

**Università degli Studi di Trieste – a.a. 2022-2023**  
**Corso di Studio in Scienze e Tecnologie per L'ambiente e la Natura**

**213SM – Ecologia**  
**213SM-3 – Ecologia Generale**

**BIODIVERSITA'**

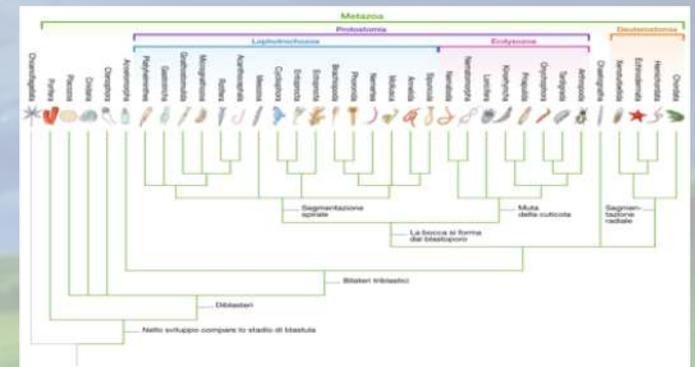
**Prof. Stanislao Bevilacqua ([sbevilacqua@units.it](mailto:sbevilacqua@units.it))**

# Biodiversità

La diversità biologica (o biodiversità), cioè la quantità di varietà biologica è definita come “...*la variabilità tra gli organismi viventi di ogni tipo, provenienti da ecosistemi terrestri, marini e da altri ecosistemi acquatici, nonché dei complessi ecologici di cui fanno parte. Ciò include la diversità entro le specie, fra le specie e la diversità degli ecosistemi.*”

(Art. 2 della *Convenzione sulla diversità biologica* di Rio de Janeiro, 1992)

La biodiversità comprende ogni aspetto della vita, genetico, filogenetico, compositazionale, funzionale, paesaggistico (comunità, ecosistemi).



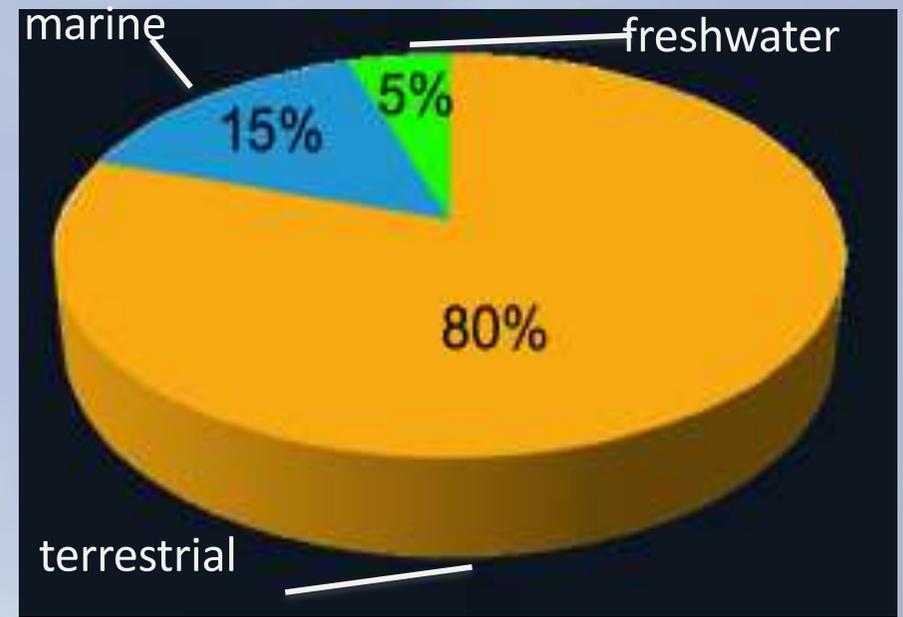
Il “modo” più comune di intendere la diversità biologica è quello di considerare il numero assoluto di specie viventi in una data regione geografica, in una certa area, in un certo periodo, o in una data comunità/ecosistema.

# Quante specie ci sono?

~1500000 di specie conosciute

~solo 250000 sono marine

~34 phyla animali, 80% è marino + le alghe (e alcune fanerogame), virus, batteri e funghi



Esistono varie stime della biodiversità totale in specie sul pianeta. Potrebbero essere dai due agli otto-dieci milioni in effetti (Costello et al. 2013).

I gruppi meno conosciuti e con maggiore probabilità di essere sottodimensionati sono gli invertebrati terrestri e marini, i batteri.

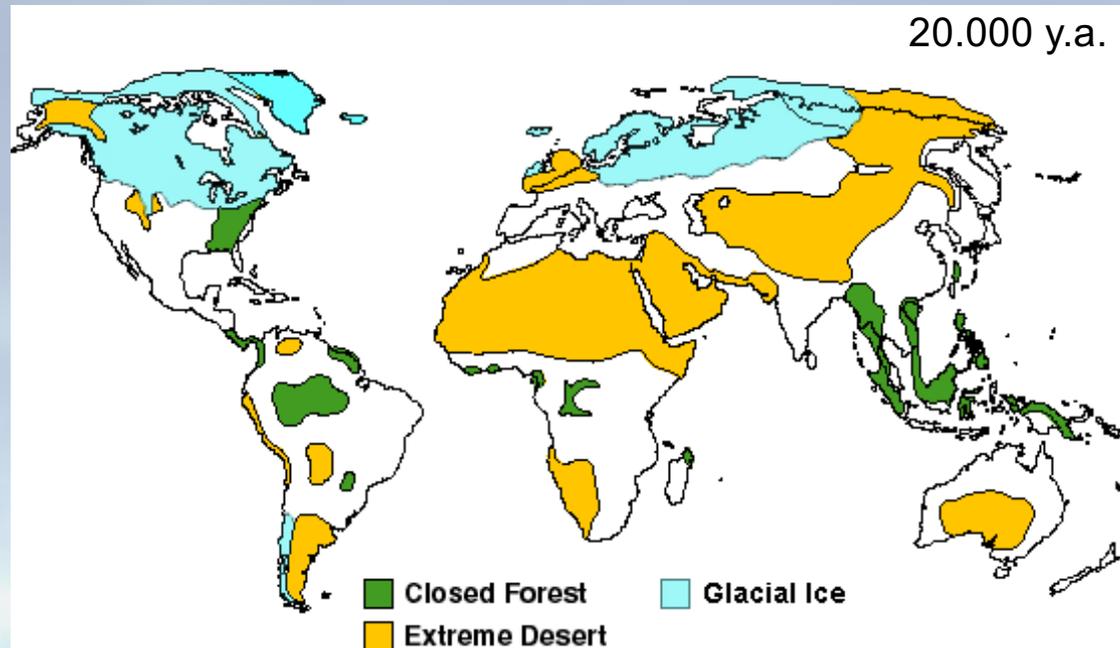
# Fattori che influenzano la biodiversità

- Fattori geografici (e.g. latitudine)
- Produttività, clima, storia
- Predazione, competizione
- Disturbo, isolamento, eterogeneità

L'ipotesi temporale (o del tempo evolutivo): le comunità si diversificano col tempo, lungo una scala che arriva a milioni di anni, e una comunità più vecchia è probabilmente più diversificata.

