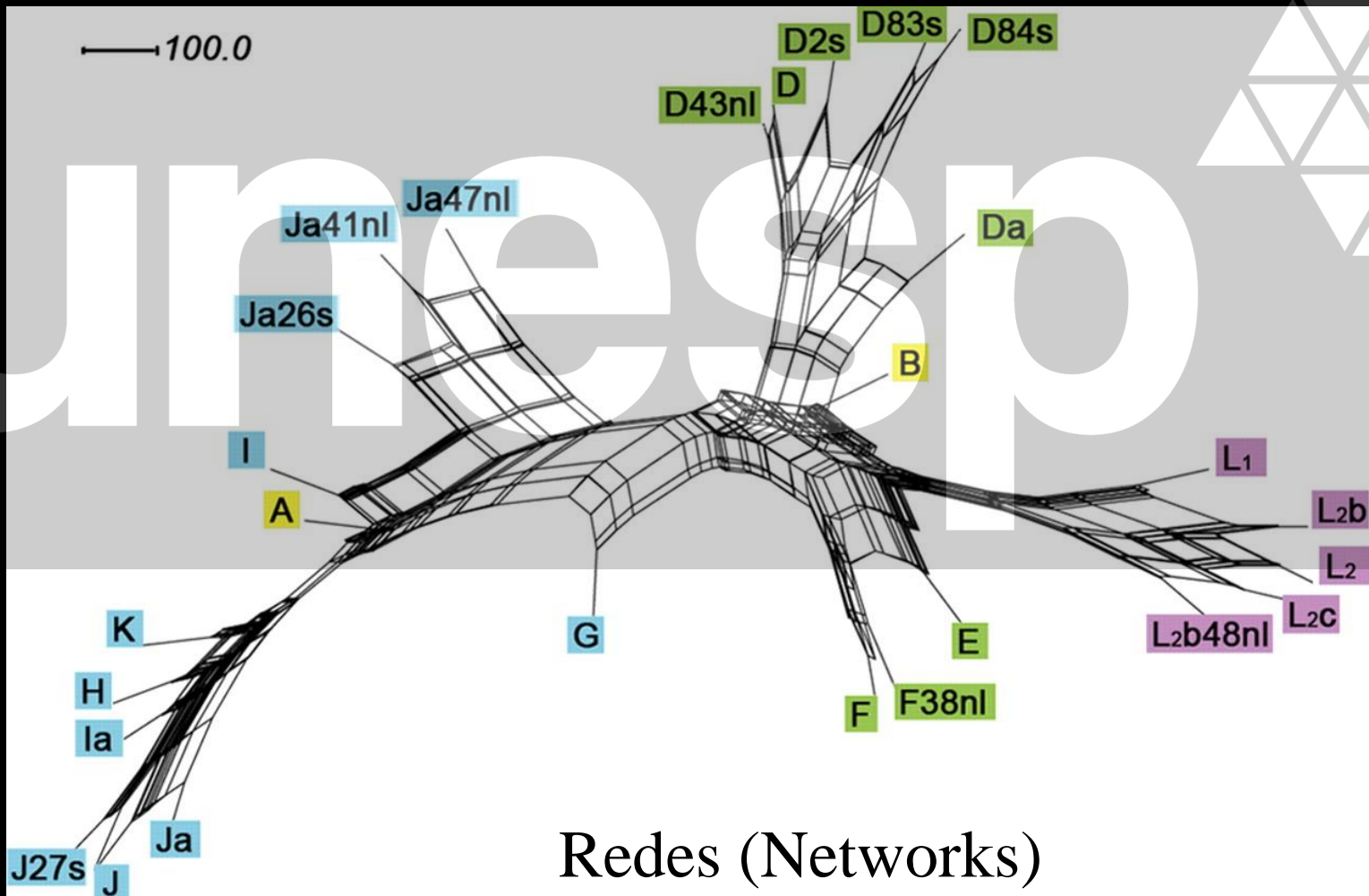


Como representar, graficamente, as relações evolutivas entre populações e espécies considerando:

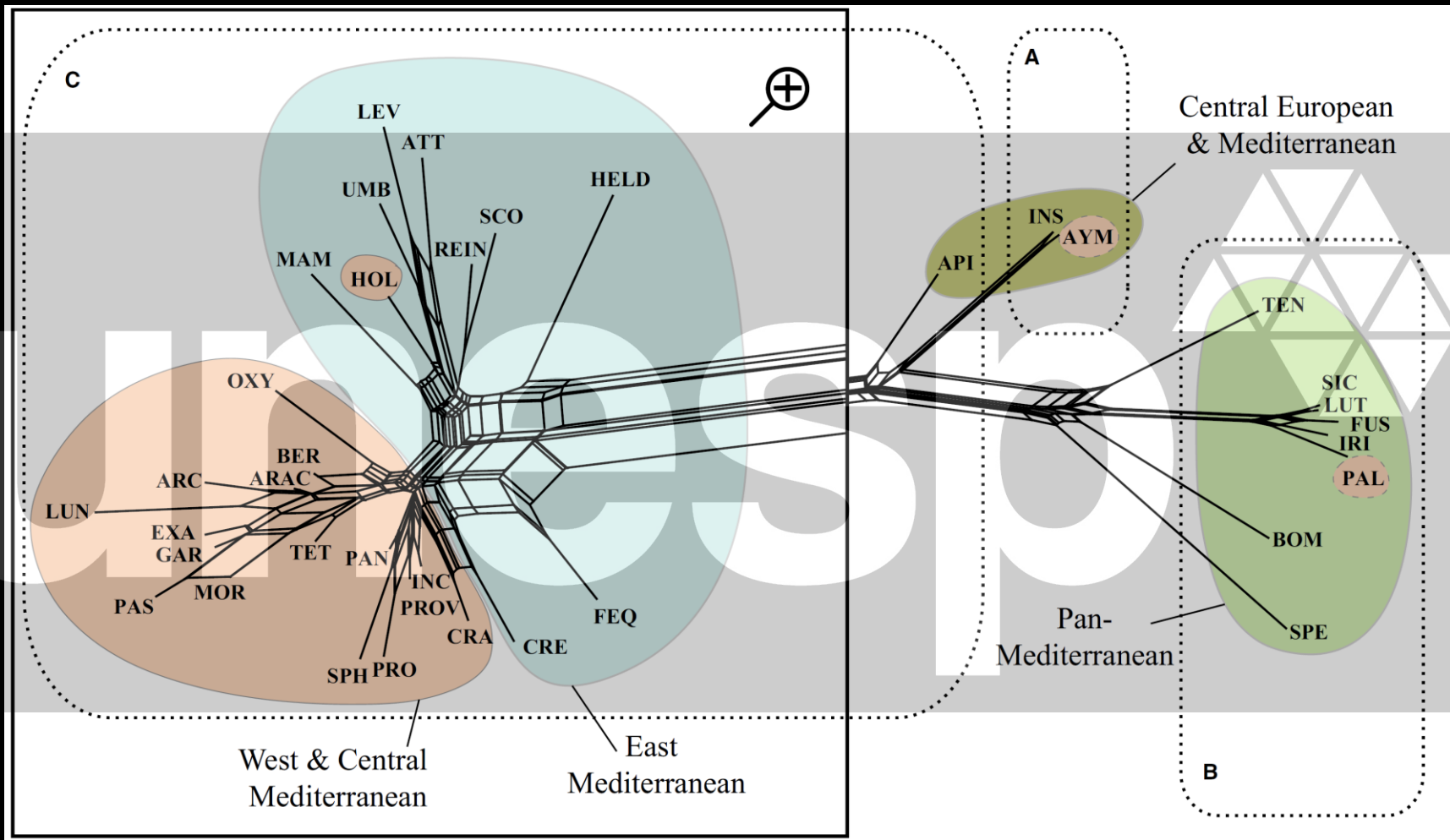
- Tempo recente de formação
- Isolamento reprodutivo incompleto

A representação gráfica das relações evolutivas entre linhagens e populações não segue o padrão de bifurcações esperado em filogenias de níveis taxonômicos superiores

Fluxo gênico, hibridação e presença de polimorfismos ancestrais conferem um padrão reticulado de parentesco entre linhagens e populações



Redes ou Networks = representam as relações reticuladas entre grupos que divergiram recentemente, indicando prováveis eventos de fluxo gênico, hibridação e presença de polimorfismos

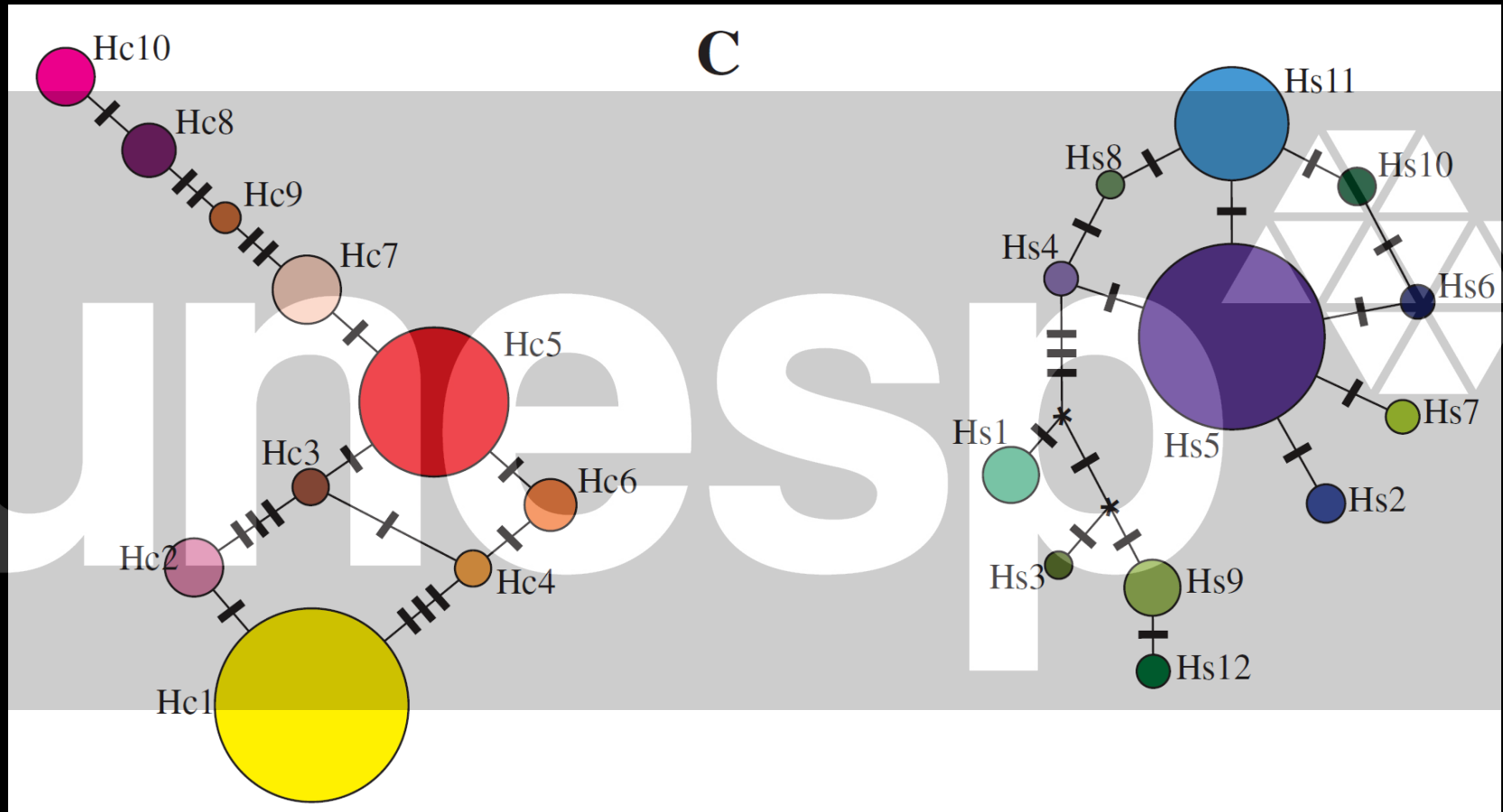


Indivíduos formam os terminais da rede

Multiple shifts to different pollinators fuelled rapid diversification in sexually deceptive *Ophrys* orchids

