

ECOLOGIA  $\rightarrow$  oikos (casa, ambiente) + logos (discorso, studio)

- l'ecologia è lo studio dell'ambiente naturale, in particolare delle interazioni tra gli organismi ed il loro ambiente"
- "la scienza comprensiva della relazione tra l'organismo e l'ambiente"

L'ecologia è una disciplina fondamentale, in quanto studia tutte quelle che sono le interazioni, e il posto dell'uomo nella natura, capire e conoscere la natura stessa e comprendere la situazione in cui il nostro mondo riversa. Attraverso lo studio di questa materia comprendere l'effetto che l'uomo ha sugli ecosistemi e sulle popolazioni che lo abitano ed anche il loro modo di interagire.

Per fare ciò bisogna operare su diverse scale: scale spaziali, temporali e biologiche; scale queste ampissime e con interrelazioni complessissime. Gli effetti sono infatti da considerarsi sia su organismi individuali, per poi muoversi a popolazioni intere e poi a comunità per finire ad arrivare a ecosistemi.

I dati ecologici provengono da una ampia varietà di differenti fonti:

- dati raccolti in campo; [empirici e difficilmente replicabili con stesso risultato in quanto cambiano le condizioni ambientali - non ripetibili]
- dati di laboratorio; [ripetibili - scelgo il mio eco sistema, lo costruisco]
- dati di bibliografia; [utili ma come consiglio, ispirazione, parte di ricerca]
- dati estrapolati;

### ECOLOGIA DELL'EVOLUZIONE (PARTE 1)

Biologia  $\rightarrow$  è la scienza che si occupa dei principi e dei fondamenti dell'evoluzione biologica

La biologia evolutiva è parte fondamentale dell'ecologia si basa sulla comprensione delle interazioni tra ambiente (bionico, abiotico) che circonda gli organismi (sistemi organizzati, con funzioni vitali, nascita e morte e capacità di riprodursi).

Teoria dell'evoluzione  $\rightarrow$  Darwin viaggia dal 1831 al 1836 intorno al mondo e dalle sue osservazione deduce che (Teoria della selezione naturale) le diversità delle forme di vita è il risultato di una selezione naturale basata sulla lotta per l'esistenza e la sopravvivenza.

Poco dopo grazie a Wallace abbiamo l'introduzione del termine competizione: in una situazione di scarsità di risorse una specie subiva un rallentamento di crescita della sua popolazione. Questo introduce che gli individui di una specie non sono identici, spesso le differenze sono di tipo genetico e dunque ereditabili (genotipo); sono proprio queste caratteristiche che determinano l'evoluzione di una specie piuttosto che di un'altra soprattutto quando si parla di sopravvivenza: un esempio è in una specie di erbivori in un luogo x la metà sviluppa la caratteristica di essere 20 cm più alti; il cibo in basso scarseggia dunque il 50% più alto sopravvive e l'altro 50% no! La specie si evolve e diventa più alta di 20 cm.

Proprio sulla base di questo la crescita delle popolazioni non ha crescita esponenziale visto che parte degli individui non sopravvive abbastanza da potersi riprodurre.

### PARTE II LE CONDIZIONI FISICHE E LA DISPONIBILITÀ DELLE RISORSE

È composto da componenti fisiche (comparto abiotico) e biologiche (comparto biotico)

È caratterizzato da due "forzanti" strettamente collegate, ma con proprietà diverse :

- le condizioni ambientali (La loro caratteristica principale è quella di non essere consumate o esaurite dalle attività degli organismi. Esempio la temperatura e l'umidità) tuttavia possono essere modificate da essi e dalle loro attività. Un'esempio è l'attività dell'uomo e la crisi ambientale da lui provocata. La natura ci fornisce comunque degli indicatori di come sia la situazione sulla terra. I bioindicatori sono organismi viventi che, con la loro presenza/assenza, danno indicazioni sulla qualità e sulle condizioni ambientali degli ecosistemi. Le condizioni ambientali regolano la vita e le condizioni dei cili biologici. Esempio ne è la risposta di alcuni animali alle condizioni meteorologiche e alla temperatura fredda: gli ectotermi sono animali che rispondono alla temperatura bassa andando in letargo e abbassando la loro temperatura fisica mentre gli endotermi sono animali che tramite la produzione di calore corporeo mantengono un equilibrio tra temperatura esterna ed interna. Infine ci sono gli autotrofi ovvero organismi sedentari che si adattano alle condizioni ambientali mediante una serie di meccanismi morfologici e fisiologici. Esempio semi e incendi ricorda bene!!!!
- le risorse ambientali sono consumate dagli organismi durante le loro attività. Gli organismi utilizzano e consumano le risorse per disporre dell'energia necessaria per il loro accrescimento, il proprio

mantenimento e per la riproduzione. La capacità di utilizzare le risorse trofiche è strettamente legata ad una serie di strutture e di funzioni, che permettono agli organismi di specializzarsi per una certa dieta.

- **ESEMPIO:** La forma della bocca (del becco), i denti (gli apparati masticatori), la morfologia digerente e le sue capacità funzionali (enzimi, batteri), la capacità di raggiungere il cibo un certo luogo ed in un certo momento (spazio e tempo) del in

Per definizione le risorse sono limitate, l'azione di un individuo di consumare risorse ne fa diminuire la quantità per gli altri. Gli organismi sono di due tipi:

- **Autotrofi:** costruiscono risorse partendo da altre risorse esempio ne sono le piante che creano cibo ed energia partendo da risorse ambientali;
- **Eterotrofi :** disfano e demoliscono le risorse costruite dagli eterotrofi; a loro volta sono definibili come risorse da consumare (catena alimentare). Si dividono in diverse categorie:
  - **DECOMPOSITORI** si alimentano di piante ed animali morti
  - **PARASSITI** si alimentano dei loro ospiti
  - **PREDATORI** si alimentano di prede che per lo più uccidono
  - **PASCOLANTI** si alimentano di parti di organismi; di solito non uccidono la loro preda, almeno non immediatamente

**NICCHIA ECOLOGICA**  $\rightarrow$  è un concetto che rappresenta l'esigenza, i limiti di esistenza e di tolleranza di una specie; Elton Charles scrisse nel 1933 che la nicchia è il modo di vivere di un'organismo noi possiamo ripensarlo come il ruolo della specie in un habitat (il luogo dove una specie vive), più o meno ampio, proprio in relazione agli stili di vita, all'interno del quale si instaurano una serie di relazioni.

