

Ecologia

Anno Accademico 2023-24

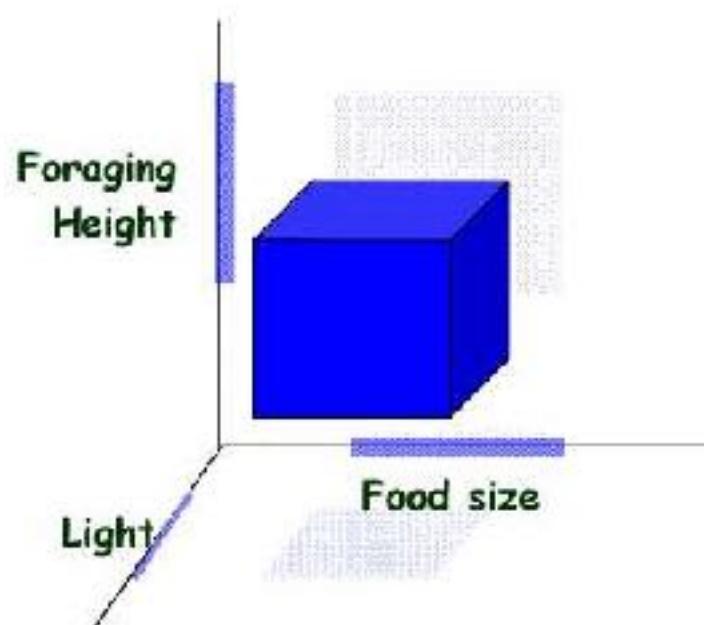
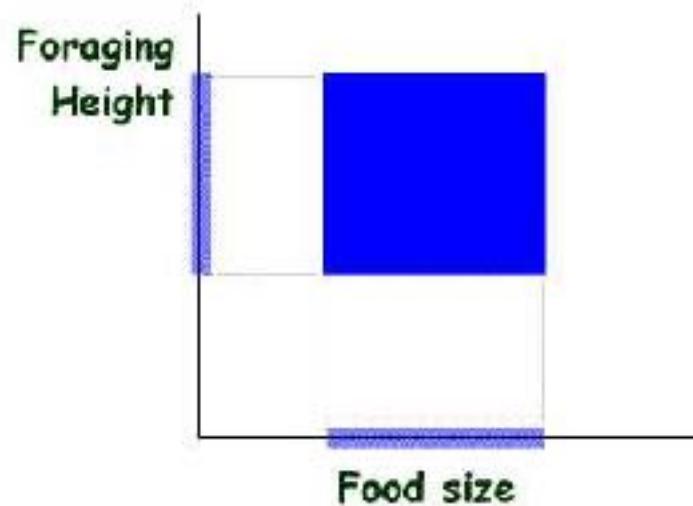
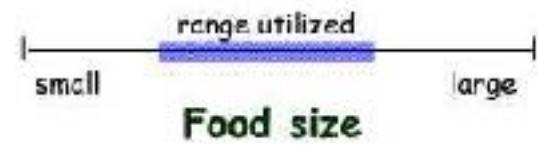
Docente:
Prof. Stefano Martellos
martelst@units.it
(<http://dryades.units.it/SM>)



An **ecological niche** is the role and position a species has in its environment; how it meets its needs for food and shelter, how it survives, and how it reproduces. A species' **niche** includes all of its interactions with the biotic and abiotic factors of its environment.



La **nicchia ecologica** può essere definita come l'ipervolume definito dai fattori che influiscono sulla capacità di sopravvivere di una specie.



Ecological niche

All species which live the same habitat, **no matter how many aspects their niches have in common, there will ALWAYS be some differences** that allow them to avoid competition.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Flamingos feed on small molluscs, crustaceans, and vegetable matter strained from mud pumped through their bills by their powerful tongues.

Dabbling ducks feed by tipping, tail up, to reach aquatic plants, seeds, snails, and insects.

Avocets feed on insects, small marine invertebrates, and seeds by sweeping their bills from side to side in shallow water.

Oystercatchers pry open bivalve shells with their knifelike bills and probe sand for worms and crabs.

Plovers dart around on beaches and grasslands hunting for insects and small invertebrates.

FEEDING HEIGHT (m)

18

12

6

0

KEY



= HABITAT



= NICHE 2



= NICHE 1

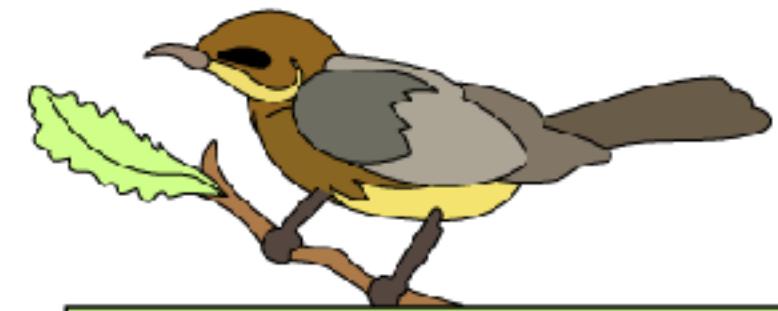


= NICHE 3

SPRUCE TREE



**BAY-BREASTED
WARBLER**
FEEDS IN THE MIDDLE
PART OF THE TREE



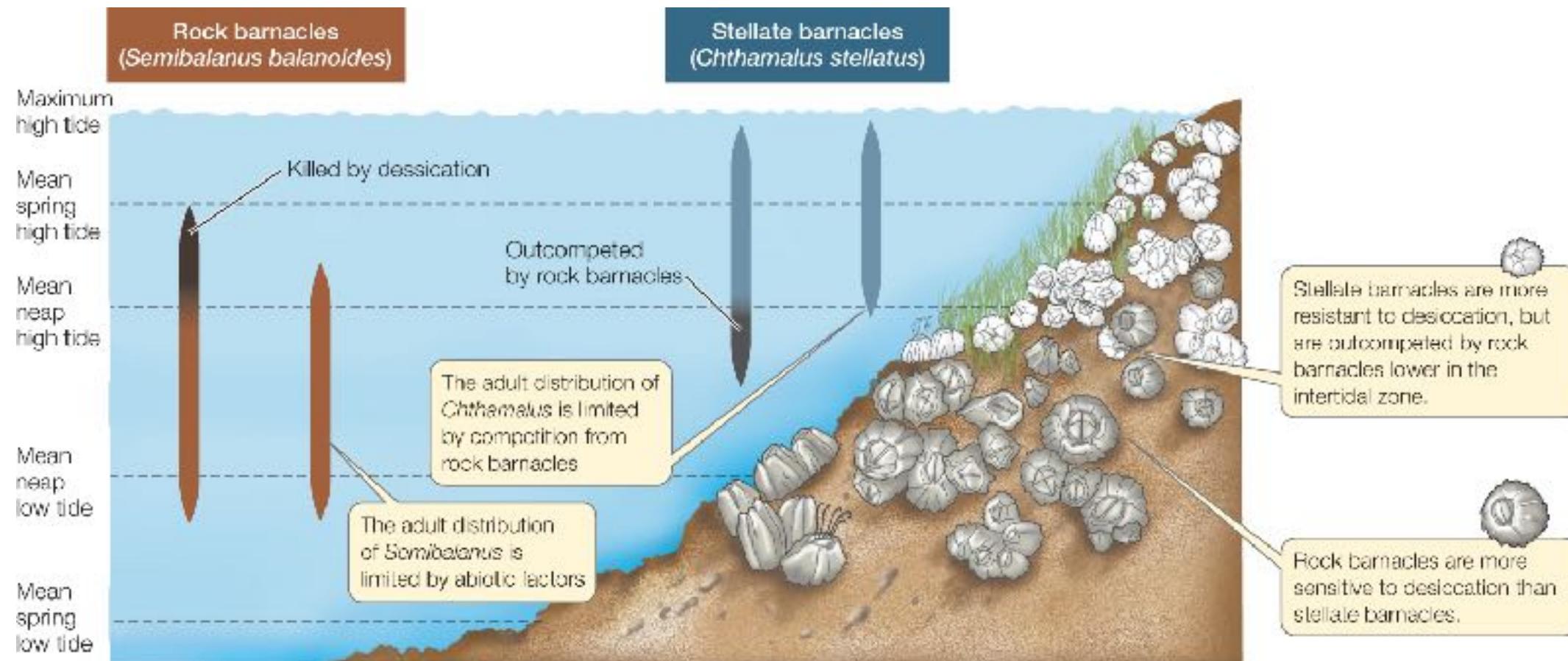
CAPE MAY WARBLER
FEEDS AT THE TIPS
OF BRANCHES NEAR
THE TOP OF THE TREE

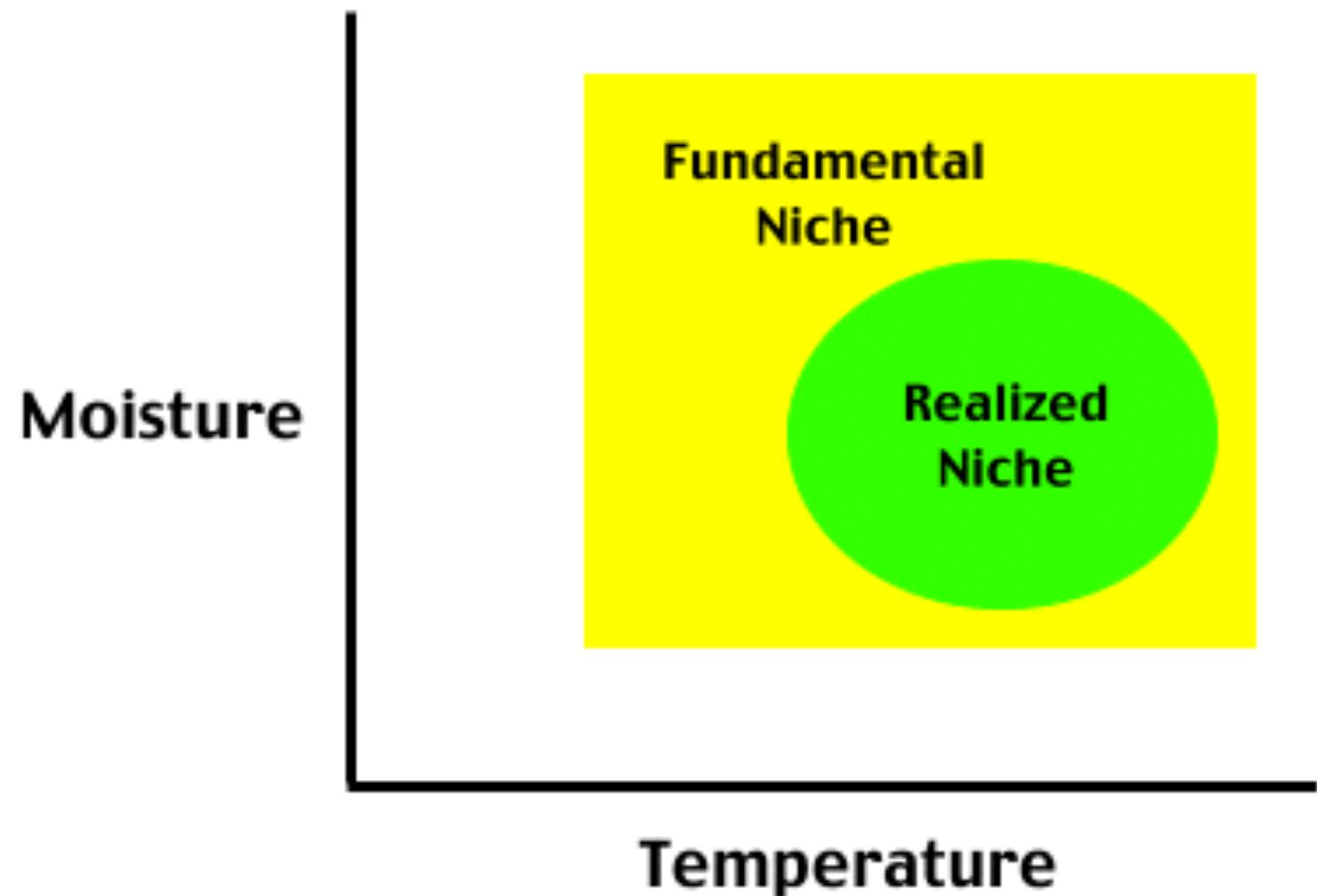


YELLOW-RUMPED WARBLER
FEEDS IN THE LOWER
PART OF THE TREE AND
AT THE BASES OF THE
MIDDLE BRANCHES

Nicchia fondamentale: è la nicchia di ampiezza massima (teorica) che una popolazione può occupare in condizioni ideali, cioè in assenza di competizione, predazione e altre interazioni negative, e con risorse non limitanti.

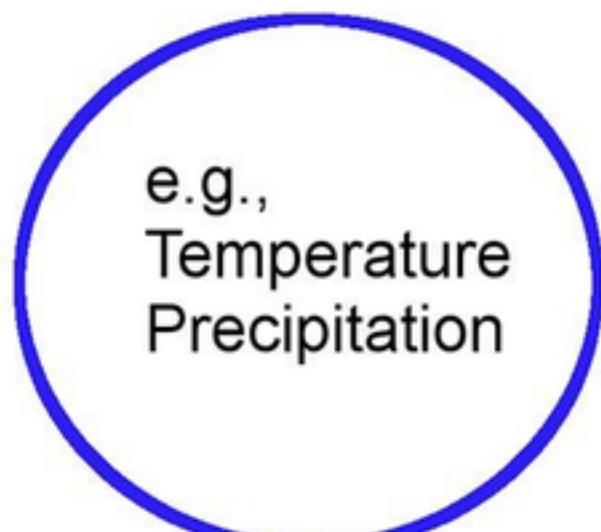
Nicchia realizzata: è la nicchia di una popolazione al netto delle interazioni biotiche come predazione e competizione. La sua dimensione è minore di quella della nicchia fondamentale.







