
Unitat 47

Ecologia. Poblacions, comunitats i ecosistemes. Dinàmica de les poblacions. Interaccions en l'ecosistema. Relacions intra i interespecífiques.

1. Ecologia
2. Poblacions, comunitats i ecosistemes.
3. Dinàmica de les poblacions.
4. Interaccions en l'ecosistema. Relacions intra i interespecífiques.

1. Ecologia

Podem definir l'ecologia com l'estudi científic de les interaccions entre els éssers vius i el medi ambient, les quals determinen la distribució i l'abundància d'aquells.

Per a un organisme, el medi ambient és tot el que l'envolta i tot allò amb el que es pot relacionar i que comprèn, per una banda, els altres éssers vius (factors biòtics) i, per l'altra, les condicions físiques i químiques de qualsevol tipus que el poden afectar (factors abiòtics).

L'ecologia és una ciència de síntesi, és a dir, fa servir molts dels coneixements i de les eines experimentals d'altres ciències, per elaborar el seu propi camp de coneixements i el seu mètode particular d'estudiar la naturalesa.

L'ecologia no es limita a descriure els fenòmens naturals, sinó que tracta d'oferir-ne explicacions raonades. Elabora models generals en els quals es troba l'explicació a fets concrets observats.

2. Poblacions, comunitats i ecosistemes

El conjunt d'organismes d'una mateixa espècie que habiten en un indret determinat rep el nom de **població**. Si considerem el conjunt de poblacions d'aquest mateix indret, parlarem de **comunitat o biocenosi**.

Els organismes d'una comunitat depenen de les condicions ambientals, però també de les múltiples relacions que s'estableixen entre ells. Aquesta interacció entre els organismes i el medi i entre ells mateixos configura el que coneixem com a **ecosistema**.

El conjunt de característiques ambientals d'un indret determinat rep el nom de **biòtop**. Cada biòtop configura unes condicions que tan sols són adequades per a un cert nombre d'espècies i, segons com, només les més compatibles amb aquestes condicions podran conviure i constituir una comunitat. Cada biòtop té el seu tipus característic de comunitat.

Els factors abiòtics (biòtop)

Els factors abiòtics són aquelles característiques físiques i químiques del medi ambient susceptibles de variar al llarg del temps i que influeixen en els organismes vius, provocant en ells respostes diverses. Són exemples d'aquests factors la temperatura, la pressió, la salinitat, els nutrients, etc.

Els diferents ambients de la Terra es caracteritzen per tenir uns factors abiòtics específics que són determinants en la distribució i abundància dels éssers vius, ja que aquests tan sols

poden suportar-los dins uns certs límits. Existeixen organismes que poden viure en intervals de valors molt amplis d'un determinat factor abiòtic. Se'ls anomena **organismes eurioics**, Altres organismes, en canvi, només toleren intervals molt estrets: són els **organismes estenoics**.

El nombre de factors abiòtics és considerable. Per facilitar el seu estudi s'estableixen tres grans grups:

- *Factors climàtics*, que afecten especialment els ecosistemes terrestres. Els principals són la **temperatura**, la **humitat** i la **llum**, encara que també s'han de considerar altres secundaris com la **pressió atmosfèrica** i els **vents**.
- *Factors edàfics*, que interactuen amb els organismes del sòl. Les característiques físiques del sòl així com la composició química del mateix determinen la distribució d'organismes en el sòl.
- *Factors hidrològics*, que intervenen en els ecosistemes aquàtics. Tots els organismes aquàtics es veuen afectats en major o menor grau per les característiques físiques i químiques de l'aigua. Les més importants són: l'**elevada calor específica**, la **densitat**, l'**absorció de llum**, el **contingut iònic** (salinitat i pH), els **gasos dissolts**, la **viscositat**, la **pressió**, etc.

