

L'ESTRUCTURA DELS ECOSISTEMES: La biocenosi



Introducció

- Els organismes interactuen amb el seu medi ambient en diferents nivells:
 - Les condicions físiques que envolten un organisme, com la temperatura, la humitat, la llum, influeixen en els processos fisiològics bàsics que són crucials per a la seva supervivència i creixement.
 - Un organisme ha d'adquirir els recursos essencials del medi ambient que l'envolta i al fer-ho s'ha de protegir per no transformar-se en l'aliment d'altres organismes.
 - Un organismes ha de diferenciar un amic d'un enemic, distingir entre companys potencials i possibles depredadors, tot amb l'**objectiu final de tot ésser viu: passar els seus gens a les generacions posteriors.**

- El medi ambient en el que cada organisme dur a terme la seva “lluita per l'existència” és un lloc, una localització física en el temps i en l'espai. Pot ser tan gran i estable com un oceà o tan petit i transitori com un toll d'aigua en el sòl.

- **El medi ambient** d'un organisme inclou ...
 - els altres organismes que coexisteixen amb ell i,
 - les condicions físiques i químiques que el poden afectar.

L'ecologia

És la ciència que estudia les interaccions entre els éssers vius i el lloc on viuen.

- Els organismes interactuen amb el medi ambient dins del context de l'**ecosistema**.

ecosistema = eco + sistema

- eco = ambient
- sistema = conjunt de parts relacionades que funcionen com una unitat.

Un ecosistema es format per dos elements bàsics que interactuen: el component viu o **biòtic** i el component físic o **abiòtic**.

Poblacions, comunitats i ecosistemes

- **Població**: conjunt d'individus d'una mateixa espècie que habiten en un indret determinat.
- **Comunitat o biocenosi**: conjunt de poblacions de diferents espècies que viuen relacionades en un mateix indret.
- **Ecosistema**: conjunt format pels éssers vius d'un indret (*comunitat o biocenosi*), el medi físic i químic d'aquest indret (*biotop*), i les interaccions que s'estableixen entre tots aquests elements.

Elements d'un ECOSISTEMA

BIOCENOSI

- Part **BIÒTICA** de l'ecosistema.
- Constituïda per...
 - Conjunt de poblacions d'éssers vius
 - Relacions biòtiques

BIÒTOP

- Part **ABIÒTICA** de l'ecosistema.
- Constituïda per...
 - El medi
 - El substrat
 - Els factors ambientals.

Les interaccions entre la biocenosi i el biòtop limiten la distribució de les espècies.

La biocenosi

- **Part biòtica** (viva) de l'ecosistema.
- Integrada per les **poblacions de les diferents espècies que viuen relacionades en el mateix biòtop.**
- Les relacions entre els organismes s'anomenen **relacions biòtiques.**
 - Relacions intraespecífiques
 - Relacions interespecífiques

Relacions **intra**específiques

- Relacions biòtiques que s'estableixen **entre els organismes de la mateixa espècie**.
 - Poden ser:
 - Relacions **de cooperació** (beneficioses)
 - Donen lloc a les *associacions* intraespecífiques.
 - Relacions **de competència** (perjudicials)
 - Donen lloc a la *territorialitat*

- Els avantatges que aporta la vida en grup es coneix amb el nom d'**efecte de grup**.
- El desavantatges que sorgeixen quan la densitat de població és excessiva s'anomenen **efecte de massa**. Els més importants són **l'esgotament de l'aliment** per sobreexplotació, **l'acumulació d'excrements** i la **falta d'espai vital** per reproduir-se i tenir cura de les cries.

Relacions de cooperació: les associacions

- Les associacions intraespecífiques poden ser:
 - Associacions familiars
 - Associacions colonials
 - Associacions gregàries
 - Associacions estatals

Les associacions familiars

- Són les que s'estableixen entre els progenitors i la seva descendència.
- Finalitats fonamentals: reproducció i atenció a la prole.
- Tipus:
 - **Parental monògama**: un mascle i una femella amb les seves cries (la majoria d'aus)
 - **Parental polígama**: un mascle i diverses femelles amb les seves cries (ex. cérvols, lleons)
 - **Matriarcal**: una femella amb les seves cries (ex. aràcnids)
 - **Patriarcal**: un pare amb les seves cries
 - **Filial**: formada tan sols pels fills que són abandonats pels pares (la majoria de peixos i insectes)



Associacions parentals monògames: moltes aus.



Associació matriarcal: els elefants.



Associacions patriarcals: molts simis



Associacions parentals polígames: lleons, lleons marins.



Associacions filials: els peixos abandonen els seus ous, i quan neixen els alevins s'apleguen en grans bancs per defensar-se millor.

Associacions gregàries

- Els individus viuen en comú durant un període de temps més o menys llarg amb la finalitat d'ajuda-se mútuament en...
 - La **recerca d'aliment**.
 - La **protecció davant dels depredadors** o dels factors ambientals.
 - L'**orientació** durant les migracions.
- Els individus que les constitueixen no tenen perquè tenir cap relació de parentiu.



Banc de peixos



Bandades d'aus



Manades de mamífers

Associacions estatals

- La societat estatal està constituïda per un **grup d'individus jerarquitats** entre si.
- Aquests individus solen ser diferents anatòmicament i fisiològicament.
- Es produeix una **divisió del treball**.
- Els individus que les formen depenen els uns dels altres per sobreviure.
- Exemples: societats d'abelles, vespes, formigues i tèrmits.



REINA



MACHO



OBRERA



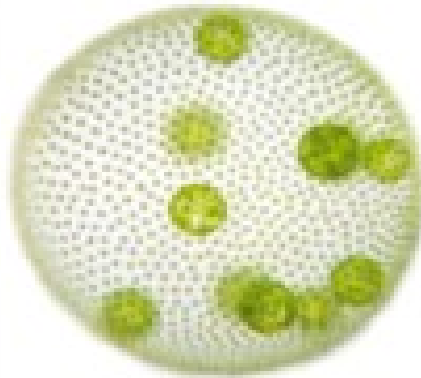
SOLDADO

Associacions colonials

- Formada per individus originats per reproducció asexual a partir d'un progenitor comú. Els individus que les integren estan units físicament. Poden ser tots iguals o presentar diferències morfològiques i fisiològiques.



