La inteligencia consiste no sólo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica.

Aristòtil.

ÍNDEX

AGRAÏMENTS 4

INTRODUCCIÓ 5

DOCUMENTACIÓ 7
1. L'ecosistema 7
1.1. Estructura d'un bosc mediterrani 7
1.2. Successions 7
2. El sòl 10
2.1. Tipus de sòls segons les seves funcions 10
2.2. Fertilitat i productivitat 11
2.3. Erosió 12
2.3.1. Erosió humana 12
2.3.2. Erosió natural 13
2.3.3. Curiositats: intents de la reducció de l'erosió 13
2.4. Incendis 14
3. La llavor 15
3.1. Concepte de llavor 15
3.2. Elements constituents d'una llavor angiosperma 15
3.3. Característiques de les llavors 16
3.3.1. Viabilitat o longevitat 16
3.3.2. Dormició 17
3.3.2.1. Tipus de dormició: latència exògena, endògena i combinada 17
3.4. Germinació 17
3.4.1. Condicions favorables per a la germinació 19
3.5. Tècniques de supervivència 19
3.5.1. Mecanismes de dispersió 19
3.5.2. Formes vitals 21
3.5.3. Cicles de vida 23
3.6. El banc de llavors 24
3.6.1. On trobar les llavors? 24
3.6.2. Dinàmica del banc 25

DISSENY I EXPERIMENTACIÓ 26
1. Descripció dels indrets mostrejats 26
1.1. Descripció del bosc 26
1.2. Descripció del camp de conreu 28
1.3. Descripció del camp abandonat 29
2. Disseny experimental 29
3. Estudis paral·lels 31
4. Mostrejos 33
4.1. Primer mostreig en el bosc (28-06-08) 33
4.2. Segon mostreig en el bosc (18-09-08) 35
4.3. Mostreig en el camp de conreu (2-07-08) 35
4.4. Mostreig en el camp abandonat (18-09-08) 36
4.5. Sembra de les mostres 37
5. Resultats 39
5.1. Descripció de les espècies emergides 40

5.2. Taules amb resultats 41

CONCLUSIONS 45
1. Conclusions relacionades amb la recerca 45
2. Conclusions relacionades amb els resultats 46
3. Utilitats del treball a la pràctica i a la teoria 49
4. El treball de recerca com a experiència personal 50

GLOSSARI 51

BIBLIOGRAFIA 52

AGRAÏMENTS

Abans de tot, haig d'agrair al meu tutor Miquel Àngel Marcé per la seva constant ajuda. Ell ha estat en tot moment a la meva disposició sempre que ho he requerit. Sense ell, el resultat final d'aquest treball de recerca no hauria estat ni de bon grat el mateix.

A més a més, cal donar les gràcies a la meva mare, que des del primer moment em va ajudar a contactar amb el senyor Bartolomé Valle de Sant Pere de Vilamajor, el qual em va oferir el seu camp de conreu per mostrejar. Ella, també, em va facilitar el transport a les zones de mostreig de Sant Pere de Vilamajor i encara més, va voler acompanyar-me a la Universitat de Barcelona, on vaig entrevistar-me amb el doctor Francesc Xavier Sans.

Agrair també al doctor Francesc Xavier Sans Serra, professor de botànica i coordinador del departament de Biologia Vegetal de la Universitat de Barcelona, la seva col·laboració. Ell em va proporcionar una informació d'importància cabdal en aquesta recerca, la qual he pogut aplicar a les conclusions entre d'altres apartats del treball.

Per finalitzar, cal també donar les gràcies al senyor Bartolomé Valle, l'agricultor que em va facilitar l'accés als seus cultius, sense els quals no m'hagués estat possible realitzar una bona part de la meva recerca.

INTRODUCCIÓ

Qualsevol treball d'investigació, estigui situat en l'àmbit científic o social, persegueix un objectiu molt clar, resoldre una incògnita, una pregunta que dirigirà tota la resta del treball, a la qual se li dóna una resposta inicial sense haver aprofundit en la qüestió.

Centrant-me concretament en el meu treball de recerca, s'exigeix un treball de camp important, en el qual és necessari fer un bon seguiment de la investigació. Com que estic ubicada dins l'àmbit científic, la meva recerca tracta sobre un tema bastant experimental. El fet que el treball es basi en l'experimentació m'atrau força, tot i que, com en tots els treballs d'aquest tipus, la feina no és fàcil. Realment, com a la majoria d'estudiants que realitzen els seus treballs de recerca, m'ha agradat la meva investigació i m'ha encarat encara més cap al camp al qual em vull dedicar en un futur, les ciències experimentals.

Quan vaig veure a les propostes del treball de recerca aquest tema, vaig tenir bastant clar que l'escolliria perquè em va cridar l'atenció i a més tenia dubtes sobre l'elecció d'altres temes.

Tota planta neix, creix, es reprodueix i mor, seguint el cicle de la vida. Però, per a què aquesta neixi es requereixen unes determinades condicions sense les quals la vida no és possible. Moltes han estat les vegades en què s'han arrasat terrenys sencers, sigui per motius naturals o procedents de la mà humana, privant així de vida a la vegetació d'aquests sòls. És quan sorgeix la pregunta de si és possible la regeneració natural de la vegetació manllevada d'un ecosistema. I si és possible, seria interessant valorar quines són les condicions més propícies per a una bona emergència de plàntules, així com els factors que hi poden influir negativament en aquesta. Tots els ecosistemes tenen les mateixes possibilitats de regeneració?