Grinnellian niche



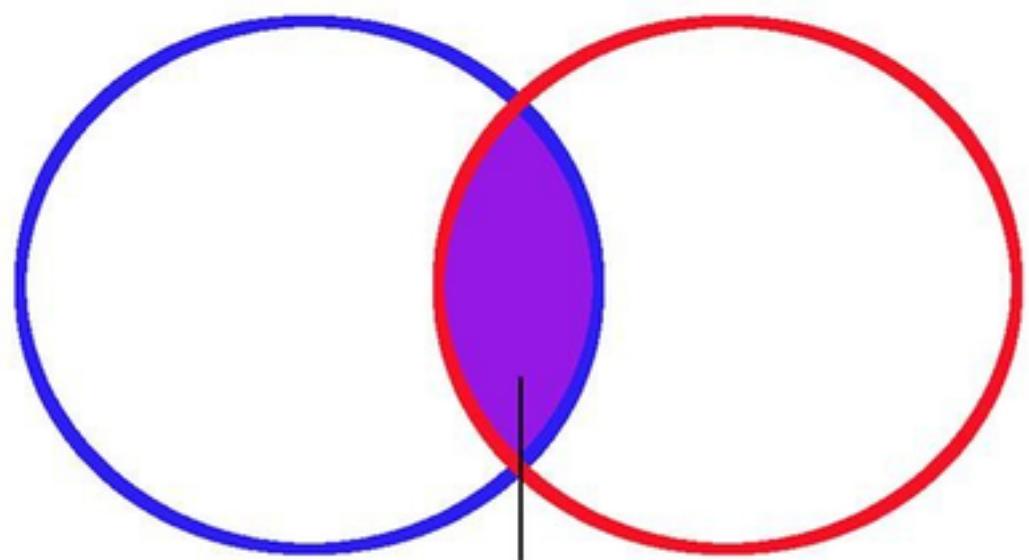
Abiotic

Eltonian niche



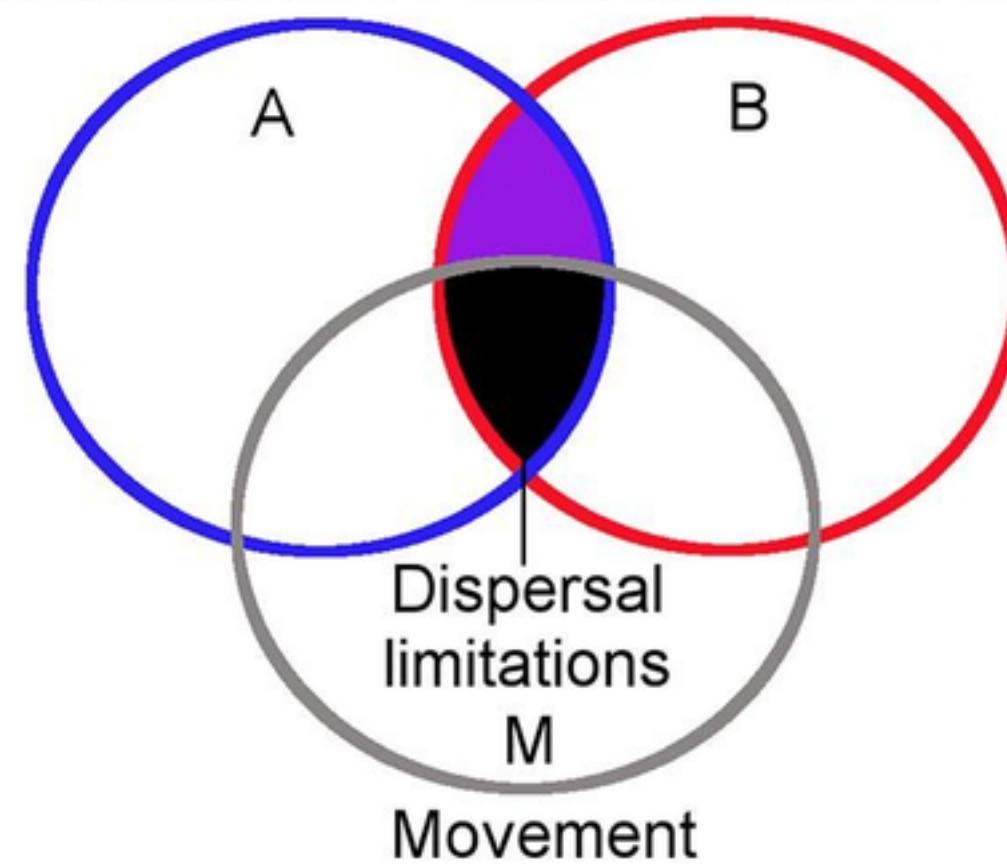
Biotic

Hutchinsonian niche



Biotic interactions limit
the use of Abiotic

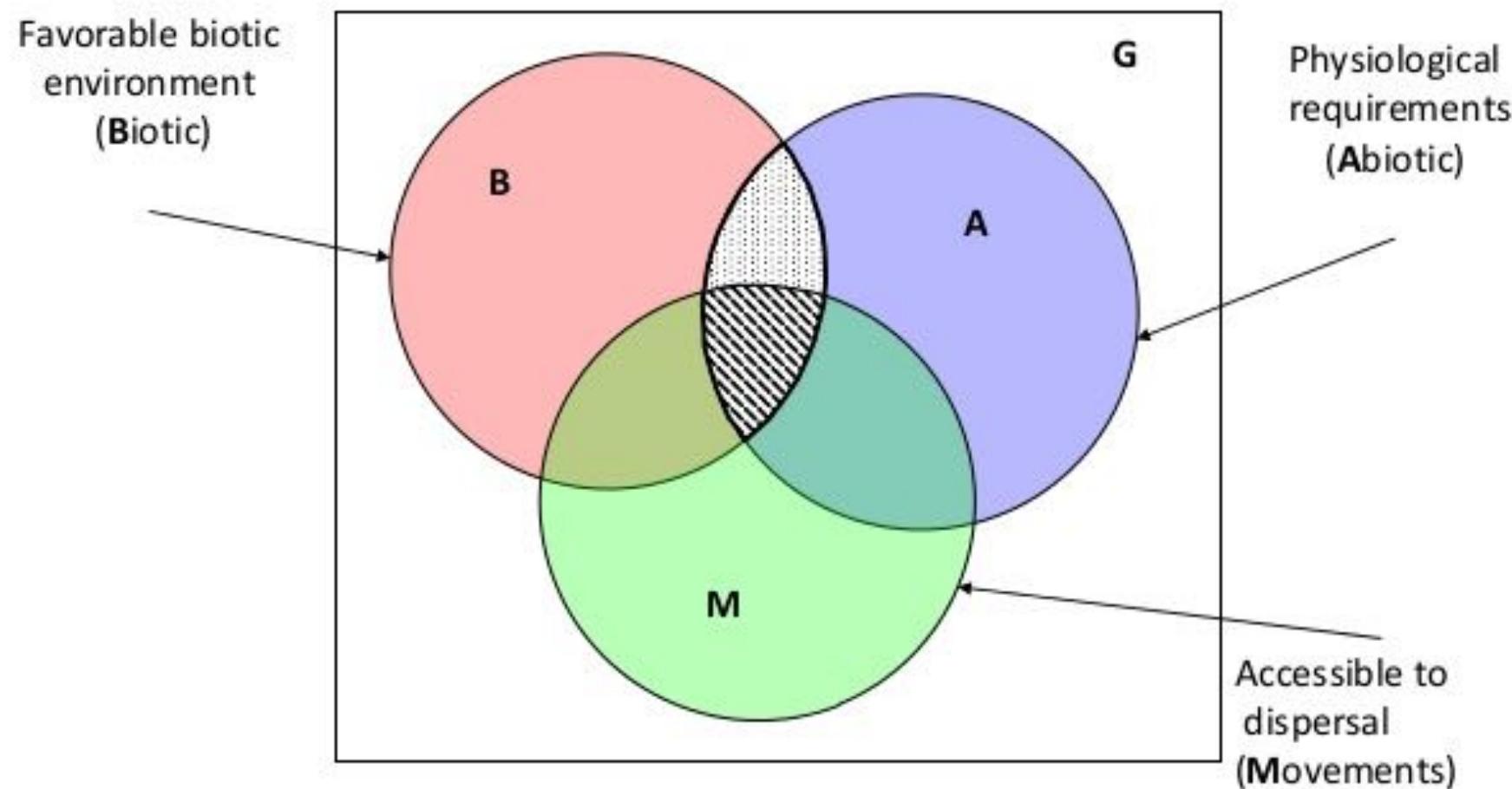
Soberón and Peterson framework

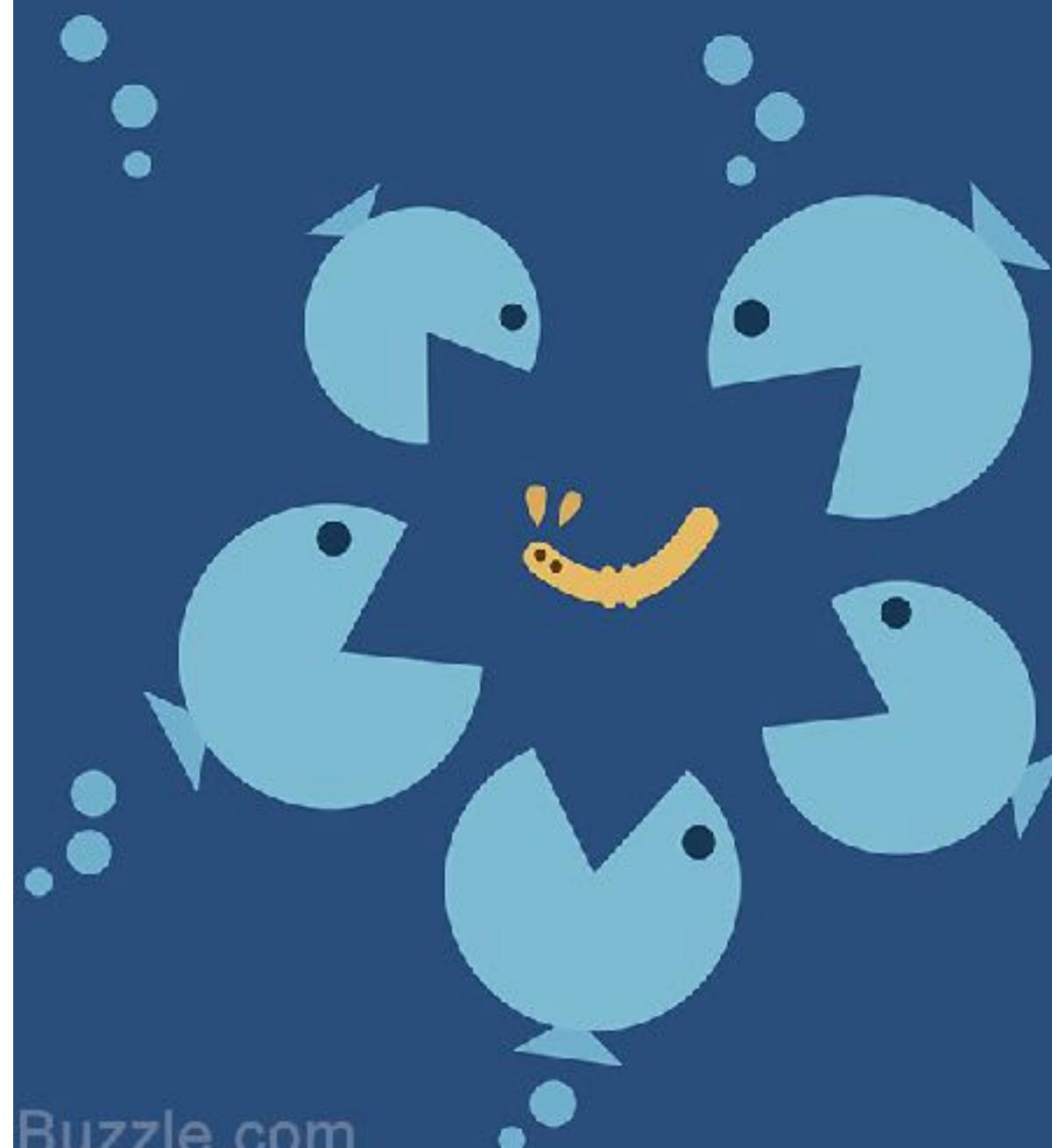


Dispersal
limitations
M
Movement

La reale distribuzione di una popolazione, inoltre, dipende anche da un terzo fattore, ovvero l'accessibilità.

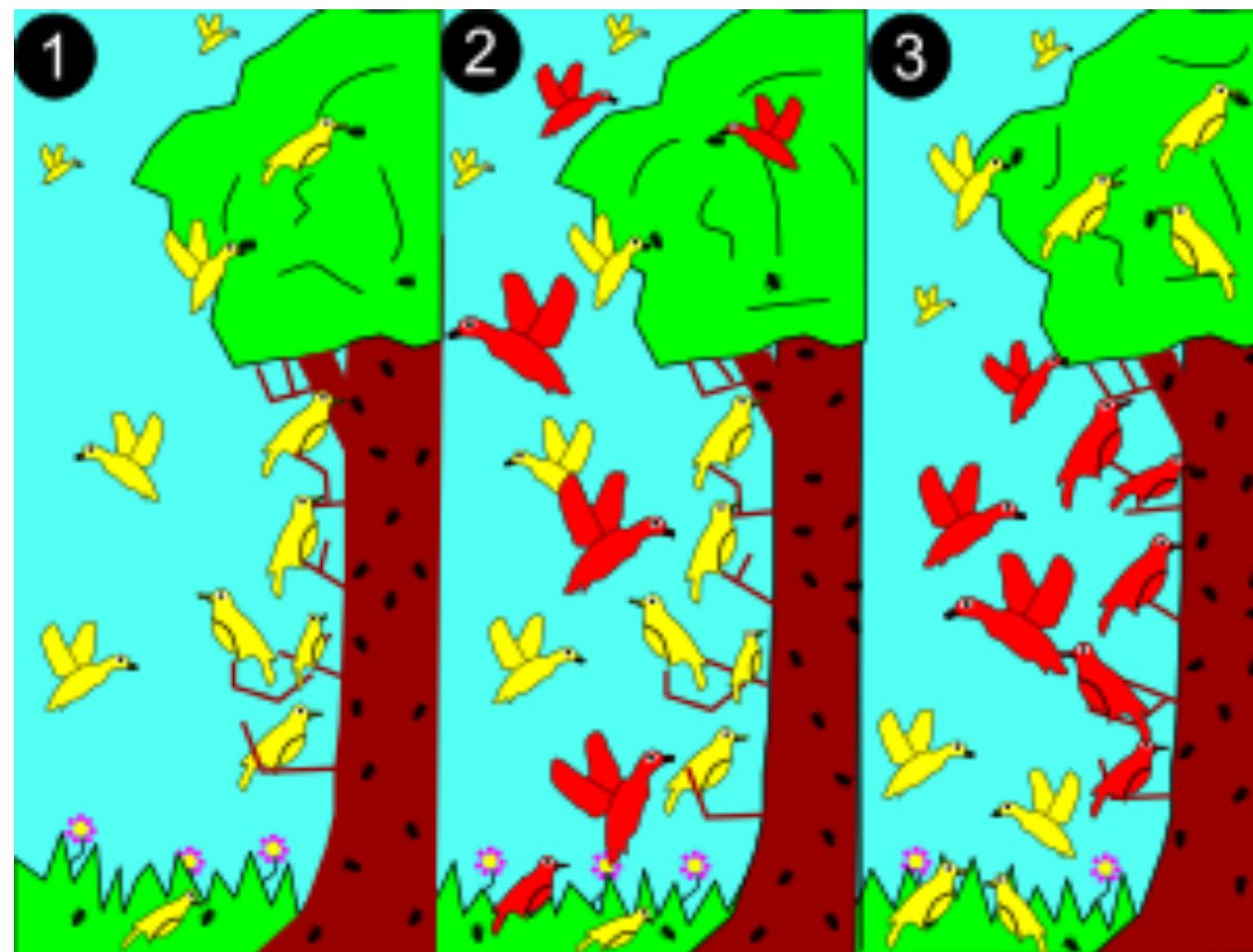
The Area of Distribution

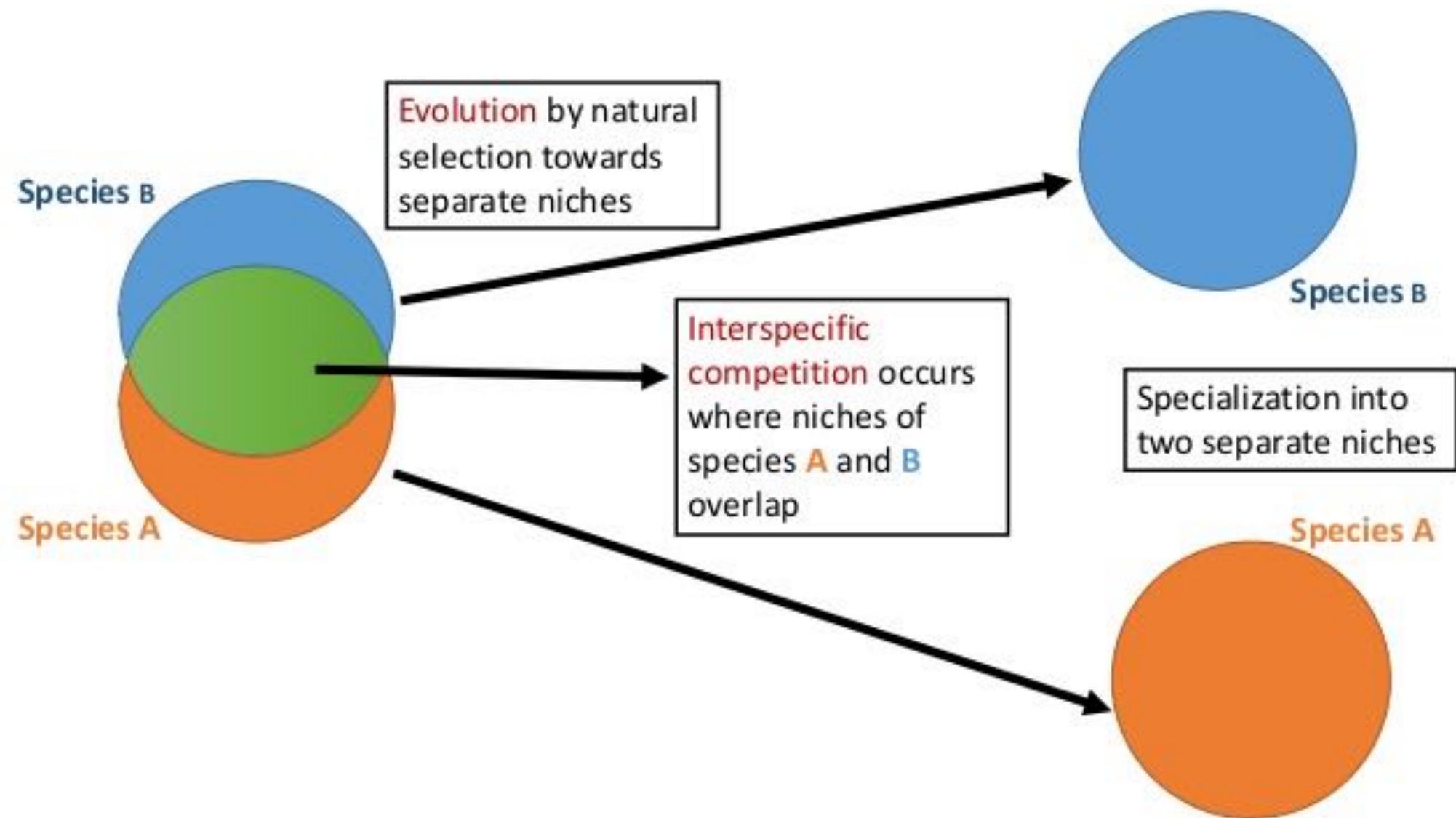


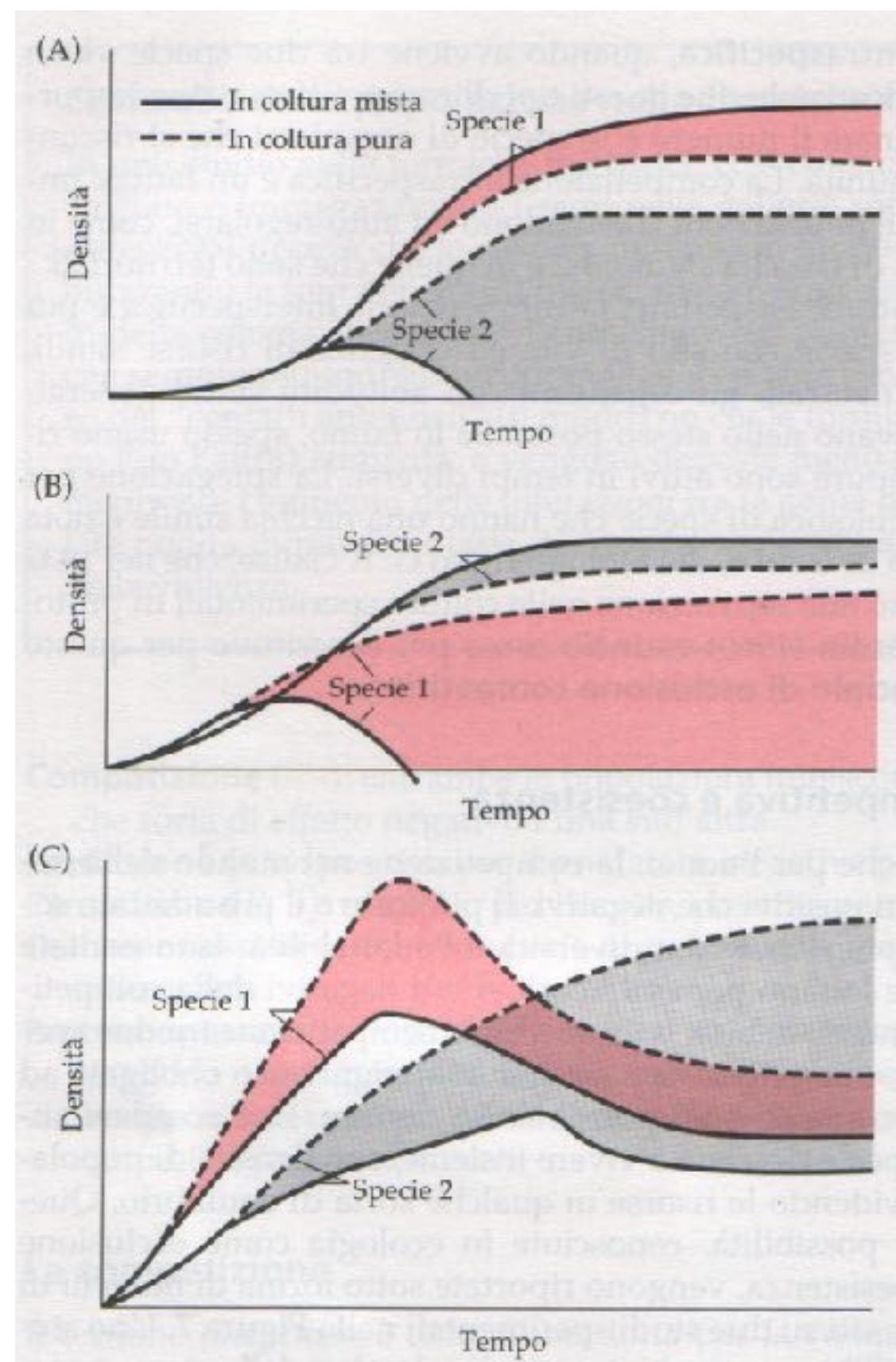


Competitive exclusion principle states that two species competing for the same resources cannot coexist.