La stessa SPINTA EVOLUTIVA è posta per:

$\rightarrow$  poter accedere ad una preda, ad un foraggio

**ESEMPIO:** Resistenza a determinate sostanze tossiche, disponibilità di strutture per superare delle difese meccaniche (bocca capace di masticare cose dure o ricche di spine)

$\rightarrow$  sviluppare difese per evitare di essere predati

**ESEMPIO:** Produzione di sostanze tossiche, difese meccaniche, capacità di nascondersi, capacità di dare segnali di allarme, ecc...

Le difese e la capacità di forzarle sono due proprietà che si evolvono insieme: l'una definisce gli obiettivi dell'altra.

**COMPETIZIONE**  $\rightarrow$  spesso le risorse in un luogo non sono sufficienti a sostenere il fabbisogno di un'intera popolazione all'interno della stessa specie avremo dunque il fenomeno della competizione intraspecifica. Se, invece, più popolazioni si trovano a coesistere in uno stesso spazio, il fenomeno sarà la competizione interspecifica (cioè tra specie differenti).

**BIOMA**  $\rightarrow$  è un'ampia porzione di biosfera individuata e classifica in base al tipo di vegetazione dominante la quale si è evoluta in diverse parti del mondo diversificandosi in base alla temperatura l'umidità, il soleggiamento e le precipitazioni. [es tundra, foreste pluviali, tropicali.]

**SUCCESSIONE**  $\rightarrow$  identifica il susseguirsi di comunità biotiche nel tempo, rappresentazione dell'evoluzione della vita nel tempo, nella loro reazione alle variazioni di condizioni ambientali e di quantità di risorse nella continua lotta per la sopravvivenza della specie. Le successioni sono di due tipi:

- **PRIMARIA:** colonizzazione di un territorio ancora vergine cioè mai occupato da esseri viventi (specie pioniere)
- **SECONDARIA:** si ha quando una comunità rimpiazza un'altra o colonizza un ambiente dove vi era già la presenza di una comunità, distrutta [esempio ne è la colonizzazione di terreni dopo gli incendi]

### PARTE III INDIVIDUI, POPOLAZIONI, COMUNITÀ ED ECOSISTEMI

L'ECOLOGIA tra le finalità scientifiche più rilevanti ha quella di comprendere la distribuzione e l'abbondanza degli organismi ed i processi che ne sono alla base.

#### LO STUDIO DELLE POPOLAZIONI

- Dobbiamo conoscere le leggi generali, la natura delle interazioni, per poterle applicare ai nostri casi di studio. Più la base conoscitiva è forte, più l'applicazione darà risultati di buona gestione.

- Dobbiamo conoscere i meccanismi che regolano il nostro rapporto con la natura, per prevedere il futuro.
- Dobbiamo sapere quanti organismi nascono, quanti muoiono naturalmente e quanti a causa del nostro prelievo, quanti arrivano e quanti partono.

ESEMPIO: Per gestire una risorsa di pesci in mare o una foresta, è essenziale sapere quanti organismi possiamo prelevare, senza portare la popolazione all'estinzione.

Differenziamo allora le scienze teoriche di base le quali ci fanno capire come funzionano le cose in natura, aiutandoci a definire leggi generali; e le scienze applicative che ci permettono di intervenire sui meccanismi naturali con approccio scientifico, grazie alle conoscenze di base.

Senza scienza di base non c'è corretta applicazione scientifica e si ricade in approcci empirici, basati sull'esperienza con un approccio per prove ed errori.

ESEMPIO: La meteorologia è la scienza che prevede le condizioni meteo, deve essere ancora perfezionata, ma le sue grandi acquisizioni applicative sono il frutto delle conoscenze di base, della fisica dell'atmosfera, delle conoscenze della fisica e della chimica di base.

**POPOLAZIONE** → è un numero di individui di una stessa specie. Non sempre è chiaro cosa si intenda per individuo in quanto spesso non si ha cura su quegli individui modulari (coralli, spugne) tuttavia è fondamentale tenere conto dell'età e dell'equilibrio dei sessi all'eterno di una popolazione per poter comprendere effettivamente gli equilibri e la qualità della vita di quella popolazione e dunque in maniera indiretta anche l'essere più o meno favorevoli le condizioni ambientali. **COMUNITÀ** è l'insieme di tutte quelle popolazioni di specie diverse che vivono ed interagiscono in un **ECOSISTEMA** ovvero la somma della comunità biotica e di un ambiente fisico.

#### CONTEGGIO DEGLI INDIVIDUI

Il conteggio degli individui è una pratica complessa che spesso si basa su stime poco precise e basate sul conteggio tramite modelli di sviluppo.

Gli ecologi sono costretti a stimare il numero di individui e per far ciò si avvalgono di numerosi strumenti. Con numero di individui intendiamo l'ammontare di una popolazione in uno spazio ed è determinata dal:

- Tasso di natalità
- Tasso di mortalità
- Spostamento (modelli di dispersione) una popolazione costituita da individui che tendono a spostarsi è più avvantaggiata rispetto a quella costituita da individui sedentari

Per monitorare e quantificare la sopravvivenza si può seguire il destino degli individui appartenenti alla stessa coorte (nati nello stesso tempo):

- Tavola di mortalità per coorte registra la sopravvivenza dei membri della coorte nel tempo.
- Tavola di mortalità statica Registra il numero dei sopravvissuti di differenti età. È usata quando non si possono seguire le coorti, ma si conoscono le età degli individui di una popolazione.

