

04: Flux d'energia i cicle de la matèria

Bloc 1: Biologia d'organismes

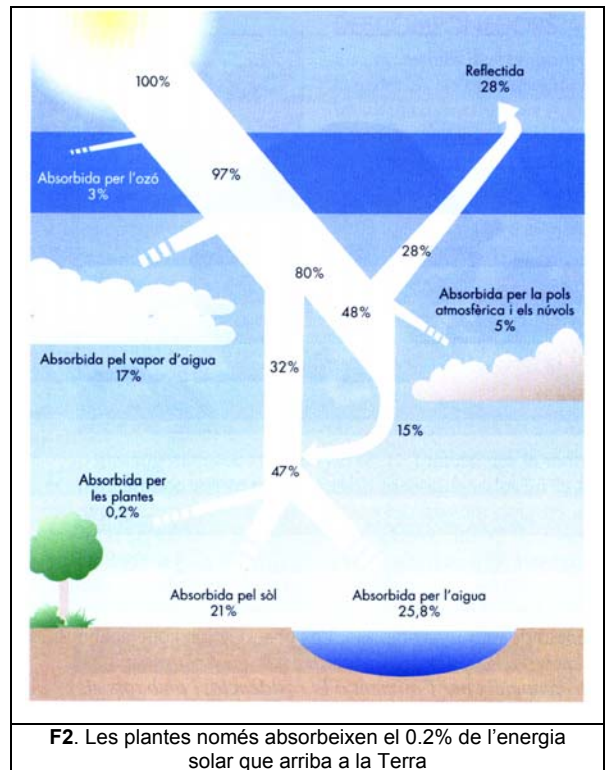
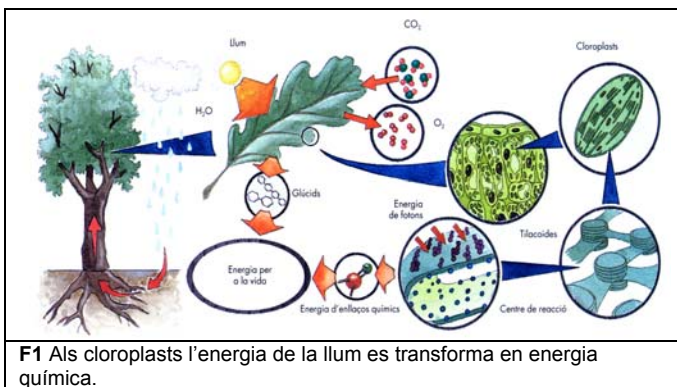
Fonts de matèria i d'energia.

Tots els organismes, per mantenir les seves funcions vitals (reproducció, moviment, producció de noves biomolècules, etc.) necessiten **energia** i **matèria** (principalment carboni, hidrogen, oxigen, fòsfor i nitrogen).

El **sol** subministra prou energia en forma de llum per fer funcionar tots els ecosistemes de la Terra. Aquesta energia és captada pels organismes fotosintètics.

La fotosíntesi és el procés imprescindible que permet l'entrada d'energia solar als ecosistemes. Gràcies a l'energia solar els organismes fotosintètics **fixen el carboni** (incorporen el carboni del CO₂ atmosfèric a la matèria orgànica) (figura 1)

Aquest procés, però, només aprofita un 0.2% del total d'energia solar que arriba a la Terra (figura 2).



Altres organismes no poden utilitzar l'energia solar, de forma que han d'utilitzar l'energia continguda als compostos químics (quimiosíntesi). L'energia passa mitjançant **cadenes tròfiques** o d'**alimentació**: uns organismes (**depredadors**) es mengen altres organismes (**preses**). Així, els organismes es poden classificar en (taula 1):

• Energia

- **Fotòtrofs**: poden utilitzar l'energia de la llum (mitjançant la **fotosíntesi**)
- **Quimiòtrofs**: utilitzen l'energia continguda als compostos químics

• Matèria (carboni)

- **Autòtrofs**: poden fabricar matèria orgànica a partir de compostos inorgànics (fixar el carboni)
- **Heteròtrofs**: no poden fer-ho i han de ingerir matèria ja organificada.

