

Ecologia

Anno Accademico 2023-24

Docente:

Prof. Stefano Martellos

martelst@units.it

(<http://dryades.units.it/SM>)





Gli organismi hanno un massimo ed un minimo ecologico per ogni fattore. Questi due estremi costituiscono i **limiti di tolleranza** dell'organismo per il fattore in oggetto. Gli organismi possono avere un ampio intervallo di tolleranza per un fattore ed un intervallo più limitato per un altro fattore. Gli organismi con intervalli di tolleranza ampi per tutti i fattori sono i più diffusi. Una specie in condizioni non ottimali per un fattore ecologico può vedersi ridurre i limiti di tolleranza anche per altri fattori. Spesso in natura gli organismi vivono al di fuori dell'intervallo ottimale di uno o più fattori, se uno o più altri fattori hanno importanza maggiore. Il momento della riproduzione è critico; in questa fase della vita degli organismi i fattori ambientali divengono particolarmente limitanti. Ad esempio, alcuni paschi del genere *Cyprinodon* presenti nelle sorgenti calde del deserto del Sonora, hanno una tolleranza per la temperatura che va da 0 a 42 gradi. Questa ampia tolleranza si riduce nelle uova e negli individui giovani a un range 20-36.

Legge di Liebig o del minimo: in condizioni di equilibrio stazionario le sostanze essenziali disponibili in quantità vicinissime al minimo tendono a divenire limitanti. questa legge è applicabile solo ed esclusivamente in condizioni di equilibrio stazionario, cioè quando il flusso in entrata di energia e materiali bilancia quello in uscita

Gli organismi si adattano e modificano l'ambiente fisico per ridurre gli effetti limitanti dei diversi fattori ambientali; questo fenomeno viene detto **compensazione di fattori**, ed è osservabile sia a livello di specie che a livello di comunità. Specie con areali piuttosto estesi sviluppano spesso popolazioni adattate localmente che si definiscono **ecotipi**, con valori di tolleranza ed ottimali adattati alle ecologiche condizioni locali. Si tratta di sottopopolazioni che sono geneticamente adattate a specifiche condizioni ecologiche. Il concetto di ecotipo è strettamente correlato a quello di **morfotipo**, indicatore di **polimorfismo genetico** all'interno di una specie. Ad esempio, i puma melanici sono circa il 6% della popolazione totale, e sono interfecondi con quelli non melanici. Ecotipi e morfotipi possono essere visti come potenziali precursori di nuove specie.



In una comunità specie con diversi valori ottimali e diverse risposte alle variazioni dei fattori ambientali mettono a punto adattamenti ed acclimatazioni reciproche che rendono capace la comunità di compensare le variazioni di tali fattori.

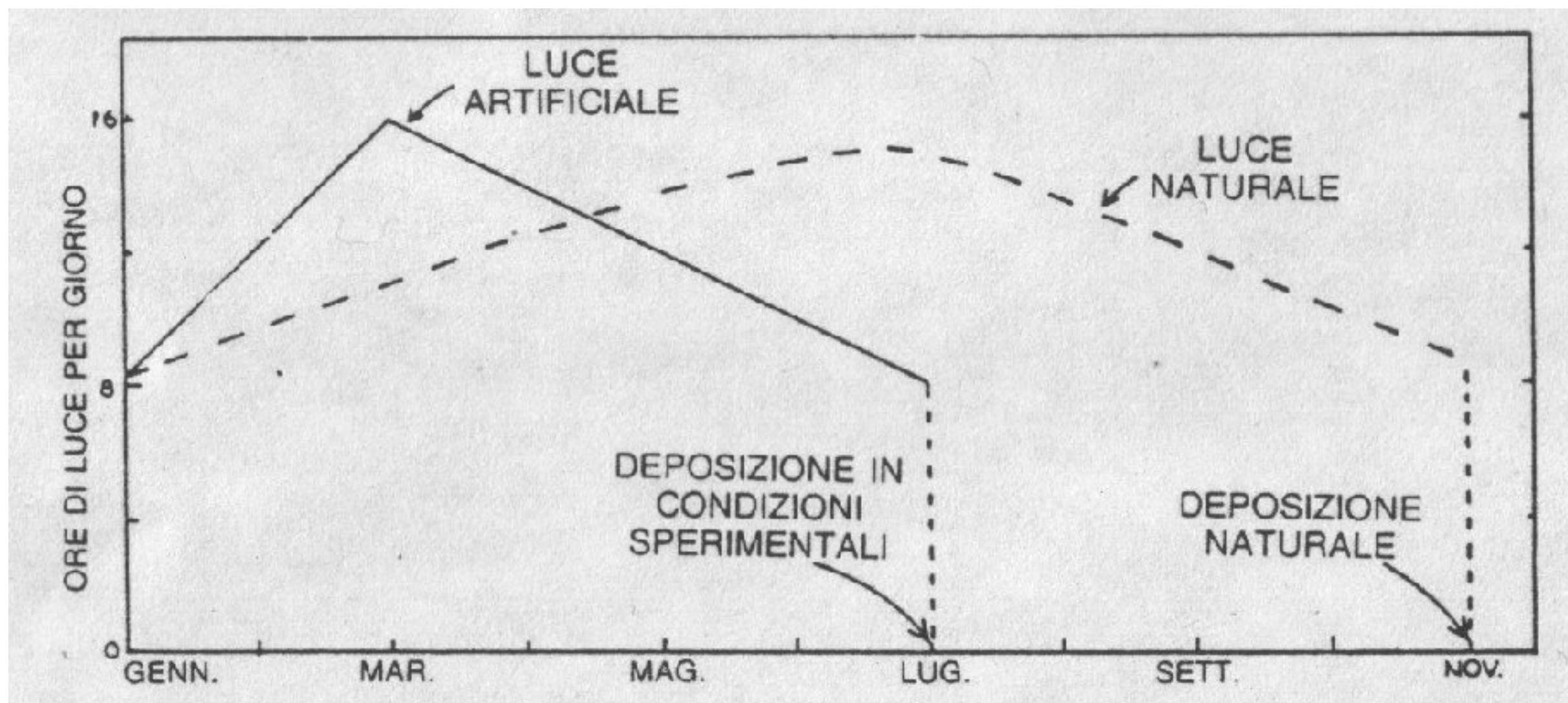
Questo avviene perché nel momento in cui una variazione di alcuni parametri ambientali riducono le performance di alcune specie, si liberano risorse che possono essere sfruttate da altre specie.

I fattori ambientali non sono necessariamente solo fattori limitanti in senso negativo, ma possono essere anche fattori di regolazione in senso positivo.

Un fattore importante nello stimolare la regolazione dell'attività degli organismi è il **fotoperiodo**, ovvero la durata del periodo di luce giornaliero.

Le variazioni stagionali del fotoperiodo sono minime all'equatore e aumentano spostandosi verso i poli. Inoltre il fotoperiodo è sempre lo stesso per una data stagione e località.

Il fotoperiodo è un timer importante che innesca svariate risposte fisiologiche negli animali e nelle piante.



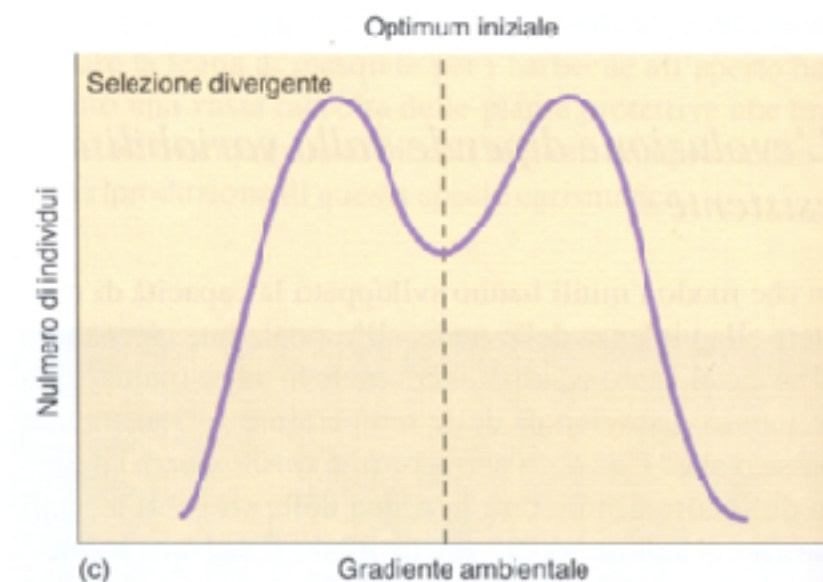
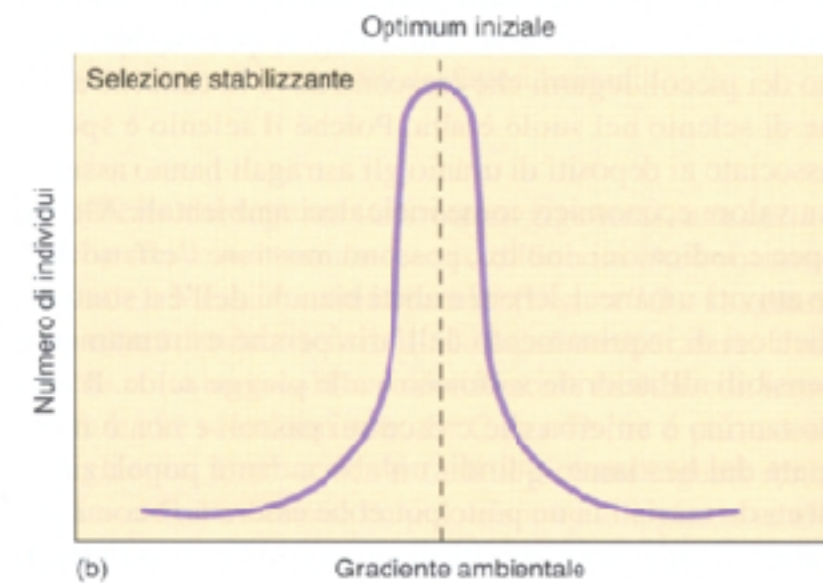
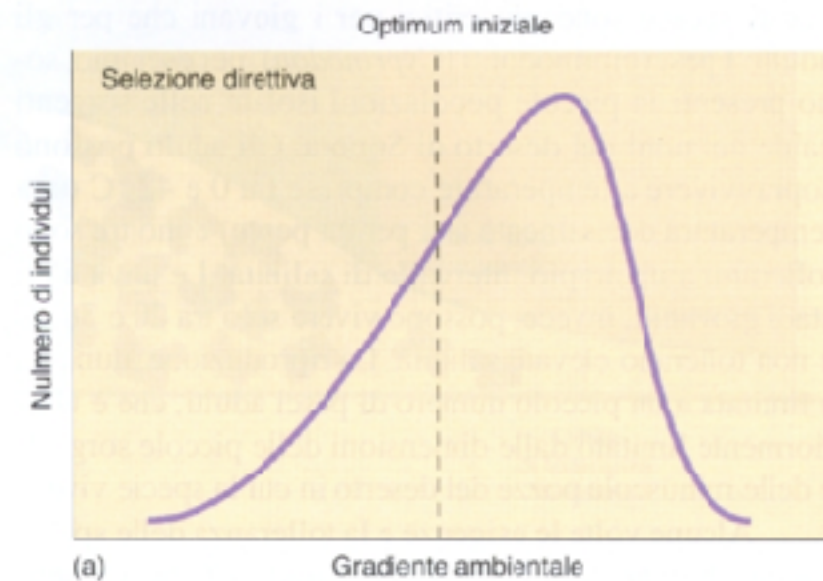
La variazione del **fotoperiodo**, ad esempio, tramite luce artificiale provoca la deposizione prematura delle uova da parte della trota.

L'**orologio biologico** è un meccanismo fisiologico di misurazione del tempo. Esso consente agli organismi di anticipare le variazioni giornaliere, stagionali, tidali e di altro genere, in modo da essere pronti a rispondere alle mutate condizioni ambientali.

Vi è una stretta connessione tra orologio biologico e fotoperiodo, in quanto il primo tende ad autoregolarsi costantemente sul secondo.

La selezione naturale non ha il solo effetto di estirpare dalla popolazione gli individui inidonei. La pressione selettiva ha tre effetti:

1. **direzionale**, che modifica i caratteri medi della popolazione producendo un nuovo optimum per uno o più fattori ambientali. Queste modifiche possono portare alla evoluzione di una specie in una nuova specie (**Anagenesi**).
2. **stabilizzante**, che elimina gli estremi di una popolazione rendendo i suoi membri più simili tra di loro.
3. **differenziante**, separando una popolazione in due gruppi con differente optimum lungo uno o più gradienti ambientali. In questo caso da una specie se ne possono formare due diverse (**Cladogenesi**). La divergenza da un comune antenato a dare specie diverse è detta **evoluzione radiativa**.



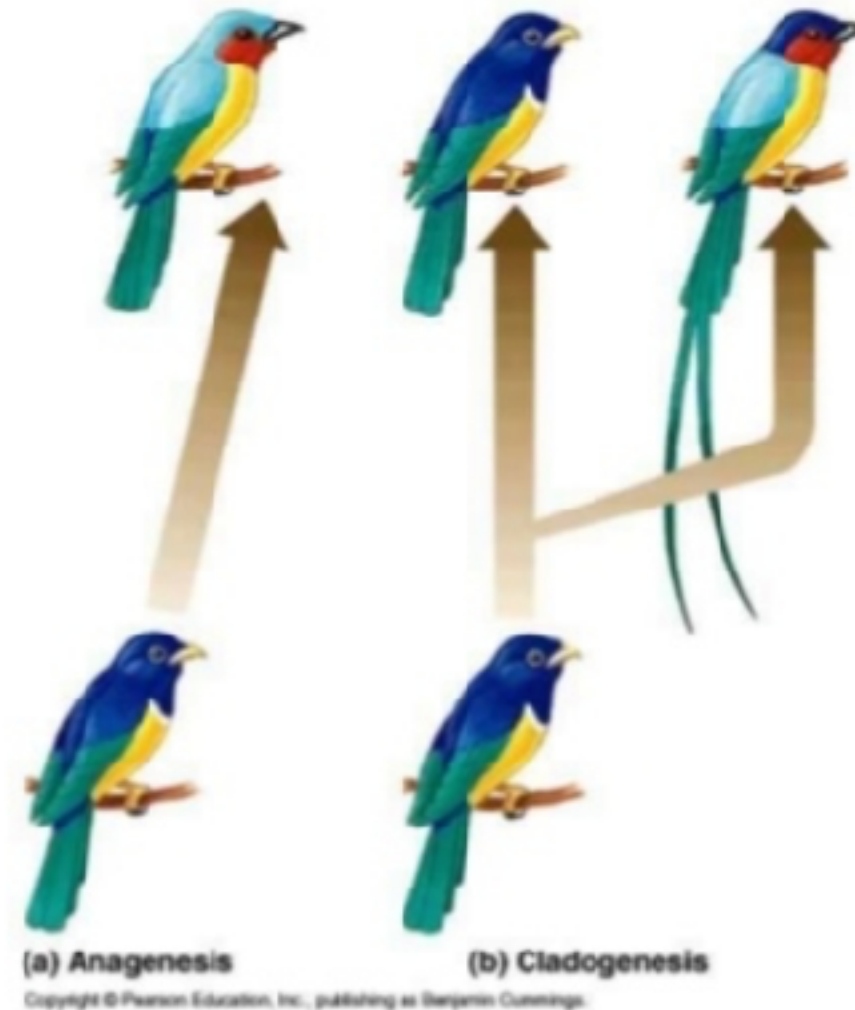
Two Patterns of Speciation

1. Gradualism (Anagenesis)

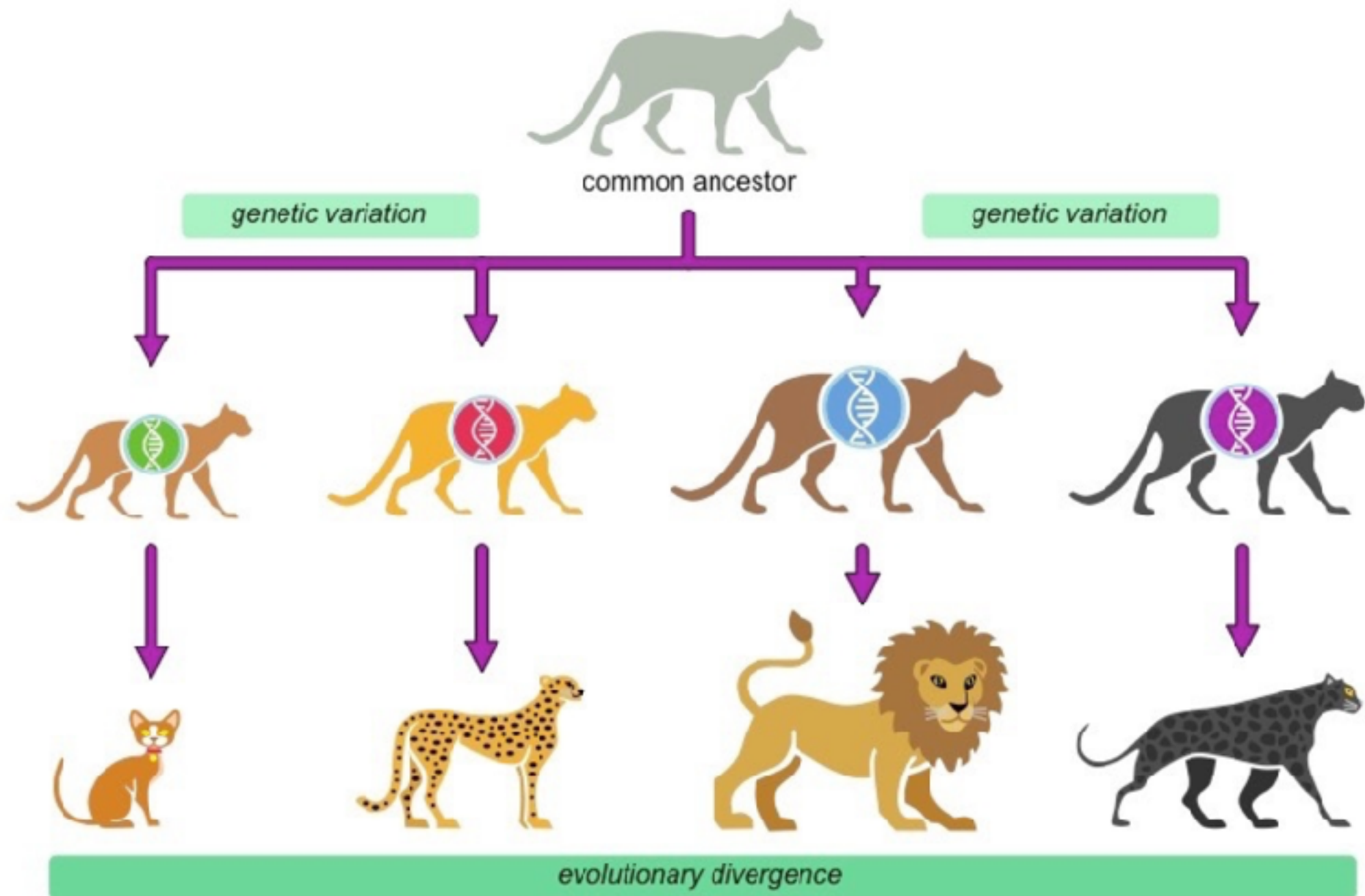
A slow, gradual accumulation of heritable changes (adaptations) in a population, due to many small episodes of natural selection. So, one species changes slowly, step-by-step, until it looks so different that we call it a new species.

