

CORSO DI ECOLOGIA

CORSO di Tecniche della Prevenzione dell'ambiente
e dei luoghi di lavoro

- Docente: Marco Ciolli

Parte I

Ecologia

Vegetale

Animale

Umana

Microbica

Autoecologia

Interazioni fra organismi (specie o popolazione) ed i fattori abiotici

Sinecologia

Studio delle popolazioni come queste si modificano nel tempo

Distinzione didattica spesso arbitraria

di popolazioni

Come le popolazioni si adattano all'ambiente ecc.

ecosistemica

Studio del funzionamento degli ecosistemi

Distinzione didattica spesso arbitraria

Ecologia

Di base

teorica e sperimentale

Applicata

Varie finalità: igienistiche, produttivo-industriali, gestione ambientale, ecc.

Ecoetologia

Studio del valore adattativo del comportamento

Economia

Leggi della casa

Origine comune
come Fisica-
Fisiologia

Ecologia

Studio della casa

Ma: nella società attuale hanno spesso posizioni antitetiche

Da qui nasce l'idea dello sviluppo ecocompatibile

Ecologia

Se chiedessimo cos'è l'ecologia all'uomo della strada?

Qualcosa che ha a che fare con l'ambiente e con la protezione dell'ambiente dall'inquinamento



Prima degli anni '60 pochissimi sarebbero stati in grado di dare una qualsiasi risposta.

Ecologia: 1869 Ernst Haeckel (oikos logos)

Il corpo di conoscenze concernenti l'economia della natura, l'investigazione dell'insieme delle relazioni dell'animale col suo ambiente, sia organico che inorganico

1971 Odum

Studio della struttura e del funzionamento degli ecosistemi

1985 Krebs

Studio scientifico delle interazioni che determinano la distribuzione e l'abbondanza degli organismi

1987 Fenchel

Studio dei principi che governano gli andamenti temporali e spaziali per il raggruppamento degli organismi

1987 Ehrlich e Roughgarden

Studio delle relazioni tra organismi e la totalità dei fattori fisici e biologici

Ecologia: tutte le definizioni sono insufficienti

Studio della natura come sua struttura e funzionamento include:

- descrizione della distribuzione e dell'abbondanza degli organismi
- influenza esercitata su di essi dai fattori biotici ed abiotici dell'ambiente
- spiegazione di come una popolazione cresca e interagisca nella comunità.
- studio dei fenomeni di competizione, predazione, mutualismo e del trasferimento di nutrienti ed energia dell'attività umana nella biosfera

L'ecologia coinvolge varie discipline con un background comune.

E' un elemento unificatore come nella biologia la biologia molecolare (meccanismi elementari comuni a tutti gli esseri viventi) e la teoria evuzionistica (tenta di spiegare la loro comune genesi)

Come nasce?

1869 Ernst Haeckel si rifà a Darwin

Dà il nome all'ecologia, la rivoluzione darwiniana pone le osservazioni "ecologiche" sotto un'ottica completamente diversa

Tansley 1935

Introduce il termine ed il concetto di ecosistema

Lindeman 1942

Sviluppa il concetto di ecosistema ed indica come non sia possibile distinguere la comunità biotica dalla struttura che la supporta

H.T. ed E.P. Odum

Interpretano le relazioni fra i componenti dell'ecosistema come scambi di energia

Svolta negli anni '50

Ci si accorge che la crescita della popolazione umana è in contrasto con le limitate risorse di cibo e con le possibilità biologiche della biosfera

Leonardo da Vinci

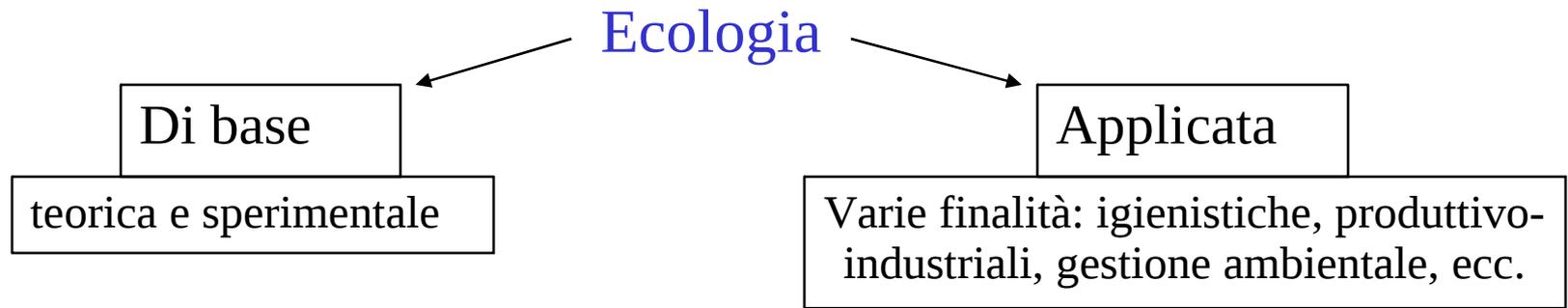
“La natura è piena d’infinite ragioni, che non furono mai in isperienza” ed ancora “Natura non rompe sua legge”

Malthus 1798

Accadranno disastri a meno che la popolazione umana non si rimetta in equilibrio, sia nella sua crescita che nei suoi bisogni, con quanto il mondo agricolo può produrre

Se il pensiero ecologico viene da così lontano perché ha stentato ad affermarsi?

