

Corso di Zoologia

# Zoogeografia

# Biogeografia

**Descrive la distribuzione geografica degli organismi (Faunistica)**

**Elabora modelli distributivi generalizzabili (Analisi dei corotipi)**

**Interpreta, in chiave storica (in tempi geologici) e dinamica (nell'attuale), i modelli distributivi, cercando di comprendere e prevedere i meccanismi che regolano la distribuzione degli organismi (Vicarianza vs. Dispersione; Modello dell'insularità)**

**Studia la componente spaziale dell'evoluzione e della biodiversità, attraverso il tempo (Filogenesi e Biogeografia evolutivista)**

# Zoogeografia

**La Zoogeografia è il settore della Biogeografia che studia la distribuzione degli animali; segue regole e principi teorici in comune con la Fitogeografia**

**Alla base della Zoogeografia ci sono: Faunistica, Tassonomia, Sistematica ed Ecologia**

**La Zoogeografia è strettamente correlata alle Scienze della terra (Paleogeografia, Geologia, Paleontologia) e Scienze della vita (Ecologia e Genetica delle popolazioni)**

Space, Time,  
Form

The Biological Synthesis

by Leon Croizat

# Aspetti diversi della Zoogeografia: i fattori spazio, tempo e forma

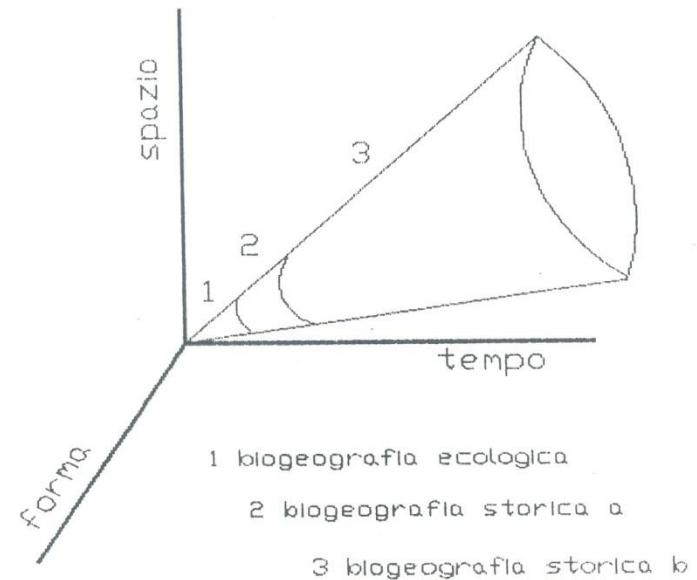


FIG. 2 - La biogeografia interpretata come funzione di spazio, tempo e forma - 1. - Biogeografia ecologica, studia fenomeni su scala locale ed a livello di ecologia di popolazione e di comunità. 2. - Biogeografia storica di tipo a, studia fenomeni su su scala regionale ed a livello di specie. - 3. - Biogeografia storica di tipo b, studia fenomeni su scala continentale ed a livelli di alte categorie e di macroevoluzione.



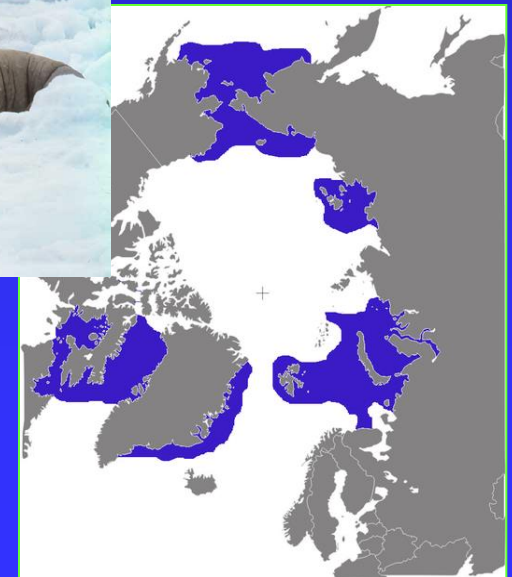
**L'areale**

# Areale

L'areale di una specie è l'area geografica in cui, negli habitat idonei, si possono trovare le sue popolazioni autoctone. Il limite alla distribuzione è dato da fattori limitanti (barriere)

Si usa questo termine anche per taxa superiori alla specie

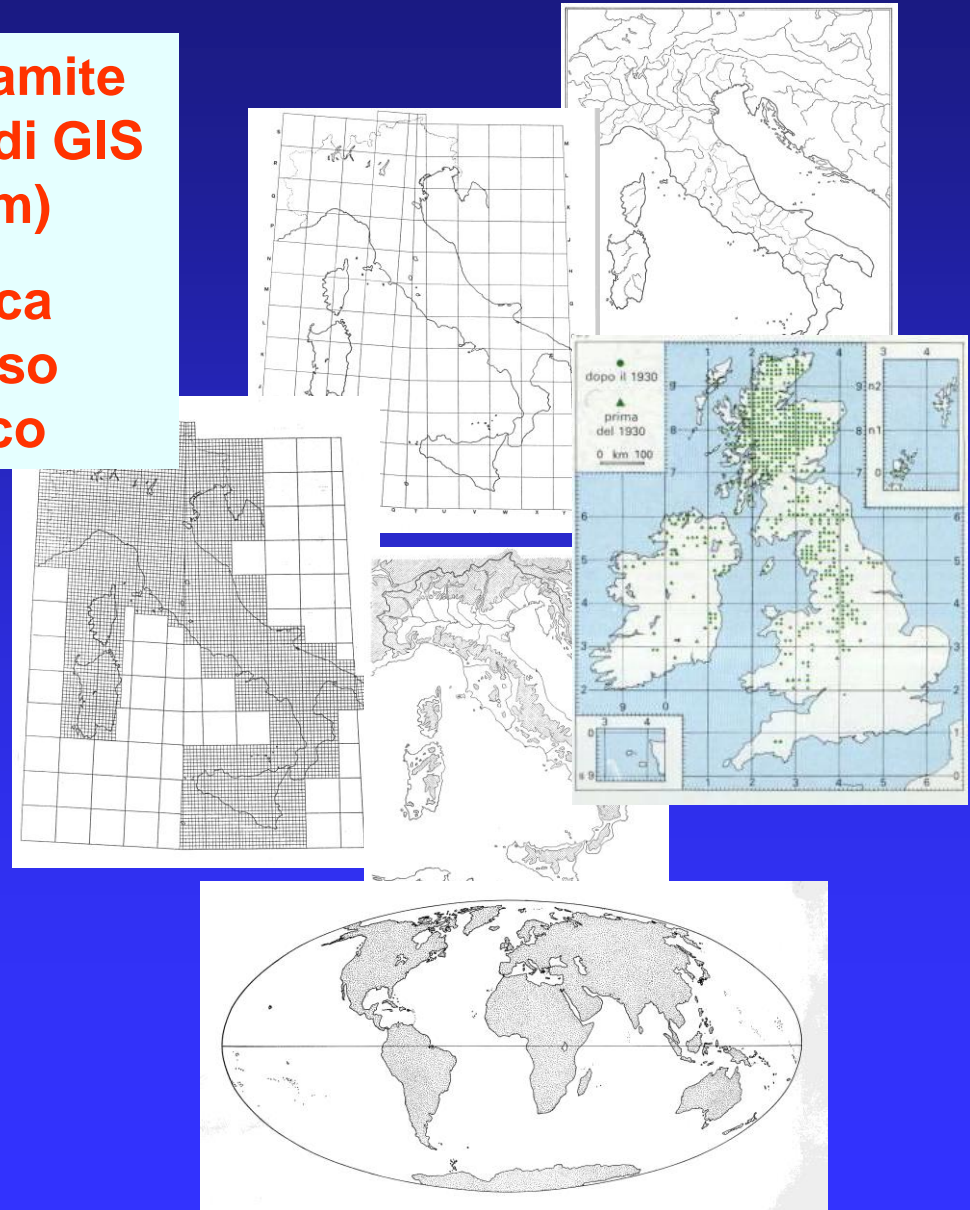
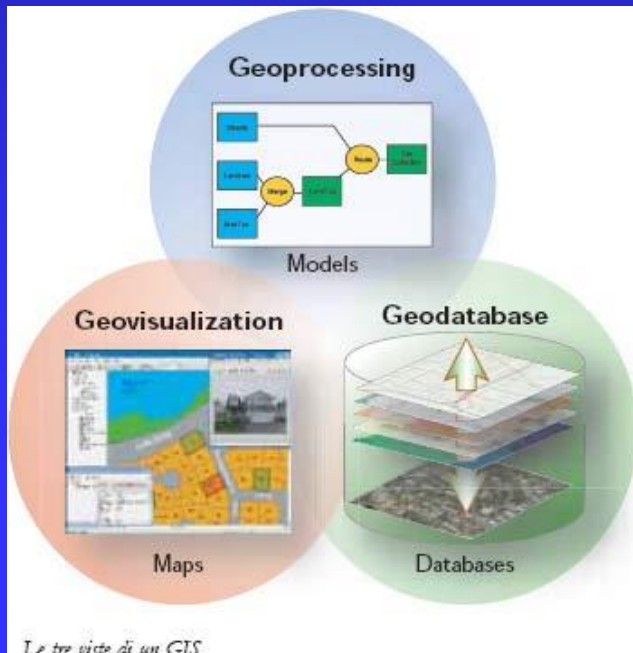
Lo studio dell'areale è fondato su conoscenza tassonomica e faunistica (musei; database con dati distributivi)



# Rappresentazione cartografica degli areali

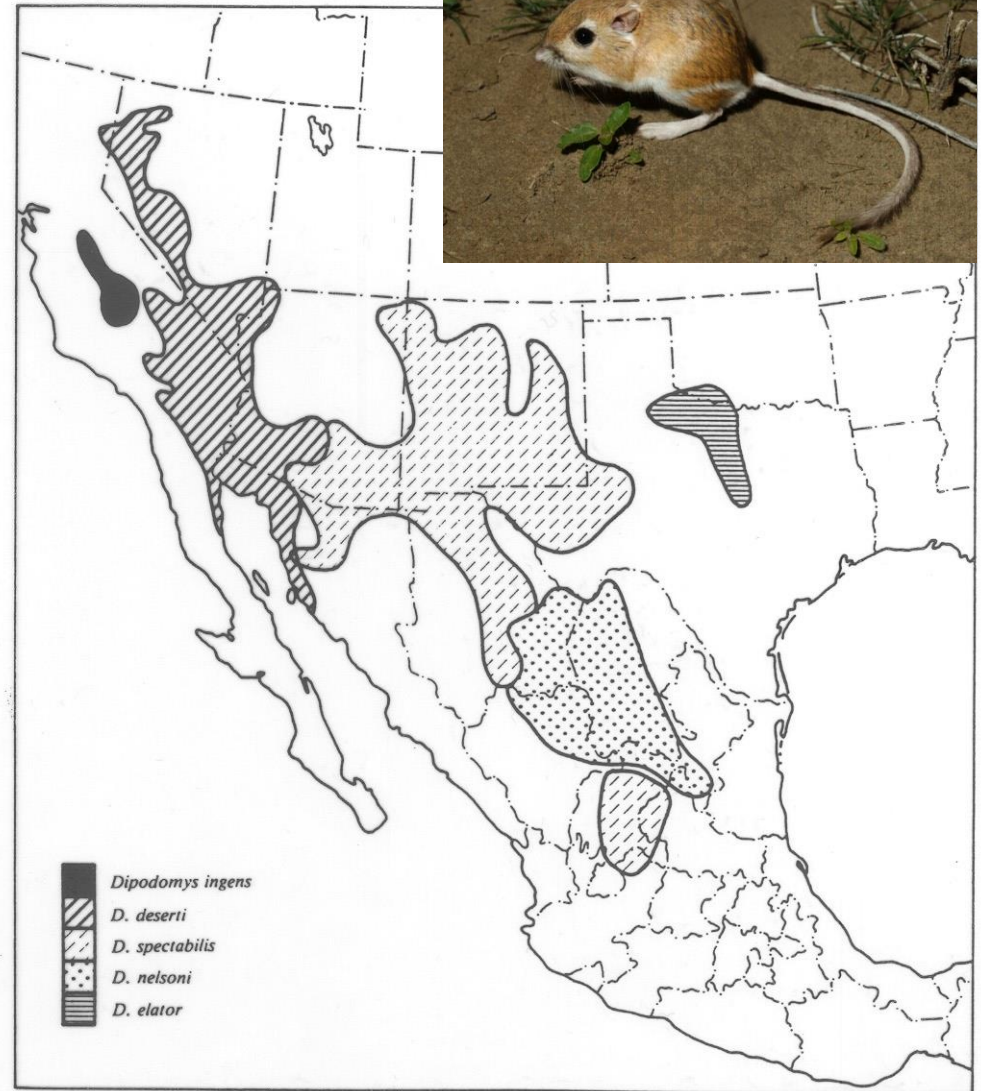
Gli areali sono rappresentati tramite cartografia tradizionale o metodi GIS (Geographic Informative System)

La rappresentazione cartografica deve essere interpretata in senso spaziale, temporale ed ecologico





# Perché un areale ha dei limiti? La barriera e i fattori limitanti ecologici e geografici



**Figure 3.18**  
Geographic ranges of five species of large kangaroo rats (*Dipodomys*) in southwestern North America. These forms are similar in size and ecology, and the fact that their ranges frequently come into contact but almost never overlap significantly suggests that they competitively exclude each other. (Redrawn from Hall, 1981.)

# Ecologia dell'areale



**Limiti altitudinali (distribuzione altitudinale) e di temperatura**

**Legame ad habitat puntiformi e molto specializzati (es. pozze temporanee, a piante rare, substrati frammentati ecc.)**

**Capacità di dispersione specifica (vagilità)**

**Realizzazione della nicchia**

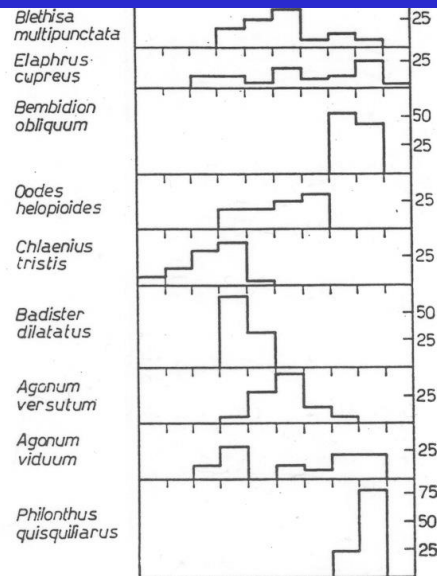


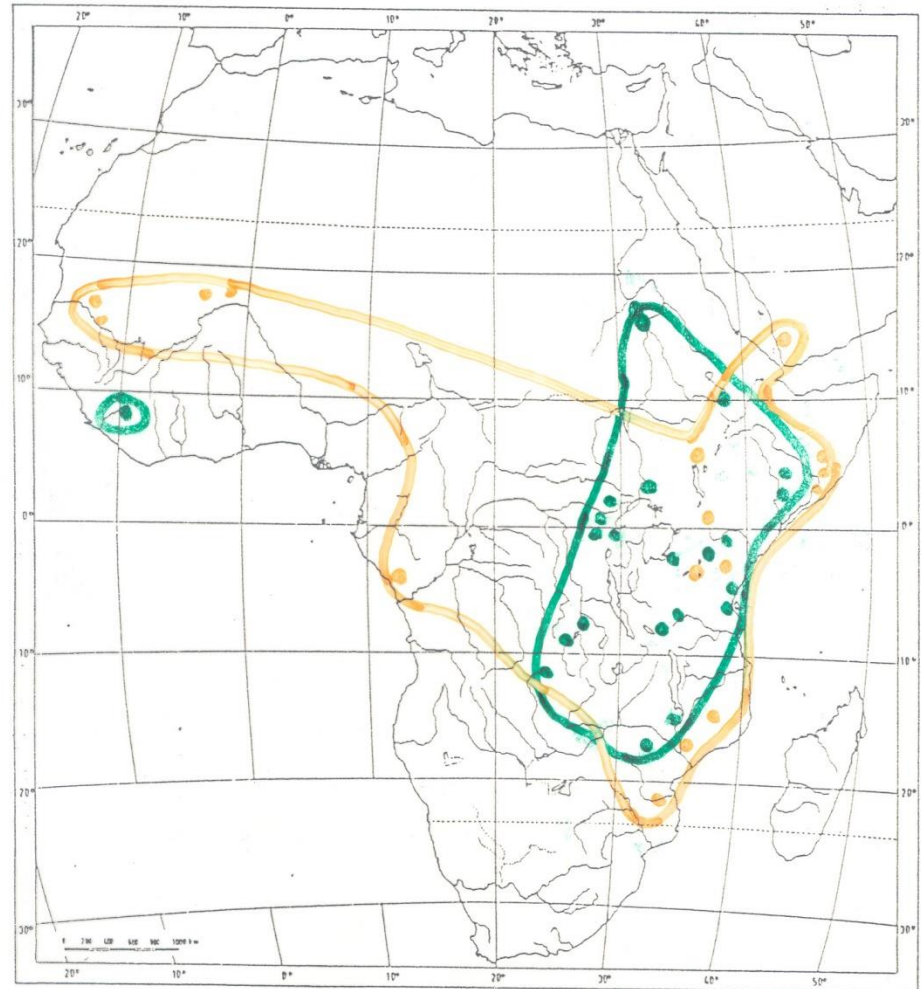
Fig. 22. Distribuzione di alcuni Coleotteri in un gradiente di temperatura (sec. Krogerus, da Kühnelt).



**AREALE CONTINUO: area occupata dalla specie con relativa continuità, in gran parte degli ambienti che si trovano al suo interno**

**Ovviamente ciò non comporta che ogni punto dell'areale sia occupato (realizzazione della nicchia)**

**Inoltre ciò varia nel tempo**



# AREALE DISCONTINUO: almeno due porzioni separate da aree dove la specie è assente

(a) *areale disgiunto*: poche aree maggiori ampiamente separate tra loro

(b) *areale frammentato*: numerose aree piccole, separate fra di loro e da eventuali aree grandi

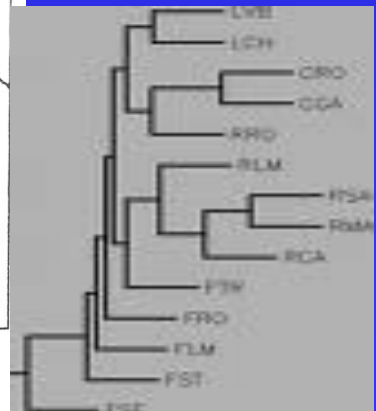
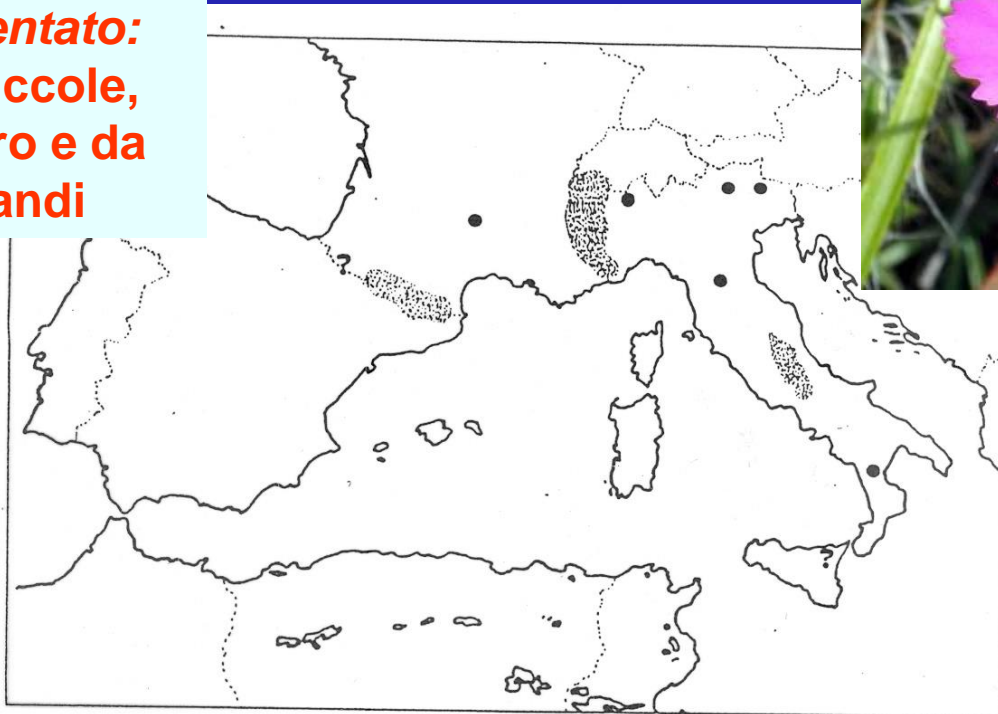


Fig. 1 - Areale di Mylabris flexuosa Olivier.