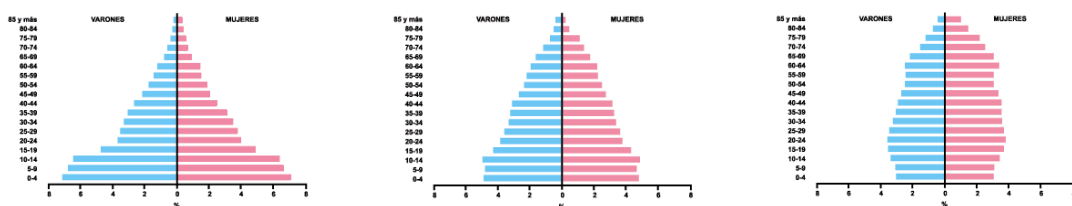
3. Dinàmica de les poblacions

En termes d'ecologia, la unitat fonamental no és pas l'individu sinó la població. La **població** d'una espècie és una unitat bàsica per entendre com funcionen els ecosistemes. Si el seu nombre d'individus puja o baixa pot afectar paràmetres claus (més o menys producció primària, més o menys emissió de CO₂, etc.). Que hi hagin molts individus vells o joves pot afectar també el futur de l'espècie i, per tant, el funcionament de l'ecosistema. Cal, doncs, que coneguem com es caracteritza i com funcionen les poblacions.

Una població queda caracteritzada pels paràmetres següents:

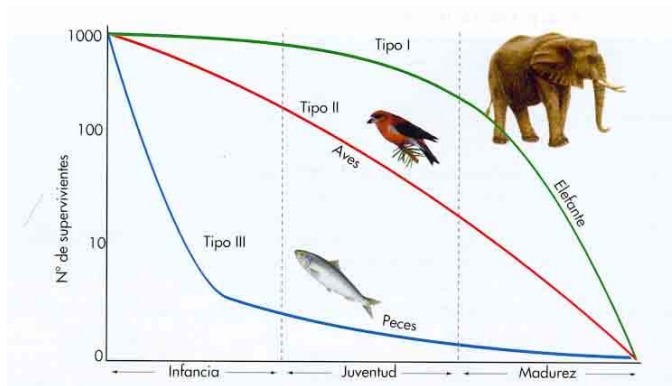
- **L'efectiu**, que és el nombre d'individus que la componen. De vegades la determinació d'aquest valor és fa difícil amb la qual cosa és millor parlar de **densitat de població**, que és el nombre d'individus per unitat d'àrea o de volum (ind/m^2 , ind/m^3).
- **La durada mitjana de la vida**. De vegades però, és més interessant conèixer la durada del període reproductor, dins del període vital de l'espècie.

- **La dispersió (immigració o emigració).** Els desplaçaments dels organismes a la recerca d'ambients més favorables constitueixen un element que cal tenir en compte quan es determina l'efectiu d'una població. Les migracions són desplaçaments en una direcció concreta d'una gran quantitat d'organismes de la mateixa espècie. Poden afectar un percentatge important d'una població o, fins i tot, poblacions senceres.
- **La taxa de natalitat (a),** que pot expressar-se com el nombre de individus que neixen per unitat de temps, referit al total de la població. També pot expressar-se com el nombre d'individus nascuts per cada 1000 individus, o com el nombre d'individus nascuts per femella.
- De manera similar es defineix la **taxa de mortalitat (c).**
- **La distribució en l'espai.** Als ecosistemes, els éssers vius es reparteixen l'espai de manera que les condicions per al seu creixement i desenvolupament siguin les òptimes. Una mateixa espècie pot presentar, doncs, distribucions diferents en ambients diferents i, també, segons el moment del seu cicle biològic. Podem distingir els següents models de distribució: aleatòria, regular, contagiosa i per gradients.
- Un aspecte d'interès ecològic per al coneixement de les poblacions és el que fa referència a la **distribució per edats** dels individus. Ja que la capacitat reproductora i la mortalitat estan en funció de l'edat, tots dos factors influeixen molt en el creixement, el manteniment o el retrocés d'una població. En aquest aspecte, en totes les poblacions hi podem distingir tres tipus d'individus segons les edats: a) els que es troben en l'etapa prereproductora del desenvolupament; b) els que es troben en l'etapa reproductora, i c) els que ja han perdut la capacitat reproductora. La durada de cadascuna d'aquestes etapes varia molt d'unes espècies a unes altres. En principi podem considerar que una població en la que predominen els individus prereproductius es troba en expansió, mentre que aquelles amb un nombre de prereproductors petits presenta un retrocés. La representació gràfica de la distribució per edats de la població és fa mitjançant les **piràmides de població**.



Piràmides de població. Tres exemples que representen poblacions en expansió, estable i en retrocés.

