



Corsi on Line di Erba Sacra

ECOLOGIA

Docente: Dr.ssa Eleonora Belardi

LEZIONE 1

Principi di ecologia e fattori abiotici

Programma completo

- Lez 1: Principi di ecologia e fattori abiotici
- Lez 2: Ecosistemi
- Lez 3: Funzionamento degli ecosistemi
- Lez 4: Caratteristiche degli esseri viventi
- Lez 5: Classificazione degli esseri viventi
- Lez 6: L'evoluzione
- Lez 7: Ecologia di popolazione
- Lez 8: Ecologia delle comunità
- Lez 9: Gli effetti delle attività umane sulla biosfera
- Lez 10: Possibili risposte ai problemi ambientali e bioetica ambientale

LEZIONE1. PRINCIPI DI ECOLOGIA E FATTORI ABIOTICI DELLA BIOSFERA

1.1.COSA E' L'ECOLOGIA?

L'ecologia è lo studio delle interazioni tra gli organismi e tra gli organismi e l'ambiente in cui vivono. Il termine "Oekologie" fu coniato nel 1869 dallo zoologo tedesco Ernst Haeckel. In seguito in una conferenza internazionale nel 1893 gli scienziati americani tradussero il



termine dal tedesco all'inglese: Ecology. Nel successivo secolo sono state fornite definizioni più o meno restrittive del termine finché nel 1985 nel suo libro "Ecology" C. J. Krebs definì l'ecologia come " lo studio scientifico delle interazioni che determinano la distribuzione e l'abbondanza degli organismi". Secondo questa definizione l'ecologia studia:

dove vivono gli organismi, quanti organismi sono presenti nelle varie popolazioni e perché gli organismi si trovano in un certo ambiente.

La domanda fondamentale è: quali sono i fattori che determinano la possibilità di vita delle diverse specie nei vari ambienti e ne controllano il numero?

Esistono diversi livelli nelle interazioni degli individui con l'ambiente. Esiste quindi un'ecologia del **singolo organismo**, che analizza gli adattamenti con cui un solo organismo reagisce ad un certo ambiente. Il livello successivo di organizzazione è costituito dalla **popolazione**, vale a dire da un gruppo di individui appartenenti ad una stessa specie, che vivono nella stessa area geografica. In questo caso l'ecologia studia i fattori, che determinano le

dimensioni della popolazione. La **comunità**, invece, è l'insieme di tutti gli organismi che vivono in una certa area e quindi di popolazioni di specie diverse.



In questo caso si studiano le interazioni di competizione, di cooperazione ecc. tra le varie specie. Il numero delle specie presenti in un certo ambiente è una misura della "**biodiversità**" di quell'ambiente. Una comunità di organismi e l'ambiente in cui vivono costituisce un **ecosistema**, la cui definizione si deve a A.J.Tansley. Un ecosistema è un'unità che comprende sia fattori **abiotici** (non viventi), quali la temperatura, la luce ecc. sia fattori biotici, cioè gli organismi che vi vivono. Infine il livello più vasto è costituito dalla **biosfera**, la

parte del pianeta terra abitata dagli esseri viventi, quindi la totalità degli ecosistemi. La biosfera è uno strato relativamente sottile del nostro pianeta, comprende le terre emerse ed ambienti acquatici: marini o di acqua dolce. La biosfera, in proporzione alla terra, è sottile come la buccia di una mela, infatti, è spessa soltanto circa 22,4 km. dai limiti superiori dell'atmosfera fino alle profondità delle fosse oceaniche. Essa comprende parti dell'idrosfera (acque), della litosfera (crosta terrestre) e dell'atmosfera (l'area gassosa, che circonda la terra). La maggior parte degli organismi vive nell'idrosfera, nelle acque poco profonde, dove penetra la luce solare ed è possibile la fotosintesi. Allo stesso modo, la maggior parte degli organismi terrestri vive in prossimità delle superfici illuminate della litosfera. Nell'atmosfera, in genere, gli organismi vivono fino ad un limite di circa 7 Km. dalla superficie del pianeta. Esistono però alcune eccezioni, per esempio polline, spore batteriche e fungine sono state trovate fino a 160 Km. di distanza dalla superficie terrestre, ma si tratta di cellule in uno stato di vita "sospesa" e a quelle altezze soltanto per brevi periodi.