Accettata dalla comunità scientifica l’idea che l’uomo come ogni altro animale deve raggiungere un equilibrio con il suo ambiente e con gli altri tipi di vita è stata politicamente e religiosamente inaccettabile



L'Ecologia si occupa dello studio delle interazioni fra animali, piante e microrganismi ed il loro ambiente

Include lo studio di come gli individui interagiscono in una popolazione, come le popolazioni interagiscono nelle comunità e come le comunità interagiscono con l'ambiente circostante

Cerca di trovare delle risposte ai meccanismi di controllo della distribuzione degli animali e delle piante, abbondanza e biodiversità e come le specie interagiscono fra di loro.

L'Ecologia Applicata si serve dei principi e dei concetti dell'ecologia di base per la previsione e la gestione dei cambiamenti ambientali causati dall'impatto umano sugli ecosistemi naturali

Include la Conservazione delle risorse, la gestione della fauna selvatica e della fauna ittica, la gestione delle risorse acquatiche, pest management, inquinamento ed ecotossicologia, Cambiamenti climatici e riscaldamento globale.

Ecologia Applicata

Uno dei compiti principali dell'EA

Gestione e conservazione
delle risorse naturali

Gestione è il termine più
appropriato

Specie umana deve gestire le
risorse animali e vegetali
disponibili e far fronte a nuove
situazioni (es. infestanti)

Conservazione

Specie umana deve affrontare il
problema dell'estinzione di
specie e della perdita di
biodiversità



Ambiente

Porzione di spazio con caratteristiche tali da contenere la vita (o suscettibile di)

Terra

C'è vita più
o meno
dappertutto

Sole o luna

Non c'è vita

Ambiente, umwelt, ambient, environment

Termini che presuppongono un osservatore centrale;
significato: l'ambiente che sta intorno

Mezzo

Liquido

Gassoso

Acqua

(ma anche sangue
x endoparassiti)

Aria

Gli organismi che vivono nel suolo o nel fango sono
circondati da una pellicola di acqua o di aria

Mezzo liquido

Mezzo gassoso

I due ambienti principali che esistono sulla terra acquatico e terrestre (o subaereo) sono distinti in base al mezzo fondamentale, acqua o aria

Questi due mezzi non sono mai isolati fra loro

Nell'**acqua** sono disciolti dei Gas

Nell'atmosfera c'è vapor acqueo

Acque differiscono per concentrazione Sali disciolti

Aria

Acqua marina
3,5% (35g Sali/kg)

Acqua dolce
0,5% (Sali/l)

N 78% - O₂ 21% - CO₂ 0,03% e percentuali piccole di altri GAS

Acqua

Calore specifico, calore latente di fusione e di evaporazione elevati e questo influenza la regolazione termica degli organismi

Acqua ghiacciata galleggia sull'acqua e quindi in oceani mari e laghi ghiacciati la vita prosegue sotto la superficie

L'acqua è un solvente quasi universale

Tensione superficiale

Poiché la temperatura è maggiore di 0°

Acqua

1 g/cm³

Cambiamenti di profondità
comportano forti variazioni di
pressione

1 atmosfera ogni 10 m

Organismi acquatici

Sono più leggeri del mezzo ed
hanno strutture di sostegno
meno sviluppate

Vel max 50 km/h

Densità

La densità della
materia vivente è
simile a quella
dell'acqua
marina 850 volte
quella dell'aria

Resistenza

Coeff. Viscosità acqua 60 volte
quello dell'aria

Aria

0,001 g/cm³ (0 mslm)

Organismi terrestri

Sono più pesanti del mezzo
ed hanno strutture di sostegno
molto sviluppate

Vel max >200 km/h uccelli

>100 terrestri

Substrato

Superficie su cui gli organismi poggiano e si muovono, offre:
Sostegno protezione e nutrimento agli organismi che vi poggiano

Substrati:

Rocce e loro derivati, pellicola superficiale dell'acqua (gerridi),
altri organismi (epibionti)

Il più importante substrato terrestre: il suolo

Aggregato complesso di frammenti di materiale minerale ed organico,
acqua e aria che occupano gli spazi nelle particelle

La dimensione ed il modo di aggregazione delle particelle influenzano la
porosità e quindi la disponibilità di acqua e ossigeno per gli organismi

Fattori Ecologici

Ogni variabile fisica, chimica e biologica dell'ambiente in grado di influire sulla vita di un organismo, almeno in una fase del suo ciclo vitale

Abiotici

Fattori climatici

E caratteristiche :