#### PARTE IV ORGANISMI COME HABITAT

Più del 50% degli organismi sul nostro pianeta vivono dentro o su altri organismi.

**SIMBIOSI** → associazione tra due individui di diversa specie in cui entrambi gli individui traggono vantaggio dal coesistere --- **MUTUALISMO**. Esempi ne sono i licheni ovvero associazioni tra un alga e un fungo. La prima trova sostegno dall'umidità del fungo mentre il secondo trae vantaggio dalla fotosintesi del primo.

**PARASSITISMO** → fenomeno che si presenta quando un individuo vive sulle spalle di un'altra sfruttando quindi il suo ospite, senza ucciderlo, almeno in breve tempo per non aver meno dei suoi benefici [commensale]. L'entità del danno è ovviamente paragonata alla grandezza degli individui. Molte specie sfruttano i benefici dati dall'isolamento e la protezione dell'individuo ospitante come l'insetto stecco che si mimetizza su una pianta o la tenia che vive nell'intestino dell'ospite.

#### PREDAZIONE, PASCOLAMENTO E MALATTIE

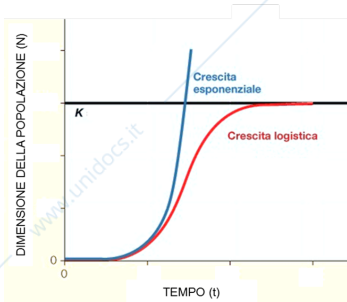
L'ecologia si basa su due principi fondamentali:

- Ogni organismo è consumatore di altri organismi o viene consumato da esso [catena alimentare]
- Ogni organismo è preda, viva o morta, sia predatore [come la gazzella per il leone e il leone morto per gli organismi decompositori]

I predatori ed i parassiti agiscono sulla mobilità e sulla mortalità delle prede, inoltre possono alterarne le performance riproduttive ed i comportamenti rispetto alla competizione intra ed interspecifica. Senza la comprensione di questi rapporti è impossibile comprendere le relazioni e le dinamiche di una popolazione di una comunità. Per gli organismi vegetali si parla di più di COMPETIZIONE che di relazione preda-predatore.

Il rapporto tra prede e Predatori è strettamente connesso alle condizioni e allo stress ambientale e alle interconnessioni tra i due: all'aumentare dei predatori diminuiscono le prede e poi di conseguenza i predatori portando così ad un aumento delle prede. Con il termine predatore intendiamo un organismo che consuma parte o la totalità di un'altro organismo definibile come preda-ospite. I predatori si dividono in: veri predatori, pascolanti, parassiti e parassitoidi.

## CURVE DI CRESCITA



Abbiamo due tipi differenti di crescita di una popolazione:

Crescita esponenziale  $\frac{dN}{dt} = rN$  ovvero la crescita che una popolazione avrebbe in assenza di predatori e senza la competizione per lo spazio o le risorse.

Crescita logistica  $\frac{dN}{dt} = rN \left[ 1 - \frac{N}{K} \right]$  dove K è la capacità portante

dell'ambiente. Questa è la crescita che si ha in presenza di competizione e predazione.

All'inizio le due curve hanno lo stesso tracciato, poi si discostano poiché, mentre la curva esponenziale continua a crescere, la curva logistica tende asintoticamente ad un certo valore K.

TASSO DI NATALITÀ  $b = (b_0 - aN)$  diminuisce man mano che aumenta la popolazione poiché più sono gli individui meno le risorse per individuo e maggiore è la competizione.

TASSO DI MORTALITÀ  $d = (d_0 + cN)$  aumenta con l'aumentare del numero di individui in una popolazione.

TASSO DI CRESCITA PRO CAPITE  $r = b_0 - d_0$  rallenta all'aumentare della popolazione.

(a e c sono dei coefficienti, mentre  $b_0$  e  $d_0$  sono, rispettivamente, il tasso di natalità e di mortalità al tempo  $t=0$ , cioè quando le risorse non sono limitanti.)

## IL MODELLO PREDATORE PREDA DI LOTKA E VOLTERRA

È una estensione della equazione della crescita logistica della popolazione (sviluppata da Pierre-Francois Verhulst). Mette in relazione, numericamente, la PREDA e il PREDATORE e Viene applicato per prevedere gli effetti della predazione sulla crescita di popolazione.

➤ È composto da 2 equazioni:

1) descrizione della crescita della popolazione preda  $\frac{dN}{dt} = rN_{preda} - cN_{preda} * N_{predatore}$  con

- c = coefficiente che rappresenta l'efficienza di predazione (al suo interno è considerata anche l'abilità di scappare della preda)
- $cN$  = tasso procapite al quale viene consumata la preda
- $N_{predatore}$  = abbondanza dei predatori
- $cN_{preda} \times N_{predatore}$  = tasso totale di predazione
- $rN_{preda}$  = capacità di accrescimento della preda di tipo esponenziale

2) descrizione della crescita del predatore  $\frac{dN}{dt} = (cN_{preda} * N_{predatore}) - dN_{predatore}$  con:

- $cN_{preda} \times N_{predatore}$  = tasso di natalità (b) (È in funzione del cibo consumato e accresce proporzionalmente al tasso al quale le prede vengono consumate e catturate)
- $dN_{predatore}$  = tasso di mortalità (d) (È una proporzione costante della popolazione del predatore)

Molte popolazioni di predatori e prede occupano lo spazio non in maniera omogenea, ma a chiazze. Le popolazioni si sviluppano separatamente, con le loro dinamiche, senza però raggiungere livelli di isolamento (dato il movimento e la dispersione).

**METAPOPOLAZIONE**  $\mapsto$  è un'insieme di popolazioni locali che interagiscono in un'area più vasta data da un'equilibrio tra colonizzazione ed estinzione di tessere di habitat vuote le quali influenzano questo fenomeno con la loro area e il loro isolamento.