Inoltre lo spessore della biosfera non è uniforme, varia da una località all'altra, sia sottoterra, sia negli oceani che nell'atmosfera.

Un'importante conseguenza dell'organizzazione gerarchica è che tutte le componenti si combinano tra loro per costituire un insieme funzionale più grande, che esprime nuove proprietà (non presenti ai livelli inferiori), che sono definite **proprietà emergenti**. Queste proprietà non possono essere previste studiando i singoli elementi, ciò traduce a livello scientifico il detto popolare che l'intero è più della somma delle parti. Per esempio, se consideriamo una molecola d'acqua H₂O, questa presenta caratteristiche non presenti nei singoli elementi che la compongono, cioè idrogeno e ossigeno; così come il lichene ha proprietà diverse dai singoli individui: funghi ed alghe, che lo compongono, ecc.. Lo stesso principio vale in ecologia. Nuove proprietà compaiono, quando si passa dal singolo individuo alle popolazioni, comunità ed ecosistemi fino alla biosfera, considerata come un unico "superorganismo".

1.2. PRINCIPALI FATTORI ABIOTICI

1.2.1. TEMPERATURA

La temperatura ambientale è uno dei fattori, che più influenzano la distribuzione degli organismi in un certo ambiente. I problemi principali legati a questo fattore sono: l'incapacità delle cellule di mantenere la propria integrità, quando la temperatura della loro acqua interna (citoplasma) scende sotto gli 0°C e di svolgere le loro reazioni metaboliche al di fuori di un certo intervallo di temperatura, che permetta il funzionamento dei loro enzimi. Naturalmente gli intervalli di temperatura tollerati da organismi diversi variano molto, basti pensare ad un pesce abituato a vivere nelle acque dell'Antartide, rispetto ad un Archeobatterio termofilo, capace di vivere nelle acque termali a 60-70 °C.

La temperatura interna di un organismo è determinata dagli scambi di calore con l'ambiente esterno e la maggior parte degli organismi è in grado di conservare una temperatura corporea superiore o inferiore soltanto di qualche grado rispetto a quella esterna (**eterotermi**). Un'eccezione è costituita dagli uccelli e dai mammiferi che sono **omeotermi**, cioè sono in grado di mantenere una temperatura interna costante indipendentemente da quella ambientale, ovviamente dovendo, però consumare molta energia per poter fare ciò (si discuterà ancora di questo problema in una lezione successiva).

1.2.2 ACQUA

L'acqua è una sostanza fondamentale per tutti gli esseri viventi. Si ritiene che i primi organismi siano nati in questo mezzo ed ogni cellula, e quindi ogni organismo, è costituito soprattutto di acqua. Nel caso della specie umana, la concentrazione di acqua in un individuo diminuisce con l'invecchiamento.



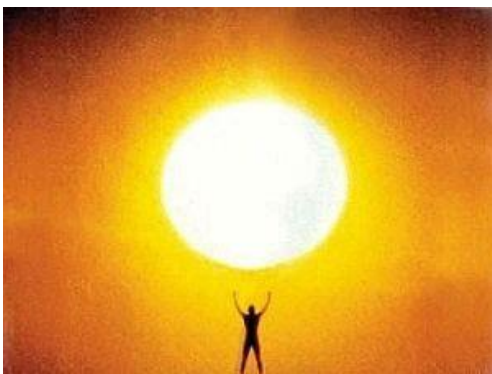
Naturalmente ambienti diversi presentano disponibilità diverse di acqua, così esistono organismi che vivono immersi nell'acqua, mentre altri vivono sulla terraferma e presentano vari sistemi di adattamento per evitare il rischio di

disidratazione, come già descritto nella lezione sulla classificazione degli organismi.