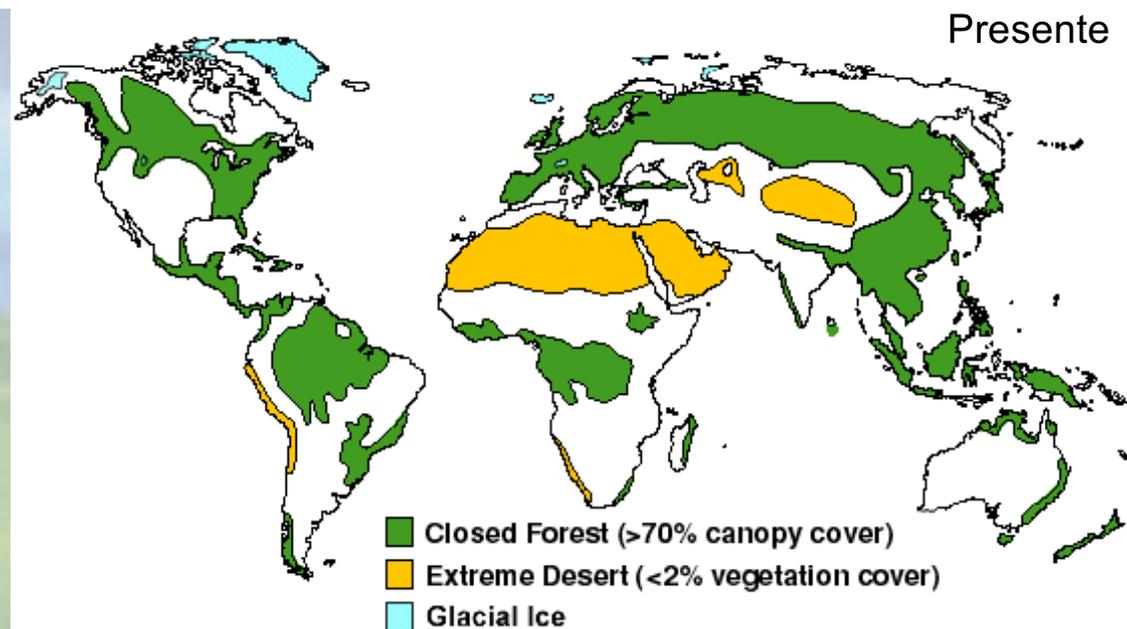
Questo fondamentalmente perché più tempo per immigrazione, instaurarsi di processi di differenziazione (ripartizione delle risorse con conseguente restringimento delle nicchie e specializzazione) e quindi speciazione, e strutturazione di relazioni biologiche.

# Stabilità del tempo evolutivo



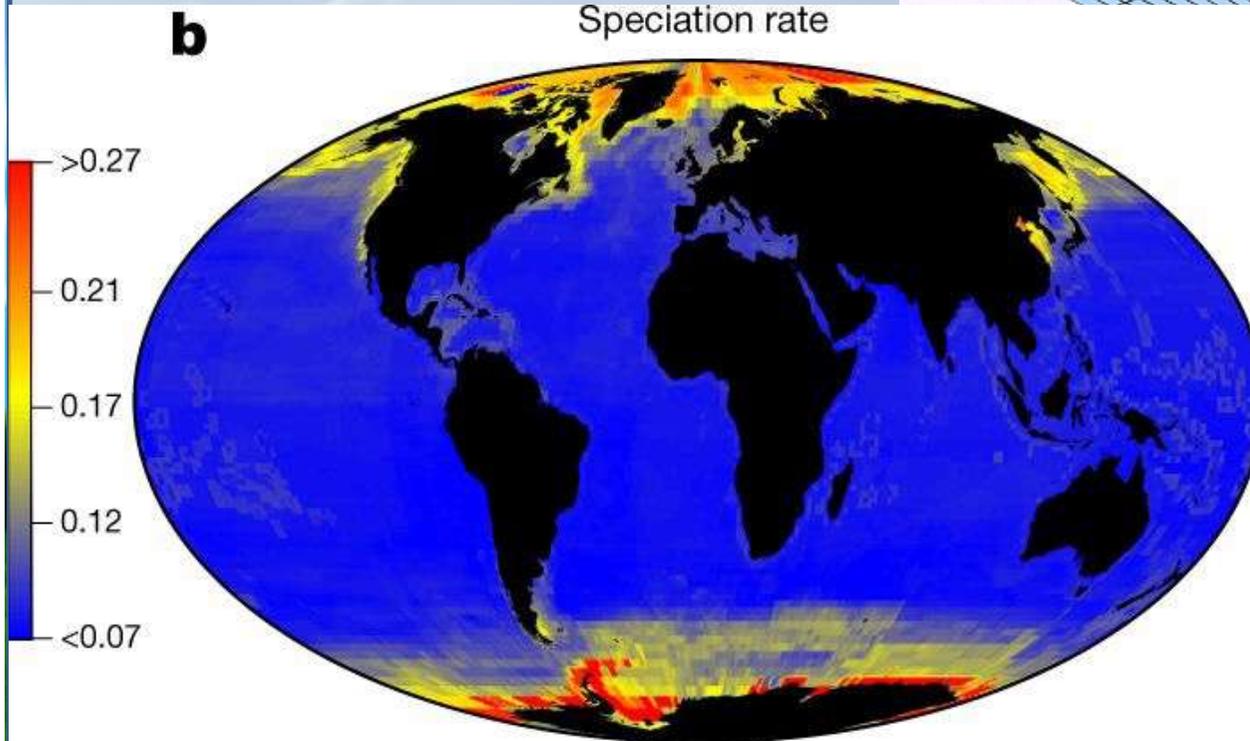
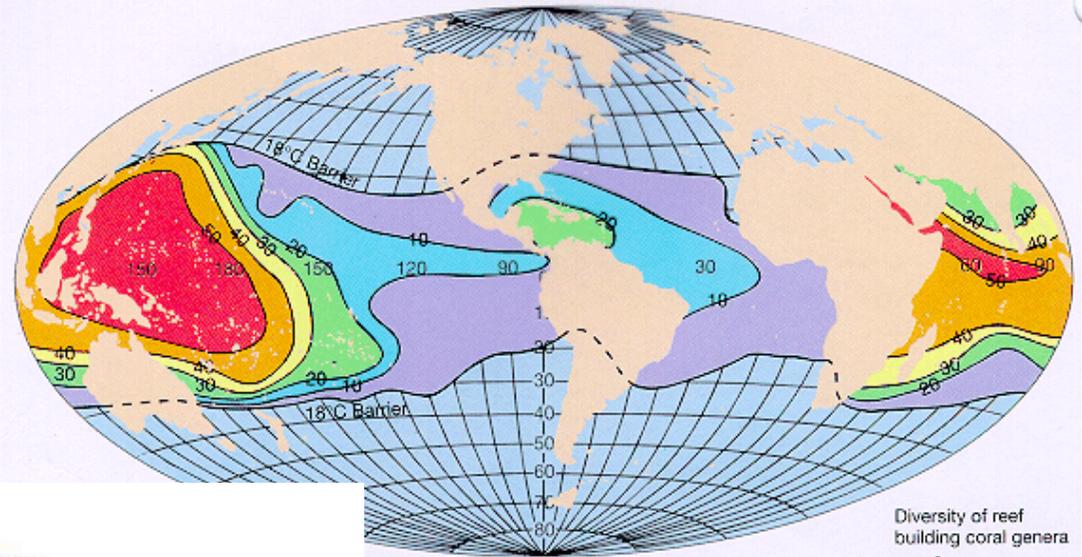
L'estensione di molti sistemi è cambiata tra l'ultimo periodo glaciale ed il presente. Circa 20.000 anni fa la foresta amazzonica era ridotta ad 1/3 del presente ed i deserti molto più vasti.

Ad ogni modo, le aree tropicali hanno subito minori cambiamenti, e i sistemi in queste zone hanno sperimentato un tempo evolutivo più lungo.