# Relittualità per cause storiche ed ecologiche

*Podarcis raffonei*



*Rana sylvatica*



Effetti dei  
glaciali e  
relittualità



Problematiche di  
conservazione legate  
alla relittualità



**Endemismo: specie o taxon superiore esclusivo di un'area (di norma ristretta)**



***Carabus olympiae***

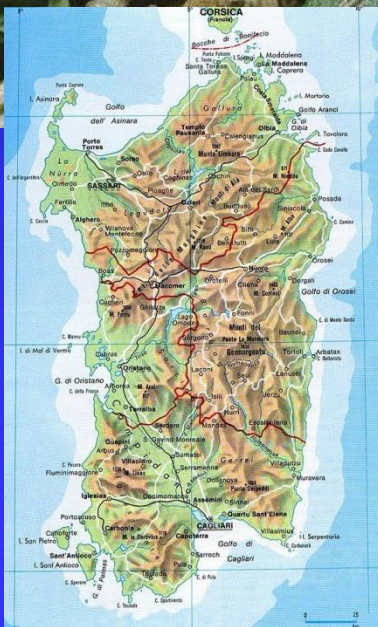
**Endemiti di cime montane, di grotte, ecc.**



# Endemismo: specie o taxon superiore esclusivo di un'area (di norma ristretta)

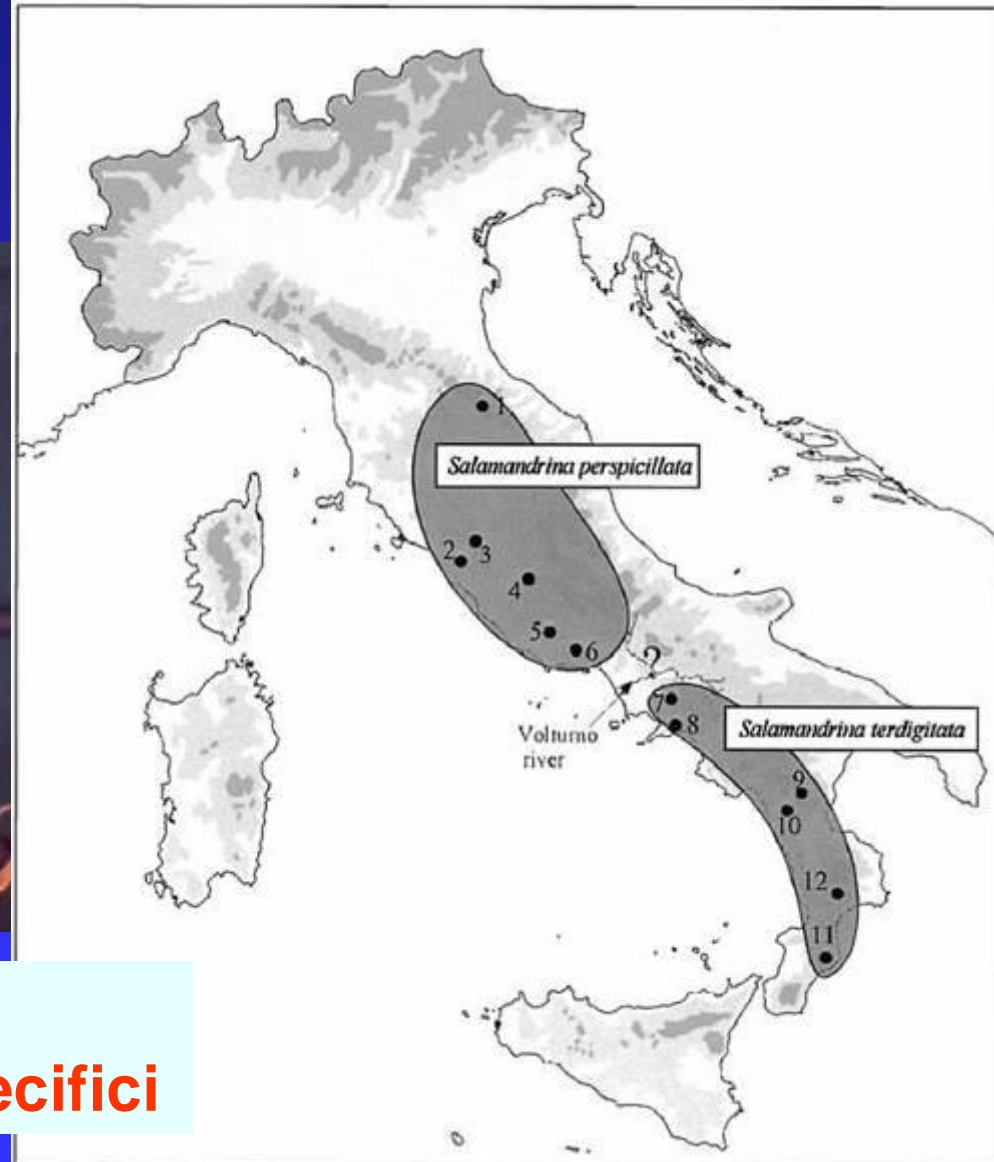


## Endemiti insulari sardi





**Endemismo: specie o taxon superiore esclusivo di un'area (di norma ristretta)**



**Endemiti  
sopraspecifici**

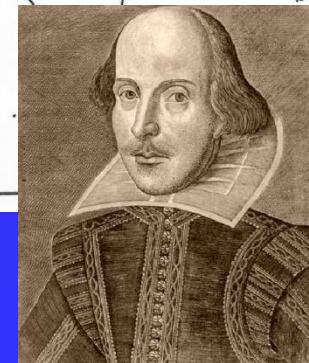
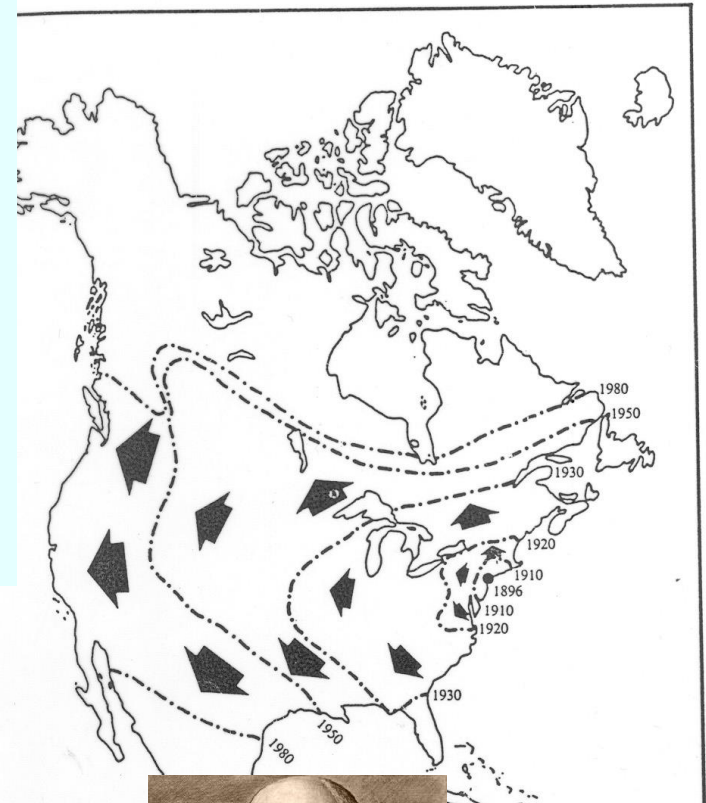
# Areale primario e secondario

L'areale primario è l'area che include tutte le popolazioni naturali di una specie

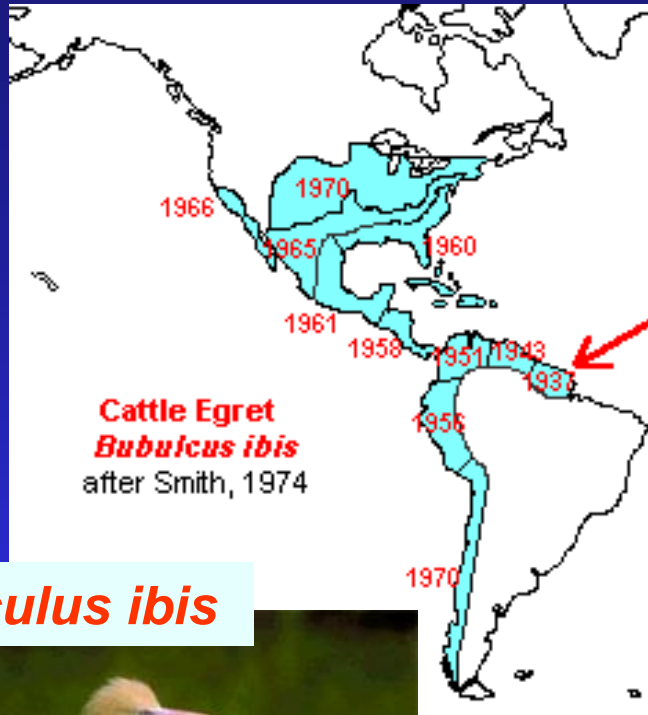
L'areale secondario include solo le aree in cui la specie viene ritenuta alloctona, in base a dati storici che documentano la sua avvenuta introduzione o l'assenza in periodi precedenti. L'arrivo può essere anche casuale



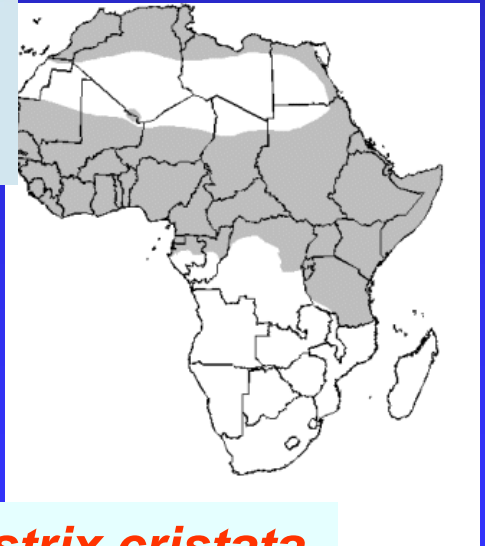
*Sturnus vulgaris*



# Areale primario e secondario



*Bubulcus ibis*



*Hystrix cristata*





## Specie autoctone e alloctone



**Come si può definire lo stato autoctono/alloctono di una specie?  
Attraverso una convenzione da scegliere in funzione degli obiettivi di  
conservazione e della problematica dell'area di intervento**

- (a) Retrocedendo fino al 1500 d. C. (secondo autori che fanno riferimento alla scoperta del Nuovo Mondo) (carpa, fagiano)**
- (b) Retrocedendo fino al XIII secolo, 1200 a. C. (periodo dei popoli del mare) secondo autori che fanno riferimento all'inizio della navigazione ed al trasporto degli animali via mare (leone in Grecia, coniglio selvatico, capra, daino, muflone, istrice)**

# **Modelli distributivi generalizzabili (corotipi)**

**Corotipi o Categorie corologiche: modelli ricorrenti e generalizzabili di di distribuzione geografica, definiti in base ad un accumulo statisticamente significativo di areali coincidenti**

**Vengono indicati con nomi geografici combinati tra loro**

**(mediterraneo-turanico, centroasiatico-mediterraneo, sahariano-arabico, ecc.)**

**Corotipi ad ampia distribuzione:**

**Corotipi a distribuzione ristretta (+ endemismi)**



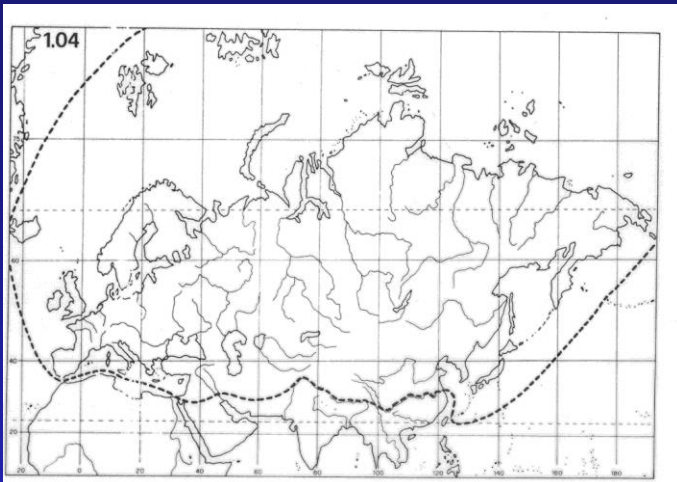


Fig. 2 - Corotipo Asiatico-Europeo (1.04 ASE).

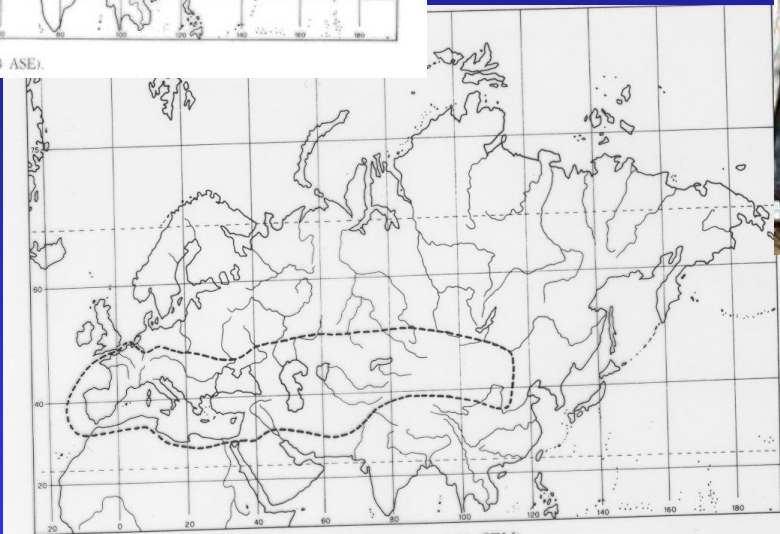


Fig. 3 - Corotipo Mediterraneo (1.06 CEM).



Fig. 10 - Corotipo Europeo-Mediterraneo (1.12 EUM).

**Corotipi ad ampia  
distribuzione della  
fauna italiana**

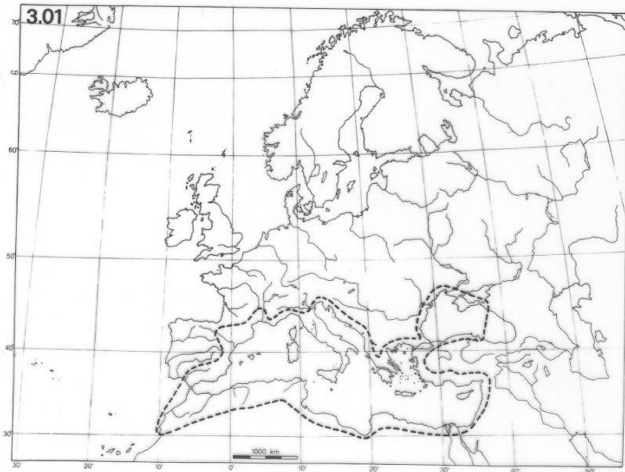


Fig. 16 - Corotipo Mediterraneo (3.01 MED).



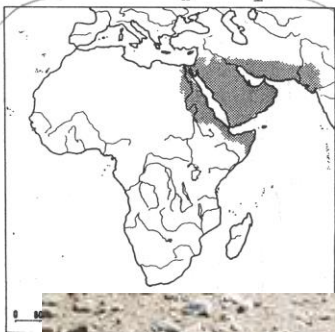
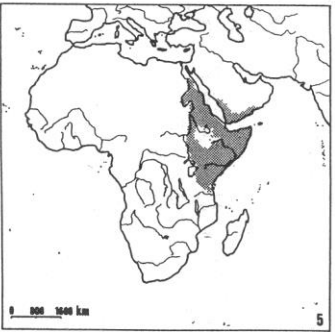
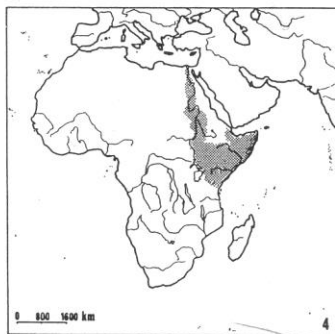
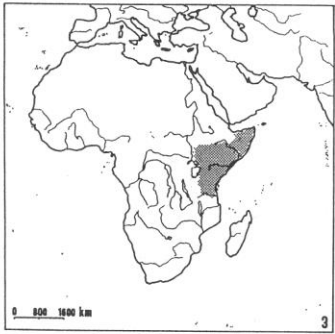
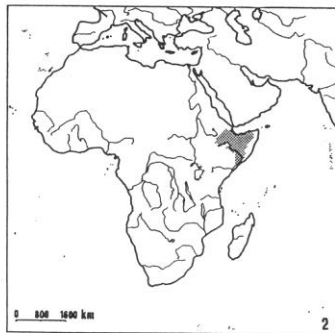
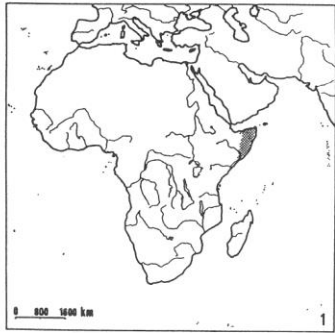
Fig. 17 - Corotipi W-Mediterraneo (3.02 WME) e E-Mediterraneo (3.03 EME).



Fig. 13 - Corotipo Centroeuropeo (2.03 CEU).

**Corotipi a distribuzione  
più ristretta della fauna  
italiana**





FIGG. 1-6 - Modelli di distribuzione degli Scarabeidi di Somalo (2), somalo-masai (3), nordestafricano-egizie (4), nordestafricano-

**Modelli generalizzabili sono individuabili in ogni regione zoogeografica**

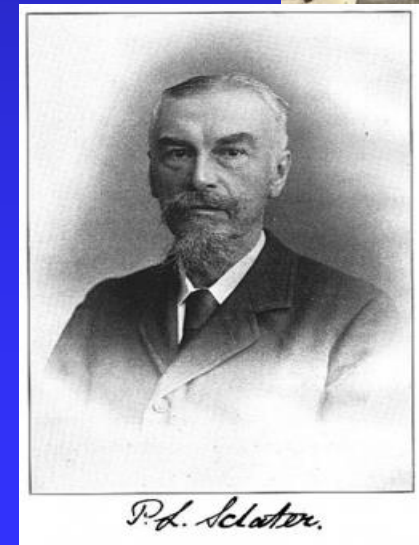
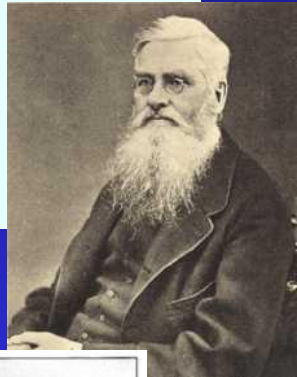
# Regioni zoogeografiche

# Sistemi regionali fondati sulla distribuzione geografica degli organismi

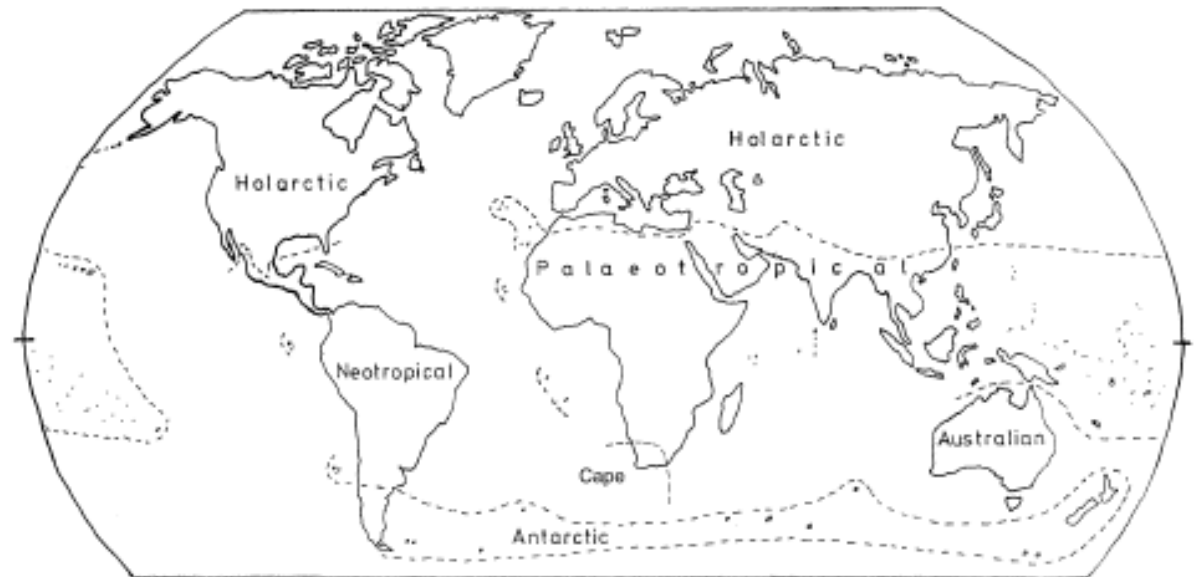
Esistono regioni zoogeografiche e fitogeografiche codificate

- le Regioni Zoogeografiche (Sclater, 1858; Wallace, 1867)
- i Regni Floristici (De Candolle, 1820; Takhtajan, 1986)

Esistono zone di transizione (Müller, 1974, 1986)



## Regioni floristiche



## Regioni zoogeografiche



Figure 1 Floral Kingdoms (above) and zoogeographic Regions (below), as currently recognized.