2. Branching (Cladogenesis)

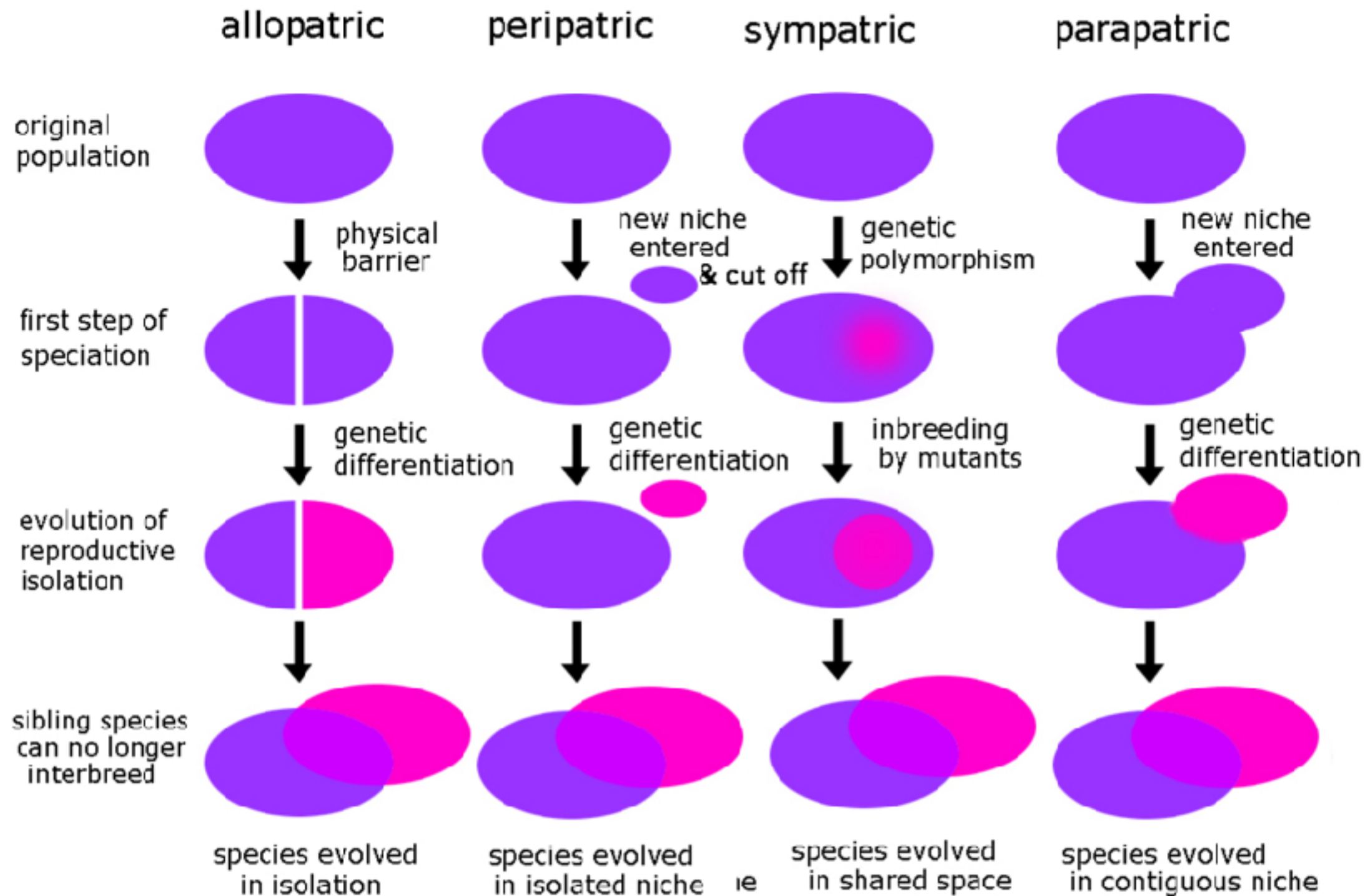
A more rapid splitting of one or more new species from an original species that may or may not continue to exist. So one species branches into two or more new ones. This process is the basis for all biological diversity.







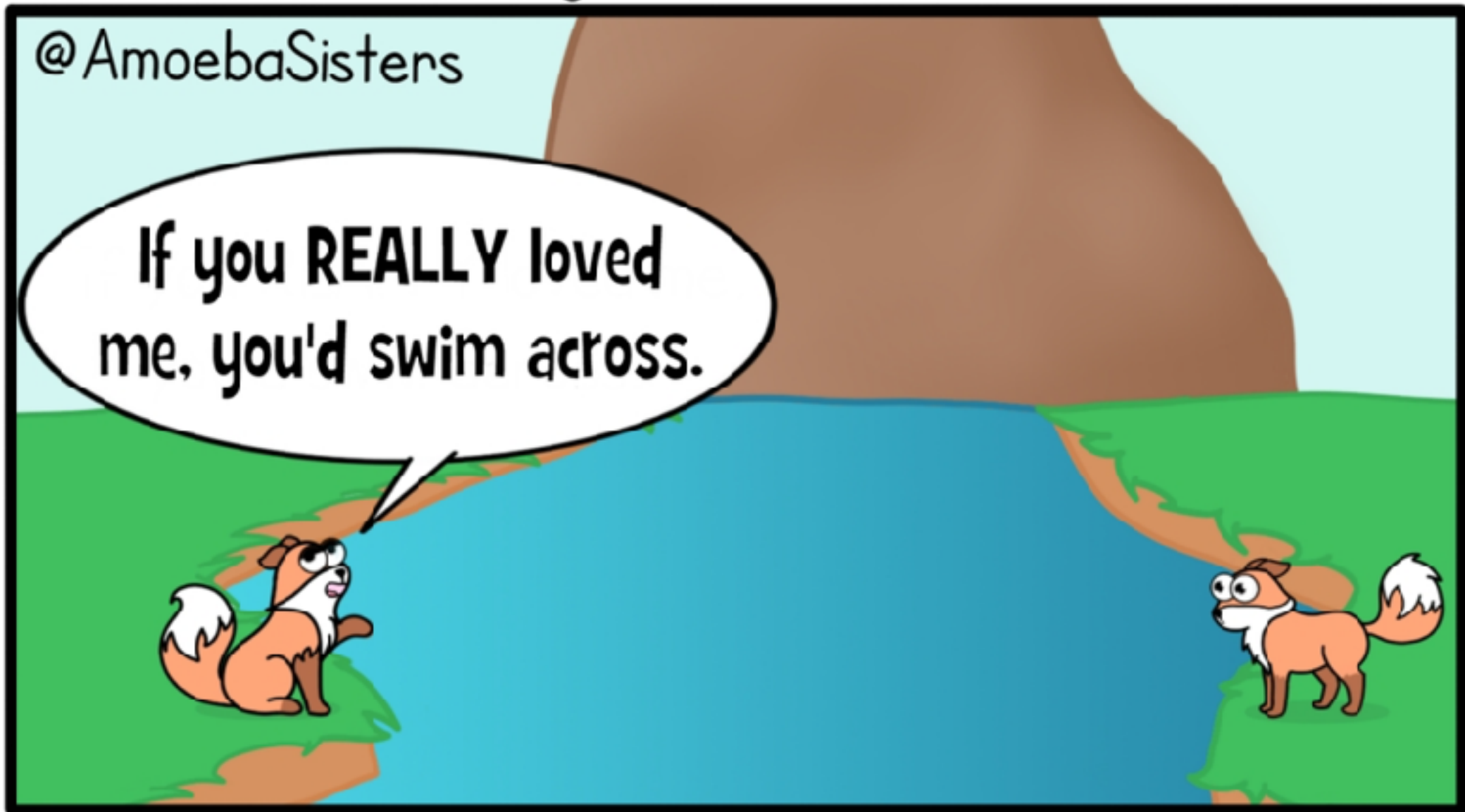
La speciazione avviene per **isolamento riproduttivo**, ovvero l'impossibilità tra due popolazioni di avere un flusso di geni tra di loro. Esistono diversi tipi di isolamento riproduttivo.

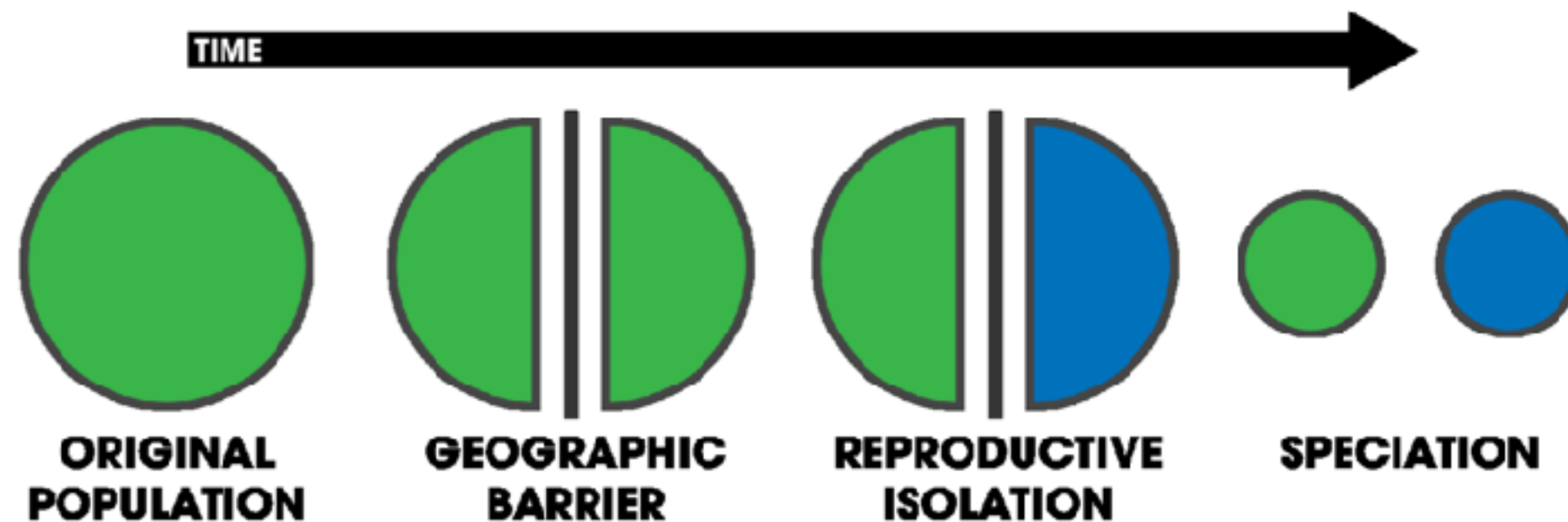


Geographic Isolation

@AmoebaSisters

If you **REALLY** loved me, you'd swim across.

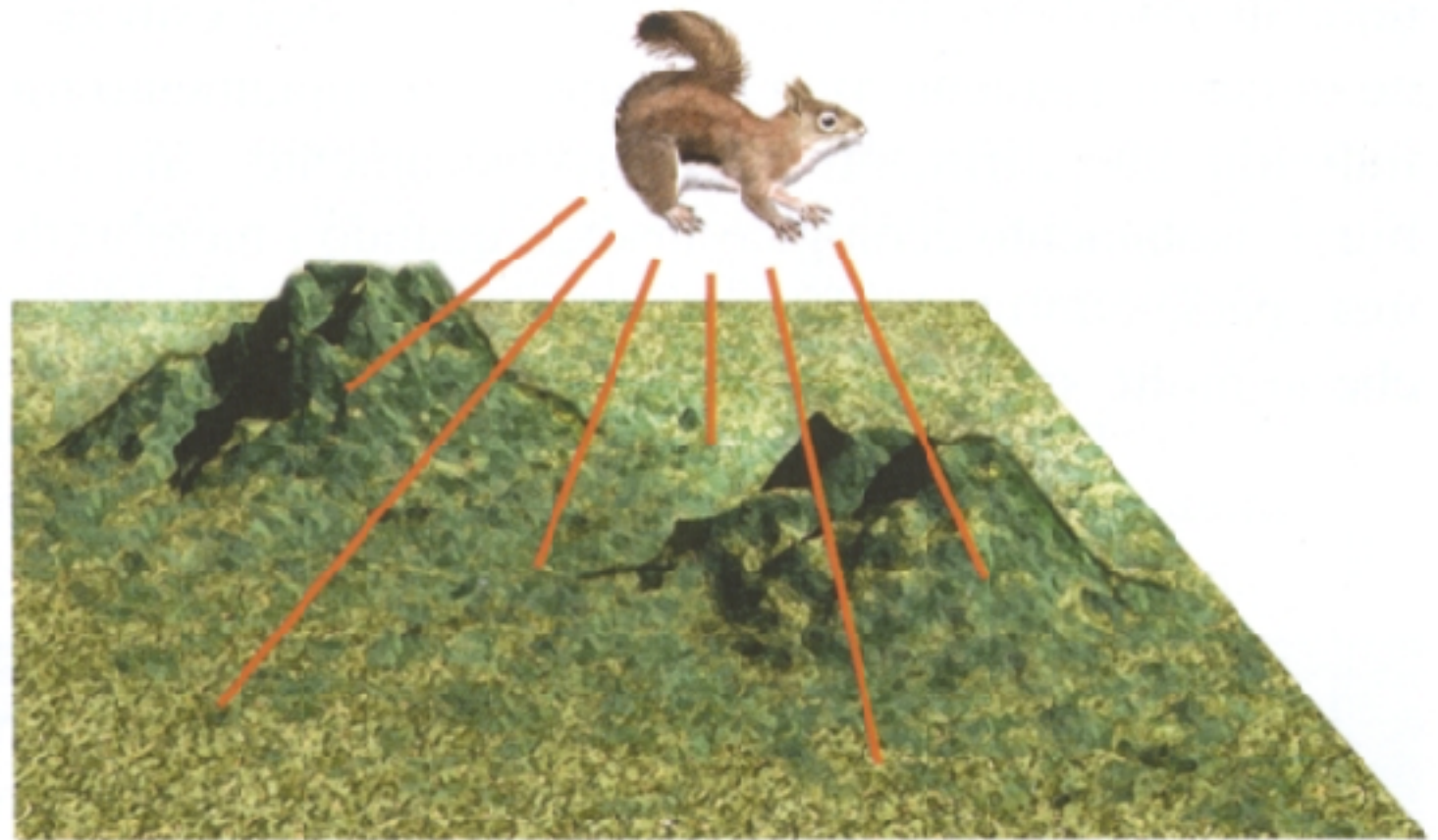




La speciazione **allopatrica** prevede un **isolamento geografico**, che può essere dovuto a diversi fattori. Il risultato è che una popolazione si divide in due sottopopolazioni, che, se ne hanno il tempo, evolvono separatamente (essendo precluso lo scambio di materiale genetico), dando origine a due specie diverse. Se le due specie vengono successivamente di nuovo a contatto, non vi può essere più scambio di geni, in quanto sono per definizione reciprocamente non interfeconde.

La speciazione del genere *Tamiasciurus*, o scoiattolo rosso nord-americano, è un caso di speciazione per isolamento geografico, peraltro ancora in atto.

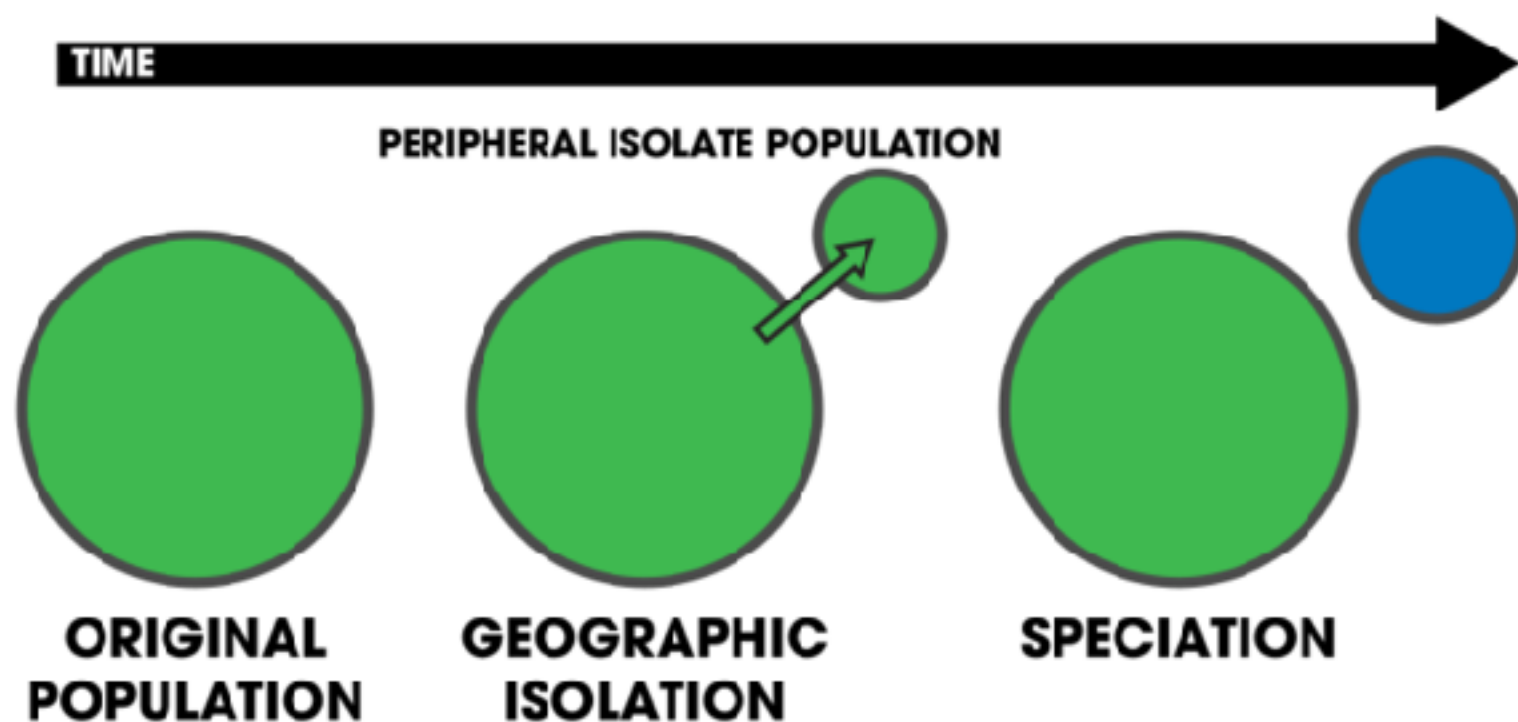
Alla fine dell'ultima glaciazione, le foreste di conifere, che ricoprivano il fondovalle di molte aree del Nord America, sono scomparse, creando quindi un gap tra le diverse montagne, ove le foreste permanevano. L'effetto di questo isolamento è di tre specie e un numero elevato di sottospecie, alcune delle quali dibattute da diversi autori come vere e proprie specie.



1. Popolazione singola

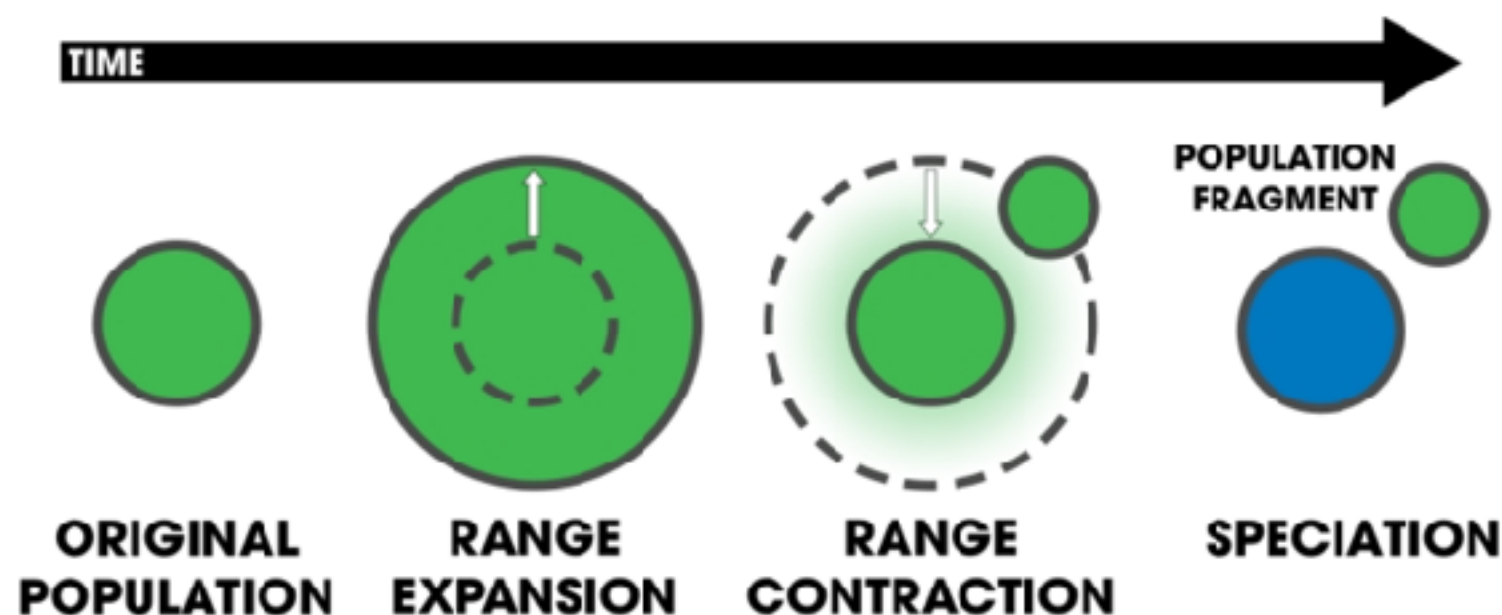


2. Popolazioni isolate geograficamente



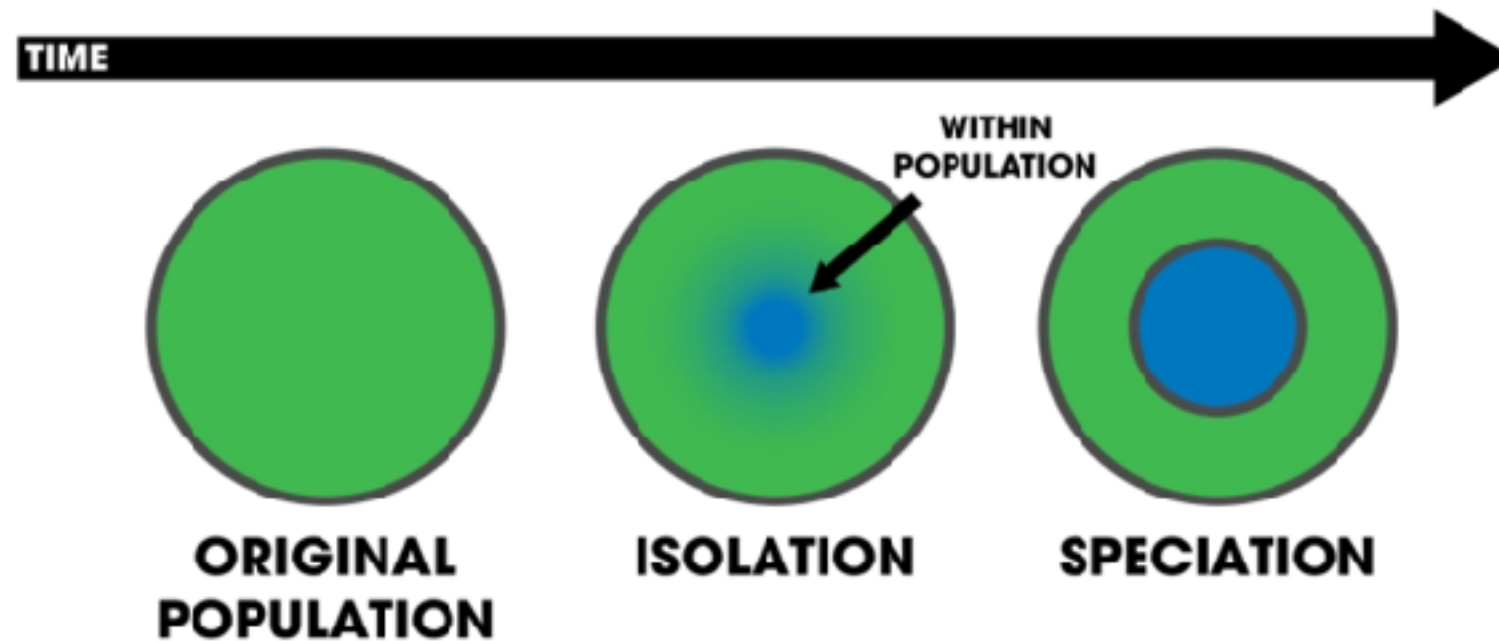
La speciazione **peripatrica** è un caso speciale di speciazione allopatrica.