Fisiche e chimiche del suolo

Acqua

Luce

Temperatura

Biotici

Interazioni intraspecifiche

Competizione

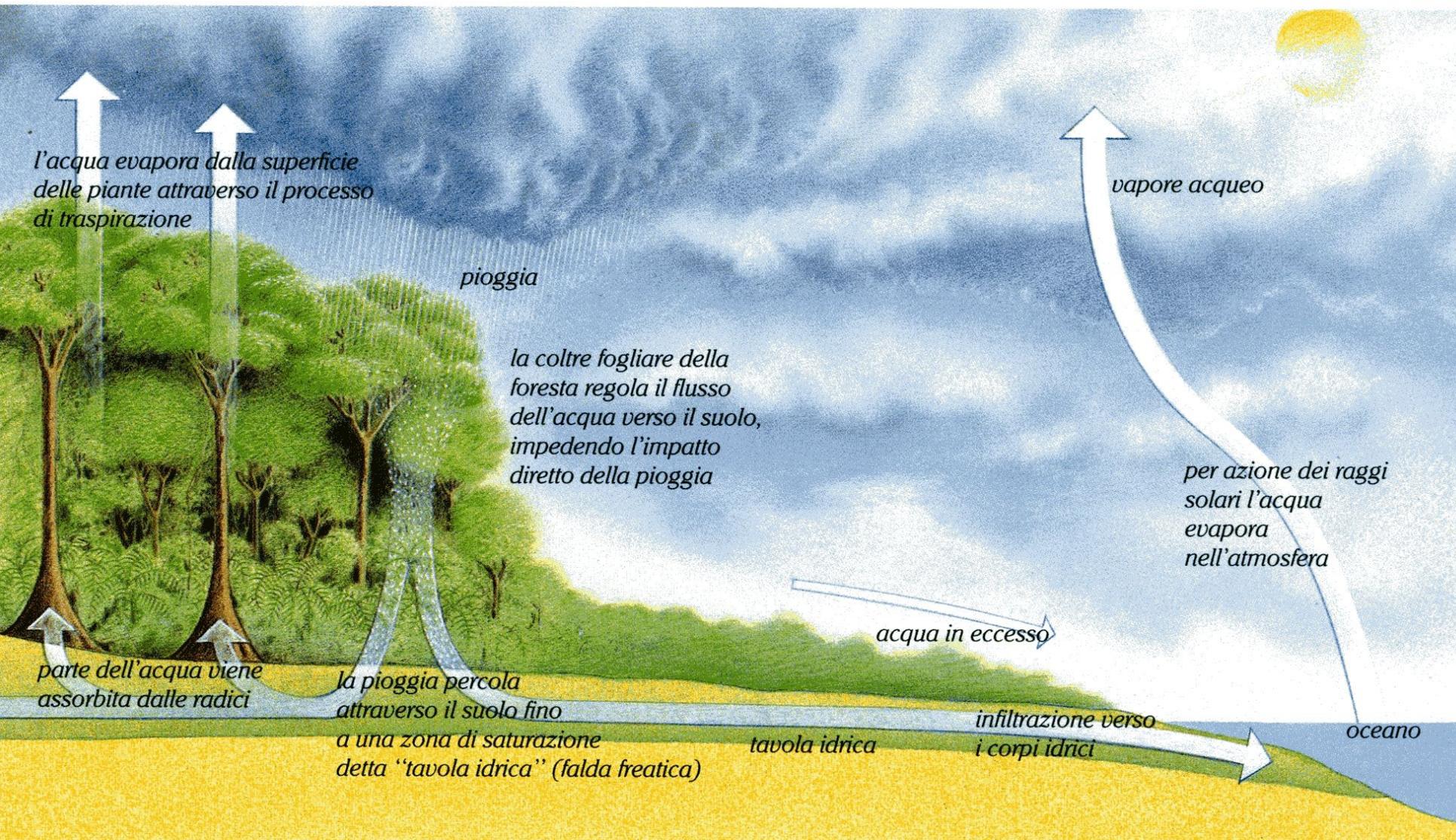
Interazioni interspecifiche

Predazione

Parassitismo

Simbiosi mutualistica

Competizione



l'acqua evapora dalla superficie delle piante attraverso il processo di traspirazione

pioggia

la coltre fogliare della foresta regola il flusso dell'acqua verso il suolo, impedendo l'impatto diretto della pioggia

vapore acqueo

per azione dei raggi solari l'acqua evapora nell'atmosfera

parte dell'acqua viene assorbita dalle radici

la pioggia percola attraverso il suolo fino a una zona di saturazione detta "tavola idrica" (falda freatica)

acqua in eccesso

tavola idrica

infiltrazione verso i corpi idrici

oceano

Ogni organismo possiede nei confronti di ciascun fattore ecologico un ambito di tolleranza entro il quale può svolgere le proprie funzioni vitali

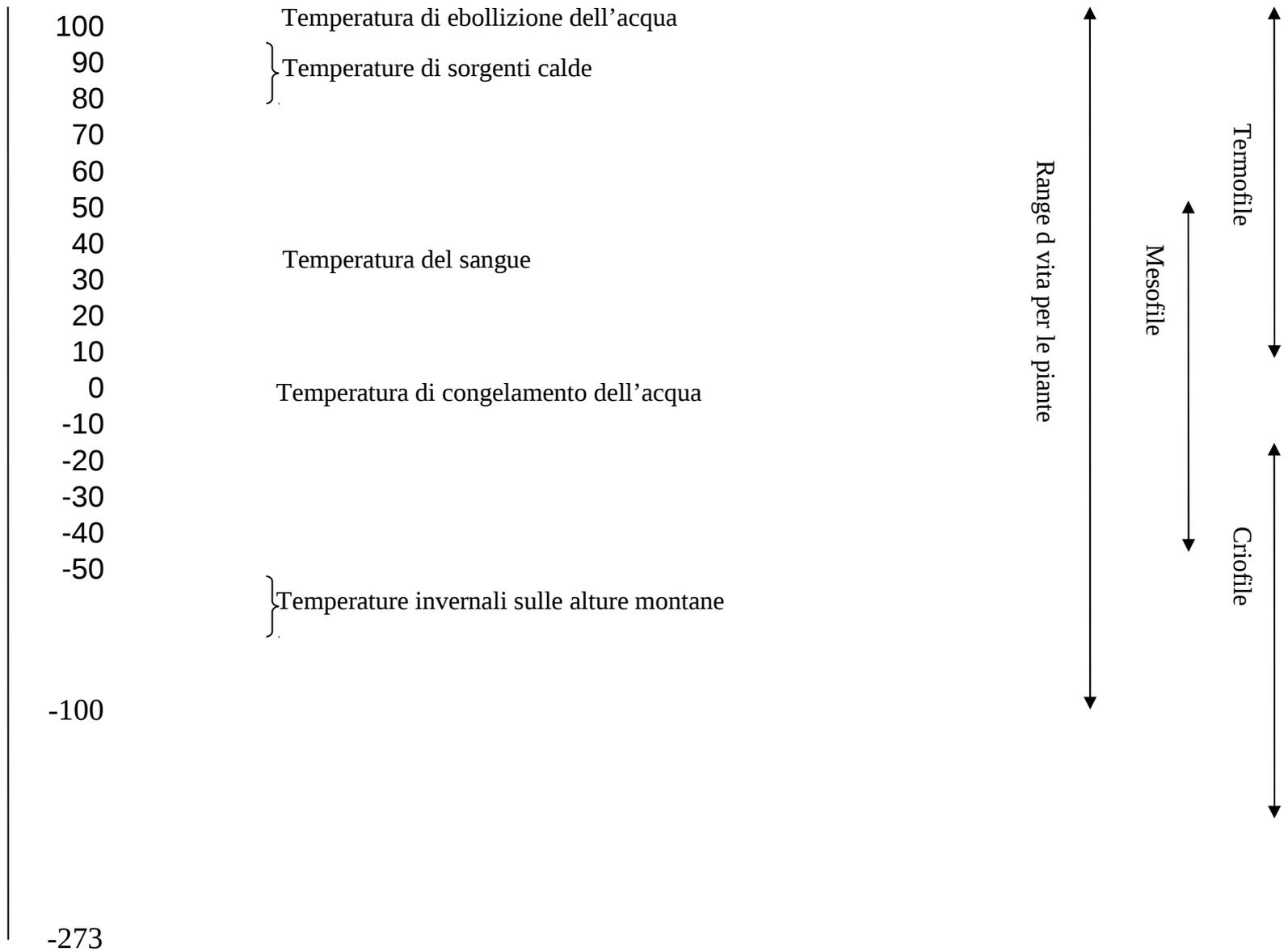
In questo intervallo c'è una gamma di valori in corrispondenza dei quali l'organismo esplica una certa funzione (sviluppo, attività, riproduzione) con diversa intensità ed efficienza