Hendrik Breitkopf^{1,2}, Renske E. Onstein³, Donata Cafasso¹, Philipp M. Schlüter³ and Salvatore Cozzolino¹

Redes ou Networks = representam as relações reticuladas entre grupos que divergiram recentemente, indicando prováveis eventos de fluxo gênico, hibridação e presença de polimorfismos



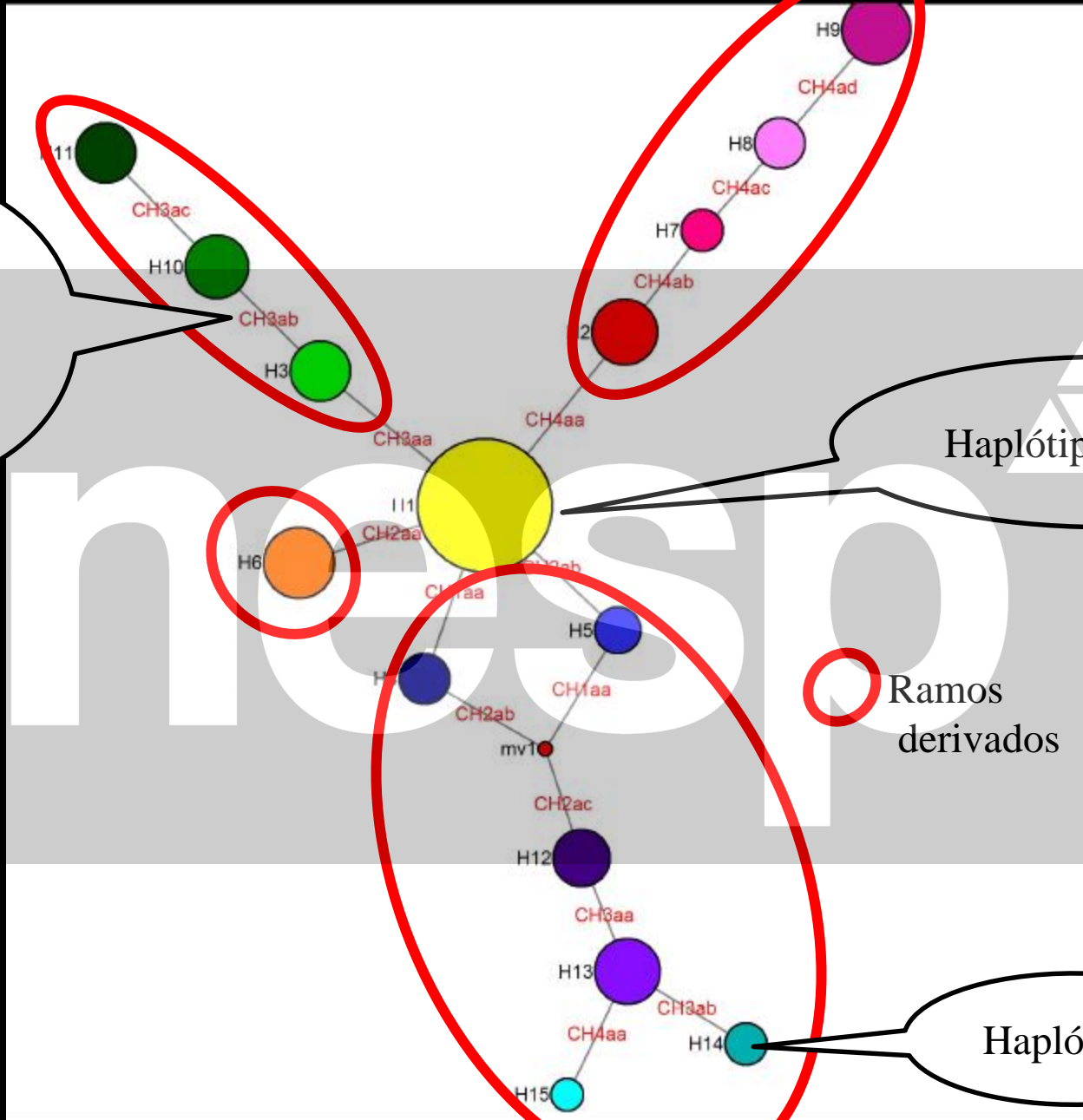
Haplótipos (tipos genéticos) são representados graficamente
O tamanho dos círculos é proporcional à frequência dos indivíduos que apresentam determinado polimorfismo genético