# Stabilità

Un gradiente interoceanico è stato messo in evidenza per la fauna bentonica: l'Oceano Pacifico (più vecchio) ha molte più specie dell'Oceano Atlantico.



Rabosky et al. 2018

Recenti studi hanno però messo in risalto il fatto che i tassi di speciazione potrebbero essere molto più alti a basse latitudini.

# Stabilità delle condizioni dell'ambiente

Più stabili sono i **fattori ambientali o il clima** più specie sono presenti, dato che è meno probabile che una specie si estingua quando le condizioni ambientali si mantengono prevedibili. Un clima stabile è quello che varia poco o nulla durante le stagioni per lunghi periodi di tempo.

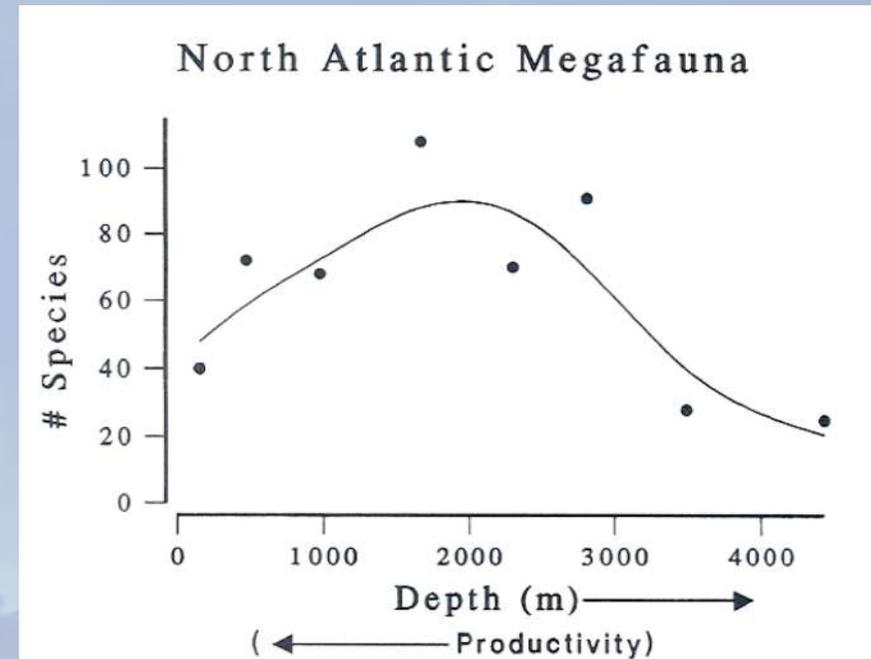
Stabilità **non necessariamente come assenza di variabilità**, ma anche come **prevedibilità o ciclicità** delle variazioni. Gli ambienti che presentano cicli di variazione prevedibili e costanti possono essere più diversificati rispetto agli ambienti imprevedibili. È maggiore la possibilità di adattamento all'ambito della variazione.

Tuttavia, anche ambienti con variazioni prevedibili, ad esempio con marcata stagionalità, possono sostenere poche specie, se le condizioni pur prevedibili sono estreme. Questo perché pochi organismi sono adattati a sopravvivere in **condizioni ambientali aspre** (es. bassissime o altissime temperature, o pH molto acido o molto basico).

# Stabilità-tempo

**Stability-Time Hypothesis** (Sanders, 1968). L'ipotesi prevede che l'instabilità dell'ambiente fisico impedisce il formarsi di comunità diversificate. Se l'ambiente si mantiene stabile per abbastanza tempo, l'immigrazione e la speciazione porteranno ad un aumento della diversità. L'ipotesi nasce per spiegare il gradiente di diversità bentonica con la profondità. In particolare, competizione e predazione porteranno a specializzazione e restringimento delle nicchie ecologiche.

Tuttavia, (1) il comportamento alimentare è abbastanza uniforme: molti organismi sono detritivori o filtratori, con alcuni predatori; (2) spesso gli organismi sono generalisti, cioè si basano su un'alimentazione varia; (3) la rarefazione degli individui rende difficile l'interazione competitiva.

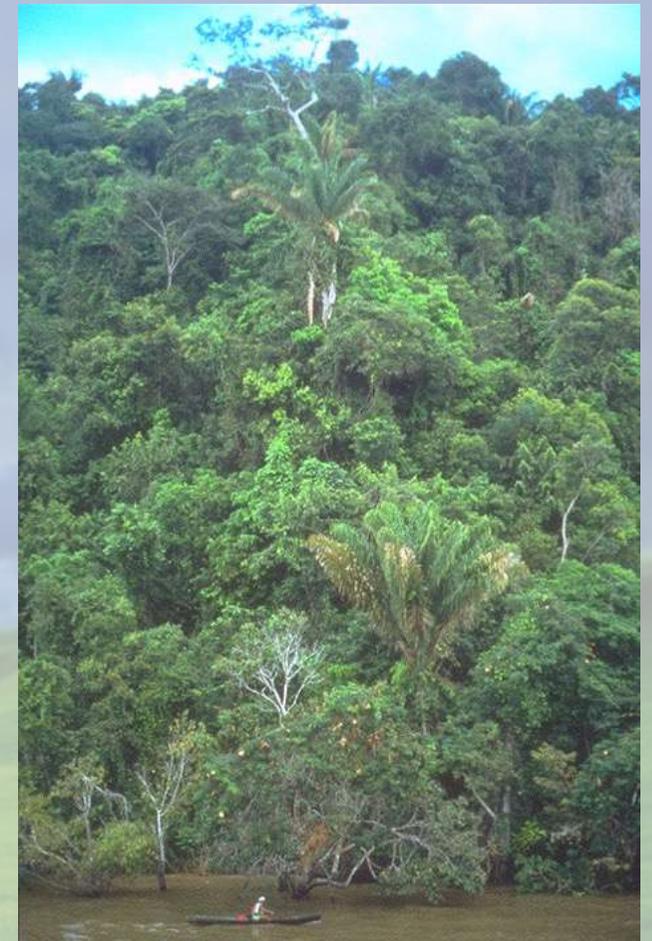


# Il contributo delle interazioni biologiche

In ambienti favorevoli la selezione è controllata da interazioni biologiche più che dai fattori fisici. La competizione interspecifica è spesso importante e decisiva nel regolare la diversità.

In questo caso le specie hanno evoluto nicchie ristrette, aumentando la diversità specifica dato che più specie devono dividersi le risorse disponibili attraverso un processo di ripartizione.