Corall (colònia de pòlips)



Volvox (alga colonial)



Physalia (colònia flotant de cnidaris)

Relacions de competència intraespecífica

- Quan els **recursos són limitats** es produeix una **competència** entre els individus de la mateixa espècie. Pot ser per **l'aliment**, per **l'espai**, per **la llum**, per **la parella**, etc.
- Té un efecte negatiu sobre els individus.
- Conduïx a la reducció de la supervivència, del creixement i de la reproducció dels individus que competeixen.
- La variabilitat entre els individus és la causa que alguns, els competidors forts, resultin menys perjudicats en la interacció que els altres, els competidors febles o pitjor adaptats.

La competència intraespecífica és un agent de l'evolució, representa “la lluita per la vida” de Darwin que condueix a la supervivència dels individus més aptes, els quals aporten aquestes característiques genètiques favorables a les generacions següents.

Relacions **inter**específiques

- Relacions biòtiques que s'estableixen en una comunitat **entre individus d'espècies diferents**.
 - Poden ser:
 - Beneficioses per a les dues espècies (+/+)
 - Perjudicials per a les dues espècies (-/-)
 - Beneficiosa per a una i perjudicial per a l'altra (+/-)
 - Beneficiosa per a una i indiferent per a l'altra (+/0)

- Les relacions interespecífiques més importants són:
 - Depredació (+/-)
 - Parasitisme (+/-)
 - Mutualisme (+/+)
 - Simbiosi (+/+)
 - Comensalisme (+/0)
 - Competència interespecífica (-/-)

Depredació

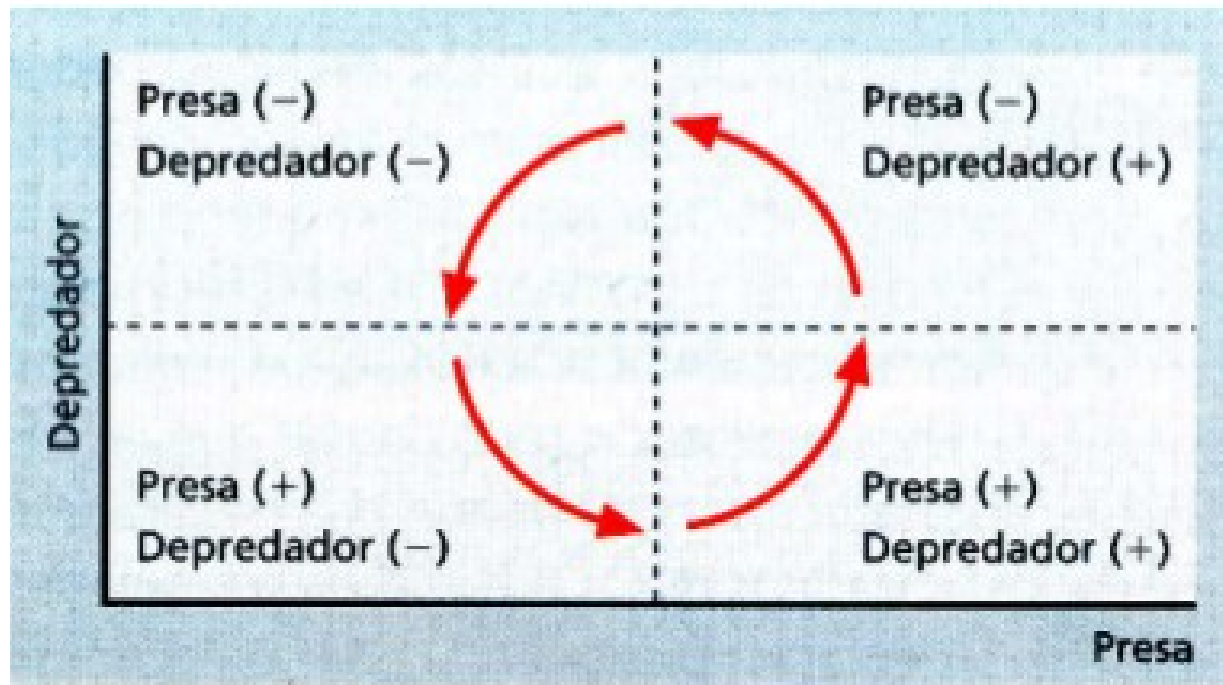
- És l'activitat de captura i mort que exerceixen uns individus (depredadors) sobre uns altres (preses).
- Es tracta de dues espècies de vida lliure. No hi ha relació anterior i directa entre les dues.
- Una de les espècies surt clarament perjudicada ja que serveix d'aliment a l'altra espècie que surt beneficiada (+/-).



- S'aplica el terme d'**herbivorisme** per fer referència a la **depredació herbívora**.



