

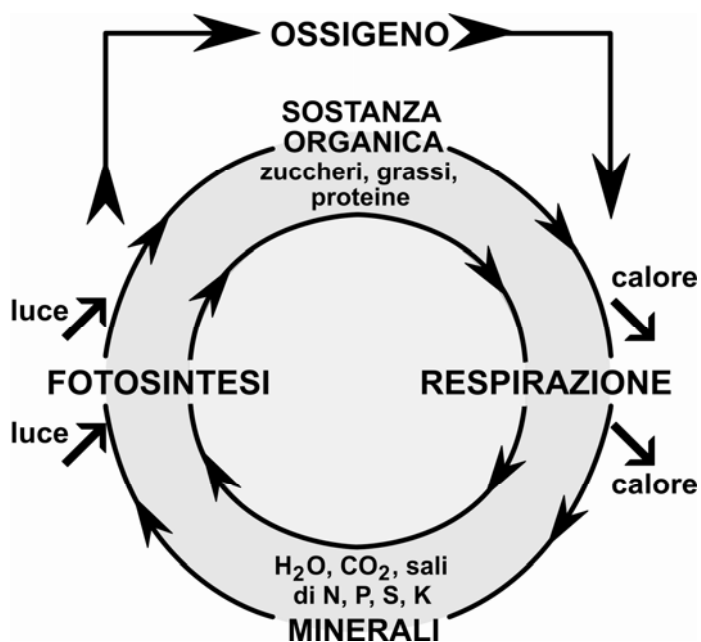
## 22 - CICLO DEL CARBONIO

Tutte le sostanze possono essere distinte in due grandi categorie: **composti organici** e **composti inorganici** (vedi **scheda 2**). I primi sono legati ai viventi (biosfera) e i secondi al dominio minerale (ambiente fisico). Riprendendo la domanda già posta nella **scheda 16**, quali sono, nelle acque e negli ecosistemi terrestri, i processi naturali che legano, o meglio che rendono interdipendenti il regno organico e quello inorganico, il regno vivente (l'ambiente biologico) e quello minerale (l'ambiente fisico)? A questo quesito, semplificando molto, si può rispondere citando due processi biologici fondamentali: la **fotosintesi** e la **respirazione**.

I vegetali, attraverso la fotosintesi (vedi **scheda 20**), sono in grado di “costruirsi” la materia di cui essi stessi sono costituiti. I vegetali possono essere definiti **organismi autotrofi** (dal greco “*trophe*” = nutrizione; **auto** - sufficienti) oppure **organismi produttori**. La fotosintesi è il processo che consente alla materia di passare dallo stato inorganico a quello organico (*organicazione*).

Un organismo animale (**eterotrofo**) deve utilizzare, come fonte di accrescimento, sostanza organica “già costruita”. È un **organismo consumatore**; deve cioè cibarsi direttamente di vegetali se erbivoro, di animali erbivori se carnivoro; oppure può essere un **organismo decompositore** (vermi, insetti, batteri,...), un consumatore che utilizza, come fonte di cibo, detriti o rifiuti organici, spoglie di altri organismi o loro residui. Gran parte del materiale organico utilizzato dai decompositori come cibo viene “demolito”, con consumo di ossigeno e conseguente produzione di rifiuti quali acqua e anidride carbonica, secondo un processo inverso a quello della fotosintesi. Questo processo (**respirazione**; vedi **schede 20 e 21**) non è esclusivo degli eterotrofi, è presente anche negli autotrofi e viene utilizzato dagli organismi allo scopo di ottenere energia per tutte le attività metaboliche (costruire ATP). La respirazione è il processo che permette alla materia di passare dallo stato organico a quello inorganico (*mineralizzazione*).

Se con la fotosintesi avviene la trasformazione da sostanze inorganiche semplici a sostanze organiche complesse (con consumo di energia e produzione di ossigeno), con la respirazione accade l'opposto e si viene così a chiudere il ciclo regno organico/regno minerale.