Una caratteristica dell'acqua è il suo alto calore specifico, più elevato di quello dell'aria. Il calore specifico di una sostanza corrisponde alla quantità di energia richiesta (calore da fornire) per aumentare di 1°C la temperatura dell'unità di massa della sostanza esaminata. A causa dell'alto calore specifico l'acqua riesce a mantenere una temperatura costante, rispetto alle variazioni climatiche, molto più a lungo dell'aria o della terra, di conseguenza le aree costiere presentano variazioni di temperatura notevolmente inferiori a quelle delle aree interne, permettendo una migliore sopravvivenza agli esseri viventi. Un'altra conseguenza dell'alto calore specifico dell'acqua è che la zona più fredda dell'emisfero nord non è il polo costituito da acqua e ghiaccio, ma una zona interna della Siberia, non bagnata dal mare.

1.2.3 LUCE SOLARE

La luce solare rappresenta la principale fonte energetica in quasi tutti gli ecosistemi, anche se solo gli organismi fotosintetici la possono utilizzare direttamente. L'intensità e la qualità della luce possono essere un fattore limitante, per esempio per le piante che crescono nel sottobosco, ma soprattutto

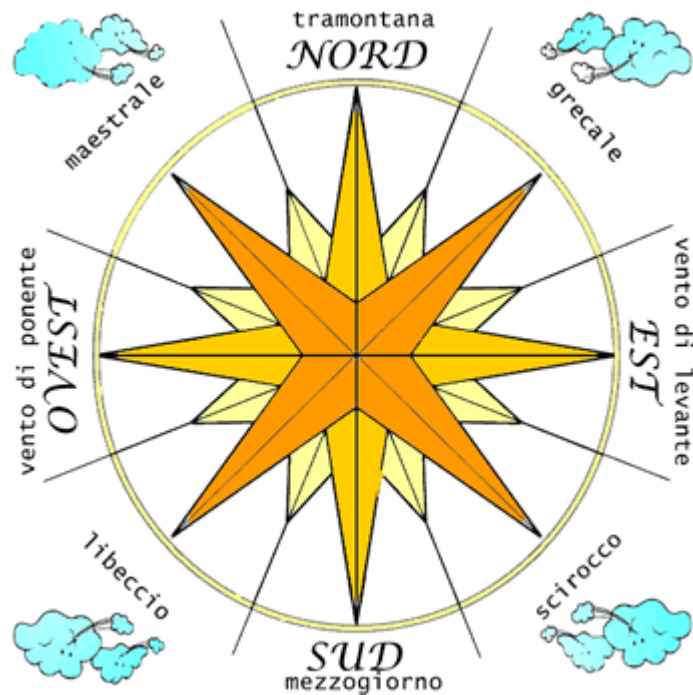


per gli organismi fotosintetici che vivono nelle acque. Ogni metro d'acqua assorbe selettivamente dal 45% delle radiazioni luminose rosse al 2% di quelle azzurre, quindi gli organismi fotosintetici possono vivere soltanto in una zona ristretta, prossima alla superficie dell'acqua, ma non nelle profondità degli oceani.

1.2.4.VENTO

Le differenze nell'intensità delle radiazioni solari, che raggiungono la terra, producono differenze di temperatura, che insieme alla rotazione terrestre danno origine ai venti e alle correnti oceaniche.

I venti amplificano gli effetti della temperatura, aumentando la perdita di calore e di acqua da parte degli organismi attraverso l'evaporazione. Inoltre possono avere un effetto diretto sulla forma delle piante, impedendo lo sviluppo dei rami sul lato più esposto.