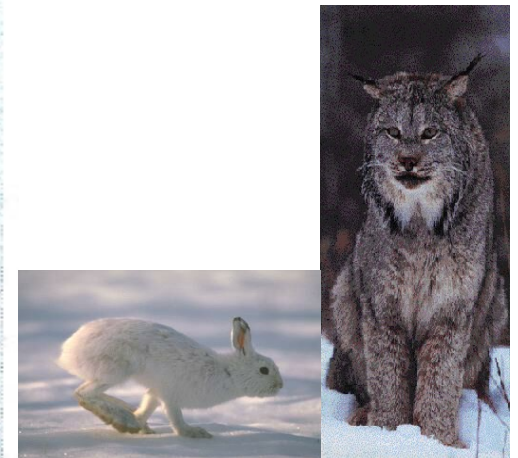
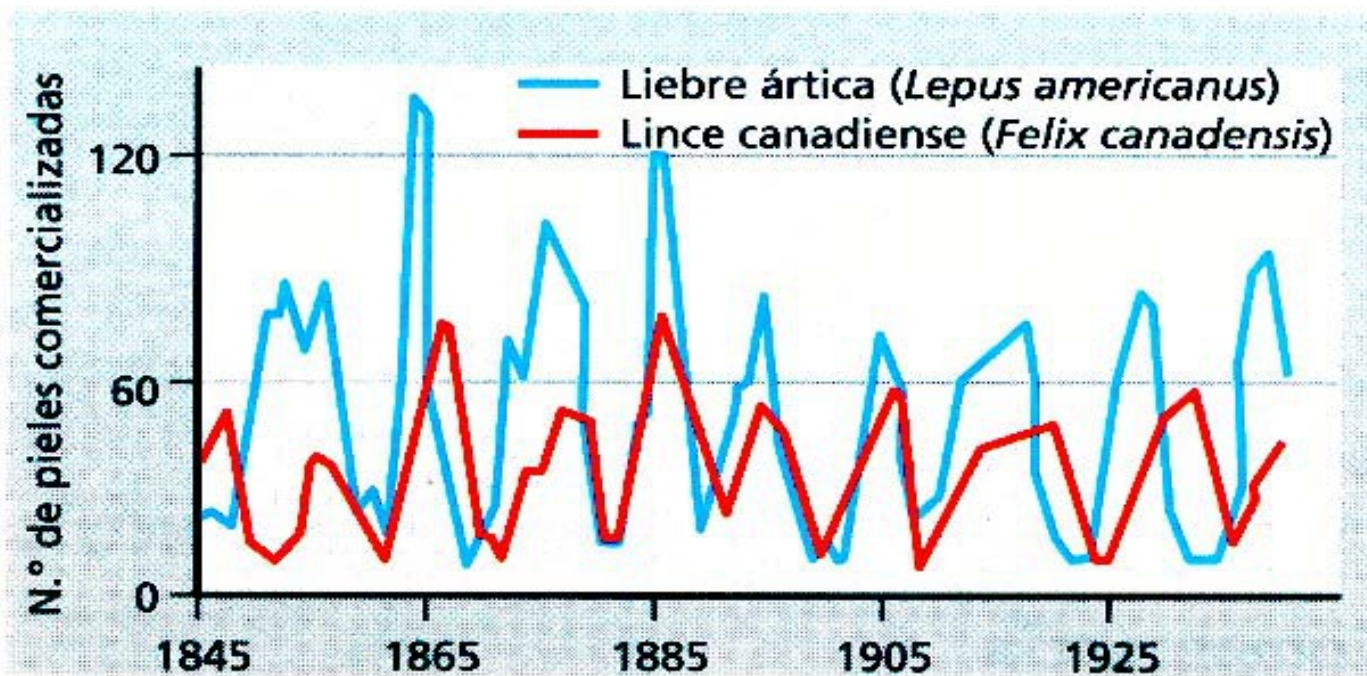
- Els depredadors controlen les poblacions de preses, alhora que aquestes controlen passivament les poblacions dels seus depredadors (sistema de retroalimentació)



Representació mitjançant un diagrama d'espai de fases del comportament mutu de les poblacions del depredador i la presa

Sistema depredador-presa

- Un augment de la població de l'espècie presa afavoreix el creixement poblacional de l'espècie depredadora que s'alimenta d'aquesta, i es fa tan nombrosa que produeix la disminució de l'espècie presa; quan aquesta disminueix, falta l'aliment per a l'espècie depredadora, que, en disminuir, permet la recuperació de la població presa, i així indefinidament.



Representació gràfica de les **fluctuacions periòdiques** de les poblacions depredador-presa. Les dades es basen en les captures fetes pels caçadors canadencs.

- Els depredadors presenten adaptacions per la captura de les preses, i aquestes mostren adaptacions destinades a la fugida o a la defensa.
- Exemples d'adaptacions dels depredadors:
 - **Sentits desenvolupats** que els permeten localitzar i identificar les preses potencials.
 - Presència de **garres, dents, ullals, agullons, verí...** que els ajuden a atrapar i immobilitzar els organismes dels que s'alimenten.."
 - **Rapidesa i agilitat.**
 - Coloració críptica de **camuflament** amb el medi.



- Exemples d'adaptacions de les preses
 - Coloració críptica, de camuflament amb el medi.
 - Defenses químiques (alcaloides, toxines, secrecions pestilents...), de vegades acompanyades de coloracions aposemàtiques (brillants) que serveixen d'advertència de la seva perillositat.
 - Coloracions mimètiques per ser confosos amb d'altres.
 - Mimetisme batesià (d'engany): una espècie inofensiva i comestible presenta l'aspecte d'una altra espècie no comestible o perillosa per als depredadors.
 - Mimetisme mülerià (d'avís): dues o més espècies no comestibles (perilloses) s'assemblen entre si.
 - Reacció de fugida i d'agrupament per minimitzar el risc i desorientar el depredador.
 - Presència de cuirasses protectores: pues dels eriçons, closques cloïsses..



Les ralles blanques i negres de la mofeta (color aposemàtica) adverteixen als possibles depredadors de les secrecions desagradables.



Abella



Vespa

Mimetisme mülerià: dues espècies no apetitoses se mimetitzen entre si



Mimetisme batesià: una espècie inofensiva imita a una espècie perillosa

Parasitisme



- És la relació que s'estableix quan un individu, **el paràsit**, viu a costa dels fluids nutritius d'un altre individu, **l'hoste**, al qual perjudica sense causar-li la mort a curt termini.
- Hi ha dos tipus de paràsits:
 - Els **ectoparàsits**, viuen a l'exterior de l'hoste, al que li xuclen la sang o la saba. Són les xinxes, els polls, les paparres, les puces, les sangoneres, el vesc, fongs com el sègol banyut i el rovell del blat.
 - Els **endoparàsits**, viuen a l'interior dels organismes. Presenten simplificacions i modificacions de la seva estructura com a resultat evolutiu de l'adaptació al medi intern de l'hoste. En són exemples els cucs intestinals, la tènia, molts protozous com *Plasmodium*, causant de la malària, nombrosos bacteris, etc.