		Font d'energia	
		Llum (fotòtrof)	Substrats oxidables (quimiòtrof)
Font de carboni	Matèria orgànica (heteròtrof)	fotoheteròtrof	quimioheteròtrof
	Matèria inorgànica (autòtrof)	fotoautòtrof	quimioautòtrof

T1. Classificació dels organismes per la seva font de carboni i d'energia

Fonts de matèria i d'energia.

- **Nivells tròfics** (figura 3)

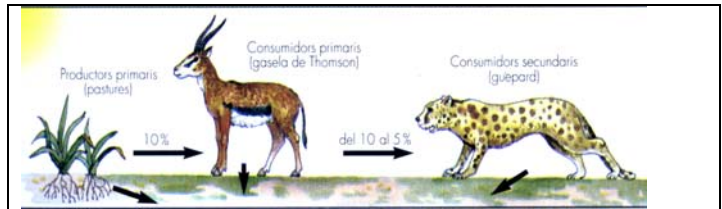
- **Productors primaris.**

Organismes autòtrofs i fotòtrofs. Són la porta d'entrada de l'energia i del carboni als ecosistemes.

- **Consumidors primaris: els herbívors.** Són els organismes que s'alimenten dels productors primaris.

- **Consumidors secundaris: els carnívors.** Són els organismes que s'alimenten dels consumidors primaris.

- **Consumidors terciaris: els supercarnívors.** Els animals que s'alimenten d'altres carnívors.



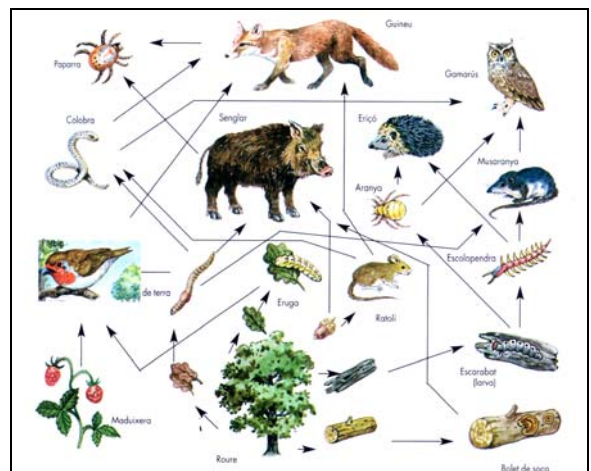
F3. Cadena tròfica formada per una planta, un herbívor i un carnívor

- **Algunes imprecisions**

- **Omnívors.** Alguns organismes, com els humans, mengen aliments molt variats. Caldria classificar-los a diversos nivells tròfics simultàniament (tots els de consumidors).

- **Paràsits.** Poden considerar-se consumidors secundaris o terciaris, tot i que a diferència dels depredadors, generalment no destrueixen l'organisme que parasiten.

- **Descomponedors.** Transformen la matèria orgànica en inorgànica. Sobretot són els fongs i bacteris. Són essencials per garantir el cicle de la matèria i la continuïtat de la vida als ecosistemes.



F4. Exemple de xarxa tròfica. El flux d'energia segueix el sentit de les fletxes. Cada dibuix representa una població.

- **Cadenes i xarxes alimentàries.** En realitat, les relacions alimentàries entre els components d'un ecosistema són complexes. Les cadenes es connecten entre si donant xarxes (Figura 4). Sovint les alteracions d'una població poden afectar moltes altres poblacions.

- **Biomassa.** Quantitat total de matèria viva que hi ha en una comunitat, un ecosistema, una població, un nivell tròfic... S'expressa en **pes sec** o en **massa de carboni** per àrea o volum (g m^{-2} , g L^{-1} , Kg m^{-3} , t ha^{-1} , gC m^{-2} ...

- **Producció.** Quantitat de biomassa que es genera en un cert període de temps: $\text{g cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$...

- **primària:** la dels organismes autòtrofs

- **secundària:** la de la resta de nivells tròfics

- **bruta:** tota l'energia que han incorporat els organismes de la comunitat

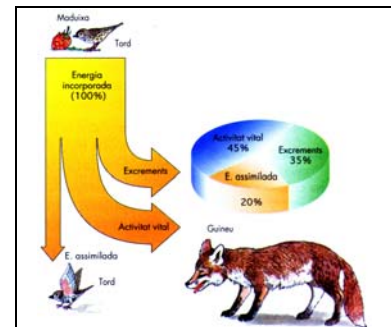
- **neta:** la que s'utilitza per créixer i generar nous individus = la bruta menys la invertida en l'activitat vital. És la que pot passar a formar part de la biomassa del següent nivell tròfic.