#### PARTE V PROCESSI POPOLAZIONISTICI: IL GRANDE QUADRO

Ogni popolazione coesiste, per un tempo più o meno lungo, con una miriade di altre popolazioni con le quali esiste in una rete di mutue interazioni attraverso diversi livelli trofici. Le specie di una comunità interagiscono, come le parti di uno stesso motore che funziona, come un solo superorganismo in cui i vari organi hanno compiti diversi ma integrati ed il cui risultato funzionale è la vita.

#### DETERMINANTI MULTIPLI DI DINAMICA DI POPOLAZIONE

Per conoscere e comprendere le fluttuazioni di specie bisogna conoscere bene i sessi, l'età e l'approssimazione del numero degli elementi della specie stessa. Quali sono i fattori principali?

- **FLUTTUAZIONI DI ABBONDANZA**  $\mapsto$  devono essere spiegate ed analizzate in termini di nati, morti, immigrati ed emigrati.
- **CICLO BIOLOGICO**  $\mapsto$  la vita degli individui, a seconda di specie e specie, si svolge in fasi, le fasi del ciclo vitale che possono essere caratterizzate da aspetti strutturali e funzionali molto diversi, da comportamenti, diete e scelte di habitat molto diversificate

#### FATTORI CHE DETERMINANO L'ABBONDANZA DI POPOLAZIONE

- **DENSITÀ DELLA POPOLAZIONE**  $\mapsto$  è il numero degli individui per unità aeree
- **DISPERSIONE**  $\mapsto$  modifica la distribuzione spaziale degli individui
- **SITO ABITABILE**  $\mapsto$  Spazio che potrebbe essere abitato, ma che rimane disabitato poiché gli individui non riescono a colonizzarlo.
- **METAPOPOLAZIONE**  $\mapsto$  È stato un cambiamento radicale, nel loro studio, considerare le popolazioni in termini di eterogeneità, dispersione e dinamica all'interno delle chiazze. Le isole sono delle nicchie più piccole all'interno dell'ecosistema. Le chiazze, che compongono l'ambiente, possono essere separate o collegate dai "corridoi ecologici". Non tutte le chiazze abitabili sono occupate all'istante t.  
 $\rightarrow$  Il tasso di variazione di  $P(t)$  dipende dal tasso di estinzione locale di chiazze e dal tasso di colonizzazione di chiazze vuote.

**COMUNITÀ**  $\mapsto$  L'ecologia studia le relazioni in un sistema dinamico, che presenta variazioni nel tempo e nello spazio. Le popolazioni e le comunità sono sistemi aperti con dinamiche al loro interno. Parlando di comunità possiamo già subito identificare una prima suddivisione:

- comunità regolata di fondatori: ovvero una comunità dove tutti gli individui sono ottimi colonizzatori e competitori allo stesso tempo;
- comunità regolata dalla dominanza: Alcune specie sono più competitive, ed alcuni fondatori possono essere sostituiti dopo una perturbazione.

Definiamo ora il concetto di perturbazioni ovvero fenomeno che genera nuove condizioni che portano alla modifica e al successivo insediamento di nuove composizioni della comunità.

**CLIMAX**  $\mapsto$  dal greco scala indica il culmine di un processo in crescendo, lo stato finale di comunità in evoluzione. La successione ecologica si arresta e giunge al suo culmine quando le condizioni ambientali non possono più essere alterate perché si sono insediate specie dominanti.

**RETI ALIMENTARI**  $\mapsto$  All'interno di una comunità non esistono in natura coppie di specie (predatore-preda/pascolatore-pianta) in isolamento; Ciascuna coppia fa parte di un sistema di relazioni (rete di interazioni) con altre specie. Eliminando una specie in una rete è possibile osservarne il ruolo, anche se non sempre i risultati sono facilmente interpretabili.

#### ESEMPIO:

- L'eliminazione di un predatore potrebbe favorire l'aumento della specie predata;
- la diminuzione del predatore potrebbe determinare la diminuzione della specie predata.

## REGOLAZIONE DELLE SPECIE TROFICHE

Si hanno due tipi di regolazione:

- Regolazione dall'alto verso il basso: si ha quando il numero di prede è regolato dal numero di predatori e quindi il livello trofico superiore regola il livello trofico inferiore
- Regolazione dal basso verso l'alto: si ha quando è la competizione che regola la rete

Proprio partendo da queste due definizioni possiamo integrare il concetto di SPECIE CHIAVE ovvero una specie la cui rimozione genera effetti rilevanti nella struttura delle comunità, in modo sproporzionato rispetto alla loro abbondanza (Estinzione). A questo punto diventa un passaggio obbligato stabilire i concetti cardine della stabilità di una specie:

- Stabilità fragile: La comunità subisce variazioni sostanziali rispetto a consistenti modifiche di struttura.
- Stabilità robusta: La comunità subisce variazioni minime anche di fronte a perturbazioni consistenti.

Mentre altri termini sono resilienza ovvero la capacità di tornare in breve tempo allo stato iniziale in seguito a una perturbazione.

RETI TROFICHE: sono il risultato di complessi processi evolutivi che implicano adattamenti morfologici, fisiologici, comportamentali, energetici e metabolici. In un ambiente stabile e prevedibile una comunità sarà soggetta ad una limitata gamma di condizioni, ed anche una comunità fragile potrà resistere. In un ambiente variabile ed imprevedibile, solo una comunità robusta sarà capace di resistere.

La diversità in specie nel tempo ed in uno spazio determinato può essere misura delle dinamiche (perturbazioni) avvenute ed è sempre questione di relazioni (tra componente biotica e clima, suolo, qualità dell'acqua, disponibilità di nutrienti, mediazione del predatore, competizione a vari livelli, ecc..). Un ecologo deve conoscere le specie vegetali ed animali. Le conoscenze botaniche e zoologiche sono determinanti per lo studio dell'ecologia delle comunità, le quali, infatti, sono costituite da specie che interagiscono in uno spazio comune. Un ecologo deve saper campionare le specie, non solo le più frequenti, ma anche le più rare. La misura di una comunità, più usata, che tiene conto sia dell'abbondanza sia della ricchezza in specie è denominata Indice di Shannon  $H$ . Il valore dell'indice dipende sia dalla ricchezza di specie sia dalla uniformità con cui gli individui sono distribuiti tra specie. Perciò, per una data ricchezza di specie,  $H$  aumenta all'aumentare dell'uniformità, e per una data uniformità,  $H$  aumenta all'aumentare della ricchezza in specie.