## Regioni Zoogeografiche

**NEARTICA (N America)**

**PALEARTICA (Eurasia settentrionale e N Africa)**

**AFROTROPICALE (ETIOPICA) (Africa a S del Sahara + S Arabia)**

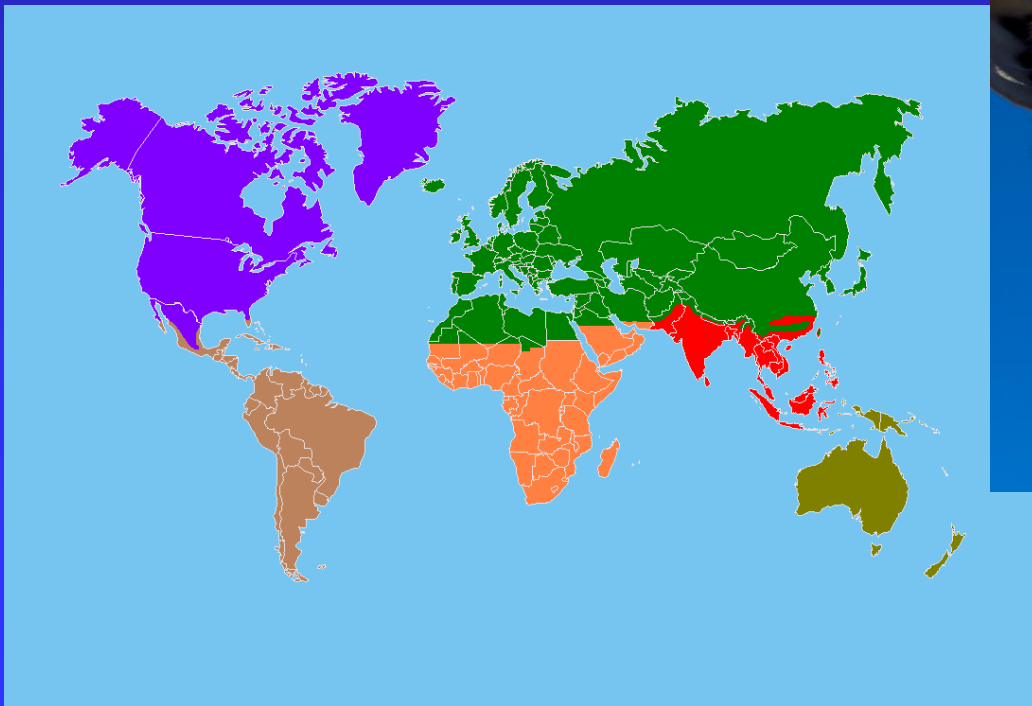
**INDOMALESE (ORIENTALE) (Asia meridionale)**

**AUSTRALIANA (Australia, Nuova Guinea, Nuova Zelanda)**

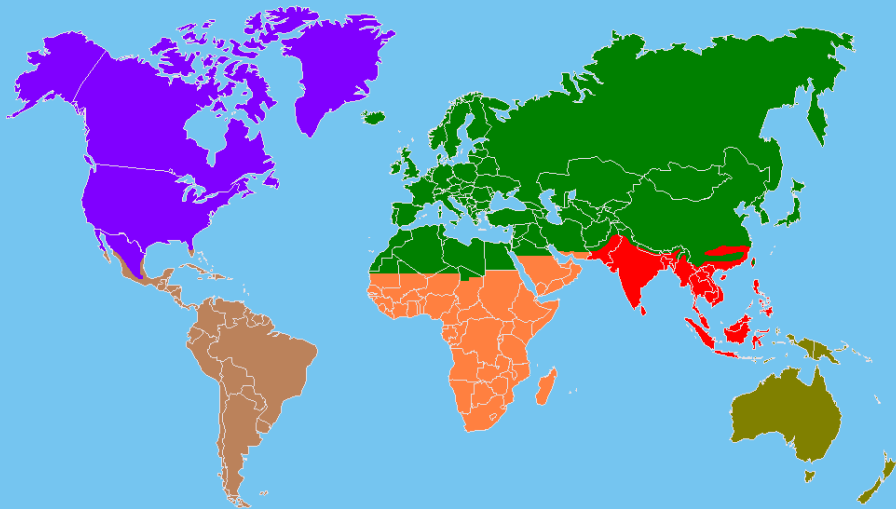
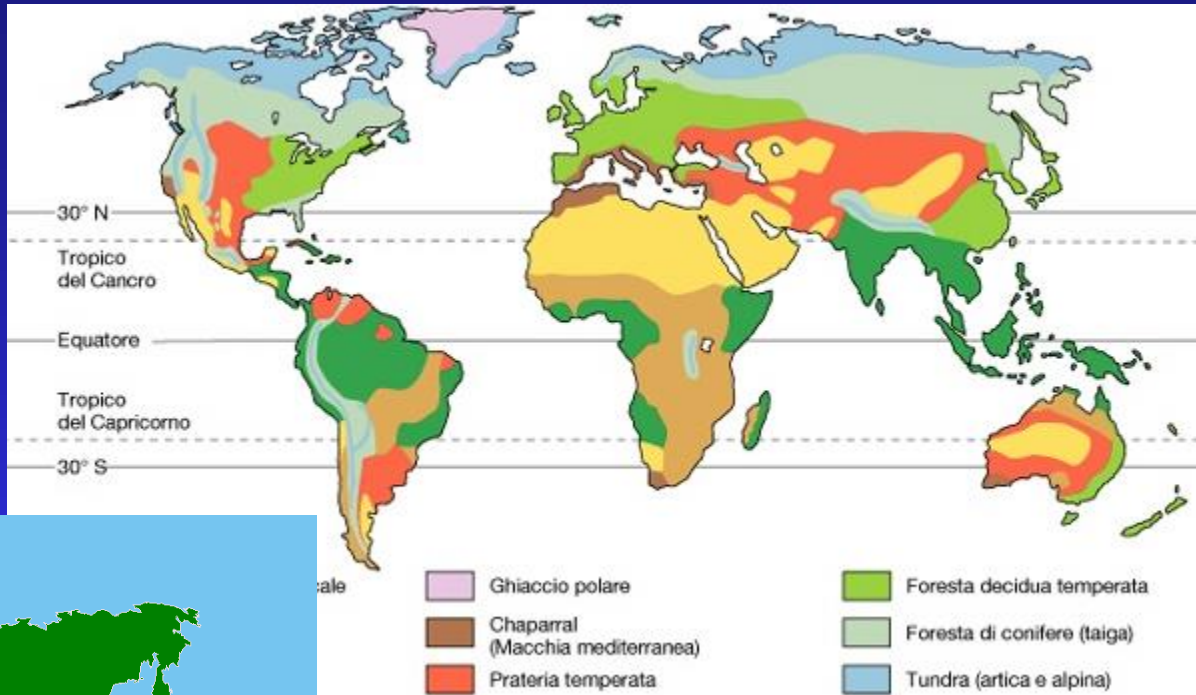
**NEOTROPICALE (America meridionale)**

**OCEANIA (Micronesia, Polinesia, Figi-Tonga, Polinesia, Hawaii)**

**ANTARTIDE (Antartide ed isole vicine)**

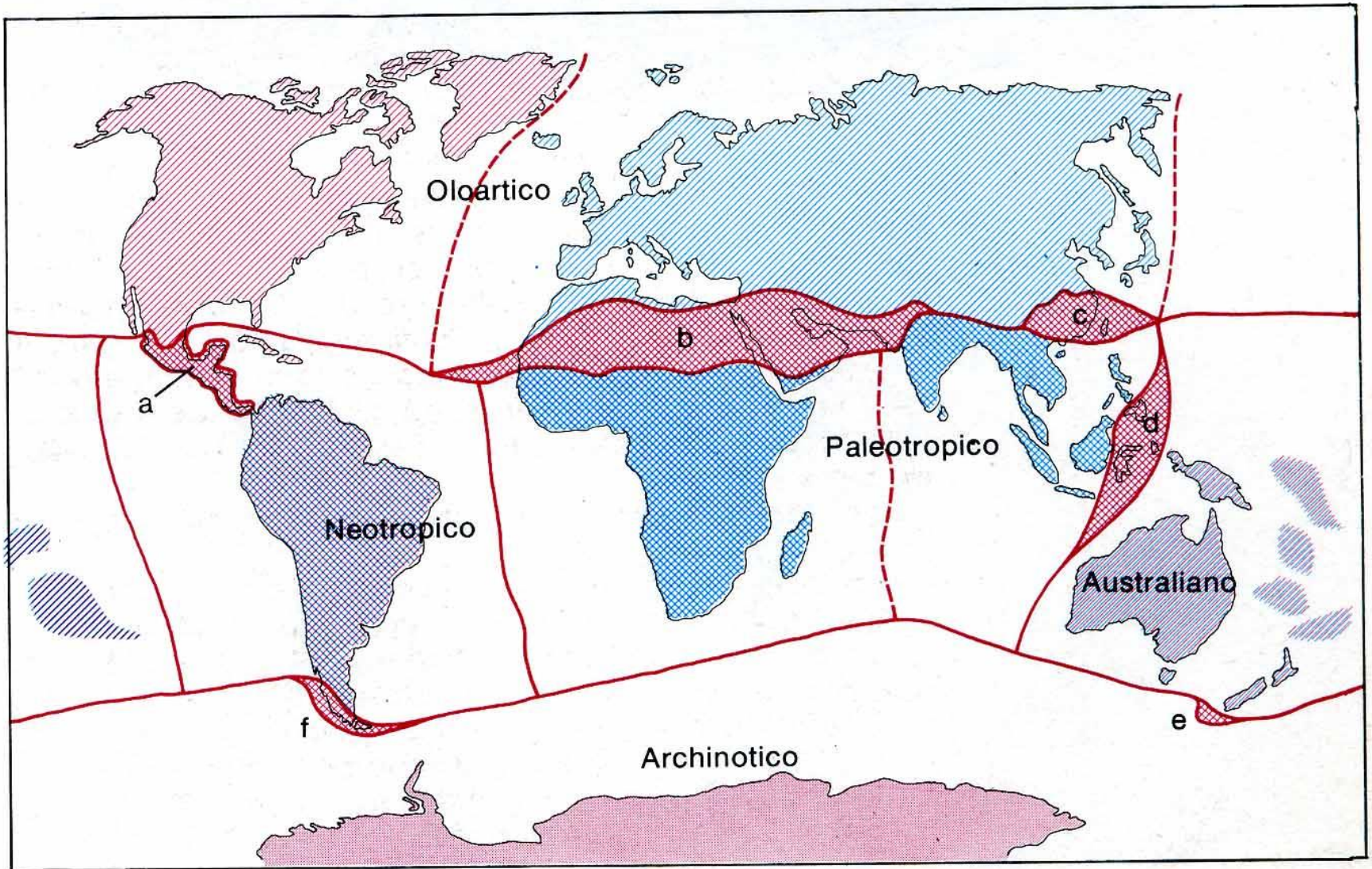


# Differenza tra Regioni zoogeografiche e Biomi





# Le zone di transizione zoogeografica





# Esempio di elementi esclusivi caratterizzanti una regione zoogeografica



**La Regione  
Neotropicale**

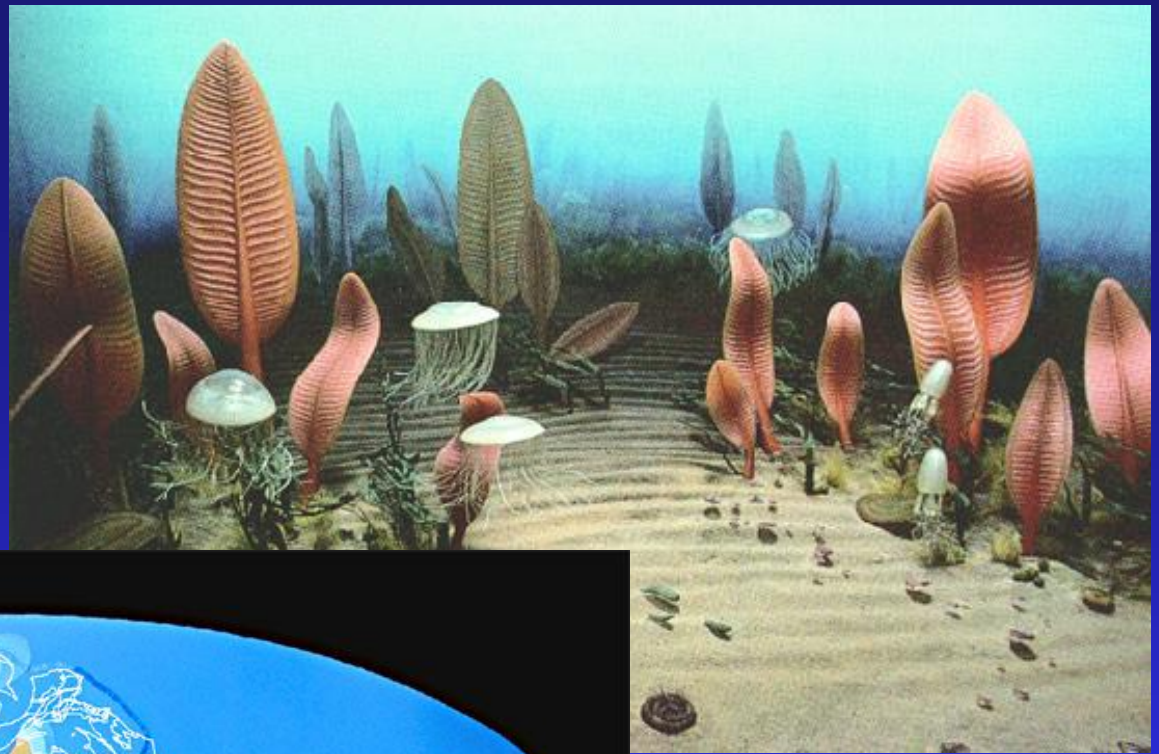


# **Storia della vita sulla terra e “Deriva dei continenti”**

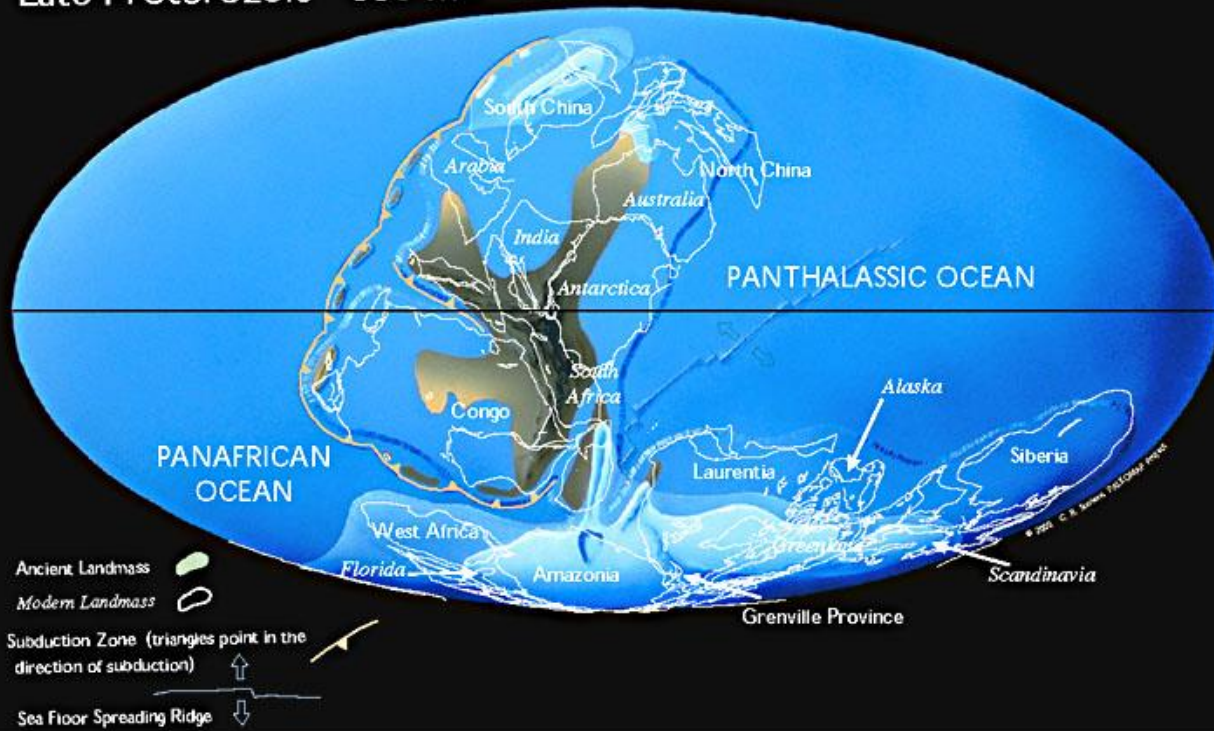
ERA	PERIODO	Milioni di anni fa
<b><u>Era Neozòica</u></b> (= Quaternaria)	<b>Olocène</b>	<b>0,01</b>
	<b>Pleistocène</b>	<b>1,8</b>
<b>Era Cenozòica (=Terziaria)</b>	<b>Pliocène</b>	<b>7</b>
	<b>Miocène</b>	<b>23</b>
	<b>Oligocène</b>	<b>34</b>
	<b>Eocène</b>	<b>53</b>
	<b>Paleocène</b>	<b>65</b>
<b>Era Mesozòica (= Secondaria)</b>	<b>Cretàcico (=Cretàceo)</b>	<b>130</b>
	<b>Giuràssico</b>	<b>204</b>
	<b>Triàssico</b>	<b>245</b>
<b>Era Paleozòica (= Primaria)</b>	<b>Permiàno</b>	<b>290</b>
	<b>Carbonifero</b>	<b>360</b>
	<b>Devoniàno</b>	<b>400</b>
	<b>Siluriàno</b>	<b>418</b>
	<b>Ordoviciàno</b>	<b>495</b>
	<b>Cambriàno</b>	<b>543</b>
<b>Precambriàno</b>		<b>4.600</b>