Sul nostro pianeta esiste una distribuzione caratteristica dei venti più importanti. All'equatore l'aria calda sale verso l'alto lasciando in superficie basse pressioni e venti moderati, si parla di "zona delle calme equatoriali". Quando l'aria calda salendo nell'atmosfera si raffredda, si ha condensazione del vapore acqueo e quindi piogge abbondanti a cavallo dell'equatore e formazione di vaste foreste pluviali in sud America, Africa e Asia sudorientale. L'aria che si sposta a nord e a sud dell'equatore, si espande e si raffredda e ridiscende verso la superficie alle latitudini di 30° nord e sud. Ridiscendendo l'aria si comprime e forma zone di alta pressione, una di queste si trova nell'oceano Atlantico al livello delle isole Azzorre e determina il clima asciutto e stabile dell'area circostante. L'aria più fredda, come già visto, è più secca, e perciò in queste regioni si trovano le più vaste zone desertiche del pianeta. Parte dell'aria

discendente è spinta di nuovo verso l'equatore formando i venti alisei. Tra i tropici e i poli, i venti sono variabili, anche se prevalgono quelli da occidente. Talvolta ci sono degli scontri tra l'aria fredda che viene dal polo e l'aria tropicale, il punto dove avviene lo scontro è detto fronte polare (attorno ai 60 ° di latitudine) e determina, in genere il clima dell'Europa e del nord dell'America. In realtà il movimento di rotazione della terra fa sì che i venti principali non soffino direttamente verso nord o verso sud, ma siano deviati verso est, inoltre la loro direzione può essere deviata anche dalle masse di terra dei continenti.

1.2.5 CLIMA

Il clima è l'insieme delle condizioni meteorologiche prevalenti in una data regione ed è il principale determinante abiotico, che influisce sulla distribuzione degli organismi nella biosfera.

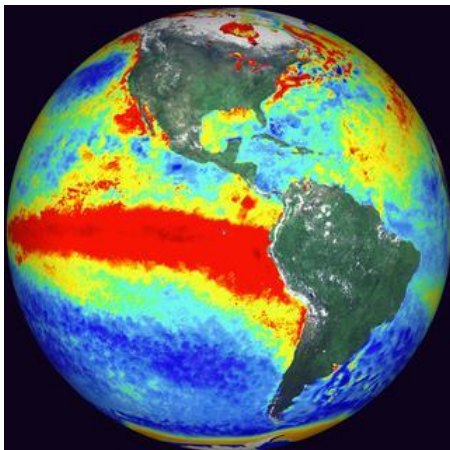
Il clima dipende da tutti i fattori abiotici descritti in precedenza, mentre le maggiori variazioni del clima dipendono dalla posizione e dall'orientamento della terra rispetto al sole. Infatti, il flusso di energia solare, che raggiunge una specifica area



terrestre, dipende dall'angolo di incidenza della radiazione solare. Vicino all'equatore i raggi sono sempre perpendicolari al suolo, quindi il loro percorso attraverso l'atmosfera è più breve rispetto alle altre aree del pianeta. Ciò comporta soltanto piccole differenze stagionali tra la lunghezza del giorno e quella della notte e temperature elevate per tutto l'anno. Quando ci si allontana dall'equatore i raggi solari non sono più perpendicolari, inoltre, essendo la terra

inclinata sul suo asse, sia l'angolazione dei raggi sia la lunghezza del giorno sia la temperatura variano durante l'anno.

Un altro elemento del clima, che dipende dall'energia solare, è l'umidità. L'acqua evapora dagli oceani per il calore dell'irraggiamento solare e quando, grazie ai venti raggiunge la terraferma si raffredda e precipita sotto forma di pioggia o neve; quindi le precipitazioni sono più abbondanti nelle zone dove prevalgono i venti che si muovono dagli oceani caldi verso le terre fredde. Anche la presenza di montagne può influire sulla frequenza e l'intensità delle precipitazioni alterando la temperatura dell'aria e deviando in certi casi i venti e le nuvole.