Quando un fattore ecologico assume valori che superano la soglia di tolleranza

Diviene un fattore limitante

Impedisce la vita, la crescita o la dispersione

Anche se gli altri fattori ambientali sono favorevoli



La presenza ed il successo ecologico di un organismo sono determinati da quel fattore (o complesso di fattori) che più si avvicina alla soglia di tolleranza (Shelford 1913)

Questo enunciato è un'estensione della legge del minimo di Liebig 1840

Per i nutrienti delle piante, Liebig aveva osservato che il complesso degli elementi nutritivi assorbiti da una pianta è utilizzato in proporzione a quello presente in quantità minima relativamente ai bisogni della pianta stessa

Quindi: non tutti i fattori ambientali hanno la medesima importanza

Se una pianta agraria necessita di 5 nutrienti in un rapporto:

1 : 7 : 22 : 50 : 100

A : B : C : D : E

Se E è presente in rapporto 90 è inutile aggiungere gli altri nutrienti perché **E è il fattore limitante**

Questo riveste una particolare importanza per le concimazioni dei suoli agrari

L'ampiezza dell'ambito di tolleranza per i diversi fattori ecologici varia da

individuo ad individuo

popolazione a popolazione

specie a specie

La popolazione cui questi individui appartengono ha intervalli funzionali più ampi del singolo individuo

Per indicare l'ampiezza relativa all'ambito di tolleranza

Euri = ampio

Steno = ristretto

Euriterme, euriigre, euriecie

Stenoterme, stenoigre, stenoecie

Specie diverse, razze geografiche ed ecotipi di una stessa specie possono differire per ampiezza della tolleranza per un singolo fattore ma anche per i fattori ottimali

Termofile (macroterme)

Mesofile (Mesoterme)

Criofile (Microterme)