# Precambriano



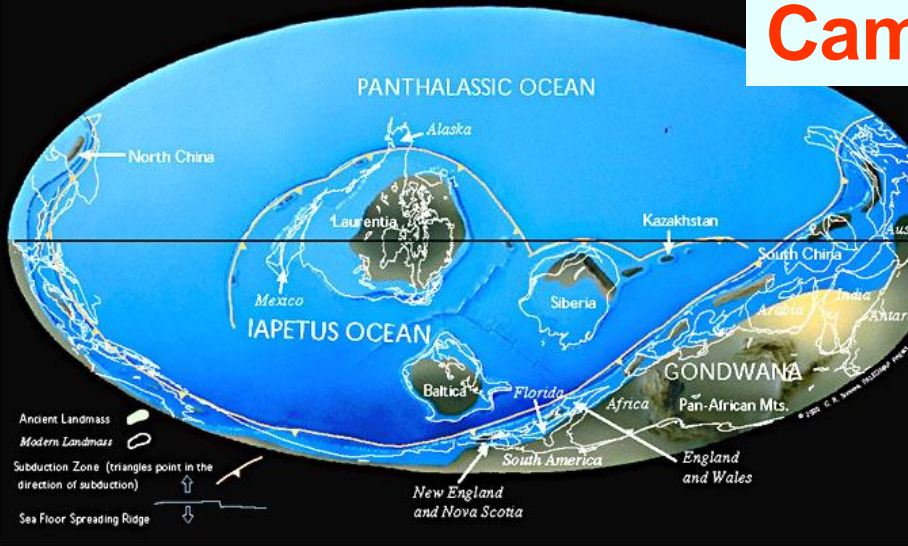
Late Proterozoic 650 Ma



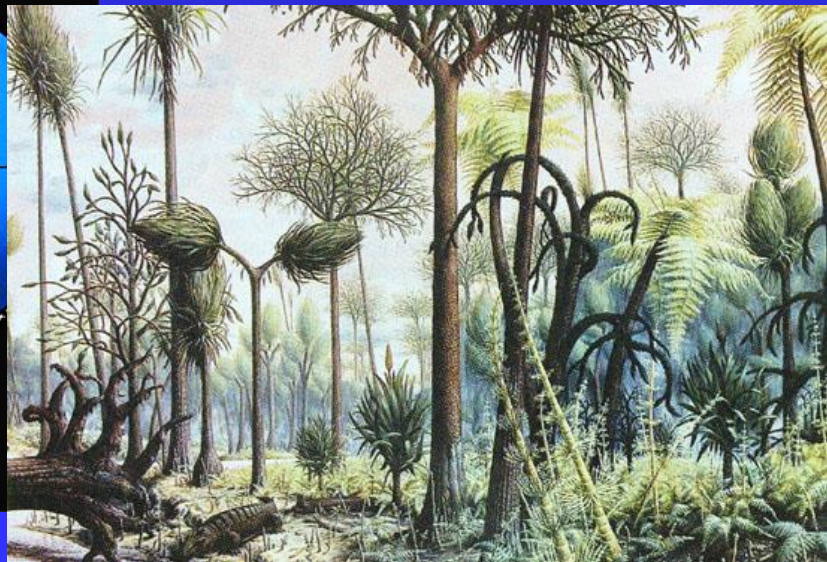
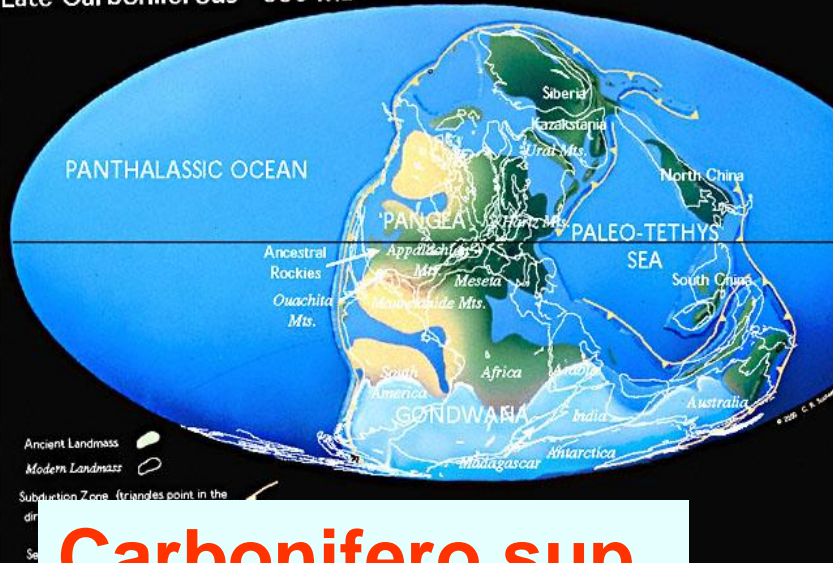


Late Cambrian 514 Ma

# Cambriano



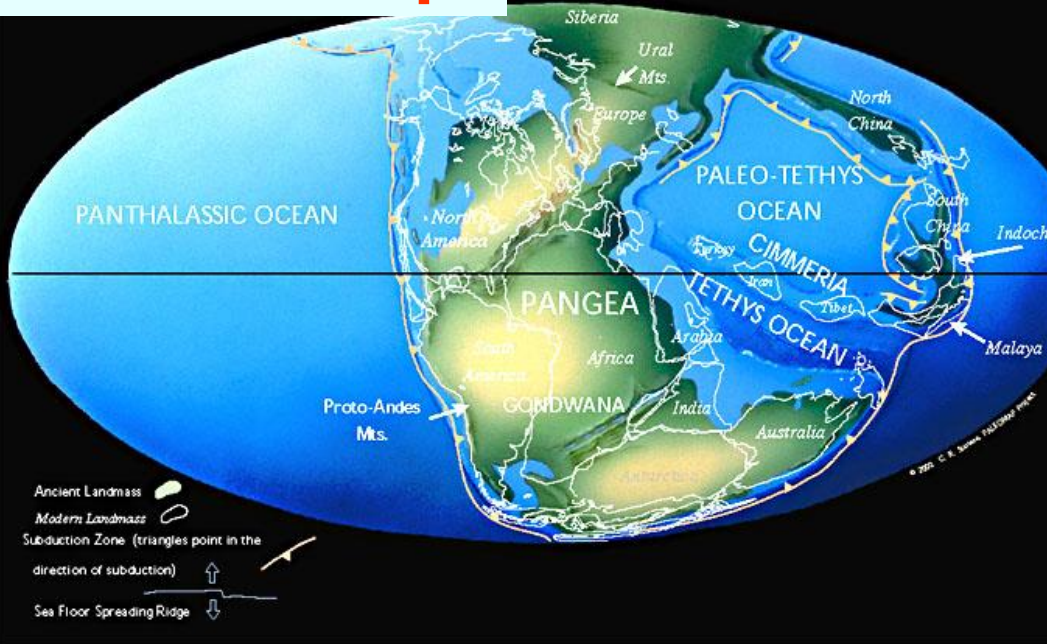
Late Carboniferous 306 Ma



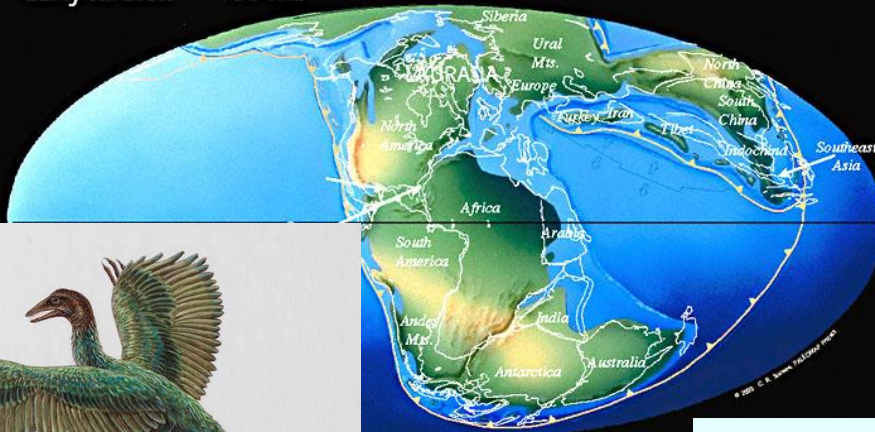
# Carbonifero sup.



# Triassico sup.



Early Jurassic 195 Ma



Late Jurassic 152 Ma

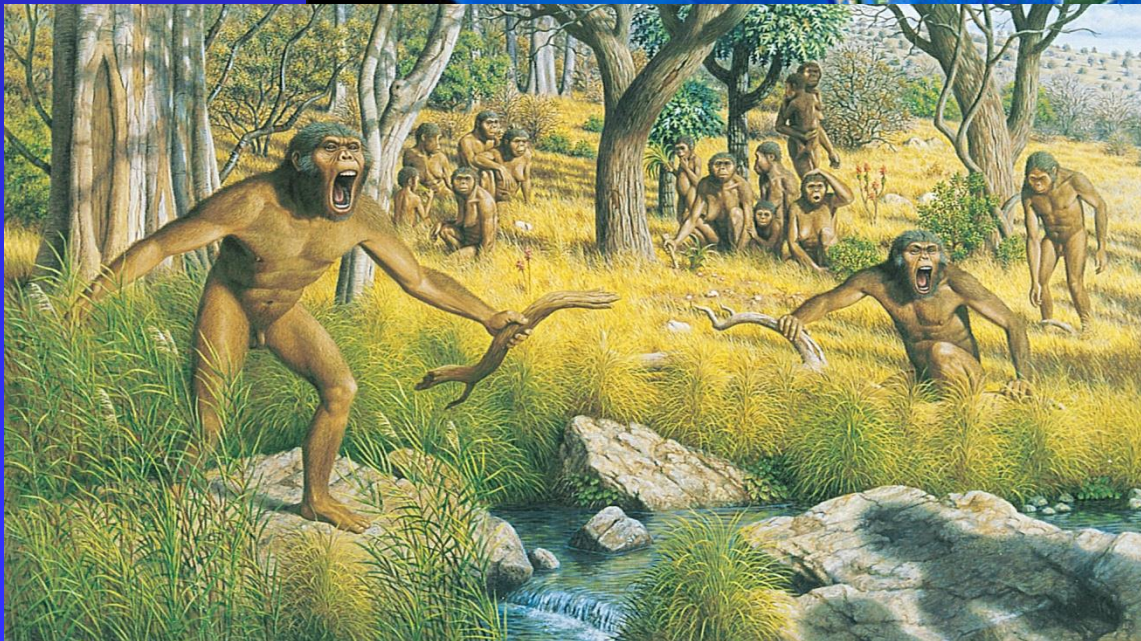
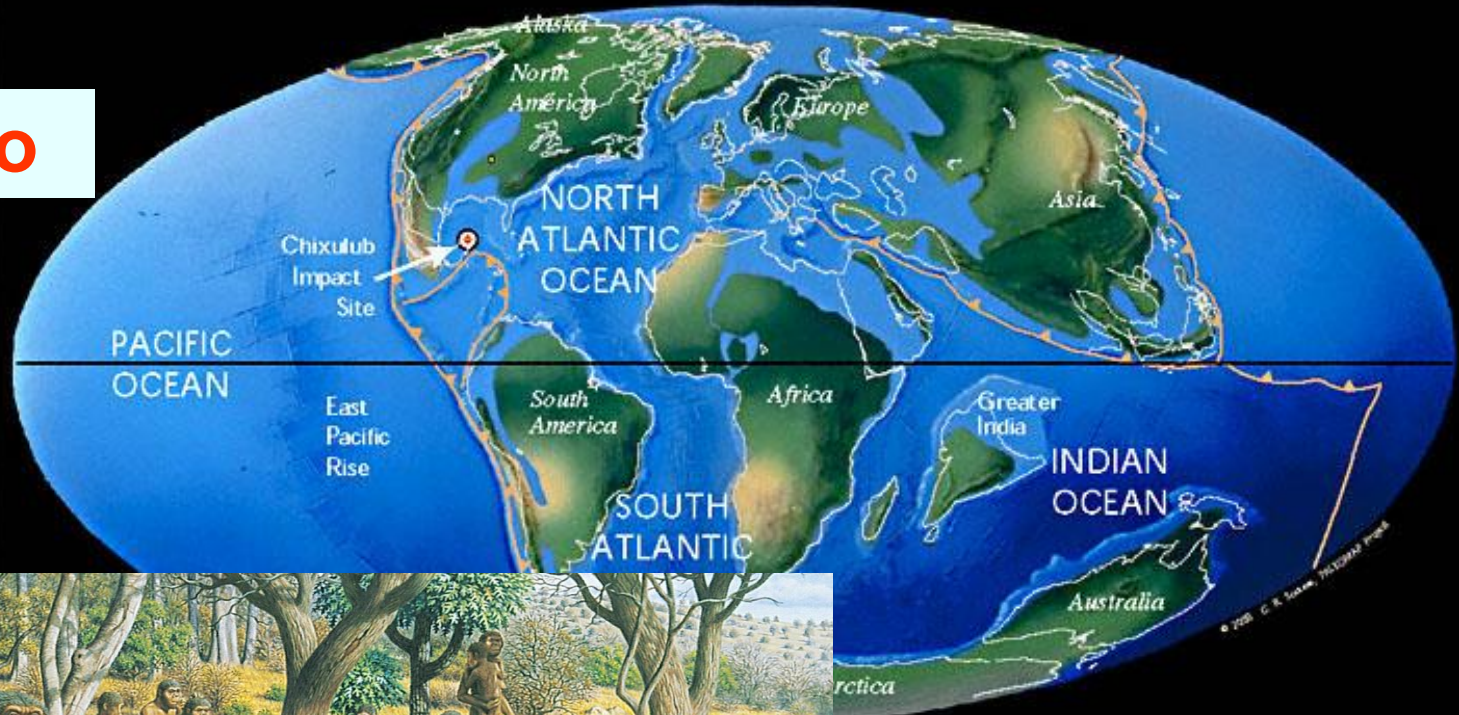


# Giurassico



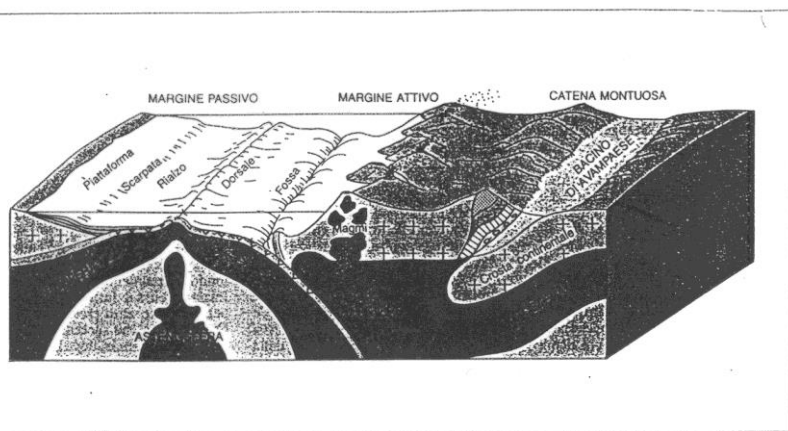
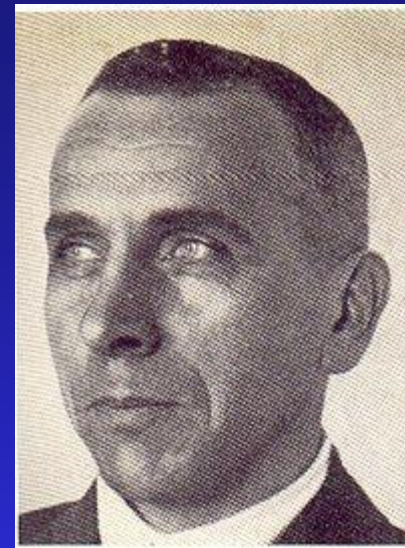
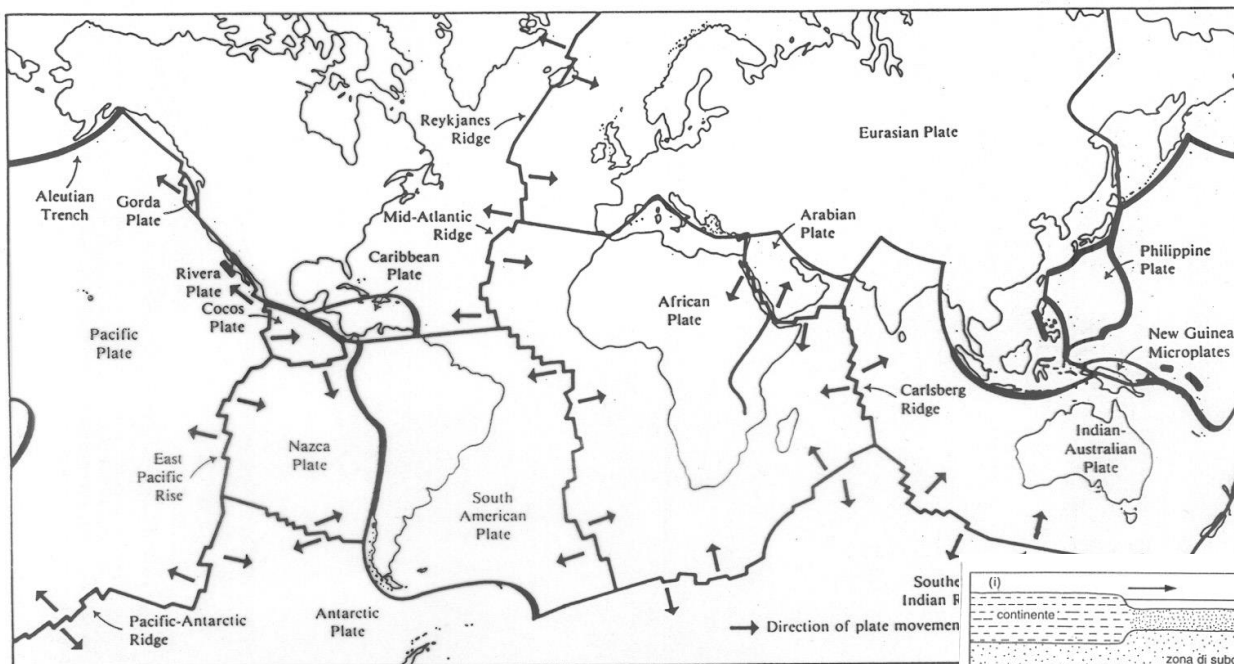
K/T Boundary 66 Ma

# Cenozoico





# Tettonica a zolla e deriva delle micro- macroplacche



Secondo la teoria della tettonica a zolla, gli oceani possono espandersi al formarsi di nuova crosta oceanica presso la dorsale, oppure restringersi fino a scomparire inghiottiti nelle fosse che li circondano. I margini di un oceano sono «passivi» se sono costruiti solo da

processi sedimentari, oppure «attivi» se caratterizzati da vulcanismo legato a processi di subduzione. Quando un oceano si chiude e i due margini si scontrano, uno dei due margini continentali si infossa sotto l'altro causando il formarsi di un bacino di avampese.