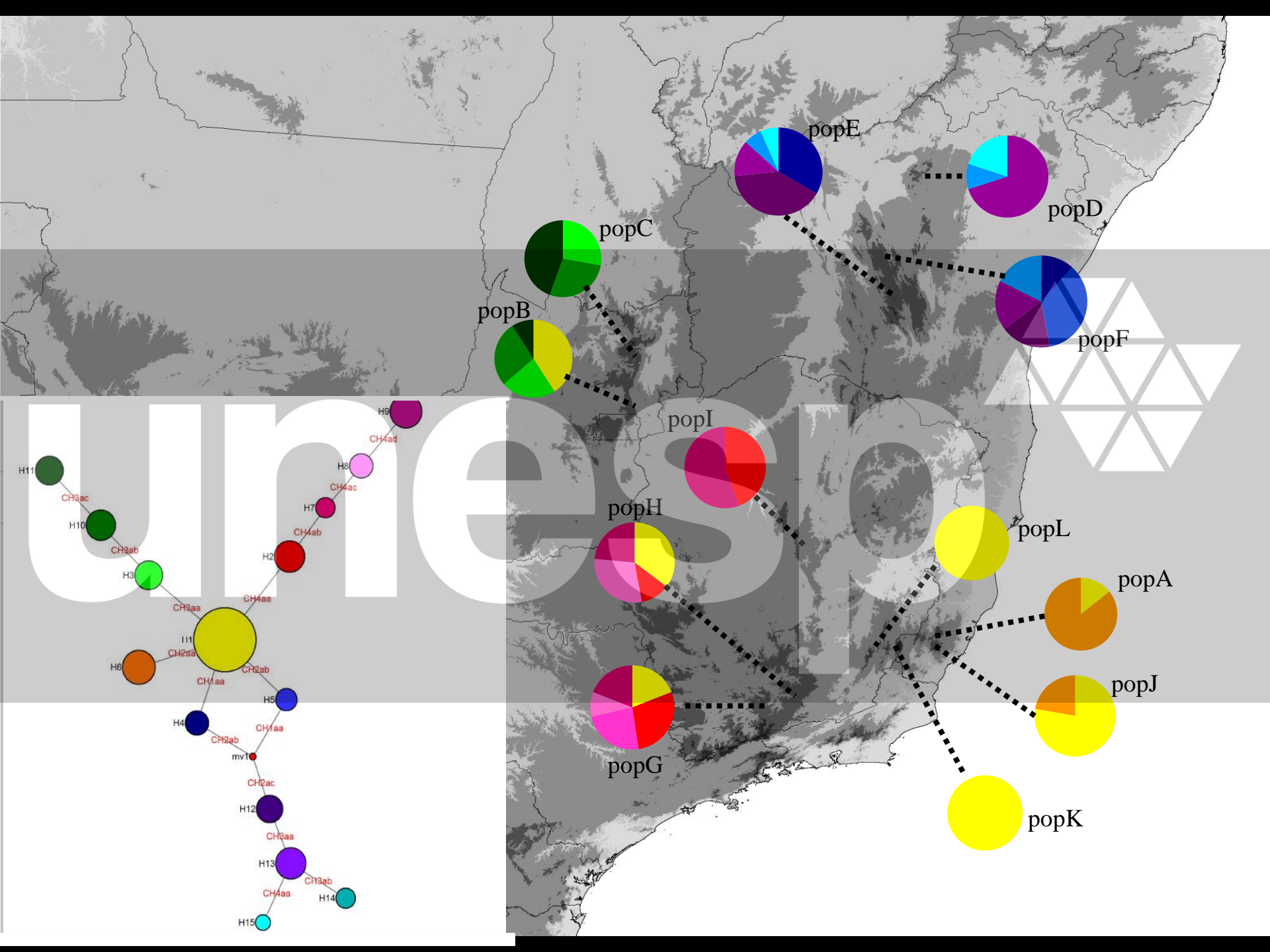
Passos mutacionais entre haplótipos

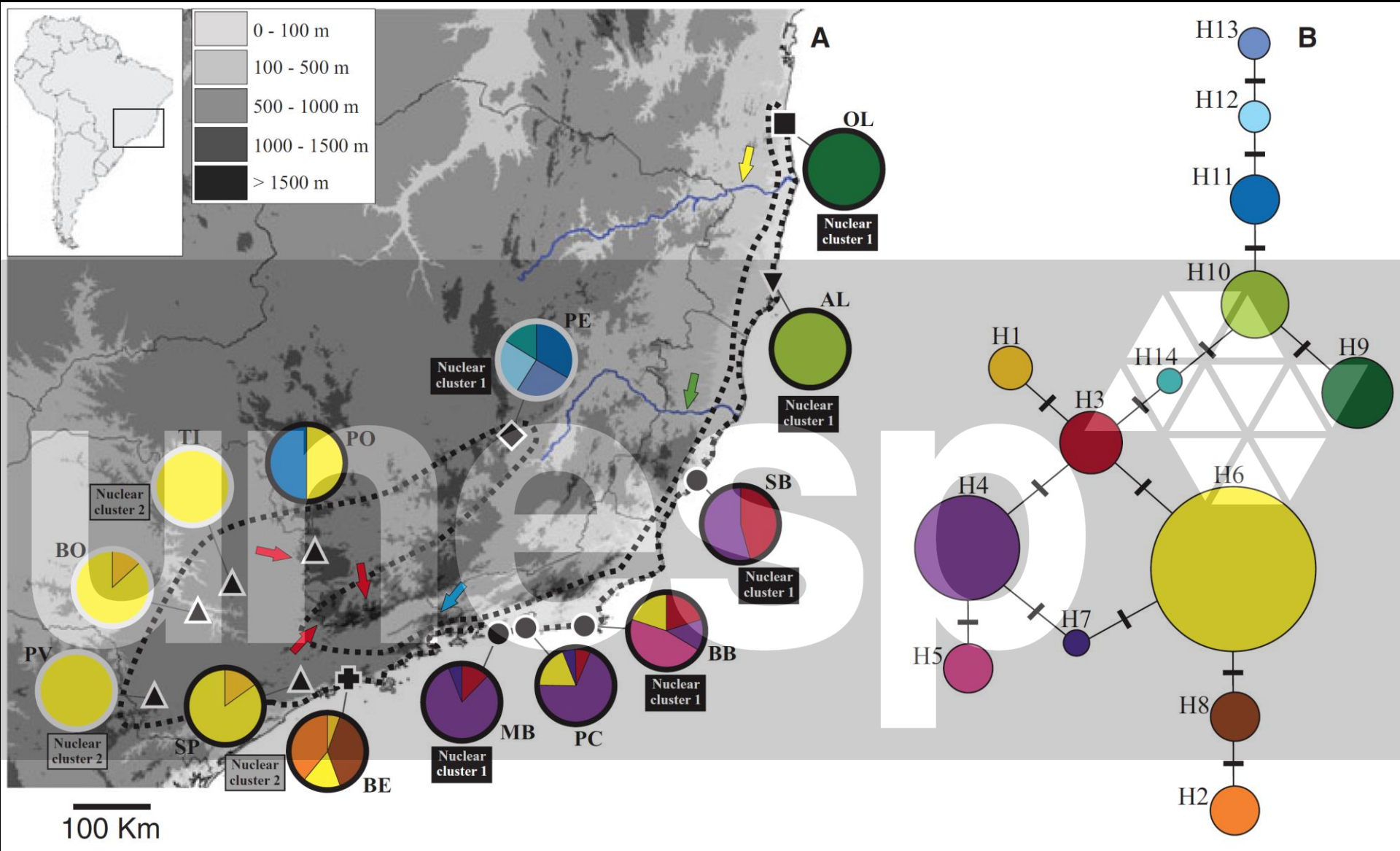
Haplótipo ancestral

Ramos derivados

Haplótipos



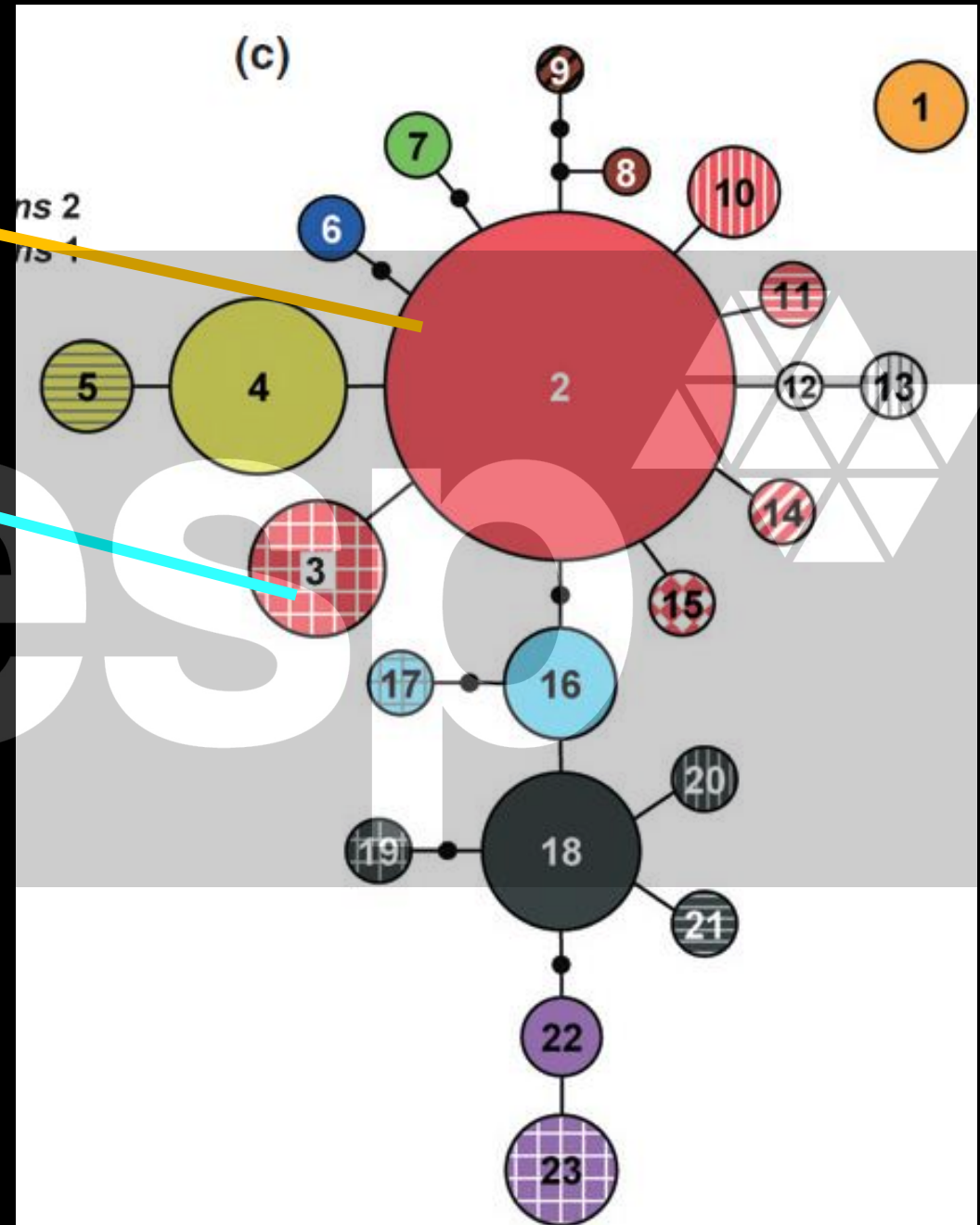




Neste exemplo, quais seriam as populações mais antigas?

Redes em formato de “estrela” = Padrão de expansão populacional

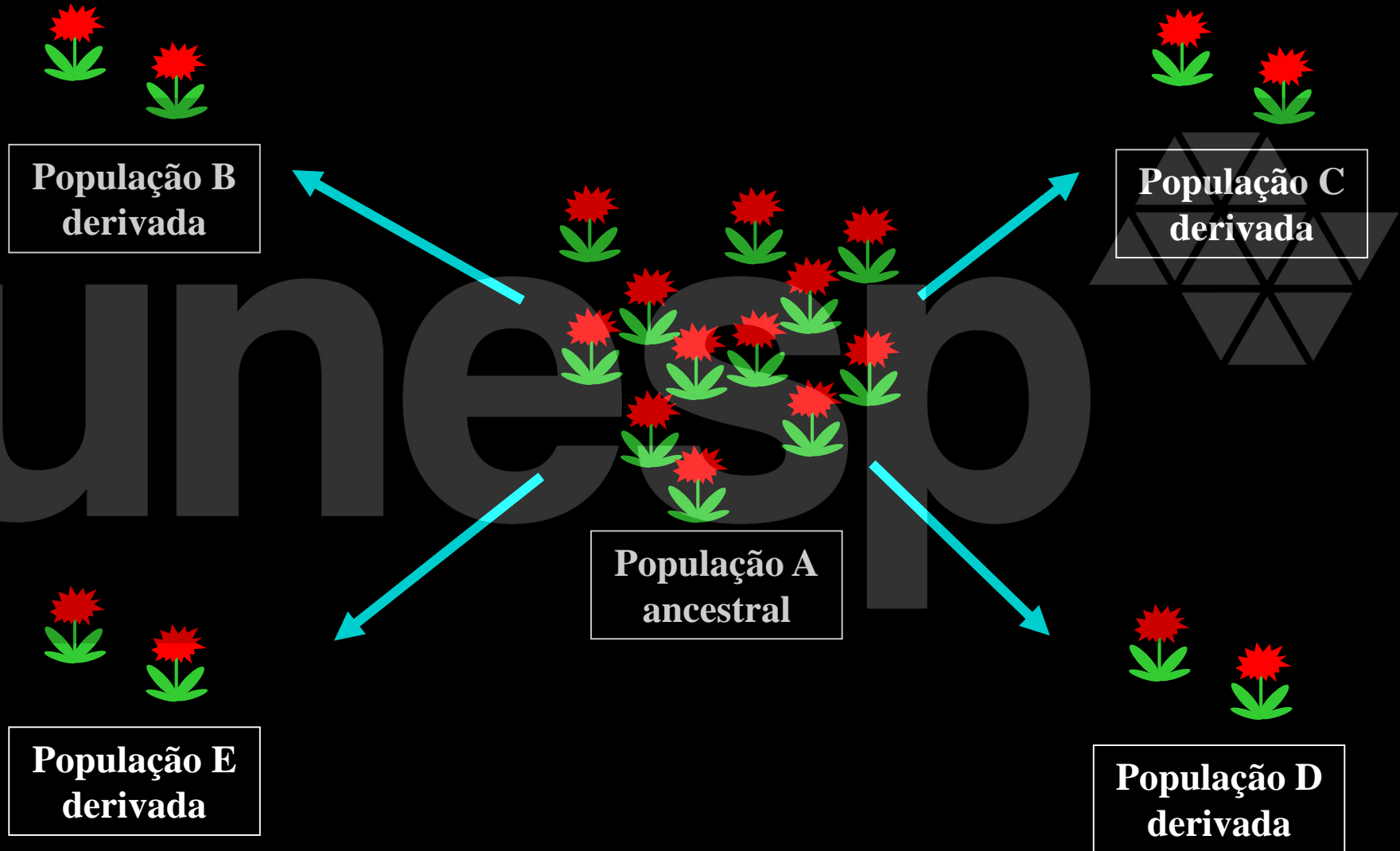
Haplótipo ancestral
conectado a muitos
outros **haplótipos**
menos frequentes



Congruence between distribution modelling and phylogeographical analyses reveals Quaternary survival of a toadflax species (*Linaria elegans*) in oceanic climate areas of a mountain ring range