- Un aspecte relacionat amb la mortalitat és el concepte de **supervivència**, és a dir, el percentatge de la població que es manté viva en cada etapa de la vida de l'organisme. Les espècies mostren diferents comportaments respecte a la supervivència. Per al seu estudi es construeixen les **corbes de supervivència**. Tot i que les corbes de supervivència s'ajusten a tres models bàsics (tipus I, tipus II, tipus III), amb freqüència els organismes presenten una elevada taxa de mortalitat en els primers estadis del seu desenvolupament (tipus III).

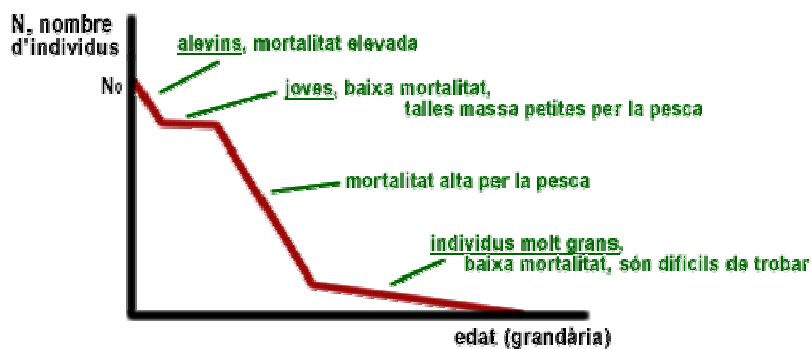


Tipus I, la mortalitat és prou baixa fins que s'arriba a la maduresa. Típic d'espècies amb baixa natalitat i pocs descendents. Exemple grans mamífers, com les balenes, els lleons, i també l'espècie humana en l'actualitat.

Tipus II, no és massa abundant en la natura. La mortalitat es manté constant. Exemple ocells.

Tipus III, correspon a espècies amb mortalitat larvària o juvenil molt alta. Exemples, les sardines, les rates, molts invertebrats marins.

En realitat les corbes de supervivència poden ser molt variables. Així en una població sotmesa a explotació pesquera, la taxa de mortalitat varia molt en funció de l'edat. Els alevins petits tenen taxes elevades però en arribar a una certa grandària, no són encara pescats (passen pels forats de la xarxa) i, en canvi, les causes de mort natural són baixes. A partir del moment en què poden ser pescats, la mortalitat augmenta molt. Els pocs individus grans que no han estat pescats poden viure molts anys ja que la probabilitat de què siguin pescats és molt baixa.



Creixement d'una població

Tots aquests paràmetres que hem definit anteriorment influiran en la taxa de creixement de la població, que serà positiva quan augmenti en nombre d'individus o negativa quan en disminueixi (s'anomena **taxa de creixement**, r , a la diferència entre la taxa de natalitat i de mortalitat)

$$r = b - m$$

La taxa de creixement depèn de molts factors:

- Edat. Els individus es reproduïxen o moren segons la seva edat.
- Recursos. Més o menys menjar o aigua pot afectar a la natalitat i la mortalitat.
- Immigració/emigració. Si arriben individus augmentarà i si emigren, disminuirà.
- Presència d'altres espècies, que utilitzin els mateixos recursos o que siguin depredadors de l'espècie en qüestió.
- Factors externs. La temperatura, el vent o altres factors de l'ambient que afecten positiva o negativament la natalitat, la mortalitat o la supervivència de l'espècie

Quan les condicions són òptimes i no hi ha cap limitació d'espai, d'aliment o no hi ha malalties ni depredadors, s'assoleix el valor màxim de r . Al valor màxim de r se l'anomena **potencial biòtic o reproductiu**.