In questo caso, una sottopopolazione periferica rimane isolata dalla popolazione principale, e quindi evolve separatamente. Questa separazione può avvenire o per spostamento di alcuni individui della popolazione principale in un'area disgiunta dall'areale principale di distribuzione (come l'occupazione di un nuovo territorio disponibile), o per espansione e contrazione del range di distribuzione della popolazione principale.





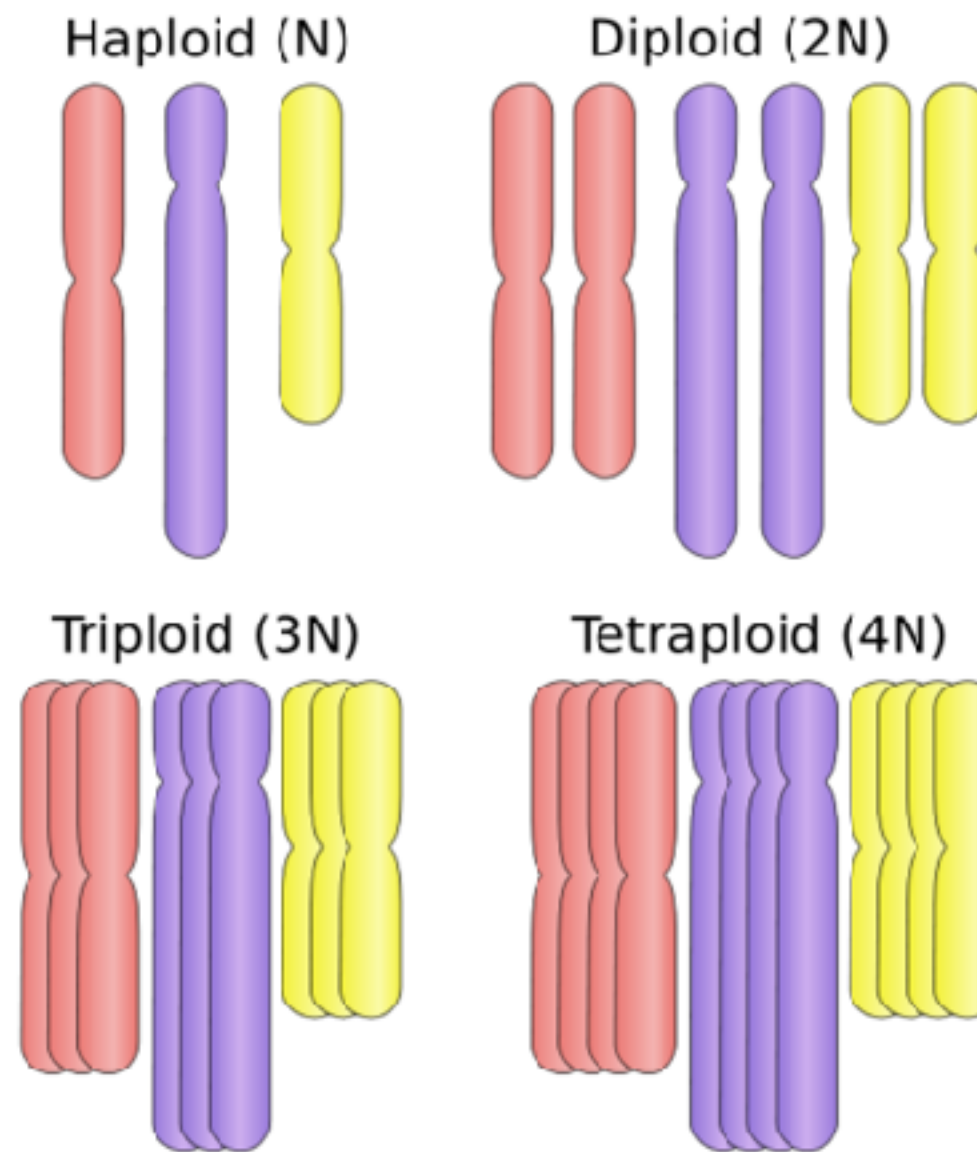
Un interessante esempio è dato dalla speciazione del cane delle praterie *Cynomys mexicanus* (a sinistra), che deriva per speciazione peripatrica dalla specie *Cynomys ludovicianus* (a destra). Questa, diffusa nel Nord America, ha avuto una notevole espansione del suo range verso sud nel corso dei passati eventi glaciali, per poi subire una successiva contrazione verso nord. Questo ha permesso la formazione di una nuova specie a partire da popolazioni rimaste isolate nella parte meridionale dell'areale.



La speciazione **simpatrica** prevede un isolamento non geografico di due o più sottopopolazioni. Questo tipo di isolamento può avvenire per la creazione di un qualche tipo di barriera riproduttiva, per:

- isolamento comportamentale;
- isolamento meccanico;
- isolamento temporale (anisocronia);
- isolamento ecologico;
- poliploidia (nelle piante)

Alcune di queste forme di isolamento possono concorrere, o agire separatamente.



Nel caso delle piante, il più comune meccanismo di speciazione simpatica è la poliploidia, in cui gli individui poliploidi sono presenti nello stesso range distribuzionale della popolazione originale, ma non sono in grado di scambiare con questa materiale genetico.



I ciclidi dei grandi laghi africani, che includono il lago Vittoria e il lago Tanganica, tra i più grandi al mondo, sono un altro esempio di speciazione simpatica.

Questi grandi laghi si sono formati in un periodo relativamente recente, circa 15000 anni fa. Da allora, l'evoluzione ha portato allo sviluppo di circa 1500 specie di ciclidi, che, assieme a tutti gli altri pesci dell'area, costituiscono il 10% circa della biodiversità ittica mondiale.

Si ritiene che da una specie originale, che colonizzò i laghi all'epoca della loro formazione, la disponibilità di nicchie diverse abbia portato, per isolamento ecologico, alla varietà enorme di forme oggi esistenti.

Questa ricca diversità viene mantenuta dalla selezione sessuale operata dalle femmine, che scelgono solo i maschi che presentano attributi della loro specie, e non quelli di altre specie. Livrea e canto (i ciclidi emettono dei suoni che fanno parte del rituale per l'accoppiamento) sono i caratteri che le femmine usano per scegliere. La scelta da parte della femmina è fondamentale, visto che è suo lo sforzo principale in termini di investimento energetico verso la prole.



Un interessante esempio di speciazione simpatica in atto ci viene dalle Galapagos, e per la precisione dalla popolazione di *Geospiza fortis* (fringuello terricolo medio) presente sull'isola di Santa Cruz.

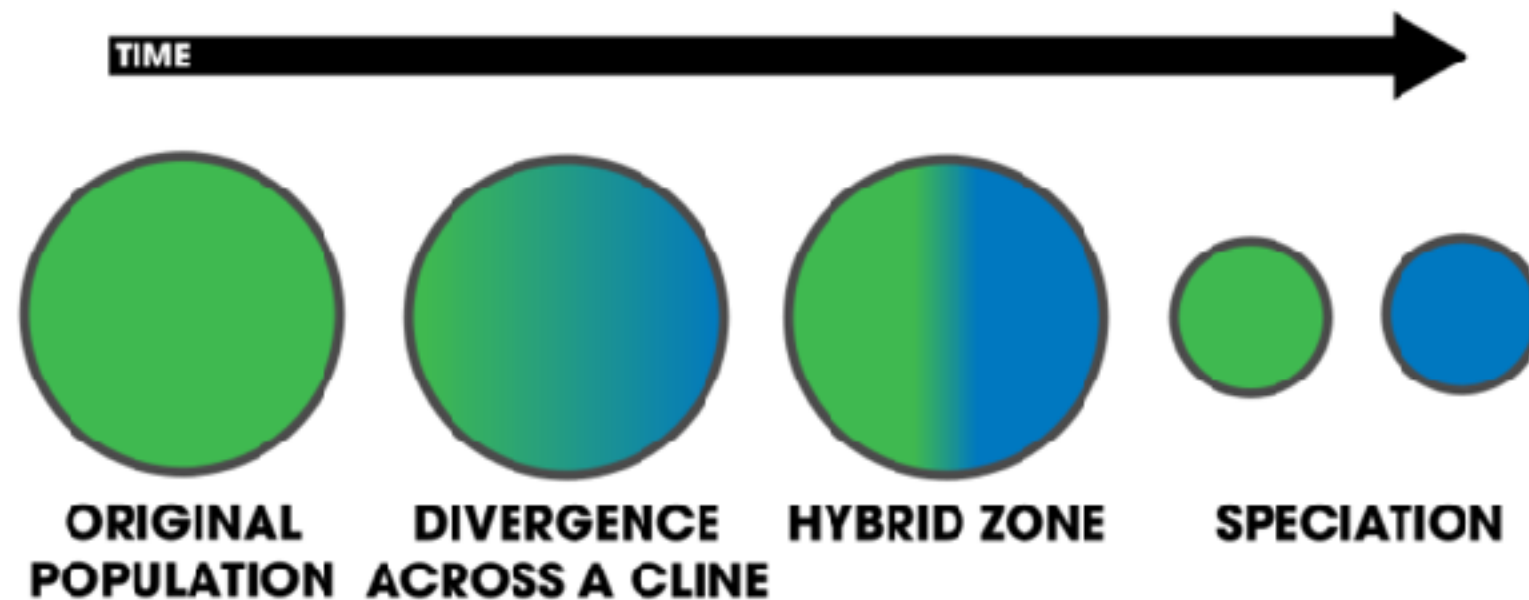
Questa specie, adattata a nutrirsi di semi piccoli e molli, a causa di una carestia negli anni settanta ha visto alcuni individui adattarsi a mangiare semi più grandi e duri, con la comparsa di un fenotipo dal becco più grande e robusto. La mutata morfologia del becco ha avuto però conseguenze anche sul tono del canto, necessario per attirare le femmine per la riproduzione. Questo sta quindi separando due popolazioni che vivono nella stessa area, e potrebbe portare a un fenomeno di speciazione.



Un caso di formazione di criptospecie per allocronia ci viene dall'uccello delle tempeste di Castro, *Oceanodroma castro* (Harcourt , 1851). Questa specie, vive sulle isole rocciose dell'Atlantico e del Pacifico.

In diversi arcipelaghi, tra cui le azzorre, diversi individui di questa specie si alternano nell'uso dei nidi in stagioni diverse. Si è anche notato che queste due sottopopolazioni

Possono anche avere canti leggermente diversi, e diversi periodi di muta. Recenti analisi genetiche hanno dimostrato che almeno in alcuni casi, le due sottopopolazioni non scambiano geni tra di loro da diverso tempo, supportando quindi l'idea di un fenomeno di speciazione per allocronia in atto.



La speciazione **parapatrica** è un fenomeno controverso tra i ricercatori. In questo caso, una specie presenta un cline, ovvero una continua variazione di uno o più caratteri lungo un gradiente ecologico. Questa variabilità continua può produrre una nuova specie quando a) la riproduzione avviene in modo non casuale, e b) il flusso genico avviene in modo disuguale.

Questo fenomeno è difficile da identificare in natura. Sembra particolarmente frequente negli ambienti marini, ove vere e proprie barriere geografiche difficilmente esistono. Le salpe e i pesci della famiglia dei Mormyridae (pesci elefante) sono considerati esempi classici di speciazione parapatrica.

Estinzione

Per ogni specie vi è un momento di nascita (**speciazione**) ed uno di morte (**estinzione**). Si stima che circa il 98% delle specie comparse sul pianeta nel corso delle ere sia estinta.

L'esplosione di biodiversità del Cambriano non è continuata ininterrottamente. La biodiversità del pianeta ha avuto degli alti e bassi, a causa di diverse estinzioni di massa.

Ci sono giunte prove di 5 **estinzioni di massa**.

periodo	causa	effetti
435 <u>mln</u> di anni fa (fine del Ordoviciano)	Glaciazione prolungata	Abbassamento livello dei mari con riduzione degli ecosistemi marini, e conseguente estinzione principalmente di organismi che vivevano in questi ecosistemi; poco interessati i vegetali terrestri che si stavano evolvendo in quel periodo. Perdita stimata della biodiversità: 85%
360 <u>mln</u> di anni fa (fine del periodo Devoniano)	Glaciazione o impatto di un asteroide	Vennero interessate decine di migliaia di specie marine, più diverse specie di pteridofite e <u>spermatofite</u> terrestri, che si erano appena evolute.

240 <u>mln</u> di anni fa (fine del Permiano)	Impatto di una grossa meteorite o eruzioni vulcaniche	Segna la fine dell'era Paleozoica. Scompaiono principalmente gli animali marini (trilobiti, <u>placodermi</u>) e tutte le specie arboree allora evolutesi. Si suppone che l'impatto di un grosso meteorite abbia prima oscurato il sole sollevando immense quantità di polveri, uccidendo così gran parte degli autotrofi <u>fotosintetizzanti</u> . In seguito la decomposizione di tanta massa organica avrebbe provocato un effetto serra per diverse migliaia, se non milioni, di anni. Esiste come prova un cratere di 120 Km di diametro in Australia. Perdita stimata della biodiversità: 85%-95%
200 <u>mln</u> di anni fa (fine del Triassico)	Sconosciuta	Le principali vittime furono gli anfibi ed i primi rettili. Questa estinzione aprì la strada alla evoluzione dei dinosauri. La perdita stimata di biodiversità fu del 75% delle specie
65 <u>mln</u> di anni fa (fine dell'era Mesozoica)	Impatto di uno o più asteroidi	Scomparsa dei dinosauri e di molte altre specie vegetali ed animali. Esiste un cratere di 195 Km di diametro nello <u>yucatan</u> . Inoltre sono stati trovate tracce insolitamente abbondanti di iridio nelle rocce di quel periodo nei pressi di Gubbio. Perdita stimata di biodiversità: 75%

Si definisce il **Tasso di Estinzione Normale** come il numero di estinzioni per milione di specie per anno. Questo tasso viene di solito stimato per classi o categorie di specie. Per gli invertebrati marini va ad esempio da 0,1 ad 1

$$\text{TEN} = E / MS / Y$$

Il periodo di sopravvivenza medio di una specie varia da 1 a 10 milioni di anni.

Si prevede una **sesta estinzione di massa**, causata dalla pressione antropica sull'ambiente. Questa eventuale estinzione sarebbe diversa dalle altre per:

Velocità di estinzione: attualmente 0,5% delle specie totali / anno

Numero di specie minacciate: circa 2/3 del totale, che oggi è molto superiore rispetto al passato

Tipologia di specie minacciate: tutte, in particolare a causa della distruzione degli hot-spots della biodiversità planetaria

Cause di una ipotetica sesta estinzione di massa:

- Accelerazione della crescita demografica
- Aumentato sfruttamento agricolo del suolo
- Sostituzione di specie autoctone con specie alloctone
- Frammentazione e distruzione degli areali

La nicchia ecologica

Definitions

- Autecology
 - the study of the interactions of an individual organism or a single species with the living and nonliving factors of its environment.
- Synecology
 - study of a group or community of organisms and their relationships to each other and to their common environment.

WHAT IS A HABITAT?



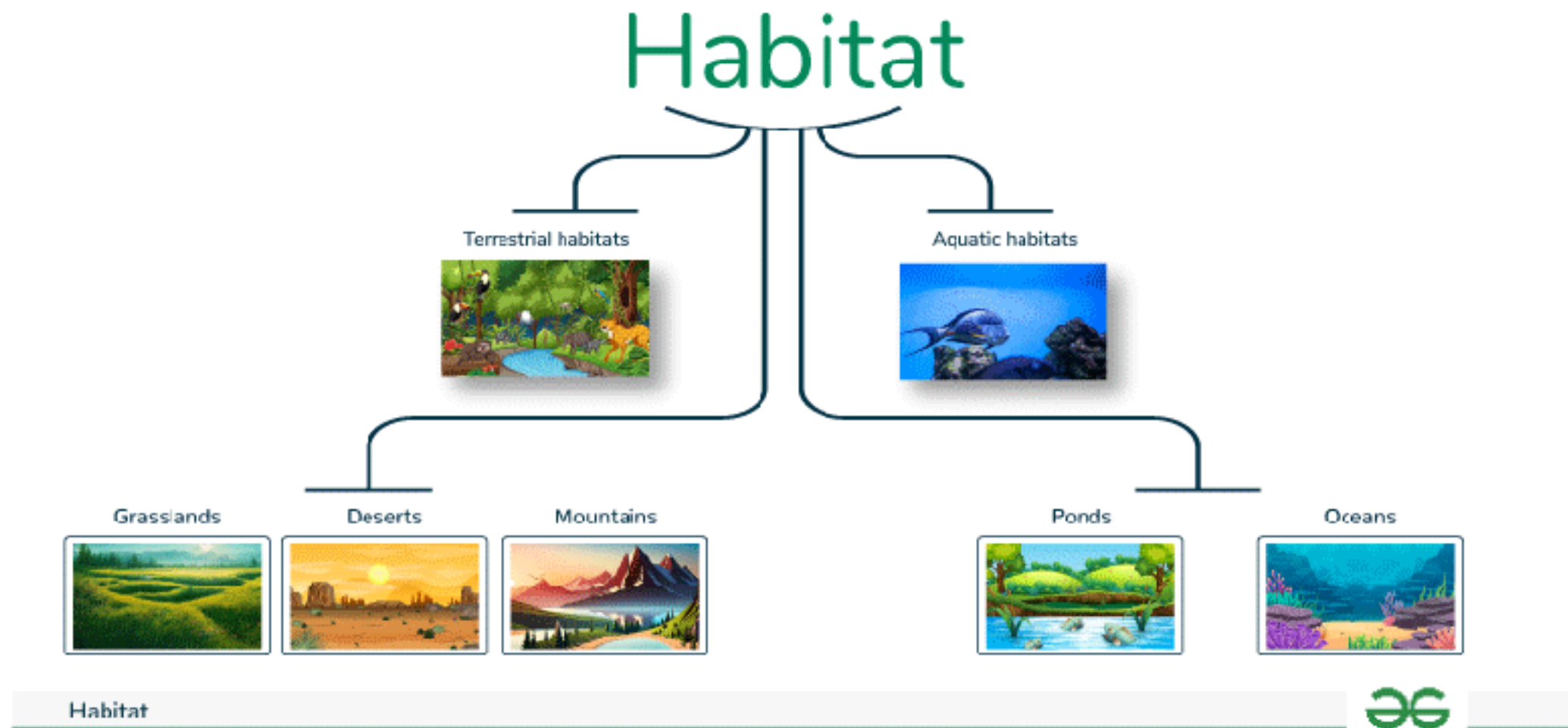
Habitat refers to the natural environment where an organism or a group of organisms live and thrive.