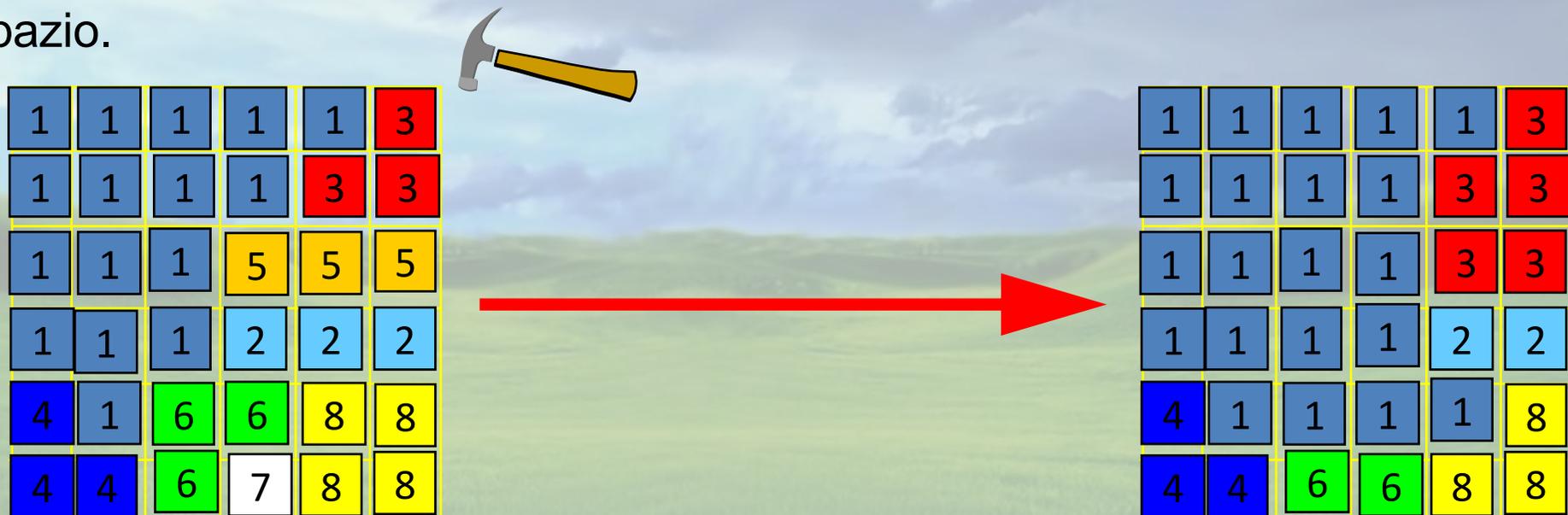
Ciò avviene, ad esempio, nelle foreste pluviali tropicali o nelle barriere coralline.



# Il disturbo

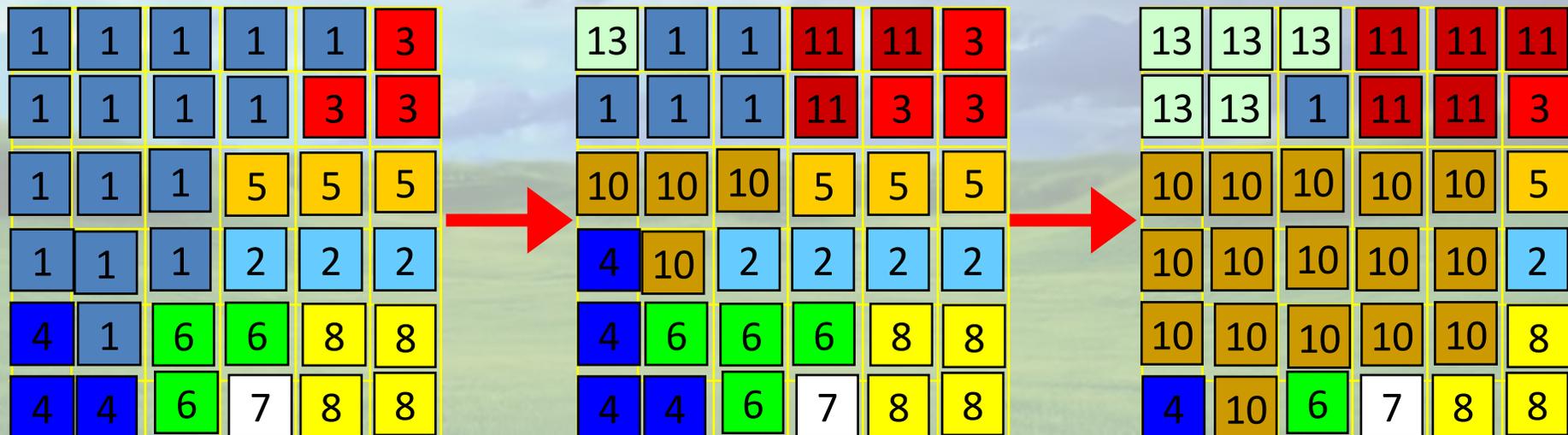
Il disturbo è un fenomeno dovuto alla continua e densità-indipendente rimozione di organismi da una comunità. Nelle comunità non sature (nelle quali tutte le nicchie potenziali non sono occupate), la competizione è ridotta e la coesistenza è possibile senza esclusione competitiva.

S.J. Connell (1978) formulò l'**ipotesi del disturbo intermedio** per spiegare la diversità nelle foreste pluviali e nelle barriere coralline. Secondo l'ipotesi, quando il disturbo è basso (frequenza o intensità), i competitori forti escludono le altre specie, assumendo che questi siano più efficienti nell'occupare lo spazio.



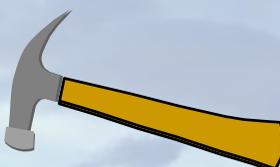
# Ipotesi del disturbo intermedio

Quando il disturbo è frequente e/o forte, i competitori forti generalmente sono generalmente ridotti o esclusi, e i competitori deboli si insediano e colonizzano lo spazio. La diversità è bassa perché solo poche specie saranno adattate a tollerare questi livelli elevati di disturbo.



# Ipotesi del disturbo intermedio

Infine, quando il regime di disturbo possiede una frequenza e una intensità intermedia, sia i competitori forti che quelli deboli riusciranno a coesistere dato che il livello di disturbo sarà abbastanza alto da impedire l'esclusione competitiva e creando nuove patch disponibili, ma sufficientemente debole da non causare l'estinzione locale dei competitori forti.



1	1	1	1	1	3
1	1	1	1	3	3
1	1	1	5	5	5
1	1	1	2	2	2
4	1	6	6	8	8
4	4	6	7	8	8



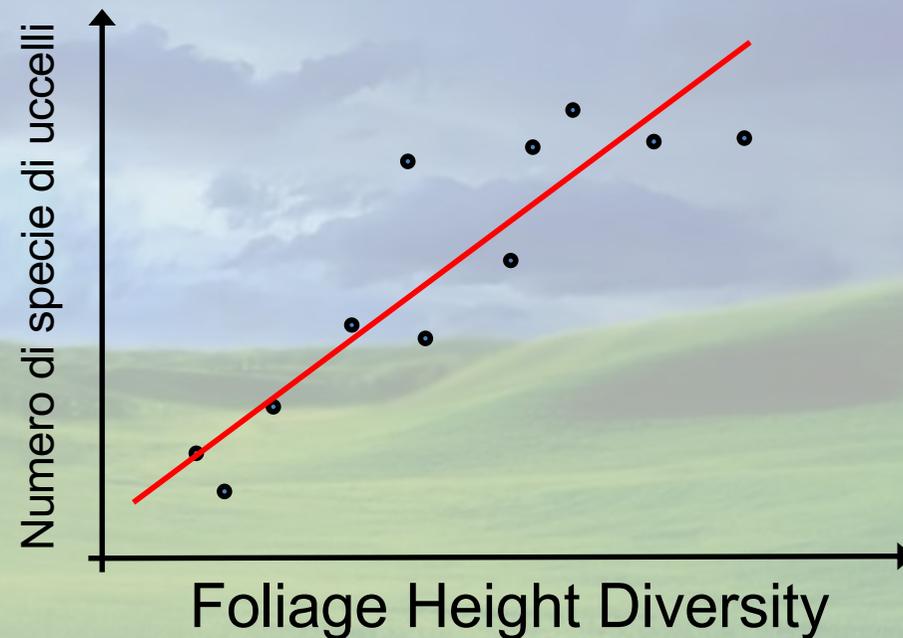
13	1	1	11	11	3
1	1	1	11	3	3
10	10	10	5	5	5
4	10	2	2	2	2
4	6	6	6	8	8
4	4	6	7	8	8

# Complessità ambientale

Più è strutturalmente eterogeneo un ambiente, maggiore sarà la diversità di flora e fauna. In pratica, un ambiente strutturalmente eterogeneo (e.g., con molti organismi strutturanti, o con dominanza di un organismo strutturante, o complesso dal punto di vista dell'ambiente fisico) avrà una maggiore diversità dovuta ad un maggiore numero di nicchie disponibili. Una foresta contiene più specie di una prateria, o una barriera corallina contiene più specie di un substrato roccioso uniforme.