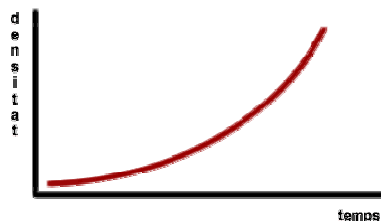
Les variacions produïdes en el nombre d'individus d'una població al llarg del temps, ve definit per l'equació següent:

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N \quad (\text{on } N \text{ és el nombre d'individus, } t \text{ és el temps i } r \text{ el potencial biòtic})$$

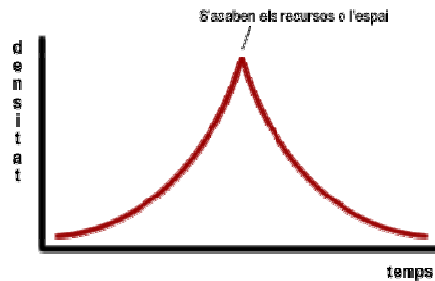
L'expressió anterior és una equació diferencial la solució de la qual ens permet calcular el nombre d'individus de la població en qualsevol instant:

$$N_t = N_0 \cdot e^{rt}$$

Si la població no tingues limitacions, creixeria indefinidament de forma exponencial (corba en forma de J).



En la natura això només és possible en situacions molt concretes, per exemple, quan un organisme envaeix un medi sense explotar, en el que no hi troba competidors. Lo normal és que l'ambient freni el desenvolupament d'una població (per esgotament de nutrients, falta d'espai, malalties, etc), i la població pateixi una davallada.



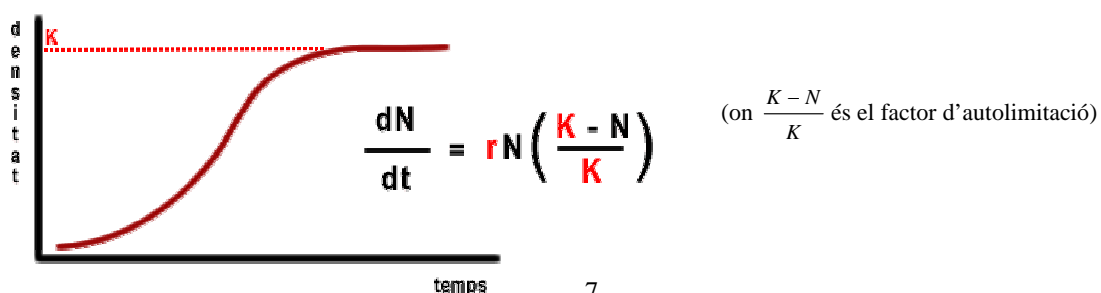
Aquesta no sol ser la situació habitual en les poblacions naturals, tot i que en alguns casos pot assemblar-s'hi, com en el cas de les plagues que proliferen sense fre, fins a acabar amb el recurs.

Normalment abans d'arribar a una densitat crítica, comencen a donar-se mecanismes de control de la població que fan que disminueixi la seva taxa de creixement. Si escasseja el menjar, pot haver-hi més morts que naixements (el valor **r** es fa més baix o negatiu). Quan l'espai es limita, la pròpia interacció entre els individus de la mateixa espècie pot frenar el procés de creixement, les molèsties d'uns individus respecte als altres poden, per exemple, disminuir la taxa de fertilitat.

Per un espai determinat i amb un nivell de recursos limitat, la població arribarà a un nivell d'equilibri, un valor màxim de la població **K**, que s'adequarà a l'espai i els recursos disponibles.

El nombre d'individus d'una població determinada que pot mantenir-se en l'ambient on viu sota unes determinades condicions ambientals, rep el nom de **capacitat de càrrega** (**K**). De manera que si la població excedeix aquest límit màxim, la mortalitat augmenta de seguida i la població comença a minvar.

Quan el creixement és més lent i s'estabilitza en la capacitat de càrrega, llavors la corba té forma de **S** i s'anomena creixement sigmoïdal o logístic.



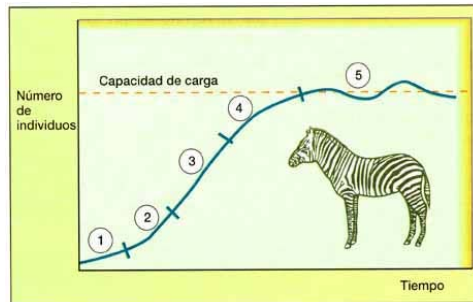
La corba de creixement d'una població passa doncs per una sèrie de fases:

Fase 1, inicial, caracteritzada per un creixement lent (pocs individus inicials)

Fase 2 i 3, fases de creixement ràpid, gairebé exponencial

Fase 4, de creixement lent ja que la població s'aproxima a la capacitat de càrrega

Fase 5, de fluctuacions al voltant del límit de càrrega (equilibri dinàmic)



Estratègies de supervivència

L'objectiu d'una població és la seva supervivència al llarg del temps. Aquesta s'aconsegueix si cada generació deixa un nombre de descendents viables suficient per a garantir-la.