Come già visto, l'acqua ha un alto calore specifico; un ulteriore effetto di questa proprietà è che le correnti oceaniche calde trasportano grandi quantità di calore da una parte all'altra del pianeta. Le correnti oceaniche convergono all'equatore, dove scorrono finché non sono deviate dalle terre emerse verso nord o verso sud, trasportando un'enorme quantità di calore alle latitudini più elevate. Il movimento è in senso orario nell'emisfero settentrionale e antiorario in quello meridionale, quindi, le acque che bagnano le aree occidentali dei continenti sono sempre più fredde di quelle che bagnano le coste orientali. L'importanza delle correnti oceaniche, riguardo al clima e agli organismi terrestri e marini, è dimostrata anche dagli effetti disastrosi, che si hanno in seguito ad alterazioni delle correnti. Il caso più frequente riguarda l'oceano Pacifico ed è costituito dal fenomeno del "**Nino**", che compare in genere ogni 8 o 10 anni. Normalmente, il clima e le correnti dell'oceano Pacifico sono caratterizzati da alta pressione nel Pacifico orientale e bassa pressione sull'Indonesia, i venti si spostano dalle zone di alta pressione a quelle di bassa e

quindi da est ad ovest; di conseguenza, gli strati superficiali di acqua calda si muovono verso occidente ed una corrente più profonda di acqua fredda costeggia le due Americhe. Il Nino sembra causato da un aumento di temperatura delle regioni equatoriali del Pacifico orientale, che provocano variazioni nella pressione atmosferica ed inversioni della direzione del vento e della corrente superficiale. Per circa 2-3 mesi l'acqua calda scorre verso il Nord ed il Sud America e la corrente fredda resta in profondità. La temperatura più elevata in superficie uccide il plancton e quindi muoiono anche i pesci, che di questo si cibano e gli uccelli che si nutrono dei pesci. Il Nino sconvolge il clima di regioni anche molto distanti, portando inondazioni e nevicate in zone aride e siccità in zone normalmente umide.

1.2.6.ROCCE E SUOLO

Il suolo è il prodotto del dilavamento della crosta terrestre e delle attività degli organismi, soprattutto dei microrganismi e della vegetazione. Molti ecologi



moderni lo considerano, non soltanto come un fattore abiotico, costituito da argilla, sabbia ecc., ma come un sistema vivente che comprende anche batteri, funghi e invertebrati, per esempio lombrichi e le radici delle piante. Il suolo può essere un importante indicatore dello stato di salute dell'ambiente (vedi lezione sui problemi causati dall'uomo nell'ambiente).

La struttura fisica e chimica delle rocce e del suolo controllano la distribuzione delle piante e degli animali in una determinata zona. I cicli

biogeochimici, cioè gli scambi di elementi fondamentali quali il carbonio, il fosforo, l'azoto ecc. tra il suolo e gli organismi viventi saranno descritti nella lezione n. 3.

1.3 EFFETTI BIOLOGICI DEI FATTORI ABIOTICI

Non potendo elencare tutti gli effetti che i diversi fattori abiotici possono avere sugli organismi si faranno soltanto alcuni esempi.

Le variazioni di temperatura possono portare a congelamento o a surriscaldamento, ma in modo meno drammatico anche influenzare la velocità delle reazioni metaboliche, che avvengono in un organismo e la velocità di perdita di acqua, tramite evaporazione e traspirazione. L'entità della radiazioni solari, associata anche ai cambiamenti stagionali ha effetti sulla temperatura

Anche il vento può influenzare la perdita di acqua, può fare variare la temperatura o l'umidità di un determinato ambiente, può fare assumere determinate forme alle piante o stabilirne la distribuzione, ma anche trasportarne i semi, distribuendoli in aree più o meno vaste.

Anche la disponibilità di acqua, nel suolo, o come umidità nell'atmosfera, è un elemento fondamentale per la vita di tutti gli esseri viventi. Altri fattori importanti sono: la presenza di ossigeno, la salinità delle acque o la presenza di sostanze nutritive nel suolo, ecc.