A **habitat** is a specific place or surroundings that provide the necessary resources, such as *food, water, shelter, and favorable conditions,* for an organism's survival and reproduction.

Habitats can be diverse, ranging from *forests* and *oceans* to *deserts* and *grasslands*, each offering unique features and supporting different forms of life.

Il concetto di **habitat** indica il posto fisico - a una specifica scala spaziale e temporale - in cui un organismo può vivere.

Si tratta della semplice descrizione della struttura abiotica e biotica di un luogo, senza descrivere alcun tipo di meccanismo che ne possa spiegare la presenza, la *fitness* e la relazione con l'ambiente che lo circonda.

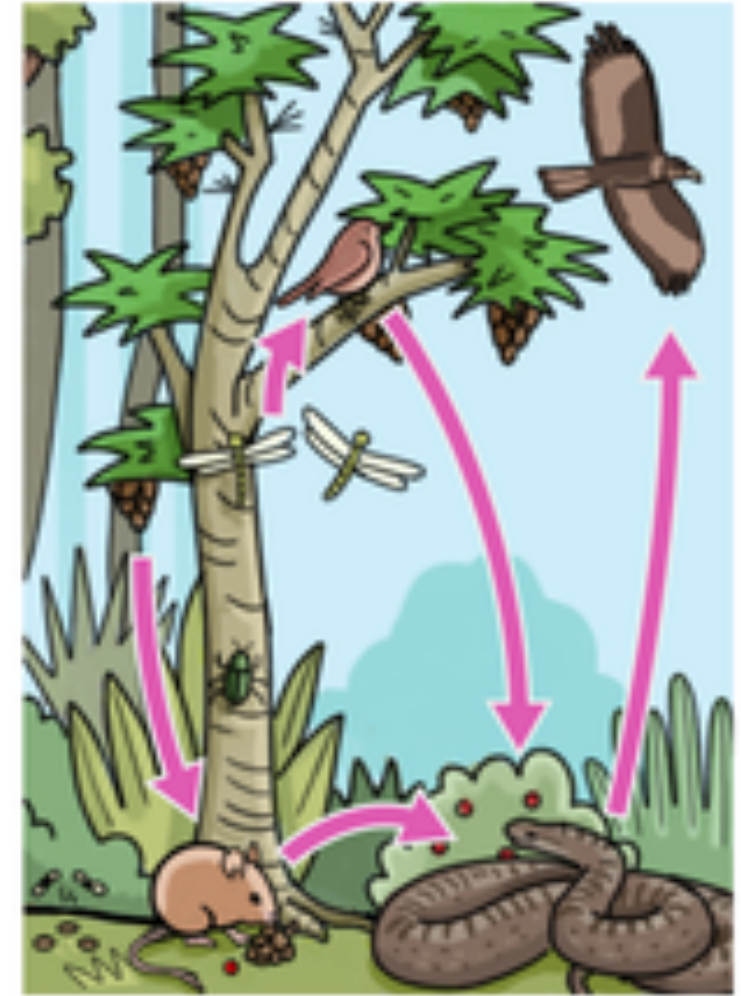




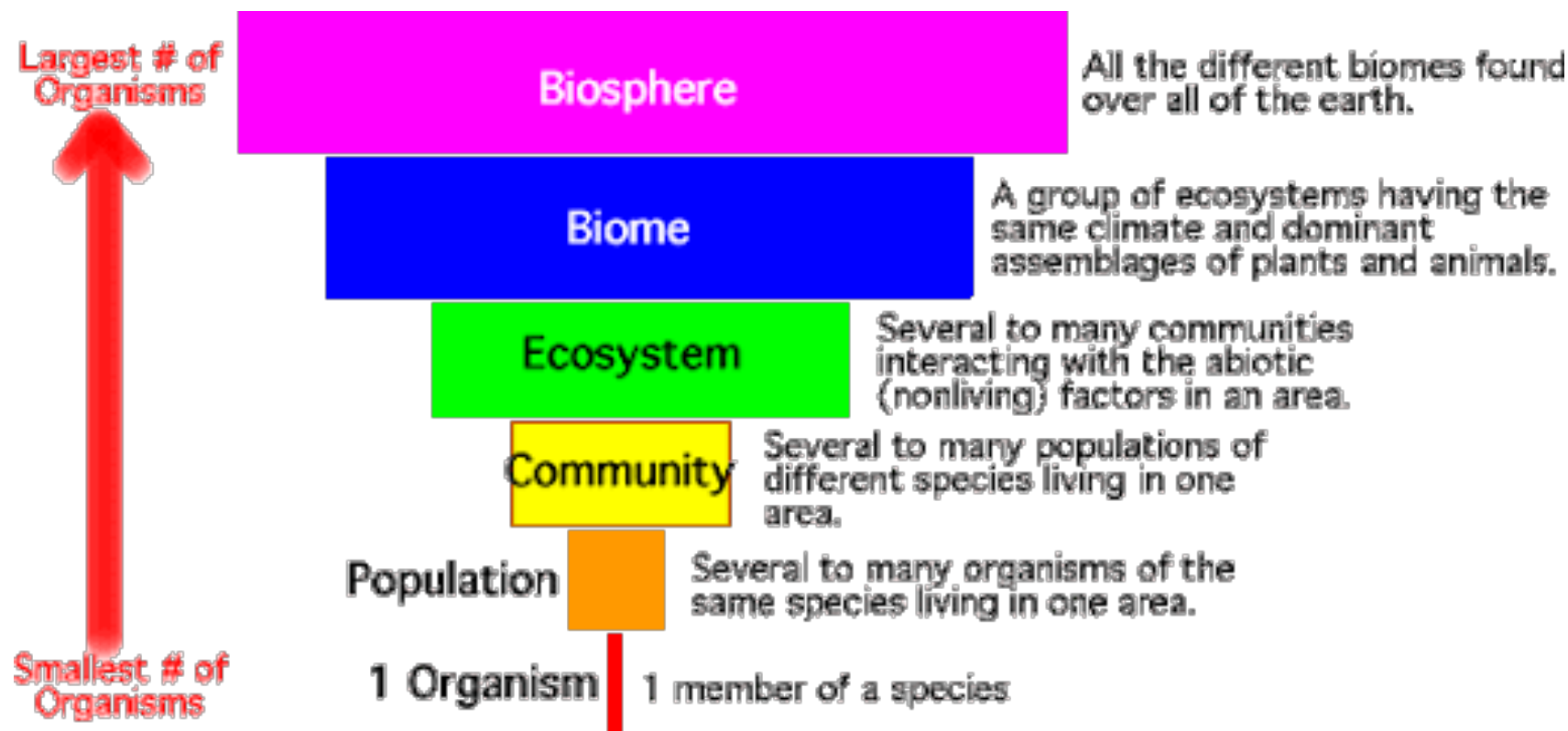
BIOME



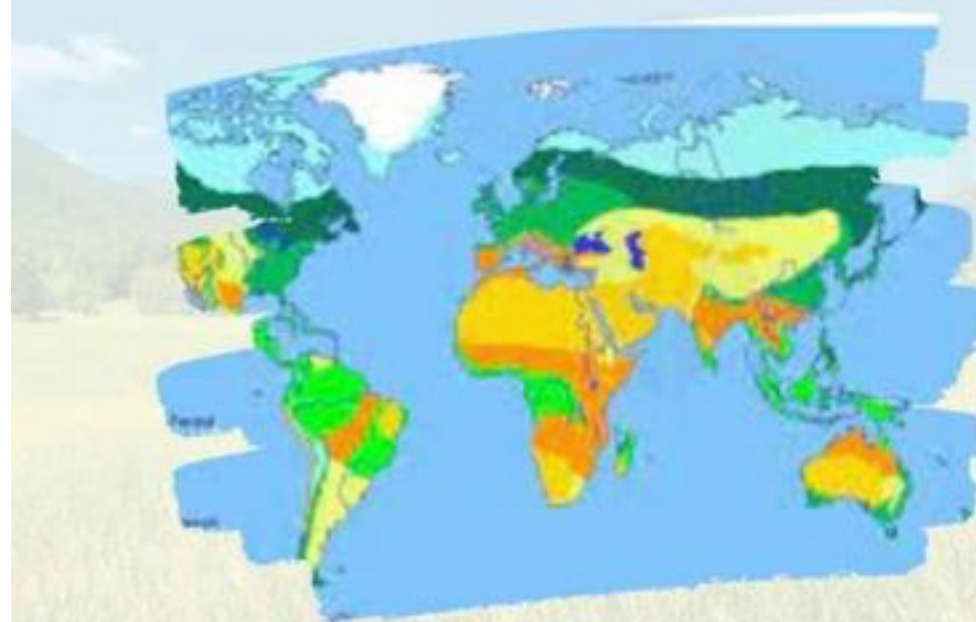
HABITAT



ECOSYSTEM

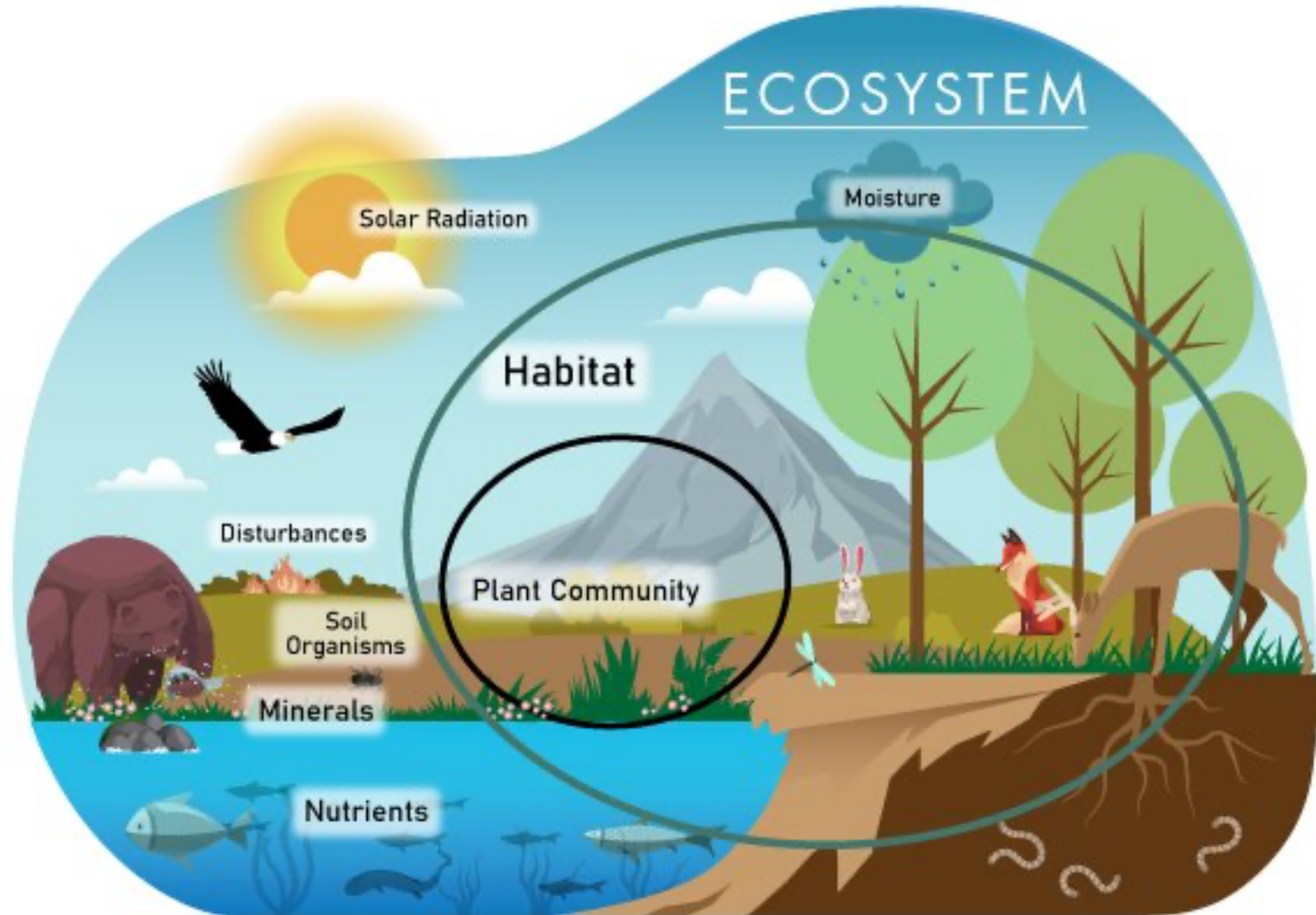


What is Biome?



A biome is a large geographical region characterized by a specific set of environmental conditions, such as climate, soil type, topography, and vegetation.

ECOSYSTEM

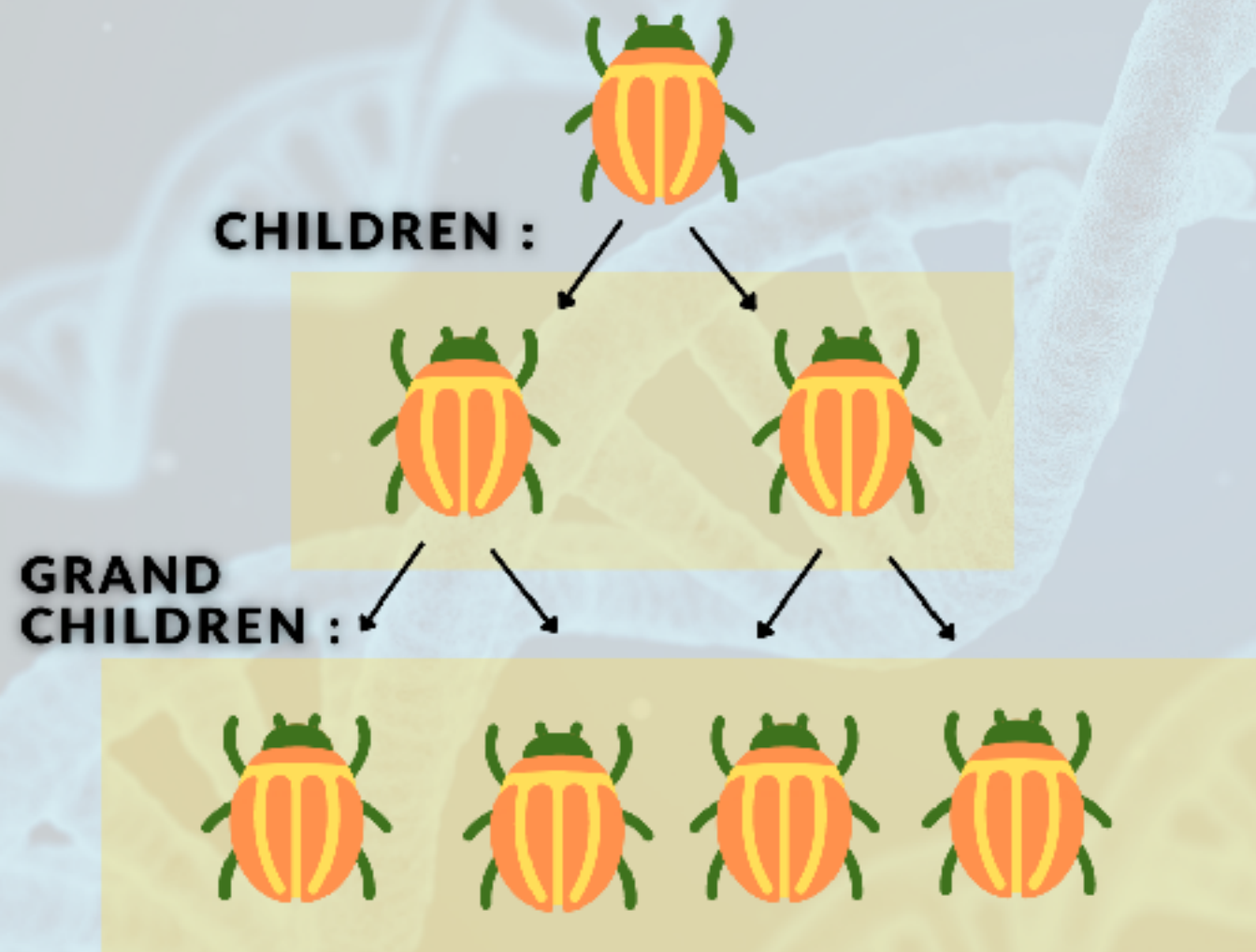


Habitat vs Ecosystem

More Information Online WWW.DIFFERENCEBETWEEN.COM

	Habitat	Ecosystem
DEFINITION	Habitat is the natural home of an organism.	Ecosystem includes all communities of living organisms and their relationships with physical environment in a geographic area.
SIZE	Small compared to an ecosystem.	An ecosystem is always larger than a habitat.
RELATIONSHIP BETWEEN HABITAT AND ECOSYSTEM	Habitat lies within an ecosystem.	One ecosystem could contain many habitats.
COLLECTION OF HABITATS AND ECOSYSTEMS	A collection of habitats make an ecosystem.	A collection of ecosystems make the large unit of biomes.
NUMBER OF SPECIES INCLUDE	One habitat contains one or few species.	One ecosystem contains a very large number of species.
NUMBER OF TROPHIC LEVELS INCLUDED	Contains only a few trophic levels.	Contains all the trophic levels.

Fitness

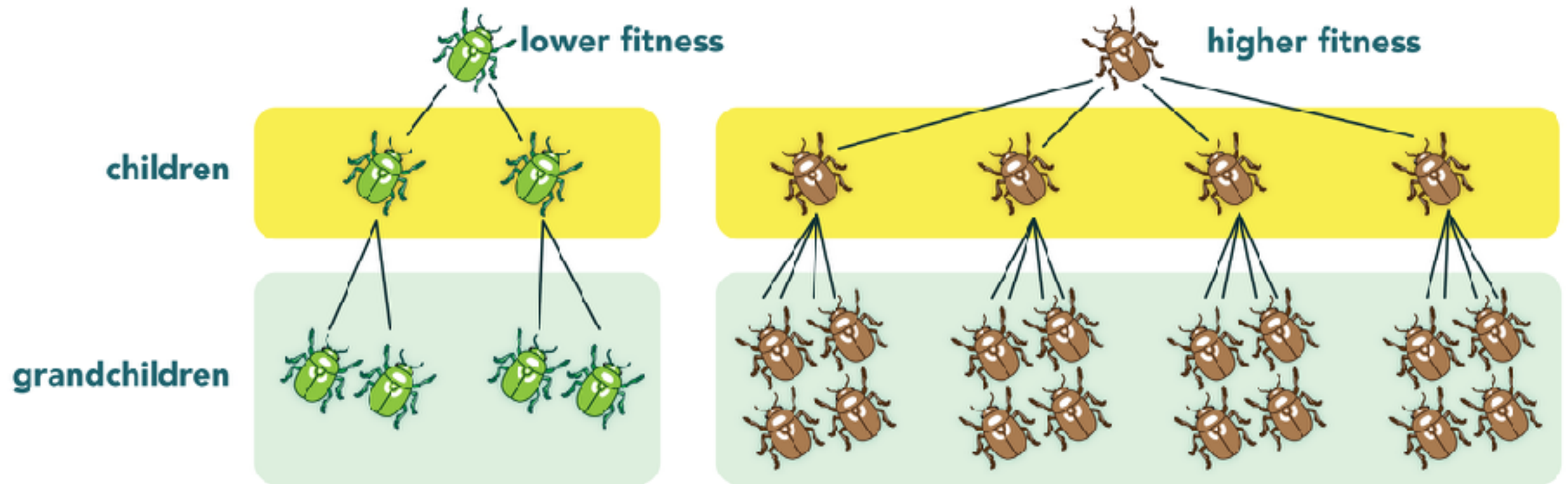


What is Fitness?

In biology, fitness is the suitability of an organism or species for a reproductive success. A such, genes can persist throughout generations.



La *fitness* è un attributo individuale, per cui individui diversi di una stessa popolazione possono avere *fitness* diverse.



La *fitness* inoltre non riguarda solo la semplice riproduzione, ma l'azione combinata dei tratti funzionali che agiscono sulla riproduzione e sulla sopravvivenza. Anche se un individuo produce molta prole, se tale prole non arriva all'età riproduttiva e si riproduce a sua volta, ne deriva che l'individuo in oggetto avrà una fitness bassa.