Aquesta supervivència es pot aconseguir amb dues estratègies diferents però igualment efectives.

1. Espècies que tenen molts descendents i molta mortalitat infantil (els direm estratègia de la **r** o organismes oportunistes)
2. Espècies amb pocs descendents però amb mecanismes que fan molt probable que visquin molt de temps (estratègia de la **K** o organismes especialistes)

Els individus de les dues estratègies tenen característiques diferents:

| | r | K |
|---------------------------------------|----------------------------------|--|
| Grandària | <i>petits</i> | <i>grans</i> |
| Taxa de natalitat | <i>alta</i> | <i>baixa</i> |
| Taxa de mortalitat | <i>Alta, sovint catastròfica</i> | <i>baixa</i> |
| Núm. ous o fills / reproductor | <i>molts</i> | <i>pocs</i> |
| Pes de l'ou o nadó | <i>baix</i> | <i>alt</i> |
| Edat 1a reproducció | <i>aviat</i> | <i>tard</i> |
| Posició a la xarxa tròfica | <i>baixa</i> | <i>alta</i> |
| Temps mitjà de vida | <i>relativament curt</i> | <i>relativament llarg</i> |
| Condicions ambientals | <i>Canviants, no previsibles</i> | <i>Constants o regularment variables</i> |

Exemples

Molts microorganismes, com bacteris, algues i alguns fongs. Nombrosos insectes i vertebrats com els ratolins.

La majoria d'aus, mamífers i també aquells insectes que tenen cura de la seva prole

4. Interaccions en l'ecosistema. Relacions intra i interespecífiques.

Les poblacions persisteixen al llarg del temps si aconseguen l'espai i els recursos necessaris, i l'ambient els hi és favorable. Cadascun dels individus pateix les possibles variacions de l'ambient i la falta o l'abundància dels recursos que en molts casos ha de compartir amb altres individus de la mateixa espècie o, de vegades, amb individus d'altres espècies. Per tant existeix sempre una possible competència pels recursos i l'espai entre individus de la mateixa espècie (**competència intraespecífica**) o amb individus d'altres espècies (**competència interespecífica**).

Si l'espai o els recursos són abundants i l'ambient favorable, la capacitat de càrrega, **K**, serà elevada i podran **coexistir** molts individus de la mateixa espècie o de diverses espècies que comparteixin el mateix recurs. Si els recursos són limitats, la competència serà, en canvi, intensa i el creixement i la reproducció de cada individu pot veure's compromesa, el que pot comportar la mort d'alguns individus i, a la llarga, la desaparició de l'espècie.

La **competència intraespecífica** és la que origina la corba sigmoïdal de creixement que s'observa en moltes poblacions, sobretot en experiments de laboratori, en absència d'altres espècies competidores. La regulació del nombre d'individus de la població es fa molt abans d'arribar a la capacitat de càrrega i es produeix de diverses maneres.

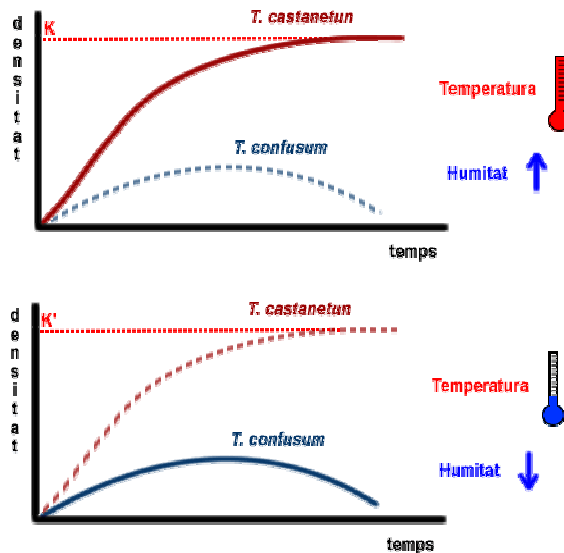
- Disminució del creixement individual. Els individus que creixen en poblacions denses són més petits que els que ho fan a densitats baixes.
- Baixa la taxa de reproducció i el nombre de descendents / posta. L'estrès provocat per l'alta densitat provoca canvis en el comportament que fan que els individus es reproduueixin menys o no ho facin.
- Diferents tipus d'interaccions socials (mascles dominants, organització familiar, etc.) regulen la taxa de creixement de la població.
- La temporalitat. Quan cada animal o grup familiar té un territori, les interaccions entre grups regulen la població. Els territoris són petits si els recursos són abundants (i la població total creix) i viceversa.