Per il **principio dell'esclusione competitiva** due specie non possono occupare per un tempo indefinito la stessa nicchia ecologica. Presto o tardi una delle due specie avrà il sopravvento sull'altra, che si troverà “costretta” a modificare la propria nicchia ecologica o a migrare in un altro habitat.



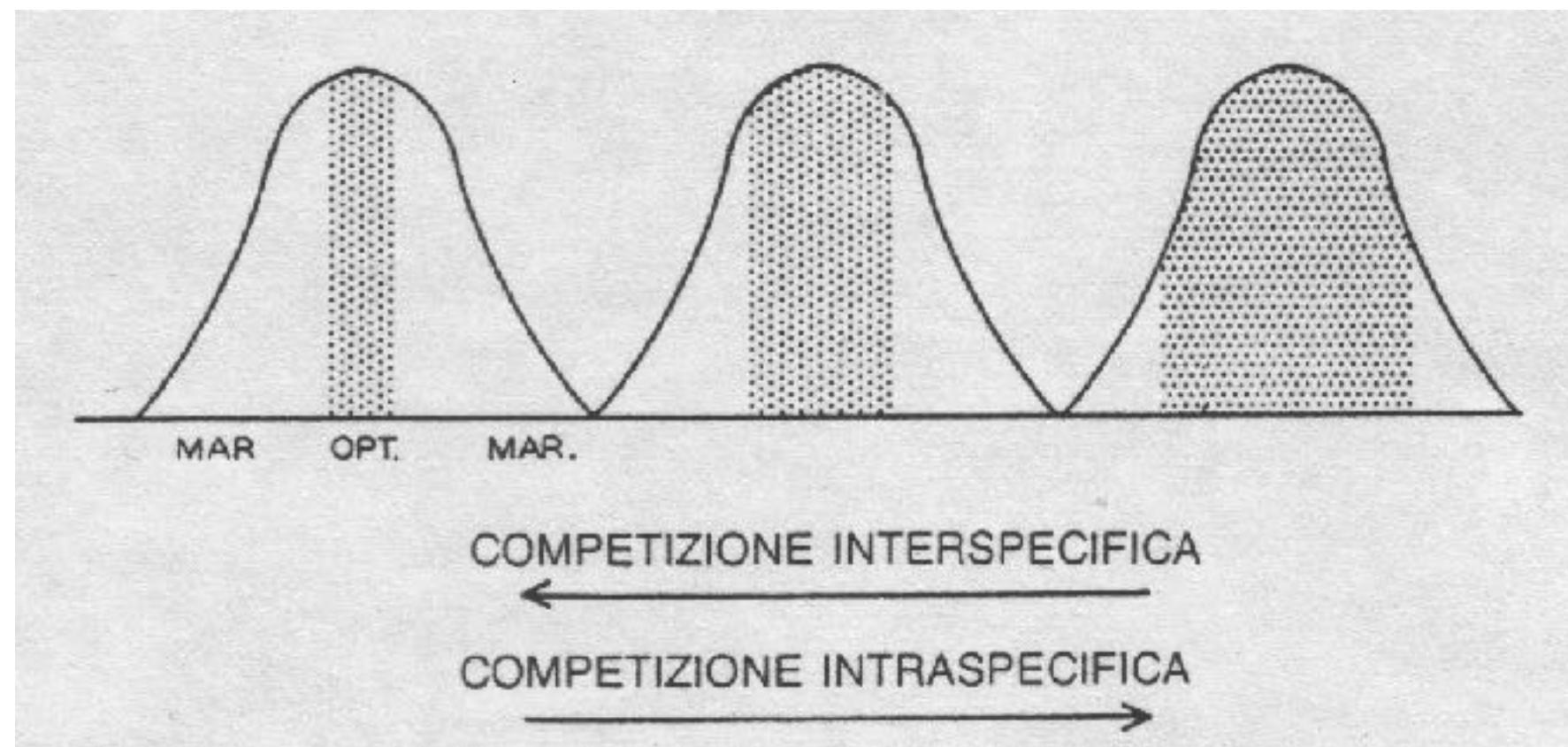




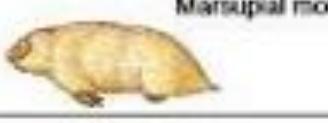
Ecological Niche

- Describes how a species relates to an ecosystem. Includes what it eats, the resources it exploits, its physical capabilities and so on.
- If a species is in competition with another for a particular niche it has three options:
 - **1) Occupy the niche better than the competitor**
 - **2) Bring itself out of direct competition.**
 - By moving to different place, being active at a different time, adapting to a different or broader niche.
 - **3) Become extinct.**
Of course its competitor has the same three options.

La competizione interspecifica spinge le specie a ridurre la dimensione della propria nicchia, mentre la competizione intraspecifica le spinge ad allargarla. Specie che si non adattate a nicchie di dimensioni limitate sono dette specialiste di nicchia, mentre quelle che hanno nicchie ampie sono dette generaliste di nicchia. Gli specialisti sono in genere avvantaggiati nella competizione con i generalisti per lo sfruttamento delle poche risorse che utilizzano, ma se queste vengono a mancare sono probabilmente destinati a perdere la competizione.



Si definisce **convergenza evolutiva** il fenomeno per cui specie diverse che vivono nello stesso tipo di ambiente, o in nicchie ecologiche simili, sulla spinta delle stesse pressioni ambientali, si evolvono sviluppando, per selezione naturale, determinate strutture o adattamenti che li portano ad assomigliarsi moltissimo.

Niche	Placental Mammals	Australian Marsupials
Burrower	 Mole	 Marsupial mole
Anteater	 Anteater	 Numbat (anteater)
Mouse	 Mouse	 Marsupial mouse
Climber	 Lemur	 Spotted cuscus
Glider	 Flying squirrel	 Flying phalanger
Cat	 Bobcat	 Tasmanian "tiger cat"
Wolf	 Wolf	 Tasmanian wolf

Caratteristiche e struttura delle comunità

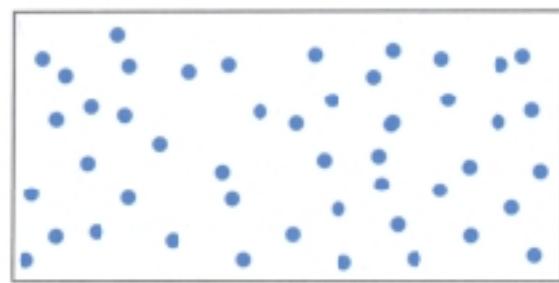
Abbondanza: numero di organismi presenti in una comunità. Può essere **specifica** (numero di organismi della stessa specie) o totale.

Diversità: numero di specie, nicchie ecologiche o variazioni genetiche presenti in una comunità.

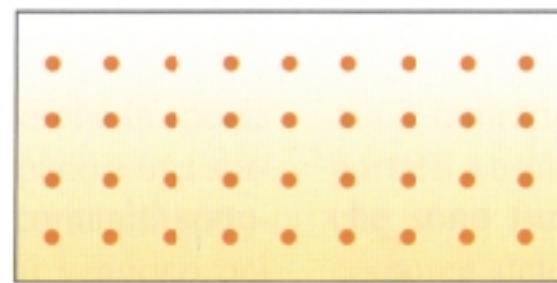
Clima e storia ecologica sono fattori fondamentali nel determinare la diversità in una determinata area. Alta produttività ed assenza di fattori fortemente limitanti sono fondamentali per lo sviluppo di una elevata diversità.

Abbondanza specifica e diversità sono spesso inversamente proporzionali. Comunità come le foreste tropicali, con elevata diversità, tendono ad avere pochi individui per ogni specie. Al contrario ecosistemi semplici come la tundra artica tendono ad avere poche specie, con un gran numero di individui per ognuna.

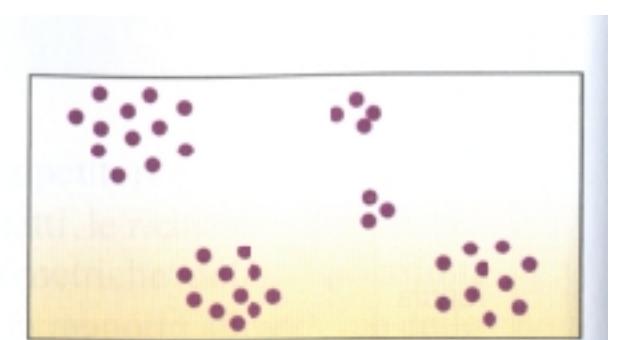
La **distribuzione** dei membri di una popolazione all'interno della comunità può seguire tre forme: **distribuzione casuale**, **uniforme** ed **aggregata**. La distribuzione può dipendere da uno o più fattori ecologici, come la competizione, la disponibilità di risorse, ecc.



(a) distribuzione casuale



(b) distribuzione uniforme



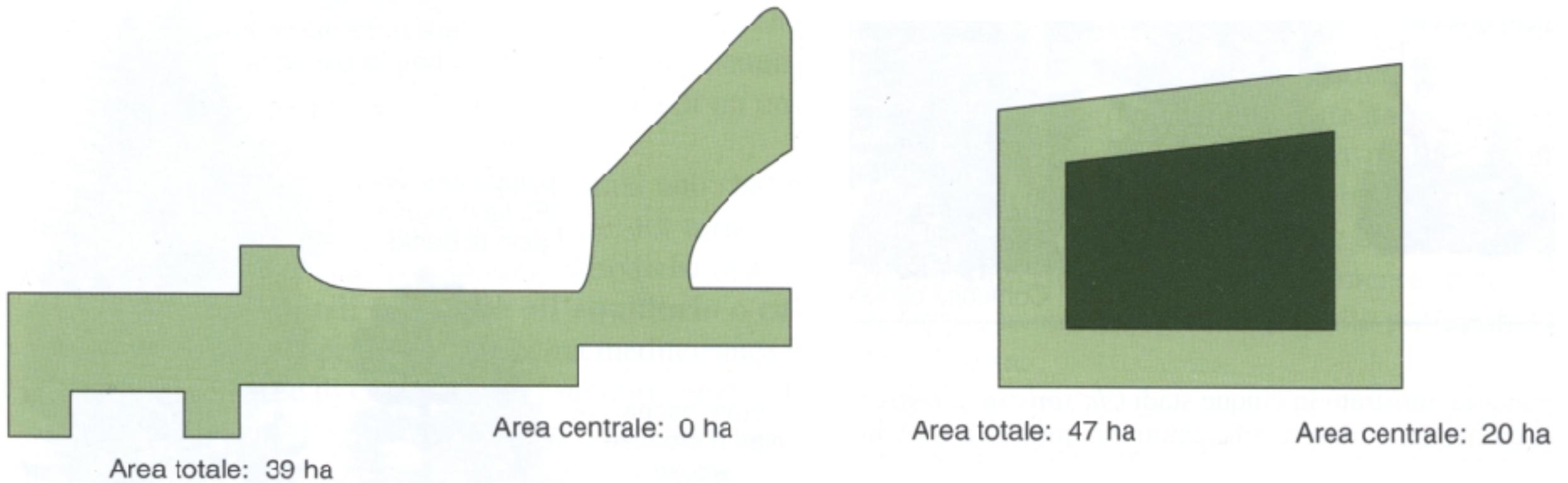
(c) distribuzione aggregata

La distribuzione può variare anche in senso verticale. Un ecosistema complesso come una foresta tropicale ha diversi piani o strati, ciascuno con diverse condizioni ambientali e popolati da diverse combinazioni di specie.

Connessione: numero e frequenza delle interazioni tra le specie di una comunità

Complessità ecologica: numero di specie ad ogni livello trofico e numero dei livelli trofici

Effetto margine: variazione della struttura di una comunità al punto di contatto tra un habitat ed un altro. Queste zone di confine sono definite **ecotoni**. L'effetto margine dipende strettamente dalla forma e dalle dimensioni dell'habitat.



Rapporti tra popolazioni e tra individui

Un **predatore** è un organismo che si alimenta **direttamente** di un altro organismo, uccida o no la preda per alimentarsi. Erbivori, carnivori oppure onnivori sono predatori. Detritivori e “scavengers” non lo sono.

Specie che sono in rapporto preda-predatore spesso **coevolvono** a causa della reciproca pressione selettiva.

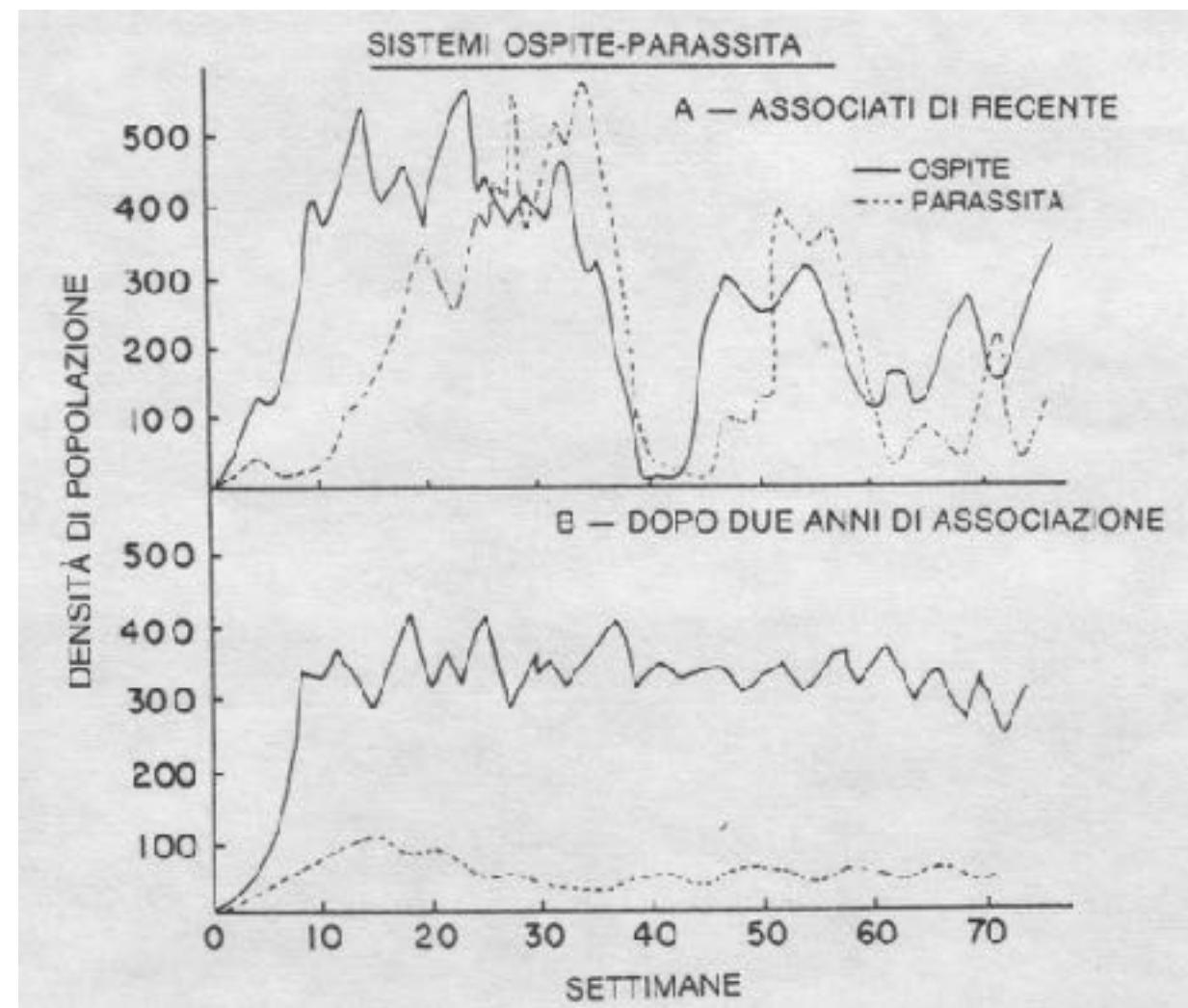
Si ha **competizione** quando due popolazioni o due organismi della stessa specie sfruttano una comune risorsa.