Claviceps purpurea, fong paràsit de gramínies.



Viscum album, el vesc és una planta semiparàsita

Mutualisme



- És la relació en la qual s'associen dues espècies amb el resultat d'un benefici mutu (+/+). No és una unió íntima.
- Gràcies a la relació els individus d'ambdues espècies milloren la supervivència, el desenvolupament o la reproducció.
- Si la interdependència de les dues espècies és molt forta la relació s'anomena **simbiosi**. Pressuposa una unió íntima, estructural i permanent entre els individus relacionats.

- Exemples de mutualisme:
 - Associació entre les molles i els troncs dels arbres. Per una banda la molsa assoleix una alçada que no aconseguiria d'una altra manera i així no ha de competir per la llum amb altres plantes del sòl. L'arbre aconsegueix humitat i protecció davant els incendis.



- Els organismes netejadors.
 - L'esplugabous, per exemple, s'alimenta dels paràsits dels bòvids. El benefici per al quadrúpede rau a més en el comportament de l'ocell, el qual “l'avisa” dels perills que s'apropen.



- Relació entre els insectes que pol·linitzen les plantes i n'obtenen el nèctar de les flors.
- Els animals que ingereixen les llavors i els fruits de les plantes, i les dispersen.
- El peix pallasso es resguarda dels seus enemics entre els tentacles de les anemones i a la vegada les defensa d'alguns peixos que poden menjar-se-les.



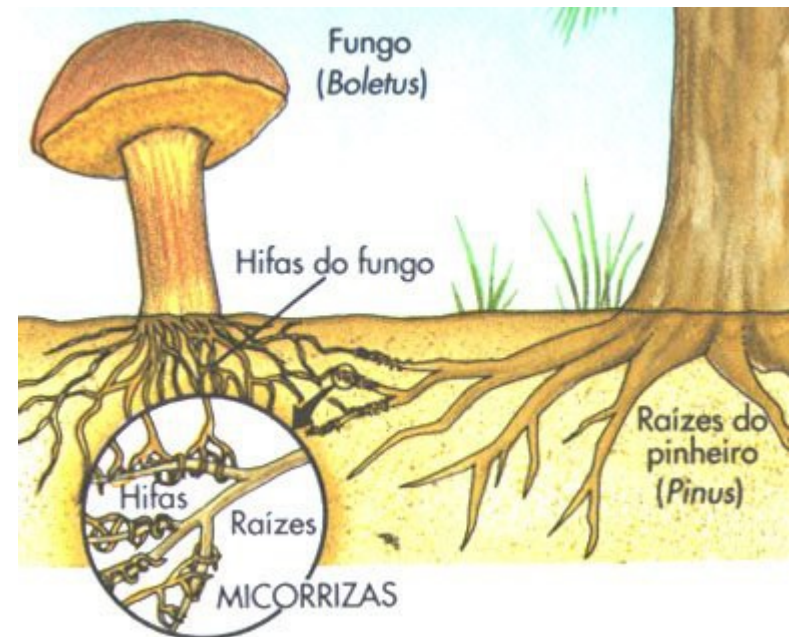
- Exemples de simbiosi:
 - Els líquens són una associació d'algues i fongs, en què les algues troben un substrat i un ambient humit on viure-hi, i els fongs aprofiten part de la matèria orgànica fotosintetitzada.