1.4 RISPOSTE DEGLI ORGANISMI ALLE VARIAZIONI AMBIENTALI

La selezione naturale ha prodotto svariati adattamenti alle diverse condizioni di temperatura, luce e degli altri fattori abiotici. Nessun organismo tuttavia è in grado di tollerare l'intero intervallo di variabilità delle condizioni ambientali nella biosfera. La distribuzione geografica di una popolazione è

quindi determinata dalla sua capacità di sopravvivere a determinate caratteristiche del clima. Gli adattamenti, accanto ad indubbi vantaggi, comportano sempre anche degli svantaggi. Per esempio, la comparsa della capacità di sudare è stata utile per abbassare la temperatura corporea e quindi tollerare meglio le alte temperature esterne, ma è associata al rischio di disidratazione, dovuta alla maggiore perdita di acqua.

Gli organismi viventi, come già descritto, sono in grado di mantenere le proprie caratteristiche interne stabili, anche in presenza di mutamenti dell'ambiente esterno. Questa capacità si definisce **omeostasi**. Molte piante e animali sono definiti **regolatori**, perché usano meccanismi comportamentali o fisiologici per attuare l'omeostasi. Altri organismi, in genere quelli che vivono in condizioni ambientali più stabili, variano le loro condizioni interne con quelle ambientali e sono definiti **conformisti**.

L'omeostasi comporta una spesa energetica e, per questo motivo, molti organismi durante l'evoluzione hanno fatto una scelta conformista. In realtà, pochi organismi sono perfetti conformisti o regolatori, mentre la maggior parte sceglie il tipo di risposta secondo il tipo di variazione ambientale e della propria possibilità di consumare una certa quantità di energia. A questo proposito i biologi hanno introdotto il **principio di allocazione** che afferma, che ogni organismo dispone di una limitata quantità di energia, per tutte le sue necessità, quali procurarsi il nutrimento, sfuggire ai predatori, reagire alle fluttuazioni ambientali, crescere e riprodursi. Differenti priorità nell'uso dell'energia dipendono dalla distribuzione degli organismi e dal loro modo di vita. Gli organismi conformisti possono usare buona parte della loro energia per i processi di crescita e di riproduzione, ma avendo bisogno di condizioni ambientali molto stabili, hanno una distribuzione geografica molto limitata e non sopravvivono a bruschi cambiamenti dell'ambiente. Al contrario, gli organismi regolatori, utilizzando buona parte della loro energia per rispondere alle

variazioni ambientali, possono crescere e riprodursi meno efficacemente, ma sono in grado di sopravvivere e diffondersi in aree più vaste e con climi più vari.

Le risposte alle variazioni ambientali possono essere di tre tipi: **comportamentali, fisiologiche e morfologiche**. Nel caso degli animali, la risposta comportamentale più rapida, in presenza di condizioni ambientali sfavorevoli, consiste nello spostarsi in un altro ambiente.

Le risposte fisiologiche sono più lente di quelle comportamentali e in genere comprendono processi regolativi per mantenere l'omeostasi. Tra queste risposte sono compresi i fenomeni di **acclimatazione**, per mezzo dei quali l'organismo può adattarsi, per esempio a variazioni della temperatura. L'acclimatazione è un processo graduale, che richiede giorni o anche settimane per potersi compiere. Un esempio nella specie umana è la capacità di scurire la pelle, per accumulo di melanina, in risposta all'esposizione al sole.

Gli organismi possono rispondere ad alcune variazioni ambientali con lo sviluppo di nuove strutture corporee (risposte morfologiche). Questi cambiamenti strutturali possono essere irreversibili o reversibili, come quando in inverno mammiferi o uccelli si ricoprono più fittamente di peli o di piume. In generale le piante sono più plastiche, cioè hanno più facilmente risposte morfologiche, che in qualche modo bilanciano la loro incapacità di muoversi e quindi la mancanza di risposte comportamentali.