

Ecologia

Anno Accademico 2024-25

Docente:

Prof. Stefano Martellos

martelst@units.it

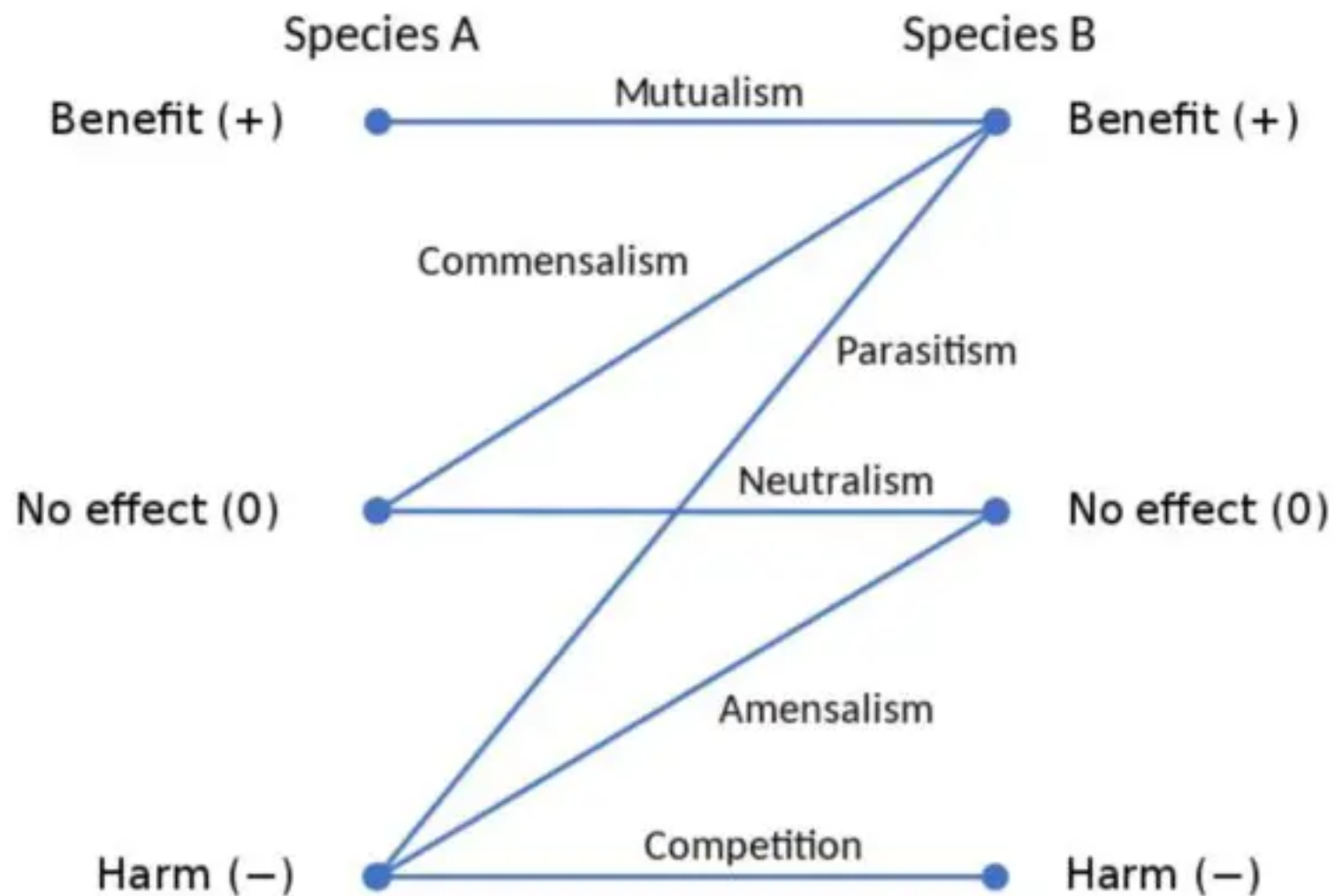
(<http://dryades.units.it/SM>)



Rapporti tra popolazioni e tra individui

		Specie 1		
		(+) effetto positivo	(-) effetto negativo	(0) nessun effetto
Specie 2	+	+/+ Mutualismo e simbiosi	-/+ Predazione e parassitismo	0/+ Commensalismo
	-	+/- Predazione e parassitismo	-/- Competizione	0/- Amensalismo
	0	+/0 Commensalismo	-/0 Amensalismo	0/0 Neutralismo

Interactions In communities - Types, Definition, Examples



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.



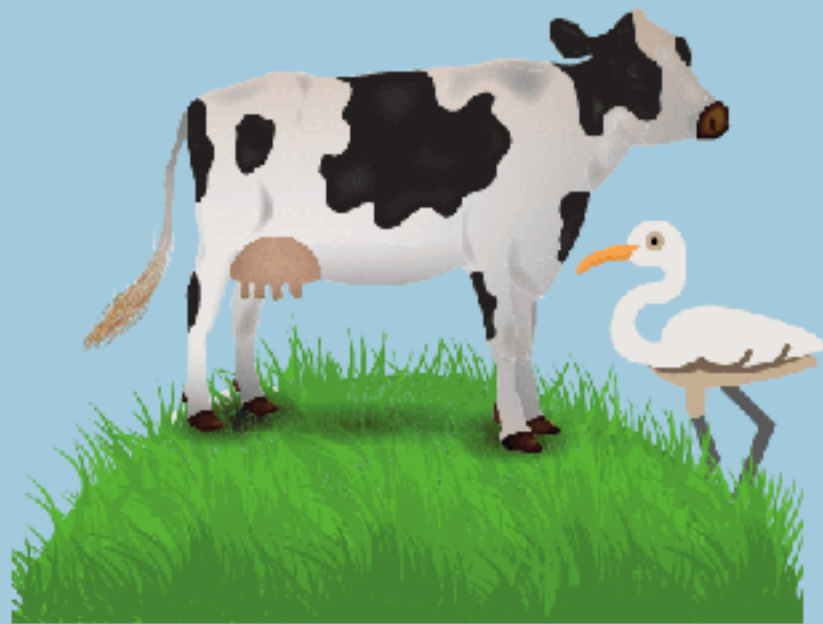
Il **commensalismo** è un tipo di simbiosi in cui uno dei due partner trae un netto beneficio, mentre l'altro partner non viene nettamente avvantaggiato o svantaggiato. Il **mutualismo** è invece un rapporto più stretto in cui entrambi i partner traggono un utile. Il rapporto mutualistico è obbligato.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

Commensalism

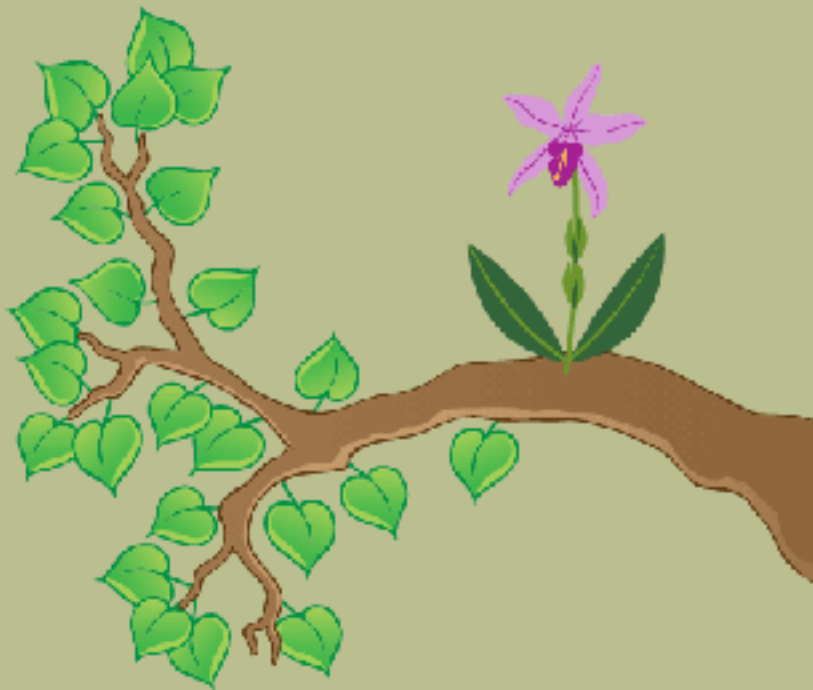
Definition and Examples

Commensalism is a symbiotic relationship where one organism benefits without harming the other.

Cattle egrets eat insects disturbed by grazing livestock.



Epiphytes get sunlight and nutrients by living on the host plant.



Birds trail army ants to eat fleeing insects.