Fixant-nos en el context en el qual ens trobem avui en dia, amb la crisi econòmica que està envaint el món, podem enfocar d'alguna manera aquesta investigació. Aquesta crisi té la característica, entre d'altres motius, de la notable pujada que ha estat experimentant el petroli en els darrers temps. Molts són els agricultors que veuen cada cop més difícil realitzar diàriament la feina gràcies a la qual han viscut tota la seva vida. Sense combustible, no poden realitzar les tasques més bàsiques i quotidianes o bé cal realitzar-les d'una altra manera més eficient. Aquesta etapa econòmicament complicada origina paral·lelament una crisi alimentària, causada pel notable augment del preu dels aliments. Un exemple ho és el preu dels cereals, que ha experimentat una pujada considerable en els darrers mesos, tot i que els agricultors segueixen perdent un gran capital. De manera que molts d'ells poden optar per deixar els seus cultius i terres sense cultivar, erms. És interessant aleshores realitzar un estudi sobre les possibilitats de creixement i desenvolupament d'espècies que puguin sobreviure sense que ningú s'encarregui d'elles, sota unes condicions moltes vegades complicades o extremes, ja que l'abandó d'un camp de conreu comporta altres problemes, com l'erosió, agreujats pels problemes de fertilitat.

Com passa amb tots els treballs de recerca, tot i que la investigació es pot ampliar amb moltes preguntes que vagin sorgint al llarg de la investigació, s'han de fixar uns límits que puguin ser estudiats tenint en compte els recursos dels quals disposo. A mesura que he anat avançant, han anat sorgint una sèrie de noves preguntes que impliquen un seguit d'experimentacions per conèixer fets interessants relacionats amb la meva hipòtesi que no he pogut desenvolupar donades les limitacions temporals que té un treball de recerca de batxillerat (un curs). És per aquest motiu que m'he centrat bàsicament en intentar donar llum a la hipòtesi principal...

Dit tot això ja puc plantejar aquí la meva hipòtesi. Aquesta resposta hipotètica dirigirà la selecció de la informació i la metodologia de treball. Vull saber quines possibilitats de regeneració natural té un ecosistema pertorbat de manera dràstica a partir del banc de llavors que hi ha al sòl. La meva hipòtesi afirma que sense la intervenció humana és possible l'aparició de nova vegetació després de l'efecte d'una pertorbació que hagi danyat totalment la coberta vegetal d'un indret.

A part de la hipòtesi que em plantejo, també persegueixo altres objectius, que són:

- Dur a terme un treball que em motivi, que em situï dins l'àmbit al qual em vull dedicar.

- Assolir els conceptes necessaris per després aplicar-los a la part més pràctica de la recerca i saber-los escollir i resumir adequadament.

- Realitzar un treball d'una manera organitzada tant pel que fa al temps del que disposo com pel que fa a la pròpia estructura del treball.

- Ser capaç d'explicar d'una manera clara i senzilla els diferents conceptes i passos que he seguit al llarg de la investigació.

- Preparar un treball de camp que em serveixi per realitzar-ne d'altres en un futur no gaire llunyà, com serà a la universitat.

- Dur a terme una exposició oral adequada, amb un vocabulari i conceptes apropiats.

- Extreure unes conclusions després de tota la investigació i assolir els objectius que m'he plantejat inicialment.

Per assolir els objectius que persegueixo cal adquirir certs coneixements teòrics que facilitin la part pràctica del treball. És necessari doncs, resumir tota la teoria necessària de manera que sigui fàcil la seva comprensió per després poder-la aplicar eficaçment.

Com que em plantejo les possibilitats de regeneració natural de la vegetació d'un ecosistema, cal tenir clar: què és un ecosistema, les seves parts, com evoluciona al llarg del temps (té iguals possibilitats de regeneració un

ecosistema madur que un que no ho és?), com es reprodueixen les plantes a partir de llavors, quins factors afavoreixen o limiten l'emergència de vegetals, què és un sòl i quins tipus hi ha... Som-hi, doncs!

DOCUMENTACIÓ

[a]Per dur a terme aquesta recerca és primordial conèixer ben bé els factors influents en la germinació de les llavors. De manera molt sintetitzada, la documentació es troba dividida en els següents apartats:

1. L'ecosistema
2. El sòl
3. Les llavors

A continuació s'exposaran els punts anteriors amb els seus respectius subapartats.

1. L'ecosistema

Podem definir un ecosistema com una unitat funcional constituïda per tots els éssers vius que habiten en un lloc determinat més el conjunt de factors físics i químics que afecten la vida animal o vegetal d'aquest indret determinat. Són exemples d'ecosistemes una llac, una selva tropical o un bassal.

1.1. Estructura d'un bosc mediterrani

Tot i que ens podem trobar amb una infinitat d'ecosistemes diferents, cal firxar-nos aquí en un bosc mediterrani com el mostrejat. Aquest ecosistema estarà format per diversos estrats. En primer lloc trobem l'estrat arbori, per sota del qual es desenvolupen:

- L'estat arbori, constituït per les plantes llenyoses de més altura.
- L'estrat arbustiu, que és on hi ha els arbustos i les plantes llenyoses de mida petita.
- L'estrat linoide, format per lianes que s'enfilen entre els arbusts i els arbres.
- L'estrat herbaci, format per plantes herbàcies que viuen un any o dos.
- L'estrat molsós, que és la cobertura vegetal que cobreix el sòl i està formada per molses, líquens i fongs.

1.2. Successions

[a] Al llarg del cos del treball es trobaran diverses paraules senyalitzades amb nombres. Aquestes paraules corresponen al glossari, que es troba al final del treball. Les paraules senyalitzades amb una lletra, en canvi, són les que tenen un comentari al peu de la pàgina.