Nella maggior parte dei casi la competizione non comporta una lotta vera e propria tra competitors, ma viene attuata con altri mezzi, come la secrezione di **sostanze allopatiche** (caso molto frequente nelle piante) o la **territorialità** (molto più frequente negli animali).

La **dimensione dei territori** in un determinato habitat viene determinata sempre nel momento di minima disponibilità di risorse. Vi sono varie evidenze che la territorialità comporti un beneficio nel mantenimento delle dimensioni della popolazione ad un livello ottimale, almeno in alcune specie. La riduzione del numero di individui di una specie può portare ad una sorta di “strozzatura”, che non permette di mantenere la **diversità genetica**. In questo caso la specie può essere in pericolo di estinzione.

Parassiti: caso speciale di predatori, che vivono su o dentro l'ospite.

I parassiti più evoluti hanno di solito cicli vitali estremamente complessi che implicano una successione di tessuti ospiti, o addirittura una alternanza di specie ospiti, come ad esempio le specie del genere *Plasmodium* (zanzara e diverse specie di vertebrati, tra i quali l'uomo). I parassiti hanno di solito una alta **specificità per l'ospite**. Questo comporta una coevoluzione della coppia ospite-parassita, che di solito porta ad una stabilizzazione. In molti casi viene selezionato il parassita meno virulento, che non distrugge completamente la popolazione ospite, assicurando così anche la propria sopravvivenza.



La **simbiosi** è l'intima convivenza di membri di due o più specie, e solitamente indica un certo grado di coevoluzione dei partner. Un esempio può essere la simbiosi micorrizica.



Il **commensalismo** è un tipo di simbiosi in cui uno dei due partner trae un netto beneficio, mentre l'altro partner non viene nettamente avvantaggiato o svantaggiato. Il **mutualismo** è invece un rapporto più stretto in cui entrambi i partner traggono un utile. Il rapporto mutualistico è obbligato. Non esistono solo forme nette di questi rapporti. In natura le relazioni tra le popolazioni sono frequentemente di tipo intermedio tra questi estremi.

In molti casi le specie sviluppano **meccanismi difensivi**, che permettono loro di evitare l'attacco dei predatori o di ottimizzarne il successo nella competizione per le risorse. Un particolare sistema difensivo è il **mimetismo**, con cui un organismo cerca di confondersi con l'ambiente o di essere scambiato per un altro organismo. Due particolari tipi di mimetismo sono il **mimetismo batesiano** (un organismo sviluppa caratteri che lo rendono somigliante ad un altro organismo inappetibile o pericoloso) ed il **mimetismo mülleriano** (due specie entrambe inappetibili o pericolose sviluppano similitudini morfologiche)



Caso di mimetismo batesiano: un *Lampropeltis triangulum* o falso corallo (dx), innocuo, ha la stessa livrea di un serpente corallo, *Micrurus fulvius*, (sx), velenosissimo.

Inoltre, molti animali, per “avvisare” i predatori, hanno sviluppato un adattamento detto **aposematismo**, ed esibiscono livree con giallo, rosso, arancio ed azzurro, su sfondo nero o bianco.



A sinistra una vespa (famiglia *Vespidae*), che presenta una livrea aposematica, giallo intenso su sfondo nero. A destra, una farfalla (*Sesia bembeciformis*) che ne mima la livrea, altro caso di mimetismo batesiano.

Sviluppo ed evoluzione degli ecosistemi

Successione ecologica: evoluzione della comunità che si insedia in un luogo e conseguente graduale variazione delle condizioni ambientali.

Climax (stadio o comunità climax): fase matura della comunità in un ecosistema, in cui P (produzione) ed R (respirazione) di solito si equivalgono.

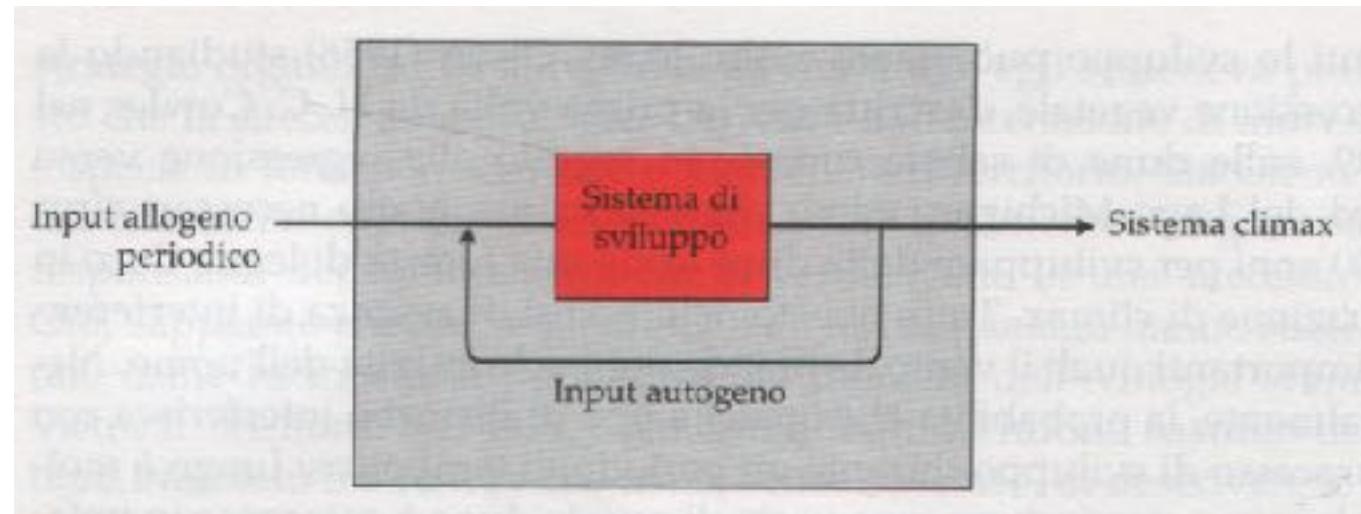
Teoria della successione: lo sviluppo di un ecosistema deriva dalle modificazioni dell'ambiente fisico ad opera della comunità biotica; competizione e coesistenza comportano uno spostamento del flusso energetico dalla produzione alla respirazione, così che viene richiesta una quantità sempre maggiore dell'energia disponibile per il mantenimento della biomassa in aumento. Non esiste un solo climax, ma molti possibili stadi finali della successione.

Clemens (1916): comunità biotica vista come una sorta di superorganismo. Esiste un solo stadio climax per una determinata regione. A parità di condizioni, si sviluppa sempre la stessa comunità

Gleason (1926): la successione ecologica deriva dall'interazione di specie in competizione

Margalef (1968): uno tra i primi a dimostrare che lo sviluppo dell'ecosistema implica un cambiamento da $P > R$ a $P = R$ nella fase climax

Sulla successione intervengono **input autogeni**, che operano continuamente e guidano la comunità verso il climax, ed **input allogenici**, che tendono ad interrompere lo sviluppo verso il climax ed a riportare la successione indietro verso fasi precedenti. A volte un input allogeno può però accelerare il raggiungimento del climax.



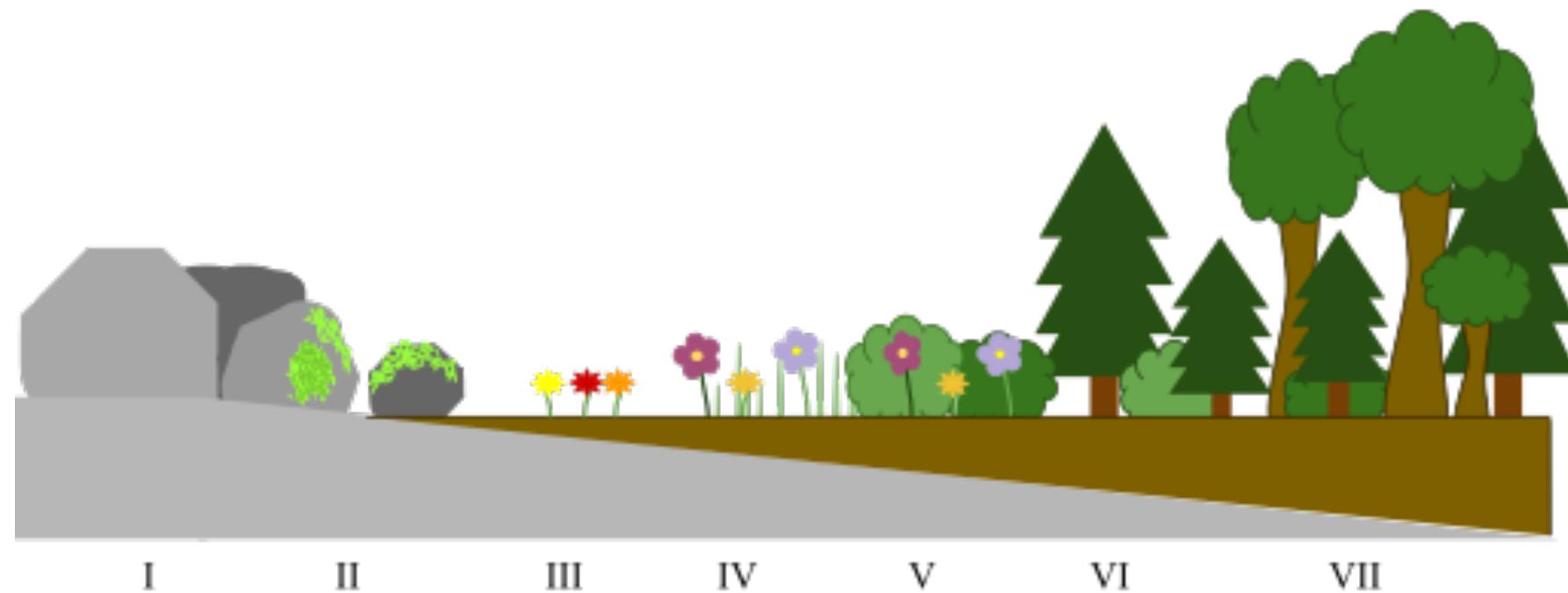
La successione non è uno sviluppo orientato verso un “fine”, ma il risultato della capacità implicita dei sistemi in disequilibrio ad auto-organizzarsi come risultato di una rete diffusa di subsistemi di feedback.

Questo implica una diminuzione dell'entropia (disordine) ed un contemporaneo aumento dell'informazione (ordine), un aumento della resistenza e dell'efficienza nell'uso dell'energia e nel riciclo dei nutrienti.

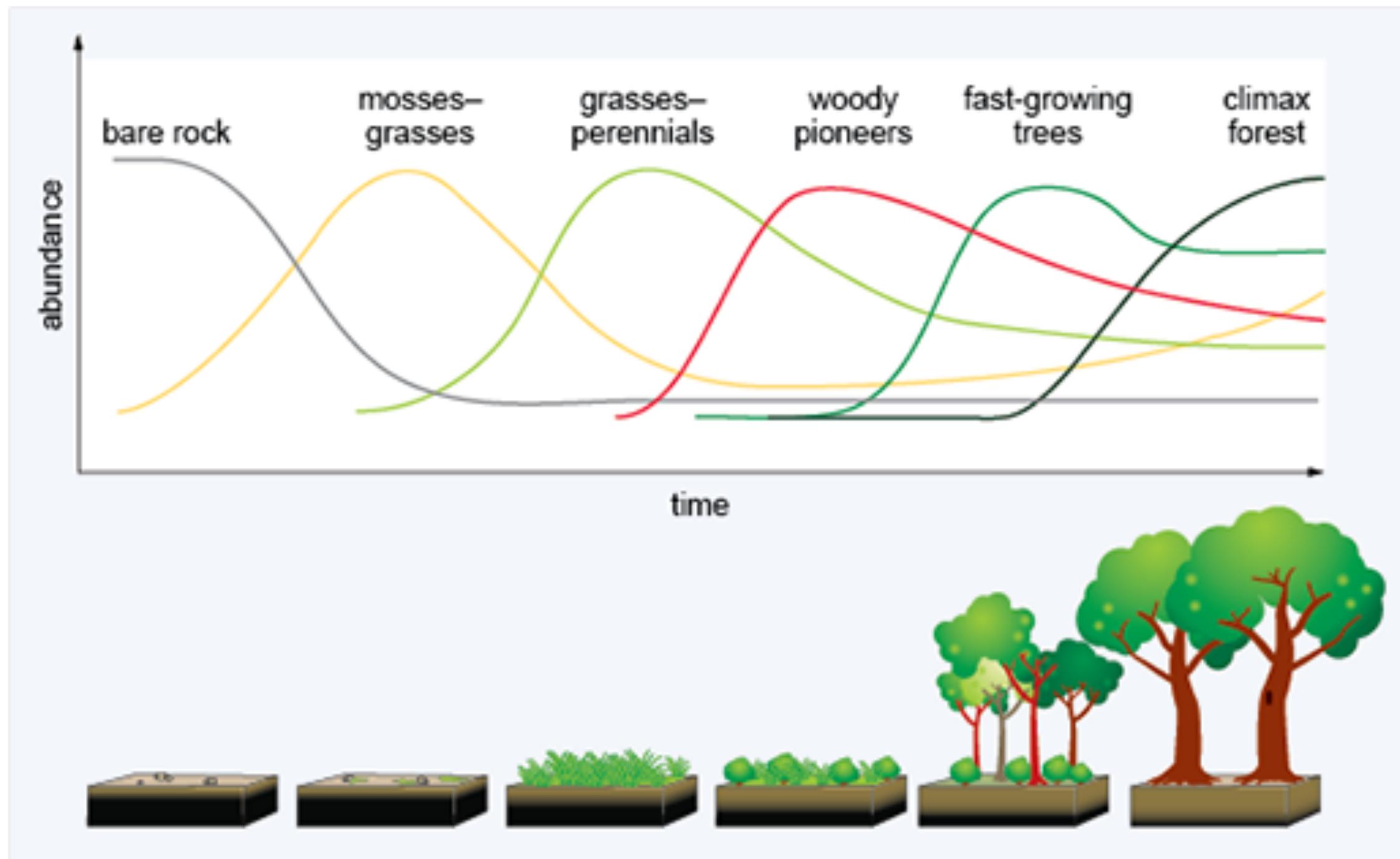
La successione sulla terraferma ha cicli dell'ordine di grandezza del migliaio di anni. In mare aperto invece i cicli sono stagionali, ed il climax, se si realizza, ha una breve durata. Questo avviene perché la comunità ha un limitato potere di modifica sull'ambiente.

Successione primaria

Successione primaria: successione che comincia in un luogo sterile dove le condizioni per la vita non sono inizialmente favorevoli, in particolare a causa dell'assenza di suolo. Ha tempi lunghi (10^3 anni)



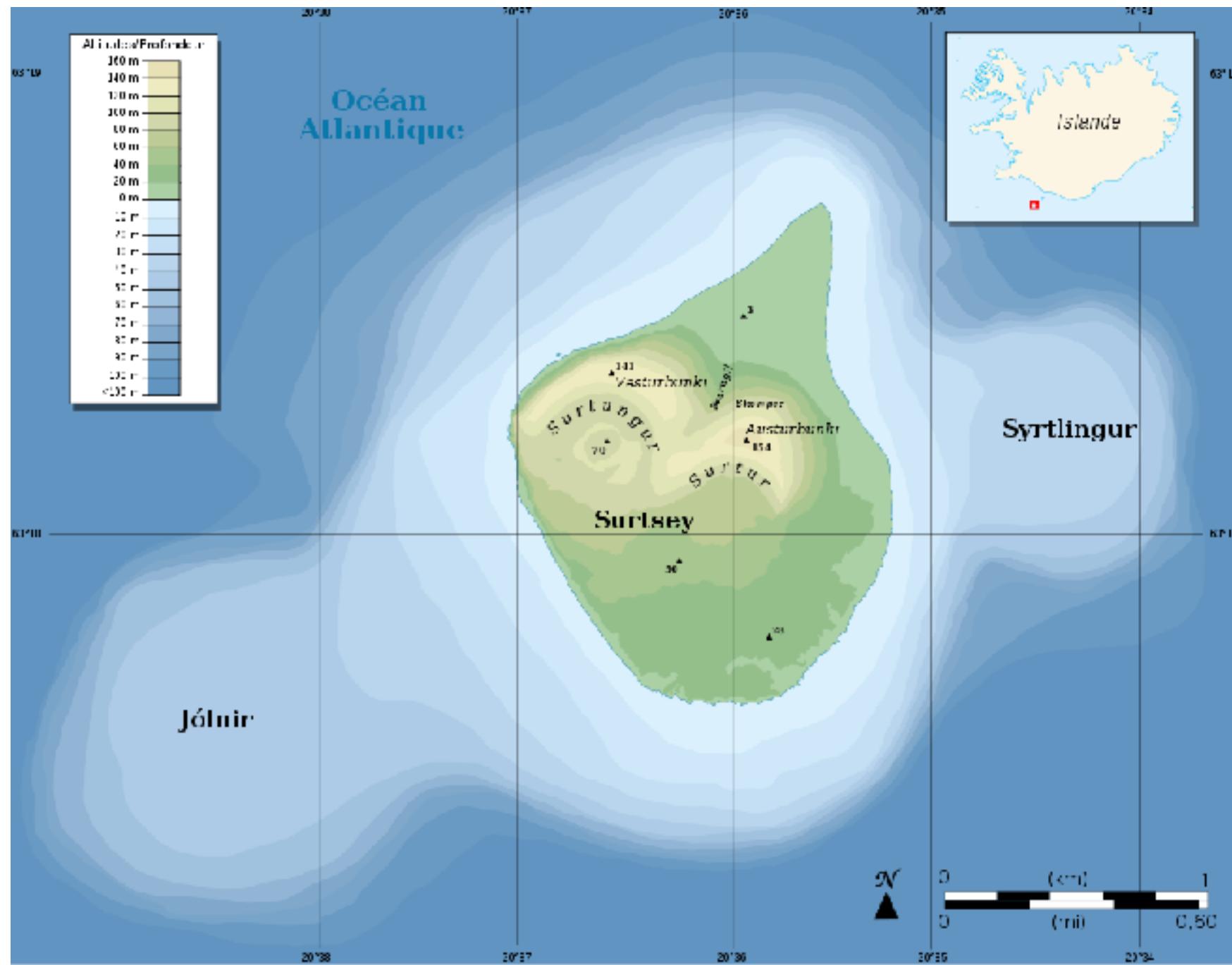
Successione primaria



Successione primaria: Surtsey Island



Successione primaria: Surtsey Island



Successione primaria: Surtsey Island

1963: formazione dell'isola per eruzione vulcanica

1965: prima segnalazione di una pianta vascolare

1967: prime segnalazioni di muschi

1970: prime segnalazioni di licheni

1984: prima colonia di gabbiani (guano come fertilizzante!)