the text as well as occurs. Arrows in

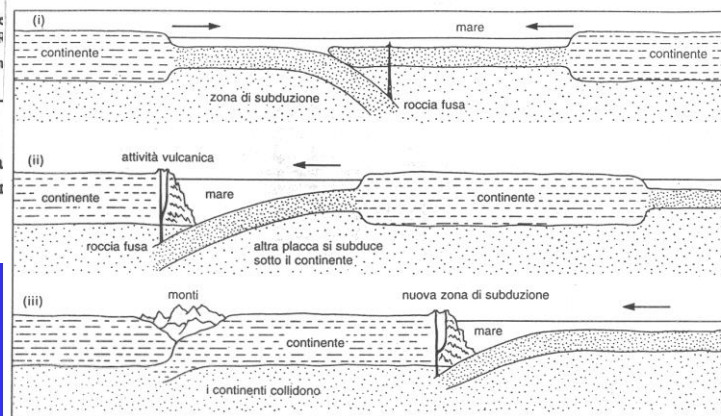
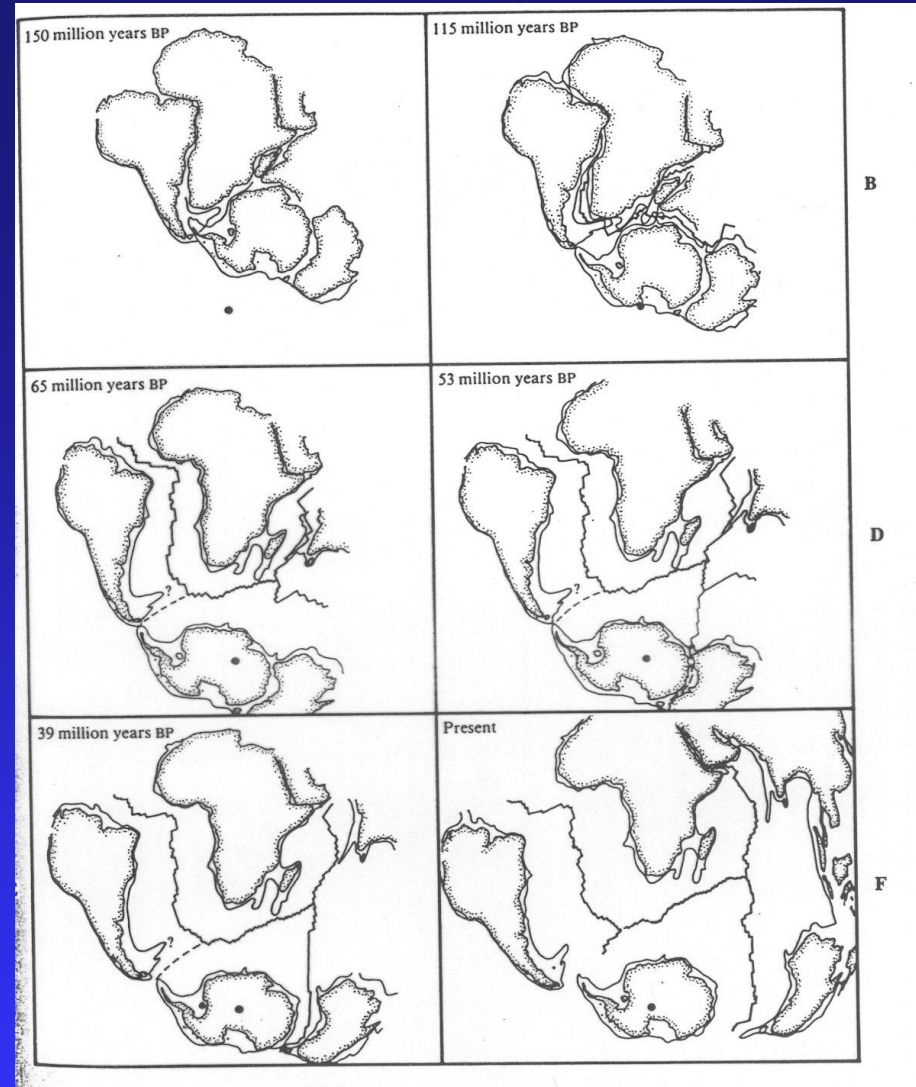
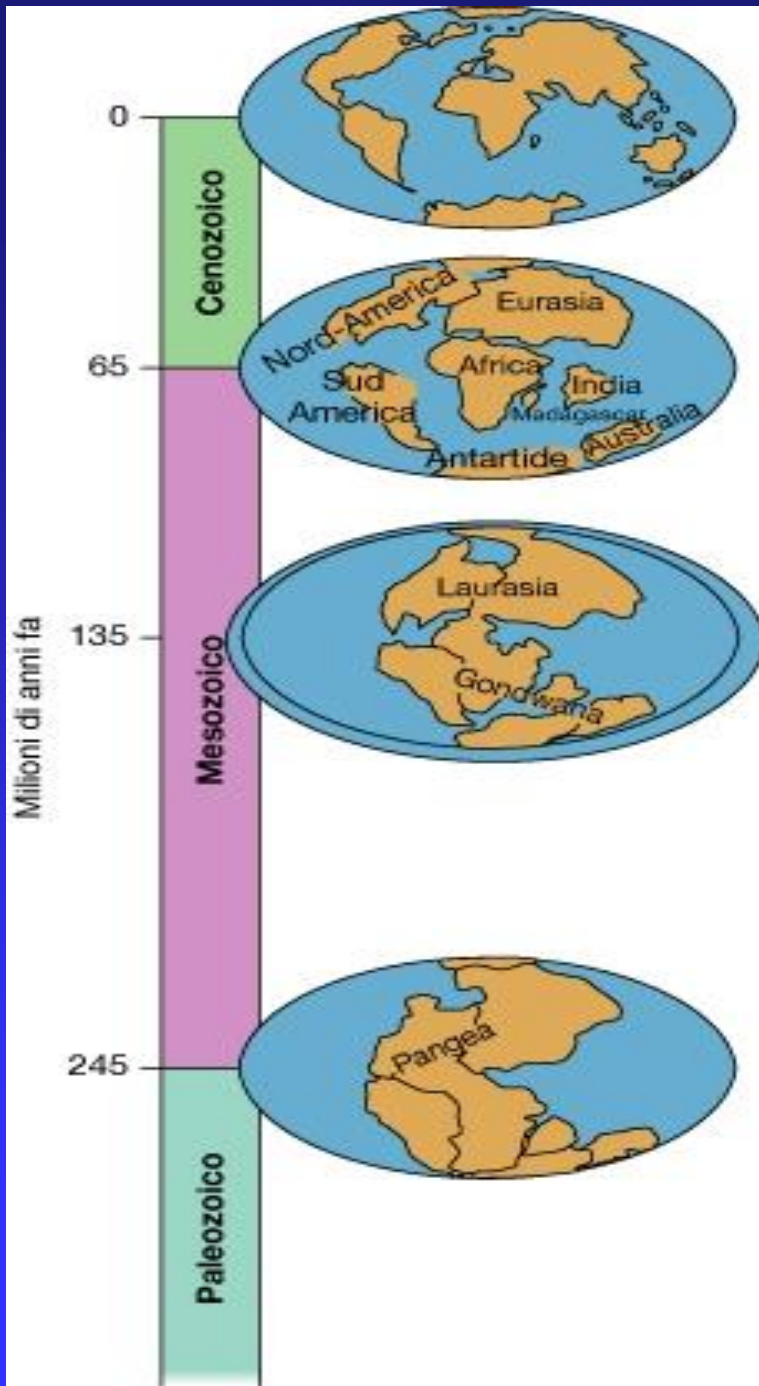


Figura 18.4. Due placche si stanno avvicinando l'una all'altra. Inizialmente i margini delle placche sono fondo oceanico (i) ma alla fine il continente giacente su una placca raggiunge il margine della placca. Il grande volume di crosta continentale meno densa non può sprofondare al di sotto del fondo oceanico più denso (ii), così è il fondo oceanico che sprofonda; mentre lo fa, fonde e roccia fusa risale attraverso la crosta continentale formando vulcani (iii).

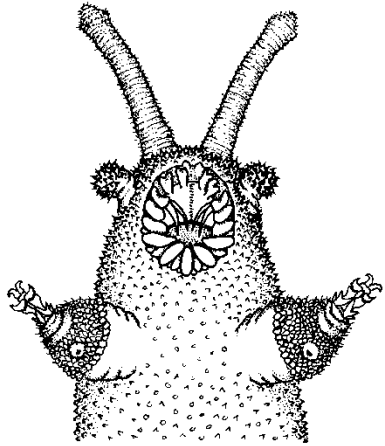
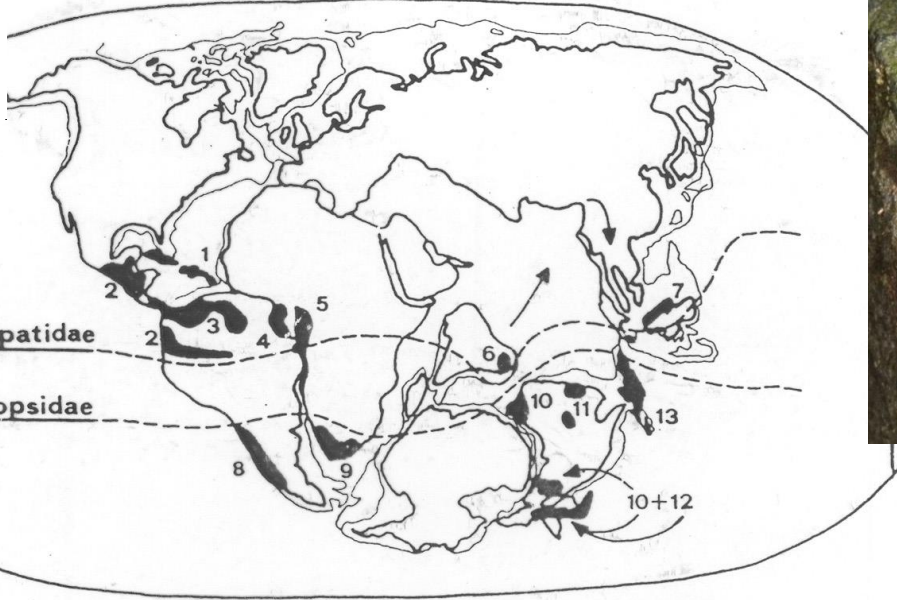
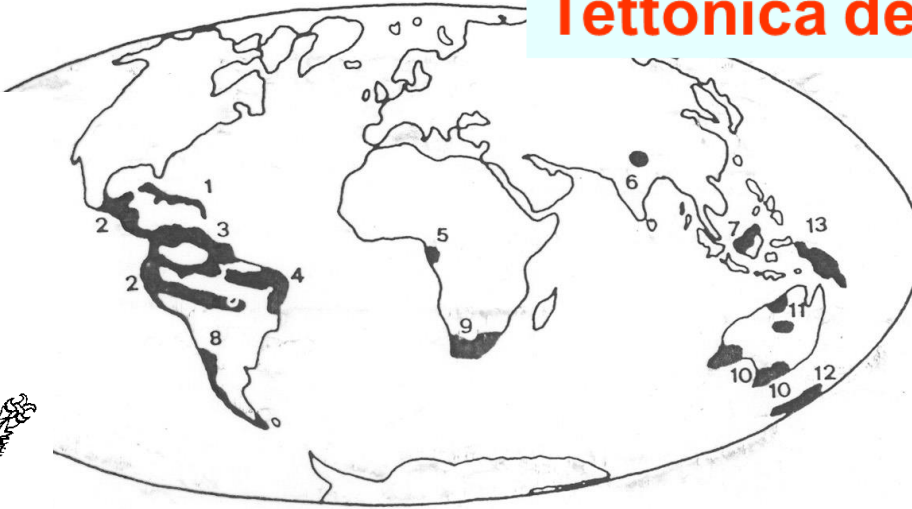


**Deriva dei continenti**

**Tettonica delle macroplacche**



# Tettonica delle macroplacche



Livingstone, © BIODIDAC

9/4/95



**Distribuzione del phylum Onychophora (famiglie Peripatidae e Peripatopsidae)**



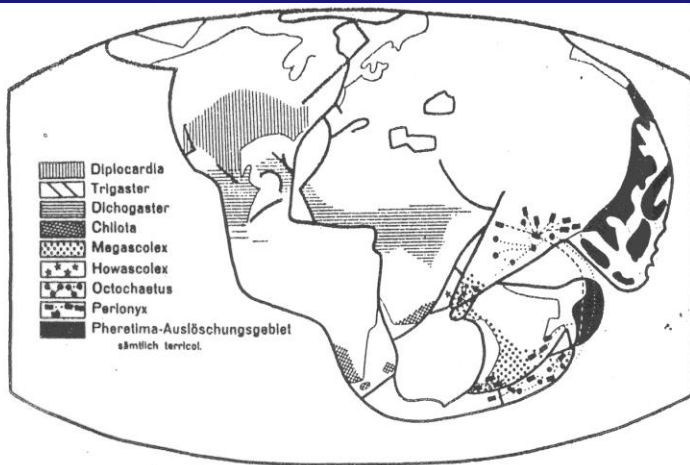
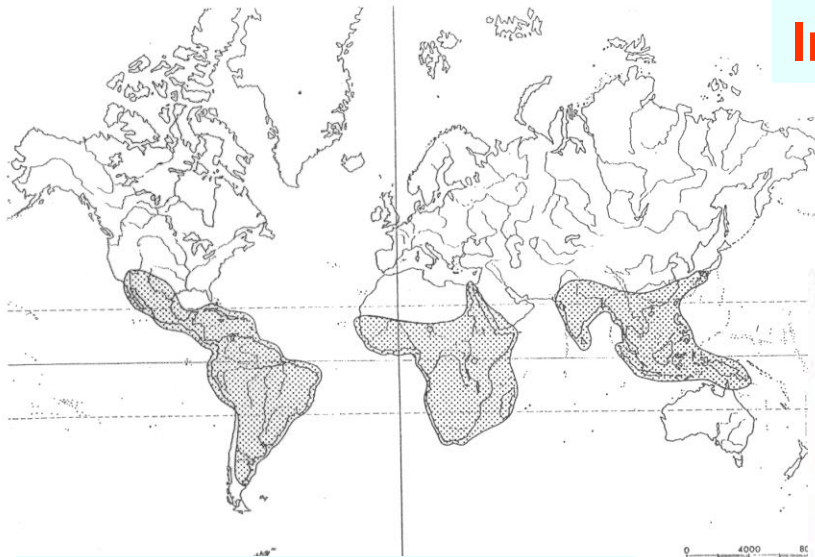


Fig. 1: Distribution of some genera of megascolecoidean earthworms (Oligochaeta). Drawing by MICHAELSEN who projected distributional data on a map originally drawn by WEGENER (supposed relative position of continents: Carboniferous). - From MICHAELSEN 1922.



**Esempi di modelli distributivi tipicamente Gondwaniani negli Oligocheti e nei Coleotteri**

**Insetti dei *Notophagus***

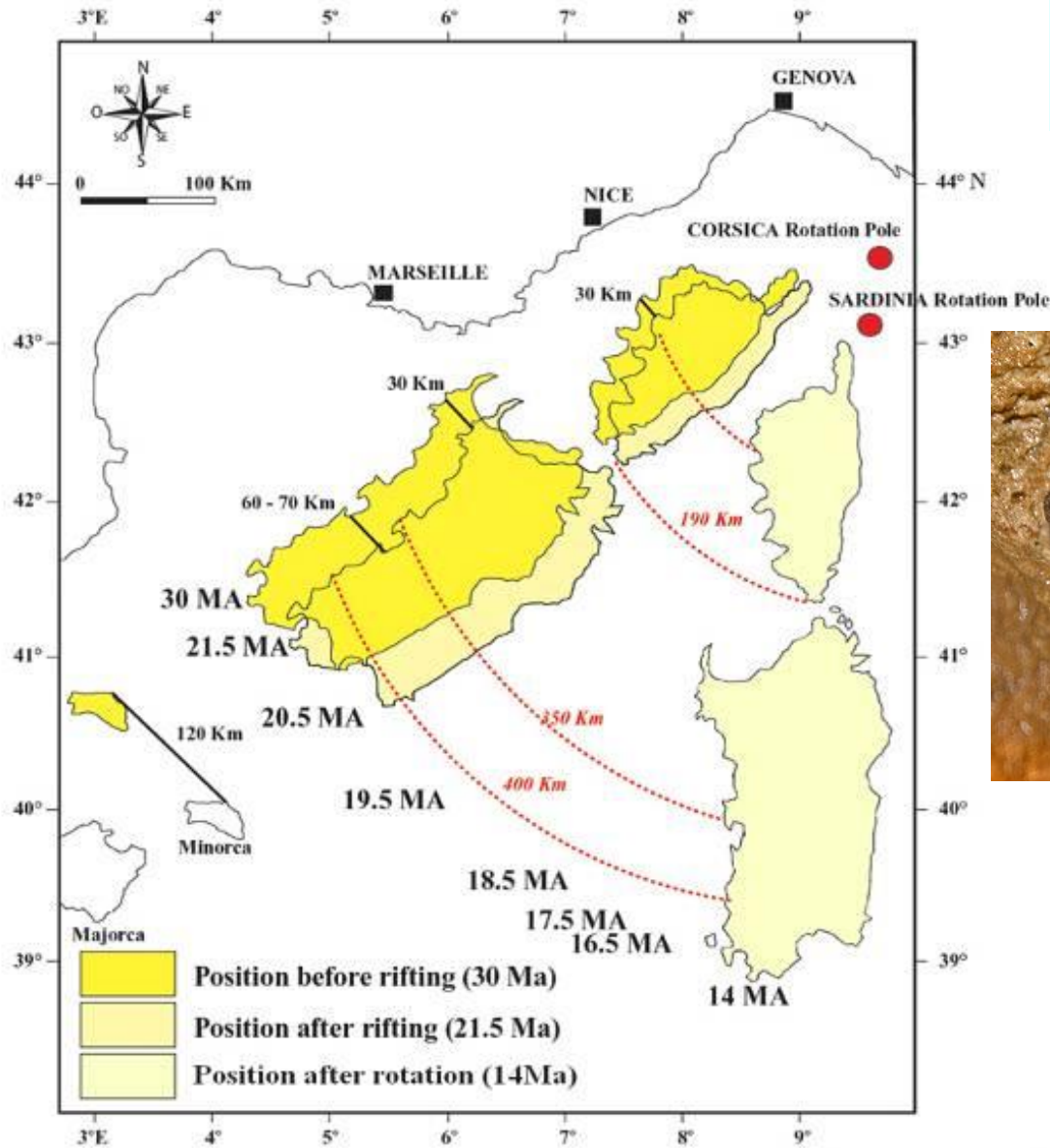


**Meloidae Horiini**



Map 1 Gondwanaland in the Permian-Triassic, strongly modified from Smith & Hallam (196). Legend: Stippled area = Latest Permian *Glossopteris* flora; O = Exact *Glossopteris* flora localities; I-I-I = Extent of known *Glossopteris* flora; - - - = Samfrau Geosyncline; xxx = Paleozoic Geosyncline; L L L = Assumed Pacific Continental margin; SA = South America; A = Africa; M = Madagascar; I = India; WA = West Antarctica; EA = East Antarctica; NZ = New Zealand; NC = New Caledonia; C = Campbell Plateau; AU = Australia; NG = New Guinea; B = Borneo.

