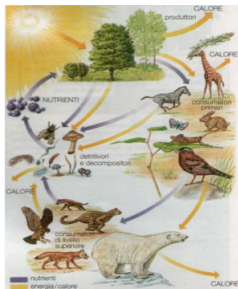


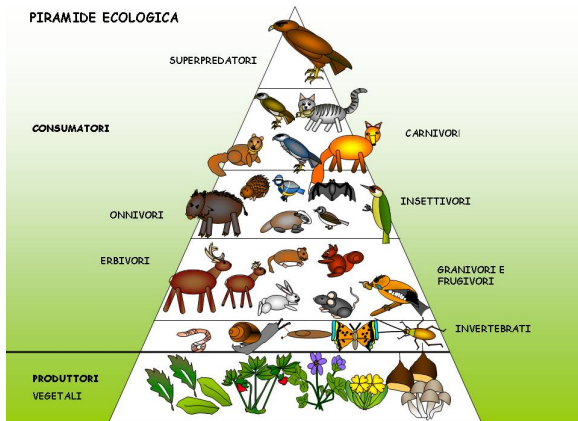
# Catene trofiche e popolazioni strutturate in fasce di età



Una catena alimentare, trofica o piramide alimentare è l'insieme dei rapporti tra gli organismi di un ecosistema. Ogni ecosistema ha una sua catena trofica che viene spesso descritta come piramide perchè i consumatori di ogni livello consumano la biomassa presente.

La **biomassa** è la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani.

# PIRAMIDE ECOLOGICA



Alla base di ogni catena alimentare, ci sono **i produttori**, gli organismi autotrofi, capaci di organizzare i composti chimici nel terreno (o nell'acqua), per produrre autonomamente riserve alimentari (zuccheri, amidi). Sono produttori le piante, le alghe i batteri ...

Questo processo è attuabile tramite l'energia fornita dalla fotosintesi clorofilliana. I produttori sono infatti gli unici esseri viventi che riescono a trasformare l'energia solare (energia luminosa + energia termica) in energia chimica (energia di legame).

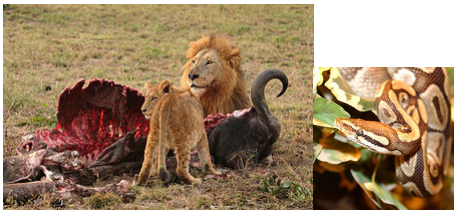
Dopo i produttori, ci sono **i consumatori** , ossia organismi eterotrofi non indipendenti nella produzione di cibo.

Questi organismi necessitano di mangiare altri organismi per assimilare sostanze nutritive. Tra i consumatori si distinguono più livelli trofici, generalmente:

**i consumatori primari** erbivori che si cibano direttamente dei produttori;



- i consumatori secondari carnivori che si cibano di erbivori;
- i consumatori terziari carnivori che si cibano di carnivori.



Il flusso dei nutrienti, delle sostanze nocive ecc. attraverso i livelli della catena si può misurare.

**Es.** Due specie di erbivori  $E_1$  e  $E_2$  si cibano dei vegetali trattati con pesticidi  $p_1$   $p_2$  e  $p_3$

$E_1$  si nutre in media di 0.03mg di  $p_1$ , 0.02mg di  $p_2$  e 0.08mg di  $p_3$

$E_2$  si nutre in media di 0.07mg di  $p_1$ , 0.05mg di  $p_2$  e 0.02mg di  $p_3$

$$\begin{pmatrix} E_1 & E_2 \\ 0.03 & 0.07 \\ 0.02 & 0.05 \\ 0.08 & 0.02 \end{pmatrix} .$$

Tre produttori di alimenti  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$  utilizzano, in modo diverso, la carne degli animali  $E_1$  e  $E_2$  per produrre dei cibi conservati

$A_1$  usa il 70% della carne di  $E_1$  e il 30% della carne di  $E_2$

$A_2$  usa il 40% della carne di  $E_1$  e il 60% della carne di  $E_2$

$A_3$  usa il 20% della carne di  $E_1$  e il 80% della carne di  $E_2$

$$\begin{pmatrix} A_1 & A_2 & A_3 \\ 0.70 & 0.40 & 0.20 \\ 0.30 & 0.60 & 0.80 \end{pmatrix}.$$

**Quante sostanze nocive sono presenti negli alimenti delle aziende?**



Il prodotto **righe per colonne** delle due matrici è

$$\begin{pmatrix} 0.03 & 0.07 \\ 0.02 & 0.05 \\ 0.08 & 0.02 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0.70 & 0.40 & 0.20 \\ 0.30 & 0.60 & 0.80 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 42 & 54 & 62 \\ 29 & 38 & 44 \\ 62 & 44 & 32 \end{pmatrix}$$

e il primo elemento della prima riga matrice è la quantità di sostanza  $p_1$  (in mg) contenuta nella carne dell'azienda  $A_1$ , il secondo della prima riga è la quantità di sostanza  $p_1$  contenuta nella carne dell'azienda  $A_2$ , il terzo della prima riga è la quantità di sostanza  $p_1$  contenuta nella carne dell'azienda  $A_3$  e così via.

Come si vede

$$\begin{pmatrix} 42 & 54 & 62 \\ 29 & 38 & 44 \\ 62 & 44 & 32 \end{pmatrix}$$

la maggior quantità di sostanza nociva  $p_1$  si trova nella carne utilizzata dall'azienda  $A_3$ , la maggior quantità di sostanza nociva  $p_2$  si trova nella carne utilizzata dall'azienda  $A_3$ , la maggior quantità di sostanza nociva  $p_3$  si trova nella carne utilizzata dall'azienda  $A_1$ .

Il prodotto righe per colonne può descrivere quello che accade nel passaggio da una fase all'altra dello sviluppo di un organismo



Una popolazione di tartarughe (specie protetta) è formata, al tempo  $t$  da cuccioli  $c(t)$  e da adulti  $a(t)$ :

il “vettore” che esprime la numerosità della popolazione al tempo  $t$  è  $N(t) = (c(t), a(t))$ .

Consideriamo solo la parte di popolazione composta da femmine

- la mortalità nei cuccioli è del 10% circa
- ogni 8 anni circa (1 generazione) ogni cucciolo sopravvissuto diventa adulto e può riprodursi
- ad ogni covata il numero medio di cuccioli prodotti da una femmina è 25.

Queste informazioni si traducono nelle relazioni:

$$c(t+1) = 25a(t)$$

$$a(t+1) = 0.9c(t)$$

La "matrice di sviluppo" associata al sistema è

$$S = \begin{pmatrix} 0 & 25 \\ 0.9 & 0 \end{pmatrix}$$

e lo sviluppo si scrive

$$N(t+1) = SN(t)$$

Se quando  $t = 0$  la popolazione è formata da  
 $N(0) = (c(0), a(0)) = (45, 7)$  (45 cuccioli femmina e 7  
femmine),  
quante tartarughe si troveranno dopo 2 generazioni?

$$N(1) = SN(0) \text{ e } N(2) = SN(1) = S[SN(0)] = S^2N(0)$$

$$S^2 = \begin{pmatrix} 0 & 25 \\ 0.9 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 25 \\ 0.9 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 22.5 & 0 \\ 0 & 22.5 \end{pmatrix}$$

quindi

$$N(2) = S^2N(0) = \begin{pmatrix} 22.5 & 0 \\ 0 & 22.5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 45 \\ 7 \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} 1012 \\ 157 \end{pmatrix}$$