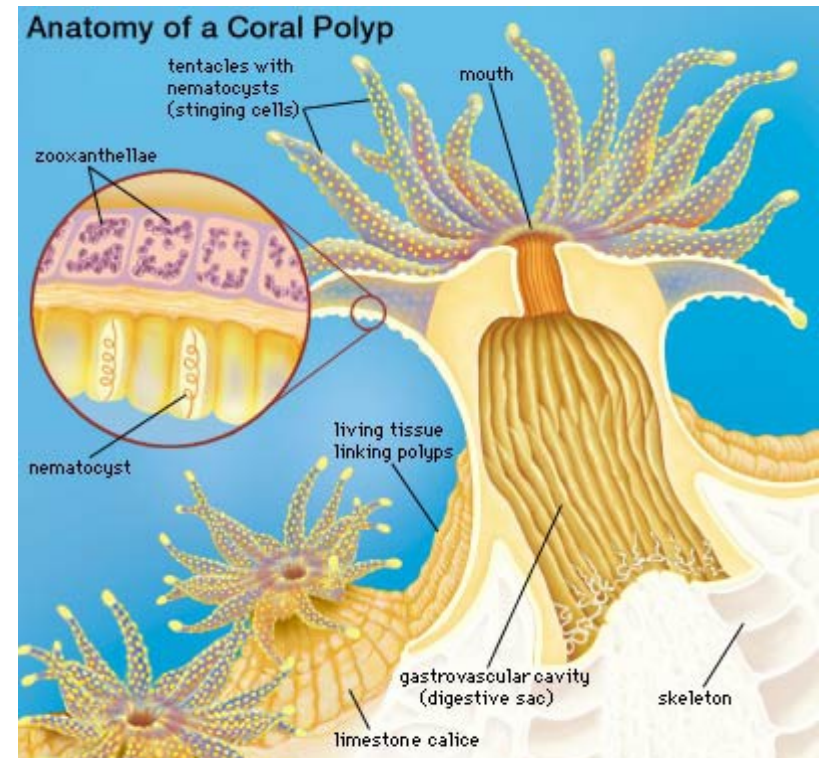
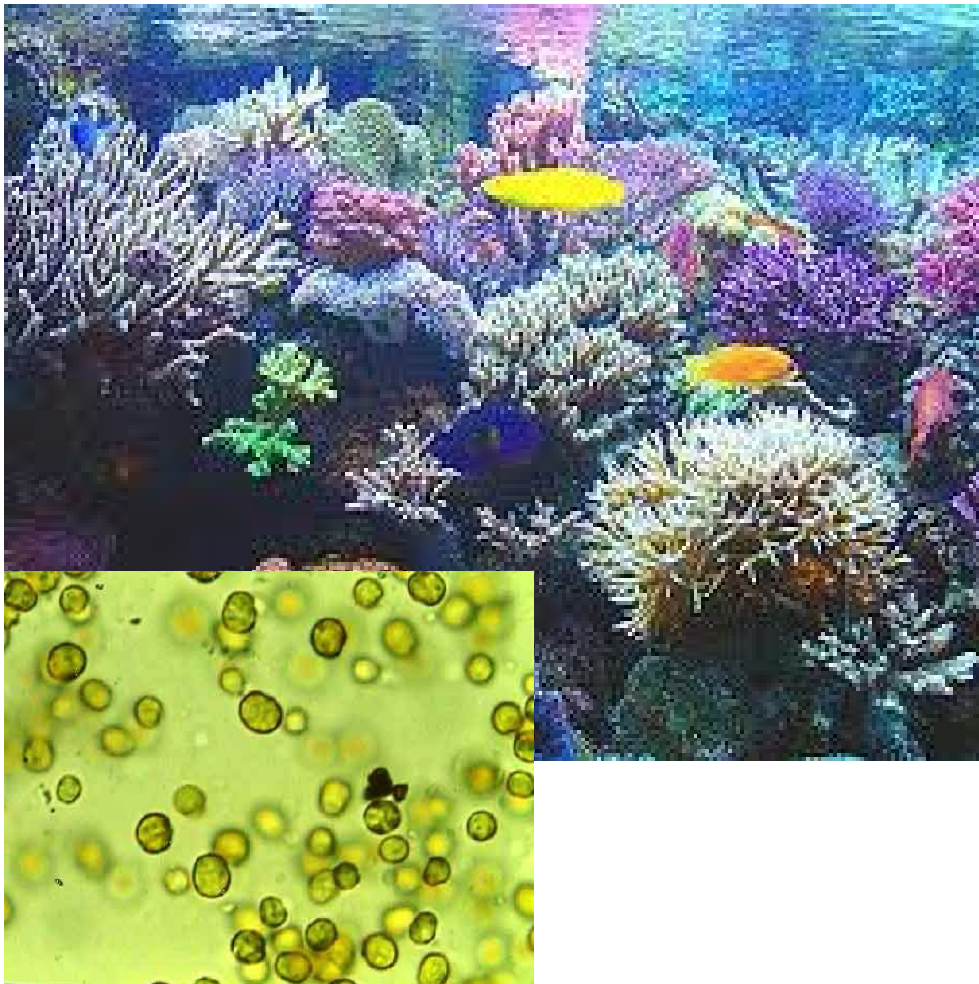
- Associació del bacteri *Rhizobium* amb les arrels de les lleguminoses. El bacteri cedeix a la planta part del N₂ atmosfèric que ha fixat, i n'obté matèria orgànica.
- Les micorizes són associacions entre les arrels d'alguns arbres amb el miceli dels fongs. D'aquesta manera la planta veu augmentat el seu sistema de captació d'aigua i d'altres substàncies procedents del sòl i el fong n'obté els productes de la fotosíntesi



Nòduls de *Rhizobium*



- Associació, als esculls coral·lins, entre les colònies de cnidaris i les algues zooxantel·les que hi viuen a l'interior. Les algues es beneficien de la protecció, del CO₂ i de les restes nitrogenades dels cnidaris, que la beneficien aportant-los oxigen i matèria orgànica.



Comensalisme



- Relació entre dues espècies en la que una (el comensal), se'n beneficia sense afectar de forma significativa a l'altra (l'hoste).
- El comensal es nodreix de l'aliment sobrant, secrecions, descamacions i altres restes de l'hoste, sense causar-li cap efecte perjudicial ni beneficis (+/0).
- A part del benefici tròfic, altres avantatges que obté l'espècie afavorida poden ser protecció, hàbitat (inquilinisme), transport (foresi)...

- Exemples

- Les esponges tenen al seu interior crustacis amfípodes (puces de mar) que s'alimenten de les restes del menjar i al mateix temps obtenen protecció.
- Associació entre l'esquirol i l'arbre que l'acull.
- Les rèmores són peixos proveïts d'una ventosa cefàlica amb la que s'adhereixen a peixos més grans com el tauró, que les transporta d'un lloc a un altre i a més s'alimenten de les restes del menjar que deixen.



- Alguns ocells s'alimenten dels insectes que surten del terra quan passen els bisons, les vaques, els cavalls i altres herbívors...



- Els bernats ermitans usen les caragoles marines buides per instal·lar-se i protegir el seu cos tou, i amb ells hi ha cucs que s'alimenten de les restes del cranc.
- Els nius d'ocells o els caus dels mamífers o rèptils allotgen un elevat nombre de comensals, majoritàriament sapròfits, com larves de dípters, coleòpters, àcars i altres animals que aprofiten les restes de menjar, les excrecions, mudes, plomes...