# Tettonica a zolle delle microplacche



From Gattacceca, 2001



# **Modelli interpretativi della dispersione e della vicarianza**



# Biogeografia dei singoli taxa o dei biota?

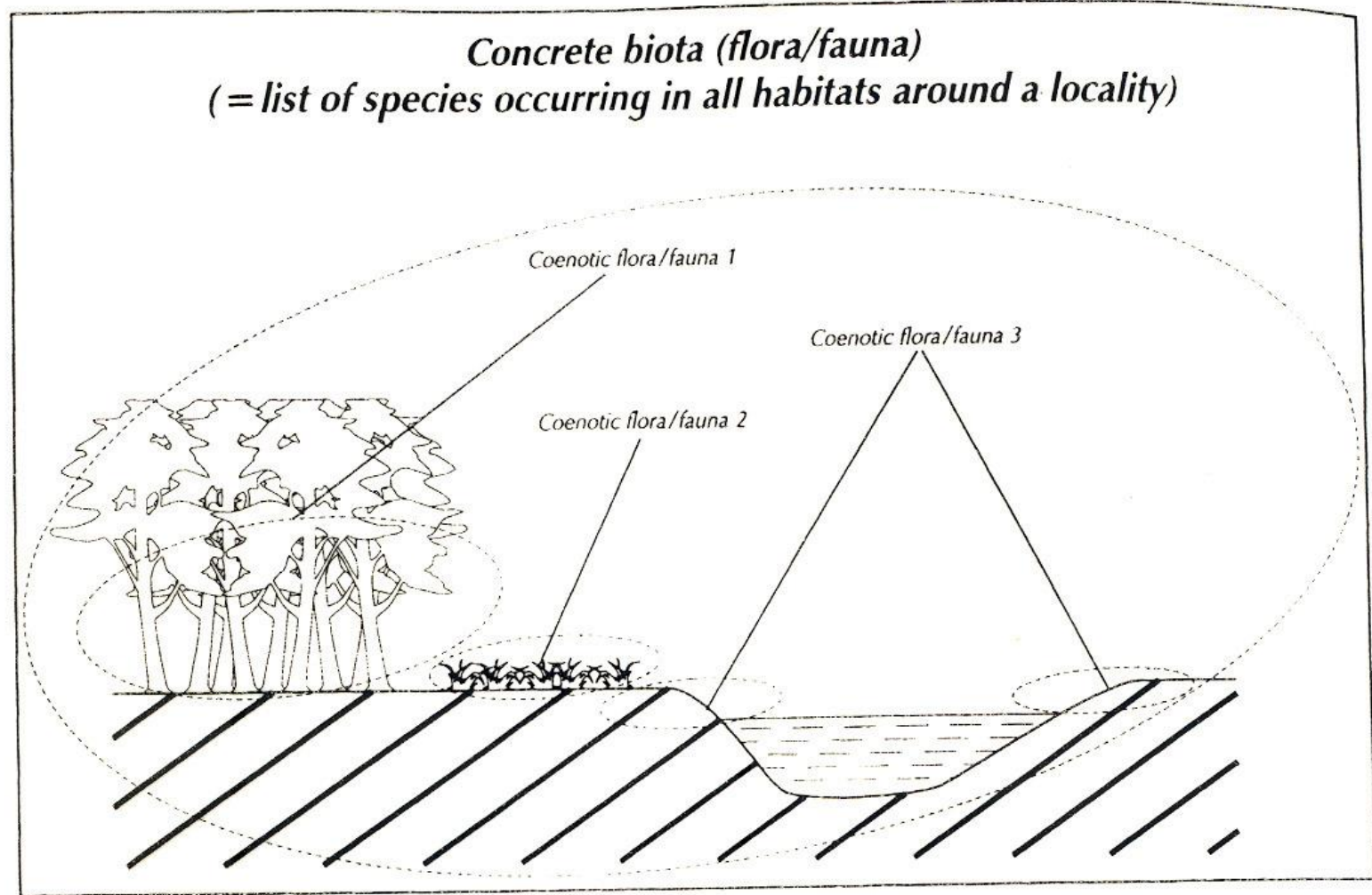
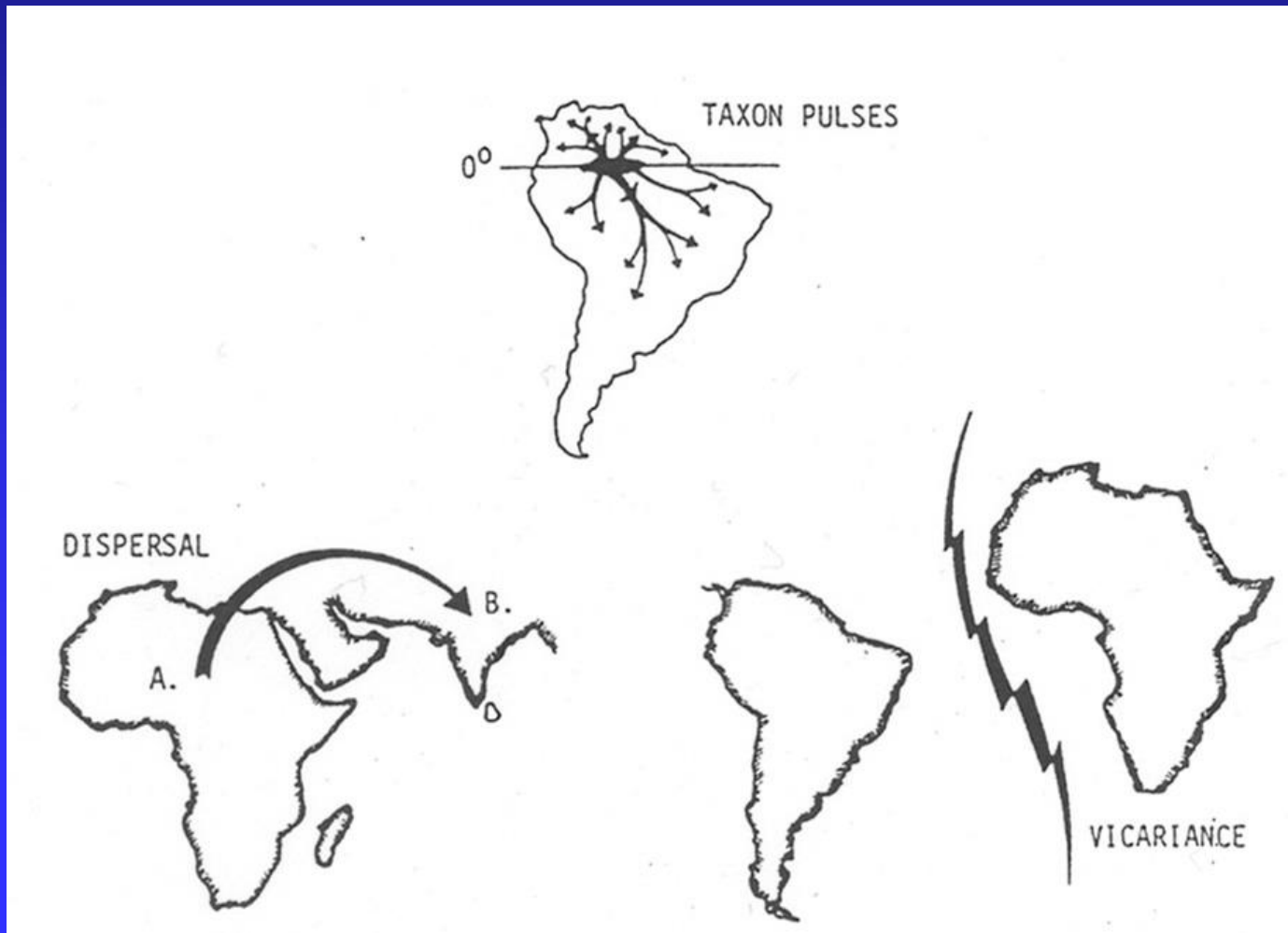
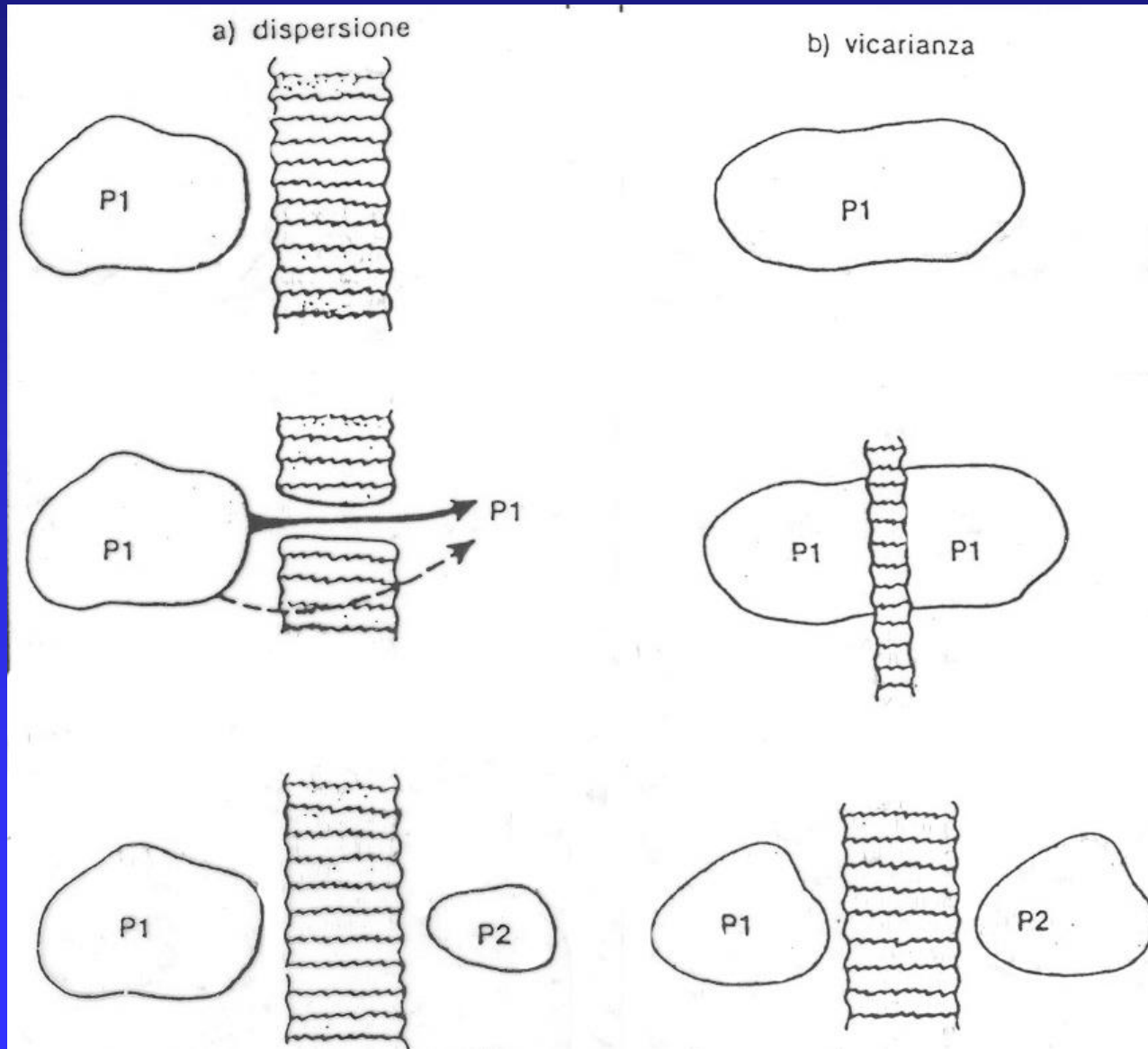


Fig. 1. An illustration of Chernov's idea of 'concrete biota'

La stessa distribuzione può essere interpretata secondo una chiave dispersalista o vicariantista: nel primo caso si tratta di una lettura specie-specifica, nel secondo si utilizza un modello interpretativo generalizzato



# La stessa distribuzione può essere interpretata secondo una lettura dispersalista o vicariantista







**La dispersione entra in gioco nel:**

**Processo ecologico che può consentire la colonizzazione di ambienti idonei disponibili e non occupati**

**Processo zoogeografico che può consentire la colonizzazione di aree idonee non occupate**

**Processo microevolutivo che consente il flusso genico**

**Tipi di dispersione:**

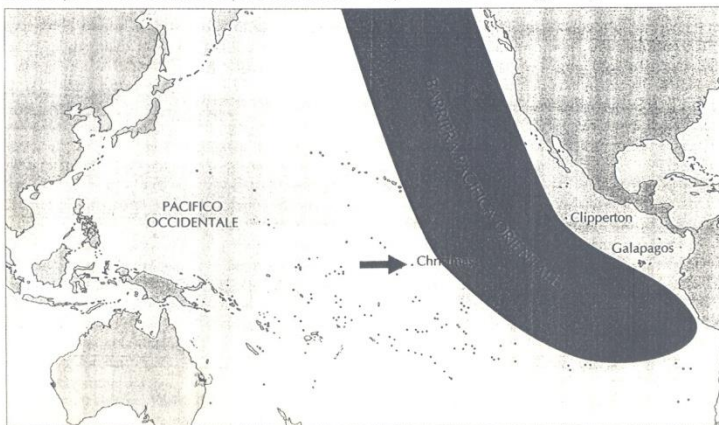
**(a) all'interno dell'areale (diffusione- dispersion)**

**(b) oltre le barriere che delimitano l'areale (dispersione - dispersal)**

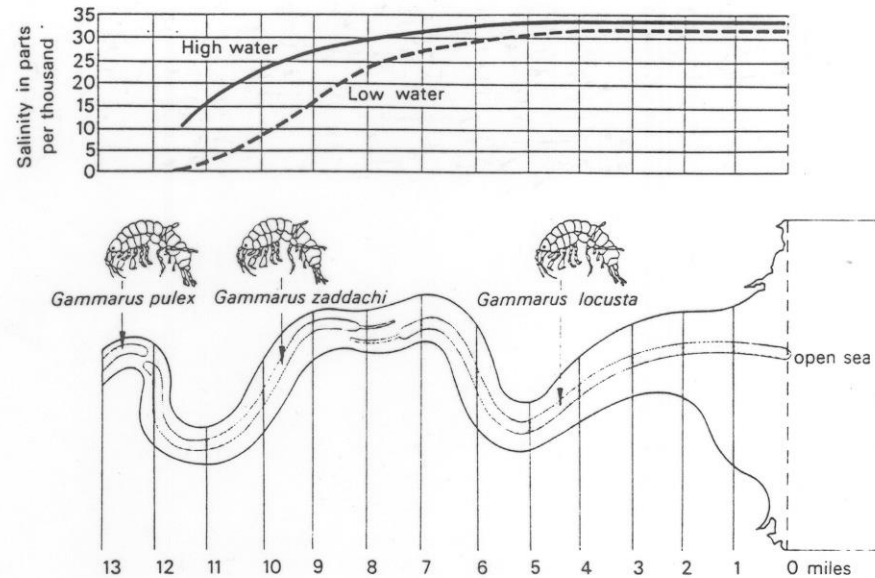
# La dispersione come evento ecologico



**5.32** Barriera Pacifica Orientale: questa grande fascia oceanica priva di isole costituisce di per sé una barriera efficace per molte specie marine bentoniche di acque poco profonde (da R.W. Grigg, R. Hey).



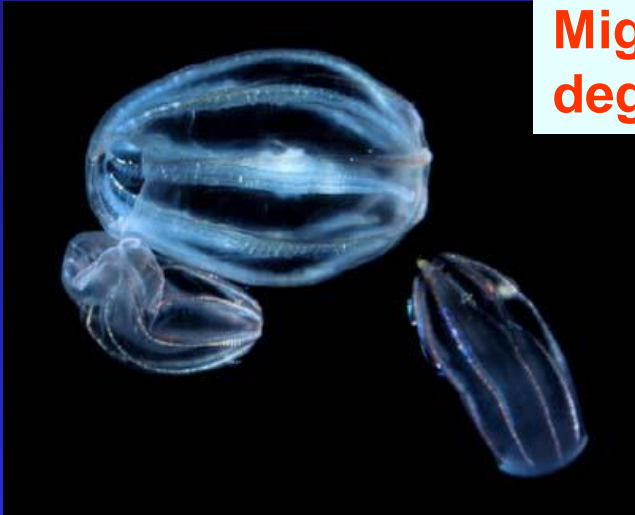
Assenza di substrati



**Fig. 2.6.** The distribution along a river of three closely related species of amphipod (Crustacea), relative to the concentration of salt in the water. *Gammarus locusta* is an estuarine species and is found in regions where salt concentration does not fall below about 25 parts per thousand. *G. zaddachi* is a species with a moderate tolerance of salt water and is found along a stretch of water between 8 and 12 miles from the river mouth where salt concentrations average 10–20 parts per thousand. *G. pulex* is a true freshwater species and does not occur at all in parts of the river showing any influence of the tide or salt water.<sup>9</sup>

**La colonizzazione è un fenomeno distinto**

# La dispersione come evento ecologico



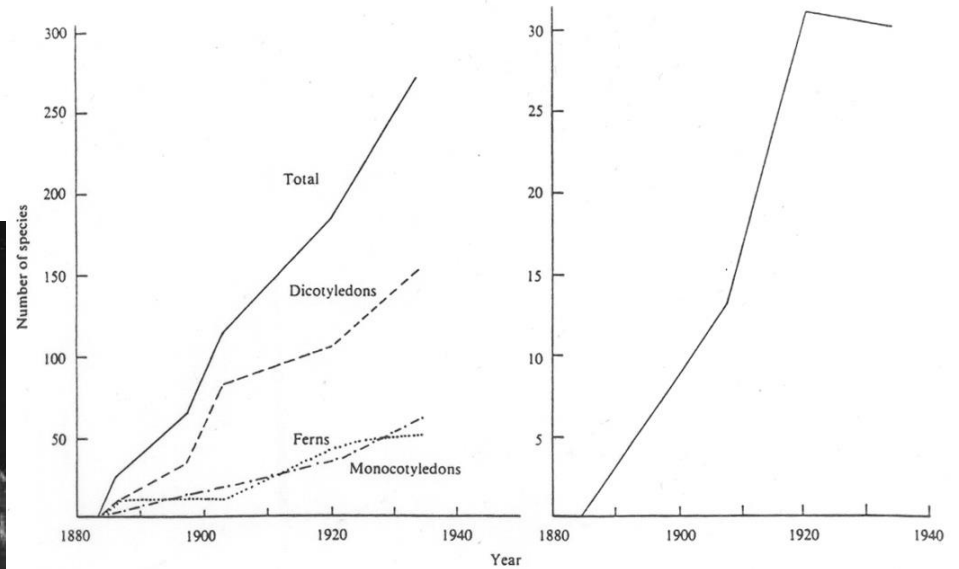
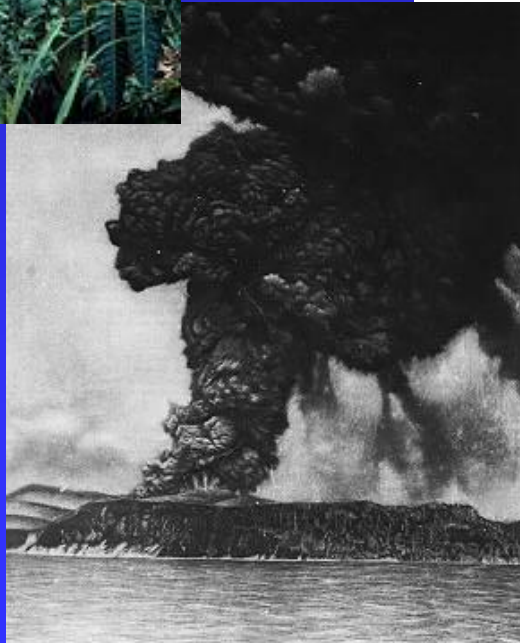
**Migrazioni nittemerali  
degli Ctenofori**

**Migrazione anadroma nei  
salmoni: Salmone dell'Atlantico  
(*Salmo salar*) (Europa  
settentrionale e Canada  
orientale); Salmoni del Pacifico  
(*Oncorhynchus* spp.) (Siberia,  
Alaska, Canada occidentale)**





# La dispersione come “dispersion”



**Figure 7.2**  
Rapid recolonization of the island of Krakatau by plants (*left*) and birds (*right*) that had dispersed successfully across the ocean. All life on the island was destroyed by a volcanic eruption in 1883, and several biological surveys recorded the colonizing species, which had probably traveled across at least 40 km of ocean. (After MacArthur and Wilson, 1967.)

# La dispersione come evento zoogeografico ("dispersal")

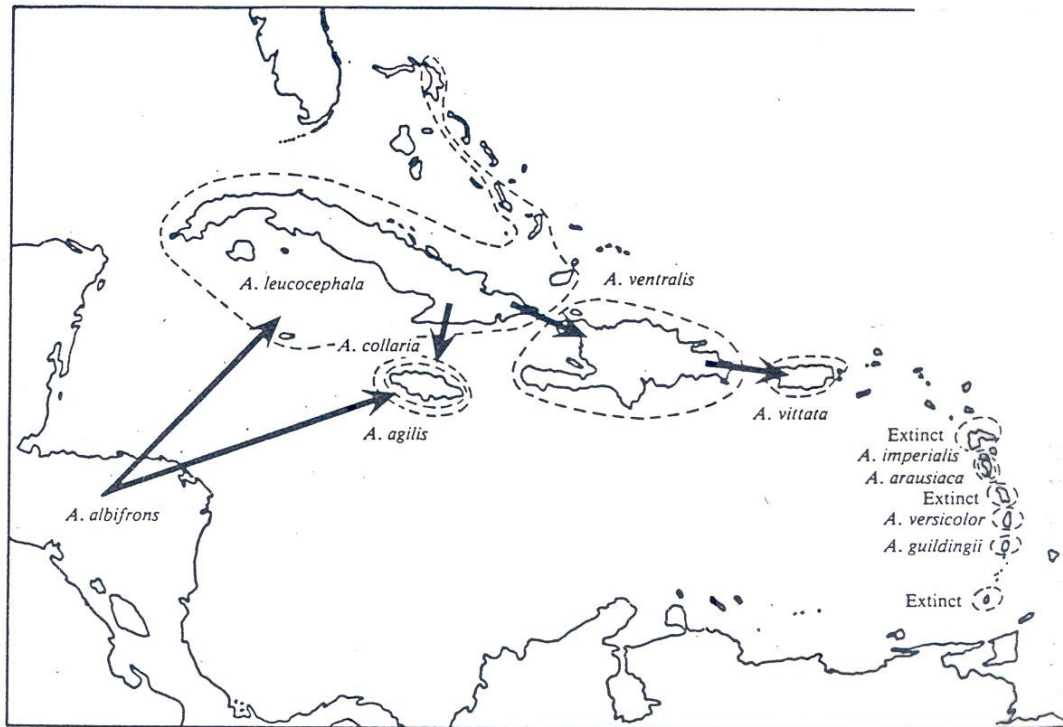


Figure 12.8  
Distribution of the parrot genus *Amazona* in the West Indies, showing the hypothesized colonization events giving rise to the endemic species on different islands of the Greater Antilles. (After D. Lack, 1976. *Island biology illustrated by the land birds of Jamaica*. Studies in Ecology 3. University of California Press.)