Mutualism Examples

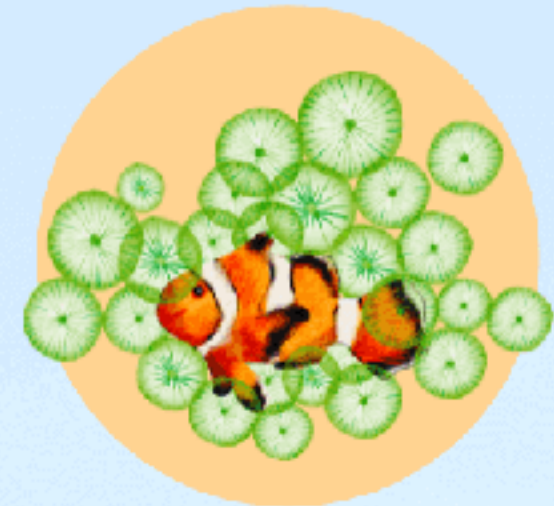
Mutualism is a type of symbiosis where two or more species benefit from each other.



humans and gut bacteria



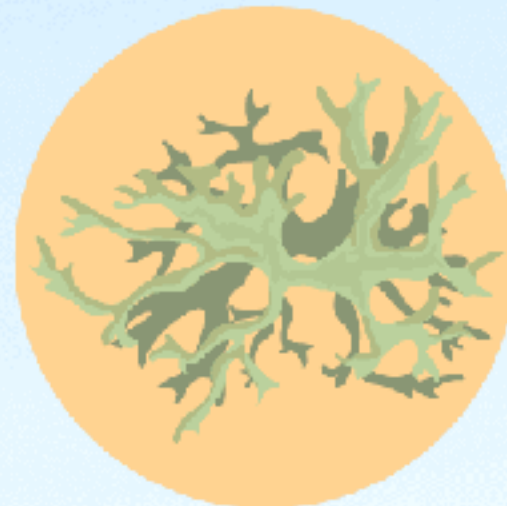
bees and flowers



clownfish and anemone



ants and aphids



**lichen
(fungi and algae)**



**woolly bat and
pitcher plant**

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.

lynx → hare
bear → berries

What is predation? (+/-)

predator
prey

Key Concepts:

- Predation is when one species eats another.
- Populations evolve to be better predators and to avoid predation.



Key Terms:

- **Cryptic coloration**
- **Aposematic coloration**
- Batesian mimicry
- Müllerian mimicry



Viceroy butterfly
(The mimic - palatable species)



Monarch butterfly
(The model - distasteful species)



Cuckoo bee

Yellow jacket



braingenie

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.

**Batesian
Mimic
(parasitic benefit)**



**Deceptive signal
Hoverfly harmless**

**Müllerian
Mimics
(mutual benefit)**



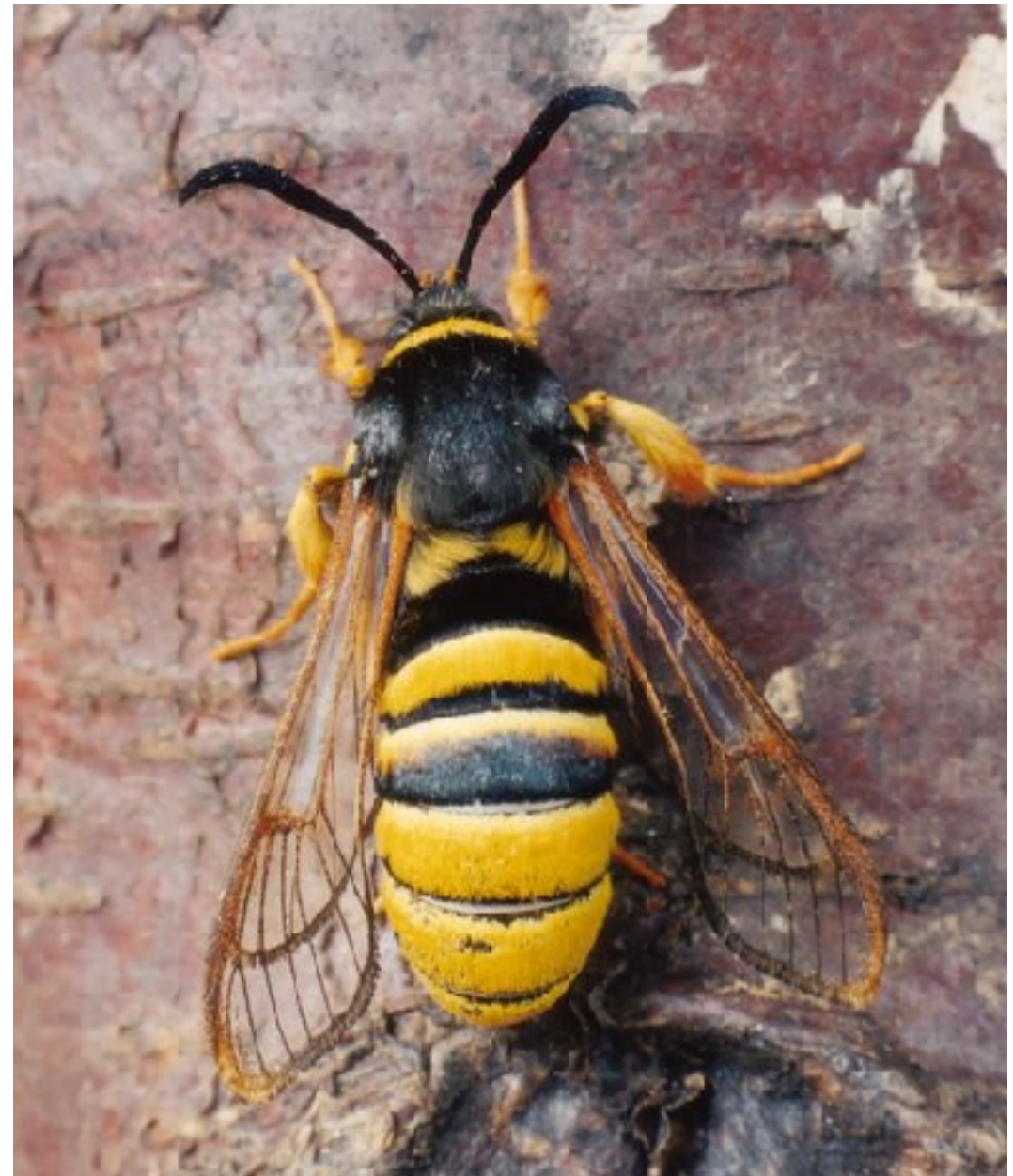
**Honest signal
Wasp can sting**



**Honest signal
Bee can sting**



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.

Parasitism

Definition and Examples

Parasitism is a symbiotic relationship in which one organism benefits while the other is harmed.