Qualsevol ecosistema va canviant al llarg del temps. No trobarem el mateix tipus d'éssers vius en un bosc que fa poc que ha patit un incendi que quan en aquest ja han passat quinze anys. Els ecosistemes es basen en successions ecològiques, és a dir, en uns processos ordenats de desenvolupament de les comunitats originals pel canvi d'espècies presents a l'ecosistema. Aquestes manifesten una tendència a l'autoorganització que té tot ecosistema, la qual és tan forta que acaba imposant-se sobre els canvis fortuïts.

En un ecosistema inicial trobarem una sèrie d'organismes poc especialitzats, però a mesura que amb el temps es van substituint, les espècies[13] que trobem cada vegada seran més especialitzades. Aquestes poden arribar a desplaçar finalment les primeres. No obstant, aquestes espècies que vénen més tard no serien capaces de colonitzar un terreny nou per elles soles, ja que necessiten unes espècies pioneres que els hi proporcionin l'aliment necessari, que facin ombra i d'altres necessitats que requereixen les espècies més especialitzades. La successió pot començar degut a una regressió de l'ecosistema, com un incendi, una gran sequera o una tala que hagi eliminat la fauna i flora d'aquella zona.

Existeixen dos tipus de successions: la primària i la secundària:

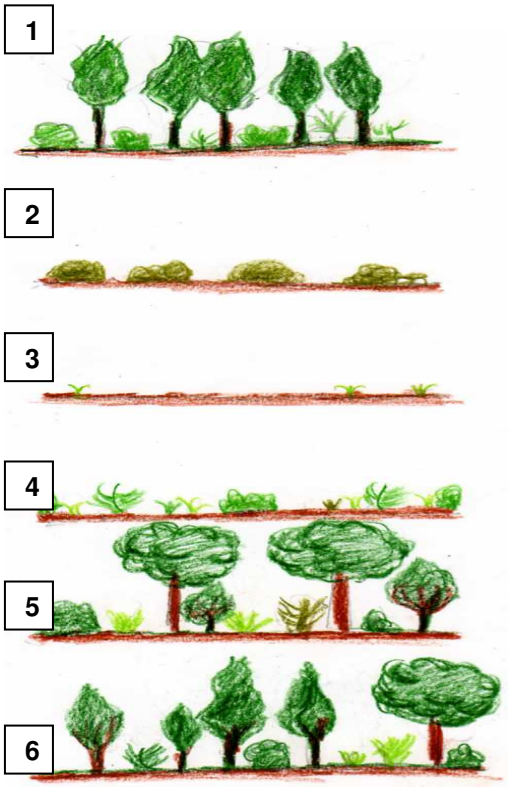
- La primària és la que s'inicia en una zona on abans no ha existit mai cap ésser viu, com per exemple, deltes que encara s'estan formant.

- Ens trobem en una successió secundària quan la comunitat que hi havia abans ha desaparegut pel motiu que sigui, però la zona s'ha tornat a regenerar ja que sempre resten algunes llavors o formes de resistència que poden regenerar l'àrea. Un exemple de successió secundària és la que sorgeix després d'un incendi, ja que després d'aquest poden quedar llavors a la terra o bulbs subterranis que al cap d'un temps es regenerin i emergeixin a la superfície. Un altre exemple és la successió sorgida a partir de l'abandó de camps de conreu, on la zona pot ser envaïda per espècies pioneres.

Trobem dues estratègies diferents per poblar l'ecosistema de nou: L'estratègia R, típica de les pioneres, i l'estratègia K, pertanyent ja a les més especialitzades. L'estratègia R es caracteritza per una alta capacitat de reproducció, cosa que augmenta la producció de les llavors. És lògic llavors pensar que posseiré aquest tipus de propàguls en el meu banc de llavors. També cal dir que la mortalitat d'aquestes plantes és elevada. En canvi, la K, típica dels vegetals grans i longeus, es basa en un nombre més constant de descendents.

Les espècies oportunistes ocupen noves àrees amb facilitat i s'expandeixen ràpidament sobre elles. No obstant, els organismes d'estratègia R, no tindran èxit si tenen com a competència a d'altres organismes més forts, amb l'estratègia K. Els pins són un exemple d'espècie vegetal que segueix l'estratègia R i les alzines són un exemple d'estratègia K.

Tot ecosistema té una etapa final anomenada clímax, la qual correspon a un moment de màxima diversitat d'espècies i major quantitat de biomassa[2]. Un alzinar, tipus de bosc mostrejat, n'és un exemple: té una producció[3] alta i la biomassa també elevada. La seva producció només serveix per reposar allò que perd i no per envair més terreny.



Representació de l'evolució d'un alzinar amb el temps

El dibuix que es mostra es tracta d'una representació d'un exemple de successió. La primera imatge (1) mostra un alzinar amb una biomassa elevada, cosa que indica que es troba en el seu moment clímax. Si es tracta d'una zona verge, la successió que predominarà la zona serà la primària. Al cap d'un temps, per interessos econòmics per exemple, es podria haver eliminat la vegetació de la zona per crear un camp de cultiu. Cal fixar-nos ara en la segona imatge (2) del dibuix.