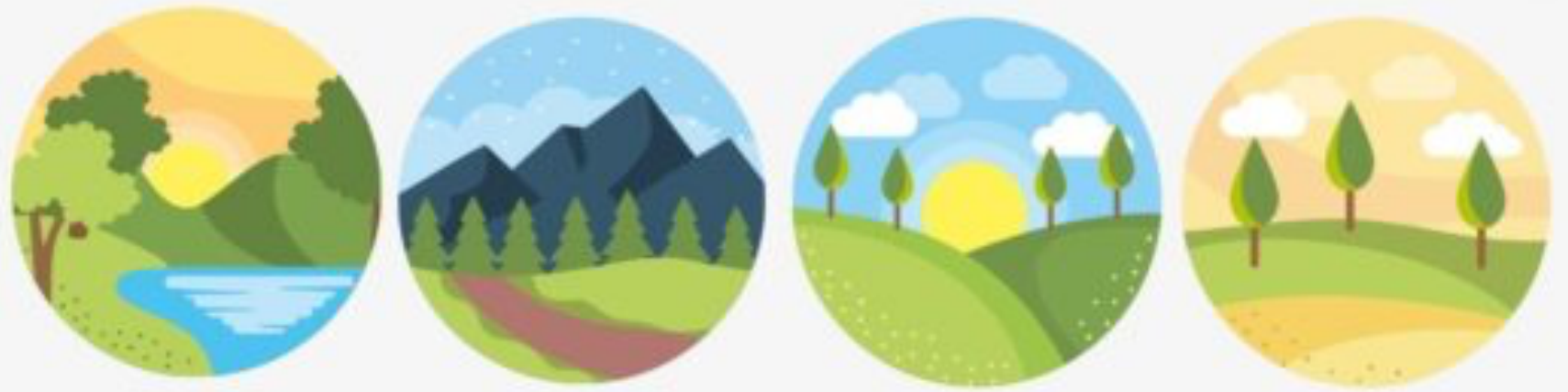
Inoltre, la *fitness* andrebbe misurata nel lungo periodo (appunto perché il successo riproduttivo di un individuo non determina necessariamente che la prole possa a sua volta avere un successo riproduttivo rilevante, o pari almeno al genitore).

Questo ovviamente può essere un problema se si studiano organismi con ciclo vitale molto lungo.

In secondo luogo, la fitness dipende dall'*habitat*. Infatti, se le condizioni ambientali cambiano, anche la fitness di un organismo individuo potrebbe cambiare. Se prendiamo ad esempio un individuo che ha una fitness elevata in un *habitat* desertico, e lo portiamo in un *habitat* temperato, la sua fitness potrebbe risultarne molto ridotta.

Environment

The environment refers to the external conditions, resources, stimuli, etc., with which an organism interacts.



It may be an external (outside) environment of an organism. ...



... or an internal environment (extracellular), especially of a multicellular organism.



L'ambiente di un determinato organismo è il risultato delle sue interazioni con le caratteristiche - biotiche e abiotiche - dell'habitat in cui esso vive.

Questo vuol dire che due organismi di due specie differenti che vivono nello stesso habitat posso sperimentare due ambienti differenti, ad esempio se hanno cicli vitali diversi (uno diurno, l'altro notturno) o se interagiscono con organismi di specie differenti.

Inoltre, i viventi modificano l'ambiente in cui vivono, in particolare le condizioni abiotiche, rendendo l'ambiente più adatto alle loro esigenze (in accordo con l'ipotesi Gaia). Ad esempio, la struttura del terreno viene modificata dall'apparato radicale della pianta che vi cresce. Un altro esempio è il castoreo che modifica il corso di un fiume con la propria diga.

Se mettiamo insieme i concetti finora espressi, otteniamo la nicchia ecologica.

Ecological niche



Ecological niche entails the following:

- Habitat or the specific area where an organism inhabits,
- The role or function of an organism or species in an ecosystem
- Interrelationship of a species with all the biotic and abiotic factors affecting it

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.



Il concetto di nicchia ecologica è evoluto nel tempo. Il primo a definirla fu **Grinnel**, nel 1917. Il suo concetto di nicchia era principalmente legato agli aspetti abiotici e alle modificazioni morfologiche e funzionali che gli organismi subiscono per adattarsi a essi. In questo senso, organismi che svolgono lo stesso ruolo in ambienti simili ma in habitat geograficamente lontani sono da Grinnel definiti equivalenti ecologici. Oggi sappiamo che questo concetto è quantomeno semplicistico.



Dipodomys sp.
Ratto canguro americano



Allactaga bullata
Jerboa dal deserto del Gobi

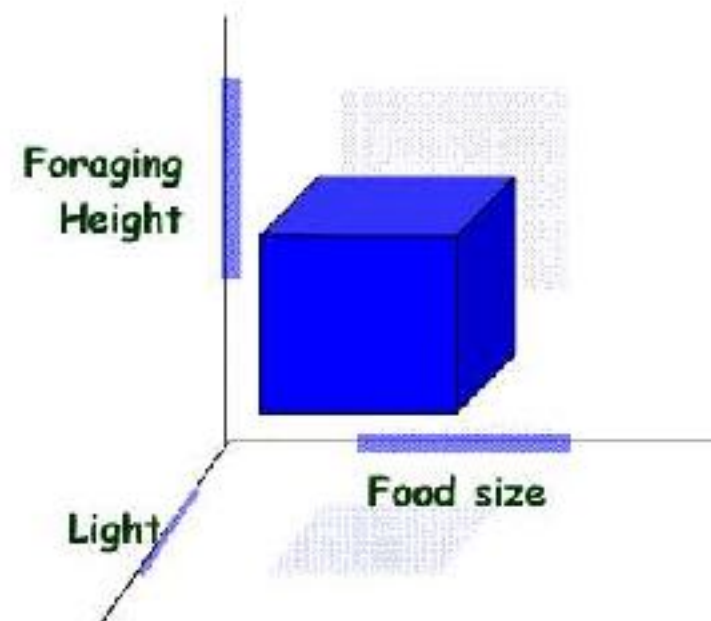
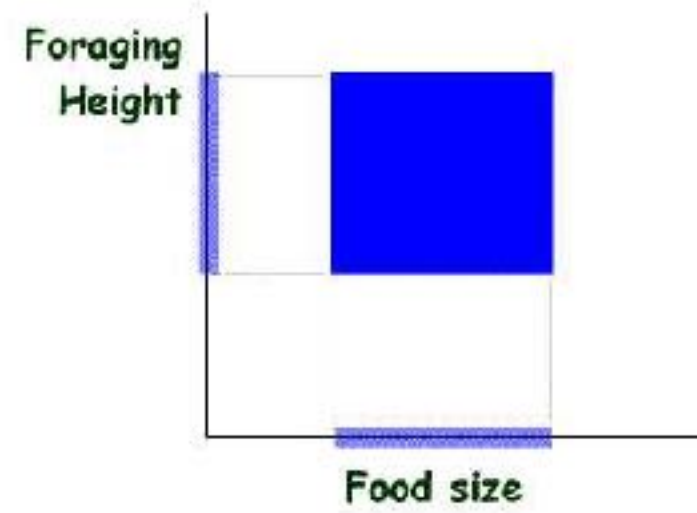
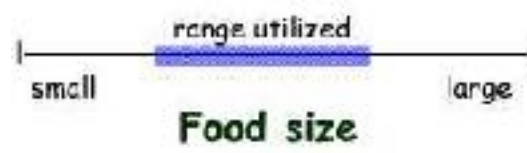
Nel 1927 **Elton** ridefinì il concetto di nicchia, focalizzandosi sull'ambiente e sui rapporti con il cibo e i suoi competitori, ovvero sul ruolo dell'organismo nella sua comunità.

Proprio in relazione al cibo, Elton propose che la taglia e le preferenze alimentari di un organismo fossero le caratteristiche distintive della nicchia di una specie.

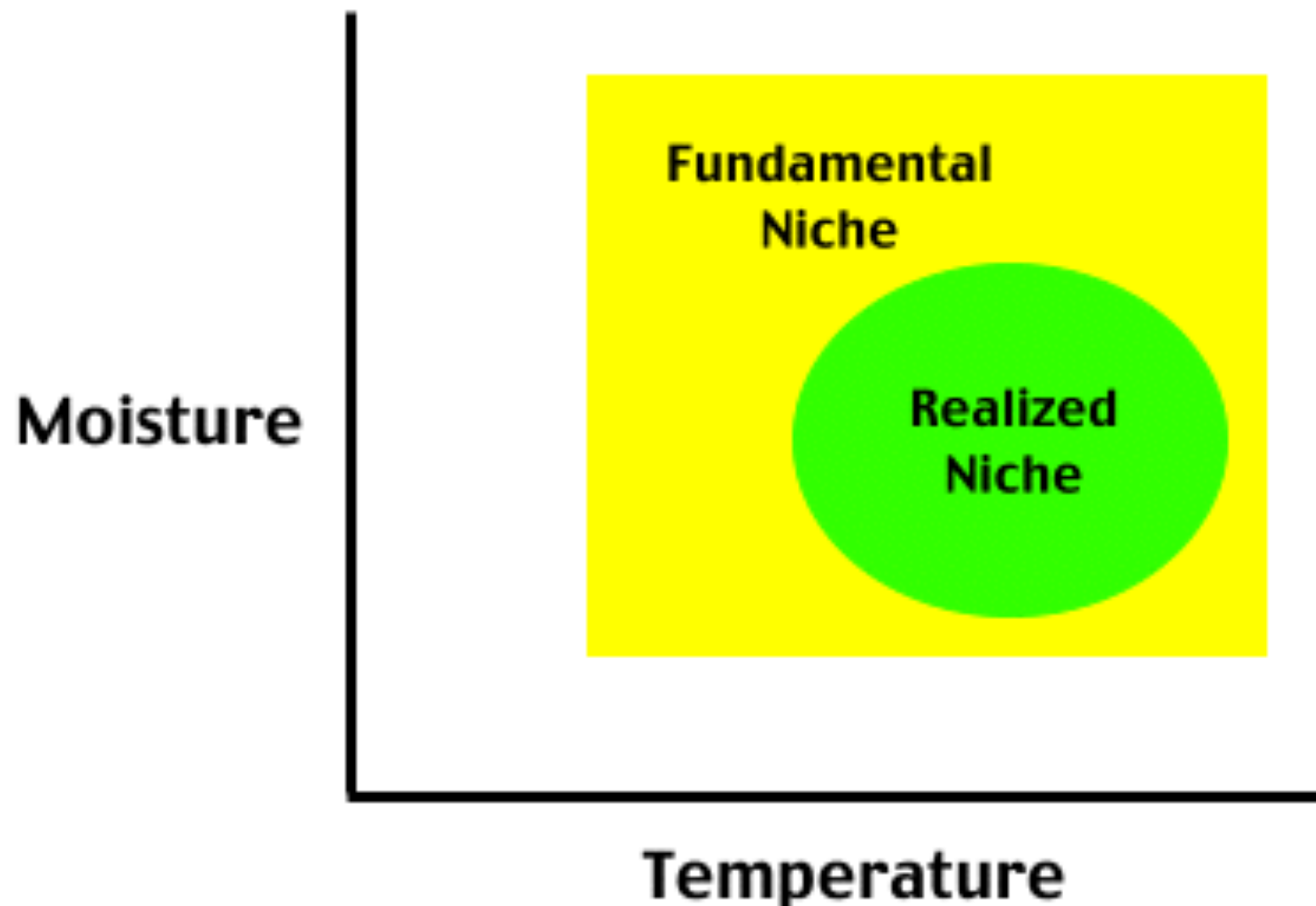
Fu però nel 1957 che **Hutchinson** propose quello che è il concetto più moderno di nicchia ecologica, ovvero l'insieme delle condizioni entro le quali una specie o una popolazione vive.

In questo senso, la nicchia hutchinsoniana è uno spazio ecologico multidimensionale definito dalla molteplicità di condizioni e risorse che influenzano la *fitness* di una popolazione, che passa attraverso la realizzazione della *fitness* individuale della maggior parte dei suoi membri.

Per dare una definizione corretta, la nicchia ecologica secondo Hutchinson è l'ipervolume definito da tutti i fattori che influenzano la *fitness* di una popolazione.

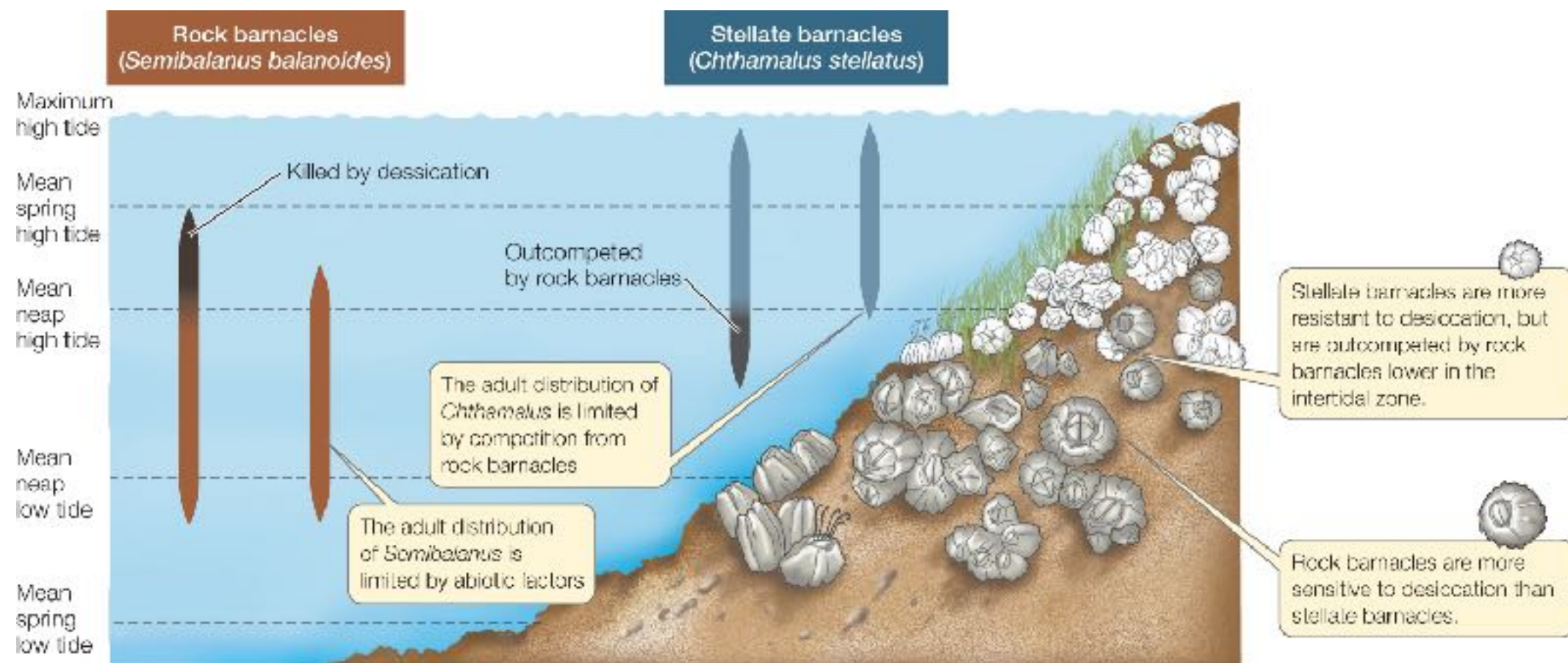


In questo senso potremmo definire la nicchia Grinnelliana come nicchia fondamentale, in quanto definita solo dai fattori abiotici, e la nicchia Hutchinsoniana come nicchia realizzata, di dimensione solitamente inferiore quella fondamentale, in quanto gli organismi sono “costretti” dalla pressione esercitata dalle interazioni biotiche.



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.





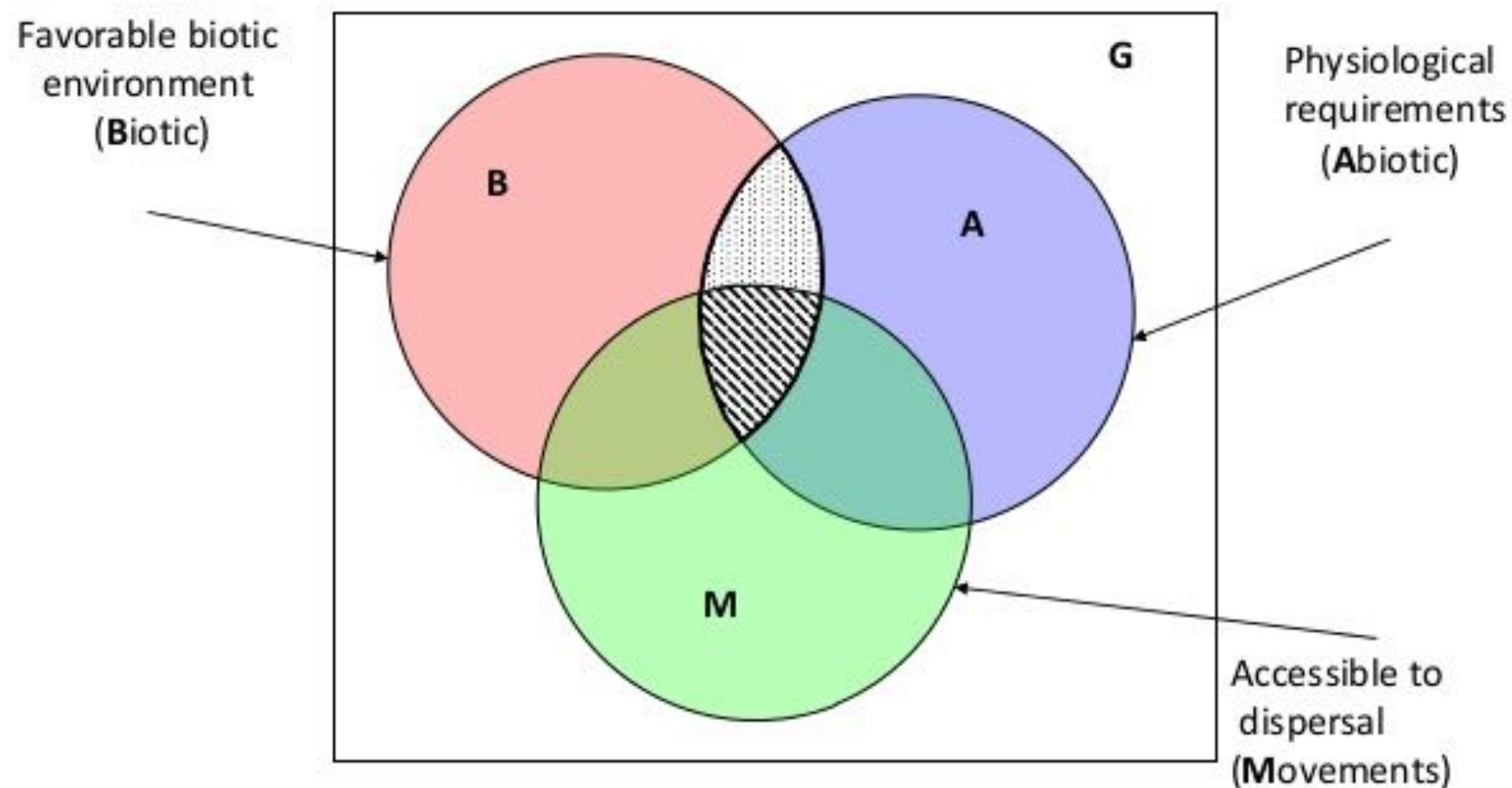
Nicho Fundamental



Nicho Realizado

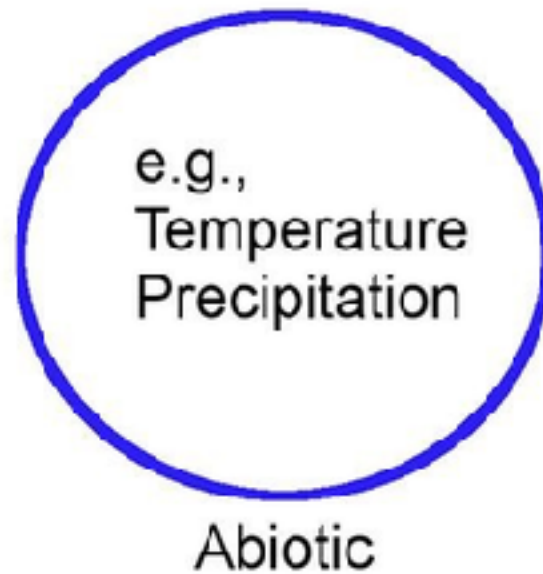
Tuttavia, una popolazione non sempre occupa tutta quella che è la propria nicchia realizzata, in quanto parte di essa potrebbe non essere accessibile ai suoi componenti.