tick and dog



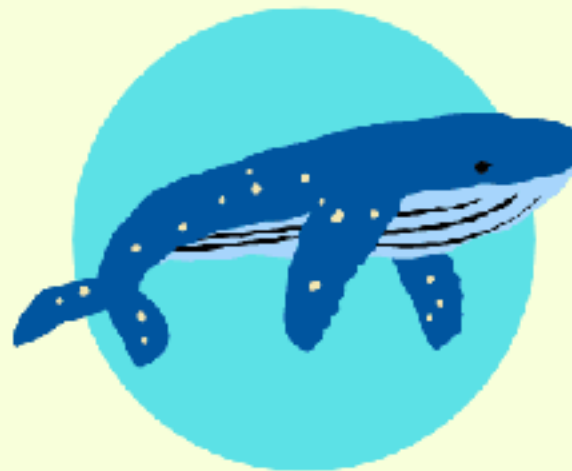
hookworms and humans



aphids and plants



cuckoo in other bird's nest



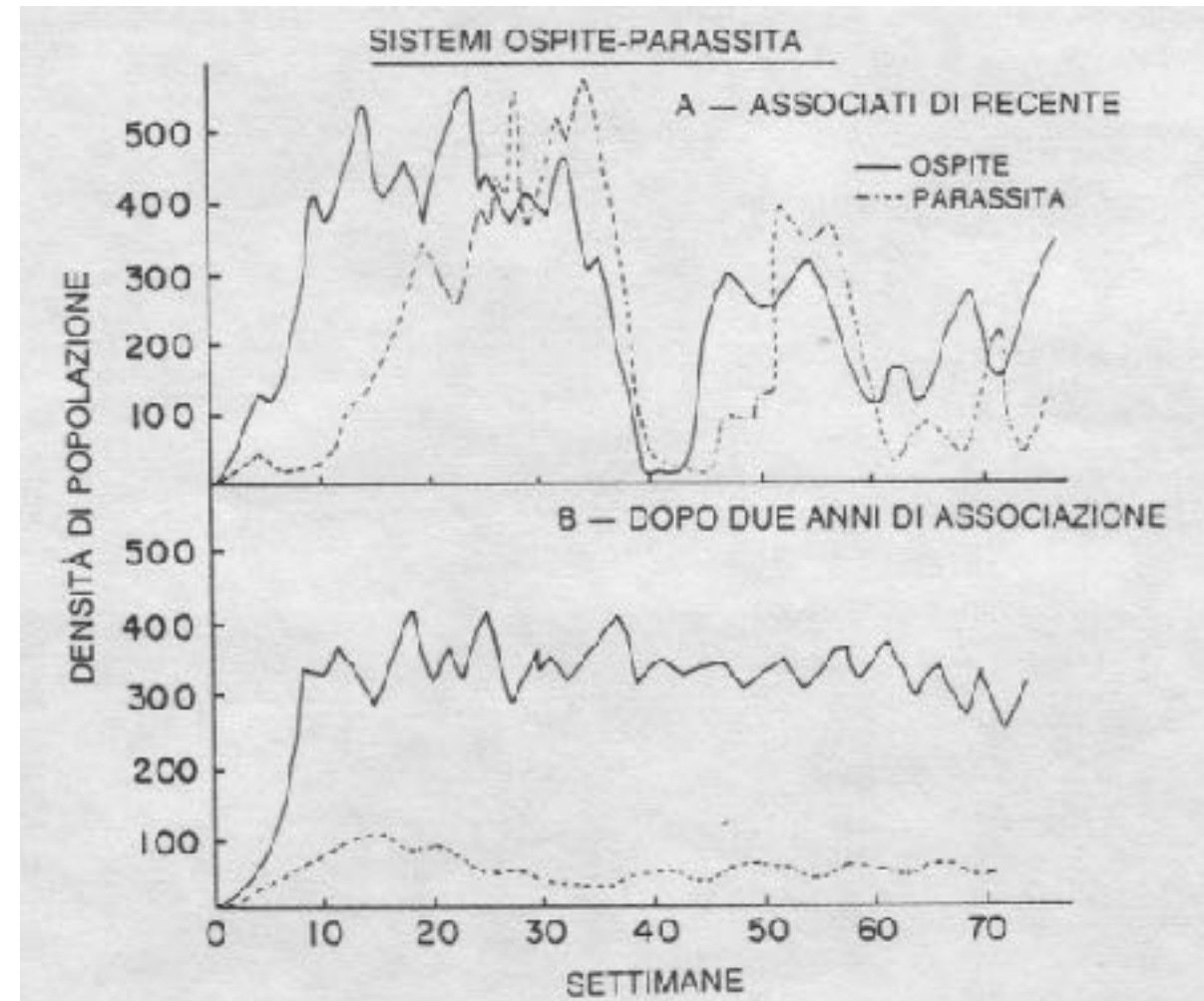
barnacles and whales



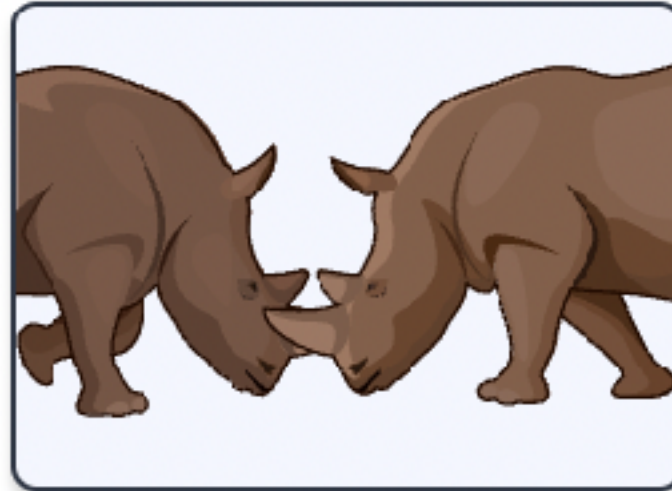
leeches and humans

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

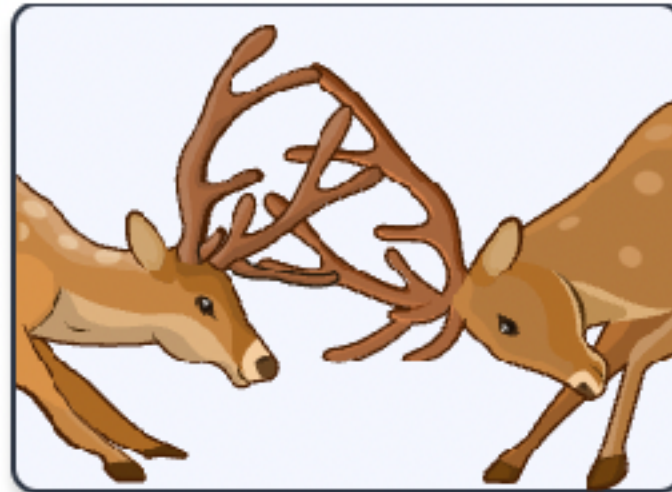
I parassiti più evoluti hanno di solito cicli vitali estremamente complessi che implicano una successione di tessuti ospiti, o addirittura una alternanza di specie ospiti, come ad esempio le specie del genere *Plasmodium* (zanzara e diverse specie di vertebrati, tra i quali l'uomo). I parassiti hanno 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.



Intraspecific Competition



Interspecific Competition



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

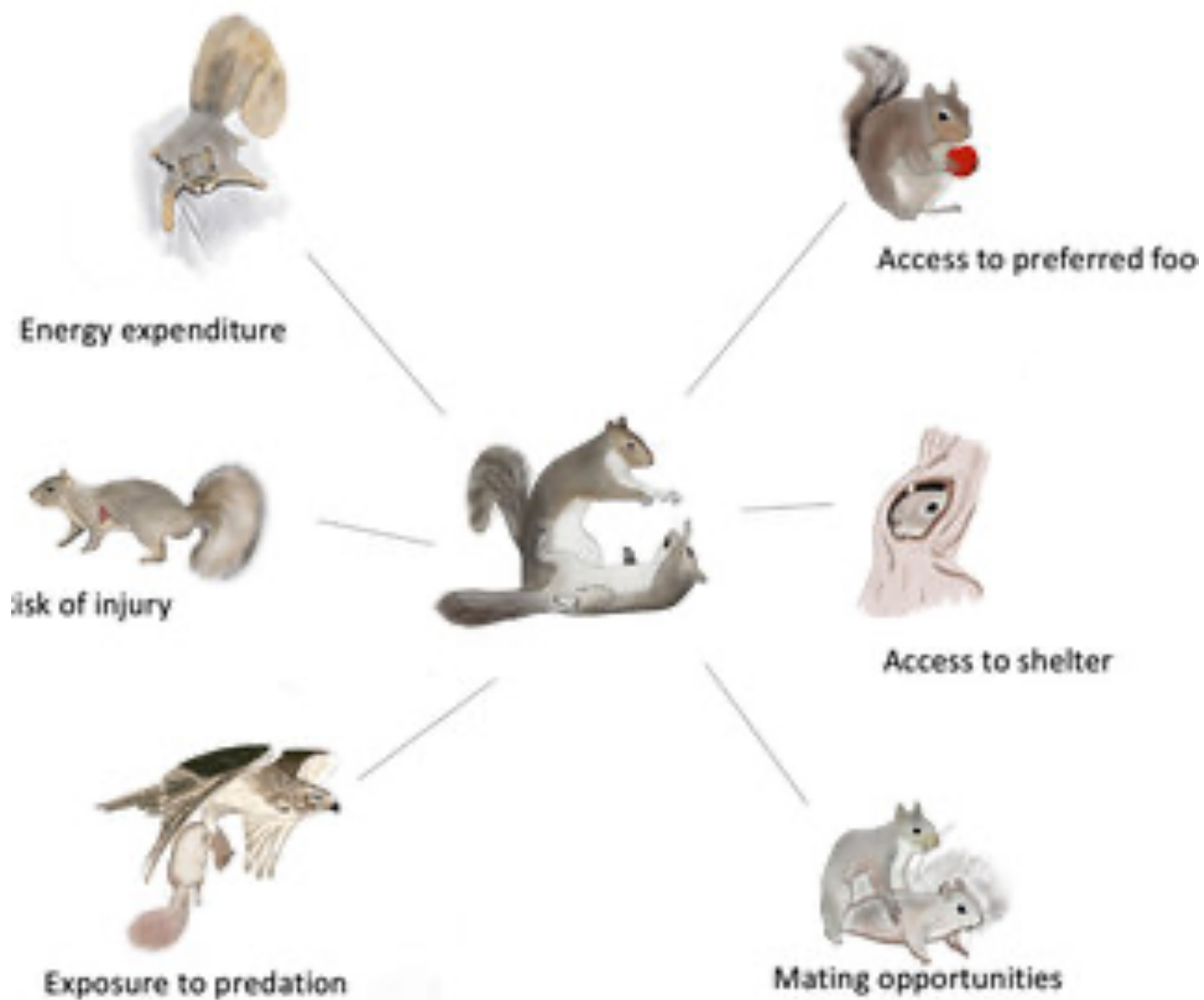
Nella maggior parte dei casi la competizione non comporta una lotta vera e propria tra competitors, ma viene attuata con altri mezzi, come la secrezione di **sostanze allopatiche** (caso molto frequente nelle piante, sia nella competizione intraspecifica che in quella interspecifica) o, in caso di competizione intraspecifica, 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.