1998: primo cespuglio (*Salix phylicifolia*)

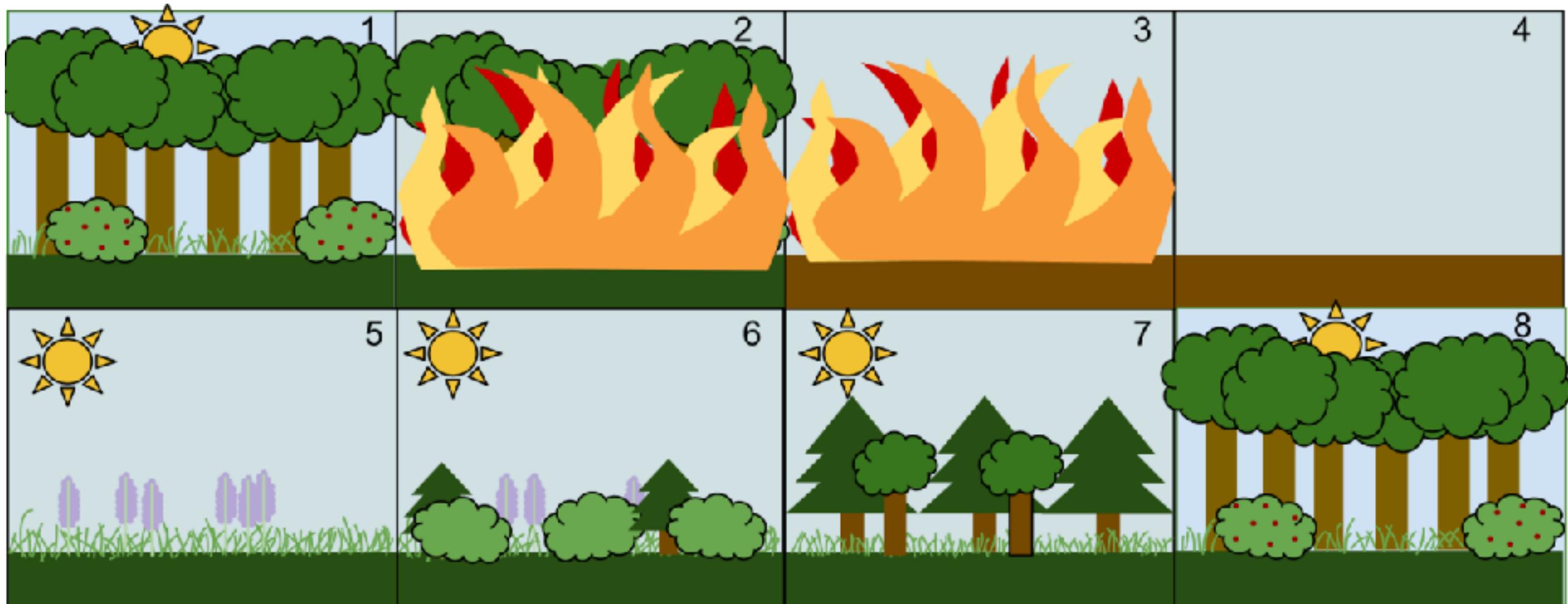
2004: prima evidenza registrata di nidi di puilcinella di mare (*Fratercula arctica*)

2008: 65 specie di piante, con una crescita di 2-5 specie/anno, e 14 specie di uccelli



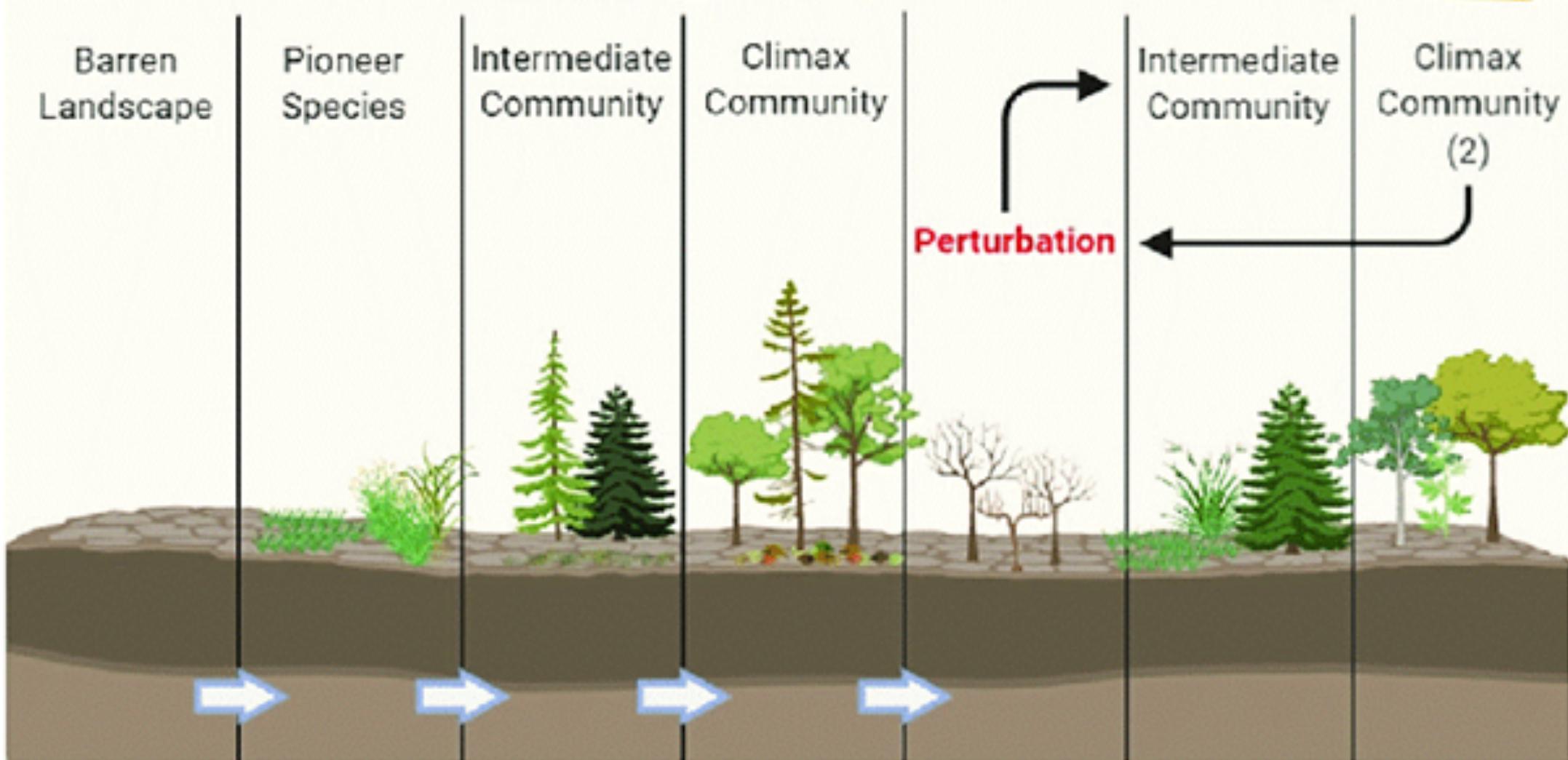
Successione secondaria

Successione secondaria: sviluppo della comunità in luoghi già in precedenza occupati da comunità sviluppate. Ha tempi più brevi della successione primaria (10^2 anni), ed è normalmente causata da un input allogeno.



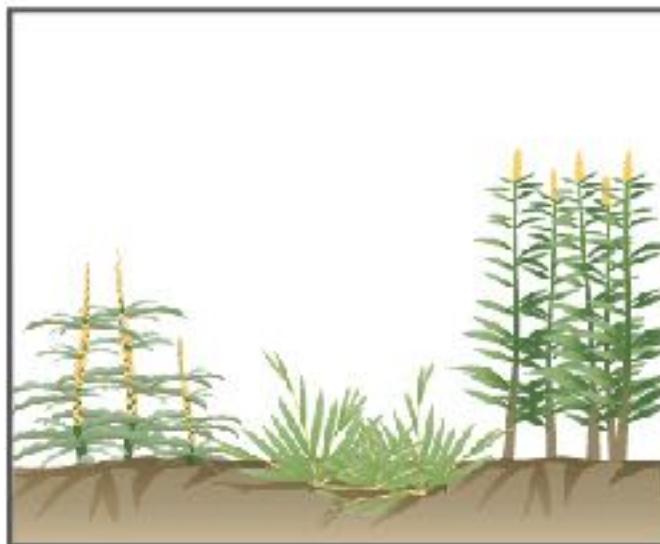
Primary Succession

Secondary Succession



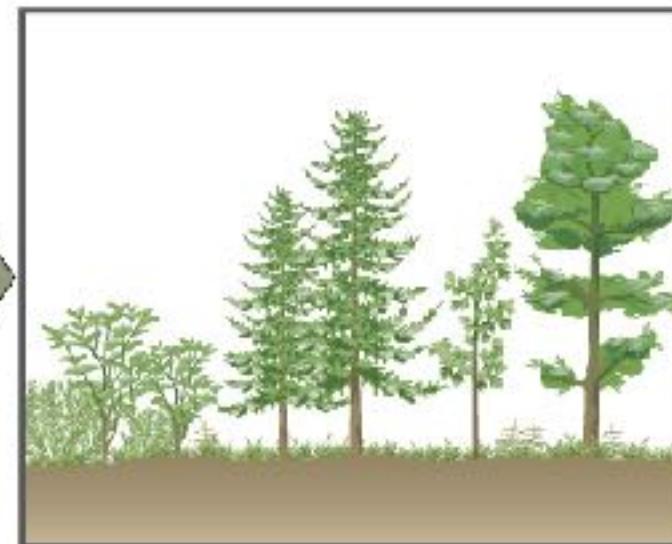
Successione secondaria

Secondary Succession of an Oak and Hickory Forest



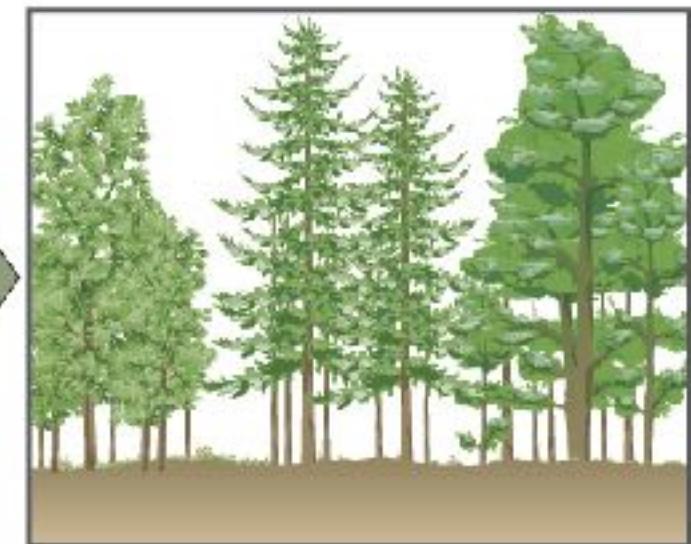
Pioneer species

Annual plants grow and are succeeded by grasses and perennials.



Intermediate species

Shrubs, then pines, and young oak and hickory begin to grow.



Climax community

The mature oak and hickory forest remains stable until the next disturbance.

Successione secondaria: *Pinus attenuata*





La Val Rosandra, in un'area di pochi ettari, ha (aveva?) una biodiversità superiore a quella di intere nazioni del Nord Europa

Alveo del torrente Rosandra.

Bosco ripariale ad *Alnus glutinosa*, unica formazione di questo tipo dell'intero Carso triestino

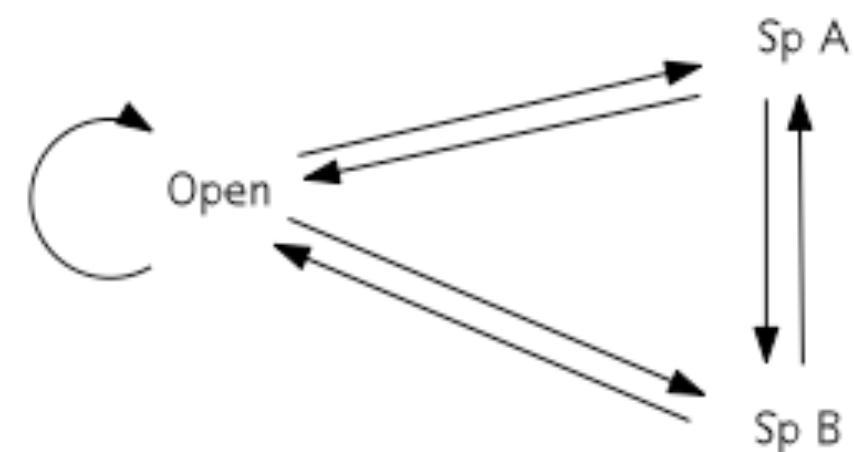






Successione ciclica

Successione ciclica: pattern in cui, in comunità spesso relativamente semplici, alcune specie tendono a rimpiazzarsi ciclicamente in assenza di input allogenici.



In questo caso, una specie invece che facilitare il proprio successo, tende a facilitare quello di un'altra (o altre) specie, e viceversa. Il risultato è che la crescita della popolazione della specie A tende a facilitare la propria scomparsa, con insediamento della specie B.