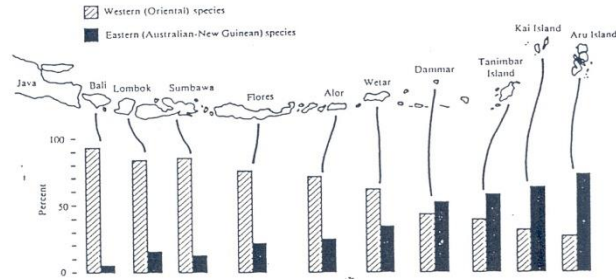


Fig. VII-5 Effetto filtro.  
 L'arcipelago della Sonda, una catena di isole tesa tra Giava e la Nuova Guinea, funziona da filtro per i Rettili del Sud-est asiatico e della Australia.  
 Il diageamma quantifica la diminuzione delle specie "orientali" e lo incremento di quelle "australiane" andando da occidente verso oriente.

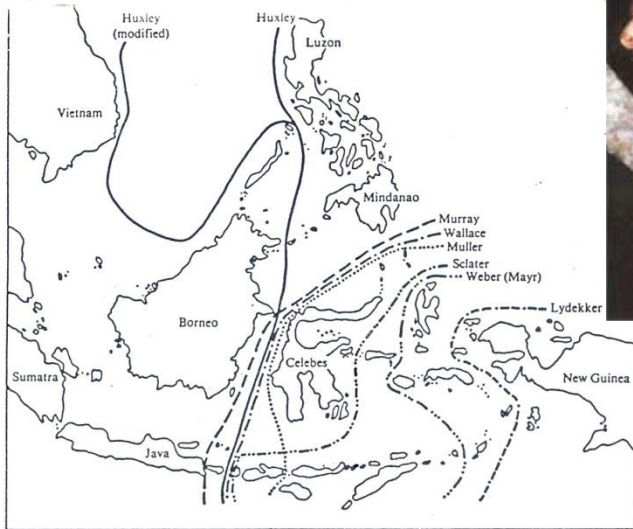


Figure 8.6  
 Various lines drawn by zoogeographers to define the boundaries between the Oriental and Australasian biotas. The multiplicity of lines reflects the fact that different taxa have managed to penetrate different distances from their continent of origin into the islands of the East Indies. The only two lines that appear to have general significance are Lydekker's and Huxley's (modified), which coincide with the limits of the continental shelves and consequently indicate regions that were largely above water during past periods of lower sea levels. (After Simpson, 1977.)

# La dispersione come evento zoogeografico ("dispersal")

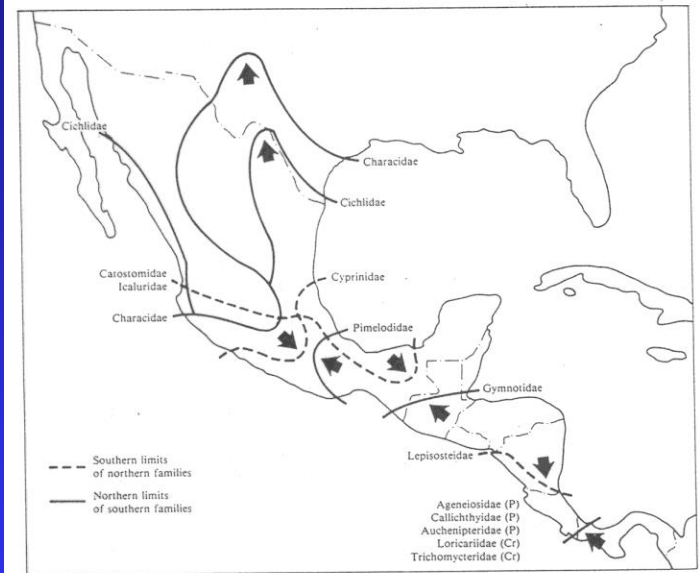


Figure 7-15  
 Distributional limits of certain families of freshwater fishes in Central America. For these groups this region has been a harsh filter. Only two species of primary division fishes of South American origin have reached the United States, and primary division forms from North America have dispersed only as far south as Costa Rica (arrows). (After Miller, 1966.)

# La barriera, oltre a essere superata, può cadere: ponti e filtri biogeografici

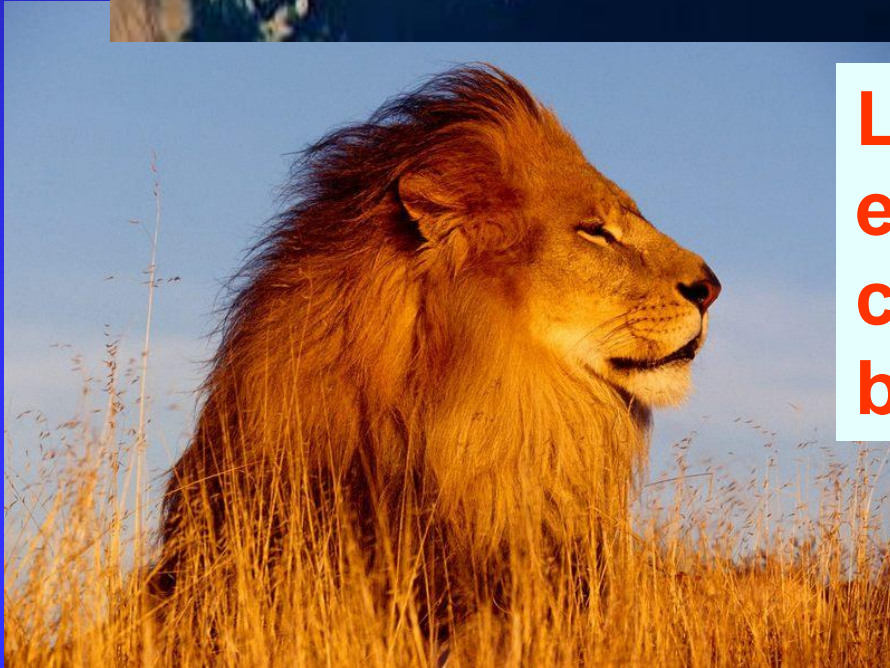




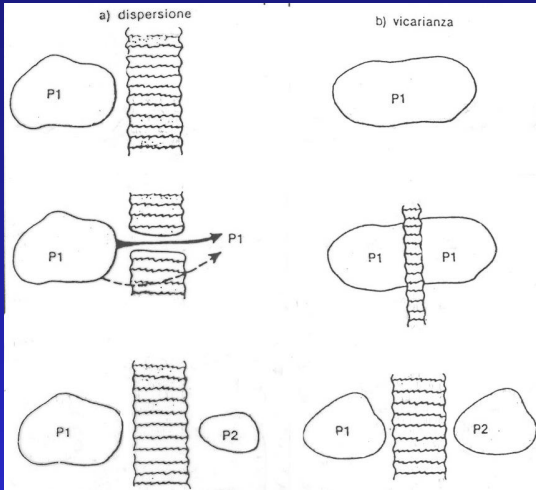
**L'origine di molti grandi Mammiferi africani**



**La barriera, oltre a essere superata, può cadere: i ponti e i filtri biogeografici**



# Il modello della vicarianza



**Per semplicità, sotto questo nome consideriamo la Biogeografia dei tracks (Croizat, 1958), i modelli di Nelson e Platnick (1973) e altri simili**



# Ipotesi vicariantista vs dispersalista

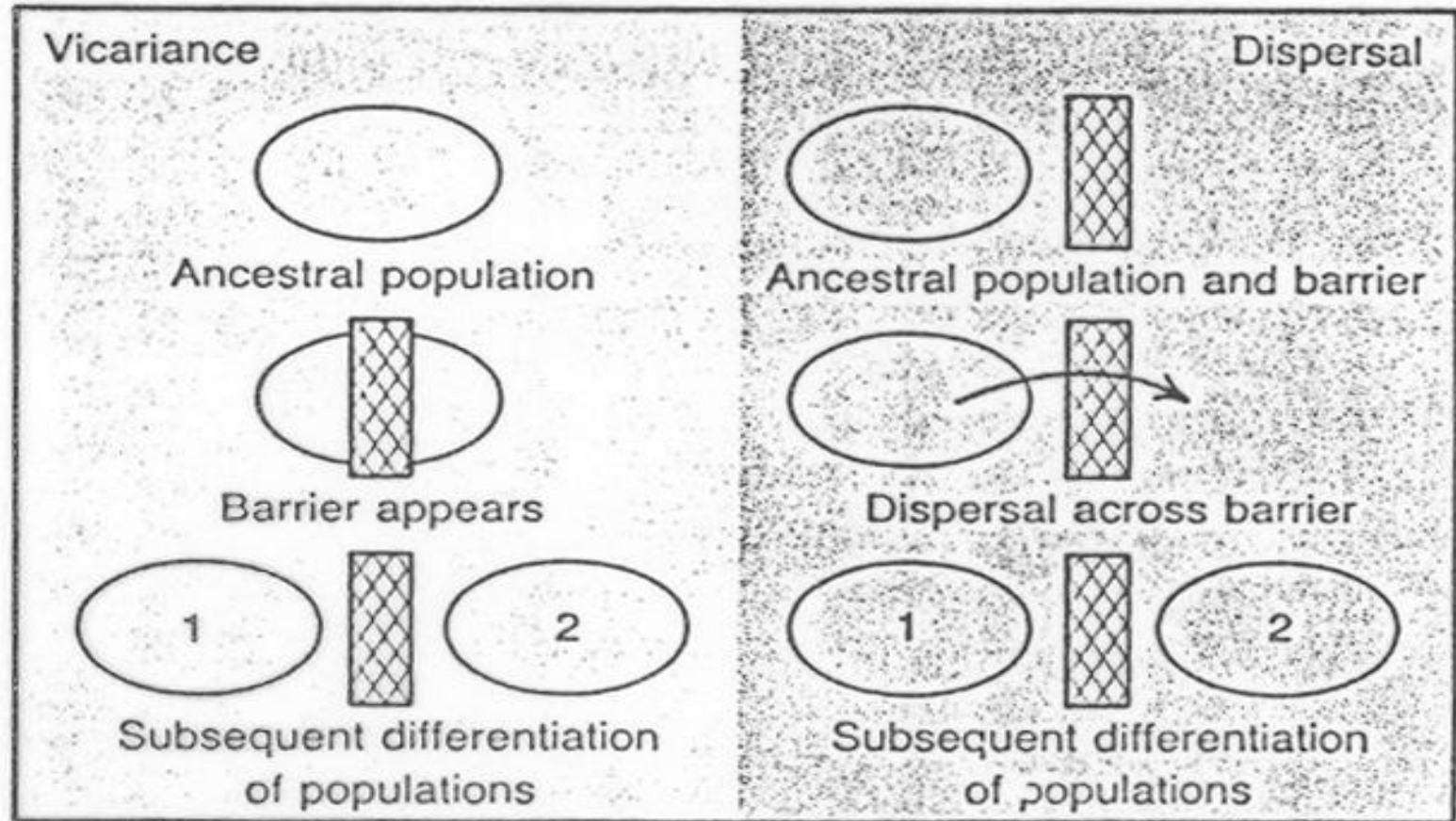
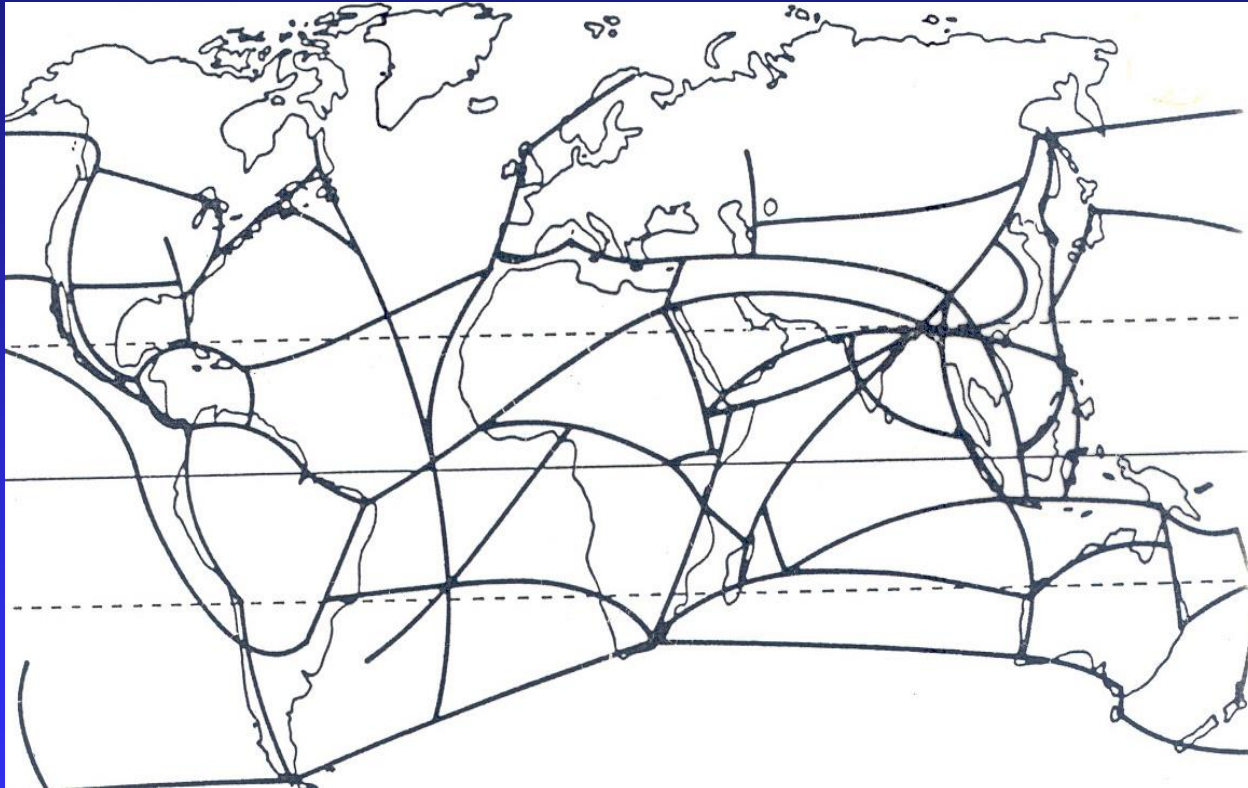
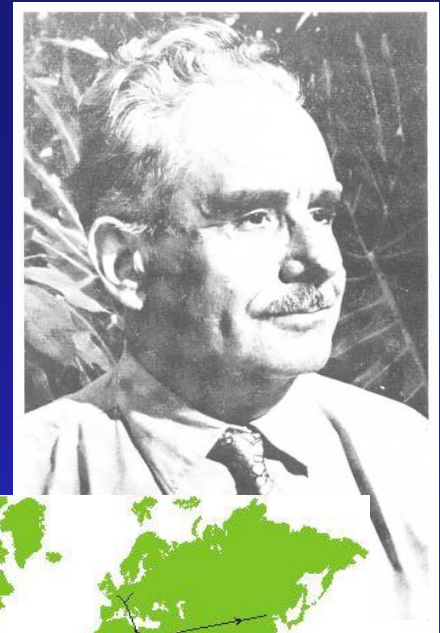


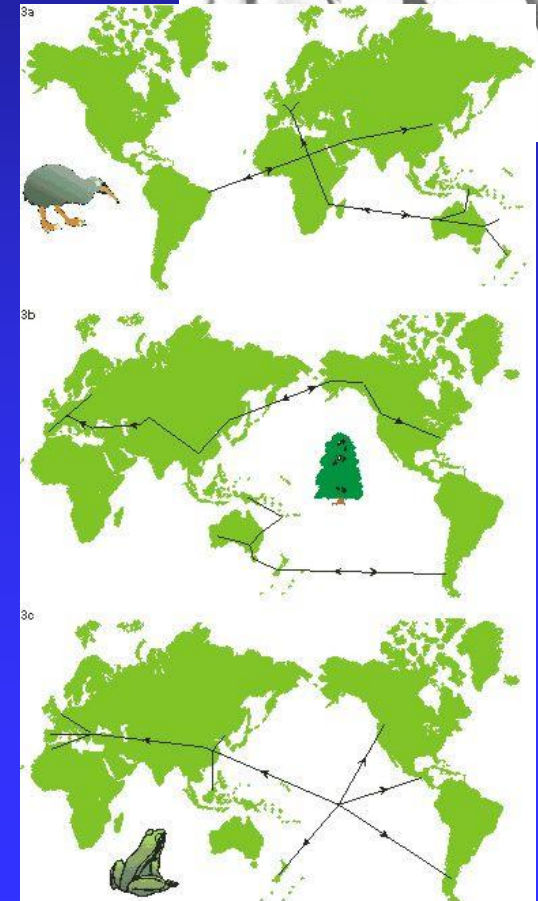
FIG. 1. Diagram of a vicariance explanation (left) and a dispersal explanation (right) of the disjunct distribution of two taxa (1, 2).



# I tracks generalizzati di Croizat e la Panbiogeografia

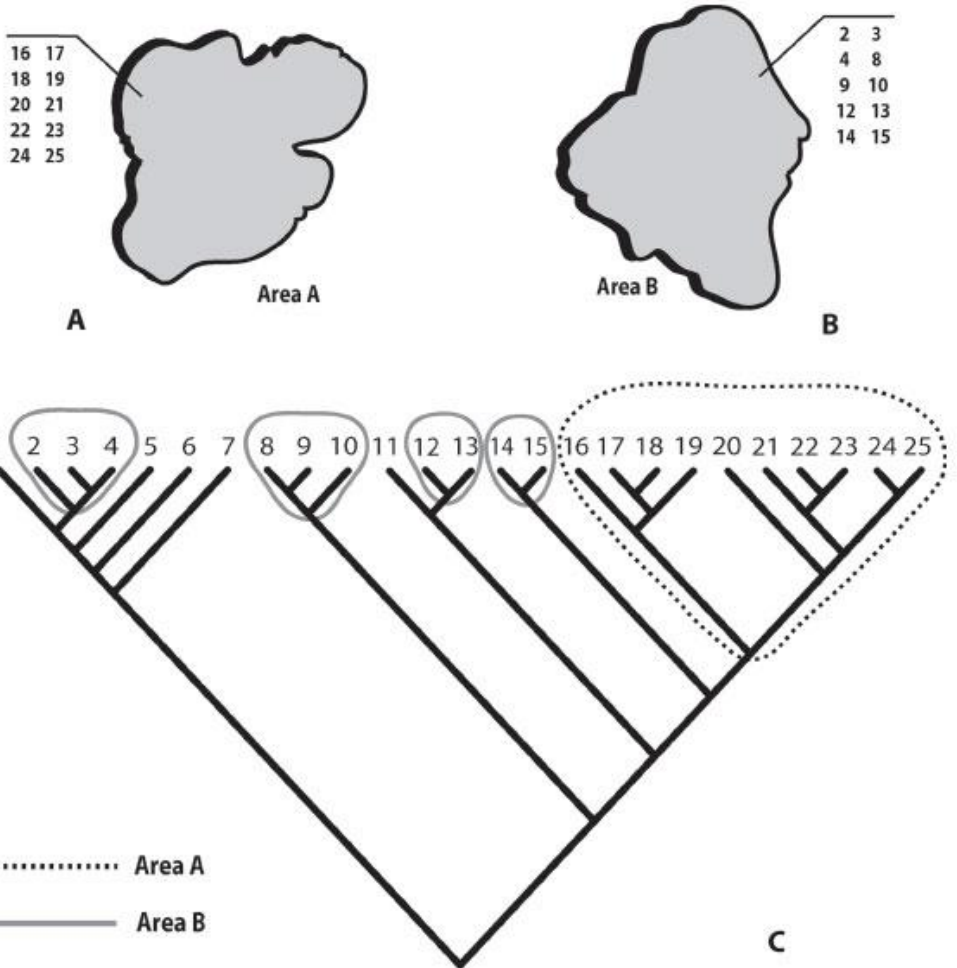
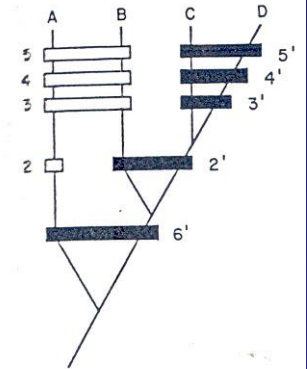