### Lexio 4

#### RETI ALIMENTARI - CATENE TROFICHE : ENERGIA DEGLI ECOSISTEMI

##### RETE ALIMENTARE

- È una sorta di rappresentazione schematica degli scambi di materia, quindi dei trasferimenti di energia, che si stabiliscono tra le specie di una comunità biologica, nell'ambito di un ecosistema.
- Descrive il percorso che materia ed energia compiono, le modalità con cui gli organismi di una comunità utilizzano le risorse disponibili.
- Consente di fare valutazioni sulla stabilità dell'ecosistema, cioè sulla sua capacità di rispondere alle perturbazioni esterne.

IL LIVELLO TROFICO  $\rightarrow$  È un anello della catena alimentare nella trasformazione dell'energia. Ad ogni salto, o scalino della scala alimentare, il lavoro compiuto comporta una perdita di energia non più recuperabile: l'energia potenziale diminuisce mano a mano che i salti si susseguono e alla fine non ne rimane più.

PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA  $\rightarrow$  Afferma che l'energia non può essere né creata né distrutta, essa può cambiare forma, trasferirsi da un corpo all'altro o avere effetto sulla materia in diversi modi.

La differenza tra l'energia potenziale disponibile all'ultimo salto e quella disponibile al primo (sotto forma di energia radiante del sole, utilizzabile dalle piante nella comunità) è uguale alla somma delle quantità di energia trasformata in lavoro da tutti gli utilizzatori (in biomassa nella comunità) e da essi degradata in calore mediante la respirazione.

SECONDO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA  $\rightarrow$  L'energia non può essere convertita da una forma all'altra (cioè dalla preda al suo predatore, da un livello trofico all'altro) senza che una parte di essa venga persa come CALORE, nella cosiddetta RESPIRAZIONE ECOLOGICA.

Le catene alimentari sono corte perché gran parte dei consumatori trova conveniente cercare energia ai livelli trofici bassi, dove biomassa ed energia sono più abbondanti.

**BIOMASSA** → materia organica totale accumulata in un dato momento, in una certa area o in un certo volume dell'ecosistema; e si può esprimere in: peso umido, peso secco, energia, carbonio.

**PRODUZIONE** → Accumulo di biomassa o quantitativo di energia incorporato in un individuo, in un intervallo di tempo specificato.

**PRODUTTIVITÀ** → Velocità istantanea di crescita di biomassa, viene espressa come unità di biomassa accumulata sull'unità di area in un determinato periodo di tempo. E SI DIVIDE IN DUE TIPOLOGIE:

- **PRIMARIA**: tasso al quale i produttori primari convertono energia radiante in biomassa per unità di tempo e che a sua volta può essere **NETTA**: tasso di immagazzinamento dell'energia sotto forma di sostanza organica per unità di area e di tempo, al netto del consumo dovuto alla respirazione {velocità di immagazzinamento della materia organica prodotta dalla pianta nei propri tessuti, al netto della respirazione}; oppure **LORDA**: tasso totale della fotosintesi o dell'energia che viene assimilata dagli organismi autotrofi, compresa quella consumata durante la respirazione per unità di area e di tempo. {velocità totale di fotosintesi, compresa la materia organica usata nella respirazione}
- **SECONDARIA**: tasso di produzione di biomassa da parte degli organismi eterotrofi per unità di area e di tempo. Che si tratta più precisamente di un processo di assimilazione e non di produzione.

Queste due relazioni sono tenute assieme dalla formula →  $PPL = PPN + R$  dove PPL= produttività primaria Lorda; PPN= produttività primaria netta ed R=respirazione

**ECOSISTEMI AUTOTROFI** → le fonti di energia e di materia sono interne all'ecosistema quindi la produzione

e maggiore della respirazione e dunque  $\frac{P}{R} > 1$

**ECOSISTEMI ETEROTROFI** → le fonti di energia e materia sono esterne perché esistono limitazioni

importanti alla produzione primaria  $\frac{P}{R} < 1$  la respirazione è maggiore della produzione.

**PRODUTTIVITÀ PRIMARIA** → è influenzata positivamente dalle precipitazioni e dalla temperatura.

La massima produttività primaria si ottiene con un adeguato rapporto tra alte temperature e apporto idrico, per consentire la traspirazione. Nel migliore dei casi solo il 5% della radiazione solare assorbita (cioè circa il 10% di quella totale, visto che la metà è riflessa) può essere convertita dalla fotosintesi; la respirazione delle piante toglie un 20-50% di materiale agli eterotrofi. Ai tropici la respirazione richiesta è superiore alle altre zone terrestri e quindi la % di produzione lorda che diventa netta in queste zone è inferiore.

La diversità della vegetazione è correlata al tasso di evapotraspirazione, il quale risulta direttamente connesso alla produttività primaria.

**EVAPOTRASPIRAZIONE** → si calcola combinando l'evaporazione e la traspirazione e riflette sia la richiesta sia l'apporto di acqua nell'ecosistema.

Un **ECOSISTEMA** è diviso in comparti:

- **COMPARTO AUTOTROFO** (organismi vegetali contenenti Clorofilla): in cui predominano la fissazione dell'energia luminosa, l'uso di sostanze inorganiche semplici e la costruzione di sostanze organiche complesse
- **COMPARTO ETEROTROFO** (organismi che si nutrono di altri organismi): in cui prevale l'utilizzo, la trasformazione e decomposizione di sostanze complesse.

Può seguire due strade:

**CATENA ALIMENTARE DEL PASCOLO** (Ecosistemi terrestri e acquatici poco profondi): la fonte di energia è la biomassa vegetale viva, data dalla produttività primaria netta.