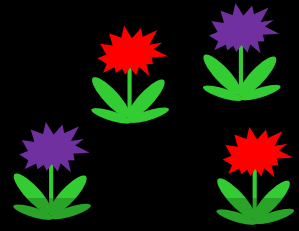
Eventos de dispersão

Formação de novas populações

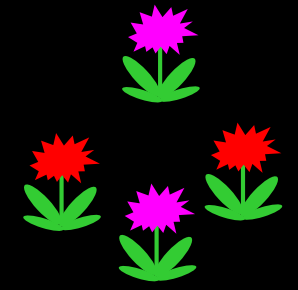


Novos haplótipos surgem nas populações derivadas

Isolamento geográfico auxilia fixação destes haplótipos nas novas populações



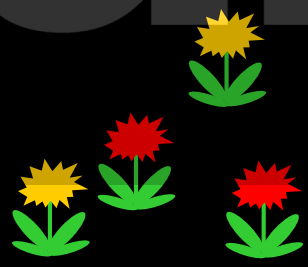
População B derivada



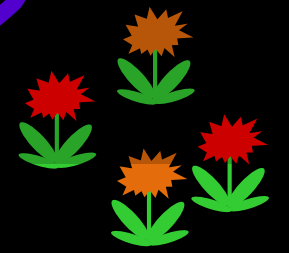
População C derivada



População A ancestral



População E derivada



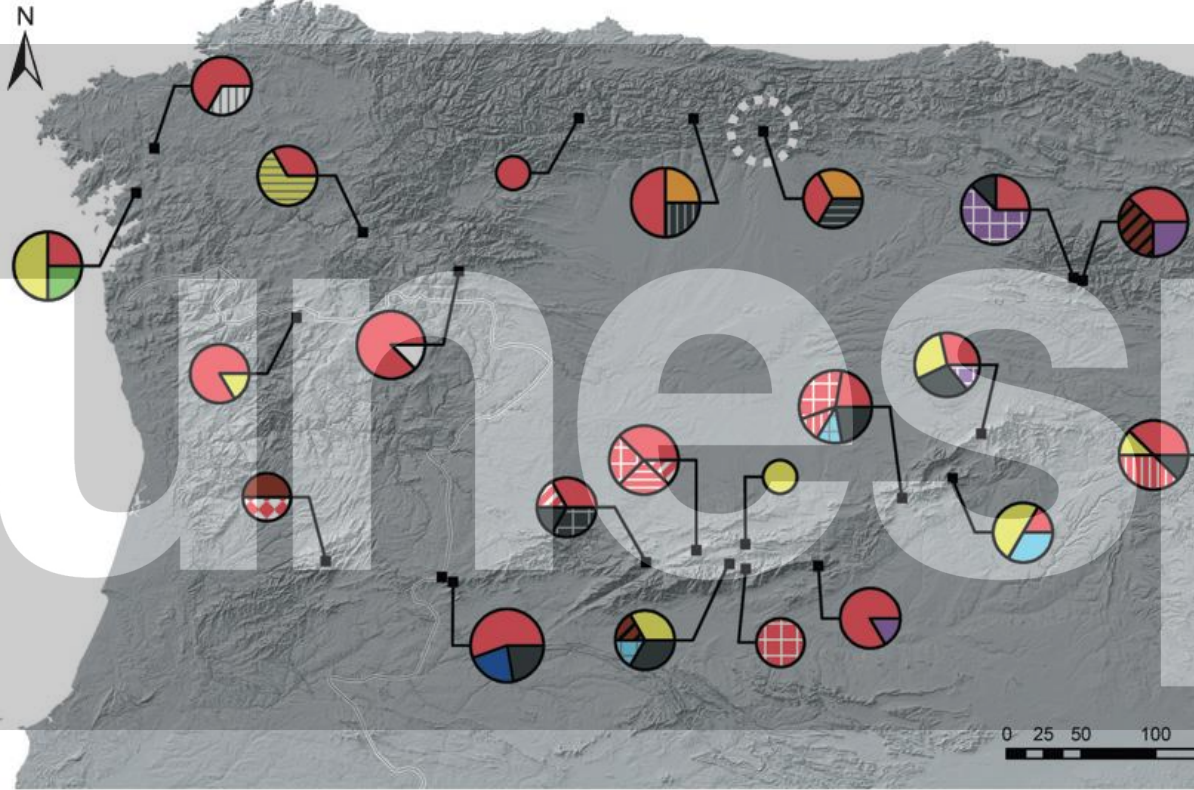
População D derivada

Isolamento geográfico

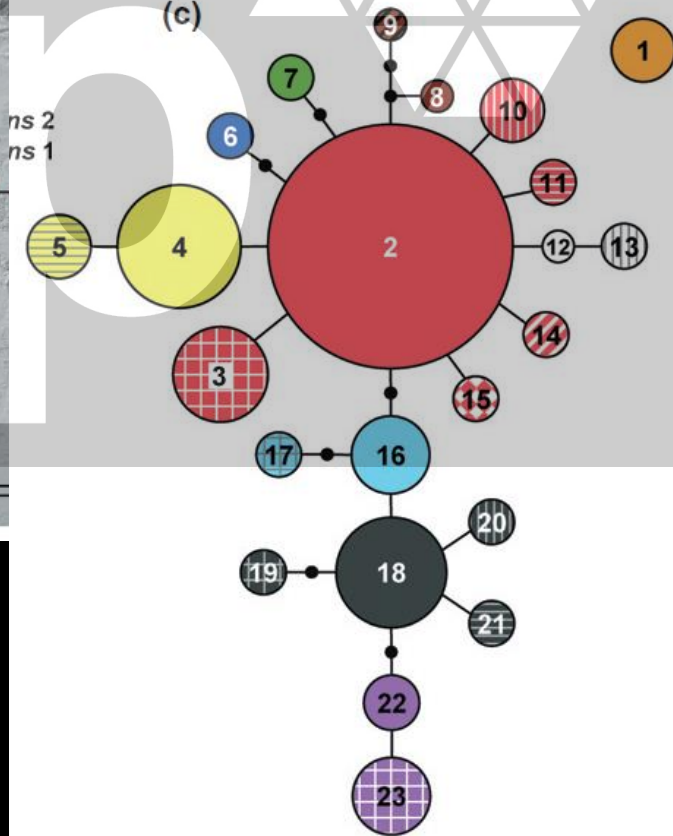


Redes em formato de “estrela” = Padrão de expansão populacional

(a)



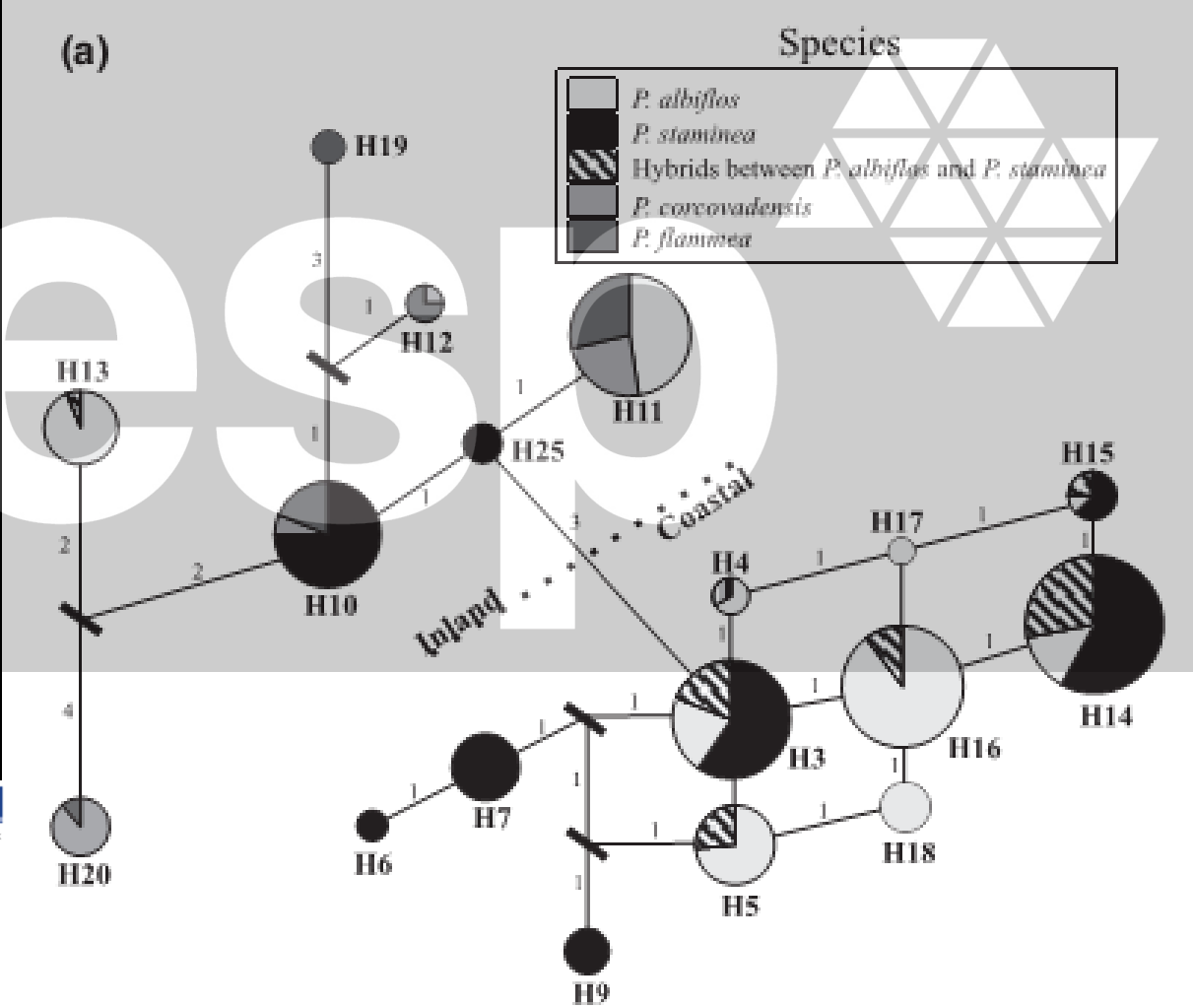
(c)



Congruence between distribution modelling and phylogeographical analyses reveals Quaternary survival of a toadflax species (*Linaria elegans*) in oceanic climate areas of a mountain ring range

Redes de haplótipos podem revelar eventos de hibridação entre espécies distintas

Espécies distintas compartilham os mesmos haplótipos



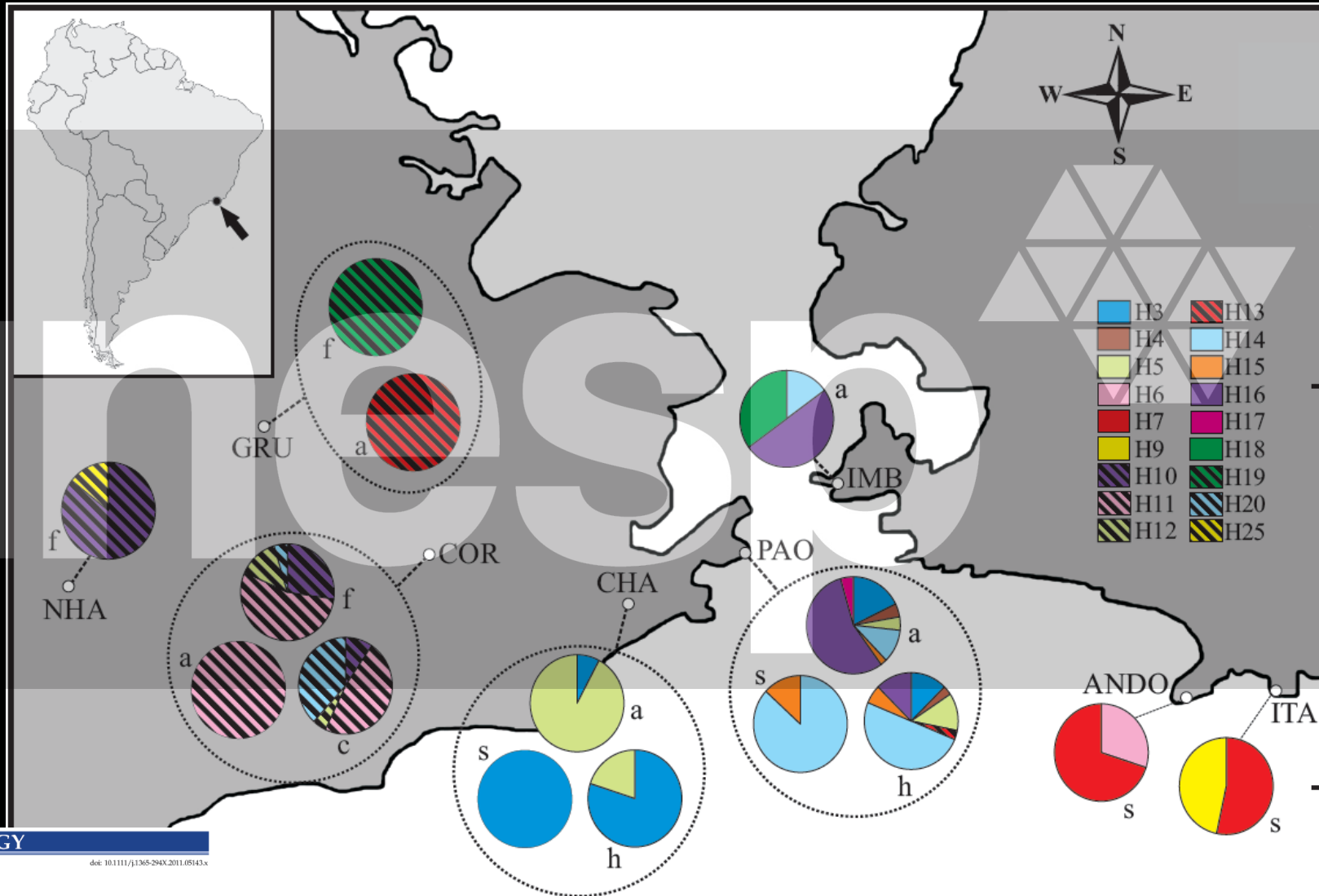
MOLECULAR ECOLOGY

Molecular Ecology (2011) 20, 3185–3201 doi: 10.1111/j.1365-294X.2011.05143.x

Sympatric bromeliad species (*Pitcairnia* spp.) facilitate tests of mechanisms involved in species cohesion and reproductive isolation in Neotropical inselbergs