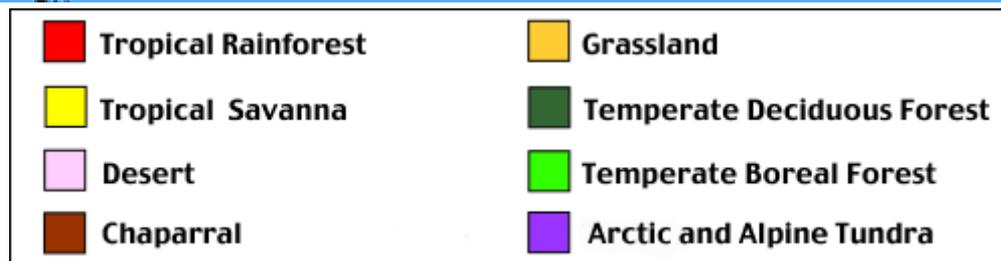
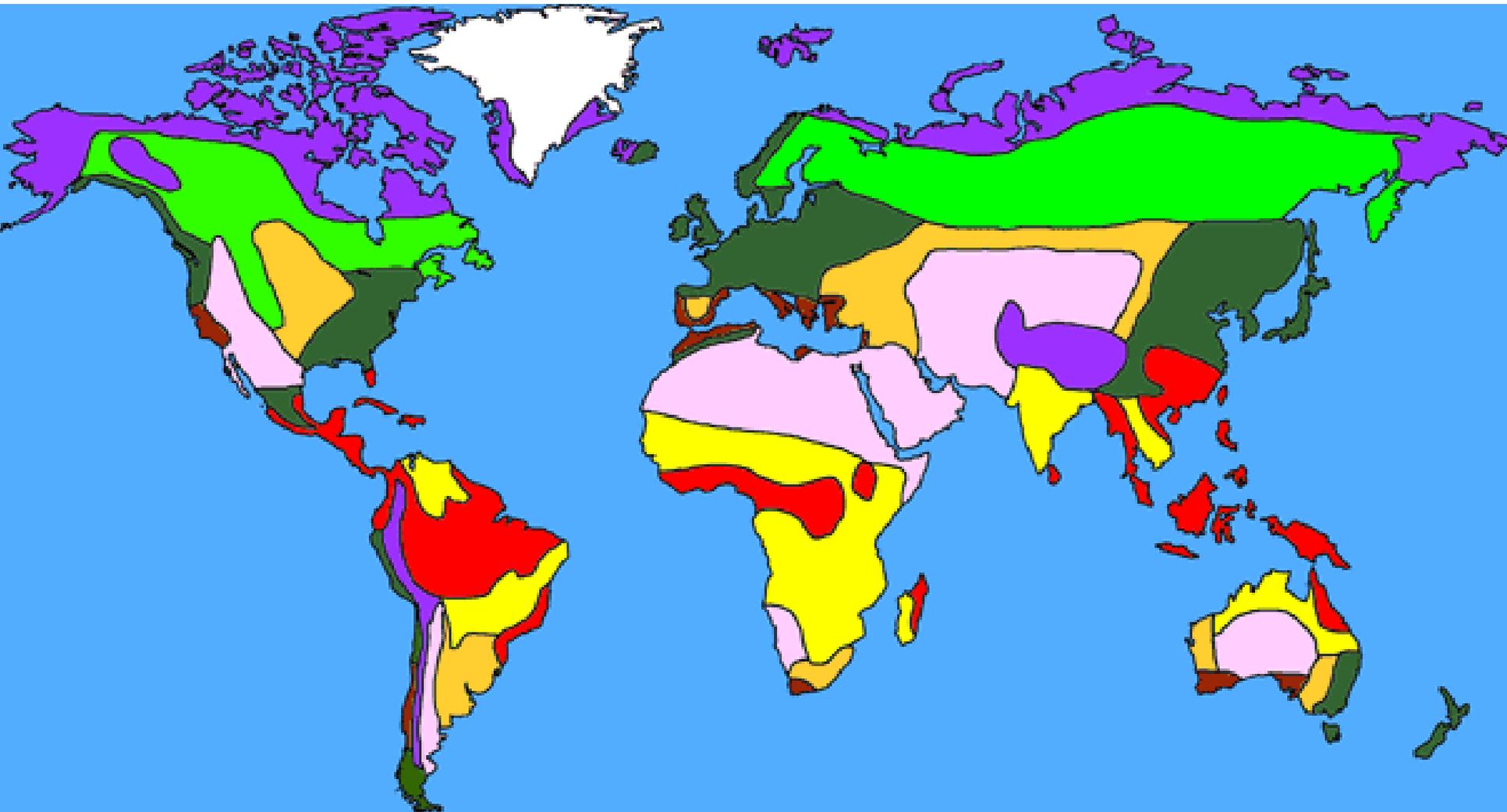
Può succedere che ecotipi di una specie si adattino a condizioni molto diverse

Può succedere anche specie diverse si adattino con la stessa efficienza in condizioni diverse

Pino silvestre:
Scozia, Siberia,
Montagne alpine,
Pianura padana

Diverse specie di Lamellibranchi:
Artico 0°, mari boreali 8°,
Mediterraneo 12° mari tropicali 27°
stessa efficienza respiratoria

I biomi



Nicchia ecologica

Ruolo funzionale di un dato organismo in un ecosistema, comprende l'insieme di tutte le interrelazioni di un dato organismo con l'ambiente in cui vive

Nicchia potenziale

Intervalli delle varie risorse che possono essere utilizzati da una specie in assenza di competitori o di altri fattori di disturbo

Nicchia realizzata

Porzione di nicchia potenziale occupata in una comunità in presenza di competitori e altre limitazioni biotiche ed abiotiche

La Nicchia ecologica è il “**mestiere**” dell'organismo

Habitat

Area geografica caratterizzata da determinati intervalli di condizioni e di risorse e descritta per esempio dalla comunità di vegetazione dominante

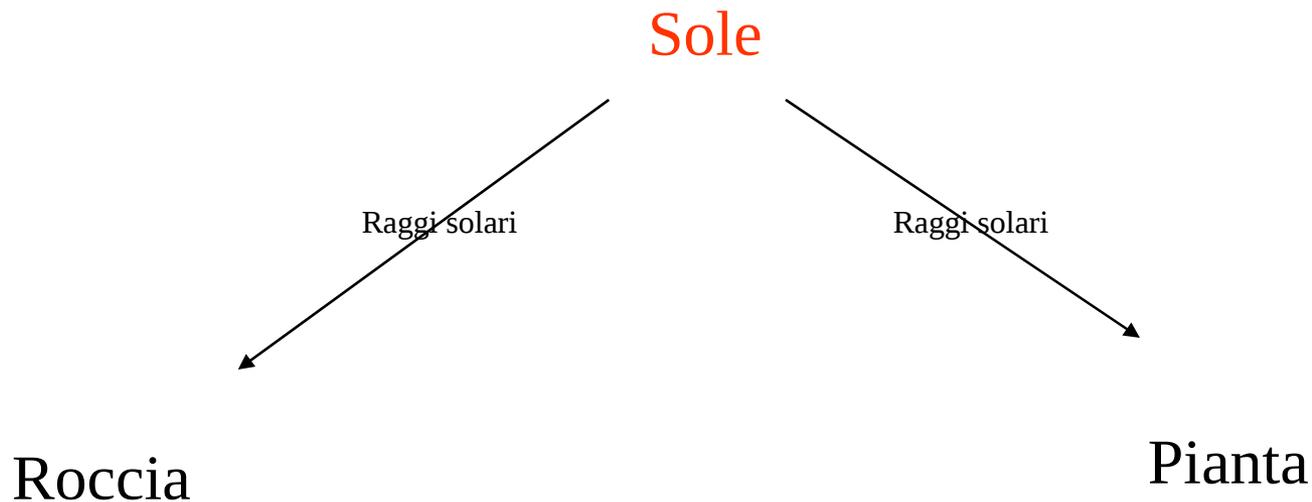
Savana, foresta, prateria

La presenza di una specie in un certo habitat dipende da fattori storici, dalla dinamica di popolazione e da fenomeni di migrazione

L'habitat è il “luogo di lavoro” dell'organismo

I sistemi viventi sono sistemi aperti

Input di materia ed energia dall'esterno, quindi abbassa l'entropia che può mantenersi stazionaria lontana dall'equilibrio termodinamico



L'E si trasforma in E termica la notte viene irradiata o dissipata come calore, non ci sono ulteriori trasformazioni

L'E luminosa si trasforma in E di legame chimico (ATP, NADP) serve a sintesi sostanza glucidiche e quindi a nutrire erbivori ...