Quan ja no ha interessat més, el camp de cultiu ha estat abandonat, de manera que les terres entren en un període de regressió (imatge 3), on probablement a causa de l'erosió, una sequera o qualsevol altra situació desfavorable, la flora va disminuint en la zona. No obstant, sempre poden quedar propàguls emmagatzemats al sòl que al cap d'un temps determinat i quan les condicions siguin òptimes, es desenvolupin i així es puguin crear altre cop una flora que habiti aquest terreny. Ja en la quarta imatge (4), van apareixent espècies oportunistes que gràcies a la seva estratègia R poden aconseguir colonitzar la zona. Amb el pas del temps, el nombre d'espècies anirà augmentant, formant així una brolla[12]. Aquest augment serà molt probablement degut als mecanismes de dispersió esmentats anteriorment de molts vegetals. Cada cop hi haurà més plantes, i cada cop seran més grans i faran més ombra. Una ombra necessària per a altres espècies que ja segueixen l'estratègia K enlloc de la R. En el cinquè dibuix (5) ja, els pins, espècies oportunistes que neixen en zones bastant il·luminades pel sol, han aconseguit desenvolupar-se i tenir un lloc en el bosc, que va creixent de mica en mica. En el punt en el qual hi ha una quantitat considerable d'arbustos i matolls, podrem identificar el terreny com una brolla. La penúltima imatge mostra una brolla on s'hi ha desenvolupant diverses espècies de pins, tal i com es pot observar en el bosc mostrejat, on hem pogut trobar pins blancs i pins pinyers. Aquests vegetals emergits poden proporcionar suficient ombra com per a què puguin germinar o rebrotar alzines. De mica en mica les alzines aniran guanyant terreny mentre que els pins l'aniran perdent, típic cas de les espècies amb estratègia K (les alzines) que acaben sent més competitives que les d'estratègia R (els pins).

2. El sòl

Quan anem a qualsevol terreny, en què ens fixem? En la vegetació i el sòl clarament. El sòl és una barreja de matèria orgànica i inorgànica molt ben feta que serveix de suport pel desenvolupament de la vegetació. També és l'hàbitat d'alguns microorganismes, com fongs i bacteris, o macroorganismes, com cucs o escarabats. Aquests organismes tenen la funció de descompondre la matèria orgànica amb la que s'aconseguirà generar nou sòl. De manera que el que anomenem sòl, en permetre la subsistència de vida en ell, s'assegura la seva pròpia regeneració. Està constituït (en volum) per un 25% de porositat fina que normalment és ocupada per aigua, un 25% de porositat gruixuda ocupada per aire i un 50% per matèria orgànica o mineral. La matèria orgànica està formada per restes d'animals i vegetals en diferents estats de descomposició, a part dels organismes descomponedors, vius, i les arrels de les plantes.

2.1. Tipus de sòls segons les seves funcions

Els sòls es poden classificar segons la seva composició química o segons la seva funció. Ens centrarem en la funció, ja que mostrejarem diversos terrenys en funció del seu ús o més ben dit, en funció del estadi de la successió en què és troben:

- Agropecuari: Dedicat a la producció d'aliments a gran escala (agricultura i ramaderia). Aquest terreny pateix constantment una pertorbació que provoca l'agricultor (el llaura, el sembra, l'adoba, etc).

- Forestal: Pertany a un estat clímax, amb la màxima quantitat de biomassa.

- Regadiu.

- Extracció de recursos minerals, energètics o hídrics.

- Industrial (instal·lació d'indústries).

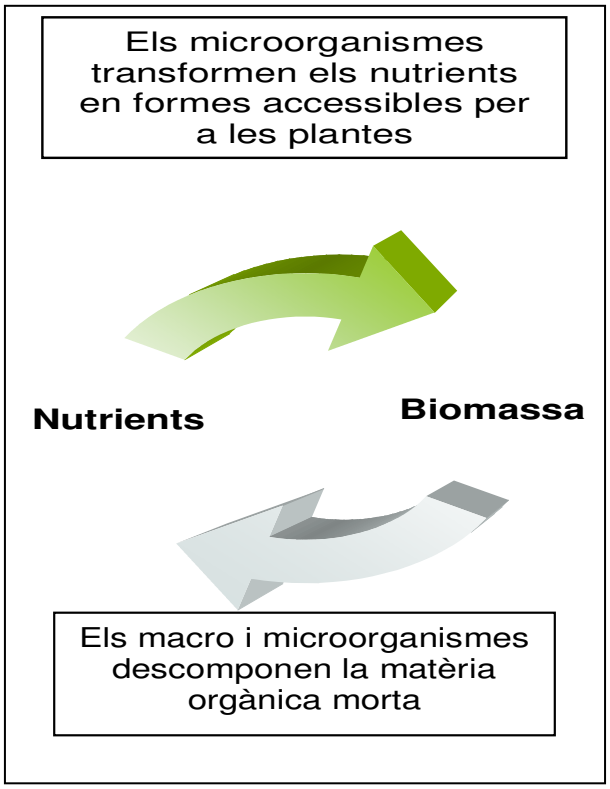
- Serveis, principalment transport i comunicacions.

- Assentaments humans, com edificacions domèstiques i comercials.

- Ús recreatiu, cultural, científic i de protecció de la biosfera.

- Terrenys improductius com els deserts o l'alta muntanya.

2.2. Fertilitat i productivitat



Esquema sobre el reciclatge continu de la matèria orgànica del sòl

Sabem que el sòl és una barreja de matèria orgànica i inorgànica i que conté els organismes descomponedors. Les plantes extreuen aigua i nutrients d'ell. Aquests nutrients retornen al sòl per l'acció dels descomponedors, que actuen sobre les plantes mortes i la matèria orgànica animal.

La fertilitat és la funció principal de l'eficiència en aquest cicle de reciclatge continu. És la capacitat del sòl de subministrar unes condicions necessàries pel bon desenvolupament la coberta vegetal. En funció de la temperatura, els organismes del sòl seran més o menys actius. Com més baixes siguin les temperatures més inactius seran els organismes. De totes maneres, si les temperatures són excessivament elevades, els organismes descomponedors aturaran els seus processos.