Tots aquests mecanismes contribueixen a regular la població dins d'uns valors determinats de densitat que depenen dels recursos i l'espai, i també de la fluctuació i canvis en l'ambient (la capacitat de càrrega, **K**).

Quan dues espècies competeixen pel mateix recurs o pel mateix espai, s'esdevé la **competència interespecífica**. El competir pels recursos podria fer-nos pensar que, si una espècie és més hàbil en la captura del recurs o més eficient en la seva utilització, acabarà augmentant molt la seva població i l'altra espècie pot disminuir tant que desaparegui, el que en diem **exclusió competitiva** o l'estratègia del més fort.

Alguns experiments de laboratori suggereixen que aquesta és una regla que s'aplica de forma general als organismes, com els realitzats amb escarabats de la farina (els científics busquen sempre animals fàcils de criar i, si pot ser, barats, per fer els seus experiments).

Aquests experiments mostren que si criem dos espècies d'escarabats de la farina (*Triboleum castaneum* i *Tribolium confusum*) en un pot ple de farina, després d'un temps un desapareix i l'altre desenvolupa una població que arriba al nivell dels recursos dels que disposa. Tot i que quan hi ha pocs individus la densitat de totes dues espècies creix, quan n'hi ha molts la interacció entre ells fa que només quedi una espècie. L'espècie que queda pot ser diferent en funció de les característiques ambiental. En el cas de l'escarabat de la farina, segons la temperatura i la humitat es selecciona una de les dues espècies.



Però a la natura observem que hi ha moltes espècies i moltes semblen viure del mateix recurs. Es pot dir que els casos on s'ha constatat a la natura que per exclusió competitiva una espècie ha eliminat l'altra són l'excepció. La regla és que moltes espècies **coexisteixin** aparentment usant els mateixos recursos o el mateix espai.

Aquesta coexistència és possible per la multitud de mecanismes de **segregació ecològica** que existeixen a la natura (resultat de milers d'anys d'evolució) i que fan la competència menys intensa o inexistent. Entre aquests mecanismes distingim:

- **Segregació temporal.** Dues espècies s'alimenten del mateix però no coincideix en el temps (una a la primavera i l'altra a la tardor)
- **Segregació en l'espai.** No viuen al mateix lloc, una a les parts altes i l'altra a les baixes d'una vall, per exemple
- **Partició dels recursos.** Mentre les ovelles, per exemple, mengen herba fresca, les cabres mengen altres tipus de vegetació, i totes dues poden coexistir en un ecosistema.

La competència es transforma així, no en un mecanisme d'exclusió, sinó en un mecanisme de diversificació. Potser la densitat final de dues espècies que competeixen no és tant alta com ho fora si visquessin soles, però no hi ha exclusió com els experiments ens farien pensar.

La depredació

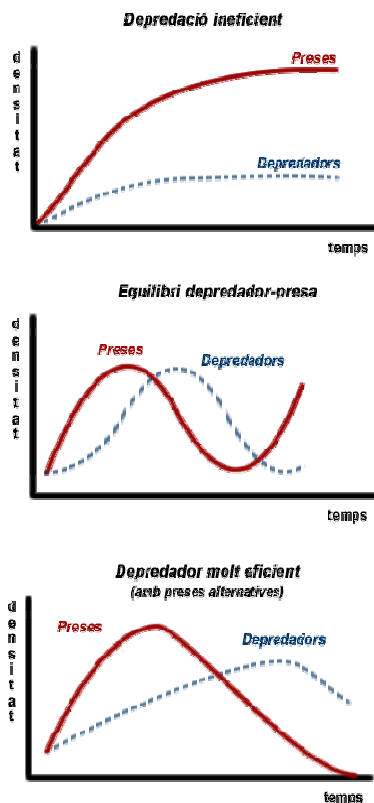
A les xarxes tròfiques, l'energia fixada pels productors primaris es consumida pels herbívors i aquests poden ser menjats per carnívors o omnívors. Els animals que s'alimenten d'altres animals són depredadors.