04: Flux d'energia i cicle de la matèria

Bloc 1: Biologia d'organismes

- **Flux d'energia**

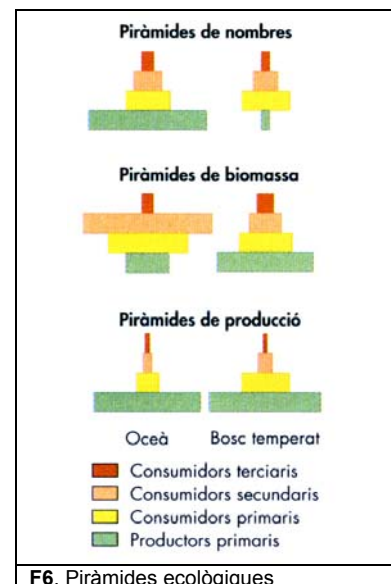
- Mitjançant les relacions alimentàries l'energia transita des dels productors primaris als consumidors primaris i d'aquests als nivells tròfics successius.
- Aquest flux genera pèrdues (l'energia es transforma durant l'activitat vital, es genera calor,...).
- Cada nivell tròfic només pots assimilar un 10% de l'energia que incorpora del nivell tròfic anterior (figura 5). Això fa que el nombre de nivells tròfics sigui limitat (normalment no superior a 5)



F5. Cada nivell tròfic només aprofita una part de l'energia del nivell anterior

- **Piràmides ecològiques** (figura 6)

- La biomassa es reparteix per nivells tròfics.
 - Les piràmides ecològiques són representacions gràfiques de l'estructura tròfica dels ecosistemes: diversos rectangles superposats la llargada dels quals és proporcional al paràmetre representat:
 - **Piràmide de nombres** (d'individus)
 - **Piràmide de biomassa**
 - **Piràmide de producció**: representa la producció neta de cada nivell tròfic. Sempre té forma piramidal, amples per la base (productors primaris) i estretes per dalt (consumidors)
- **Temps de renovació.** És el temps que triga a generar-se tota la biomassa a partir d'un moment concret. És igual al quocient entre biomassa i producció. Depèn del cicle biològic.
 - **Factors limitants.** La producció primària neta està limitada per la disponibilitat d'aigua, oxigen o llum, o bé d'algun element fonamental per a la vida (nitrogen o fòsfor). Aquests factors reben el nom de **factores limitants**.



F6. Piràmides ecològiques

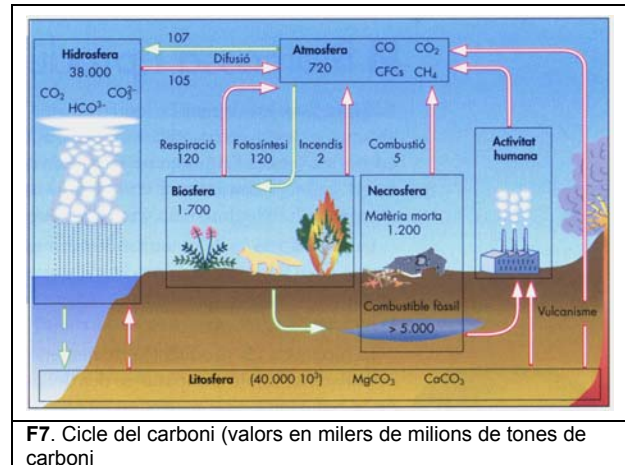
- **Bioacumulació.** Hi ha contaminants del medi que els éssers vius metabolitzen molt malament, per la qual cosa tendeixen a acumular-se al seu cos. Com que la biomassa disminueix a cada nivell tròfic, la concentració d'aquests compostos va augmentant, incrementant-se també els seus efectes sobre els organismes (toxicitat...).
- **Energia endosomàtica** (*endo* = dins, *soma* = cos) és la que contenen els aliments.
- **Energia exosomàtica** (*exo* = fora) és l'energia necessària pels processos vitals que no es troba a dins del cos (l'energia solar fa possible la transpiració, escalfa fent incrementar la temperatura del medi, en evaporar l'aigua fa funcionar el cicle de l'aigua...). En el cas de l'espècie humana també es considera energia exosomàtica aquella que s'inverteix en altres tipus d'activitats (transport, calefacció, conservació d'aliments, oci...).