C. PALMA-SILVA,*† T. WENDT,‡ F. PINHEIRO,† T. BARBARÁ,*§ MICHAEL F. FAY,* S. COZZOLINO¶ and C. LEXER§

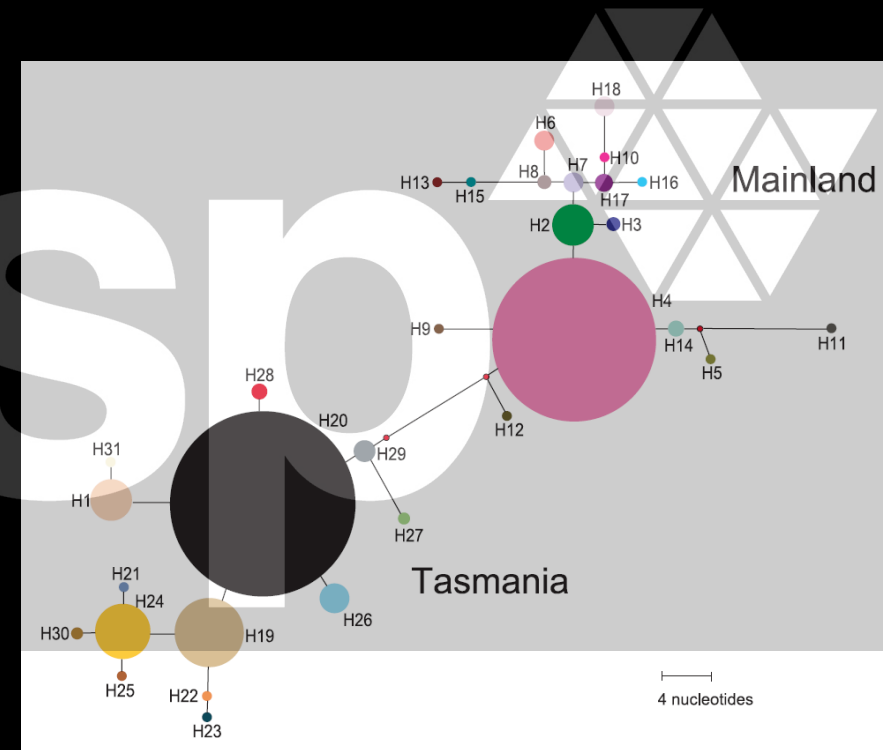
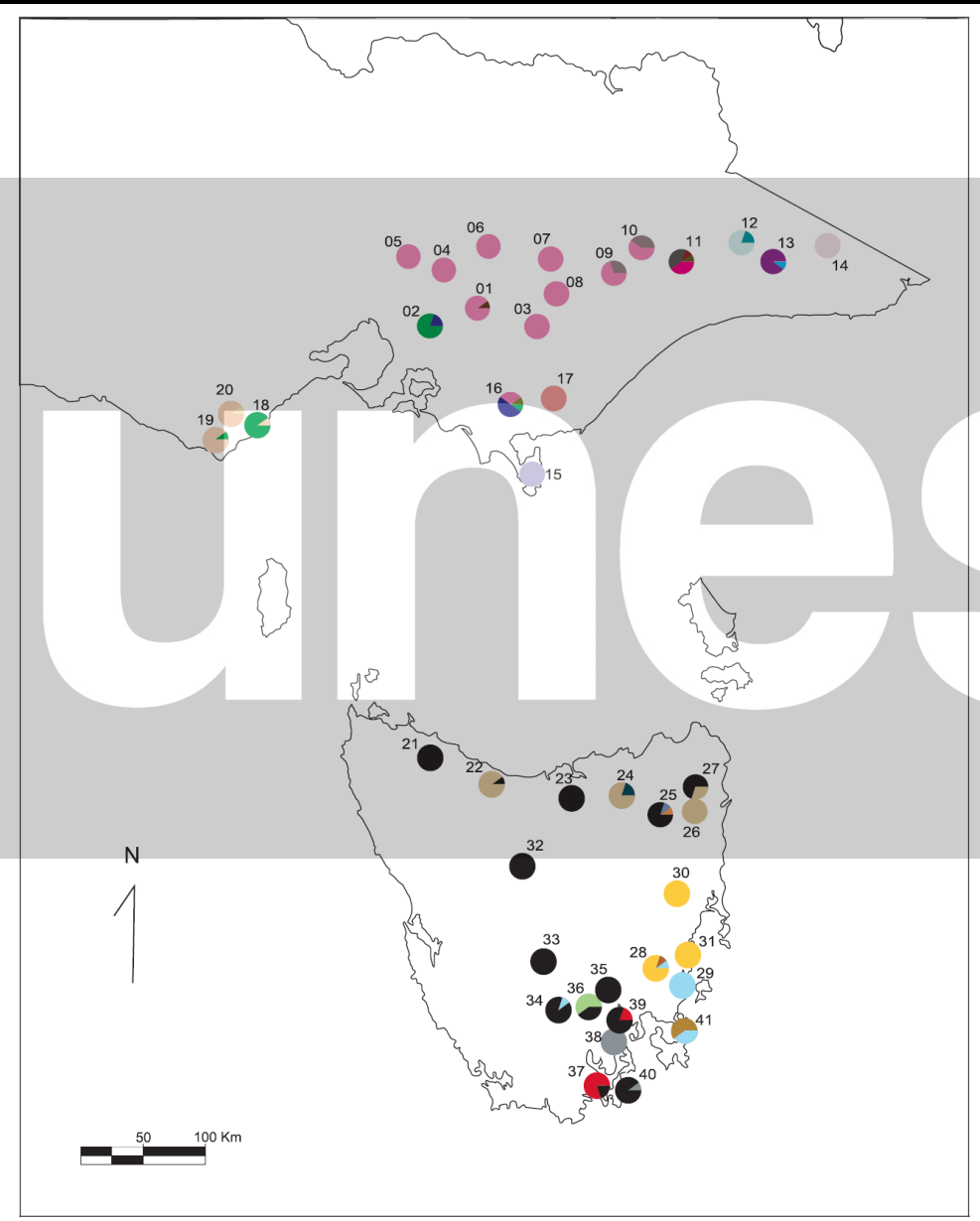
Estruturação genética esta associada à distribuição geográfica, e não a existência de espécies distintas



Sympatric bromeliad species (*Pitcairnia* spp.) facilitate tests of mechanisms involved in species cohesion and reproductive isolation in Neotropical inselbergs

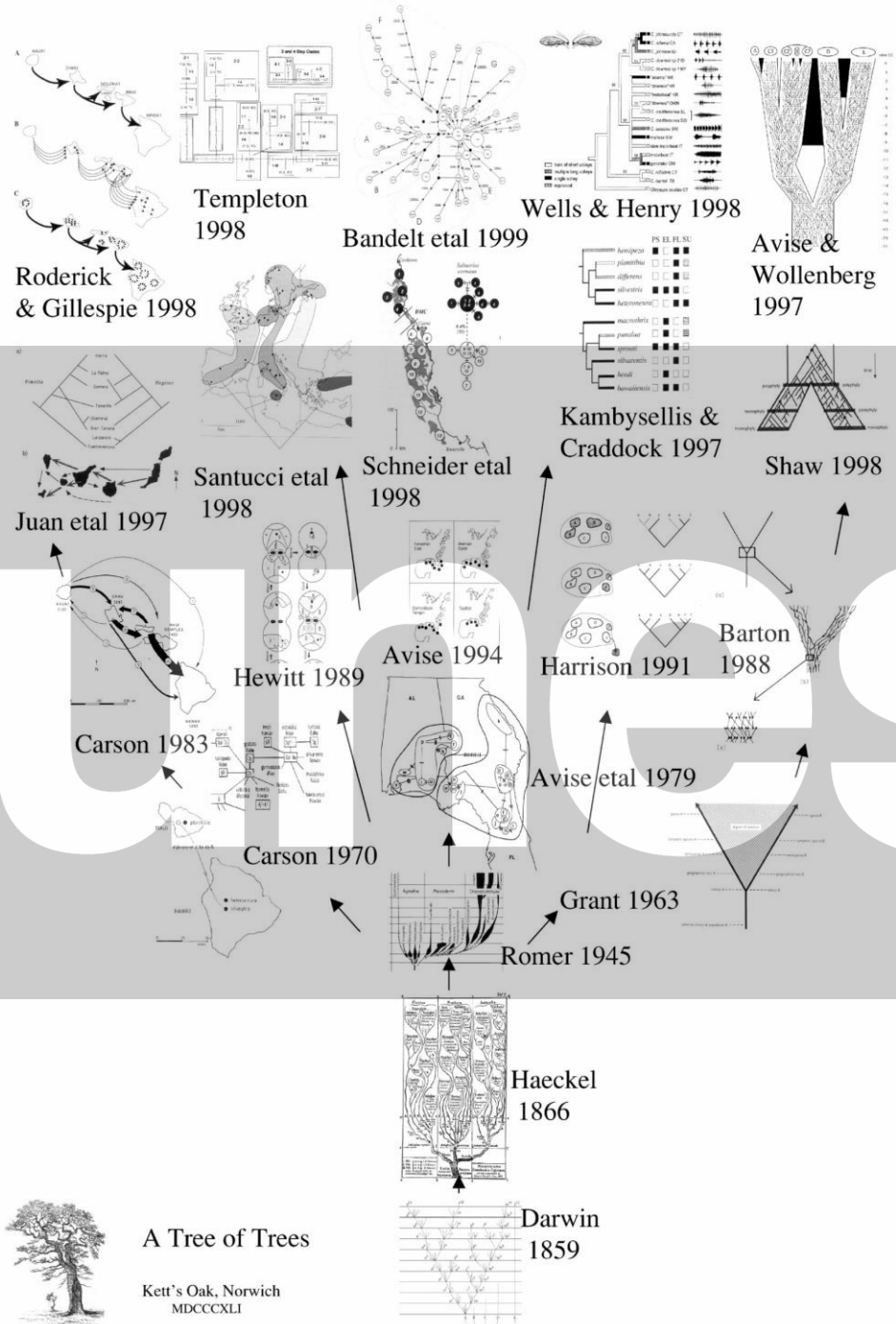
C. PALMA-SILVA,*† T. WENDT,‡ F. PINHEIRO,† T. BARBARÁ,*§ MICHAEL F. FAY,* S. COZZOLINO* and C. LEXER§

Fluxo gênico restrito – linhagens e populações com histórias independentes



Phylogeography of the world's tallest angiosperm, *Eucalyptus regnans*: evidence for multiple isolated Quaternary refugia

Paul G. Nevill^{1,2,3*}, Gerd Bossinger¹ and Peter K. Ades⁴



Relação evolutiva entre representações gráficas de evolução de espécies e linhagens

Eventos de divergência recente tendem a exibir um maior número de relações reticuladas

Speciation, hybrid zones and phylogeography – or seeing genes in space and time

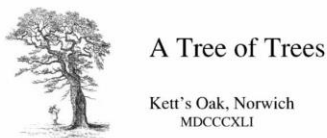


Fig. 1 A Tree of Trees — to illustrate evolutionary iconography and the development of current ways of seeing genes in space and time. Permissions for the reproduction of these figures have been kindly supplied by the Copyright holders.