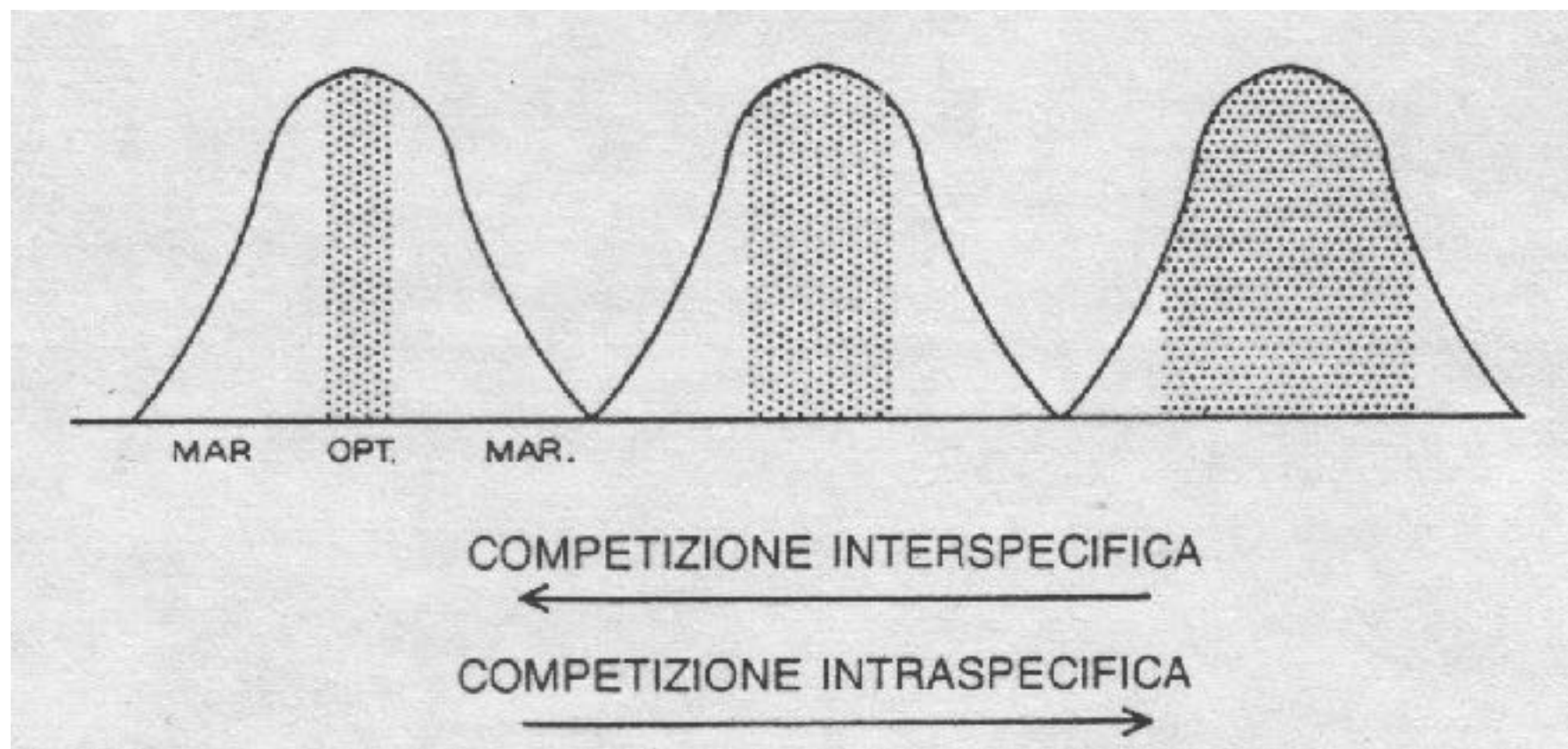
Territorial aggression

Potential costs

Potential benefits



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.



Commensalism	Amensalism
Interaction between two species where one species is benefitted and the other is neither harmed nor benefitted.	Interaction between two different species, in which one species is harmed and the other is neither benefitted nor harmed.
Example an orchid growing as an epiphyte on a mango tree benefits by getting shelter and nutrition but the mango tree is not harmed or benefitted.	Example <i>Penicillium</i> produces a toxin killing other microorganisms but is not affected itself.

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.

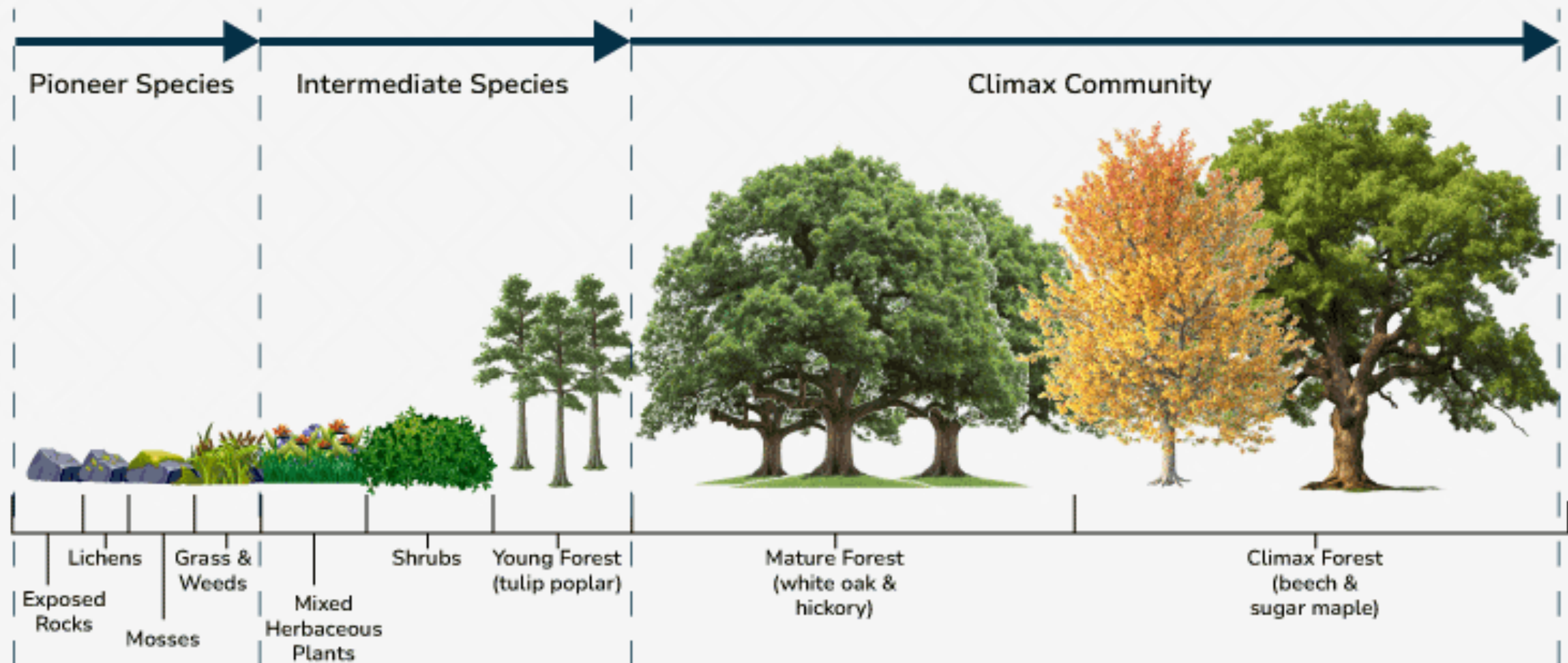
Teoria della successione: lo sviluppo di un ecosistema deriva dalle modificazioni dell'ambiente fisico ad opera della comunità biotica; competizione e coesistenza comportano uno spostamento del flusso energetico dalla produzione alla respirazione, così che viene richiesta una quantità sempre maggiore 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

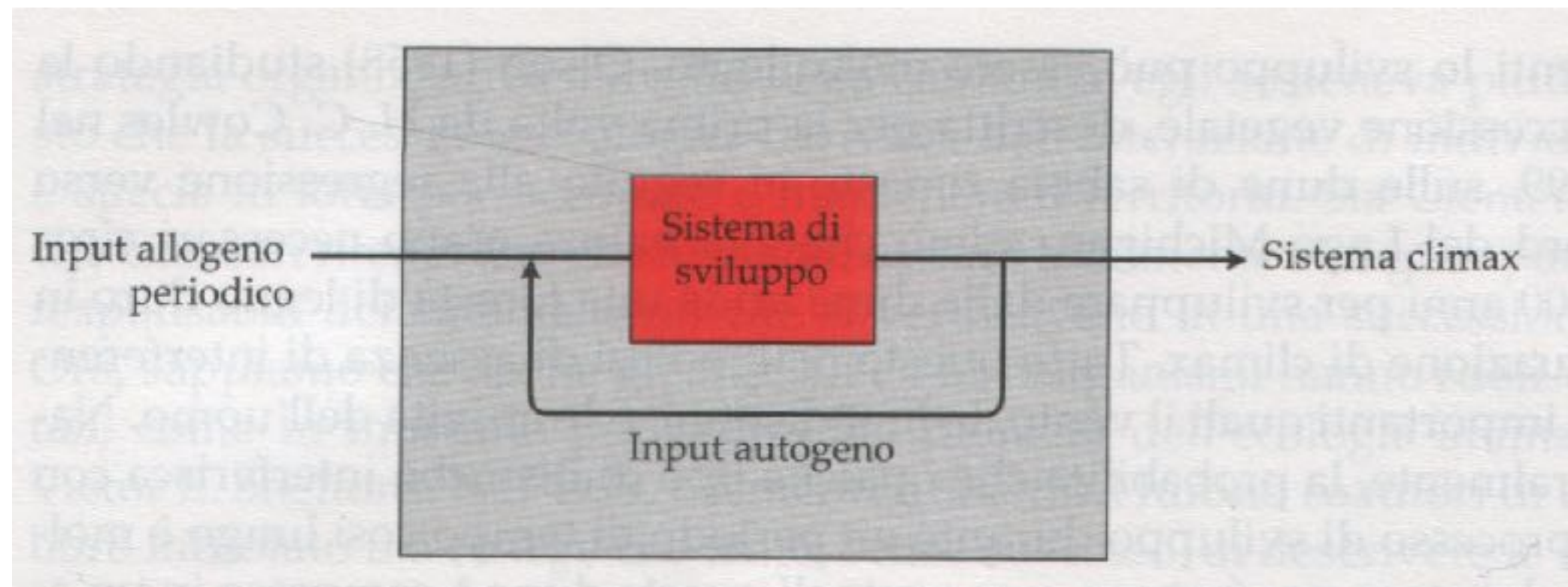
Margalef (1968): uno tra i primi a dimostrare che lo sviluppo dell'ecosistema implica un cambiamento da $P > R$ a $P = R$ nella fase climax