La fertilitat és el gran tresor del sòl, ja que la productivitat[1] d'aquest depèn de la seva fertilitat. Fertilitat i productivitat van íntimament lligades. La productivitat és la capacitat que té una espècie d'incrementar la seva biomassa en un temps determinat. La capacitat de producció de llavors d'una espècie depèn en gran mesura de la fertilitat del sòl; a més fertilitat, més producció de vegetals (sempre i quan no tinguem problemes de recursos hídrics), de manera que s'incrementarà així la fertilitat del sòl altre cop (increment de subministrament de matèria orgànica en descomposició). No obstant, val matisar que això succeeix en els boscos o zones abandonades, perquè si ens centrem en un camp de conreu, la productivitat dels vegetals anirà sent aprofitada per l'agricultor, que anirà recollint la matèria orgànica (en forma de fruita o verdura) amb el què es veurà reduïda collita darrera collita la fertilitat natural. És per això que al pagès li cal adobar els camps.

La fertilitat pot ser millorada gràcies a tècniques de cultiu intensiu. L'agricultura i ramaderia modernes, a través de pesticides, fertilitzants, fitosanitaris[4] i maquinàries han augmentat la productivitat natural a nivells molt elevats. No obstant, un mal ús de la química i la tecnologia pot produir danys irreparables a l'ecosistema[5].

2.3. Erosió

Quan s'estudia un terreny per fer-hi un conreu, una plantació... s'han de tenir en compte els factors relacionats amb l'erosió que pot patir la zona, ja que l'erosió és un factor que influeix negativament en el sòl, comportant així una disminució de la productivitat. Per exemple, en un conreu això és bastant important ja que l'objectiu d'aquest és que la zona sigui productiva. L'erosió també és molt influent en la regeneració natural de la coberta vegetal, doncs afecta directament el banc de llavors en minimitzar les possibilitats d'establiment de diferents espècies vegetals.

Podem definir erosió com la pèrdua gradual del material constituent del sòl al anar sent arrossegades les partícules a mesura que van quedant a la superfície. Aquest és un factor molt important que afectarà notablement a la fertilitat del sòl. L'objectiu bàsic de la fertilitat és el creixement de les plantes, i en els sòls agrícoles ho és també l'obtenció d'elevades produccions de forma sostenible sense que es provoqui la degradació del sòl. Depenent del tipus d'erosió, la quantitat i el temps en què aquesta hagi actuat sobre el sòl, aquesta tindrà unes característiques o unes altres i serà més o menys fèrtil.

El que influeix sobre aquest deteriorament és: l'aigua disponible, el subministrament d'oxigen, la temperatura i la resistència mecànica. Tots aquests factors influiran en l'emergència, el creixement de les arrels i la fructificació de les plantes.

Els processos erosius es caracteritzen per ser relativament lents i intermitents perquè van associats a l'existència de pluges o vents. També són processos progressius; la disminució progressiva del gruix del sòl deixa a prop de la superfície materials subsuperficials que tenen unes característiques no gaire favorables per subministrar aigua i nutrients i pel creixement de les llavors.

2.3.1. Erosió humana

Erosió per maquinària: La circulació de maquinària compacta el sòl, cosa que comporta una disminució de la porositat i la disminució de la capacitat de retenir aire i aigua (asfíxia radicular). Així es produeix una disminució progressiva de la qualitat del sòl. L'augment del pes de la maquinària agrícola aporta un major risc de compactació, sobretot si el sòl es troba humit. Per tant, es produeix una pèrdua de la porositat, minva el drenatge i probablement s'ofeguen les arrels, perdent així la fertilitat del sòl. No obstant, al llarg dels anys s'han anat coneixent les propietats físiques del sòl i el seu comportament mecànic, de manera que s'ha anat millorant el disseny de les màquines agrícoles.

Erosió per productes químics: En els cultius és freqüent l'ús de productes químics per augmentar la producció del terreny. Aquests productes poden ser herbicides, fertilitzants o fitosanitaris. No obstant, un ús abusiu d'aquests pot ser perjudicial per a la qualitat del sòl i l'ecosistema.

2.3.2. Erosió natural

Erosió hídrica: Aquest tipus d'erosió ve donada per la desagregació, el transport i la sedimentació de les partícules del sòl per l'acció de l'aigua. Hi influeixen el clima, el sòl, la vegetació, la topografia i l'acció de l'home.

Aquest tipus d'erosió es pot dividir segons diferents tipus:

- **Erosió per esquitx:** És causada per l'impacte de les gotes de pluja sobre el sòl de tal manera que es desproveeix el sòl de la seva coberta vegetal.

- **Erosió laminar:** Consisteix en la pèrdua d'una capa més o menys uniforme del sòl en un terreny inclinat. És poc aparent i s'identifica després d'una pluja pels elements gruixuts de la superfície que apareixen molt nets.

- **Erosió per barrancs:** Les irregularitats del terreny en zones que fan baixada produeixen inevitablement que la terra s'acumuli a la zona més baixa del pendent.

- **Erosió per túnel:** Els animals rosegadors fan inevitable l'existència de túnels subterranis que afavoreixen la circulació de l'aigua i el moviment de partícules a través d'aquestes galeries, de manera que, de mica en mica, aquestes s'aniran engrandint.

Erosió eòlica: El vent, per sí mateix no té suficient força com per produir efectes de meteorització[11], però pot transportar partícules que vagin desgastant el terreny a mesura que es vagin arrastrant i xocant amb ell. L'erosió d'aquest tipus es produeix en zones desproveïdes de vegetació. Per tant, en una zona on s'hagi produït una pertorbació que hagi arrasat la vegetació superficial, és molt probable la influència d'aquest tipus d'erosió, ja que no hi ha cap element que protegeixi la zona.