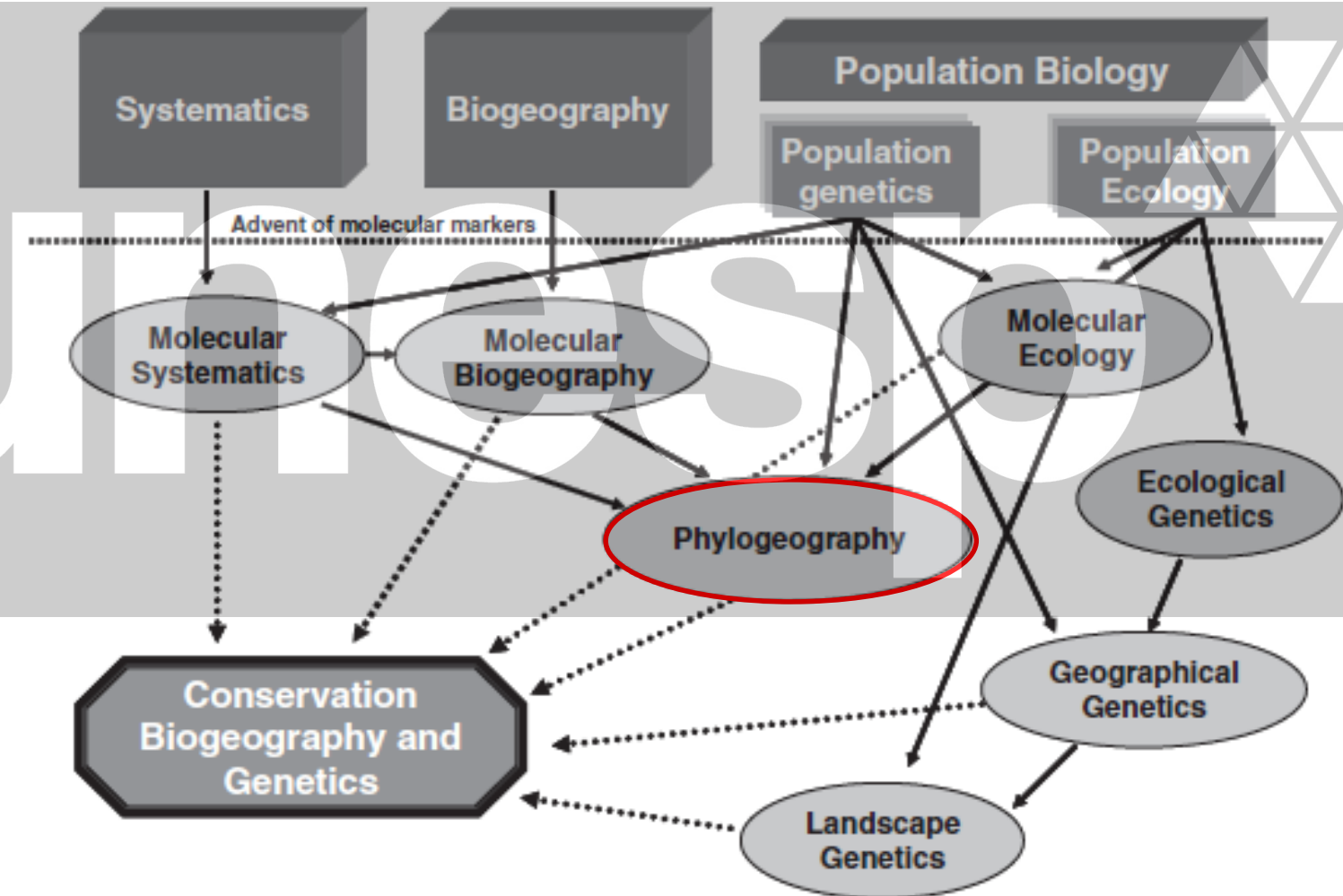


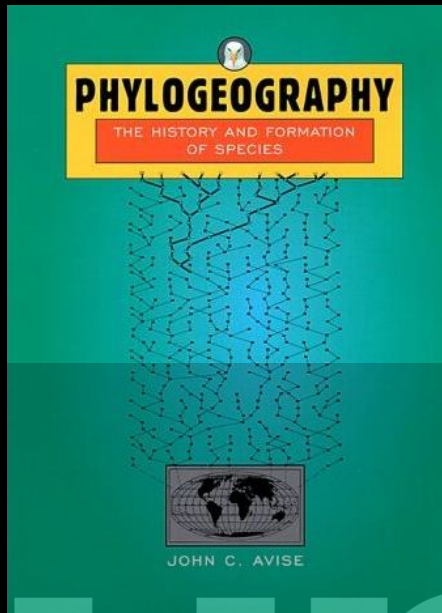
GUEST
EDITORIAL

Mapping the evolutionary twilight zone: molecular markers, populations and geography

José Alexandre Felizola Diniz-Filho^{1*}, Mariana Pires de Campos Telles²,
Sandro L. Bonatto³, Eduardo Eizirik², Thales Renato O. de Freitas⁴,
Paulo de Marco Jr¹, Fabrício R. Santos⁵, Antônio Sole-Cava⁶ and
Thannya Nascimento Soares^{1,7}

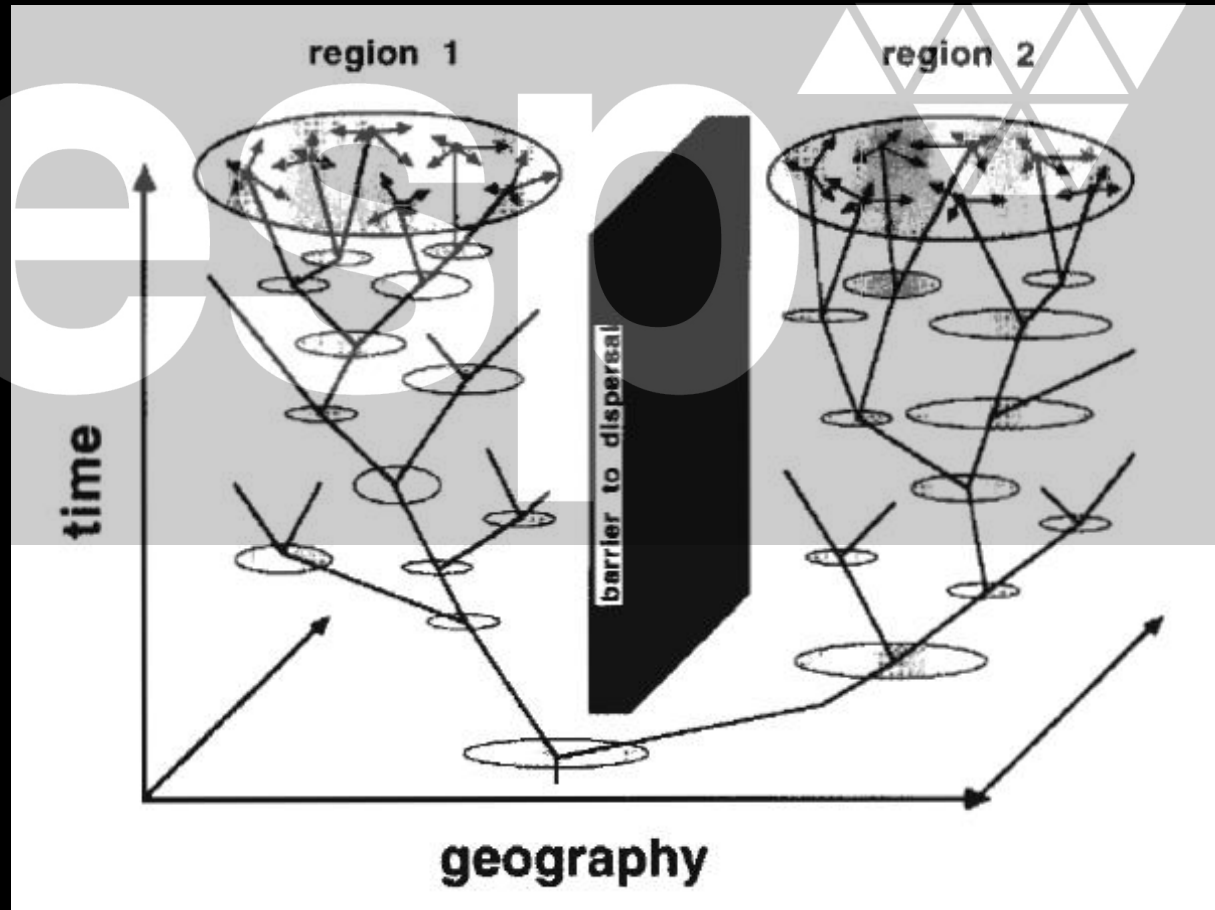
Enfoque Multidisciplinar





John Avise - 1987

Enfoque
Multidisciplinar



Filogeografia

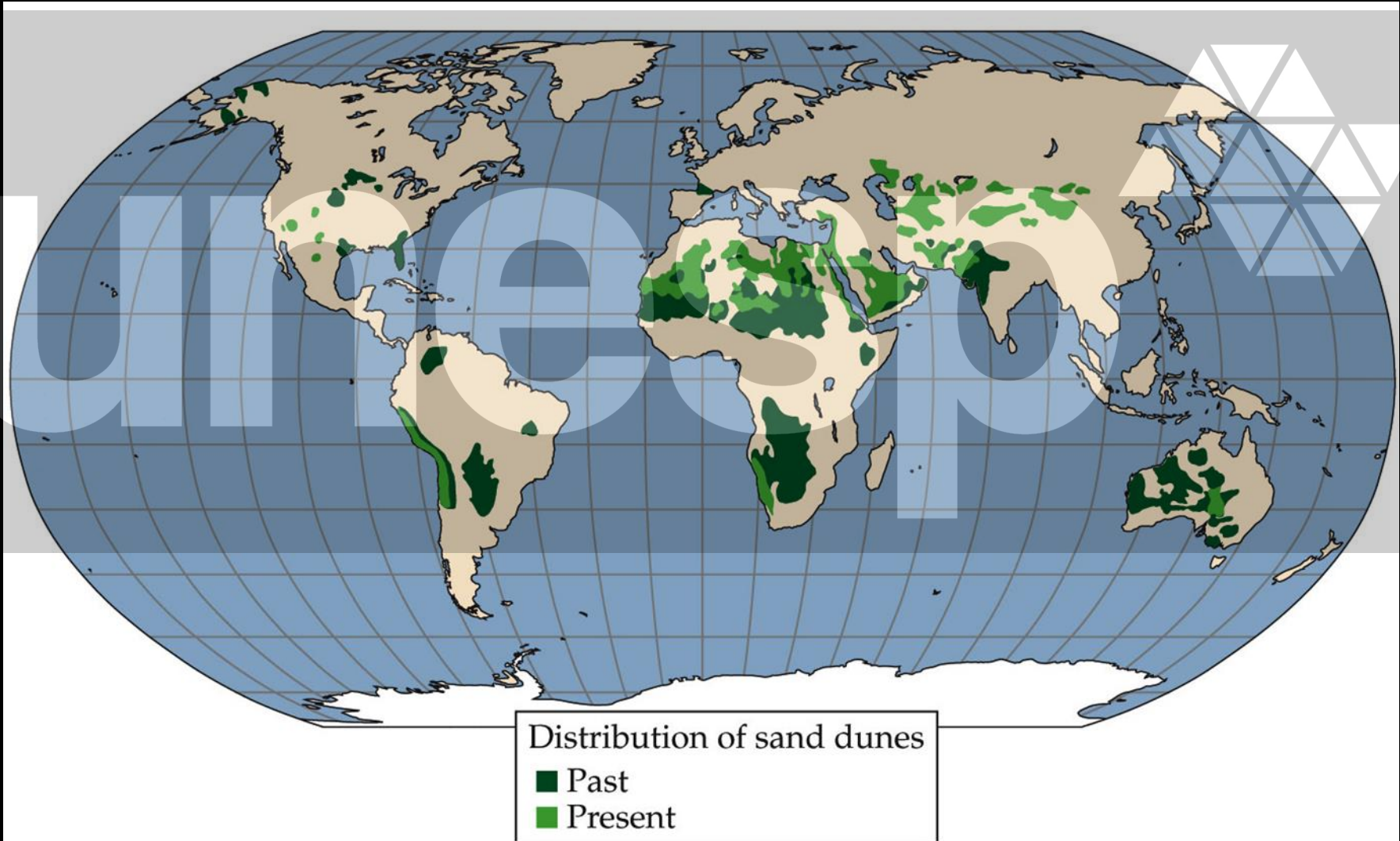
Filogeografia: É uma disciplina que investiga a organização de genealogias numa dimensão espacial e temporal, num contexto microevolutivo.