Complex Community



Hundreds of years

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



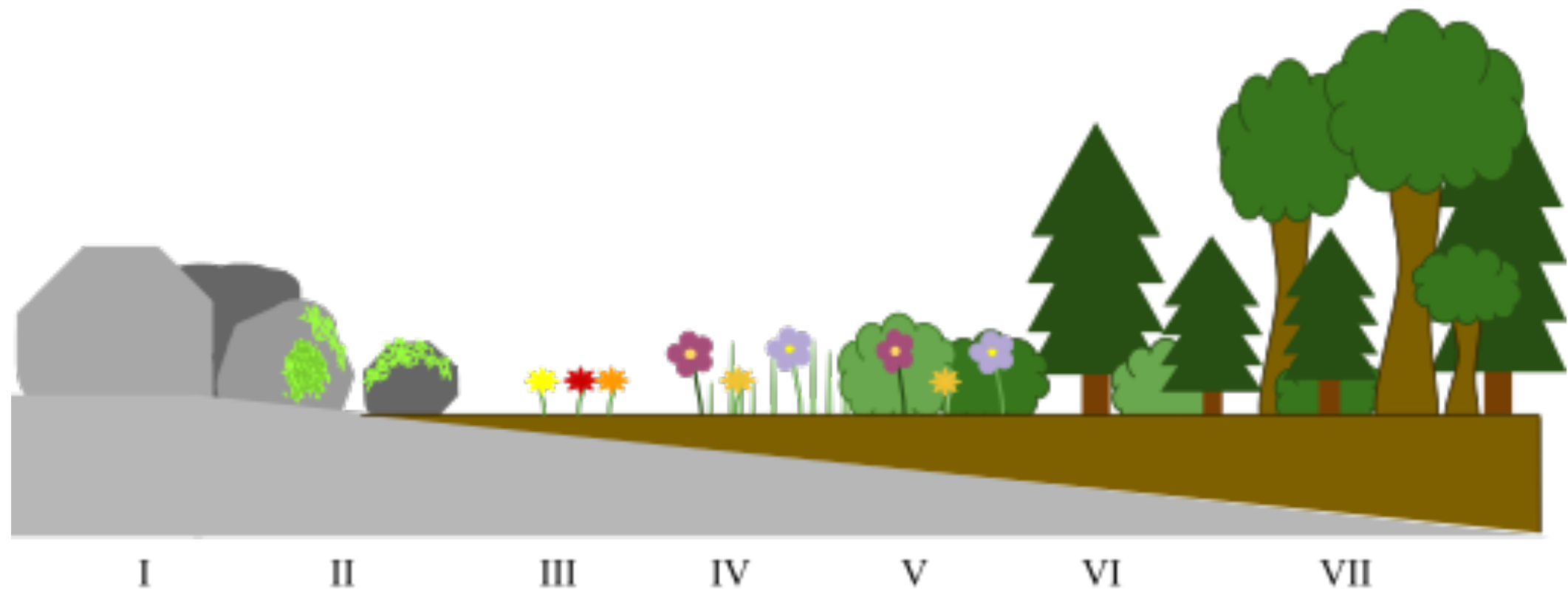
La successione non è uno sviluppo orientato verso un “fine”, ma il risultato della capacità implicita dei sistemi in disequilibrio ad auto-organizzarsi come risultato di una rete diffusa di subsistemi di feedback.

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.

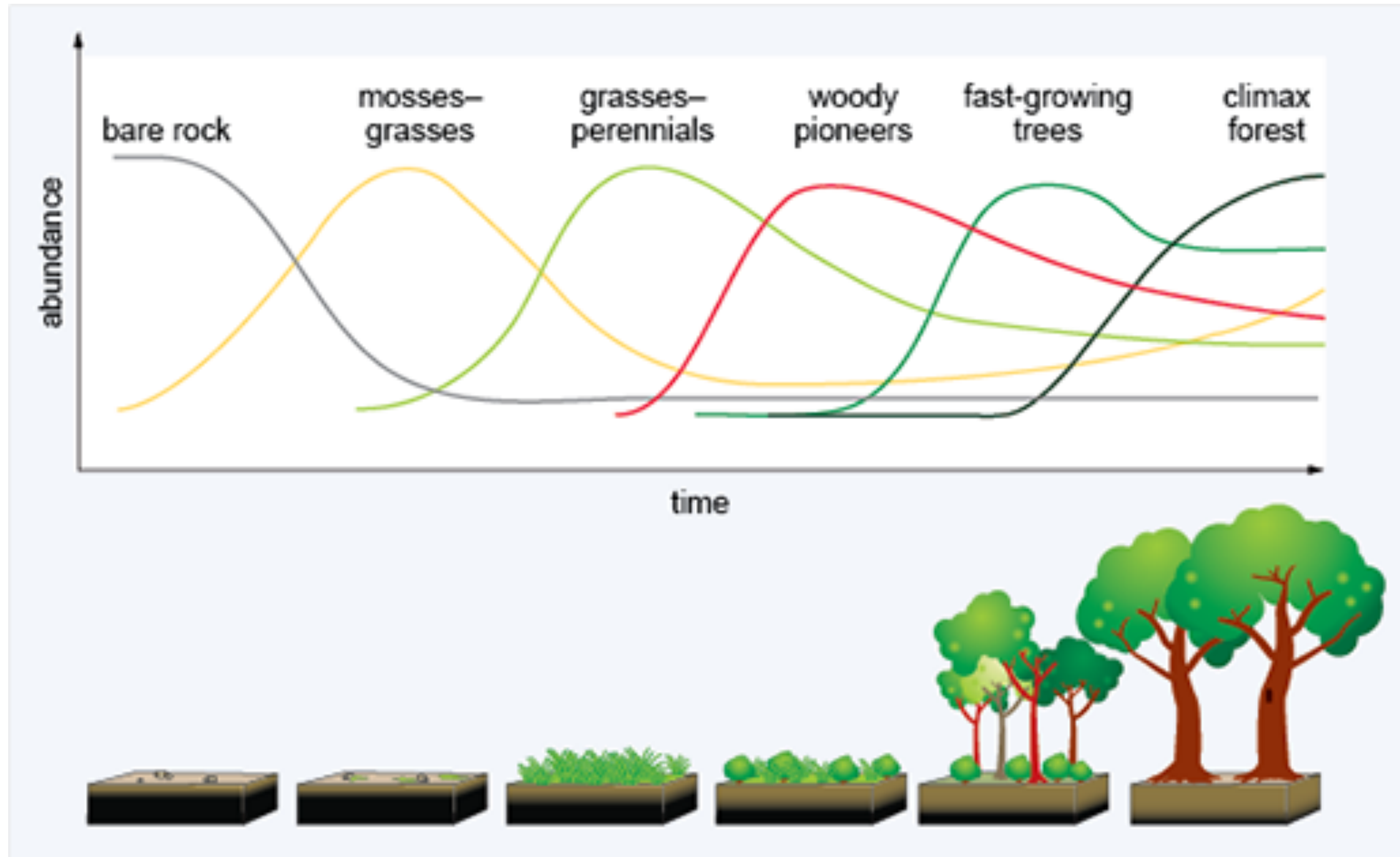
La successione sulla terraferma ha cicli dell'ordine di grandezza del migliaio di anni. In mare aperto invece i cicli sono stagionali, ed il climax, se si realizza, ha una breve durata. Questo avviene perché la comunità ha un limitato potere di modifica sull'ambiente.