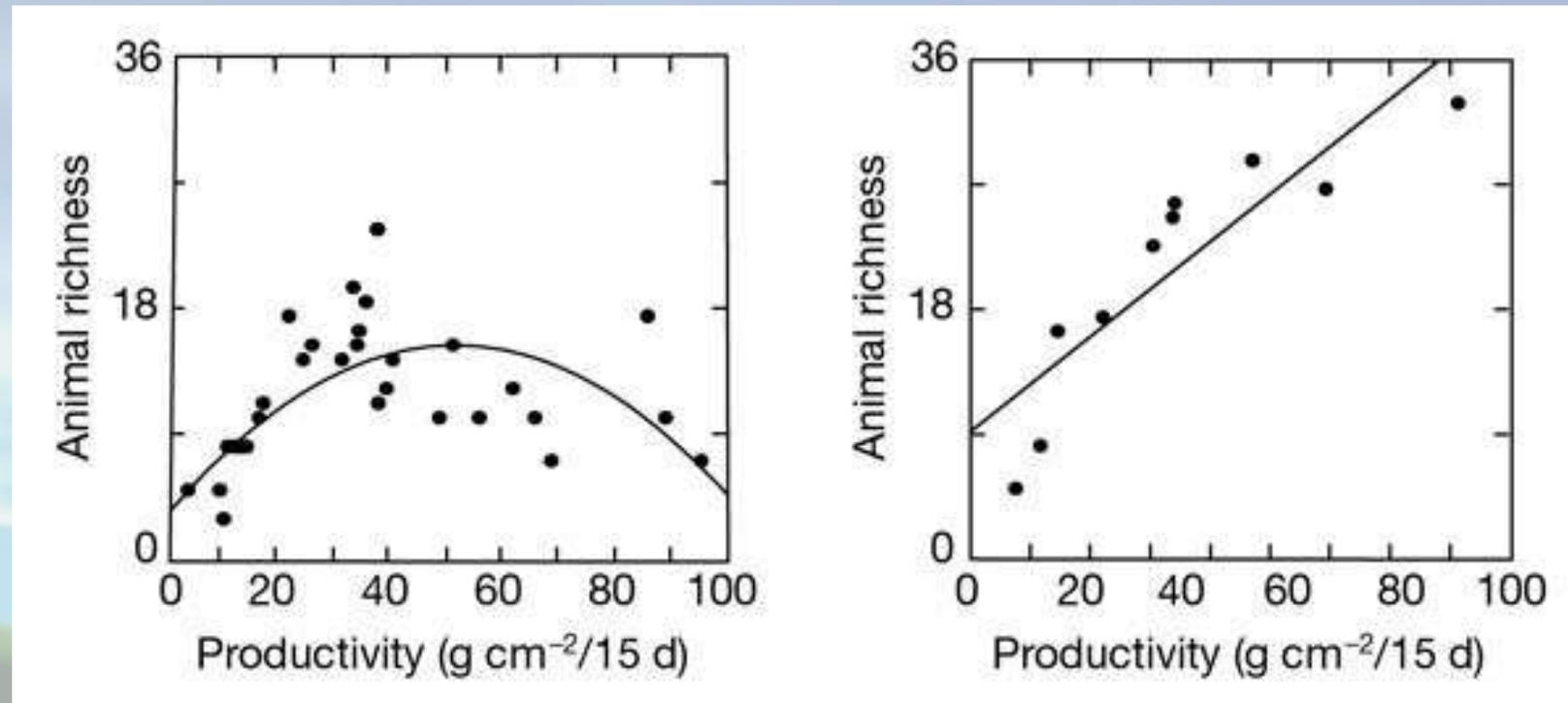
Per esempio, esiste una relazione tra la complessità dello strato fogliare ed il numero delle specie di uccelli.

Specie strutturanti promuovono la diversità, agendo da *habitat-former*.



# Produttività

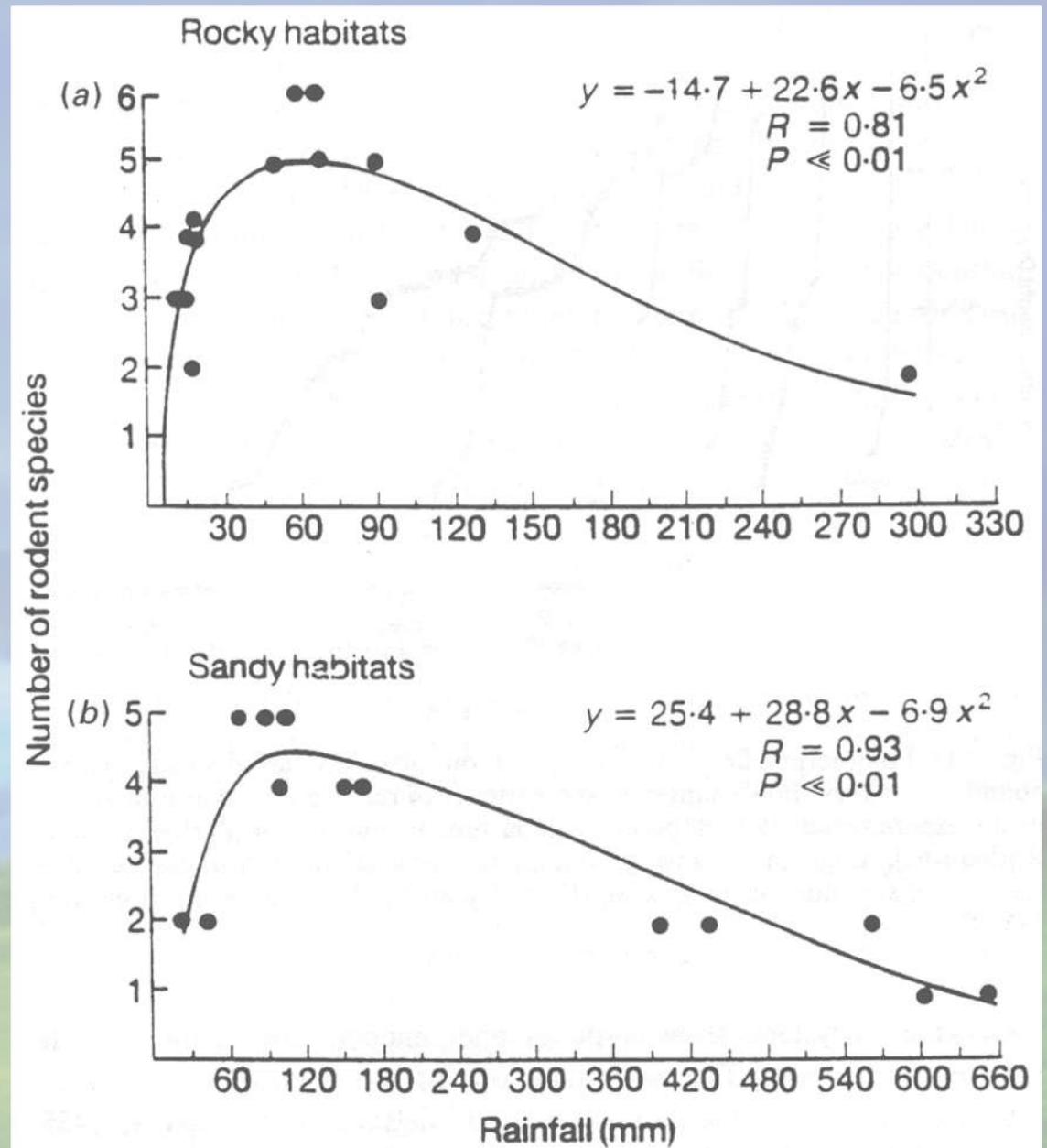
Gli ambiente poco produttivi sono generalmente poco diversificati. Maggiore produttività primaria stimola maggiore produttività secondaria, e un maggior quantità (e numero) di risorse (biomassa disponibile al consumo) potrebbe sostenere un numero maggiore di specie.