The Area of Distribution

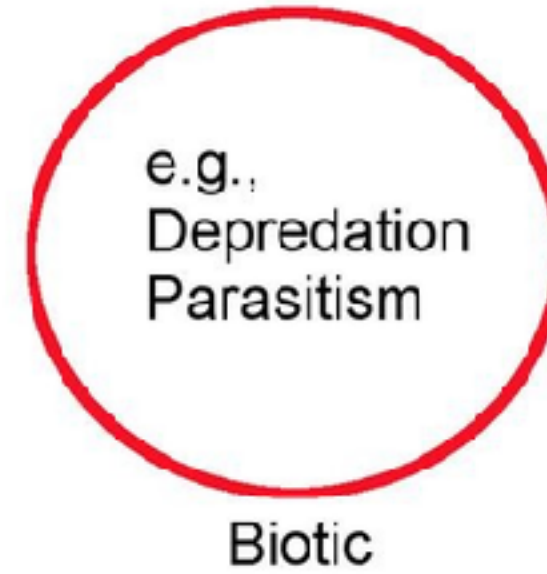


Ricapitolando quindi...

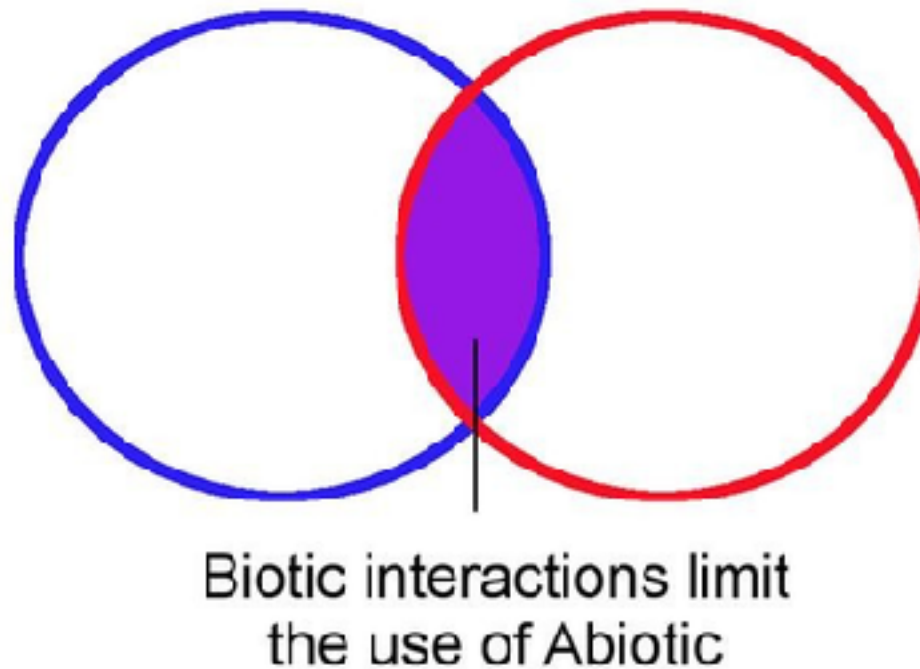
Grinnellian niche



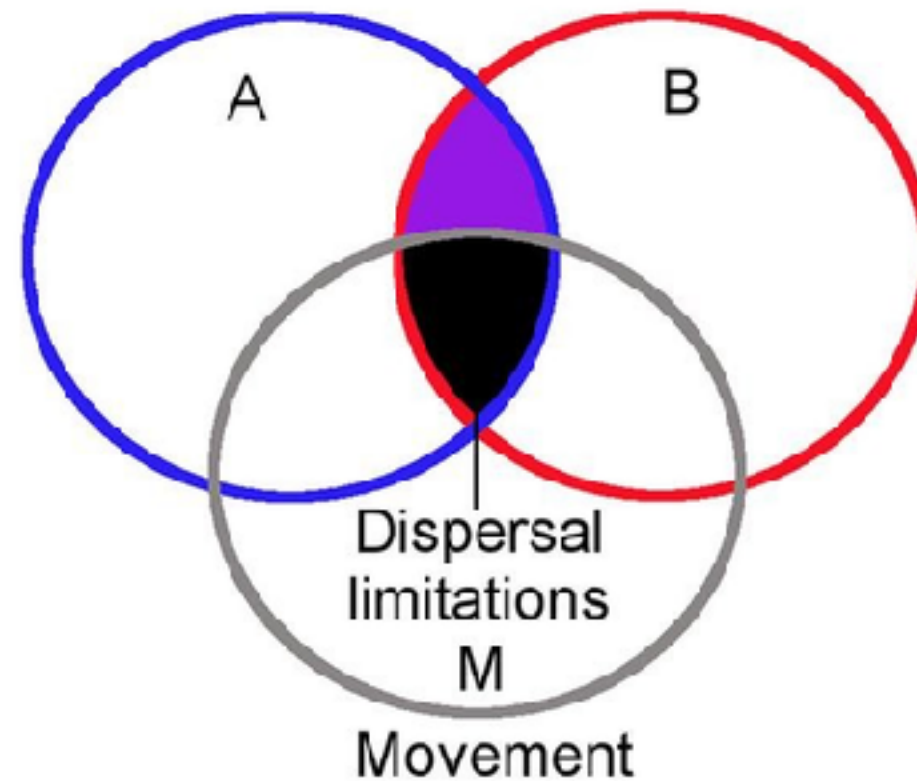
Eltonian niche



Hutchinsonian niche



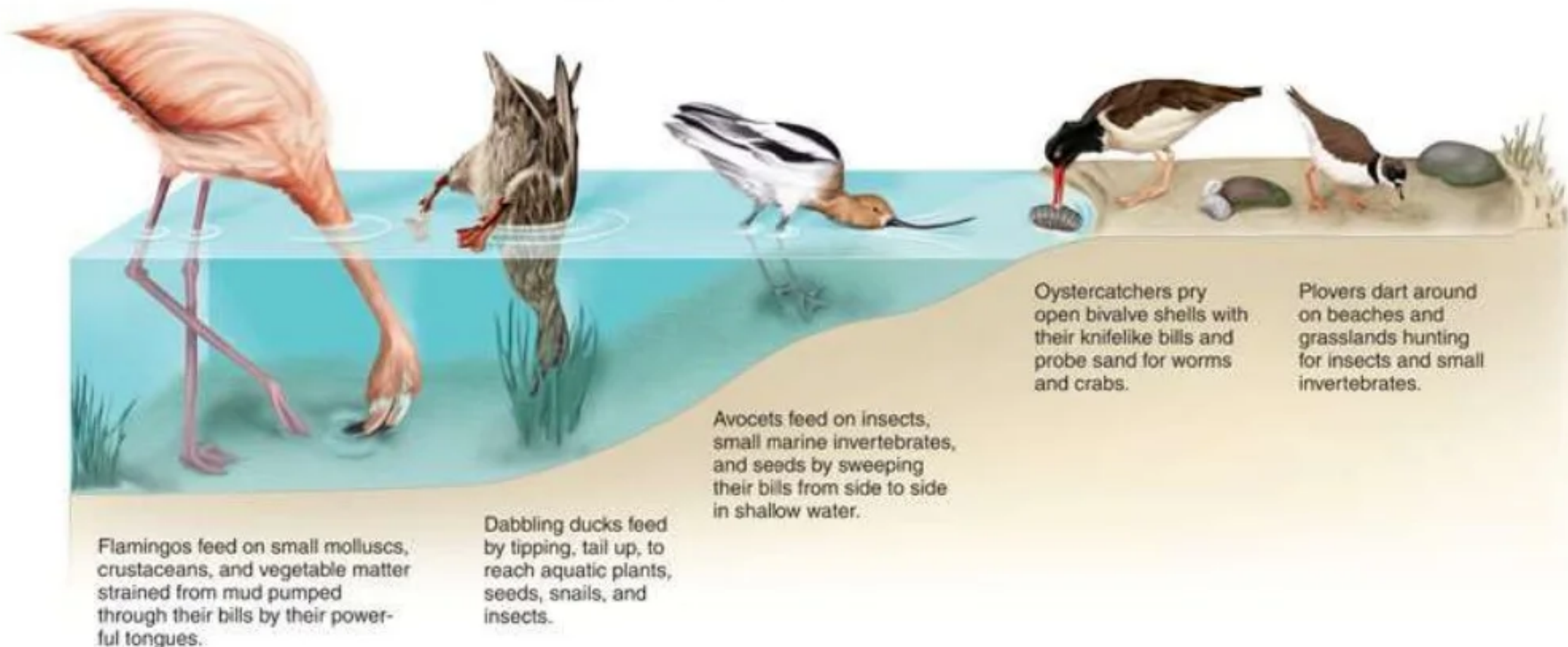
Soberón and Peterson framework



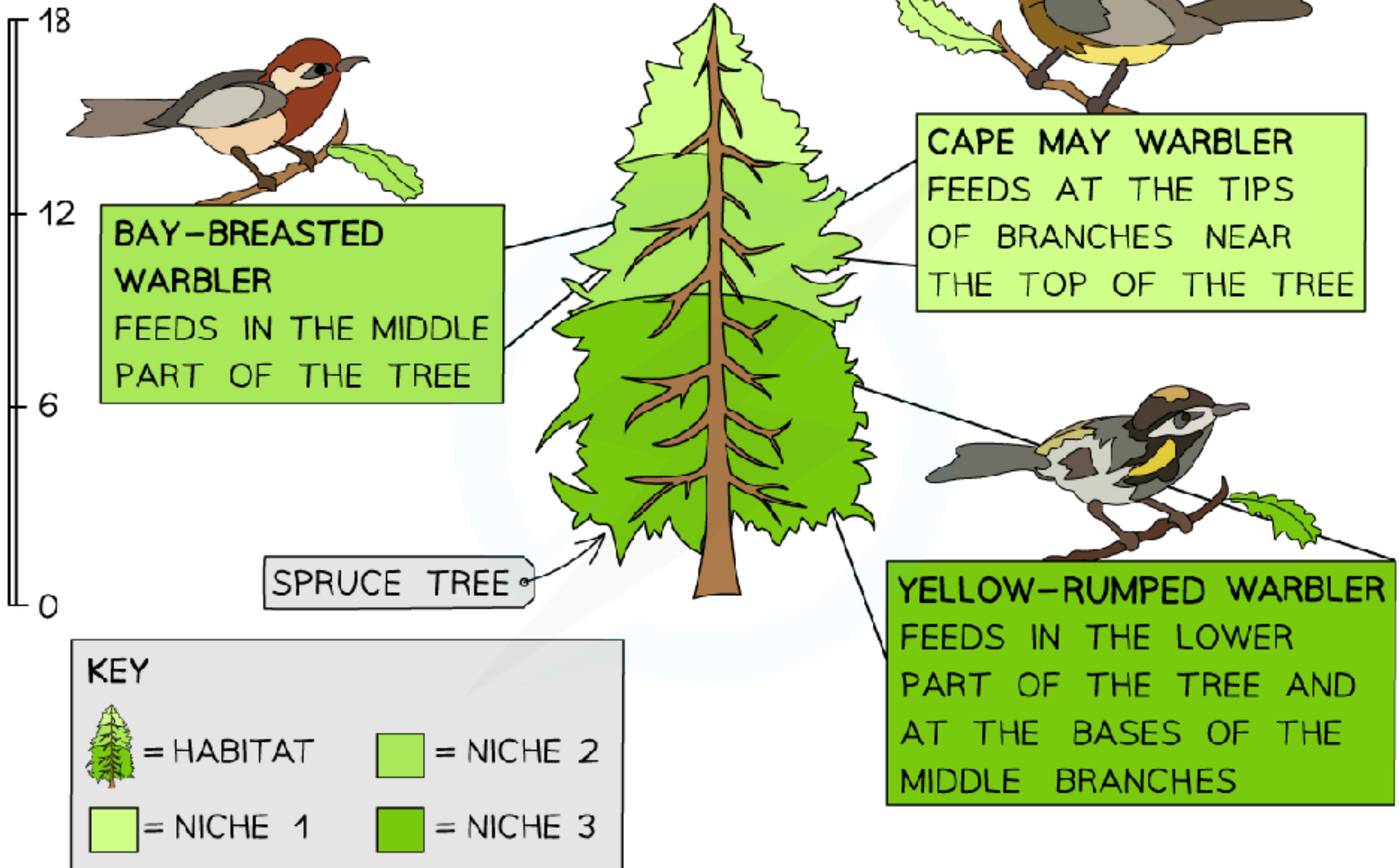
Ecological niche

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.

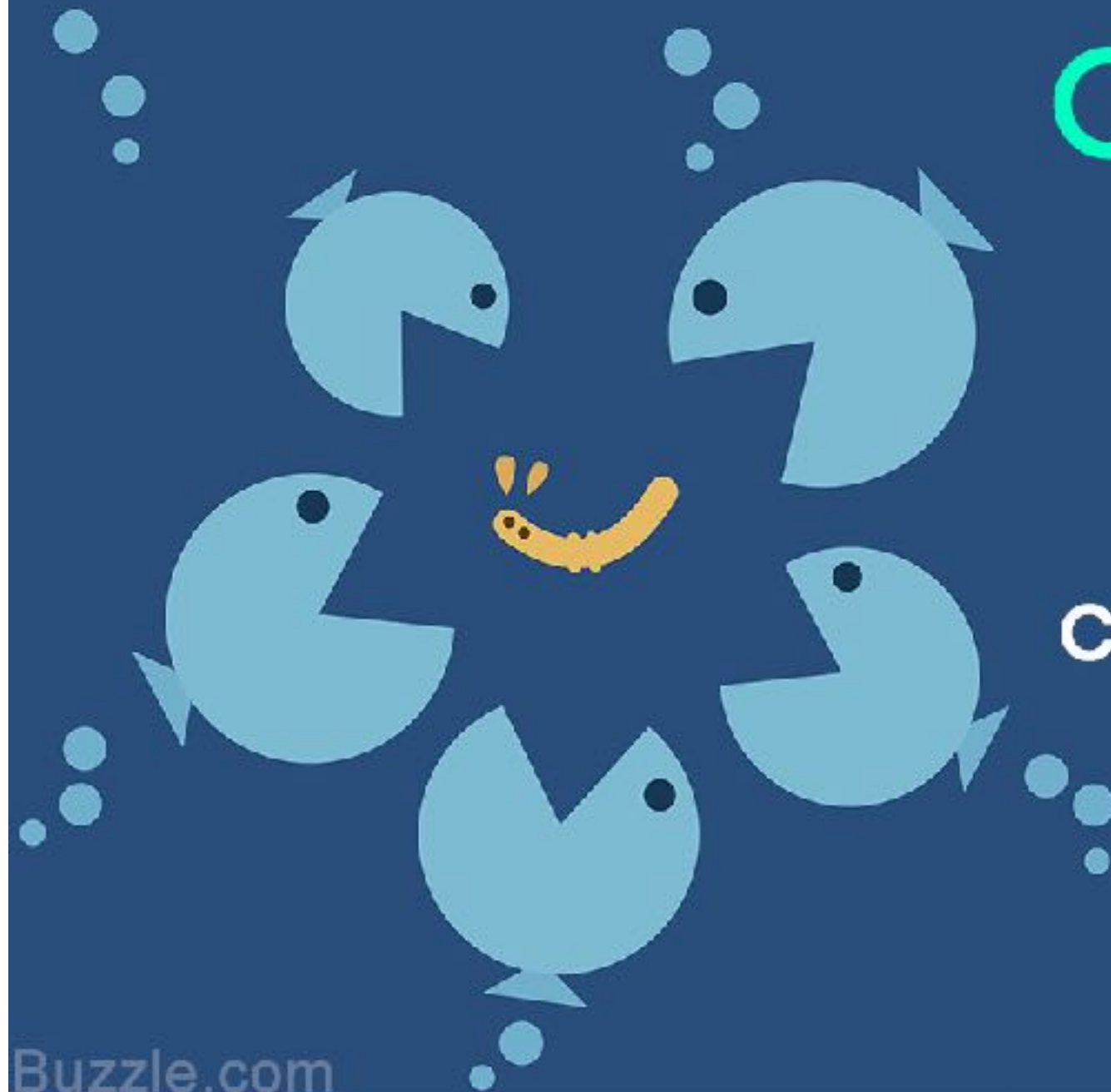


FEEDING HEIGHT (m)



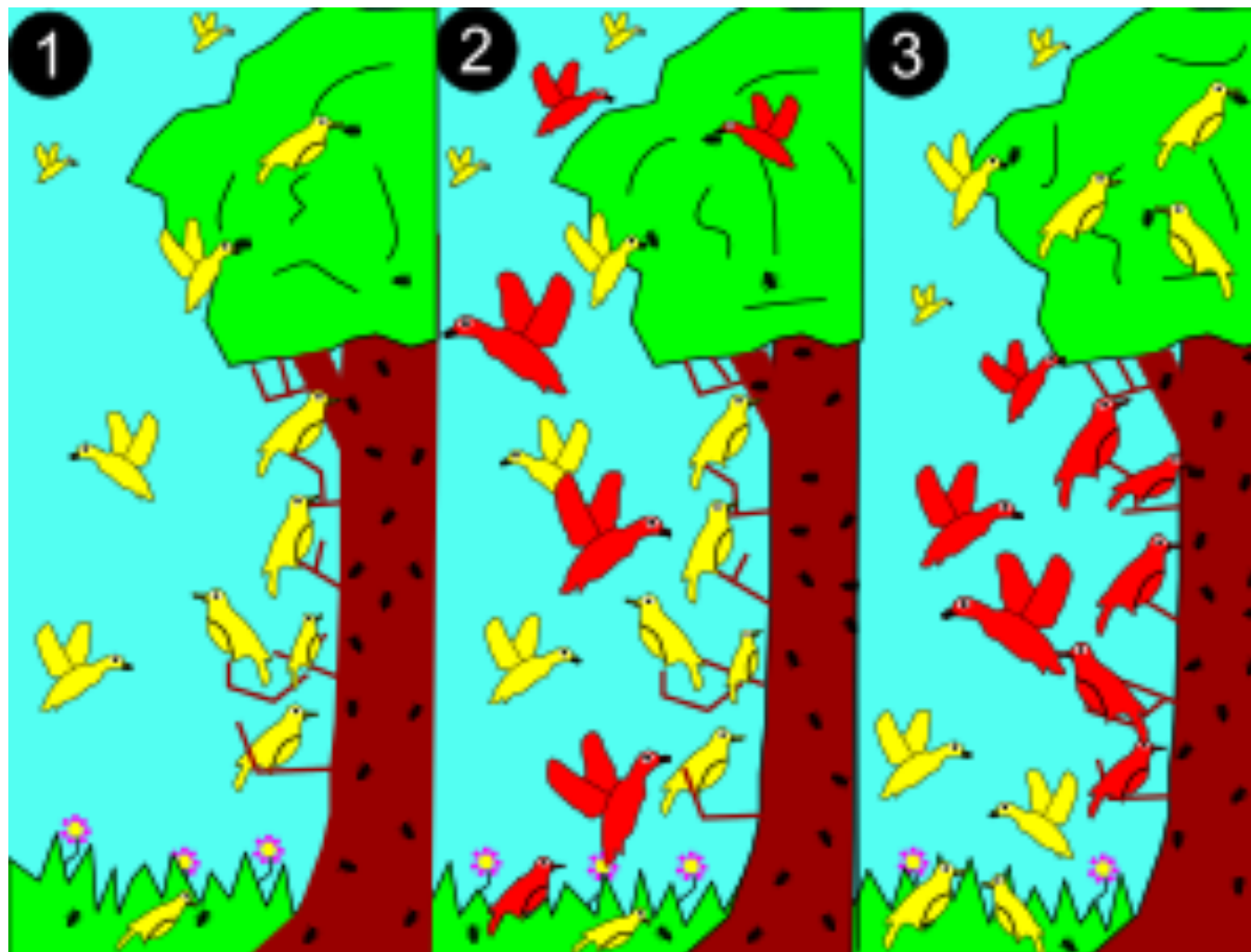
Competitive exclusion

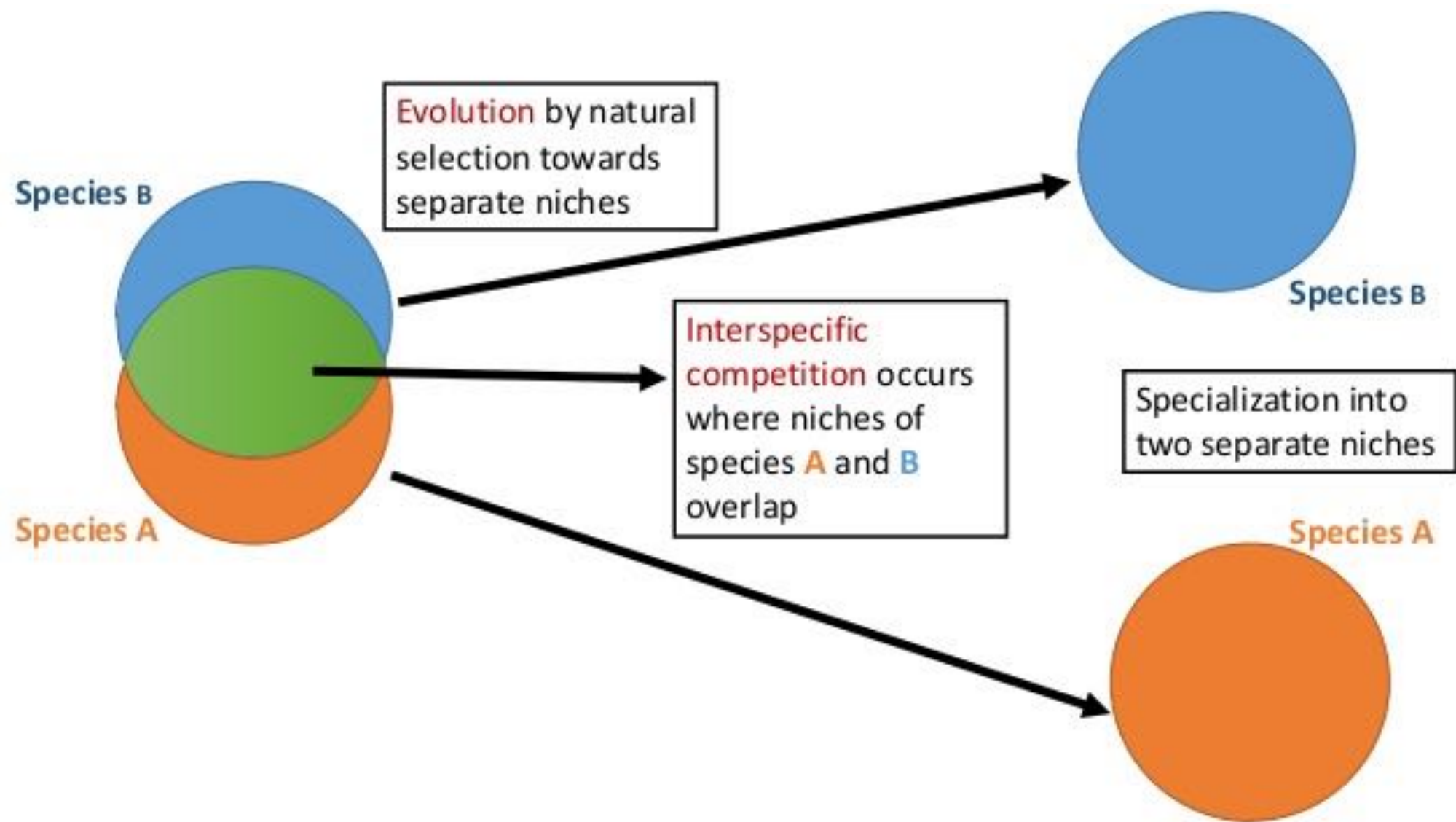
principle states that two species competing for the same resources cannot coexist.