2.3.3. Curiositats: intents de la reducció de l'erosió

Darrerament s'han dut a terme molts treballs que han permès desenvolupar les tècniques d'agricultura de conservació. Aquest mateix treball, per exemple, pot arribar a resultar útil per conèixer millor les característiques dels sòls estudiats i poder així aplicar millors pràctiques de conreu o qualsevol tipus de plantacions ja que la finalitat d'aquesta recerca és conèixer millor les capacitats germinatives dels sòls. Algunes de les tècniques d'agricultura de conservació són aquestes:

- **Sembra directa:** El camp no és treballat des de la recol·lecció del cultiu fins la sembra del següent, exceptuant l'ús i aplicació de fertilitzants. Aquest tipus de sembra és la millor opció pel medi ambient en els cultius anuals.

- **Conreu mínim:** Es llaura només superficialment uns dies abans de la sembra. S'utilitzen herbicides de baix impacte natural o cultivadores.

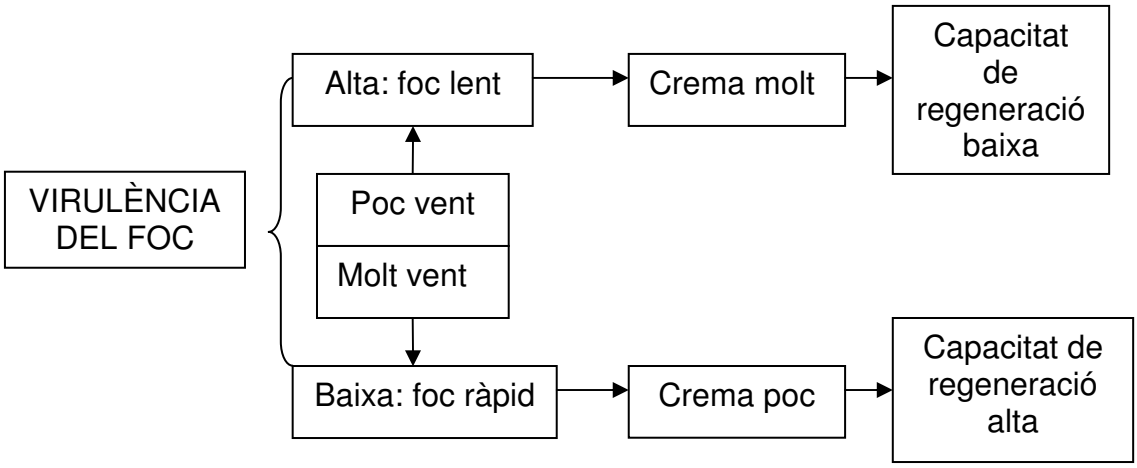
- **Cultius coberta:** Se sembren espècies concretes o es deixa créixer la vegetació espontània entre fileres d'arbres en cultius perennes o en el període de temps que hi ha entre cultius anuals successius. El creixement de la coberta vegetal s'interromp mitjançant l'ús d'herbicides amb baix impacte ambiental en el moment que es consideri oportú.

2.4. Incendis

Pitjor que qualsevol erosió, és un incendi. Aquesta pertorbació arrasa amb la vegetació que es troba a la superfície, acabant així amb una part de l'ecosistema o tot ell. No obstant, sempre resten formes de vida vegetal que sobreviuen a dita pertorbació, o bé en forma de llavor enterrada al sòl, o bé en arrels o parts de la soca que es poden regenerar de mica en mica. Aquestes formes de vida restants permetran regenerar la coberta vegetal en diferents graus depenent del tipus de vegetació preexistent.

L'evolució vegetal ha permès que les plantes desenvolupin un gran ventall d'estratègies per sobreviure. Les espècies afectades per una pertorbació d'aquesta mena poden seguir dues diferents estratègies bàsiques: o bé les soques i les arrels rebroten, o les llavors que han quedat soterrades han pogut sobreviure a les elevades temperatures de l'incendi i germinen finalment.

En comunitats vegetals on s'hagin produït incendis, moltes llavors de la zona respondran a les altes temperatures com a estímul per la seva germinació; aquest mecanisme els hi indica que s'ha obert temporalment una finestra temporal de condicions favorables. Després del pas d'un foc se sol produir una germinació massiva a partir de la reserva de llavors al sòl. Generalment, un període curt (5-10 minuts) de temperatures altes (80-130ºC) estimula la germinació de la majoria de llavors, tot i que unes temperatures massa elevades (>130ºC) són letals.



En el cas del boscos mediterranis, com és el cas de la terra mostrejada del bosc, les comunitats de plantes poden tornar a l'estat inicial a través d'un procés *autogènic*, és a dir, les espècies existents abans de l'incendi tornen a ocupar les zones cremades. És interessant llavors, conèixer el concepte de

successió per saber com una comunitat vegetal va reocupant un territori pertorbat.

Els vegetals, especialment els mediterranis, per aconseguir regenerar-se, es valen d'un procés anomenat *autosuccessió*, que consisteix en la capacitat de regeneració per rebrotada, fenomen que provoca que la composició d'espècies primeres tornin a aparèixer. No obstant, no totes les comunitats responen seguint la mateixa evolució, sinó que la capacitat de regeneració depèn de la resistència i capacitat de recuperació de les espècies components de l'ecosistema. Aquests dos factors són influents en la regeneració, però també hi ha altres factors que hi influiran, com la intensitat i freqüència de la pertorbació. La virulència de l'incendi, és a dir, el seu grau de pertorbació en la zona, dependrà de la rapidesa del pas del foc per la zona:

Ara bé, tot i que les plantes presentin adaptacions per la supervivència, davant d'incendis forestals es poden produir canvis que modifiquin l'abundància d'individus d'una espècie i amb una major irreversibilitat a curt o llarg termini. Si els incendis tenen lloc massa sovint, s'acabarà disminuint la capacitat de supervivència de les espècies rebrotadores, no s'acumularan suficients llavors al sòl o inclús es poden arribar a perdre propietats físico-químiques del sòl. Per exemple, molts arbres no produeixen llavors fèrtils fins als quinze o vint anys, i si els incendis tenen lloc més sovint que no pas la producció de llavors fèrtils, aquestes espècies tendiran per desaparèixer, de manera que el paisatge s'anirà modificant amb el pas del temps.