Successione ciclica: cozze, cirripedi e alghe

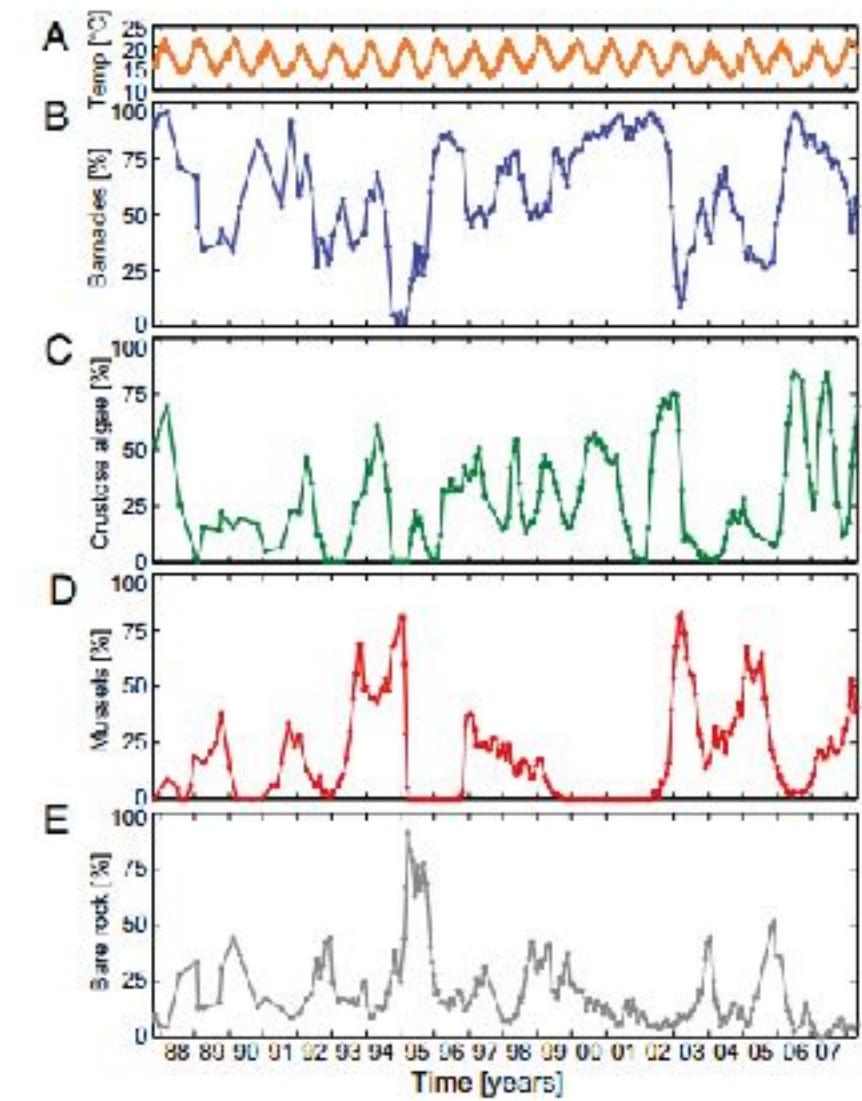
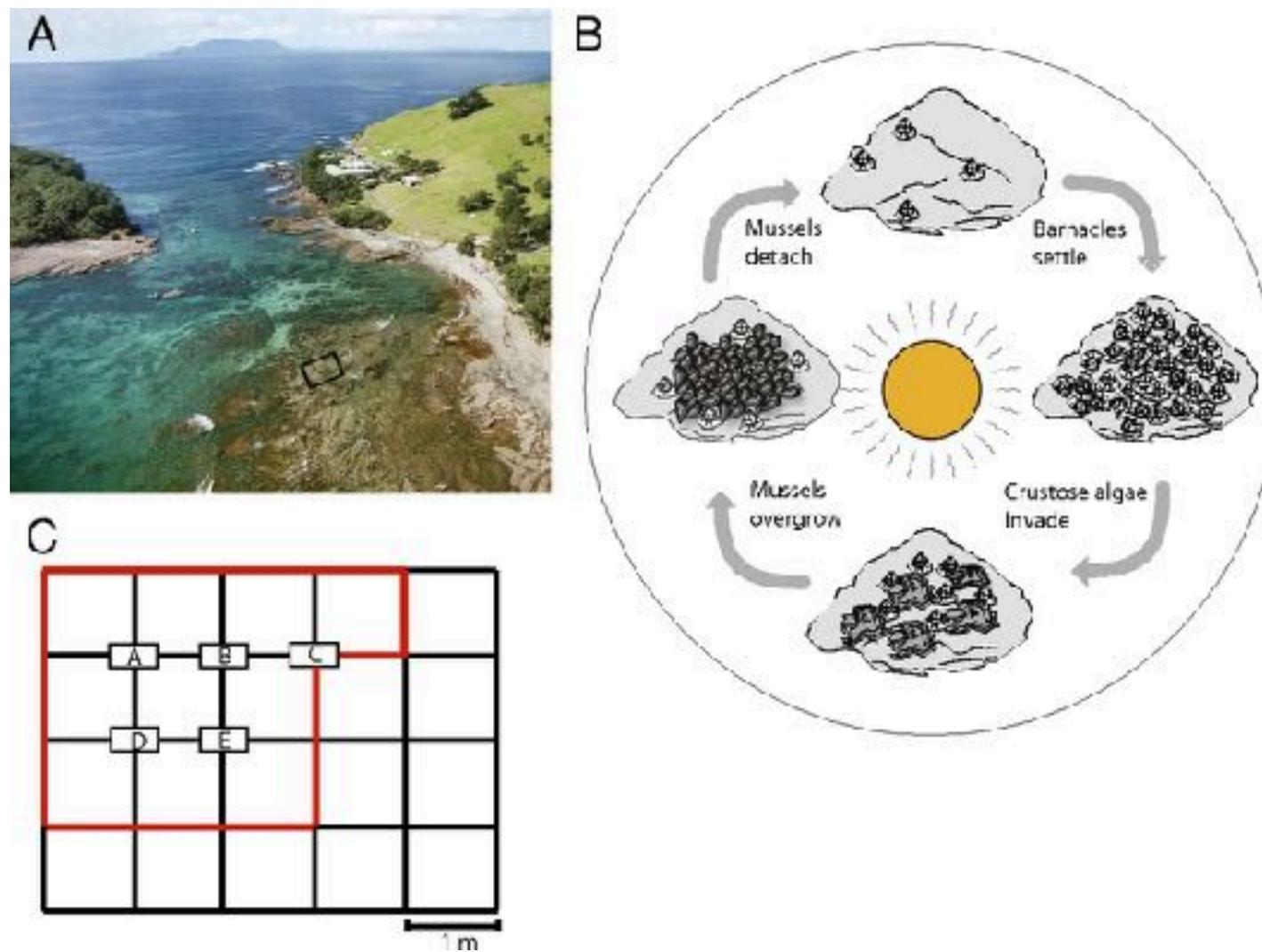
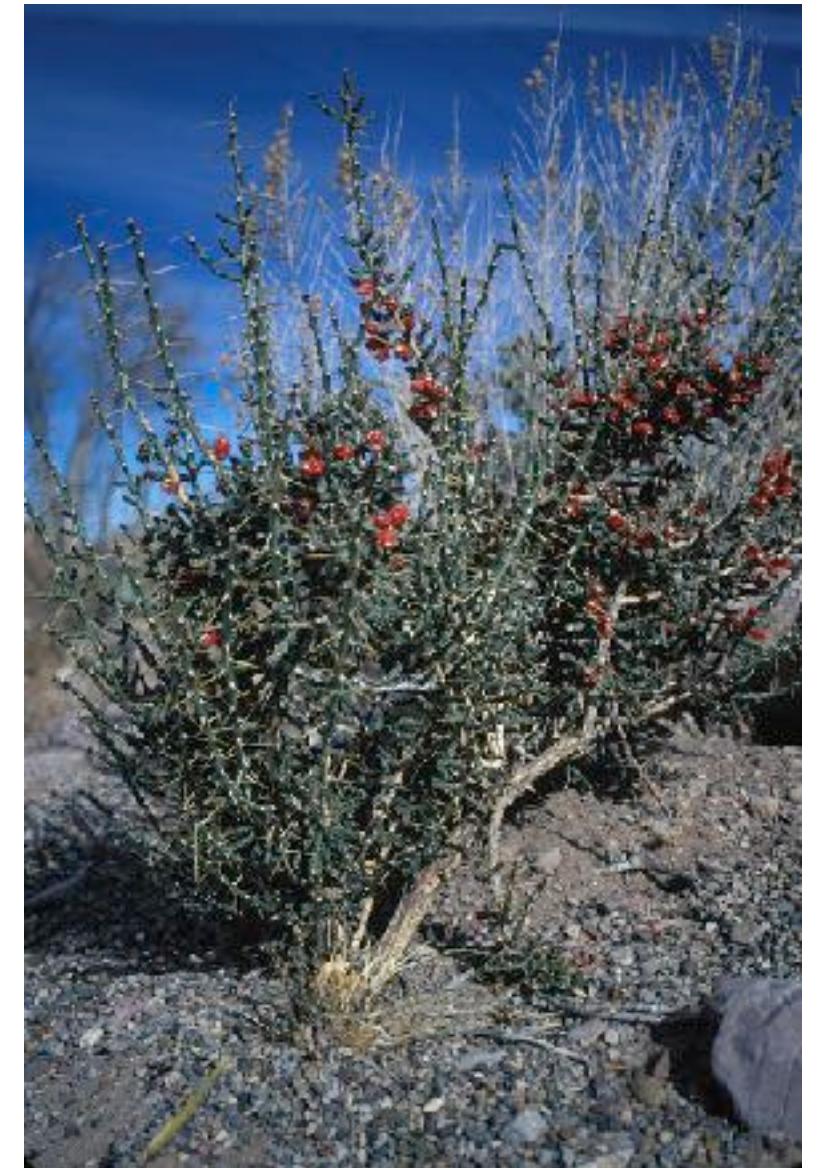


Fig. 2. Time series observations of (A) sea surface temperature, (B) barnacles, (C) crustose algae, (D) mussels, and (E) bare rock.

In questo caso cirripedi e alghe colonizzano la roccia nuda in un ambiente intertidale. Questi vengono poi ricoperti e rimpiazzati da cozze, che staccandosi lasciano di nuovo la roccia nuda per il ripetersi della successione.

Successione ciclica: deserto del Sonora



In questo caso si è osservato come le due piante *Larrea tridentata* e *Cylindropuntia leptocaulis* rimpiazzano a vicenda in assenza di input alogeni, in un ambiente in cui la scarsità d'acqua indicherebbe la possibilità per solo una delle due specie di sopravvivere creando una popolazione stabile.

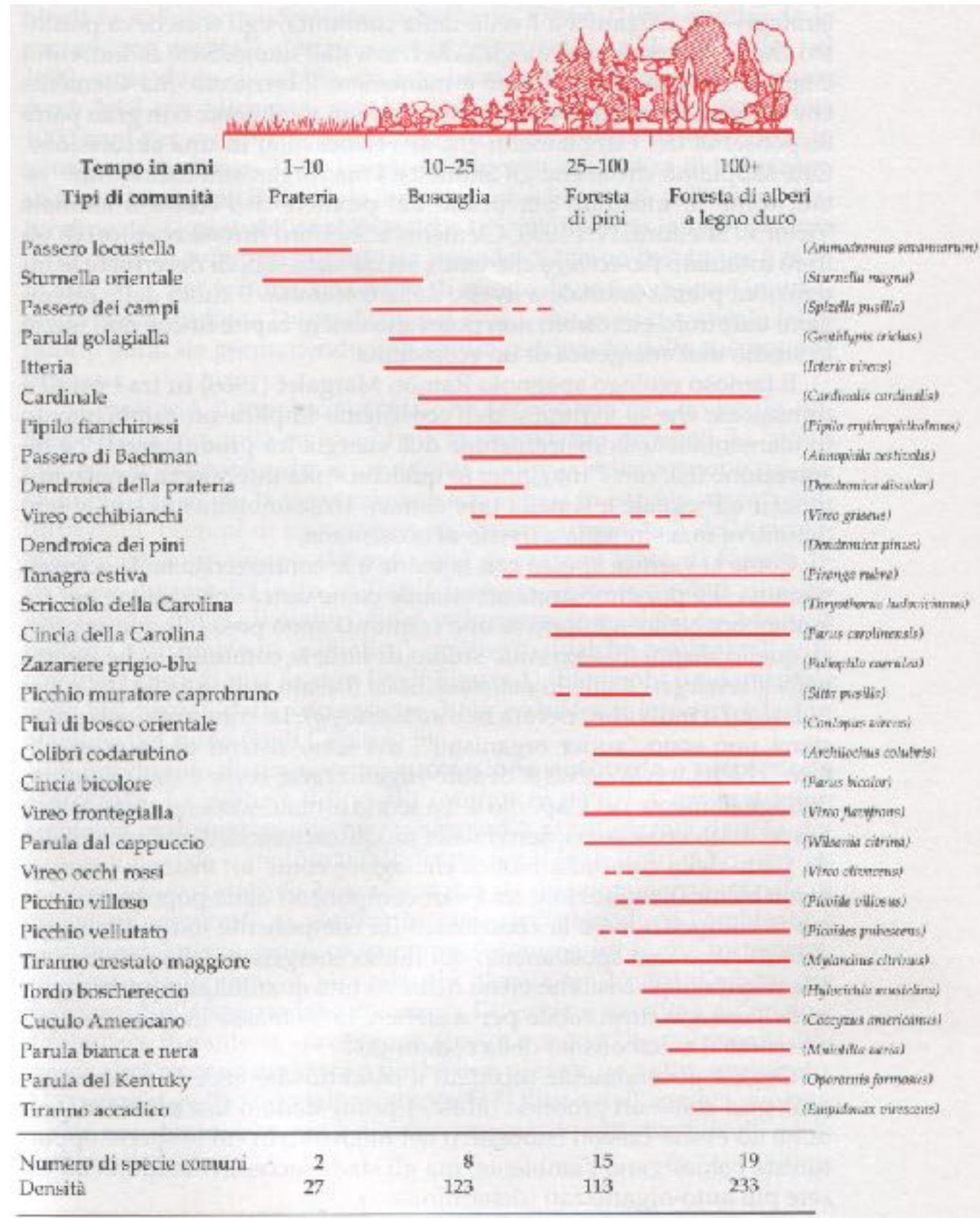


Tabella 1 – Un modello della Successione Ecologica di tipo Autogeno e Autotrofo.

Caratteristiche dell'ecosistema	Andamento nello sviluppo ecologico	
	Stadi pionieri → Climax	Fasi giovanili → Maturità
	Stadio di crescita → Stadio stabile	
Struttura della comunità		
Composizione di specie	Cambia rapidamente all'inizio, poi più gradualmente.	
Dimensione degli individui	Tende ad aumentare.	
Diversità di specie	Aumenta all'inizio, poi negli stadi più maturi si stabilizza o diminuisce con il crescere della dimensione degli individui.	
Biomassa totale (B)	Aumenta.	
Sostanza organica morta	Aumenta.	
Flusso di energia (Metabolismo della comunità)		
Produttività primaria linda (P)	Aumenta durante le fasi iniziali della successione primaria. Poco o nessun incremento durante la successione secondaria.	
Produttività primaria netta (yield)	Diminuisce.	
Respirazione della comunità (R)	Aumenta.	
Rapporto P / R	Da $P > R$ a $P = R$	
Rapporto P / B	Diminuisce.	
Catena alimentare	Da catene alimentari semplici a catene alimentari più complesse.	
Cicli biogeochimici		
Cicli degli elementi	Iniziano a chiudersi.	
Tempo di turnover e di immagazzinamento degli elementi essenziali	Aumenta.	
Cicli interni	Aumentano.	
Conservazione dei nutrienti	Aumenta.	
Selezione naturale e regolazione		
Forme di accrescimento delle popolazioni	Da <i>r</i> -selezione (crescita rapida) a <i>K</i> -selezione (crescita controllata)	
Cicli vitali	Aumenta la specializzazione. Cicli lunghi e complessi.	
Interazioni tra popolazioni	Aumentano quelle positive.	
Entropia	Diminuisce.	
Informazione	Aumenta.	
Efficienza complessiva di energia	Aumenta.	
Utilizzazione dei nutrienti	Aumenta.	

I fattori di disturbo (forze allogene) possono essere **stocastici** o **regolari**. Fattori di disturbo stocastici possono riportare indietro la successione a stadi precedenti, consentendo a specie, caratteristiche di stadi precoci di sviluppo, presenti con bassa densità, di propagarsi. Nel caso di perturbazioni di grossa entità la vegetazione può essere riportata agli stadi iniziali della successione. In questo caso la successione che si instaura può anche percorrere tappe diverse da quella verificatasi in precedenza, e portare ad una diversa comunità climax.

Stress ciclici hanno effetti diversi sulle comunità. Si possono instaurare casi di **successione ciclica**, ove la stessa successione si ripete di continuo, ad esempio in ecosistemi dominati dagli incendi, come la macchia mediterranea o la vegetazione del chaparral della California.

In altri casi gli stress avvengono ad intervalli costanti, e la comunità che si sviluppa è un **subclimax**, ovvero una comunità intermedia in cui il rapporto P/R è superiore a 1. Questo tipo di comunità, come quelle di estuario, di palude o di zone costiere intertidali, sono molto importanti per le comunità vicine, alle quali trasferiscono parte della loro produttività netta.

La successione naturale tende ad $P=R$, in contrasto con le esigenze umane che richiedono $P>R$. L'uomo ha cioè bisogno di **ecosistemi produttivi**. Negli ultimi anni ci si è però resi conto della necessità di avere anche **ecosistemi protettivi**. La pianificazione nell'uso del territorio deve perciò tenere conto di entrambe le componenti.

L'aumento di R rispetto a P è dovuto all'alto costo del mantenimento di strutture complesse, come le comunità ecologiche vicine al climax. La legge della rete (legge di Shannon) dice che il disordine crescente è una proprietà di tutti i sistemi complessi, e che il costo (C) per sostenere la rete di servizi che mantiene il sistema cresce quasi come il quadrato della dimensione della rete (N), ovvero che il costo per mantenere una rete di servizi è una funzione esponenziale:

$$C = \frac{N(N-1)}{2}$$

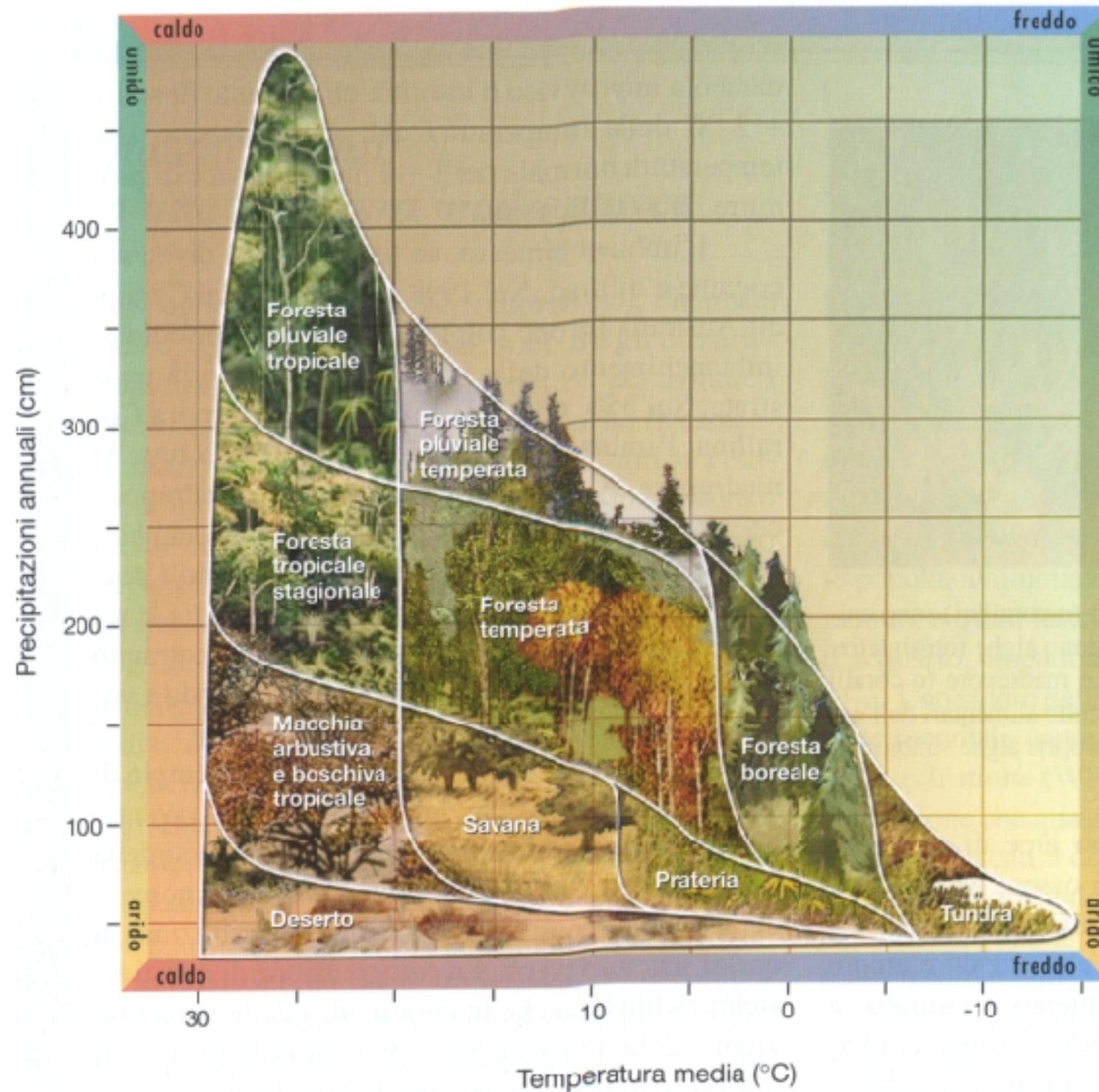
Quando una città o lo sviluppo raddoppia in dimensione, il costo del mantenimento può quadruplicare.