Un depredador és un animal que obté un menjar més elaborat que un herbívor (més energia per unitat de pes) i de més qualitat (més fàcil de digerir). De totes maneres l'obtenció de l'aliment també li és més difícil (ha de córrer, per exemple).

El creixement de la població del depredador depèn de l'abundància de preses. Normalment el depredador és de grandària més gran que la seva presa, i el nombre de descendents que produeix per femella és menor. El depredador tendeix a ser una espècie d'estratègia de la **K** i la presa de la **r**.

La relació entre depredador i presa és molt variable en funció de molts factors, incloent els ambientals, i també en funció de l'especificitat del depredador (si pot alimentar-se d'altres preses).

Un depredador eficient, hàbil, pot disminuir la densitat d'una presa a valors molt baixos; en canvi un depredador poc eficient pot resultar inofensiu per alguna de les seves preses.



Igualment, com passava amb la competència, la depredació no sol ser un element que de forma habitual signifiqui la desaparició de moltes espècies, excepte en alguns casos, i molt particularment en les introduccions d'espècies que l'home fa entre àrees llunyanes (les rates, per exemple). Al llarg de l'evolució s'han donat molts mecanismes de **defensa** que han fet que preses i depredadors mantinguin més aviat un equilibri més que no pas una lluita desigual.

En el cas de la competència, les dues espècies resulten perjudicades, tot i que no hi ha exclusió és evident que el nombre d'individus d'una espècie no creix tant si existeix l'altra espècie. El cas de la depredació és una relació en el que una de les espècies resulta afavorida (el depredador) i l'altra perjudicada (la presa). Hi ha d'altres relacions en les quals són totes dues espècies les que surten beneficiades de la interacció o, si més no, cap de les dues en surt perjudicada. És el cas, per exemple, del **comensalisme**, el **mutualisme** i la **simbiosi**, tot i que de vegades es difícil establir els límits entre elles.

Mutualisme

És una relació en la qual s'associen dues espècies amb el resultat de benefici mutu. Un cas ben notori és el d'organismes netejadors. L'esplugabou, per exemple, és una au que es posa sobre el llom dels grans herbívors (o dels cocodrils) i s'alimenta dels seus paràsits. El benefici per al quadrúpede rau en el comportament de l'ocell, el qual "l'avisava" dels perills que s'apropen. És similar el cas dels peixos netejadors, que separen restes de menjars o paràsits de peixos més gran (taurons i rèmores).

Simbiosi

Seria un cas de mutualisme en el que la interdependència de les dues espècies és molt forta. Pressuposa una integració més íntima entre els espècies que sovint implica l'acoblament del funcionament dels dos individus, fins al punt que sovint els dos organismes viuen lligats. Serien casos de simbiosi: simbiosi d'organismes aquàtics amb algues (coralls algues zooxantel·les), líquens (algues i fongs), micorizes (arrels de plantes superiors amb el miceli dels fongs), simbiosi de plantes lleguminoses amb bacteris fixadors del nitrogen, etc. (veure detall de les relacions de simbiosi al llibre 1er batx barcanova)

Comensalisme

En aquesta relació una de les espècies obté benefici, mentre que l'altra no es afavorida ni perjudicada. Els avantatges que obté l'espècie afavorida poden ser molt diversos: aliment, protecció enfront depredadors, habitatge, transport, etc. És freqüent que el comensal faci servir el cos de l'hoste com succeeix amb el peix agulla, que es refugia en l'interior de les holotúries que es mostren indiferents a la seva presència. Un cas similar succeeix amb els cirrípedes marins que es fixen a la pell dels grans cetacis, i són transportats per ells i augmenten també la possibilitat de captar aliments. Altres comensals fan servir l'habitatge dels seu hoste: en el niu de les aus, o en els caus dels mamífers o rèptils viuen una gran quantitat d'organismes comensals que aprofiten els residus d'aliments, les excrecions, les restes de mudes, etc dels seus amos.