3. La llavor

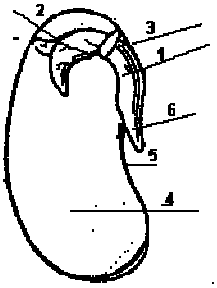
3.1. Concepte de llavor

Abans de tot hem de tenir clar el concepte de llavor. La llavor és el resultat de la fecundació de l'ovari d'una flor femenina pel pol·len d'una altra flor o, en rares ocasions, de la mateixa flor. Són estructures vegetals seques ja que tenen un contingut d'humitat que pot ser menor del 10%. Estan formades per un embrió, que són les cèl·lules que donaran lloc a la futura planta, i per altres teixits que tenen la funció de protegir o alimentar l'embrió. El pes de les llavors és força variable: oscil·la entre les que pesen alguns quilograms, fins a aquelles que solament pesen unes mil·lèsimes de mil·ligram.

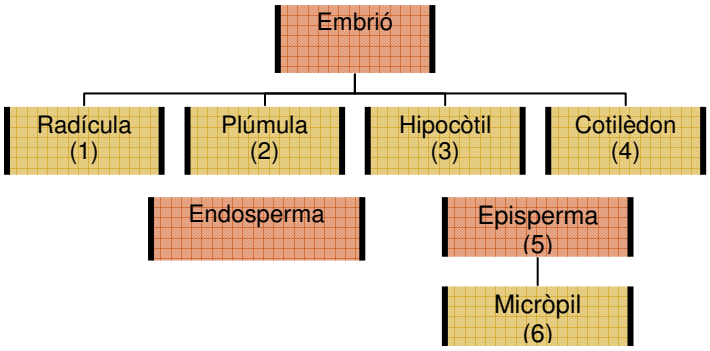
3.2. Elements constituents d'una llavor angiosperma

Descriuré la llavor d'angiosperma[6] perquè de fet, és el tipus de planta que m'interessa conèixer ja que és la que més probablement pot germinar en les diferents mostres de sòl analitzades donada la vegetació que hi ha al voltant dels indrets estudiats. En les angiospermes, les llavors estan constituïdes per l'embrió, el teixit nutrici o endosperma, tot i que en alguns casos pot ser molt reduït i fins i tot ser absent, i una coberta de protecció anomenada testa o episperma.

Podem distingir diferents parts en una llavor:



Llavor d'angiosperma



En la imatge superior, l'endosperma, que nodreix l'embrió durant el seu desenvolupament i pot ser totalment absorbit, no apareix tot i que existeix, com succeeix en moltes llavors madures.

És important tenir clar dos conceptes: el teixit nutrici i l'episperma. És necessari conèixer-los bé perquè són les parts de la llavor que influiran més en el seu desenvolupament.

El teixit nutrici és un teixit ple de substàncies de reserva. Està format per l'endosperma i el perisperma. Les substàncies que des del punt de vista bioquímic formen part del teixit nutritiu són força diverses (hidrats de carboni, lípids i proteïnes).

L'episperma és la coberta protectora. Es tracta d'una estructura força resistent. Aquesta estructura determinarà el període de dormició de l'espècie vegetal, cosa que explicaré més endavant.

3.3. Característiques de les llavors

El que més m'interessa conèixer de les llavors és bàsicament la viabilitat i la dormició perquè afecten al banc de llavors.

3.3.1. Viabilitat o longevitat

També dita esperança de vida, es tracta del temps en el qual les llavors són capaces de germinar. Tot depèn del tipus de llavor i de les condicions en com s'emmagatzemi aquesta. La viabilitat pot ser molt variable atenent al tipus de llavor. Hi ha plantes que mantenen intactes les seves capacitats germinatives fins a varis anys o dècades, com és el cas dels llegums. També hi ha d'altres que tenen una viabilitat ben curta, de dies o mesos.

Factors que milloren la viabilitat d'una llavor són una humitat baixa, temperatures baixes i una presència d'oxigen reduïda. Hi ha diferents causes que poden afectar a la viabilitat, com per exemple el seu metabolisme. Com menys actiu sigui el metabolisme d'una llavor, més longeva serà aquesta. El metabolisme de la llavor pot originar uns productes tòxics que s'hi acumulen i originen a la llarga efectes molt negatius per aquesta. El que fa la llavor per evitar l'acumulació d'aquestes substàncies és disminuir el ritme del metabolisme, de manera que s'incrementa la seva longevitat.

3.3.2. Dormició

La dormició és l'estat en el qual una llavor viable no germina encara que se la col·loqui en condicions d'humitat, temperatura i concentració d'oxigen adequades per fer-ho. Així doncs, les llavors poden mantenir la seva viabilitat durant llargs períodes de temps. Aquesta és una de les propietats adaptatives més importants que posseeixen els vegetals que potencia el banc de llavors, ja que no totes les llavors posades "en circulació" un determinat any germinen alhora, hi ha una gradació, assegurant-se així la supervivència. Per exemple, tres llavors germinen ara, deu es desenvoluparan al cap d'un temps... i així successivament. Gràcies a això, les llavors sobreviuen a condicions desfavorables i adverses, tot i que no indefinidament.

La sortida de l'estat de latència requereix en determinats casos alguns estímuls ambientals, com llum o baixes temperatures. En altres casos no és tan fàcil ja que les gruixudes cobertes seminals de les llavors constitueixen una barrera impermeable a l'aigua i als gasos o exerceixen una resistència física a l'expansió de la radícula, que impedeix la germinació.