Perché il sistema si mantenga lontano dall'equilibrio termodinamico

Ci devono essere molecole specializzate clorofilla ed organelli (cloroplasti)

Il sistema aperto è in grado di mantenersi a bassa entropia grazie ad una struttura ordinata presente al suo interno

Input
(Materia ed energia)

se $>$ sistema si accresce
se $<$ sistema decresce
se = Steady state

Output
(Materia ed energia)

Nei sistemi viventi esistono anelli di retroazione o feedback e le trasformazioni hanno decorso ciclico anziché lineare

I feedback possono avere effetto positivo o negativo

Omeostasi: Permanenza di un sistema in condizioni immutate

Resilienza: capacità del sistema di ritornare alla condizione iniziale dopo che una variazione esterna, superando il **valore soglia** ha modificato il sistema

Energia nei sistemi ecologici

i "livelli trofici" sono due

Autotrofi
(produttori)

Eterotrofi
(consumatori)

fotosintesi

chemiosintesi

entrambi i livelli respirano

respirazione

reazioni di ossido riduzione che portano alla formazione di legami altamente energetici nelle molecole di ATP

Produzione di energia da legami chimici

Respirazione

Fermentazione

Aerobia

Anaerobia

(batteri, piante,
animali superiori)

l'acceptore di elettroni
è l'ossigeno gassoso

(batteri, lieviti,
saprofagi)

l'acceptore di elettroni è
un composto organico o
inorganico (desulfobrio
riducono il solfato SO_4 ad
acido solfidrico gassoso nei
sedimenti profondi ed in
acque povere di ossigeno
Mar Nero)

(batteri, lieviti)

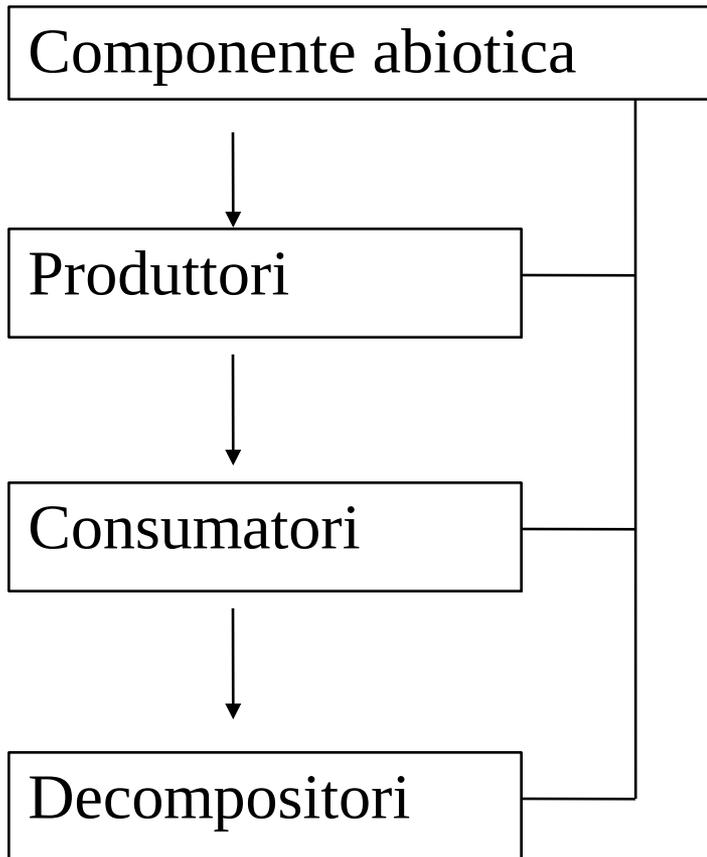
il composto
organico ossidato
è anche

l'acceptore di
elettroni $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

>

$2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$

Struttura trofica



In un ecosistema l'energia immagazzinata dai produttori sotto forma di energia chimica di legame

Questa serie di trasferimenti di energia viene chiamata **catena alimentare**

Ogni anello è un **livello trofico**

Molti organismi appartengono a più livelli trofici si parla di **reti trofiche** più che di catene alimentari

Catena alimentare

Produttori (piante verdi)



Consumatori (fitofagi)



Consumatori secondari (predatori)

Efficienza e produttività (quando c'è un passaggio di energia vi è sempre una dispersione, cioè non tutta l'energia passa ai livelli trofici successivi)

Efficienza ecologica è la percentuale di energia protoplasmatica presente in un livello trofico che viene acquisita dagli organismi del livello trofico successivo

tra il 5 ed il 30 %, mediamente il 10 %

Standing crop insieme di organismi viventi su una data superficie di terreno

in materia organica secca
 gm^2 o unità di energia
 Jm^2 è la Biomassa

Produttività primaria (PP)

Tasso al quale la biomassa è prodotta per unità di superficie (o volume) dai produttori primari (soprattutto piante verdi)

Produttività primaria lorda (PPL)

Fissazione totale di energia solare per fotosintesi dalle piante

Ma le piante **respirano** una parte di quello che producono!