Cicles de la matèria

Quasi tots els elements dels què estan fets els éssers vius, canvien de lloc al llarg del temps i es reciclen.

- Cicle del carboni (figura 7)**

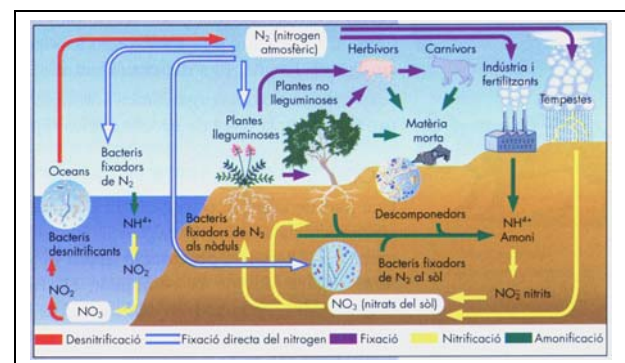
El CO_2 atmosfèric és incorporat a la matèria orgànica pels organismes fotosintètics, passa als organismes heteròtrofs a través de la seva ingesta i torna a l'atmosfera en forma de CO_2 en ser respirat o per la combustió de materials que contenen carboni, com ara el petroli, els gas, el carbó o la fusta. El CO_2 es dissol a l'aigua en forma de carbonat (CO_3^{2-}) i bicarbonat (HCO_3^-) i queda retintut a les roques carbonatades de l'escorça, i als sediments d'oceans i mars. Així, la major part del carboni que "circula" és el que contenen els éssers vius i el CO_2 atmosfèric, un 0.1% de tot els carboni de l'escorça terrestre.



F7. Cicle del carboni (valors en milers de milions de tones de carboni)

- Cicle del nitrogen (figura 8)**

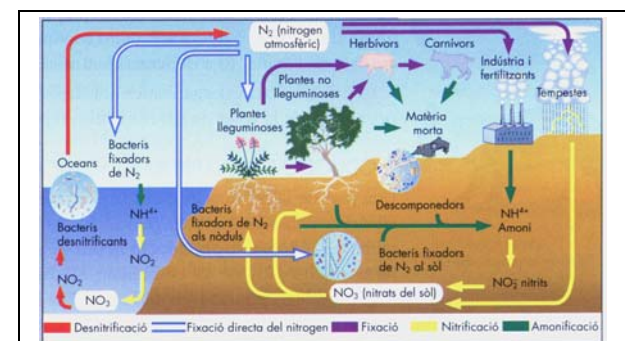
Forma part d'aminoàcids o de les bases nitrogenades com el DNA. El nitrogen atmosfèric (N_2) és incorporat a la matèria orgànica per microorganismes especialitzats fins a nitrat (NO_3^-). Els organismes autòtrofs el redueixen a forma amino ($-\text{NH}_2$) i l'incorporen a proteïnes, DNA, etc. Els herbívors l'obtenen per la ingesta dels autòtrofs i els carnívors per la dels herbívors. Finalment, els descomponedors l'extreuen de la biomassa i el deixen en forma d'ió amoni (NH_4^+) que torna a ser oxidat a nitrat.



F8. Cicle del nitrogen

- Cicle del fòsfor (figura 9)**

El fòsfor no té cap compost en fase gasosa. És relativament escàs però els éssers vius l'acumulen (membranes, DNA, ATP, fosfolípids, proteïnes...). Els dipòsits més importants són a prop dels continents (sedimentació del que porten els rius, excrements d'aus marines...). Els fosfats dissolts a les aigües i al sòl són incorporats a la matèria orgànica pels organismes autòtrofs i passa als heteròtrofs per la cadena alimentària. Torna al medi amb els excrements.



F9. Cicle del fòsfor (valors en milions de tones de fòsfor)