**CATENA ALIMENTARE DEL DETRITO** (Ecosistemi acquatici profondi): la fonte di energia è la materia organica morta o detrito.

Definiamo **DETRITO ORGANICO** l'anello di congiunzione tra le due catene, visto che rappresenta lo scarto della catena di pascolo e l'input della catena di detrito. Si può descrivere in POM(materia organica particolare) e DOM(materia organica disciolta)

**ECOSISTEMI ACQUATICI E TERRESTRI : DIFFERENZE**

- **Numero e dimensioni dei produttori**: Le piante terrestri sono molto più grandi, perché investono molta E per fabbricare tessuti di sostegno, visto che l'aria è molto meno densa dell'acqua e non li sostiene.
- **Turnover (ricambio)**: Per l'ecosistema terrestre è molto più basso. **ESEMPIO**: solo 1 giorno per lo stagno, fino a 100 anni per una foresta

- Biomassa permanente: Negli ecosistemi acquatici si ha bassa biomassa permanente, ma si osservano elevati tassi produttivi. Diversamente dagli ecosistemi terrestri in cui c'è elevata biomassa permanente.
- Erborivoria: Negli ecosistemi terrestri si ha elevata erborivoria, prevale infatti la catena di pascolo; mentre in quelli acquatici, con limitata erborivoria, prevale la catena di detrito.

In un singolo livello trofico abbiamo:

- l'EFFICIENZA DI ASSIMILAZIONE ovvero l'efficienza con la quale il consumatore ricava energia dal cibo  $\frac{A}{I}$
- EFFICIENZA DI PRODUZIONE misura quanto efficacemente il consumatore incorpora, in produzione secondaria, l'energia assimilata  $\frac{P_n}{A}$
- EFFICIENZA DI CONSUMO ovvero la misura della popolazione di energia disponibile per essere consumata  $\frac{I_n}{P_{n-1}}$ 
  - I= cibo (energia) ingerito dal consumatore
  - A=frazione di cibo assimilato
  - W= frazione espulsa
  - P= frazione di cibo (energia) impiegata per la produzione (es. Produzione di nuovi tessuti)
  - R=frazione usata per la respirazione

#### INDICATORI DI PRODUZIONE NEGLI AMBIENTI ACQUATICI

Clorofilla a\* : metodo spettrofotometrico

Trasparenza acqua\*: Disco Secchi

Densità di fitoplancton: Nind/l

BOD mg/l

Concentrazione di O<sub>2</sub> disciolto (DO) con il metodo della bottiglia chiara e bottiglia scura

#### Lexio 5

#### POPOLAZIONI – STRUTTURA E COMPOSIZIONE

Popolazione: un sistema di individui della stessa specie fra i quali s'instaura un'attiva diffusione di informazione genetica (flusso genico) insieme con forti interazioni ecologiche. Gli individui di una popolazione rispondono in modo unitario al complesso dei fattori ambientali, per cui emergono proprietà di gruppo:

- Producono prole fertile
- Possiedono un patrimonio genetico comune (genotipo)

#### 1) DIMENSIONE DI UNA POPOLAZIONE

Rappresenta la sua ABBONDANZA, valutata in:

Numero di individui (N)

Biomassa (peso fresco o secco)

Contenuto energetico (Kcal)

Copertura del terreno o dei fondali marini rocciosi (% copertura)

#### 2) DENSITÀ DI UNA POPOLAZIONE

Costituisce l'abbondanza rapportata allo spazio. (lunghezza, area, volume).

Posizionando una griglia sopra una distribuzione di popolazione, si può calcolare il numero di individui all'interno di ogni riquadro



#### REGOLA DI ALLEE

La regola di Allee descrive come in risposta alla riduzione della popolazione vi è una riduzione della riproduzione o della sopravvivenza. Questo perché una bassa densità di popolazione compromette la capacità degli individui di:

- Trovare potenziali partner
- Formare strutture sociali in specie che mostrano comportamenti di collaborazione
- Nell'accoppiamento

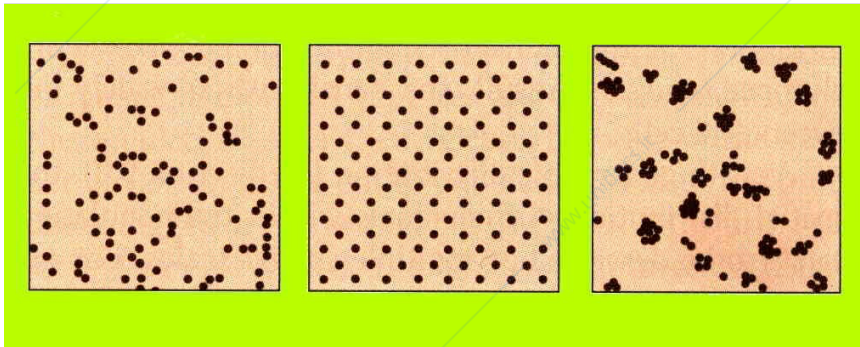
- Nell'approvvigionamento
- Nella difesa: esempio ne è la tecnica di difesa comportamentale dello yak che si difende mettendosi tutti in cerchi attorno agli elementi deboli del gruppo con la testa verso l'esterno.

Andiamo ora ad analizzare la **COMPOSIZIONE DI UNA POPOLAZIONE** che si basa sia sul sesso sia sull'età. Definiamo le **PIRAMIDI DELLE CLASSI D'ETÀ** LA QUALE Indica qual è la dinamica della popolazione e costruire la sopravvivenza (In funzione dell'adattamento genetico) della popolazione.

Gli individui di specie mobili compiono migrazioni da una sottopopolazione all'altra (dispersione), contribuendo a mantenere attivo il flusso dei geni. Questa diffusione è influenzata da particolari condizioni ambientali:

- condizioni di elevata densità di popolazione, in risposta all'affollamento ;
- condizioni di bassa densità o di aumento di densità, ben prima che si raggiunga il sovrasfruttamento delle risorse.

#### TIPOLOGIA DI DISTRIBUZIONE DELLA POPOLAZIONE



Casuale.