L'andamento della relazione non è univoco. Ambienti molto produttivi possono essere poveri in specie se meccanismi di esclusione competitiva favoriscono i migliori "sfruttatori". Mentre, se altri fattori promuovono l'eterogeneità nella composizione in specie, maggiore produttività può portare a maggiore ricchezza specifica.

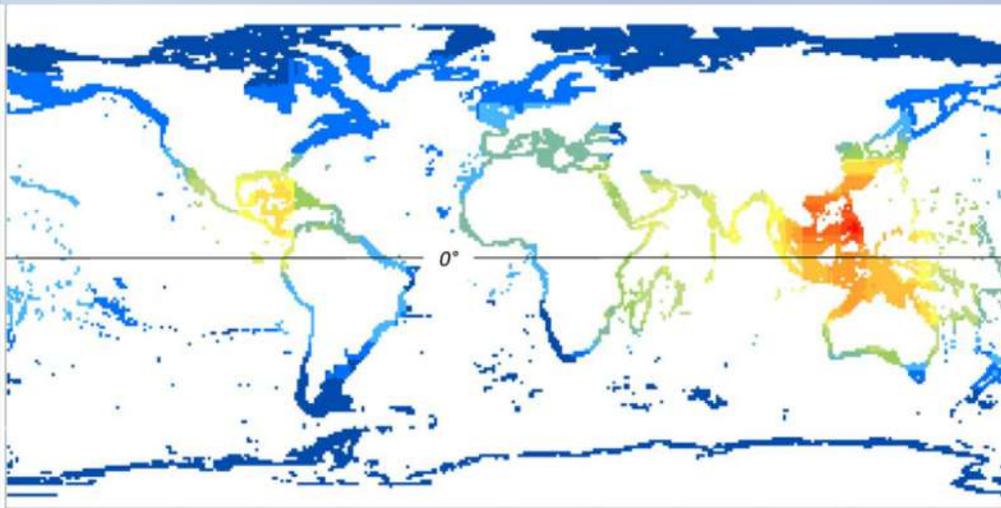
# Paradosso dell'arricchimento

Esiste anche una relazione negativa tra diversità e produttività, detta “il paradosso dell'arricchimento”. Questo è particolarmente evidente negli ambienti acquatici in risposta a fenomeni di eutrofizzazione o negli ambienti desertici a causa di un eccesso di piovosità.

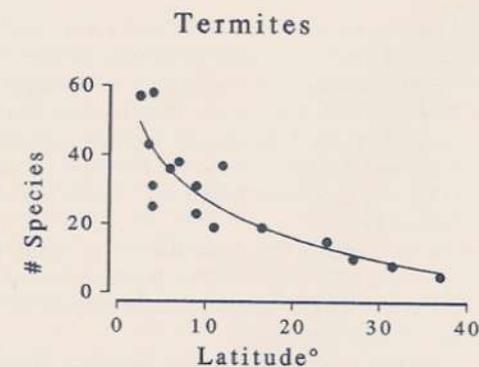
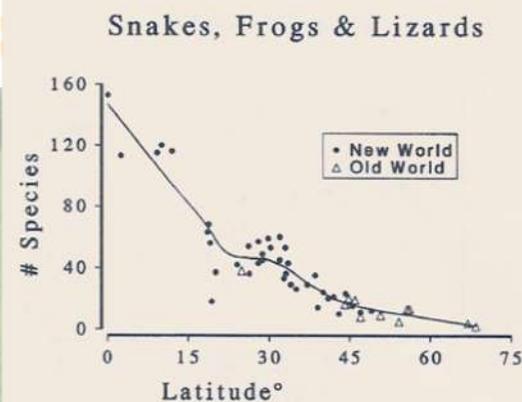
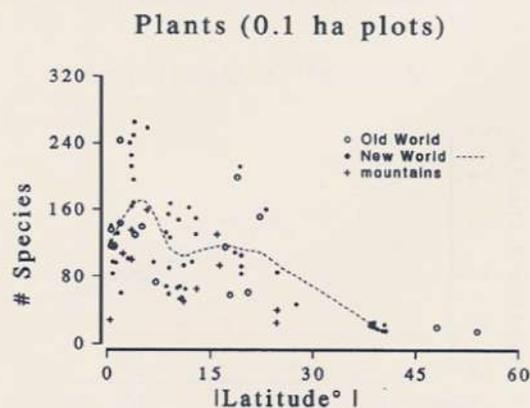


# Multicausalità

Nessuna delle ipotesi fatte è in grado di spiegare esaurientemente la distribuzione della biodiversità, e in molti casi l'esito degli esperimenti per testare la validità delle diverse ipotesi ha dato risultati contrastanti. La verità probabilmente è che più fattori si combinano nel determinare il livello di diversità di un'area, o di una comunità, e in definitiva la distribuzione delle specie nello spazio.



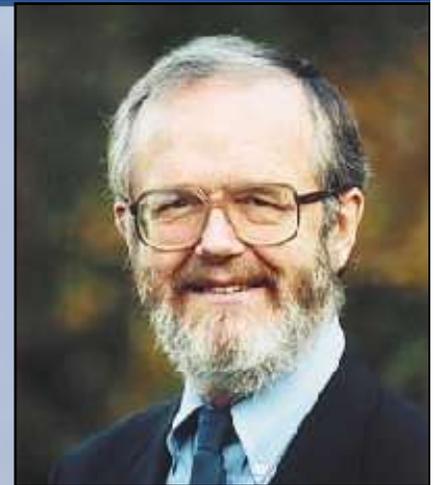
Ad esempio, il gradiente latitudinale nel numero di specie, in cui questo cresce generalmente dai poli all'equatore, è probabilmente determinato dall'interazione di più fattori, come la stabilità delle condizioni, il tempo evolutivo, la maggiore produttività, il disturbo intermedio, la temperatura.



# Hotspots

Il concetto di **hotspot** è stato introdotto alcuni anni fa dall'ecologo Norman Myers (1988) per denominare quei luoghi della superficie terrestre nei quali è particolarmente alta la concentrazione di specie vegetali rispetto all'unità di superficie.

La definizione formale implica la presenza di almeno 1500 specie endemiche e la perdita di almeno il 70% dell'habitat.