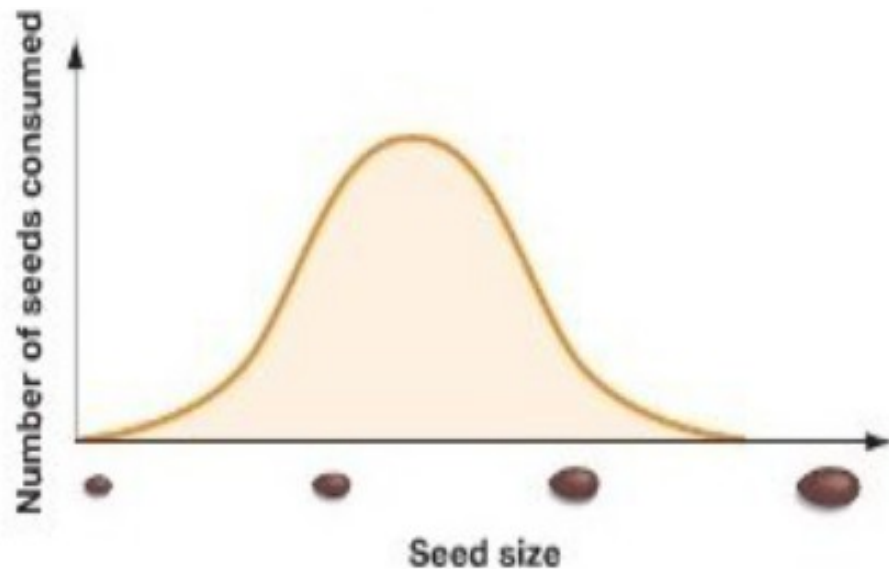


Competència interespecífica

- Quan dues espècies competeixen pel mateix recurs, s'esdevé la competència interespecífica.
- Exemples:
 - La malesa d'un jardí competeix amb les plantes pels nutrients del terra i per l'aigua.
 - Els linxs i les raboses competeixen per les llebres.
- La competència comporta que totes dues espècies resultin perjudicades, generalment una ho és més que l'altra.

Competència i concepte de nínxol ecològic.

- Es diu que els individus que competeixen ocupen el mateix **nínxol ecològic**.
- El nínxol ecològic representa el **conjunt de recursos que una espècie pot utilitzar i la varietat de condicions que pot tolerar.**

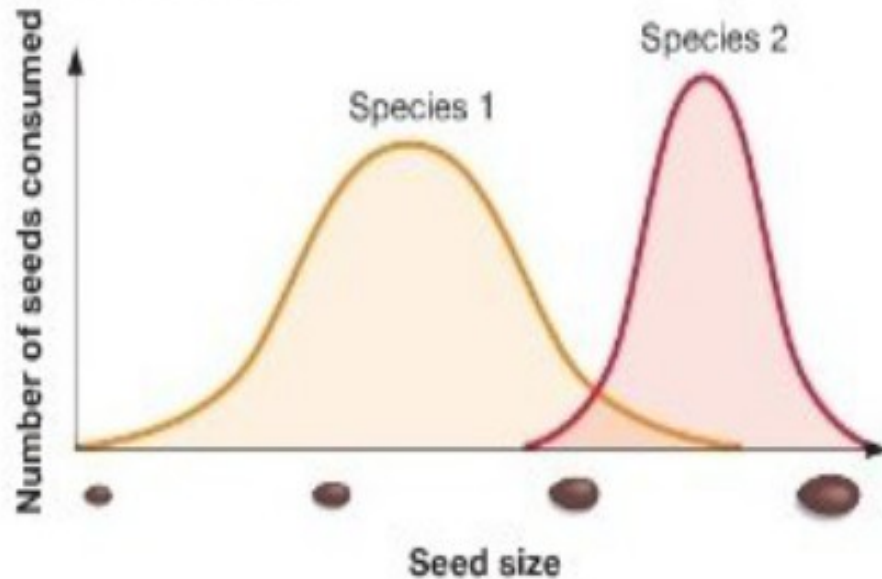


El gràfic representa un aspecte del nínxol per a una espècie hipotètica.

En aquest cas la grandària de les llavors ingerides pels individus d'una població, que podria ser proporcional a la grandària de la boca o de les dents.

Altres exemples podrien ser altres tipus d'aliments, o la temperatura, la humitat i altres condicions ambientals tolerades per l'espècie.

- La competència interespecífica té lloc quan els nínxols de dues espècies coincideixen.

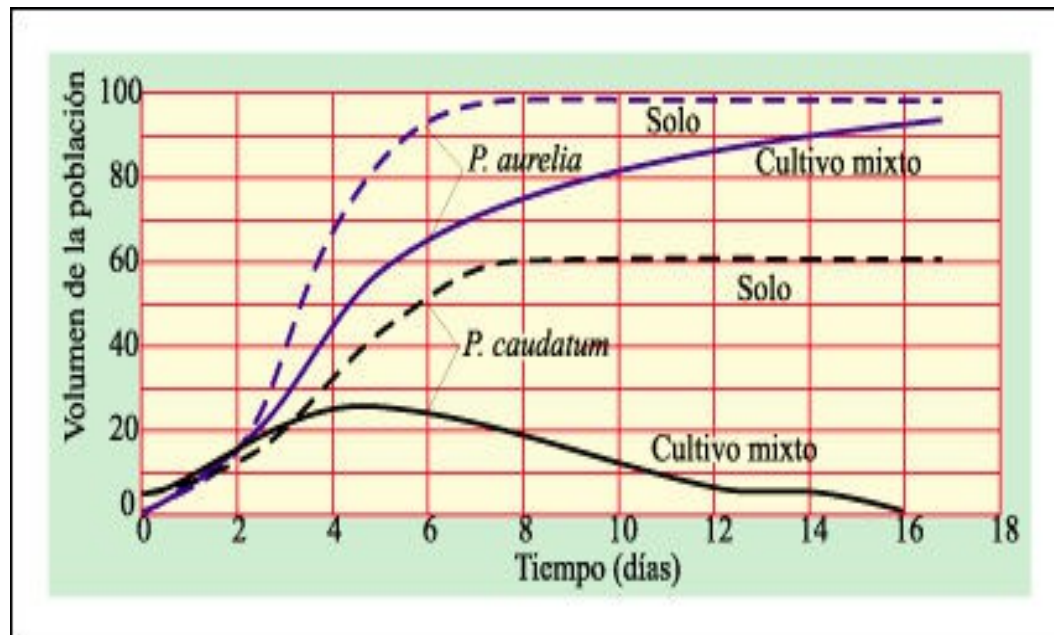


Les dues espècies representades competeixen per les llavors de grandària mitjana. Quan hi ha competència, cadascun dels individus aconseguirà menys llavors i l'eficiència disminuirà.

És per això que la competència es considera una interacció -/-.

Què passa quan una espècie és millor competidora?