Uniforme ( piantagione)

aggregata o contagiosa

Gli organismi possono essere:

**Unitari:** caratterizzati da una forma, uno sviluppo, una crescita, una longevità determinanti al momento del concepimento; lo zigote da origine ad un organismo unico

**Modulari:** lo zigote si sviluppa in un unità di costruzione che produce altri moduli simili.

La **PRESENZA** e l'**ABBONDANZA** di una popolazione in un determinato ecosistema sono il risultato del suo **ADATTAMENTO** alle condizioni fisiche e biologiche dell'ecosistema stesso, per svolgere, a livello più o meno soddisfacente, le funzioni individuali fondamentali (sopravvivere, crescere, riprodursi):

- Capacità di acquisire energia e materia dall'ambiente (Assimilazione)
- Capacità di rispondere ai fattori ambientali

#### Lexio 6

#### SUCCESSIONI ECOLOGICHE

È il processo graduale e apparentemente orientato che trasforma la comunità biologica di un dato ecosistema nel tempo. Le comunità ricche di specie sono il risultato di invasioni ed estinzioni consecutive, di adattamenti e abilità di difesa.

**STADI SERALI O SERE** ⇒ Sono le sequenze di comunità identificabili nel tempo. La **SUCCESSIONE PRIMARIA** sulle morene glaciali è guidata stadio per stadio dal graduale miglioramento del suolo indotto dai vegetali.

**ESEMPIO:** Quando un ghiacciaio si ritira, l'area da poco esposta non può essere colonizzata da abeti rossi e abeti canadesi perché queste specie richiedono che l'habitat "suolo" sia dapprima elaborato dalle piante pioniere e dall'ontano: Le piante pioniere opportuniste e l'ontano, che sfrutta la simbiosi mutualistica con i batteri azotofissatori, sono adatti ad un suolo con pH alto e basse concentrazioni di nutrienti. Le conifere necessitano di habitat vecchi coperti di vegetazione. Invece la **SUCCESSIONE SECONDARIA** avviene dopo un evento di disturbo, in siti che erano già stati occupati in precedenza.

**VEGETAZIONE POTENZIALE** --> È la vegetazione che si formerebbe a partire dalle condizioni attuali se l'azione dell'uomo venisse a cessare.

**VEGETAZIONE REALE** --> È la vegetazione che ho realmente in un territorio

## Lexio 7

## PREDA PREDATORE

In natura vi sono delle relazioni di subordinati tra individui rappresentabili attraverso a quella che è la piramide ecologica. Vi sono alla base i produttori primari, esempio gli alberi, poi abbiamo i consumatori primari o erbivori ed in ultimo posto i carnivori o consumatori secondari. Questo definisce una fitta rete di fattori che tengono in equilibrio le popolazioni naturali.... La catena alimentare. Alla base di ciò vi è la PREDAZIONE ovvero il consumo di un organismo (*preda*) per opera di un altro organismo (*predatore*), in cui la preda è viva quando viene attaccata. [non viene calcolata la detritivoria cioè il consumo di sostanza organica morta.

I PREDATORI si dividono in:

- Predatori veri ovvero coloro che uccidono le loro prede dopo averle catturate
- I pascolato asportano solo una parte delle predette [esempio gli erbivori]
- parassiti[consumano parti dei loro ospiti sono nocivi ma non letali]
- Parassitoidi sono, invece, un gruppo di imenotteri e datterti, le cui femmine depongono le uova in/su o vicino ad altri insetti (adulti o larve).

Se la predazione è efficiente vuole dire che vi è una crescita della popolazione di predatori. Ovviamente le prede hanno pian piano sviluppato dei meccanismi di difesa contro i predatori:

- DIFESA CHIMICA : Numerosi gruppi animali rilasciano segnali chimici di allarme che, quando individuati, inducono reazioni di fuga tra i membri della stessa specie o tra specie "imparentate". Altri utilizzano secrezioni odorose repellenti per i predatori.
- CRIPTISMO : Le prede si "nascondono" ai loro predatori e viceversa grazie a particolari e sofisticate forme e colorazioni che le rendono difficilmente individuabili nell'ambiente circostante.
- MASCHERAMENTO :Animali repellenti o inappetibili risultano tanto vistosamente colorati ed appariscenti da essere facilmente riconoscibili dai loro predatori: la loro colorazione assumerà il significato di dispositivo di avvertimento o di allarme.
- STRUTTURE PROTETTIVE : Alcuni animali utilizzano un' "armatura" a scopo di difesa. ESEMPIO: vongole, tartarughe, alcuni coleotteri, ricci
- COMPORTAMENTI: Le difese comportamentali sono finalizzate a evitare il rilevamento, a scappare ed ad avvertire altri della presenza di predatori. ESEMPIO: Bue muschiato

Nella CORSA AGLI ARMAMENTI" tra preda e predatore, la preda è sempre un passo in avanti, sulla base del principio "la vita o il pasto": L'individuo-preda che viene ucciso dal predatore non dà il suo contributo alla continuazione della specie (i suoi geni vengono eliminati dalla selezione naturale). Il predatore che perde la lotta con la sua preda, al limite salta un pasto.

ESEMPIO: La pressione selettiva che favorisce l'abilità del coniglio è più forte di quella che favorisce l'abilità della volpe nel catturarlo. Le prede hanno generalmente ciclo biologico più breve.