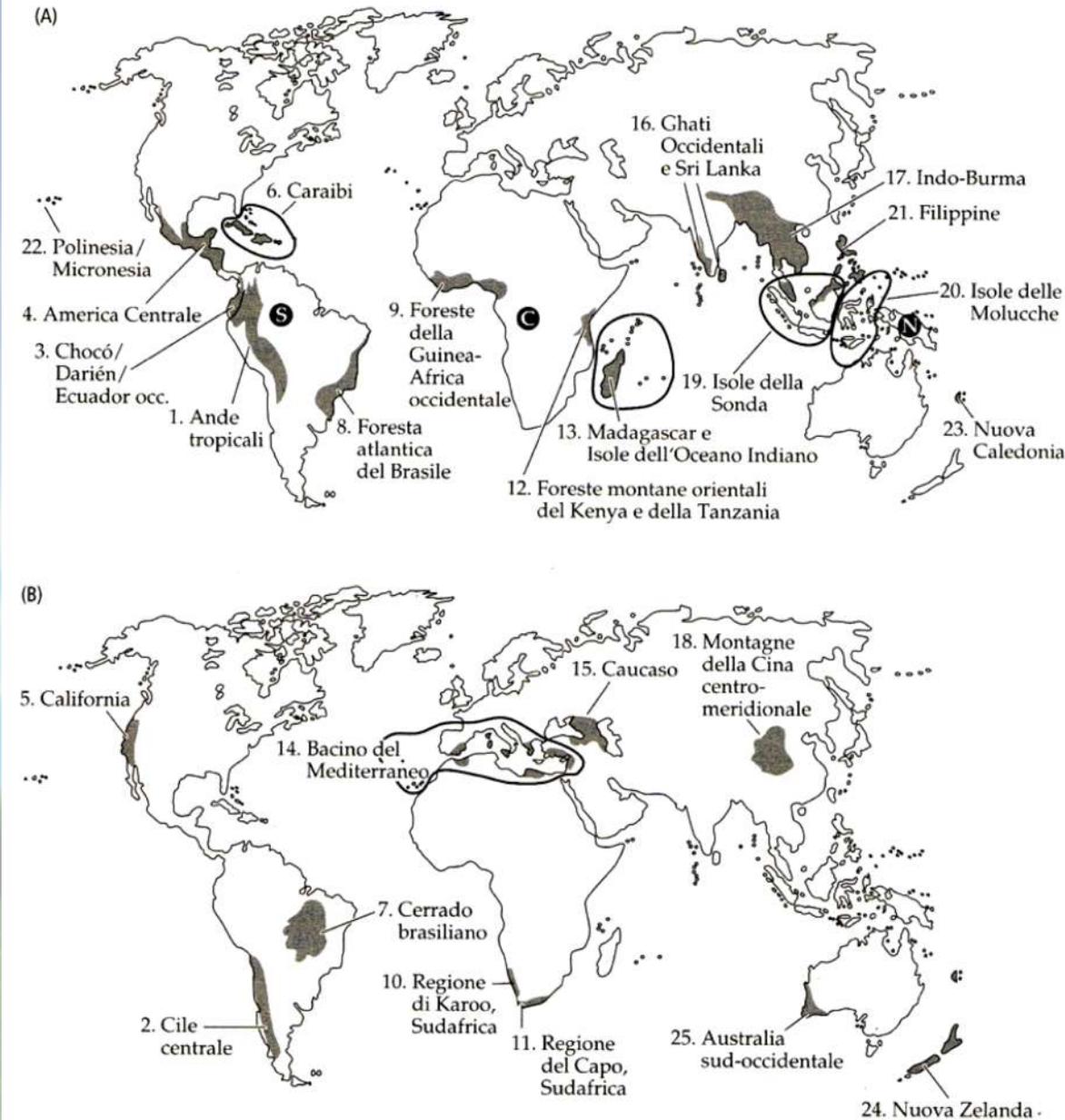


## Tropical rain forest "hotspots"

Hotspot	Original extent of forest (× 1000 ha)	Present extent of forest (× 1000 ha)	No. of plant species in original forest	Endemic species in original forest (percent)
New Caledonia	1,500	150	1,580	89
Madagascar	6,200	1,000	6,000	82
Atlantic Coast forest, Brazil	100,000	2,000	10,000	50
Philippines	25,000	800	8,500	44
Eastern Himalayas	34,000	5,300	9,000	39
Northern Borneo	19,000	6,400	9,000	39
Peninsular Malaysia	12,000	2,600	8,500	28
Western Ecuador	2,700	250	10,000	25
Colombian Chocó	10,000	7,200	10,000	25
Western Amazonia	10,000	3,500	20,000	25



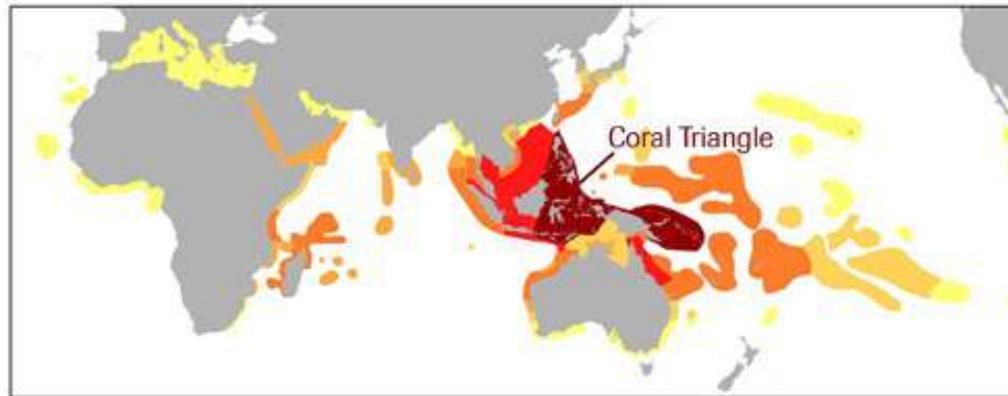
# Hotspots terra



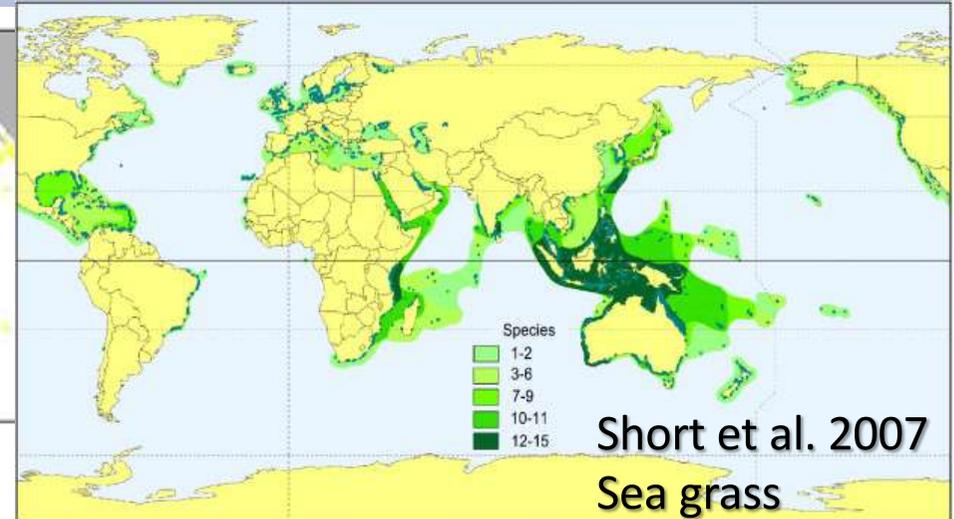
Le 25 aree (A) contengono circa 50.000 specie endemiche di piante, il 20% del totale mondiale, su una superficie di 764.400 km<sup>2</sup>, solo lo 0,5% delle terre emerse. Particolarmente ricche di endemismi sono le 8 aree a clima mediterraneo (B).