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)



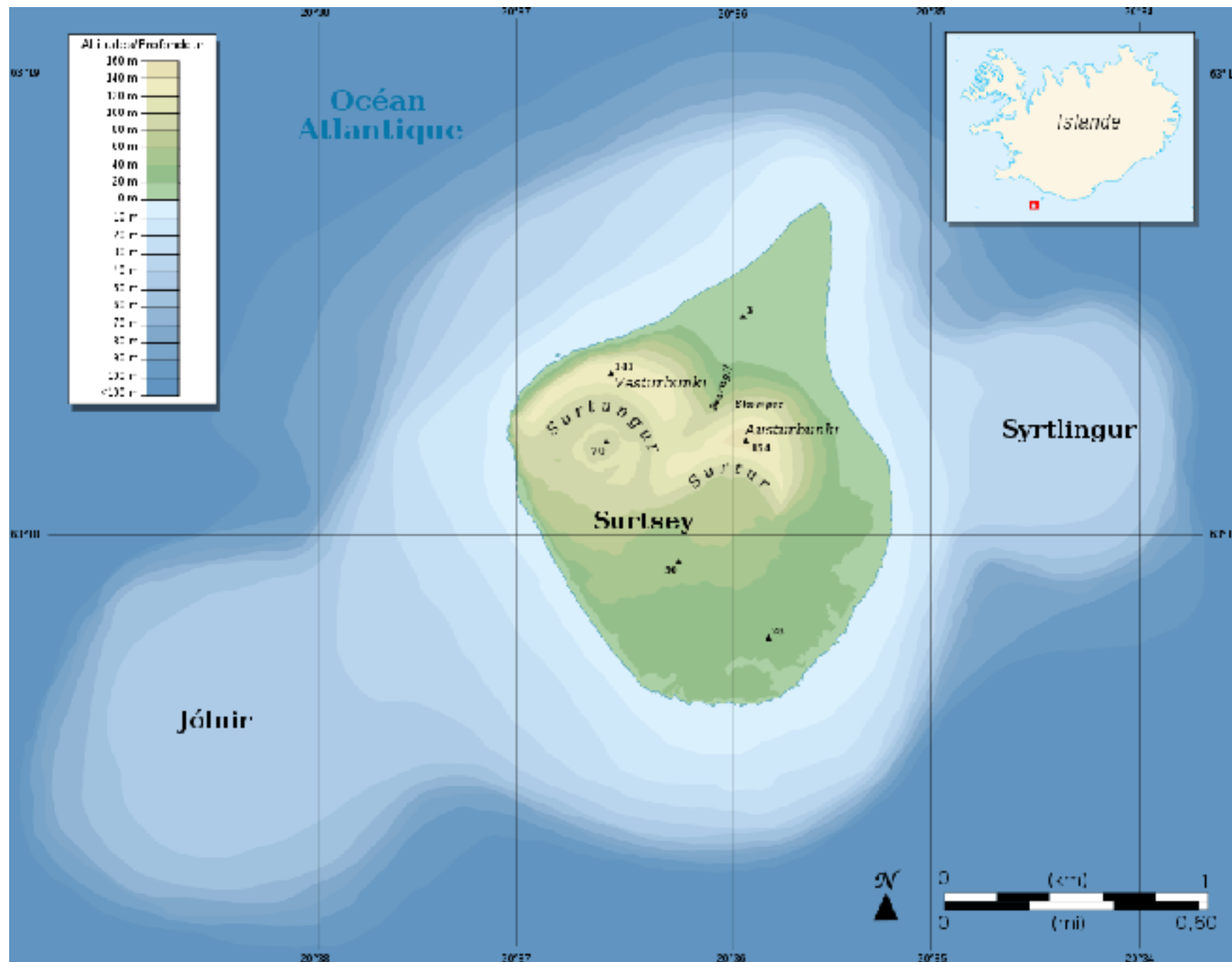
Successione primaria



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*)

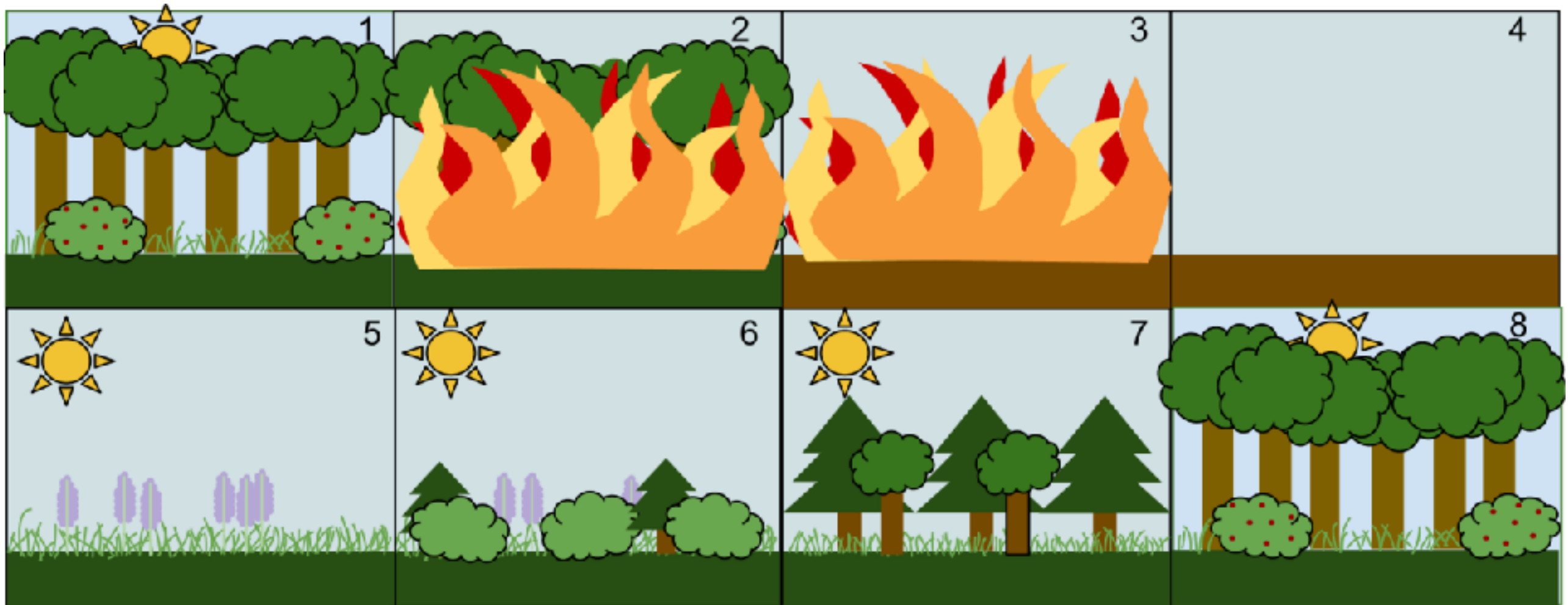
2004: prima evidenza registrata di nidi di pulcinella di mare (*Fratercula arctica*)

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



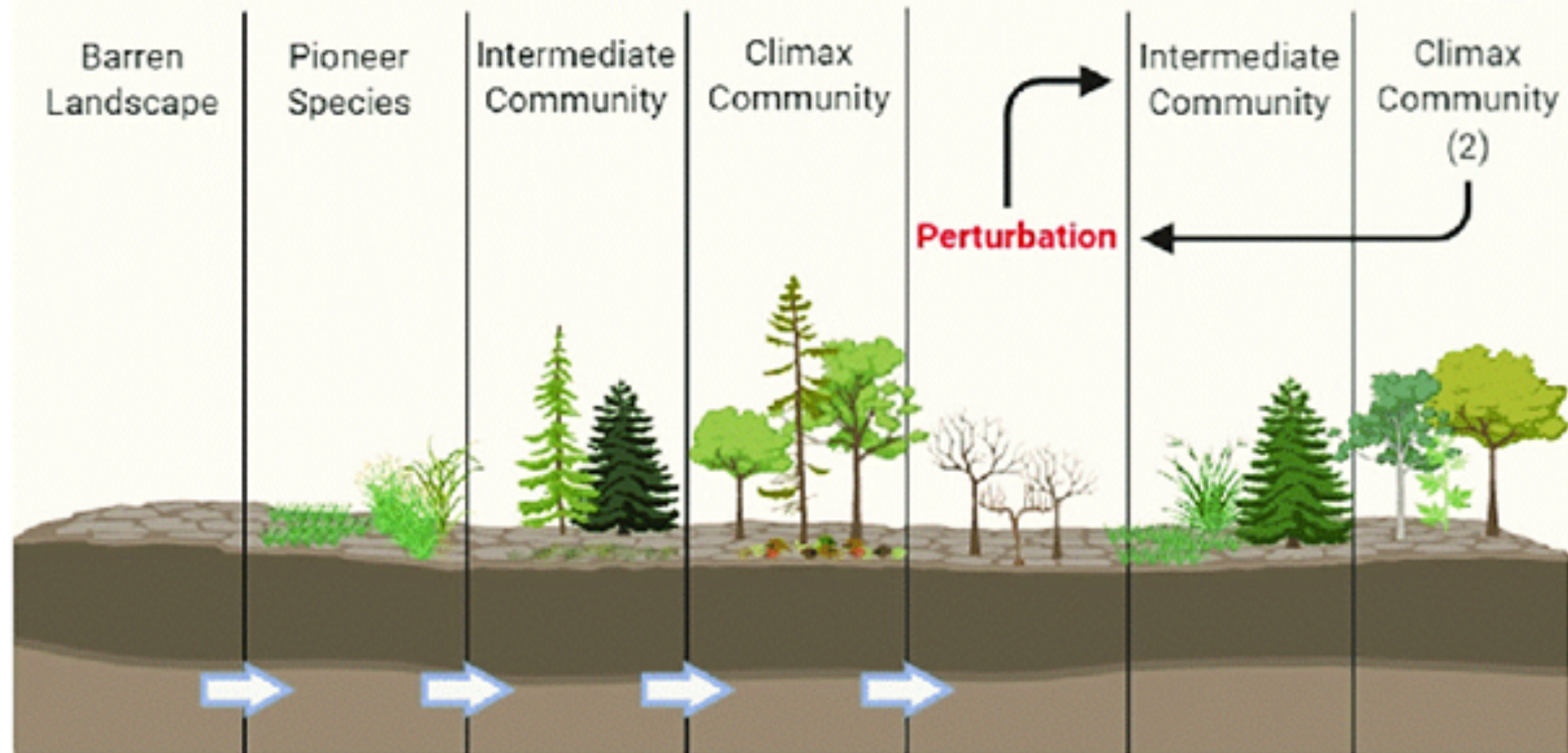
Successione secondaria

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.