## LEXIO 9

DECOMPOSIZIONE  $\rightarrow$  intendiamo la rottura dei legami chimici formati nel corso della costruzione dei tessuti animali e vegetali. Il rilascio di energia, CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O; La Trasformazione dei composti organici in inorganici operata dai DECOMPOSITORI (organismi che si nutrono di sostanza organica morta, vegetale o animale). Un esempio ne è la decomposizione delle foglie:

Triturazione e sminuzzamento dei residui vegetali

Demolizione della sostanza organica;

Traslocazione della sostanza organica;

Controllo e dispersione della microflora e microfauna;

Predazione di micro e mesofauna;

Ma ora andiamo a studiare nel dettaglio la decomposizione, la quale ha velocità diverse in base alla tipologia del tessuto vegetale e dall'ambiente fisico nel quale si decompone [proprietà del suolo e del clima]. Identifichiamo come TURNOVER della sostanza organica Rappresenta la velocità di riciclaggio del carbonio organico o il suo periodo di permanenza nel suolo, consente di quantificare la dinamica delle sostanze nutritive nel suolo. E' in relazione alla degradabilità ed alla presenza e caratteristiche della comunità di microrganismi o funghi. I quali dopo aver compiuto il loro lavoro ed aver degradato totalmente il soggetto rilasciano rifiuti inorganici semplici ad esempio ioni minerali.

## ALCUNE DEFINIZIONI:

- **MINERALIZZAZIONE:** biodegradazione completa di un composto organico, che avviene generalmente ad opera di microrganismi o funghi, che porta alla sua totale decomposizione in composti inorganici semplici (ad esempio ioni minerali).
- **IMMOBILIZZAZIONE:** conversione di un elemento dalla forma inorganica a quella organica entro un tessuto microbico o vegetale, che rende il nutriente non più disponibile
- **DECOMPOSIZIONE:** demolizione di sostanze organiche complesse in composti più semplici
- **DECOMPOSIZIONE microbica:** processi di decomposizione effettuati da batteri e funghi
- **ASSIMILAZIONE:** trasformazione e incorporazione di una sostanza da parte di organismi viventi; assorbimento e conversione di energia e di nutrienti in costituenti di un organismo
- **LISCIVIAZIONE:** dilavamento dei nutrienti che vengono portati in soluzione dal suolo, dalla lettiera e dalla matrice organica
- **MATRICE SUOLO:** "Un corpo naturale continuo organizzato in STRUTTURE (che ne determinano l'aspetto e le proprietà), con una sua COMPOSIZIONE (le tre fasi del suolo) ed in costante EVOLUZIONE (tempo).

FASI SOLIDE – Minerali ed organiche

FASI LIQUIDE – Acqua di percolazione

FASI GASSOSE – "Atmosfera" del suolo

Pedogenesi:

**MATERIALE PARENTALE:** dalla roccia madre, depositi glaciali, sabbia portata dal vento, depositi fluviali, materiale che rotola lungo i pendii

2. **FATTORI BIOTICI:** radici delle piante, accumulo di C organico, antierosione, decomposizione dei m.o.
3. **CLIMA:** alterazione meccanica, chimica, lisciviazione
4. **TOPOGRAFIA:** incide sull'azione del clima
5. **TEMPO:** la formazione di un suolo maturo può richiedere da 2000 a 20.000 anni

## PROPRIETÀ DEL SUOLO

- **COLORE:** indica la composizione chimica delle rocce e la presenza di sostanza organica
- **TESSITURA:** composizione granulometrica (ghiaia, sabbia, limo, argilla).  
Ghiaia >2mm, sabbia 0.05-2 mm, limo 0.002-0.05 mm argilla <0.002 mm
- **POROSITÀ:** determina l'infiltrazione e il drenaggio dell'acqua
- **PROFONDITÀ:** più profondi i suoli sotto le praterie primarie, meno quelli forestali

## LA FAUNA DEL SUOLO

La fauna del suolo (PEDOFAUNA o fauna edafica o EDAPHON) rappresenta una delle parti essenziali del suolo, in quanto partecipa alla sua formazione ed evoluzione, elaborandone le materie prime. È possibile classificare la pedofauna da un punto di vista funzionale in:

1. **CARNIVORI:** si nutrono di altri animali;
2. **"ERBIVORI":** microfagi (miceli, alghe e protozoi) e litofagi (fibre vegetali);
3. **DETRITIVORI:** Utilizzano quale fonte alimentare residui organici di origine animale o vegetale già parzialmente degradati; hanno un ruolo fondamentale per le trasformazioni chimiche e fisiche che arrecano al terreno in quanto:
  - 1) ingeriscono ed espellono particelle organico minerali di suolo;
  - 2) con il loro movimento contribuiscono al rimescolamento degli strati di suolo, alla redistribuzione nel suolo di composti organici, di nutrienti
  - 3) migliorano l'aerazione e la permeabilità, scavando canali.

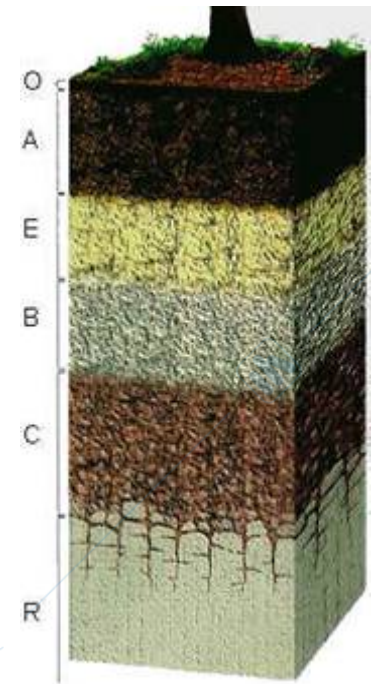
La fauna del suolo è considerata un BUON INDICATORE BIOLOGICO, in quanto:

1. È sensibile ad alterazioni di origine naturale o antropica ed agli equilibri chimico - fisici;
2. È facilmente campionabile;
3. Per lo scopo cui viene utilizzata, è di semplice riconoscimento sistematico (Ordine)

Indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS) Si basa sull'analisi della struttura delle comunità dei microinvertebrati (MICROARTROPODI) presenti nel suolo.

Si valutano:

- le caratteristiche del popolamento (grado di adattamento alla vita edafica)
- il livello di biodiversità



Metodo ancora in fase sperimentale. Il confronto dei dati risulta ancora difficile, in quanto la distribuzione della fauna edafica è influenzata da diversi fattori, quali la tessitura e struttura del suolo, il periodo di prelievo. Questo metodo risulta pertanto applicabile in aree omogenee.