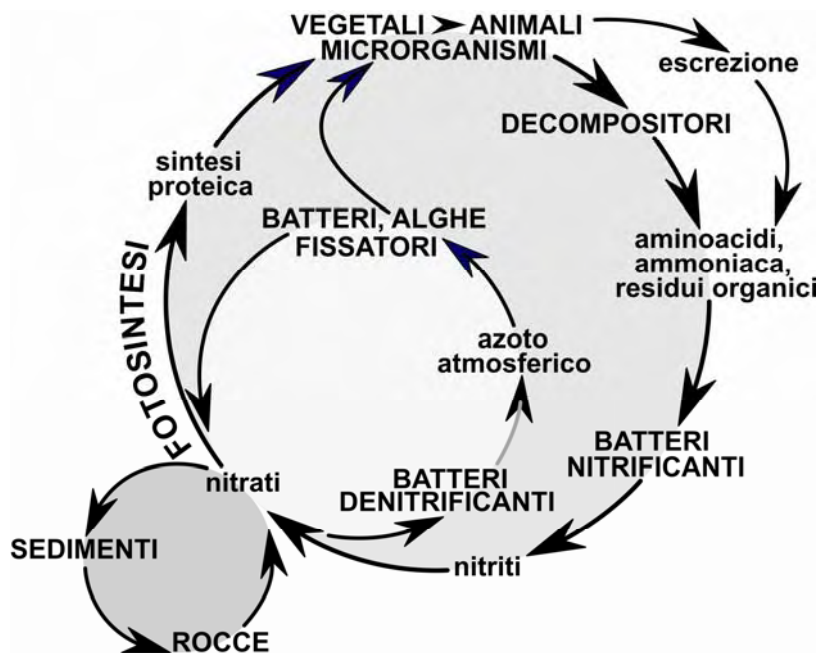
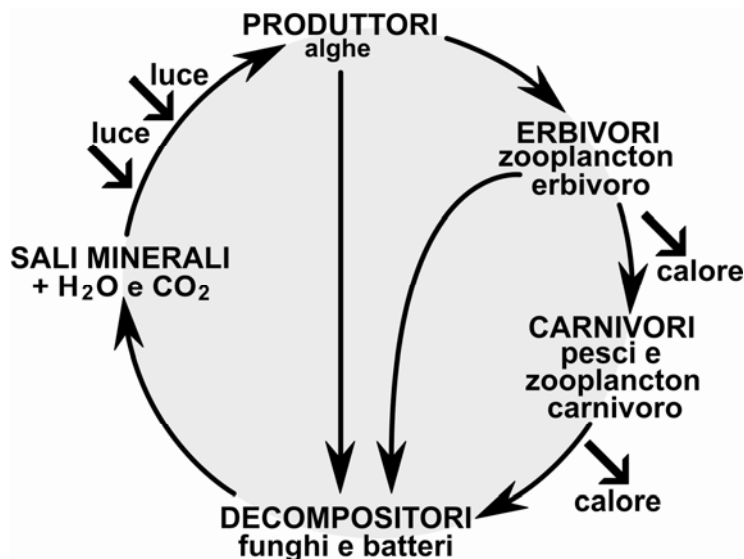
Il ciclo del carbonio appena descritto è molto importante per lo studio degli ambienti naturali, acquatici o terrestri. Consideriamo, quale esempio, un piccolo lago. Le acque sono popolate da tanti organismi, tra i quali numerosi sono quelli visibili solo al microscopio; essi sono incapaci di compiere veri e propri spostamenti e rimangono più o meno “sospesi” nel mezzo acquoso circostante. L'insieme di quei piccoli esseri costituisce il **plancton**. Una parte di quegli organismi (il **fitoplancton**) è costituito da vegetali in grado di compiere il processo di fotosintesi. Essi si accrescono e si riproducono utilizzando l'acqua del lago, la  $CO_2$  e i sali in essa disciolti e sfruttando l'energia della luce solare che riesce a penetrare per qualche metro in profondità. Il fitoplancton costituisce il “pascolo” per lo **zooplancton** (plancton animale), che ottiene energia per mezzo della respirazione.