- Una forta competència per un recurs limitat pot portar a l'eliminació d'una de les dues espècies competidores.
- Dues espècies no poden ocupar simultàniament i permanentment el mateix nínxol ecològic (**Principi d'exclusió competitiva**, Gause i al. 1934)



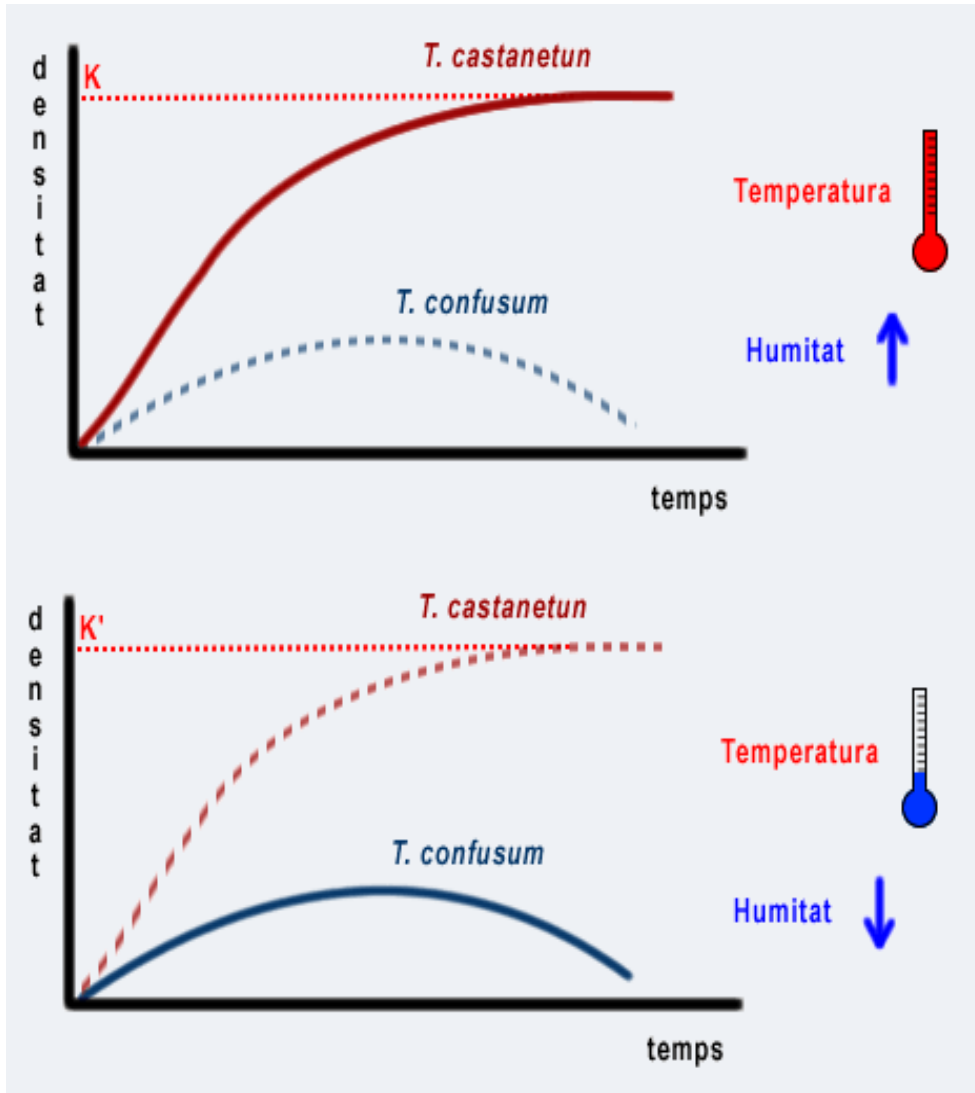
Experiments de Gause

Paramecium caudatum i *Paramecium aurelia* són cultivats primer per separat, sota condicions controlades i amb un subministrament constant d'aliment.

S'observa que *P.aurelia* té una taxa de creixement molt més alta que *P.caudatum*, la qual cosa indica que *P.aurelia* fa us del recurs d'una manera més eficient.

Quan es cultiven junts *P.caudatum* s'extingeix.

- Sovint els factors ambientals poden canviar el signe de la competència interespecífica.



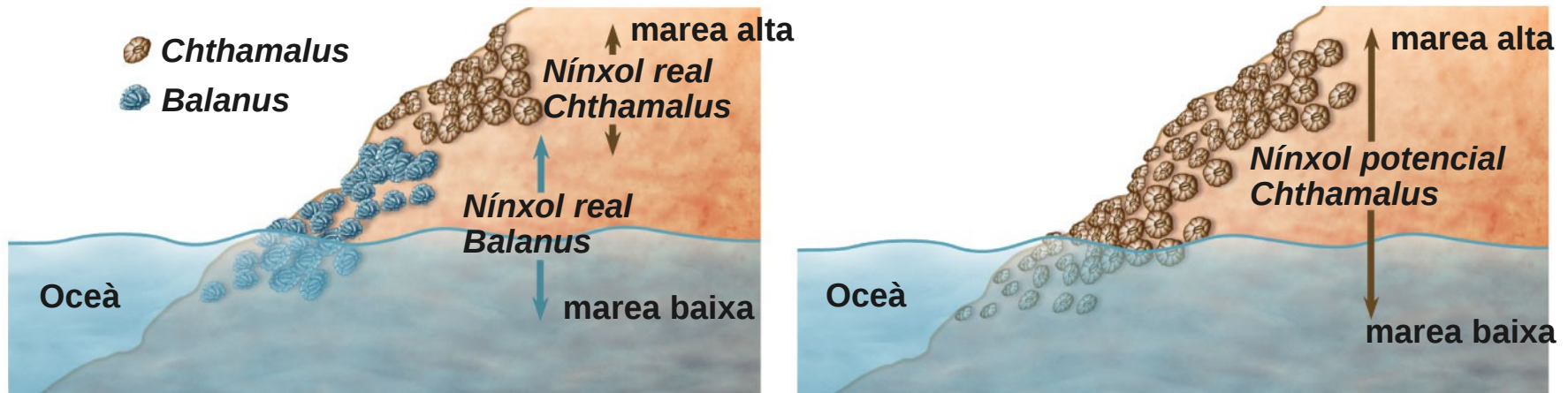
Quan es crien dues espècies d'escarabats petits de la farina (*Triboleum castaneum* i *Tribolium confusum*) es produeix una forta competència per l'aliment que pot portar una de les poblacions a desaparèixer

L'espècie exclosa pot ser qualsevol de les dues en funció d'una determinada combinació de factors ambientals.