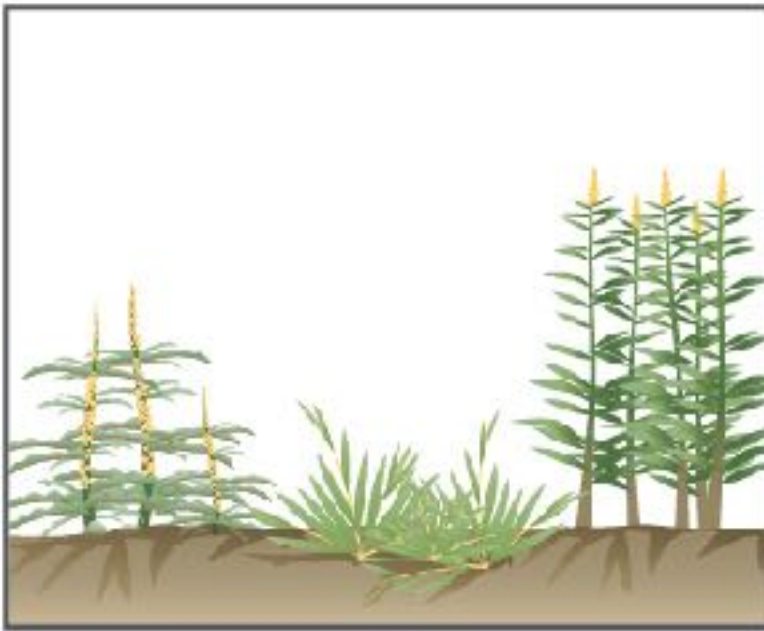
Primary Succession

Secondary Succession



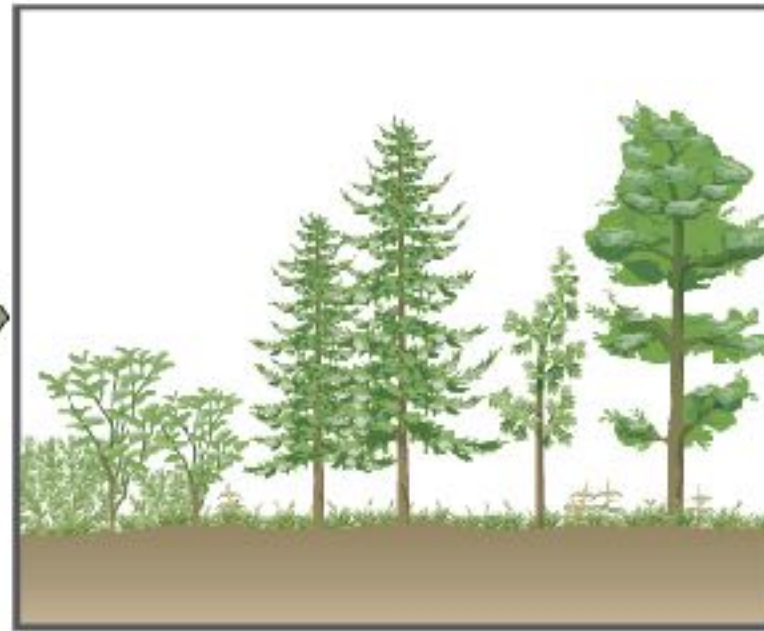
Successione secondaria

Secondary Succession of an Oak and Hickory Forest



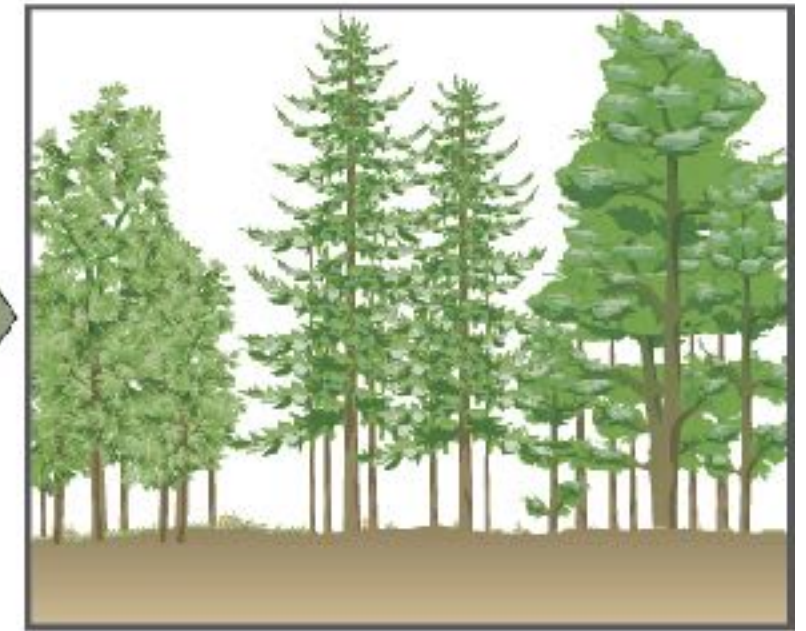
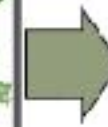
Pioneer species

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.

Esempio di successione primaria





I fattori di disturbo (**input alloge**ni) 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.

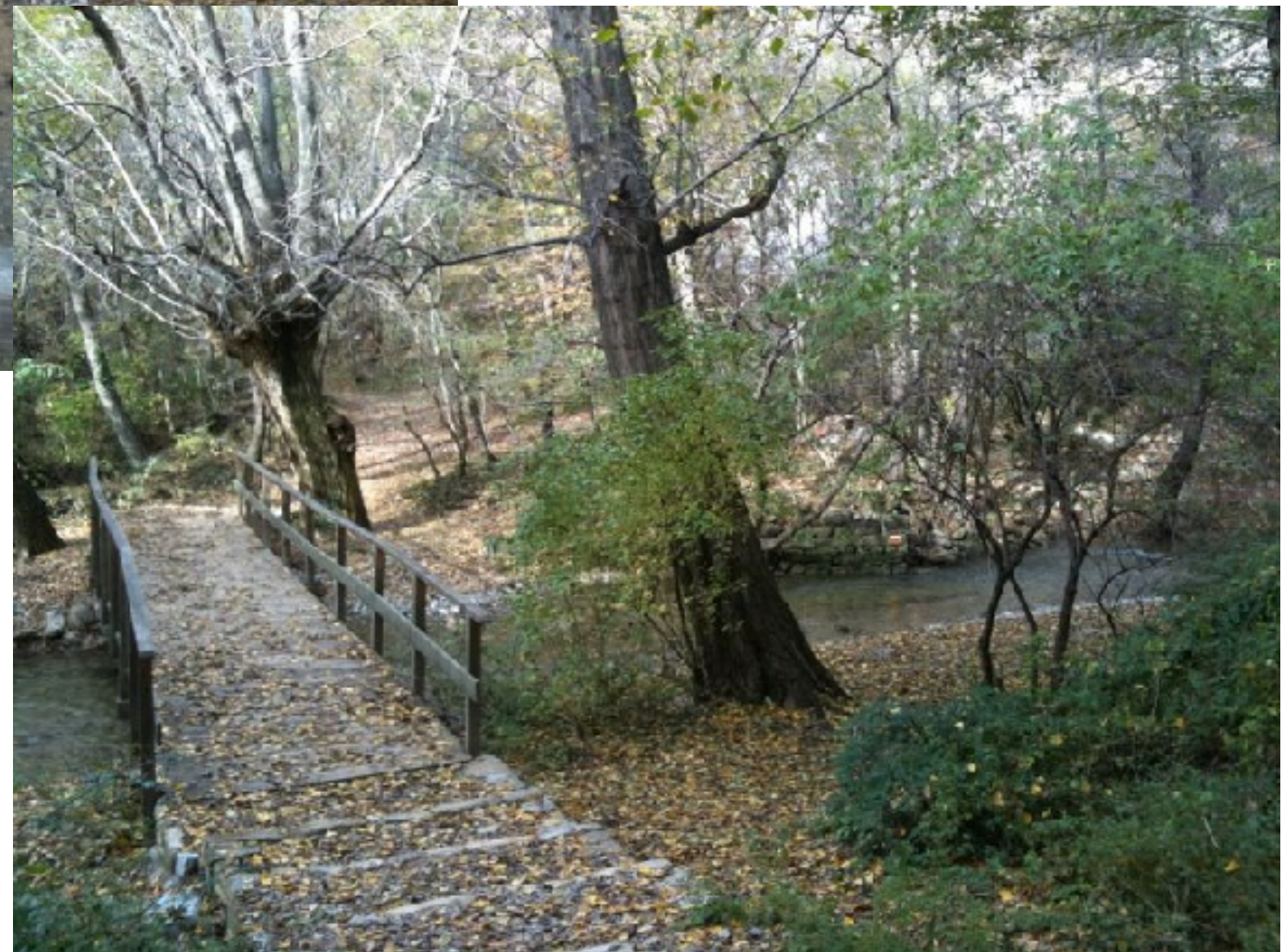
Nel caso di perturbazioni di grossa entità invece la vegetazione può essere riportata agli stadi iniziali della successione. In questo caso la successione che si instaura può anche percorrere tappe diverse da quella verificatasi in precedenza, e portare ad una diversa comunità climax.