Il plancton costituisce cibo per organismi di maggiori dimensioni quali i piccoli pesci. Questi, a loro volta, sono prede di pesci più grandi e così via fino agli uccelli acquatici e ad altri predatori, uomo compreso. È questa una **catena alimentare** il cui primo anello (o livello trofico) comprende gli organismi vegetali (i produttori come il fitoplancton), il secondo anello comprende gli erbivori (i consumatori primari come lo zooplancton), il terzo i carnivori (i consumatori secondari come i piccoli pesci), e così via... Un luccio, un martin pescatore, una lontra, l'uomo, si trovano in corrispondenza degli ultimi livelli trofici.

Mentre i produttori trasformano sostanza inorganica in organica, i consumatori utilizzano quest'ultima demolendola nei loro apparati digerenti e producendo scorie costituite da composti inorganici (acqua, anidride carbonica,...) e da residui organici (escrementi) che vengono dispersi nell'ambiente circostante

costituendo “cibo” per microrganismi (per lo più batteri e funghi decompositori) che completano la demolizione fino a semplici composti inorganici nuovamente a disposizione dei produttori. Il carbonio è soltanto uno dei numerosi elementi che viene coinvolto nei cicli della materia. L’ossigeno e l’idrogeno sono dipendenti dai cicli del carbonio e dell’acqua, mentre il ciclo dell’azoto merita alcune considerazioni.

L’azoto è un elemento fondamentale per la sintesi proteica; gli aminoacidi infatti sono costituiti da un atomo di carbonio posto al centro di un tetraedro di cui uno dei vertici è costituito da un gruppo amminico (-NH<sub>2</sub>). L’azoto può essere considerato un elemento rifinitore di estrema importanza nell’intelatura del reticolo di atomi costituenti le proteine. Esso si trova nelle acque (nel terreno, nei laghi, nei mari,...) a formare sali, quali prevalentemente nitrati, nitriti o sali ammoniacali negli ambienti poveri di ossigeno. L’azoto viene organicato grazie ai produttori; i vegetali terrestri assorbono, con le radici, l’acqua del terreno e quindi anche i sali di azoto in essa disciolti; i vegetali acquatici (idrofite e fitoplancton) assorbono l’acqua (ed i sali) nella quale sono immersi.



La mineralizzazione dell’azoto organico avviene in diverse tappe. L’azione dei decompositori sulle spoglie e sui residui dei organismi vegetali ed animali porta alla formazione di composti dell’azoto con struttura molecolare più semplice. Questi sono ossidati da organismi chemiosintetici (batteri nitrificanti; vedi scheda 20) con conseguente formazione di nitriti e successivamente di nitrati. Una parte può combinarsi con altre sostanze per formare, in ambienti chimici particolari o in eccezionali condizioni di sovrassaturazione, sali insolubili che si accumulano nei sedimenti venendo così sottratti al ciclo. Tuttavia l’azoto che viene così perso viene rimpiazzato da quello derivante dall’azione chimica ed erosiva dell’acqua sulle

rocce affioranti, soprattutto dove i processi di pedogenesi sono maggiormente accentuati; l’azoto “imprigionato” nei sedimenti può ritornare, in tempi geologici, ad essere nuovamente disponibile grazie alle orogenesi (movimenti della crosta terrestre).

In ambienti poveri di ossigeno o del tutto anossici i nitrati possono essere utilizzati come ossidanti dai batteri denitrificanti con conseguente liberazione di azoto allo stato elementare che ritorna all’atmosfera. Esso viene rimpiazzato da organismi fissatori in grado di utilizzare direttamente le molecole biatomiche dell’azoto libero per edificare molecole organiche; si tratta di un numero relativamente piccolo di batteri e di alghe azzurre (Cianofita).

Un gruppo di elementi (detti “secondari indispensabili” od “oligodinamici”; vedi scheda 1) comprende lo zolfo, il sodio, il potassio, il calcio, ecc... Insieme costituiscono mediamente il 2 % in peso dei viventi, ma sono indispensabili per tutti i processi vitali. Fra essi il più importante, come percentuale in peso, è il fosforo con un rapporto, rispetto all’azoto, di circa 1:10. In realtà tutti gli elementi sono importanti e quindi si dovrebbe studiare tutti i cicli relativi, ma questo costituisce un argomento dell’ecologia.