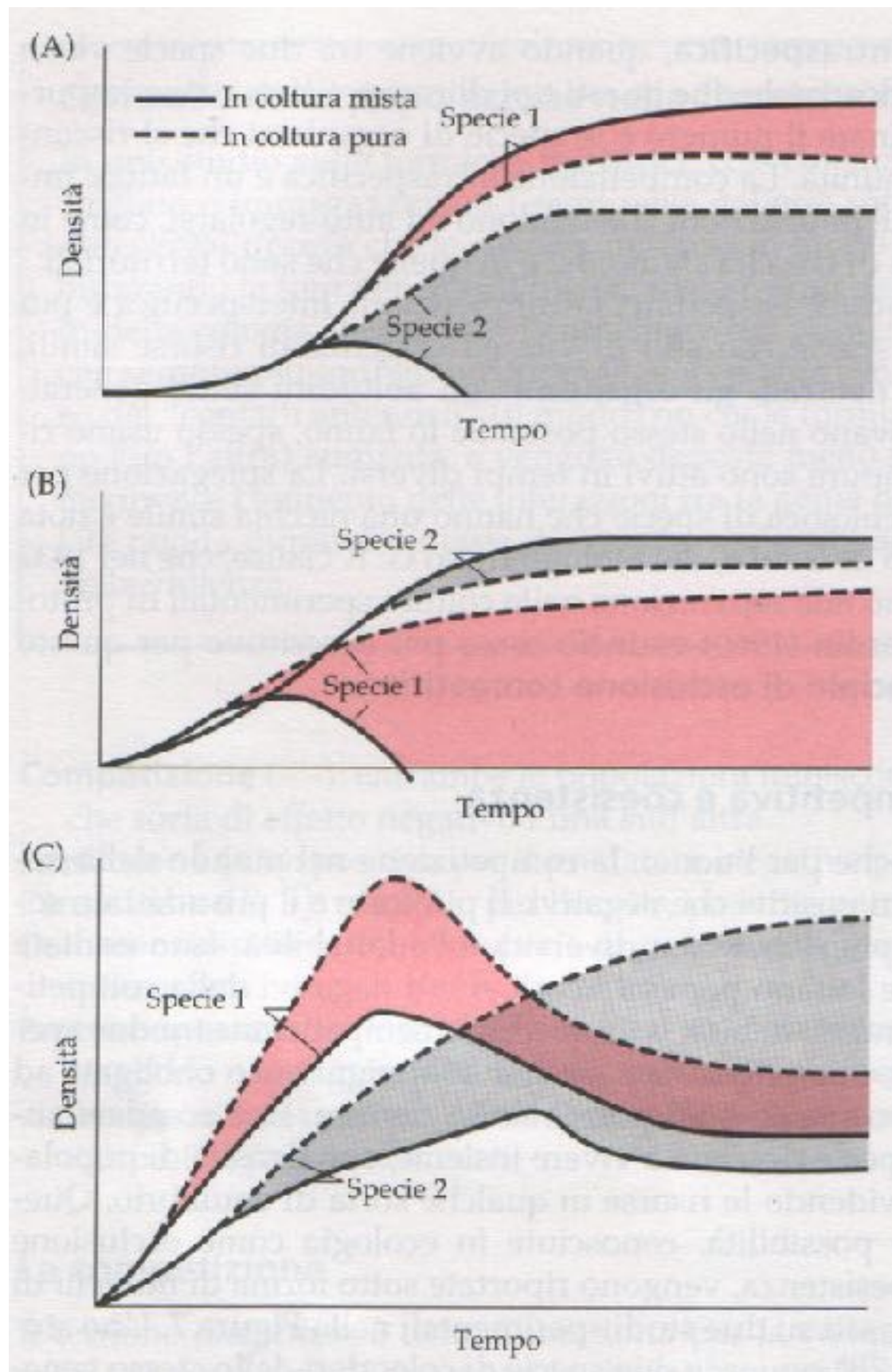


- If a species is in competition with another for a particular niche it has three options:
 - **1) Occupy the niche better than the competitor**
 - **2) Bring itself out of direct competition.**
 - By moving to different place, being active at a different time, adapting to a different or broader niche.
 - **3) Become extinct.**
- Of course its competitor has the same three options.

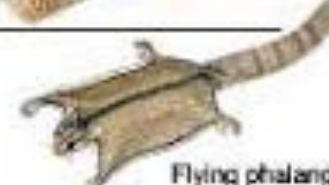
Per il **principio dell'esclusione competitiva** due specie non possono occupare per un tempo indefinito la stessa nicchia ecologica. Presto o tardi una delle due specie avrà il sopravvento sull'altra, che si troverà “costretta” a modificare la propria nicchia ecologica o a migrare in un altro habitat.







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 

Il disturbo

Il concetto di disturbo in ecologia è complesso, e comprende:

1. Una causa
2. Un effetto
3. Le risposte degli individui
4. La frequenza temporale, l'intensità e l'ampiezza dei danni.

Una definizione appropriata potrebbe essere:

Il disturbo è l'insieme di meccanismi e processi che alterano gli equilibri di uno o più livelli della gerarchia ecologica, da individuo a ecosistema.

Il disturbo agisce attraverso fattori scatenanti che possono essere **autogeni** (interni al sistema) o **allogeni** (esterni al sistema), **biotici** o **abiotici**.

Tra gli effetti del disturbo vi è normalmente uno stato di alterazione funzionale (fisiologica, comportamentale o morfologica) che si definisce **stress**.

A livello di individuo gli indicatori di stress sono le misure dell'abilità dell'individuo stesso di mantenere l'**omeostasi**, misurata ad esempio con la variazione del costo metabolico. Siccome lo stress comporta un aumento del costo dell'omeostasi, l'energia in più deve essere tolta ad altre funzioni dell'organismo, come la riproduzione, diminuendo quindi la *fitness*. Quando lo stress è eccessivo, si raggiunge un livello, detto *tipping point*, oltre il quale i meccanismi di risposta, regolazione e adattamento diventano insostenibili.

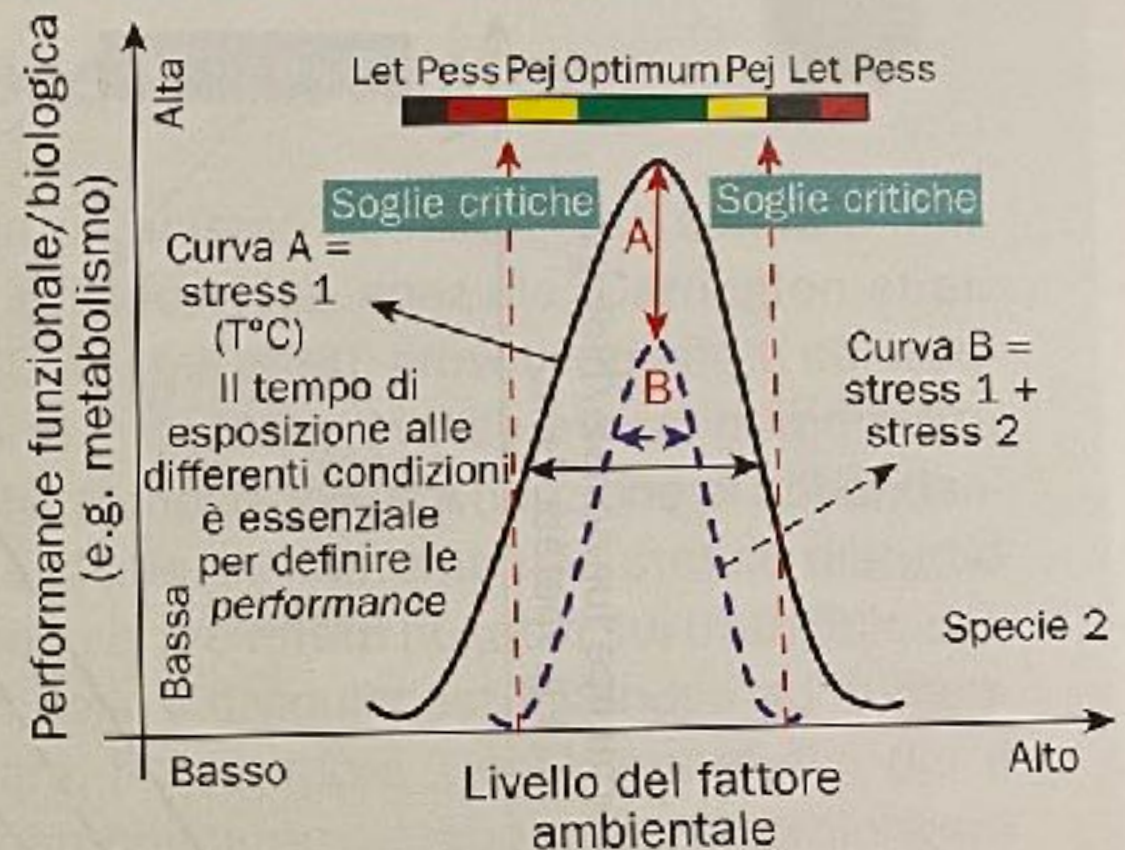
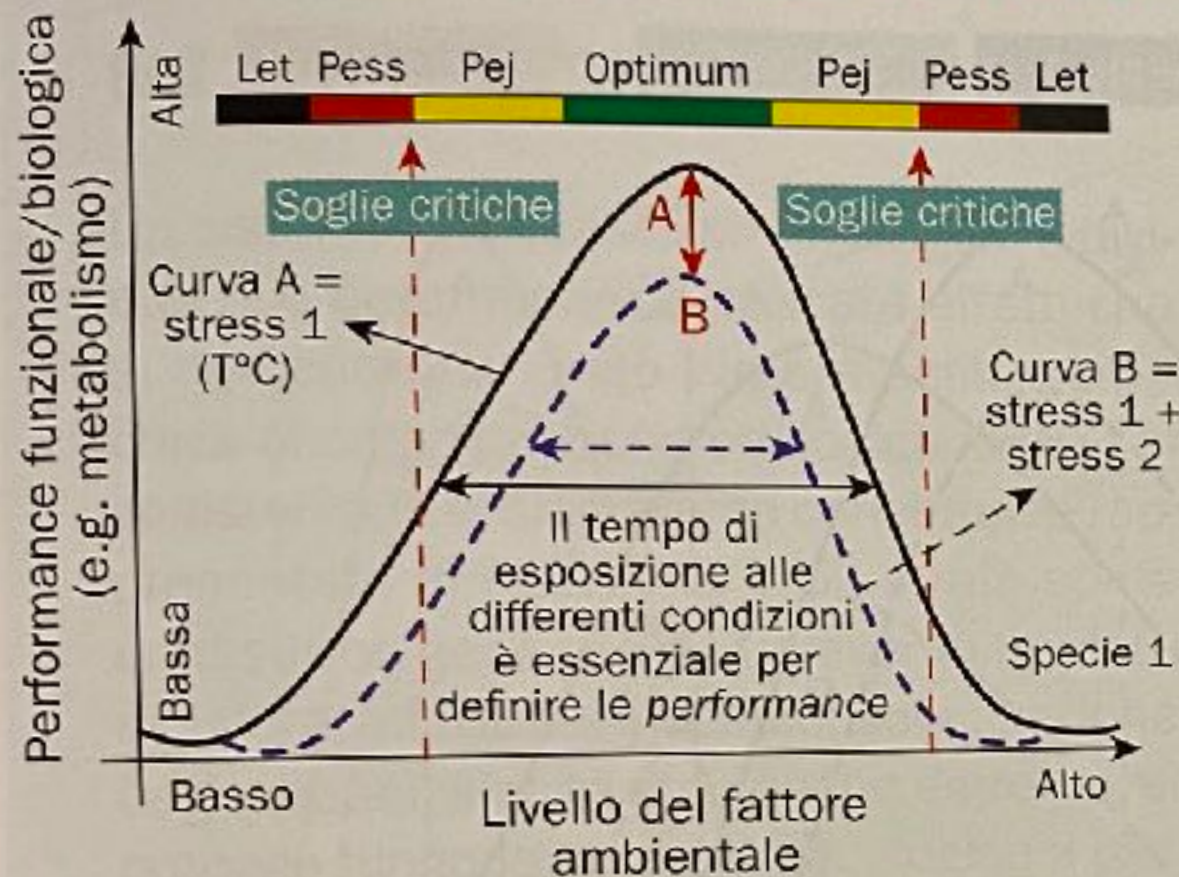
La riduzione di *fitness* può essere reversibile, con fallimento riproduttivo, o irreversibile, con la morte dell'individuo.



Grado di pressione del disturbo
sui tratti funzionali

Il disturbo ha anche un effetto importante sulla risposta delle specie ai fattori ambientali. In presenza di un disturbo, normalmente, una specie riduce il suo margine di tolleranza ai fattori ambientali che ne influenzano la fitness.

Let = range letale; Pess = range sub-letale; Pej = range di compensazione

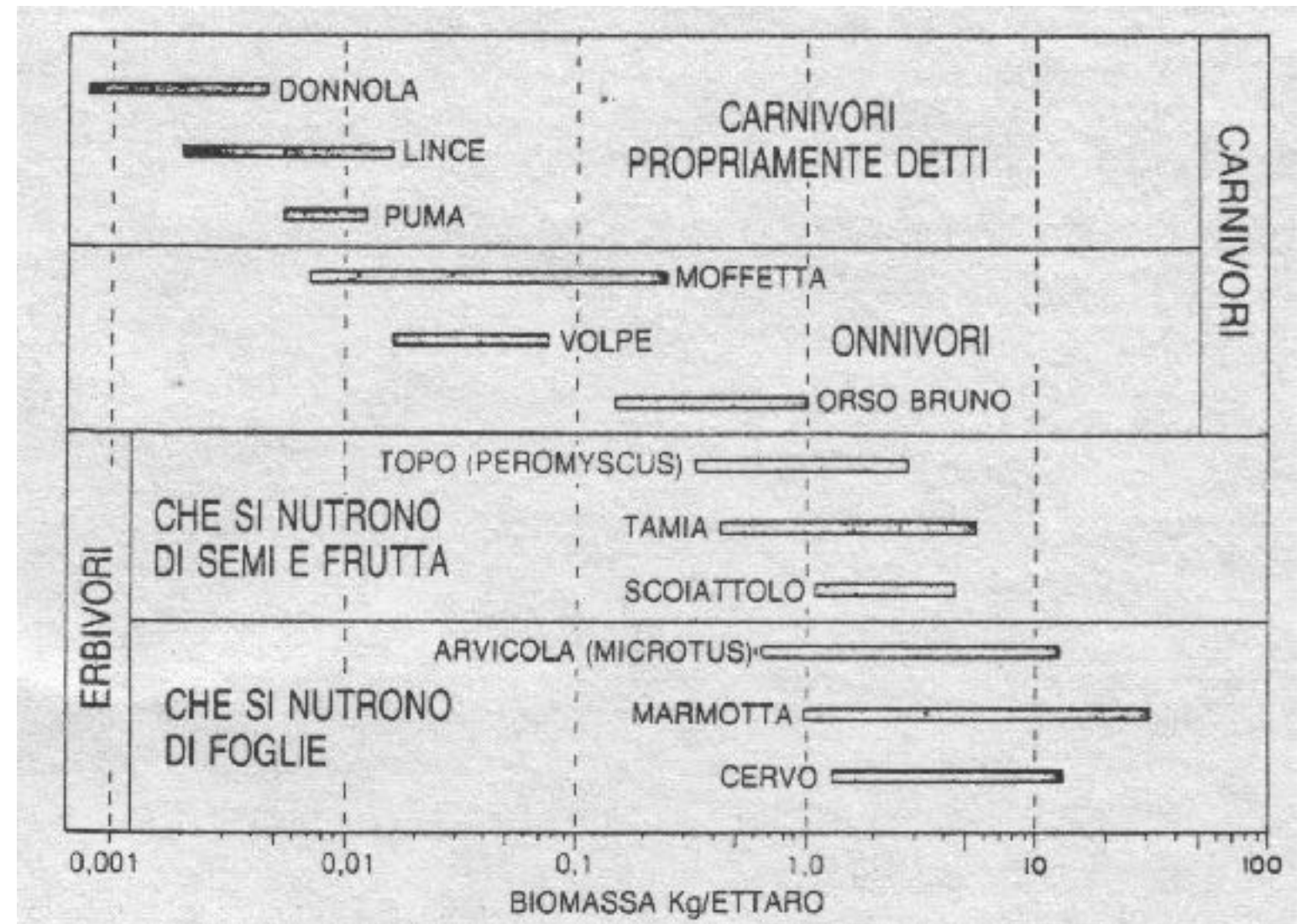


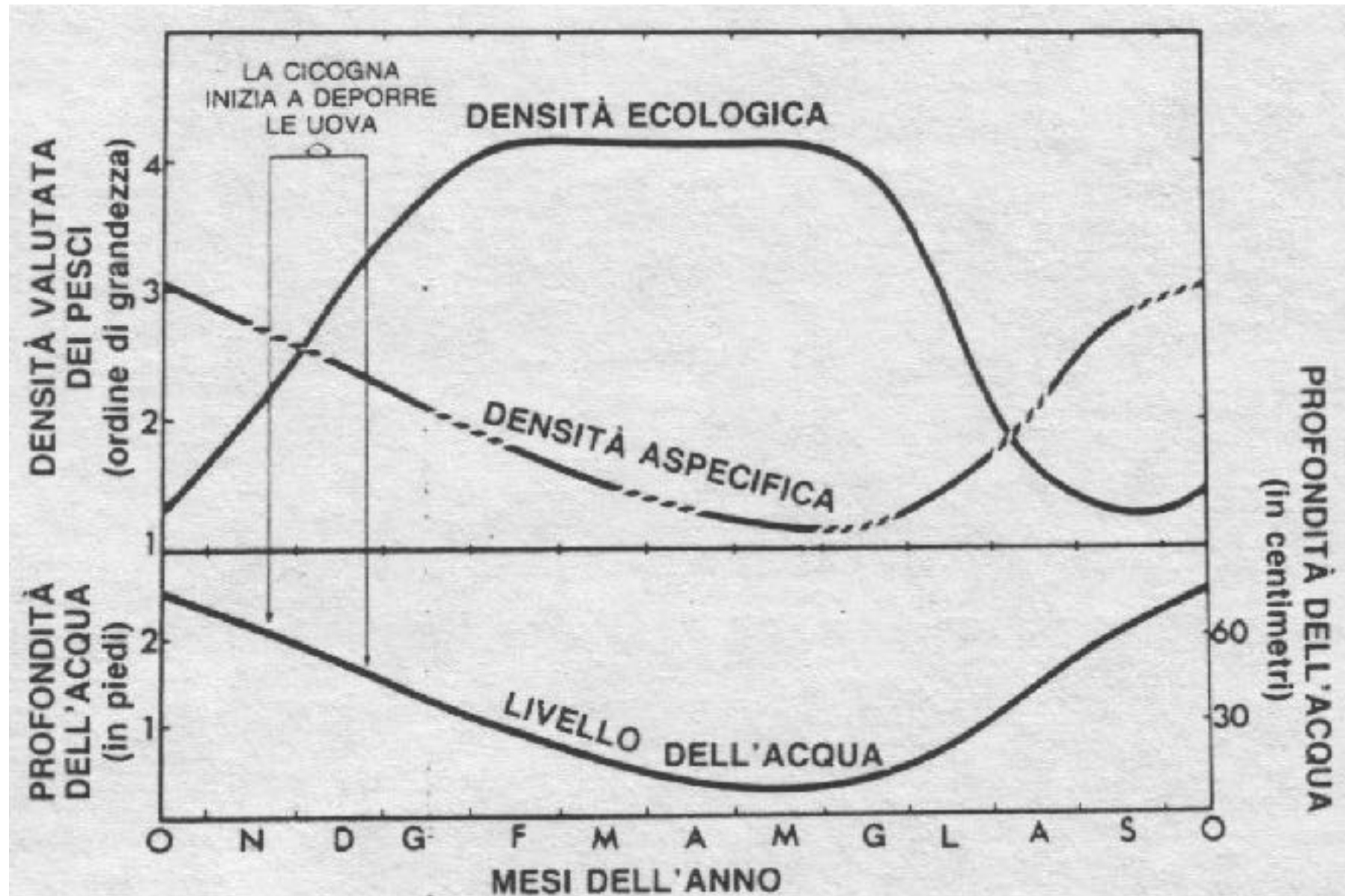
Ecologia di popolazione

Densità: dimensione della popolazione in relazione all'unità di area o di volume

Densità massima o di sussistenza: numero massimo di individui che possono completare il ciclo vitale nell'habitat