A filogeografia estuda a história evolutiva de espécies e populações

Filogeografia: É uma disciplina que investiga a organização de genealogias numa dimensão espacial e temporal, num contexto microevolutivo.



Filogeografia: É uma disciplina que investiga a organização de genealogias numa dimensão espacial e temporal, num contexto microevolutivo.



Filogeografia: É uma disciplina que investiga a organização de genealogias numa dimensão espacial e temporal, num contexto microevolutivo.



Filogeografia: É uma disciplina que investiga a organização de genealogias numa dimensão espacial e temporal, num contexto microevolutivo.

- Genealogias – redes de haplótipos

- Dimensão espacial

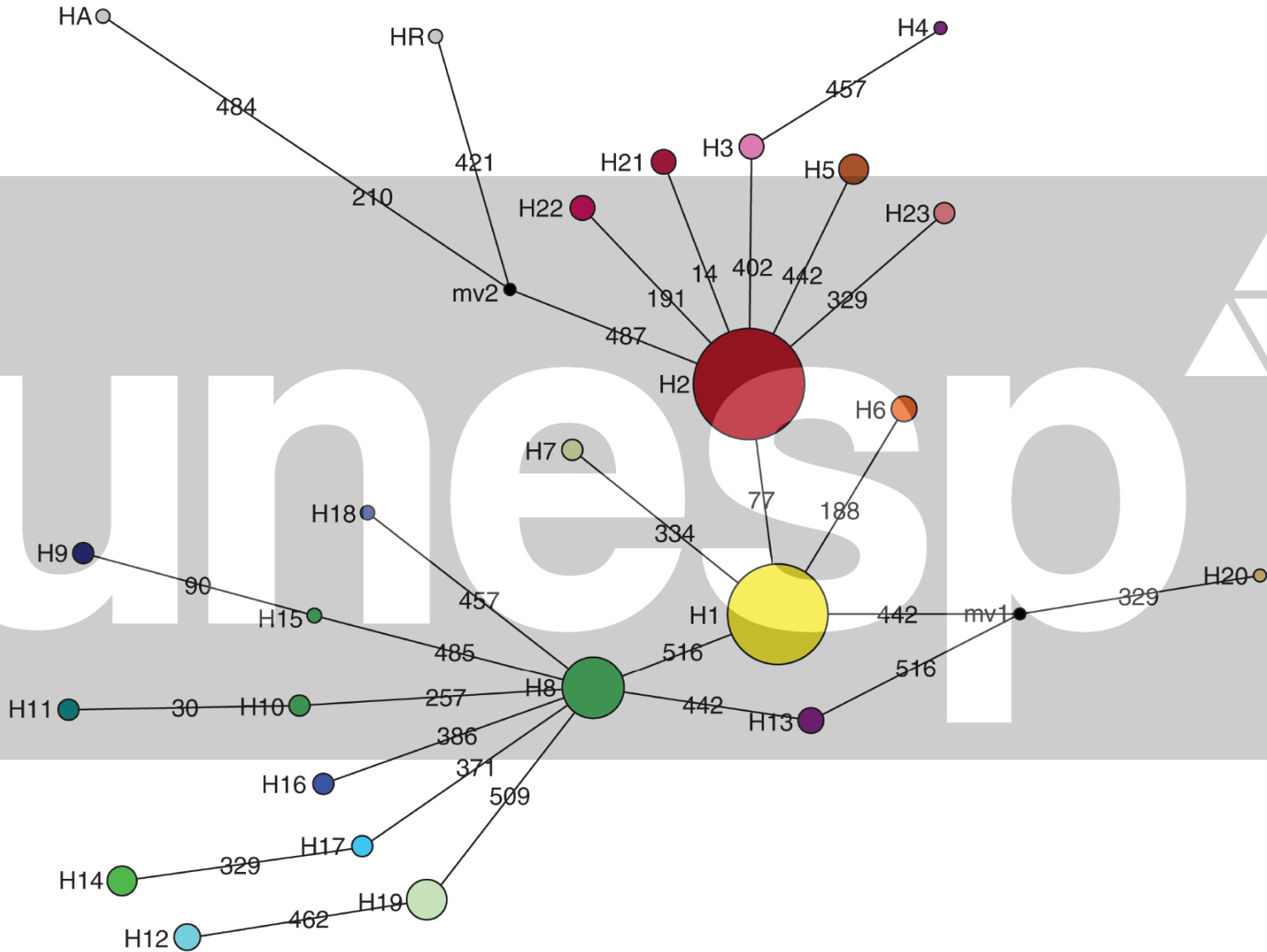
- Dimensão temporal

- Contexto microevolutivo



unimesp

Genealogias

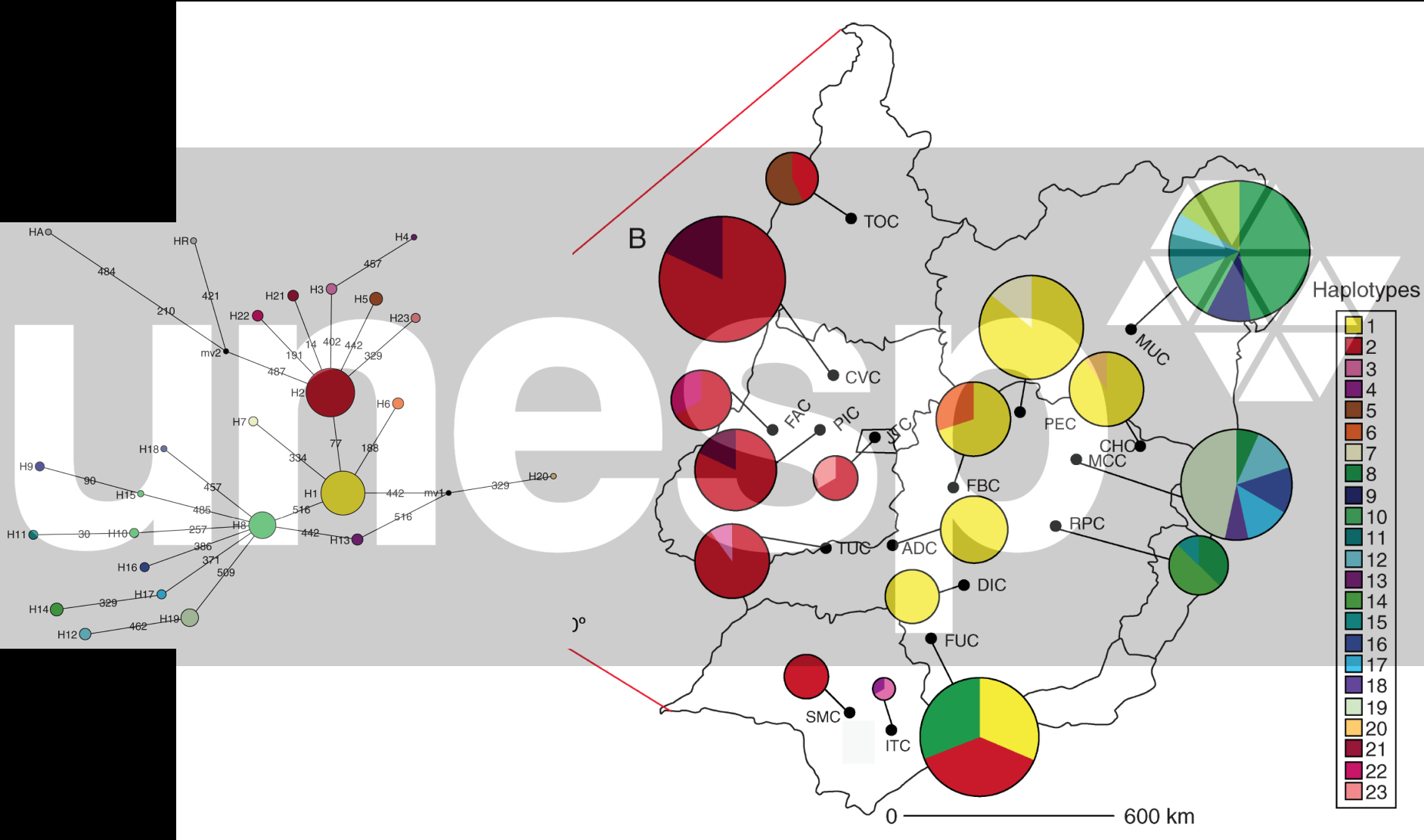


Phylogeography of the Tree *Hymenaea stigonocarpa* (Fabaceae: Caesalpinioideae) and the Influence of Quaternary Climate Changes in the Brazilian Cerrado

ANA CAROLINA SIMÕES RAMOS¹, JOSÉ PIRES LEMOS-FILHO², RENATA ACÁCIO RIBEIRO¹,
FABRÍCIO RODRIGUES SANTOS¹ and MARIA BERNADETE LOVATO^{1,*}

Dimensão espacial

Como as linhagens estão distribuídas no espaço geográfico



Phylogeography of the Tree *Hymenaea stigonocarpa* (Fabaceae: Caesalpinioideae) and the Influence of Quaternary Climate Changes in the Brazilian Cerrado

ANA CAROLINA SIMÕES RAMOS¹, JOSÉ PIRES LEMOS-FILHO², RENATA ACÁCIO RIBEIRO¹,
FABRÍCIO RODRIGUES SANTOS¹ and MARIA BERNADETE LOVATO^{1,*}