# Hotspots mare

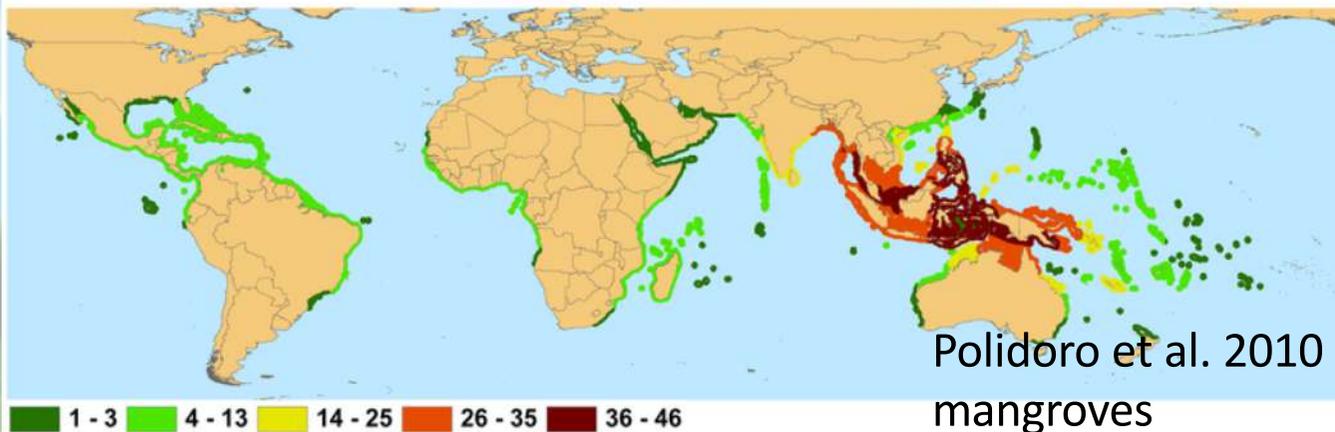
Più in generale, un hotspot è un'area geografica caratterizzata da una **ricchezza specifica** particolarmente **elevata** e da un **alto numero di endemismi**.



Knowlton et al. 2010  
corals  
number of coral reef species per ecoregion  
0-100 101-200 201-300 301-400 401-500 501-600



Short et al. 2007  
Sea grass



Polidoro et al. 2010  
mangroves

Il Mar Mediterraneo, ad esempio, può essere considerato un hotspot di biodiversità marina. Possiede circa il 6% della biodiversità della macrofauna e flora marine al livello mondiale, con un 20-30% di endemismi.

Anche se rappresenta solo lo 0.7% circa della superficie degli oceani terrestri.



# Paesi a megadiversità

Table 4.4

"Top ten" countries with the largest number of species of selected well-known groups of organisms

Rank	Mammals	Birds	Amphibians	Reptiles	Swallowtail butterflies	Flowering plants <sup>a</sup>
1	Indonesia 515	Colombia 1721	Brazil 516	Mexico 717	Indonesia 121	Brazil 55,000
2	Mexico 449	Peru 1701	Colombia 407	Australia 686	China 99-104	Colombia 45,000
3	Brazil 428	Brazil 1622	Ecuador 358	Indonesia ca. 600	India 77	China 27,000



Biodiversity "hot-spots" (Myers, 1988 and 1990)  
 Megadiversity countries (McNeely et al., 1990)

Indonesia  
 Brasile  
 India  
 Cina  
 Messico  
 Perù  
 Colombia  
 Ecuador  
 Australia  
 Congo  
 Sono detti paesi a megadiversità Dato l'enorme numero di specie e di endemismi presenti nei loro territori

# Italia

*Abies nebrodensis*



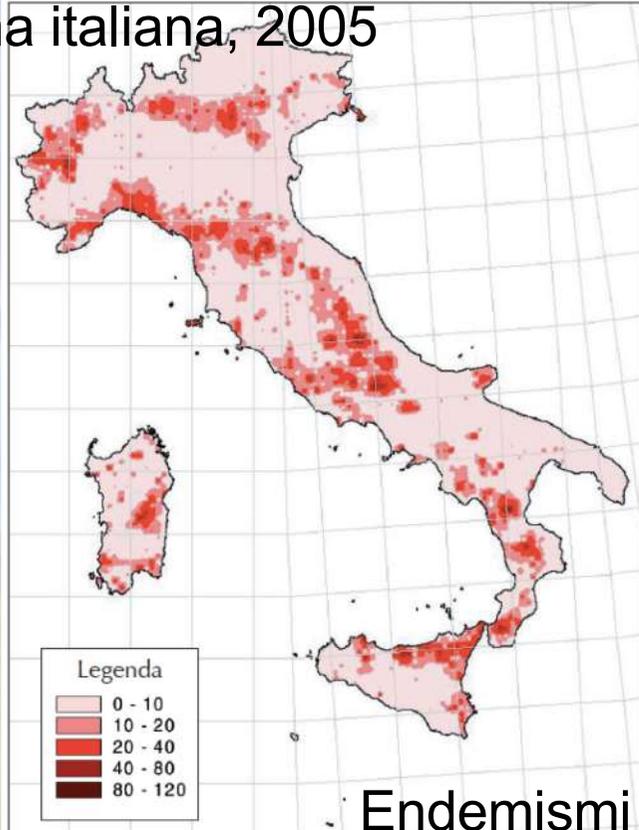
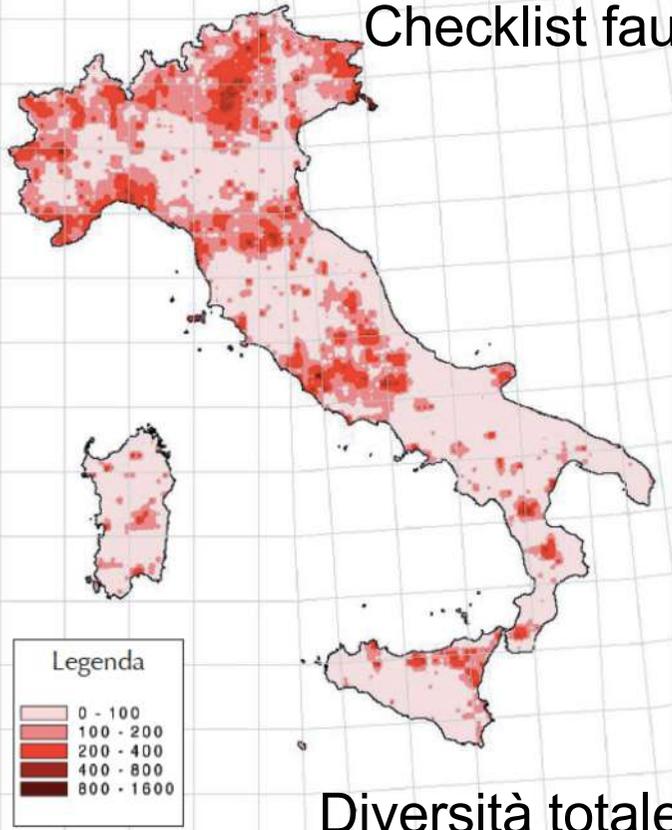
*Salamandrina  
tergoiditata*



*Acipenser naccarii*



Checklist fauna italiana, 2005



1.169 Briofite / 2.704  
Licheni / 8.195 Piante  
vascolari / 1.400  
specie  
fitoplanctoniche  
60000 specie animali.  
Il 5% della biodiversità  
conosciuta con un  
16% di specie vegetali  
e un 20% di specie  
animali endemiche  
(ISPRA, 2020).