Densità ottimale o di sicurezza: densità, inferiore alla precedente, alla quale gli organismi sono più sicuri in fatto di cibo, resistenza ai predatori ed oscillazioni periodiche delle risorse





Densità aspecifica: numero o biomassa per unità di area totale

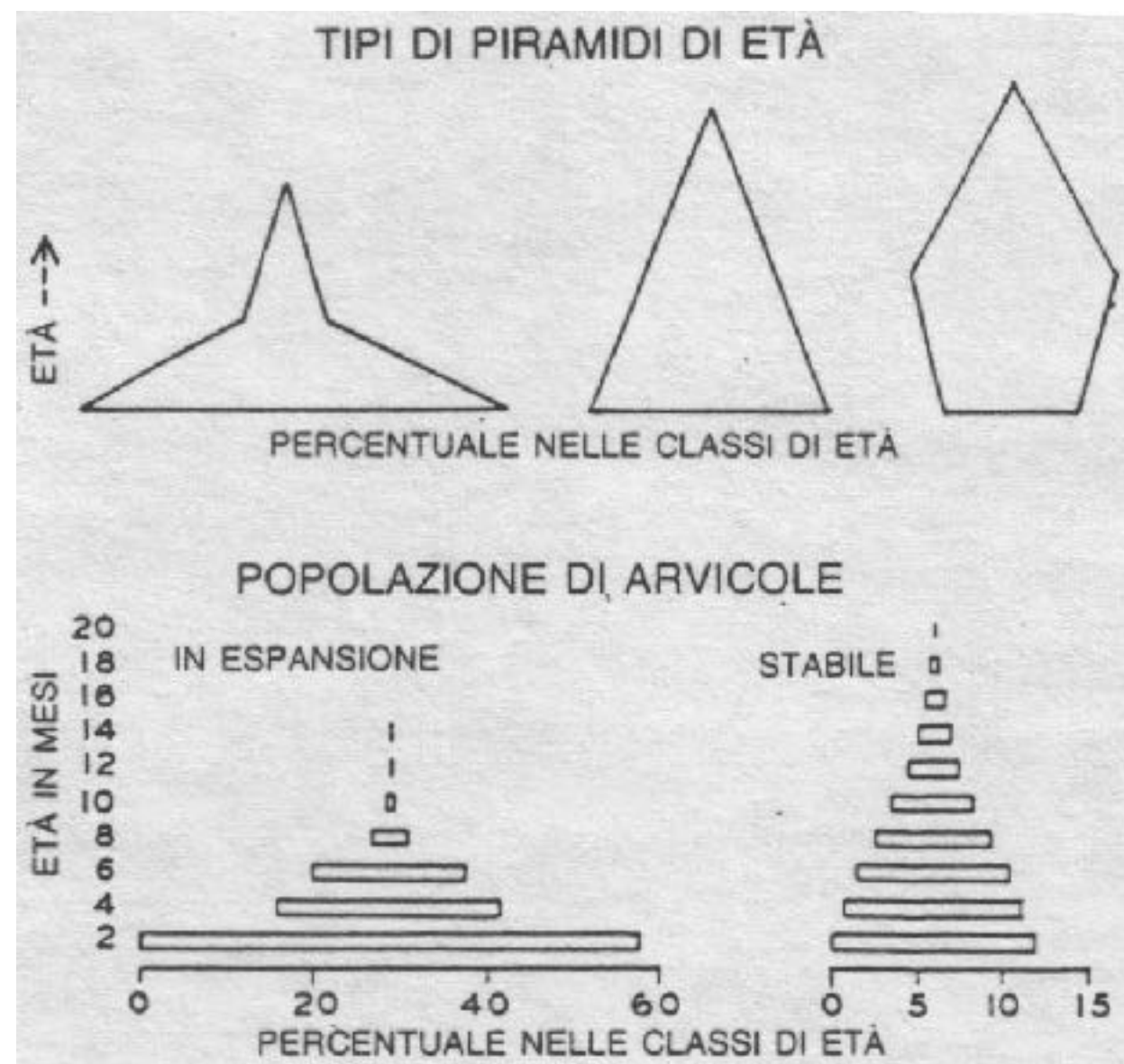
Densità ecologica o specifica: numero o biomassa per unità di area o volume disponibile per la colonizzazione della popolazione (habitat)

Natalità o tasso di nascite: numero medio di figli prodotti da un individuo nell'unità di tempo

Mortalità o tasso di morti: numero medio di morti per individuo nell'unità di tempo

Distribuzione per età: la proporzione di individui delle diverse età nella popolazione

La variazione numerica degli individui che compongono una popolazione è funzione delle nascite, delle morti e della dispersione (immigrazione o emigrazione)



Diverse specie hanno diverse curve di sopravvivenza, a seconda del tasso di mortalità per classe di età.

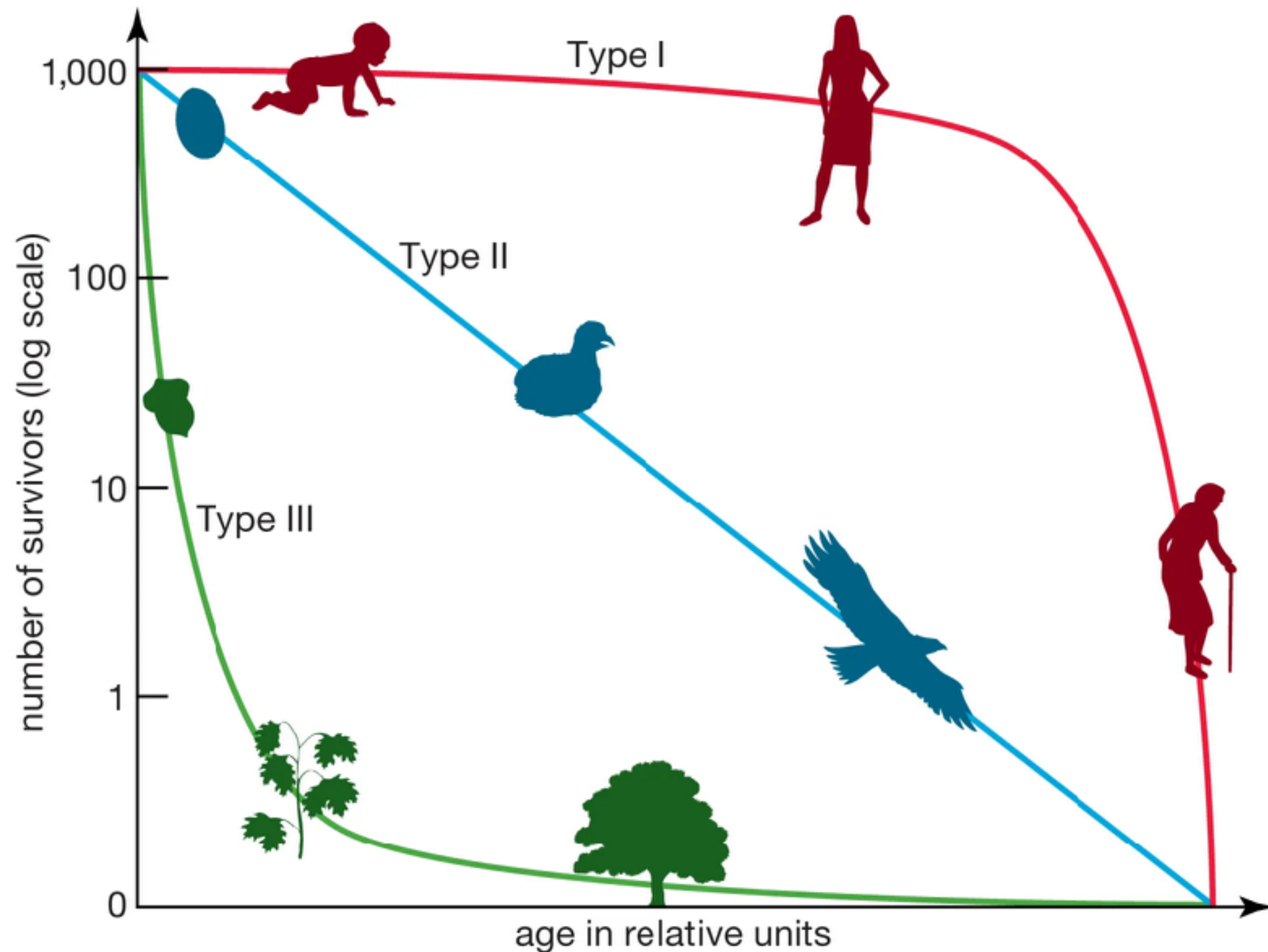


TABELLA 9.1 Potenziale biotico della mosca domestica (*Musca domestica*) in 1 anno

Si suppone che una femmina deponga 120 uova in ogni generazione, che la metà dei discendenti sia costituita da femmine e che tutti i discendenti sopravvivano fino all'età riproduttiva.

GIORNI	POPOLAZIONE TOTALE
56	120
112	7 200
168	432 000
224	25 920 000
280	1 555 200 000
336	93 312 000 000
392	5 598 720 000 000

[Fonte: E. J. Kormondy, *Concepts of Ecology*, 3a ed., 1985 Harper & Row Publishers, Inc.]

Potenziale biotico: capacità di una popolazione di crescere in assenza di limiti

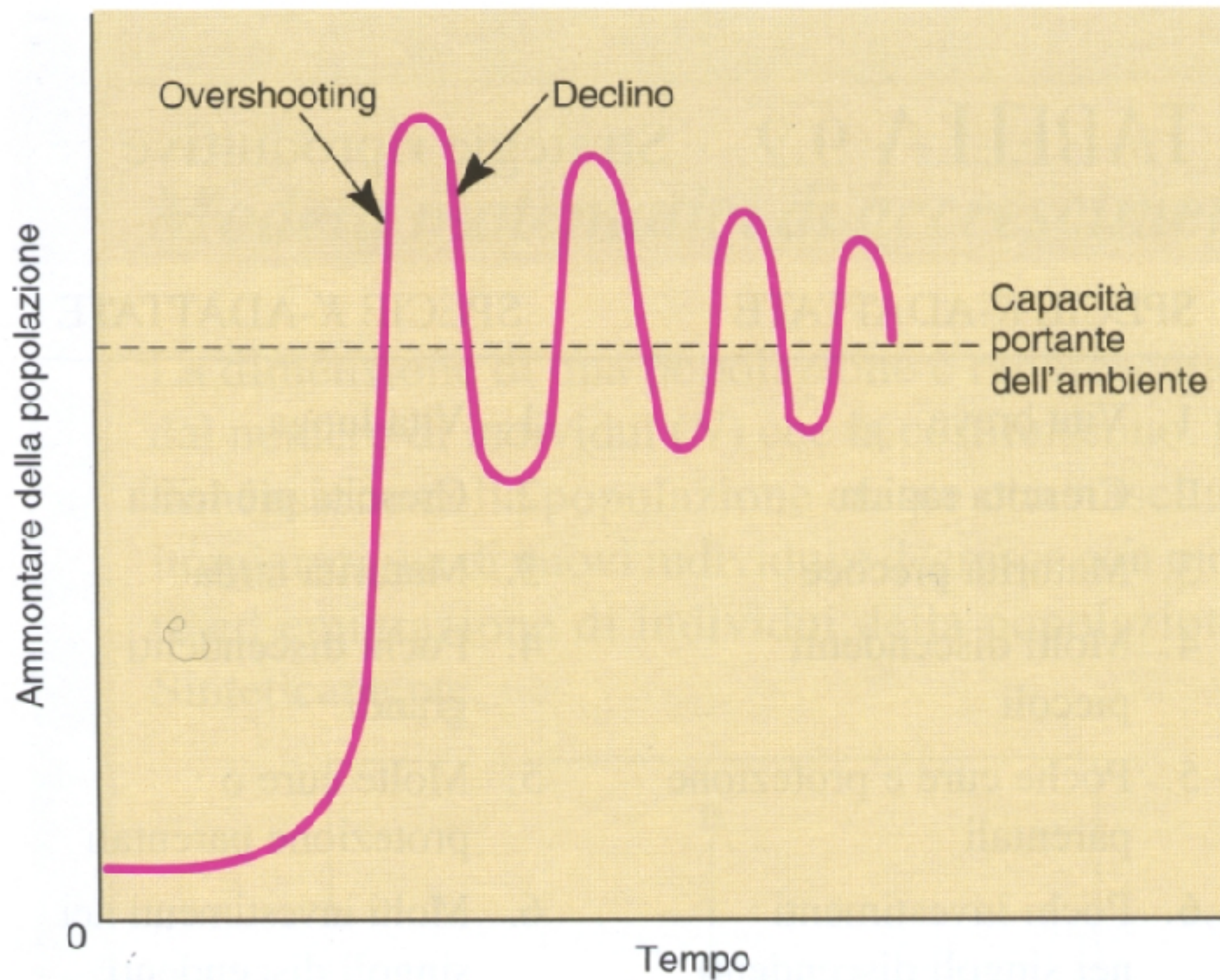
$$dN/dt = rN$$

dN = aumento o diminuzione del numero (**N**) di individui di una popolazione

dt = intervallo di tempo

r = tasso di crescita della popolazione

Il potenziale biotico, se pienamente espresso e con r positivo, produce una crescita di tipo esponenziale. La curva derivante è chiamata “**curva a J**”.



Carrying capacity

Carrying capacity (K) is the maximum number of individuals for a particular species that the environment can "carry" or sustain.



FOR EXAMPLE:

WHEN A POPULATION OF DUCKS IS "STABLE" (WHEN THEY GROW, THRIVE, AND REPRODUCE WITHOUT FIERCELY COMPETING FOR FOOD, WATER, SPACE, AND MATE), THE CARRYING CAPACITY IS REACHED.

Capacità portante: numero massimo di individui di una popolazione che l'ambiente può sostenere. La capacità portante dipende non solo dal tipo di organismo, ma anche dall'**intensità dell'uso** delle risorse

Carrying Capacity

How many organisms can we support?

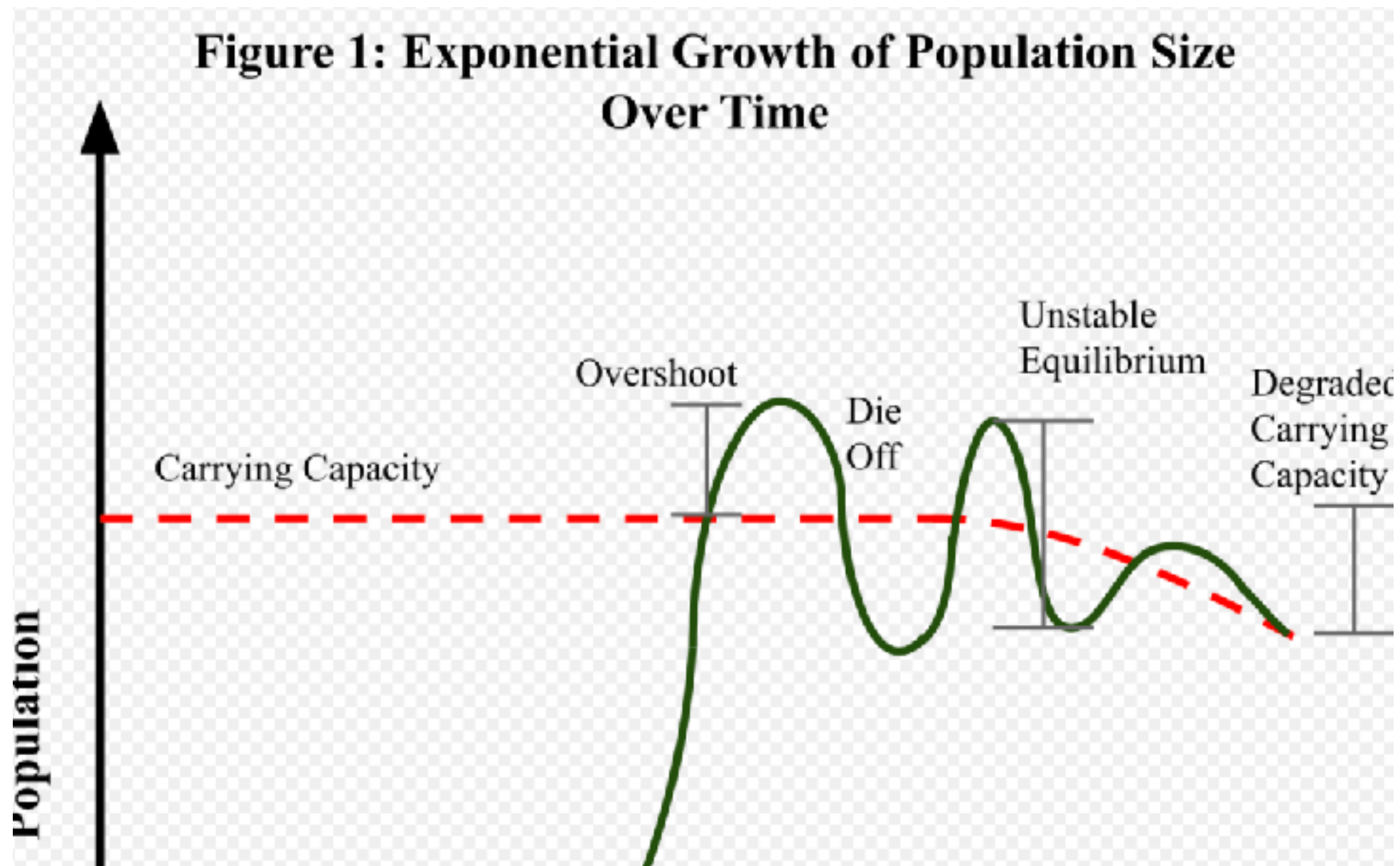


Ecological Footprint

How many resources do we need to support us?



La **crescita esponenziale** porta la popolazione a superare la capacità portante del sistema. In questo caso si hanno oscillazioni cicliche che possono ripetersi anche a lungo, con continui **overshooting** e **crolli**. Tuttavia può anche diminuire la capacità portante del sistema per la specie.



Una popolazione può avere anche un altro tipo di dinamica: la **crescita logistica**. In questo caso la crescita è lenta all'inizio; la velocità aumenta poi a densità intermedie (fase esponenziale), e declina man mano che ci si approssima alla capacità portante del sistema per la popolazione in oggetto.

$$dN/dt = rN(1-N/K)$$

Il termine $(1-N/K)$ rappresenta la relazione tra il numero di individui della popolazione ed il numero massimo di individui che il sistema è in grado di sostenere. Ma mano che N cresce, questo termine tende a zero, e la crescita rallenta. Se N supera K questo termine diventa negativo, ed il numero di individui tende a diminuire. La curva che esprime questo tipo di crescita è definita **sigmoide**, o “**curva a S**”.