**Panbiogeography: "distantly-related ("unrelated") taxa have similar disjunction patterns"**

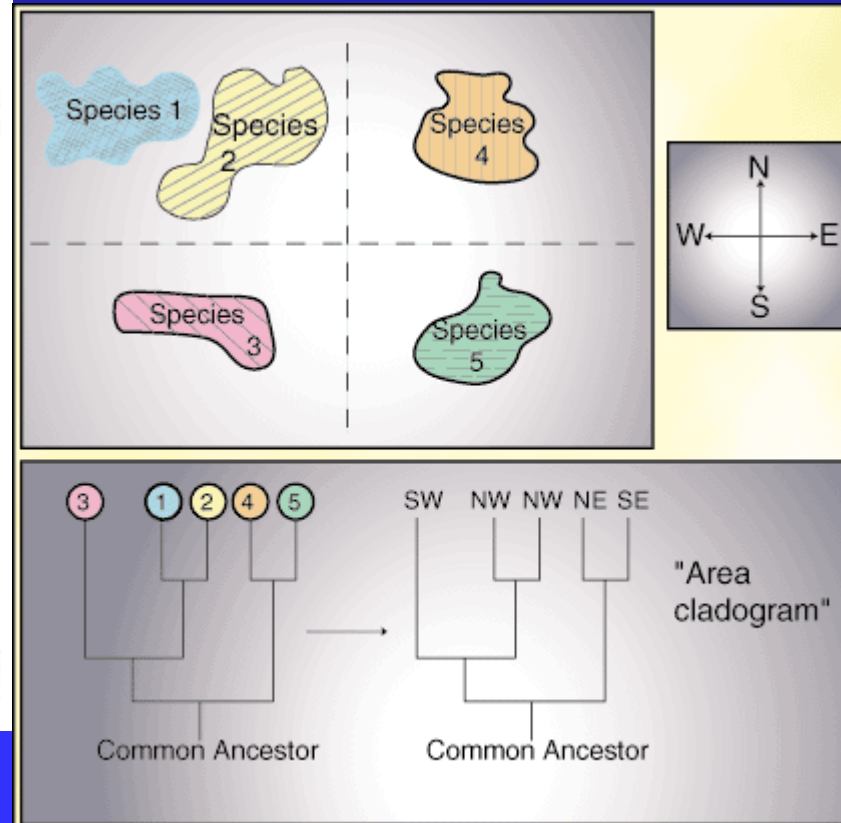


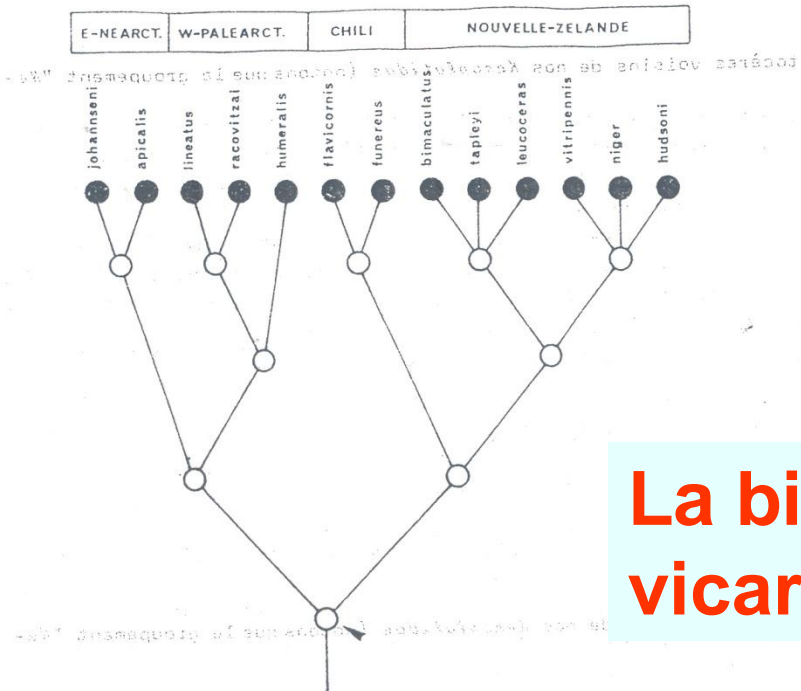
# La biogeografía cladística

Terms for Supraspecific Taxa

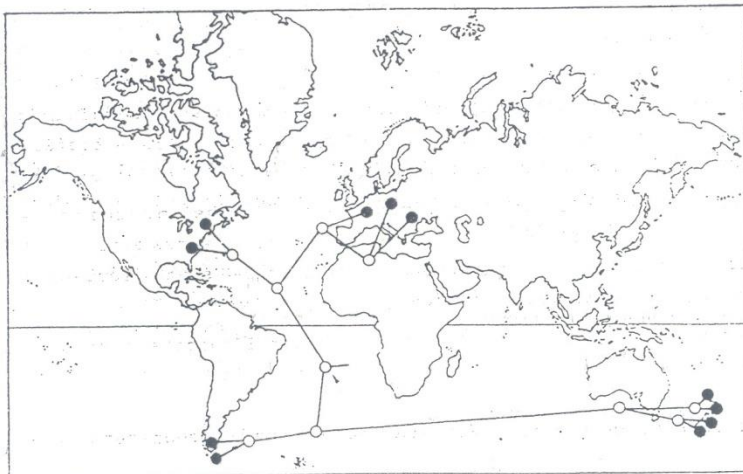


**FIGURE 3:** Areas A and B have the same number of species (10 species each). A. Distribution of species 16-25 in area A. B. Distribution of species 2-4, 8-10 and 12-15 in area B. C. Phylogenetic relationships including the taxa distributed in areas A and B showing that area B has a larger number of distantly related monophyletic groups than A.





ig. 4 : Hypothèse de phylogénie des *Cerotelion*. La fleche indique l'espèce ancestrale commune.



ig. 5 : Le cladogramme précédent, reporté sur la mappemonde. La fleche indique l'espèce ancestrale commune et non un éventuel centre d'origine.

## La biogeografia della vicarianza "classica"

# Foundations of Biogeography

Classic Papers with Commentaries

Edited by Mark V. Lomolino, Dov F. Sax, & James H. Brown

I taxa endemici come elementi indicatori

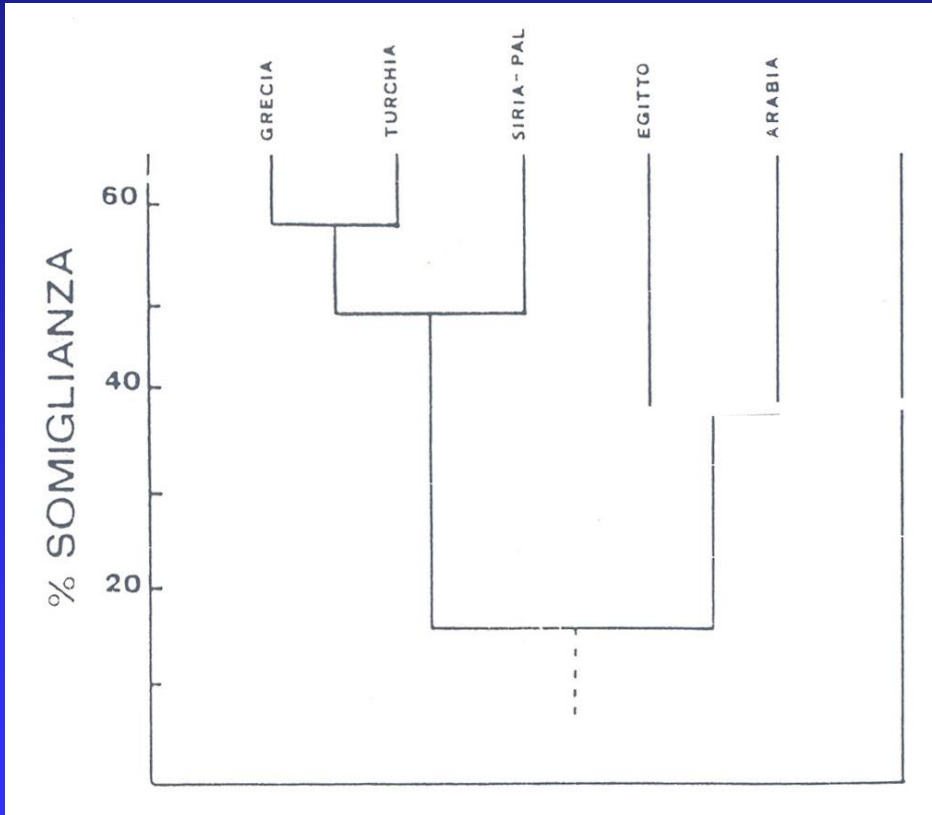




# Somiglianza zoogeografica (dispersione)

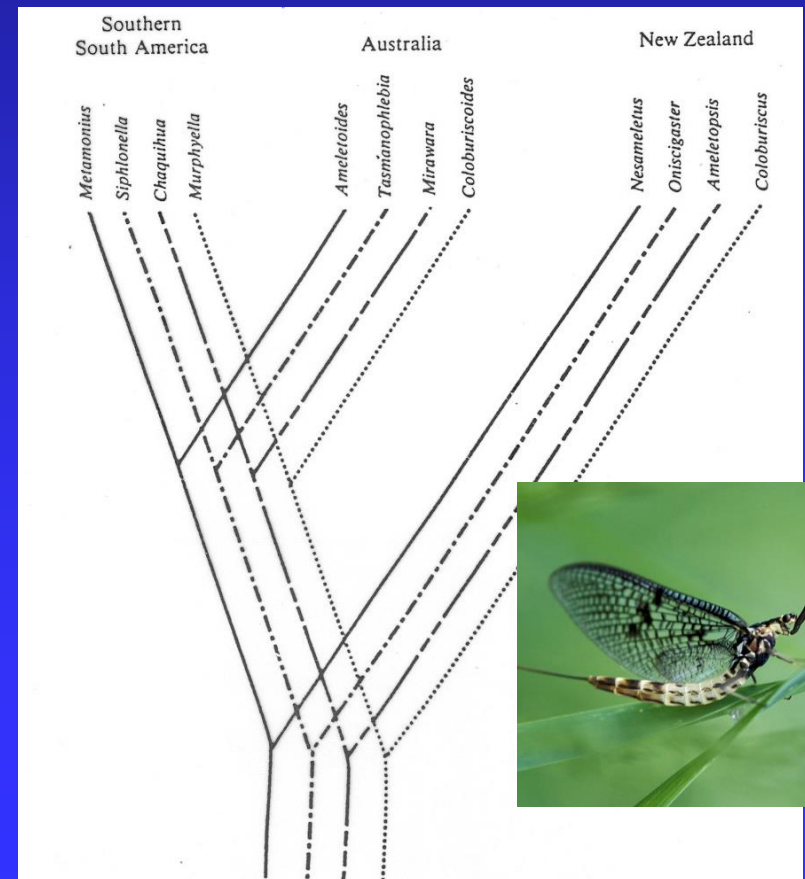
VS

# Affinità zoogeografica (vicarianza)



**Somiglianza tra popolamenti di Meloidae del Mediterraneo Orientale**

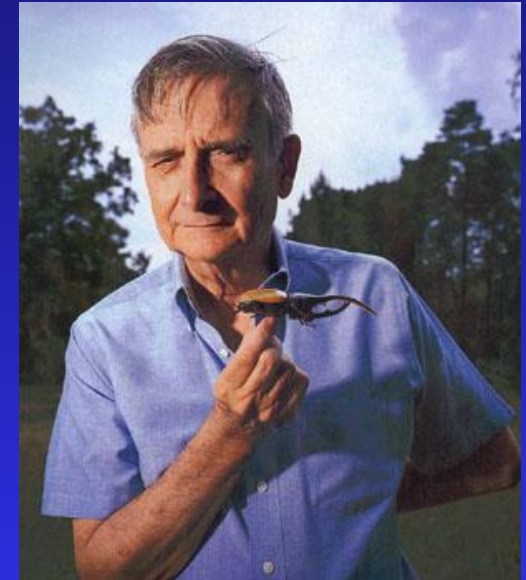
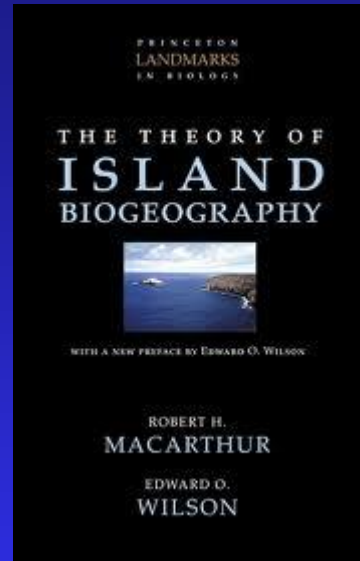
# Affinità tra faune sulla base degli Efemerotteri endemici



# **Modello della biogeografia dell'insularità**

# Il modello della biogeografia dell'insularità (MacArthur & Wilson, 1967)

Ha una valenza biogeografica, ma è applicato anche a situazioni di insularità continentale (frammenti di ecosistemi, cime di montagne, sistemi di grotte) nonché alle metapopolazioni e nell'ecologia della conservazione



## The equilibrium theory of Island Biogeography

- Introduced by R H MacArthur & E O Wilson in 1963.
- The theory attempts to explain the 3 basic characteristics of island life:
  - the species area curve
  - the effect of isolation
  - species turnover

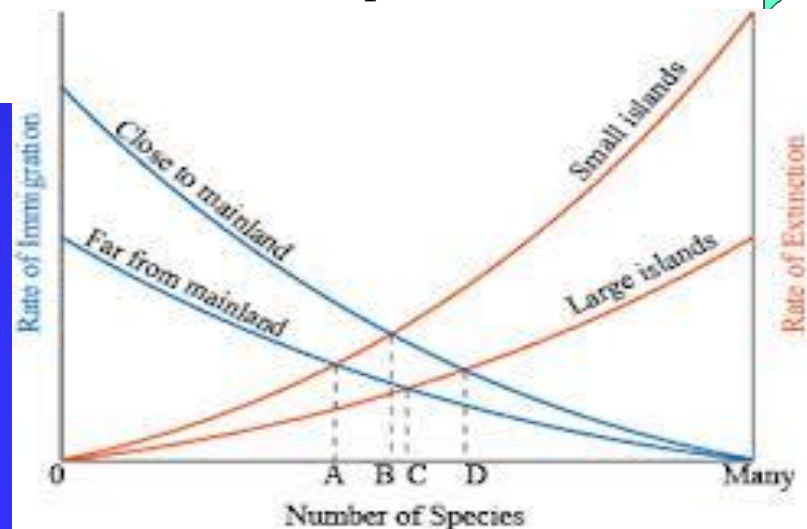
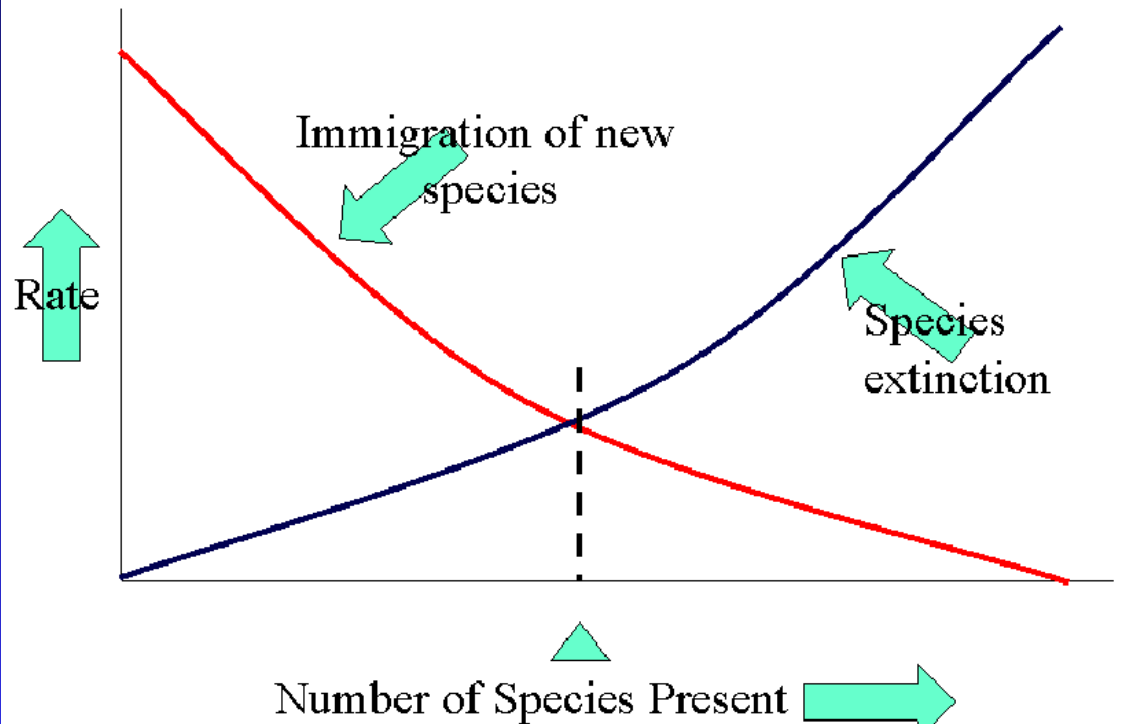




# Modello dell'equilibrio

Area e numero di specie sono in equilibrio

Parallelo al concetto ecologico di capacità portante di un ecosistema



$$S = C A^z$$

**S = numero di specie presenti**

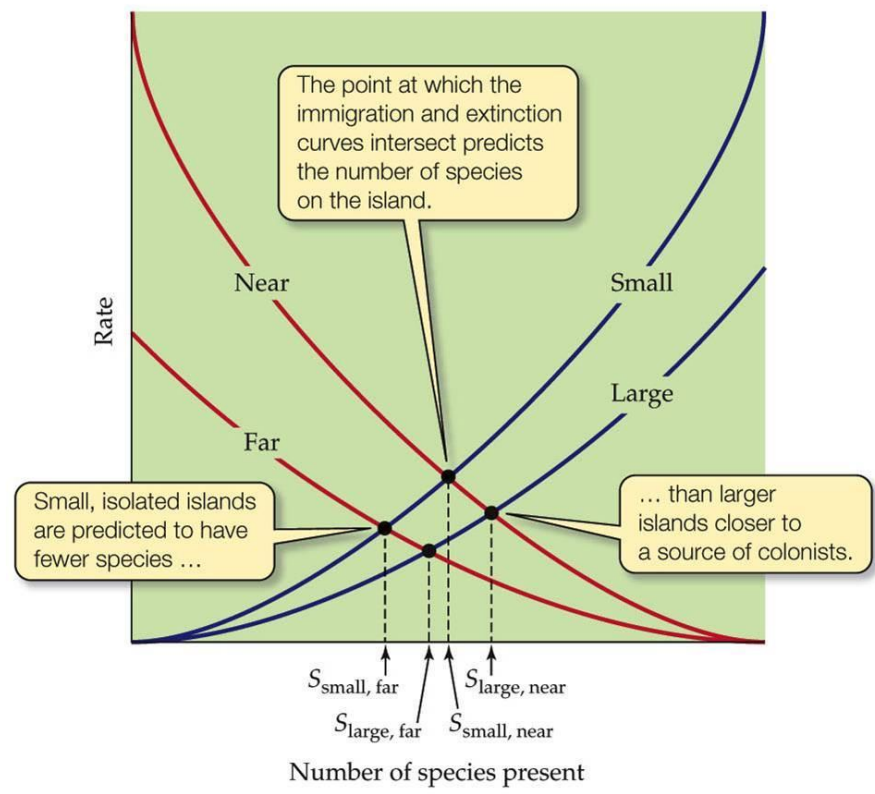
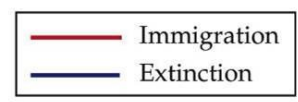
**C = costante che varia a seconda dei gruppi tassonomici ed alla loro vagilità**

**A = area dell'isola**

**z = esponente che si è visto costante per la maggior parte delle situazioni insulari studiate**

Si devono inoltre considerare fattori quali:

- La distanza dal “continente sorgente”
- La grandezza, la visibilità e l'altezza dell'isola



ECOLOGY, Figure 17.21



# Le applicazioni effettuate dimostrano la sperimentabilità della biogeografia ecologica vs quella storica