Alveo del torrente Rosandra.

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

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







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 Produttività/Respirazione 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.

Successione ciclica: *Pinus attenuata*

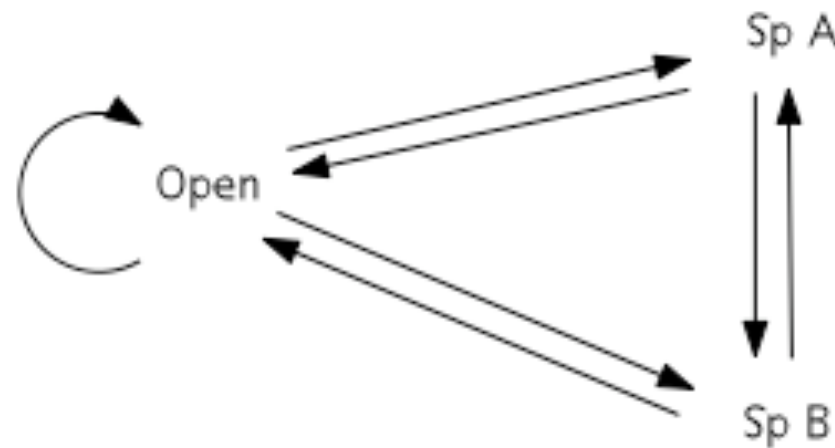


Questa specie di pino ha pigne persistenti che durano anche 20 anni, e si aprono solo in conseguenza del calore derivante da un incendio boschivo. Questo fa sì che queste piante siano pioniere nella ricolonizzazione di aree distrutte da incendi.

È una specie tipica della vegetazione del *chaparral*, vegetazione arbustiva sempreverde della California simile alla macchia Mediterranea. In questi ambienti, gli incendi sono fattori di disturbo ricorrenti.

Successione ciclica

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



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

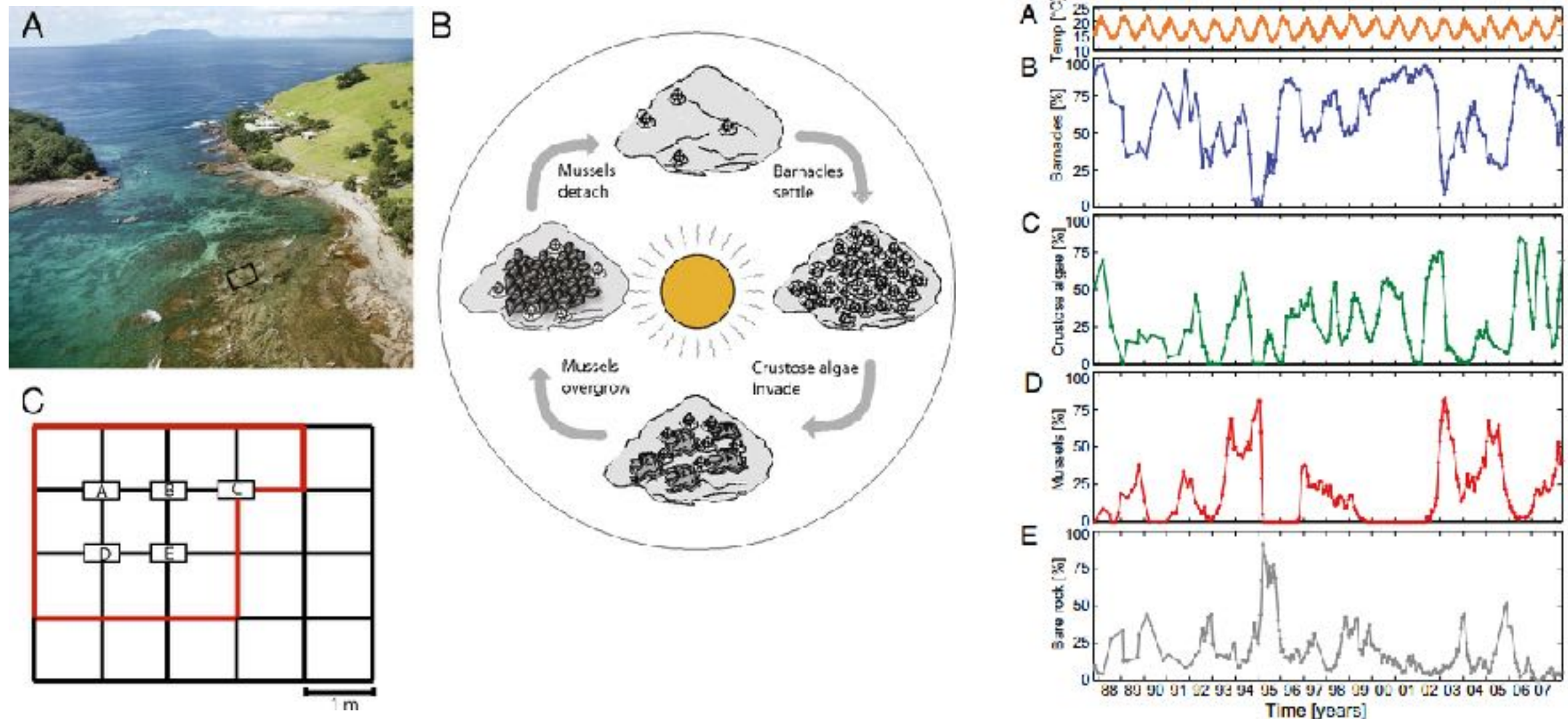
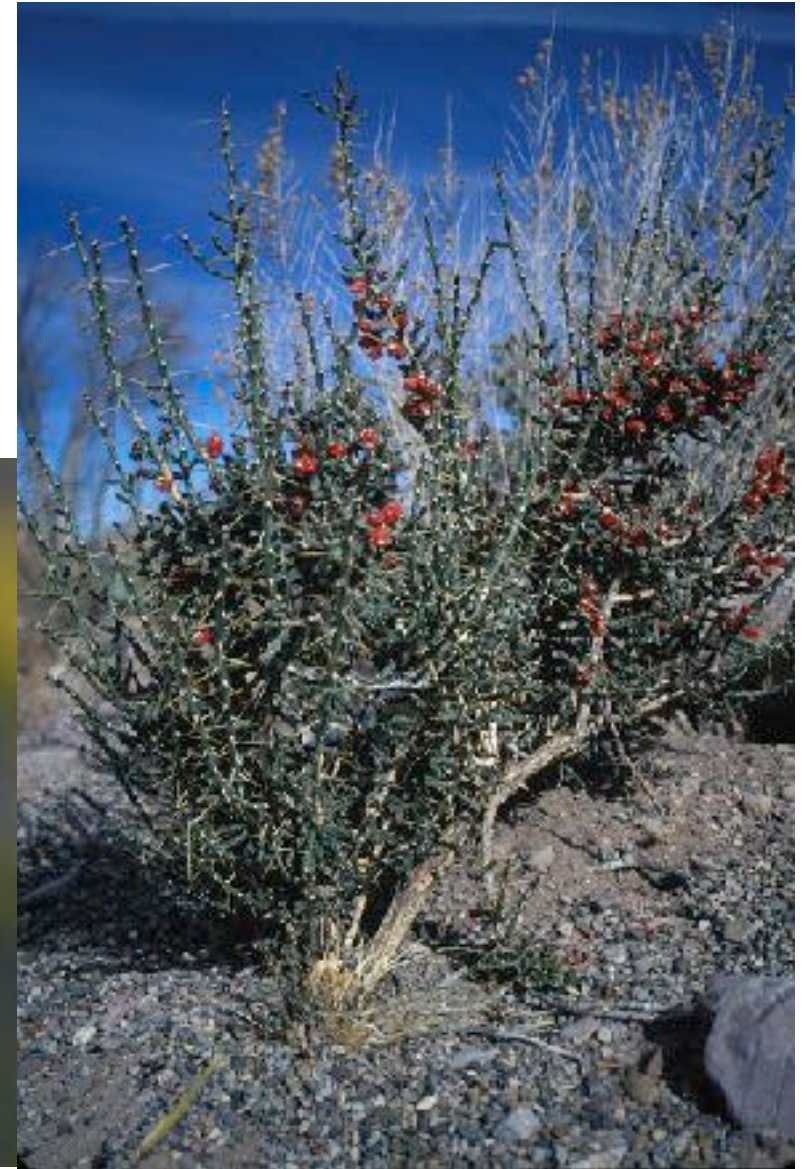


Fig. 2. Time series observations of (A) sea surface temperature, (B) barnacles, (C) crustose algae, (D) mussels, and (E) bare rock.

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 allogenici, in un ambiente in cui la scarsità d'acqua indicherebbe la possibilità per solo una delle due specie di sopravvivere creando una popolazione stabile.

La successione naturale tende ad sistemi in cui la respirazione (ovvero il consumo totale di energia) equivale alla produttività (ovvero all'energia che viene resa disponibile al sistema stesso. Di conseguenza, la successione tende a $P=R$.

Al contrario, le esigenze umane che richiedono $P>R$, ovvero sistemi che abbiano un surplus di produttività, al fine di poterne trarre materia organica da consumare come cibo, combustibile o altri fini.

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 ad esempio una città 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.

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 lorda (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.