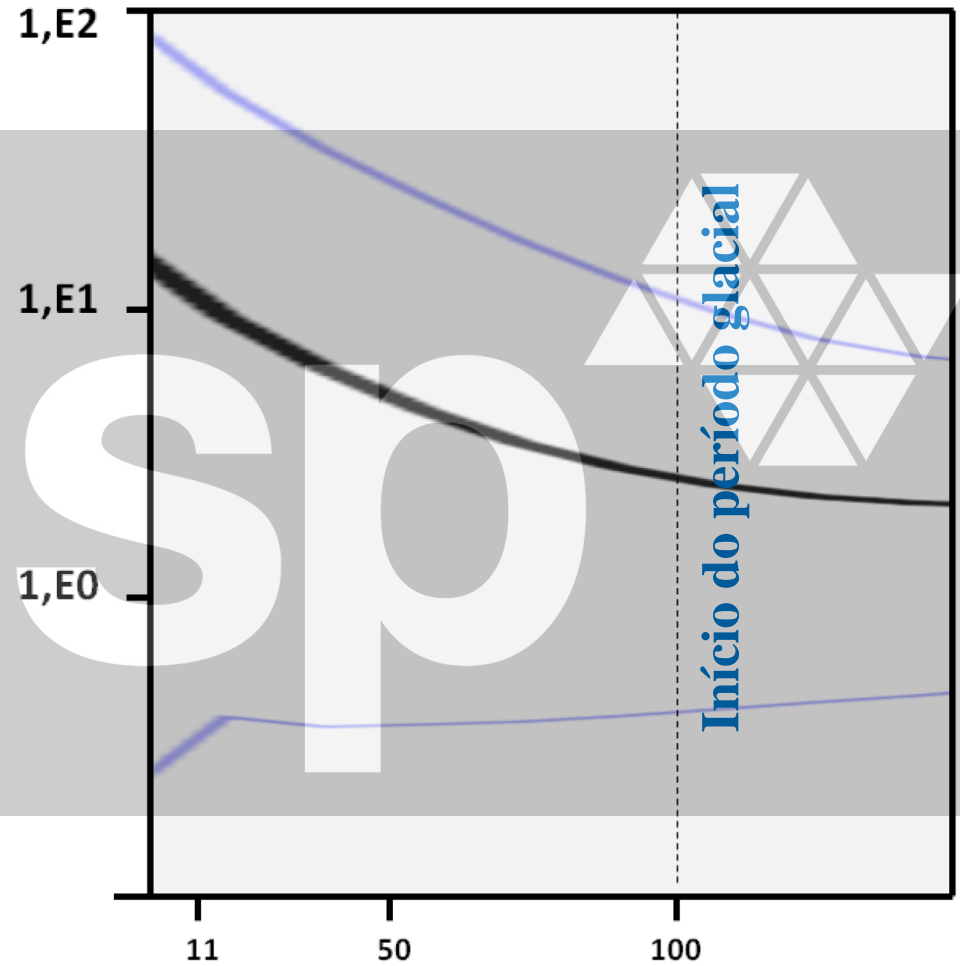
Dimensão temporal

Mudanças demográficas ao longo do tempo

Inferência de eventos de expansão e fragmentação populacional é realizada a partir dos padrões genéticos observados no presente



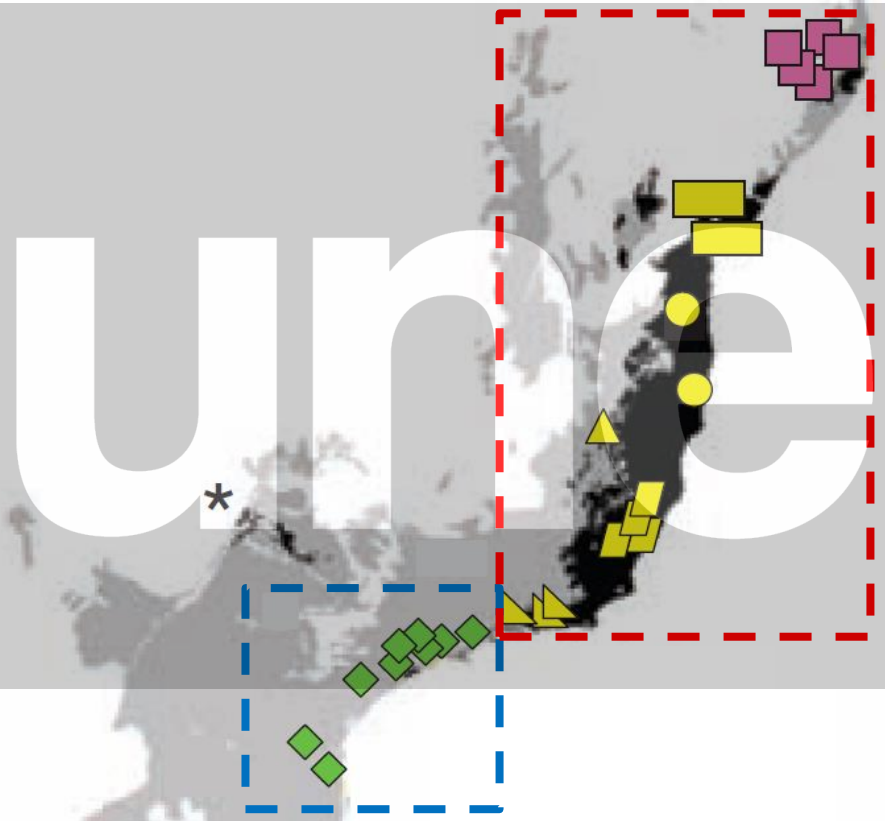
Dimensão temporal



Expansões populacionais do cacto *C. fernambucensis* ocorrem após o início da última glaciação

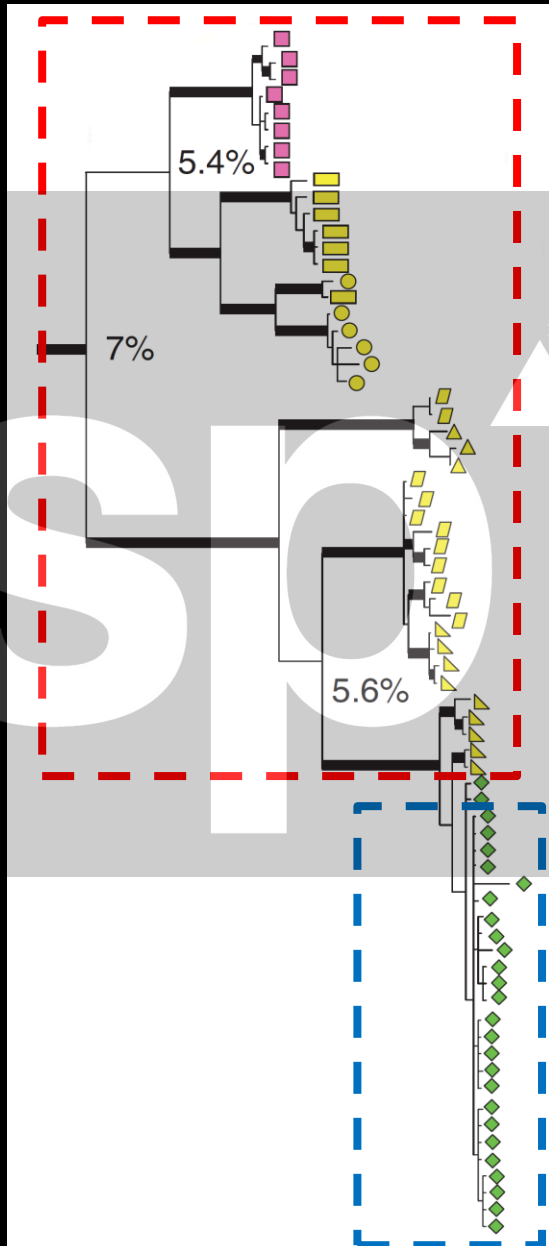
Genealogias + Dimensão espacial + Dimensão temporal

A



Stability Predicts Genetic Diversity in the Brazilian Atlantic Forest Hotspot

Ana Carolina Carnaval,^{1*} Michael J. Hickerson,² Célio F. B. Haddad,³ Miguel T. Rodrigues,⁴ Craig Moritz¹

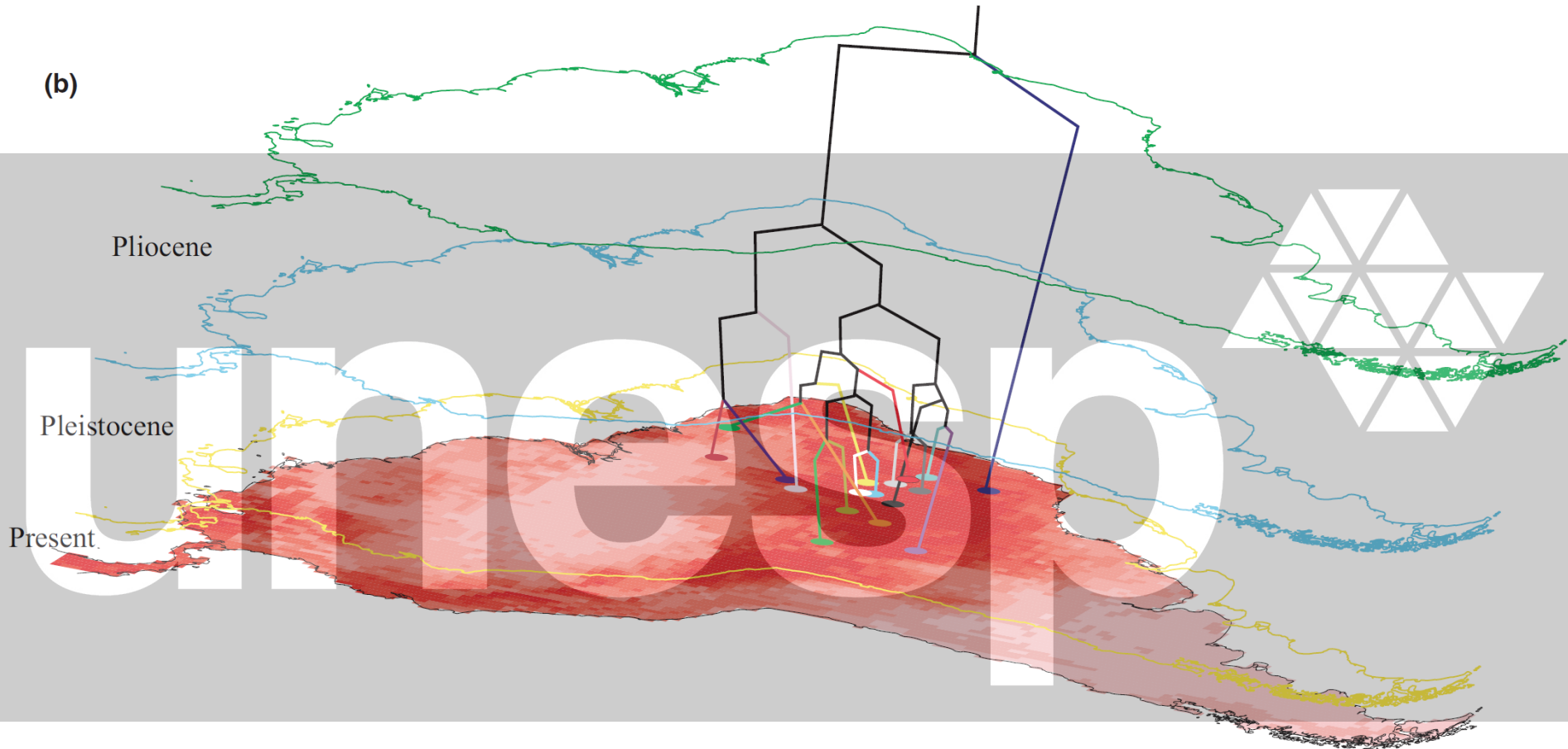


**Maior
diferenciação
genética**

**Menor
diferenciação
genética**

Genealogias + Dimensão espacial + Dimensão temporal

(b)



A coupled phylogeographical and species distribution modelling approach recovers the demographical history of a Neotropical seasonally dry forest tree species

ROSANE G. COLLEVATTI,* LEVI CARINA TERRIBILE,† MATHEUS S. LIMA-RIBEIRO,† JOÃO C. NABOUT,‡ GUILHERME OLIVEIRA,§ THIAGO F. RANGEL,§ SUELEN G. RABELO* and JOSE A. F. DINIZ-FILHO§

Contexto microevolutivo

A investigação de mecanismos de evolução que ocorrem dentro e entre populações

unesp



Contexto microevolutivo

A investigação de mecanismos de evolução que ocorrem dentro e entre populações



Filogeógrafo: cientista multidisciplinar

urnespo









LABCOLD
PHARMACY
REFRIGERATOR

Panorama da Filogeografia

Trabalhos filogeográficos realizados no Brasil



unesp