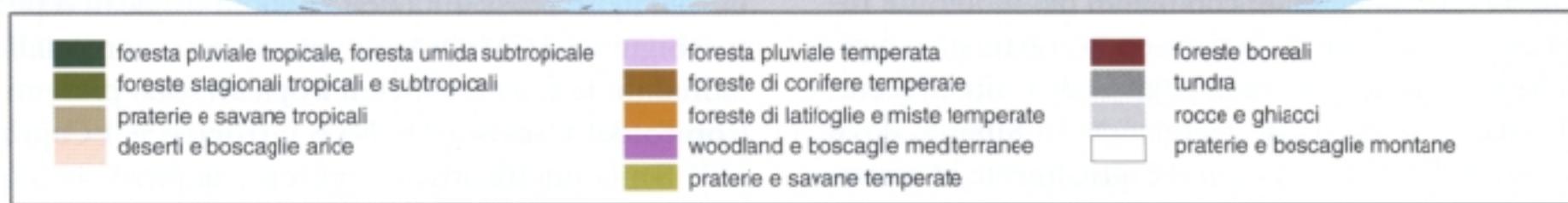
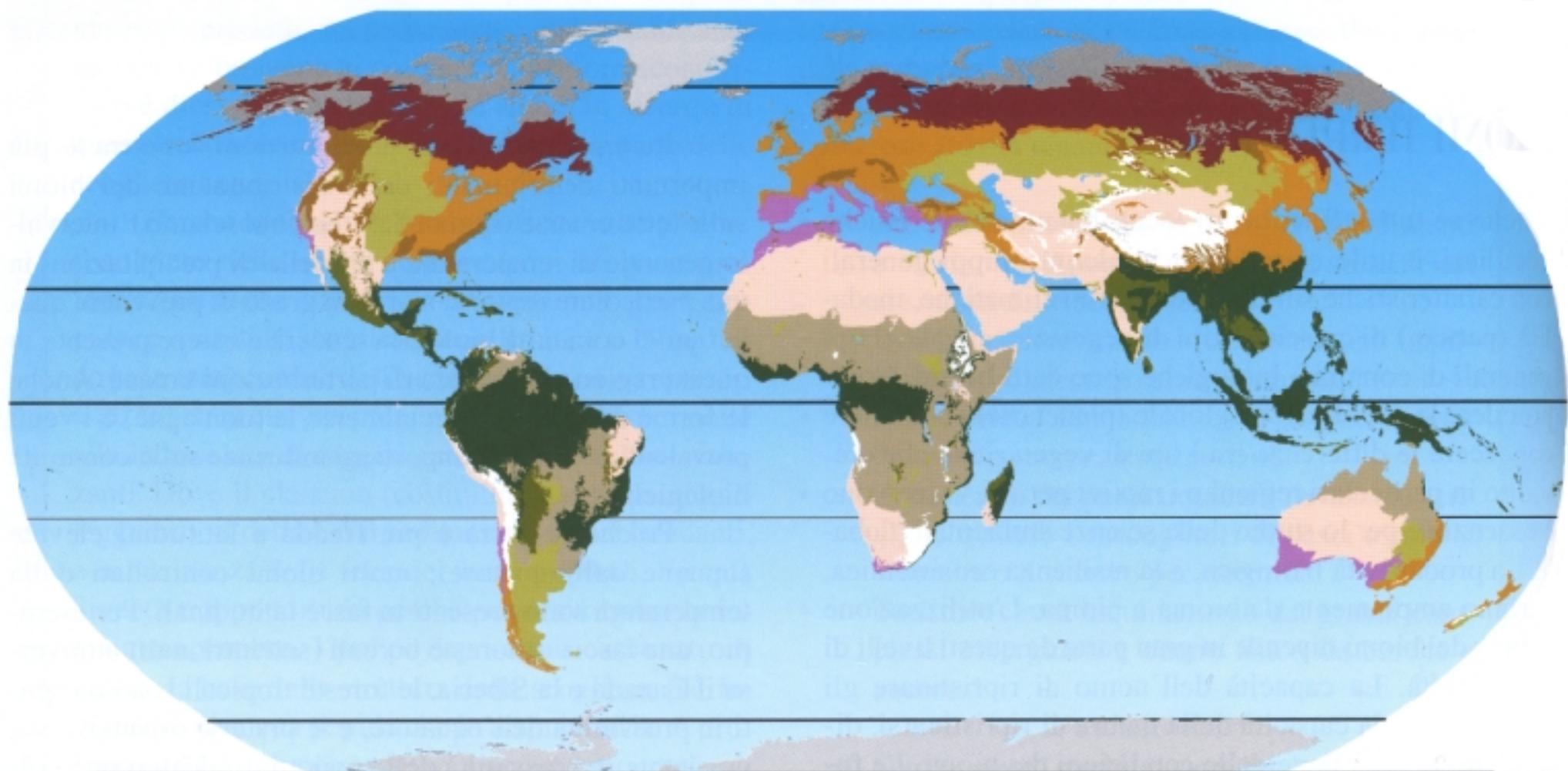
La successione non sempre avviene. A volte un ambiente è troppo compromesso perché si possa instaurare (almeno in tempi che ci consentano una osservazione diretta) una successione ecologica.

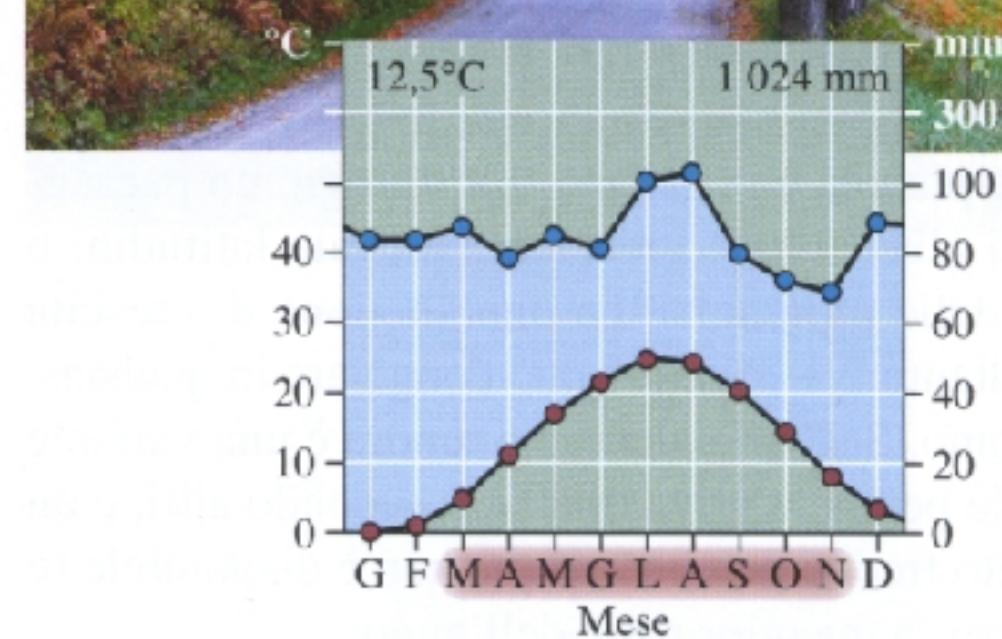
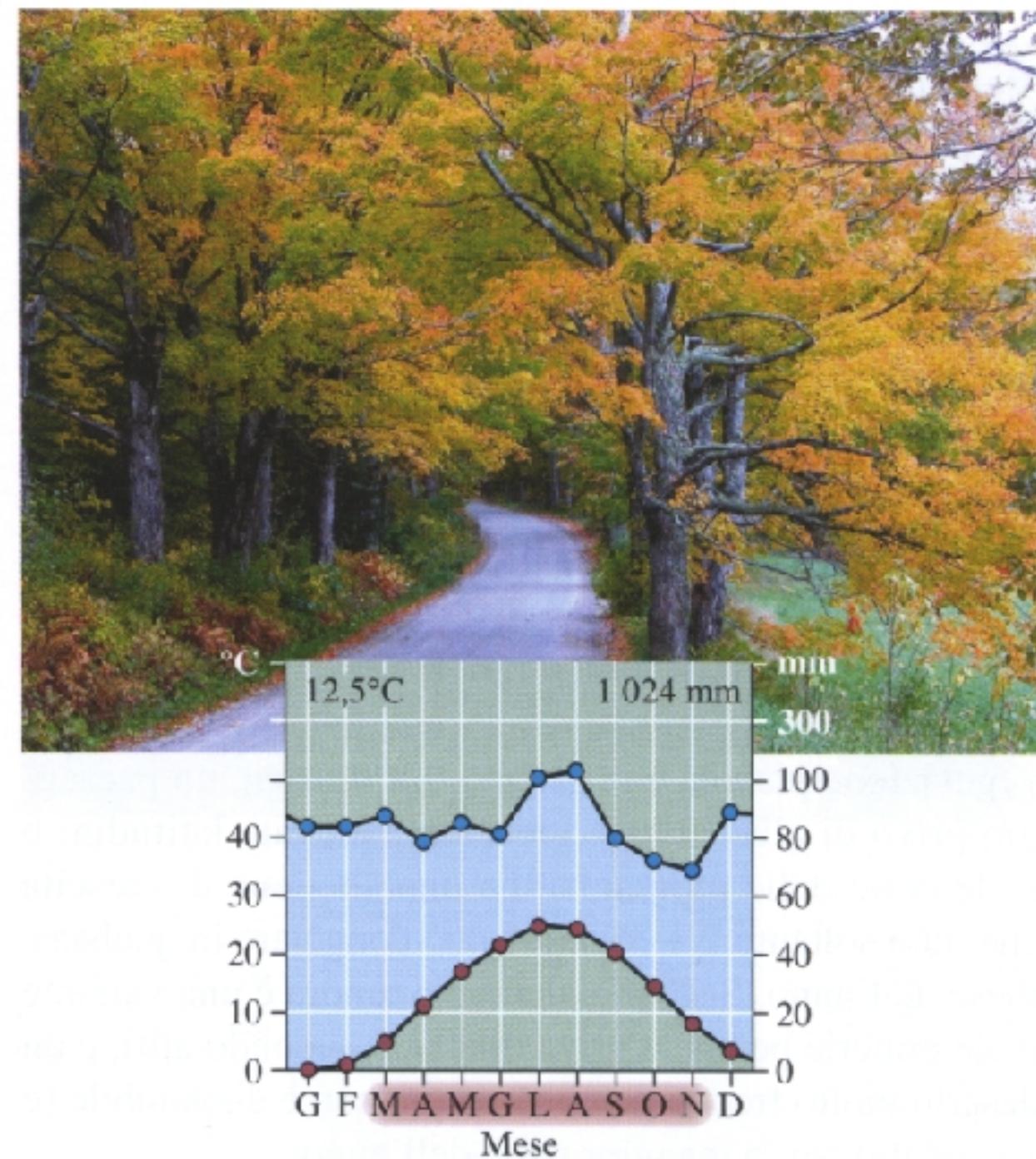
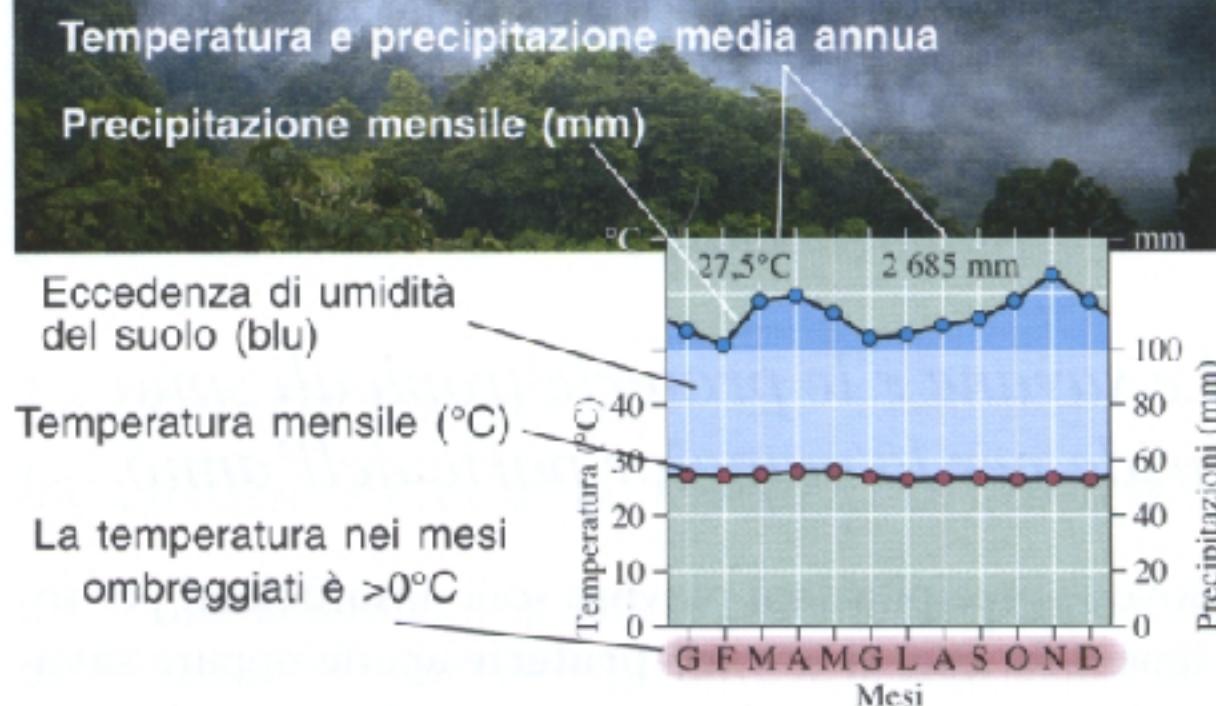
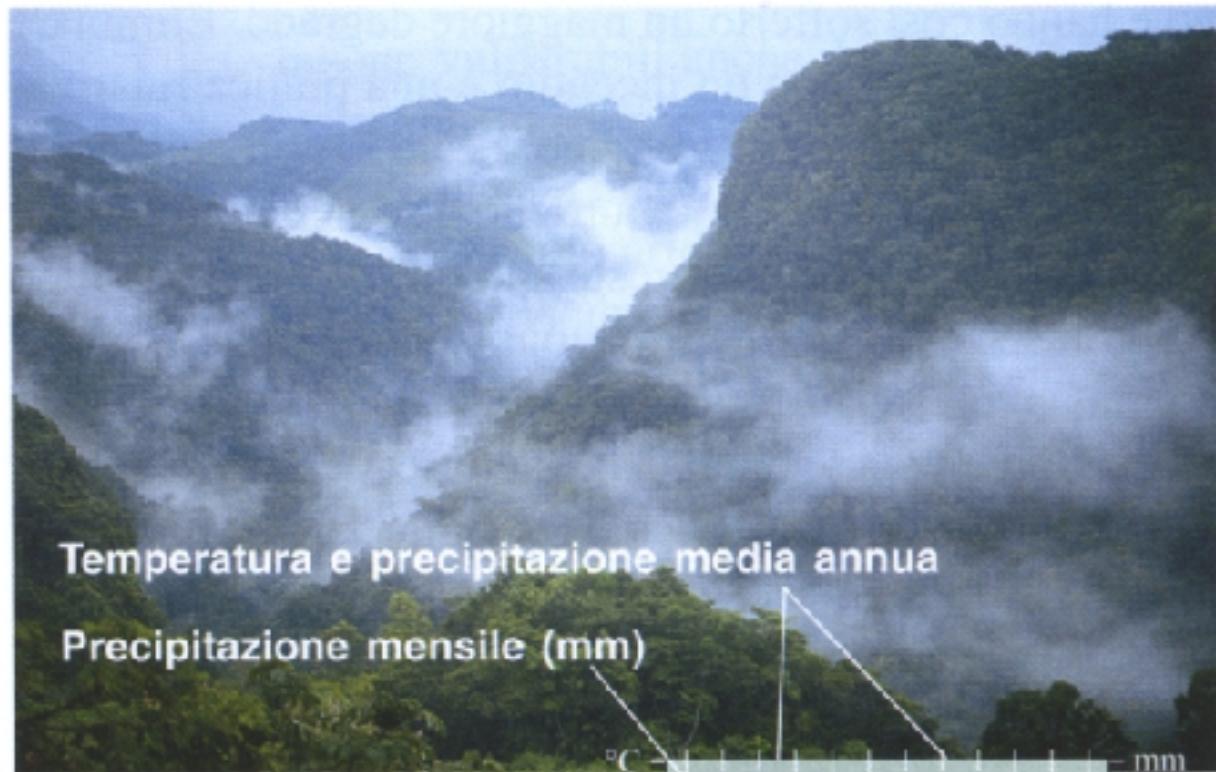


SCIENCEPHOTOLIBRARY

I principali biomi del pianeta







Quando la struttura biotica altamente organizzata della foresta viene rimossa, i nutrienti vengono lisciviati. Questo avviene con maggiore rapidità in condizioni di elevate piovosità e temperatura, come nei climi tropicali.

Le foreste tropicali presentano degli adattamenti particolari per massimizzare il riciclo dei nutrienti e minimizzare le perdite al suolo.