- Després dels seus experiments, Gause va arribar a la conclusió de que **dues espècies que competeixen per un mateix recurs limitat no poden coexistir en un mateix lloc**. Una de les espècies usarà els recursos d'una forma més eficient i es reproduirà més ràpid que l'altra.
- Segons el principi d'exclusió competitiva dues espècies no poden coexistir en una comunitat si els seus nínxols són idèntics.

Investigació: És possible que el nínxol d'una espècie es vegi influenciat per la competència?

- L'ecòleg J. Connell va estudiar dues espècies de percebes, *Balanus* sp i *Chthamalus* sp, que tenen una distribució estratificada sobre les roques al llarg de la costa escocesa.
- A la natura, *Balanus* no sobreviu a la part alta de les roques perquè no resisteix la dessecació durant la marea baixa. En canvi *Chthamalus*, generalment es concentra sobre l'estrat superior de les roques.
- Quan Connell va eliminar *Balanus* de l'estrat inferior, la població de *Chthamalus* s'exten cap a aquesta zona.

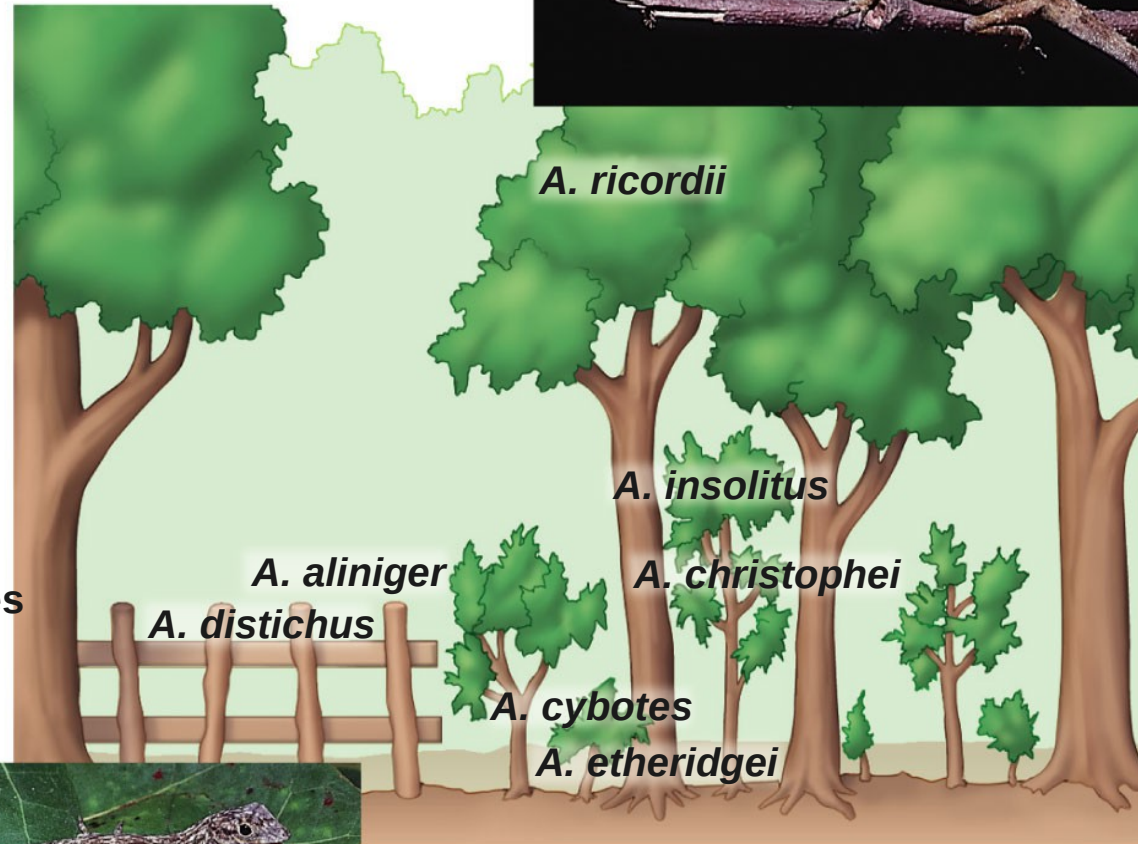


- Conclusió: la disseminació de *Chthamalus* a l'eliminar *Balanus* indica que la competència fa que el nínxol real de *Chthamalus* sigui molt més petit que el seu nínxol potencial.

- Tot i el principi d'exclusió competitiva, en la natura moltes espècies ecològicament similars coexisteixen aparentment usant els mateixos recursos o el mateix espai.
- Pot ser que la densitat final de les dues poblacions d'espècies que competeixen no sigui tan alta com si visquessin separades, però no té perquè haver exclusió.

- Quan la competència entre espècies que tenen el mateix nínxol no produeix l'extinció de cap d'elles, es deu a que **el nínxol d'una de les espècies s'ha modificat.**
- L'evolució per selecció natural pot aconseguir que una de les espècies utilitzi uns altres recursos.
- **La competència es transforma així, no en un mecanisme d'exclusió, sinó en un mecanisme de diferenciació de nínxols.**

A. insolitus
sobre branques
a l'ombra.



A. distichus
sobre tanques
asolellades.



Set espècies de llangardaixos de la República Dominicana, *Anolis*, coexisteixen tot i alimentar-se d'insectes i altres artròpodes petits. La competència per l'aliment és escassa perquè cada especie ocupa un nínxol diferent: s'ha produït una diversificació de nínxols