Produttività primaria netta (PPN) $\text{PPN}=\text{PPL}-\text{R}$

tasso effettivo di produzione di nuova biomassa per gli eterofagi

Rapporto fra PPL e R è indice della maturità di un sistema

Ecosistema maturo

$PPL=R$

Primi stadi di un ecosistema

$PPL>R$

Ecosistema in condizioni sfavorevoli (es. siccità)

$PPL<R$

Qualche considerazione su:

- 1) gli ecosistemi naturali
- 2) la foresta come “polmone” del mondo
- 3) l’effetto serra

Evoluzione dell' ecosistema o successione ecologica

Gli ecosistemi non sono stabili ma subiscono variazioni come risultato dell'evoluzione delle interazioni tra i membri della comunità e tra quest'ultima e le componenti abiotiche

Sequenza di comunità che partendo da una comunità

Pioniera

si succedono l'un l'altra nel tempo (stadi di una serie)

stadio 2

Fino a formare una comunità che presenta un certo grado di **stabilità**

stadio 3

Climax

La successione ecologica viene “controllata” dalla comunità

Le popolazioni modificano l’ambiente determinando le condizioni che provocano la scomparsa di alcune specie e favoriscono l’insediamento di altre

Queste cambiano ancora l’ambiente provocano la scomparsa di alcune specie e favoriscono l’insediamento di altre

Queste cambiano ancora l’ambiente provocano la scomparsa di alcune specie e favoriscono l’insediamento di altre

Fino al Climax

Le successioni possono essere

Primarie

Si parte da una condizione iniziale nella quale non si era ancora instaurato nessun fenomeno di evoluzione

Frane, lingue di sabbia, ecc.

Secondarie

Si parte da una condizione iniziale nella quale si è tornati indietro da una fase più evoluta e si instaura un nuovo fenomeno di evoluzione

aree incendiate, disboscate, colpite da valanghe, ecc.

Diversità e stabilità

Comunità mature

Numero elevato di specie
(biodiversità)

Sono più stabili

Stabilità = capacità dell'ecosistema di mantenere costanza di struttura e di funzionamento nonostante le variazioni ambientali ed il disturbo

Resilienza

Velocità con cui una comunità torna allo stato iniziale

Resistenza

Capacità di opporsi allo spostamento dallo stato iniziale

Climax

Elevata resistenza, bassa resilienza

Stadio giovanile

Bassa resistenza, elevata resilienza

- **Incendio, Val di Ledro, Trentino, 1999**



- **Formazioni vegetali:**



resistenti



resilienti

Iper testo di biologia:

[http://www.mit.edu:8001/afs/athena/course/other/esgbio/
www/chapters.html](http://www.mit.edu:8001/afs/athena/course/other/esgbio/www/chapters.html)

Una raccolta di siti sull'educazione nelle scienze:

<http://bluebonnet.bio.swt.edu/General/Favorites.html>

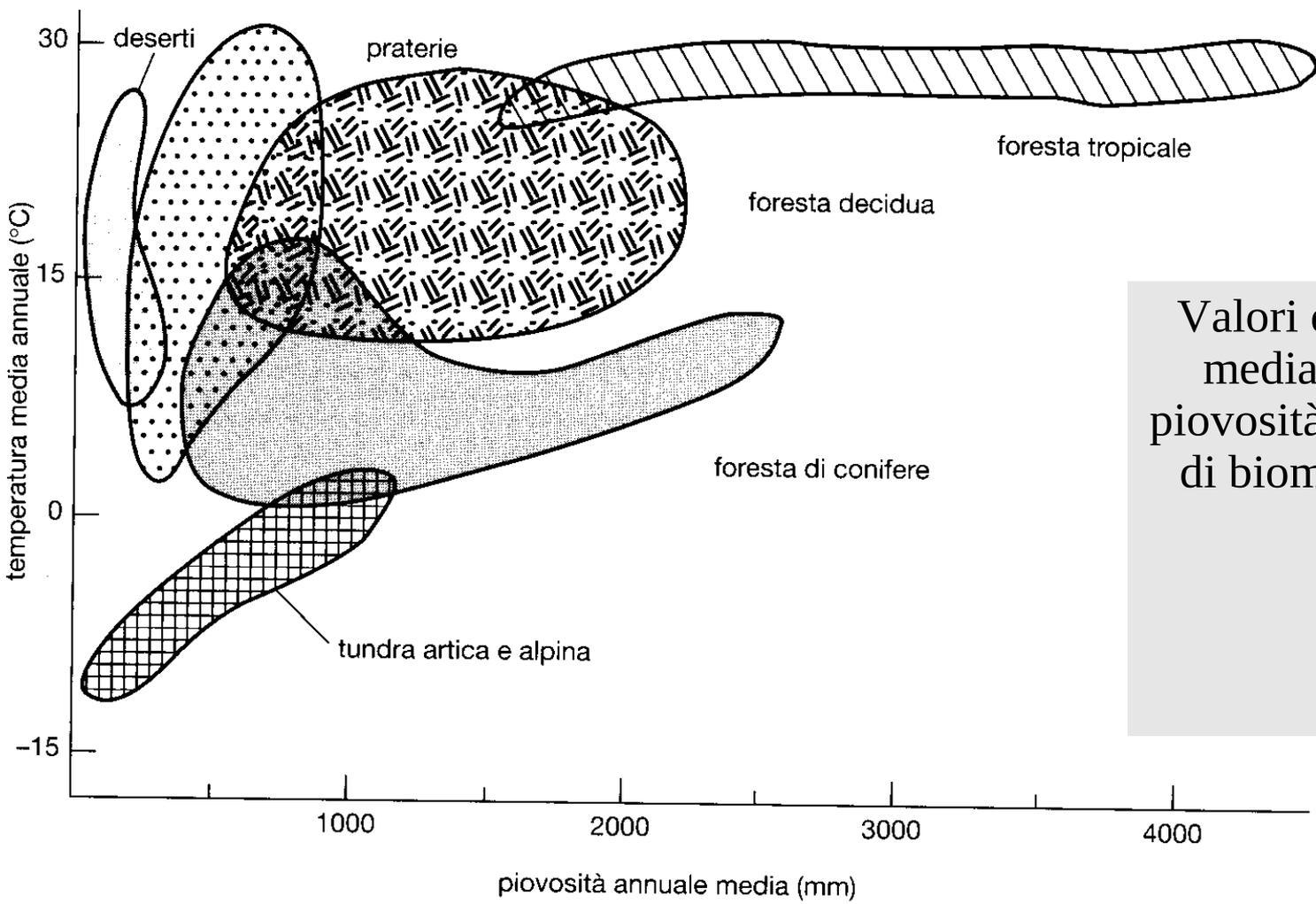
Sito di Harvard:

<http://mcb.harvard.edu/BioLinks.html>

Successione ecologica

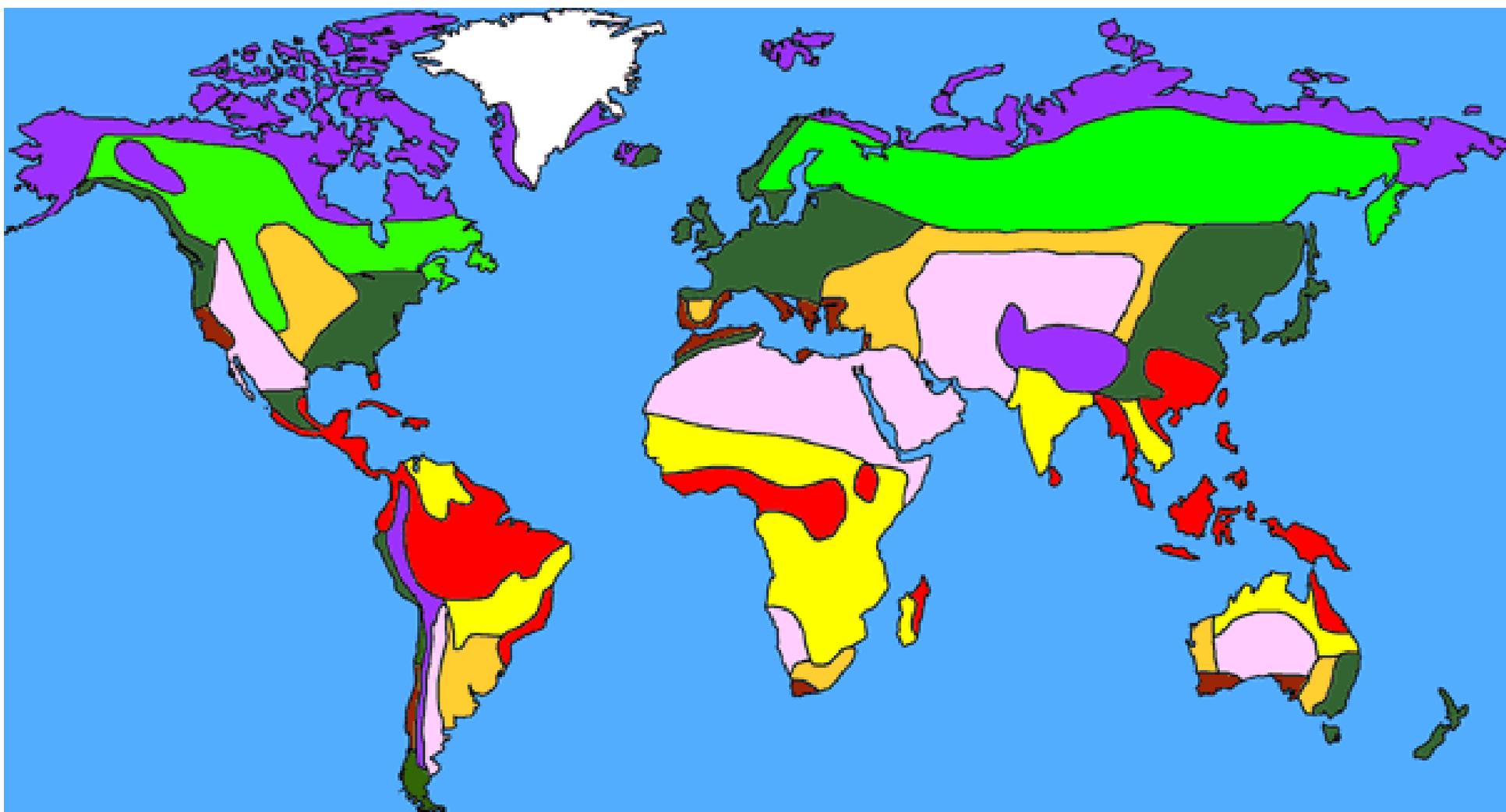
Gli ecosistemi non si mantengono stabili ma subiscono variazioni come risultato dell'evoluzione delle interazioni tra i membri della comunità e quest'ultima

L'evoluzione dell'ecosistema si realizza attraverso una sequenza di comunità che partendo da una comunità **pioniera** si succedono fino ad una comunità che presenta caratteri di stabilità (**climax**)



Valori di temperatura media annuale e di piovosità per diversi tipi di biomi (da Pignatti, 1995)

I biomi



 Tropical Rainforest	 Grassland
 Tropical Savanna	 Temperate Deciduous Forest
 Desert	 Temperate Boreal Forest
 Chaparral	 Arctic and Alpine Tundra