Apparati radicali con radici sottili capaci di rapido assorbimento e che sembrano inibire i batteri denitrificanti
Presenza di micorizze per aumentare l'assorbimento dei nutrienti dal suolo

Foglie sempreverdi con cuticola spessa e cerosa per limitare la perdita d'acqua e nutrienti, resistenti ad erbivori e parassiti

Foglie dalla forma a goccia per velocizzare lo scorrimento superficiale dell'acqua con riduzione della lisciviazione

Alghe e licheni sulle foglie che estraggono nutrienti dall'acqua piovana

Spesse cortecce che inibiscono la perdita di nutrienti dal floema per dilavamento della pioggia lungo il tronco

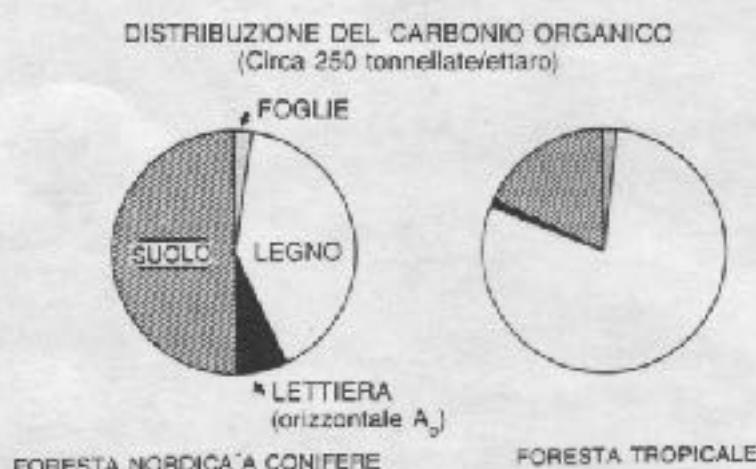
Gli ecosistemi naturali poveri di nutrienti sviluppano una serie di adattamenti per la conservazione dei nutrienti che producono una ciclizzazione rapida che tende ad escludere il comparto abiotico, e minimizzando così il rischio di perdite per lisciviazione.

	Foresta inglese di pini di 55 anni	Foresta tropicale
Foglie	12,4	52,6
Legno +	18,5	41,2
Radici	18,4	28,2
lettiera	40,9	3,9
Suolo	730,8	85,5
% N sulla superficie	3,0	44,0
% in biomassa	6,0	57,8
Rapporto radici/fusto +	0,60	0,30
Rapporto foglie/legno	0,34	0,76

* Secondo Ovington, 1962.

+ Foglie non comprese

† Incluse le foglie





Biodiversity

•Biodiversità

La biodiversità attuale è la conseguenza di 3,5 miliardi di anni di evoluzione della vita sulla terra.

1992 – Earth Summit di Rio de Janeiro

Viene stipulata la Convenzione sulla Biodiversità, che prevede l'individuazione ed il monitoraggio di:

Ecosistemi contenenti elevata diversità biologica, elevato numero di endemismi e/o di specie a rischio di estinzione, specie di interesse sociale, economico o scientifico

Specie coltivate di interesse per la medicina, l'agricoltura e l'allevamento; specie chiave per la conservazione della biodiversità

Genomi e geni di particolare interesse scientifico, economico e sociale

Questo è un nuovo approccio ai temi ambientali, che coniuga la conservazione ambientale con l'esigenza di promuovere lo sviluppo delle attività umane, sulla base del doppio criterio di equità e responsabilità

La definizione del concetto di **biodiversità** derivante dalla Convenzione di Rio è:

“Variabilità di tutti gli organismi viventi in tutti gli ambienti, e variabilità dei sistemi ecologici di cui essi fanno parte”

Tutto ciò individua diversità all'interno delle singole specie, fra le specie e fra gli ecosistemi

La biodiversità va quindi analizzata a tre livelli:

livello di ecosistema: diversità di tutte le forme viventi che compongono un ecosistema, inclusi i rapporti che si instaurano tra di esse e tra la biocenosi ed il biotopo

livello di specie: eterogeneità di forma viventi sulla terra

Bohim, fine 1500: Concetto di genere, inteso come categoria in grado di raggruppare specie simili tra di loro

Linneo, con l'opera *Species Plantarum*, 1753, introdusse la nomenclatura binomia.

Dopo l'accettazione delle teorie di Darwin la scelta dei caratteri usati per definire le specie venne fatta su una base logica che tenesse conto delle affinità evolutive (filogenesi)

Mayr, 1963: *La specie è un insieme di individui in grado di incrociarsi tra di loro, effettivamente o potenzialmente, per produrre una discendenza fertile, riproduttivamente isolata da altre popolazioni simili.*

livello genetico: diversità dei genomi a livello di comunità, popolazione ed individuo.

Protocollo di Cartagena (Nairobi, 2000): mette in rilievo sia la importanza della ricerca in campo agrario, sia la necessità che questa sia sviluppata in modo sostenibile, cioè nel rispetto della conservazione dei centri di origine e degli attuali hot-spots della biodiversità.

Ad oggi conosciamo praticamente tutte le specie esistenti di mammiferi, uccelli, rettili, pesci ed anfibi, e gran parte di quelle delle piante. Per gli insetti siamo probabilmente al 50%, mentre per gli altri invertebrati, funghi e protisti siamo ben sotto al 20%. Per quanto riguarda i batteri non esiste nemmeno una stima attendibile del possibile numero di specie esistenti.

Species	Earth			Ocean		
	Catalogued	Predicted	±SE	Catalogued	Predicted	±SE
Eukaryotes						
Animalia	953,434	7,770,000	958,000	171,082	2,150,000	145,000
Chromista	13,033	27,500	30,500	4,859	7,400	9,640
Fungi	43,271	611,000	297,000	1,097	5,320	11,100
Plantae	215,644	298,000	8,200	8,600	16,600	9,130
Protozoa	8,118	36,400	6,690	8,118	36,400	6,690
<i>Total</i>	1,233,500	8,740,000	1,300,000	193,756	2,210,000	182,000
Prokaryotes						
Archaea	502	455	160	1	1	0
Bacteria	10,358	9,680	3,470	652	1,320	436
<i>Total</i>	10,860	10,100	3,630	653	1,320	436
Grand Total	1,244,360	8,750,000	1,300,000	194,409	2,210,000	182,000

Predictions for prokaryotes represent a lower bound because they do not consider undescribed higher taxa. For protozoa, the ocean database was substantially more complete than the database for the entire Earth so we only used the former to estimate the total number of species in this taxon. All predictions were rounded to three significant digits.

doi:10.1371/journal.pbio.1001127.t002

La biodiversità non è distribuita uniformemente sul pianeta, ma è elevata nelle aree tropicali, e decresce con l'aumentare della latitudine.

Non vi è consenso tra i ricercatori su quali siano i fattori dominanti che causano questa distribuzione.

Di certo, alcuni fattori che hanno favorito l'elevata biodiversità delle aree tropicali sono:

- disponibilità di energia
- stabilità climatica
- lunga storia evolutiva
- area totale

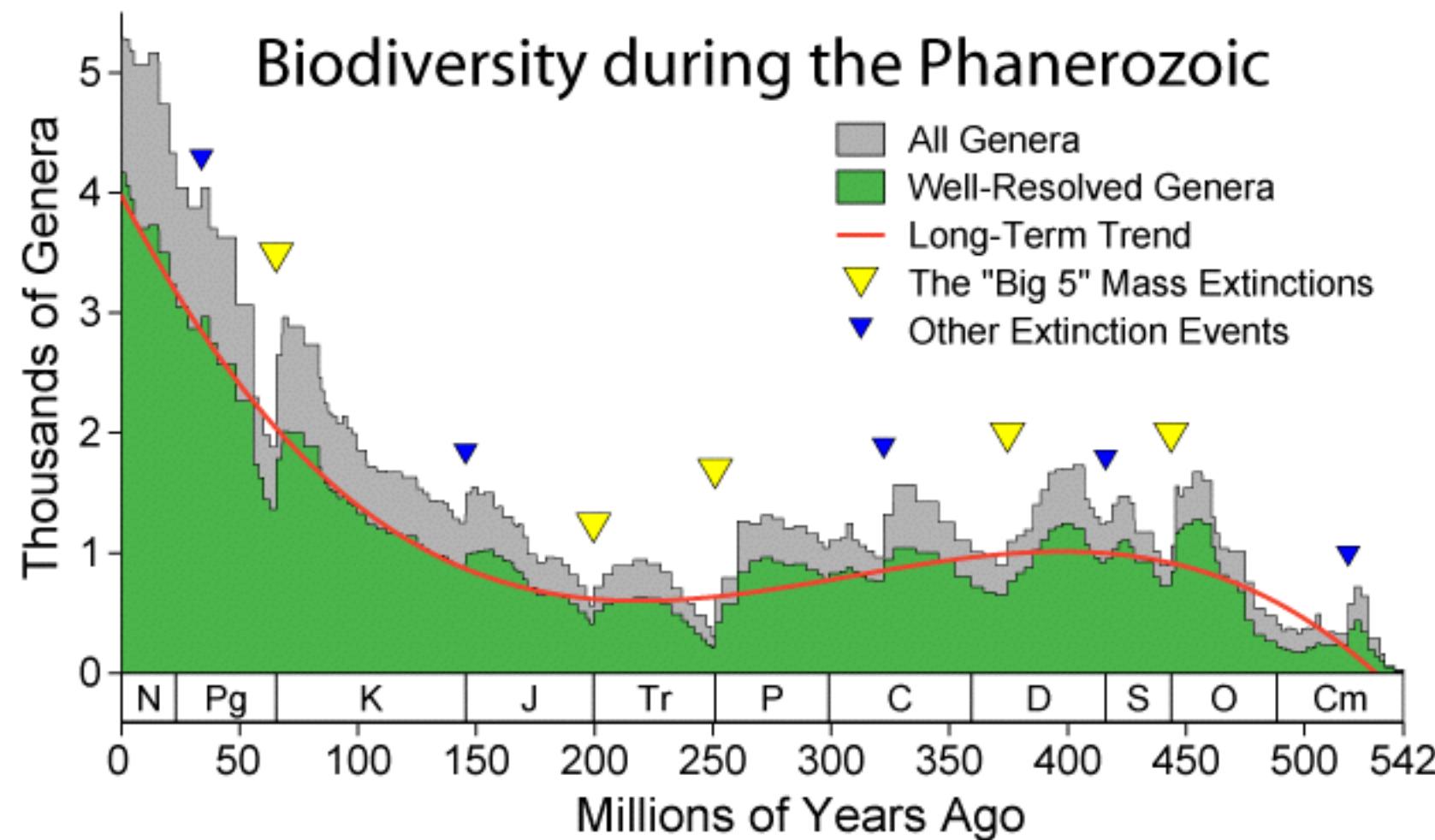
Sta ora prendendo piede l'idea che sia un concorso tra questi e molti altri fattori minori a aver prodotto l'attuale distribuzione della biodiversità sul pianeta.

Ipotesi del disturbo intermedio: un disturbo di media intensità o frequenza può favorire la ricchezza di specie, riducendo la presenza dei competitori più forti

Paradosso dell'arricchimento: una elevata produttività può determinare elevati tassi di accrescimento e favorire la dominanza di alcune specie a scapito di altre.

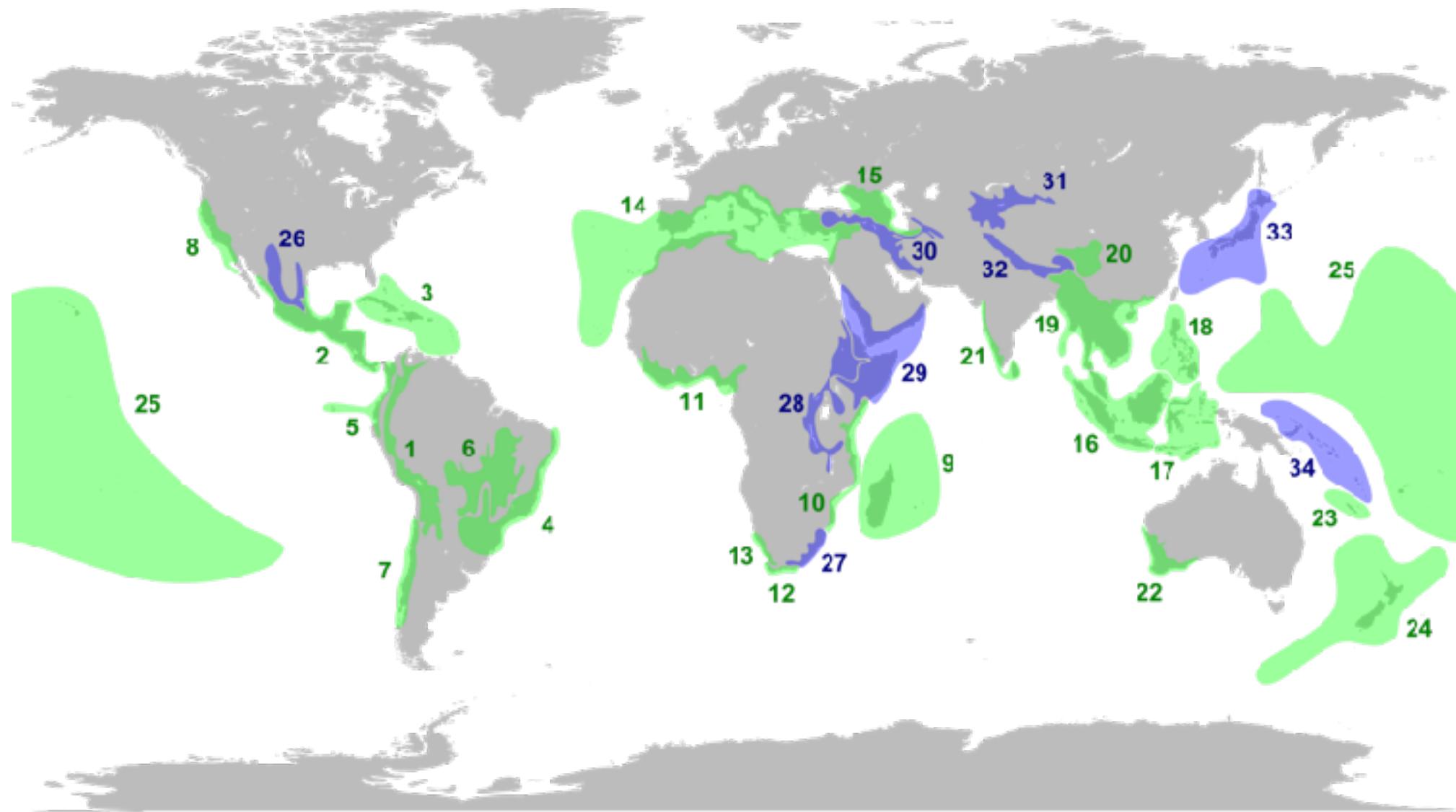
Di certo, pur non potendo datare la comparsa della vita sulla terra, sappiamo che almeno fino a 600 milioni di anni fa non vi erano sul pianeta altre forme di vita se non quelle unicellulari, ovvero archaea, batteri, protozoi unicellulari e protisti, anche se esiste un ampio dibattito sulla presenza di organismi pluricellulari già un miliardo di anni fa.

Fu solo al momento dell'“esplosione” del Cambriano, circa 540 milioni di anni fa, che, in un tempo relativamente breve, ovvero circa 20 milioni di anni, tutti i principali phyla animali cominciarono a differenziarsi, dando origine alla vita multicellulare sul pianeta. Al contempo, il differenziamento iniziò anche tra le piante.



•Diversità dei fossili marini negli ultimi 540 milioni di anni

- Hot spot di biodiversità



Vengono definiti sulla base di:

- **numero di endemismi presenti** (un'area, per essere un hot spot di biodiversità, deve contenere almeno lo 0,5% delle specie vegetali conosciute come endemismi)
 - **rischi di estinzione per perdita dell'habitat** (l'area deve aver perso almeno il 70% della sua vegetazione primaria)

Le piante vengono usate in questo caso come “traccianti”, in quanto ben conosciute e facilmente individuabili.

Sono stati censiti sul pianeta 34 hot-spot di biodiversità, che si concentrano principalmente nelle fasce tropicale e temperata. L'area mediterranea è considerata uno di questi hot-spot.

Dai poli all'equatore si osserva un incremento della biodiversità, se si escludono le aree desertiche. La causa di questo fenomeno va ricercata in:

- aumento della produttività andando dai poli all'equatore
- clima meno stagionale (nicchie più strette per risorse alimentari meno fluttuanti)
- maggiore età evolutiva delle regioni tropicali

Endemismi – specie presenti solo in un'area relativamente ristretta; si formano per:

- **attiva speciazione ed isolamento**
- **rifugio di residui evolutivi**

Se un endemismo si estingue, non vi è modo di reperire altrove la specie, che viene quindi persa definitivamente

Effetti della biodiversità sul funzionamento degli ecosistemi

- **Ipotesi della diversità – stabilità:** le funzioni ecosistemiche sono mantenute per compensazione delle abbondanze delle specie coesistenti. Maggiore il numero di specie, maggiore la capacità del sistema di compensare le fluttuazioni ambientali, e maggiore la stabilità.
- **Ipotesi della ridondanza:** le funzioni ecosistemiche permangono stabili fintanto che sono presenti specie di ogni gruppo funzionale. All'interno di un gruppo funzionale le specie sono ridondanti o sostituibili.
- **Ipotesi dei rivetti:** tutte le specie danno un sostanziale contributo alla stabilità del sistema. La ridondanza è ammessa solo per valori di biodiversità elevati. La rimozione di specie oltre un certo valore soglia porta al collasso del sistema.
- **Ipotesi della risposta idiosincratica:** il funzionamento di un ecosistema è sempre alterato dalla rimozione anche di una sola specie. Tuttavia l'entità e la direzione della risposta sono grandezze imprevedibili

L'influenza della biodiversità sui **servizi ecosistemici** è ancora dibattuta, ma gran parte degli scienziati concordano che una elevata diversità garantisca stabilità dei servizi ecosistemici. Garantire la biodiversità, quindi, equivale a tutelare il nostro futuro.

I servizi ecosistemici si dividono in quattro categorie:

- 1. Servizi di supporto** (produzione di suolo, riciclo dei nutrienti, produttività primaria), ce sono alla base delle altre tre categorie
- 2. Servizi di fornitura** (produzione di cibo, di materiali, di acqua, di energia e risorse medicinali, ecc)
- 3. Servizi di regolazione** (impollinazione, sequestro del carbonio, purificazione di acqua e aria, ecc.)
- 4. Servizi culturali**