La dormició, no obstant, té un valor ecològic. Qualsevol mètode que permeti allargar la germinació facilitarà una màxima dispersió en l'espai. A més a més, les llavors que produeix una planta patiran menys riscs si germinen de forma gradual que si ho fan totes a la vegada. Si germinessin totes a la vegada i hi hagués un canvi dràstic de les condicions ambientals, com les congelades tardanes de primavera, s'eliminarien totes les plàntules germinades de les llavors, per tant, el banc quedaria absolutament pobre en llavors, de manera que l'espècie no tindria descendència aquella temporada. Aquest valor ecològic de la dormició afavoreix al banc de llavors, objecte d'estudi, perquè si germinessin totes les llavors de cop no hi hauria banc. De fet, el propi banc és una estratègia de supervivència de les llavors.

3.3.2.1. Tipus de dormició: latència exògena, endògena i combinada

Els factors responsables de la dormició són molt diversos, però els podem agrupar en exògena, endògena i latència combinada:

- Latència exògena: Les llavors que presenten aquest tipus de latència tenen un retràs en la germinació i és degut a propietats físiques i químiques de les cobertes seminals.

- Latència endògena: En aquest cas, ve determinada per característiques anatòmiques, morfològiques i fisiològiques del propi embrió. Aquest és incapaç de germinar tot i que es trobi en unes condicions favorables.

- Latència combinada: Es tracta d'una combinació entre la latència endògena i l'exògena.

3.4. Germinació

Qualsevol llavor té l'objectiu de convertir-se en una planta adulta i produir noves llavors que mantinguin el cicle de la vida. Per a què tingui lloc

aquest procés són necessàries una sèrie de condicions externes que propiciïn el desenvolupament.

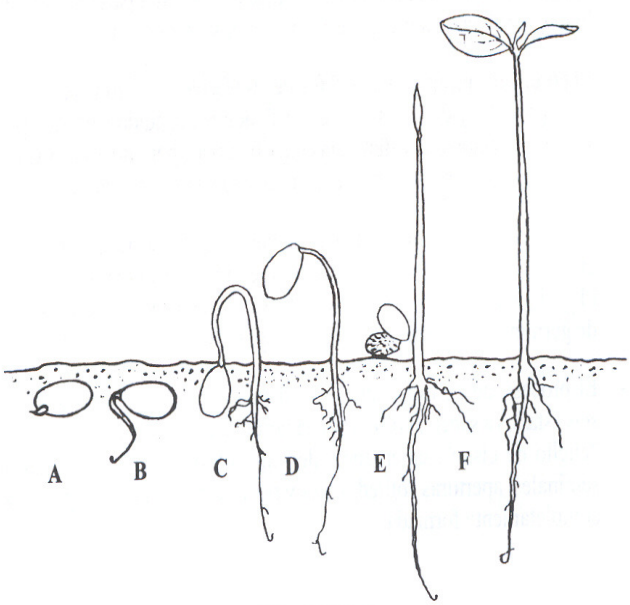
La germinació es troba dividida en tres fases:

- Hidratació: Els diferents teixits de la llavor realitzen una notable absorció d'aigua. A mesura que augmenta la quantitat d'aigua absorbida, també augmenta l'activitat respiratòria. Aquesta primera fase és independent del metabolisme de les llavors, per tant, es pot produir tant en llavors vives com en mortes. No obstant, en les llavors viables, el seu metabolisme és activat per la hidratació.

- Germinació: Aquesta fase està marcada per les transformacions metabòliques necessàries pel desenvolupament de la plàntula[7]. Aquí descendeix molt l'absorció d'aigua. Aquesta part constitueix un període de metabolisme actiu previ a la germinació en les llavors viables.

- Creixement: L'absorció de l'aigua augmenta un altre cop, de manera que l'activitat respiratòria també. Es pot observar un canvi en la forma de la radícula bastant visible. Aquesta fase es dóna evidentment en llavors que poden germinar i s'associa a una forta activitat metabòlica que comprèn l'inici del creixement de la plàntula i la mobilització de les reserves. En aquest moment els factors externs són molt influents i estimulants en l'activació del metabolisme.

La duració de cadascuna d'aquestes fases depèn de propietats de les llavors, però també ve afectada per algunes condicions del medi, com pot ser el nivell d'humitat, la temperatura i la composició del substrat i les seves característiques. Els factors que afecten a la germinació poden ser intrínsecs, com la maduresa i la viabilitat de les llavors, o extrínsecs, com l'aigua, la temperatura i els gasos.



Observem els diferents estats pels què passa la llavor fins a la formació de la plàntula:

A. Germinació

B. Aparició de l'hipocòtil

C. Hipocòtil amb coll de cigne

D. Emergència de l'hipocòtil i els embolcalls seminals

E. Caiguda dels embolcalls seminals

3.4.1. Condicions favorables per a la germinació

El funcionament del banc de llavors està clarament relacionat amb la detecció de condicions favorables pel desenvolupament de la plàntula amb èxit. Depenent de l'espècie, una llavor requereix una temperatura, humitat, presència d'oxigen i llum determinades i ajustades a les seves necessitats. Els estímuls que poden afavorir la germinació poden ser la formació de clarianes, de manera que es produeixi una estimulació lumínica, una estimulació per fluxos de temperatura, que explicaré més endavant, o una estimulació causada pels nitrats, que fan la mateixa acció dels fems, augmentant la fertilitat de la zona. Contràriament, una de les situacions que afecten negativament a la germinació pot ser la presència de llum filtrada pel fullatge, que indica que les llavors es troben en una zona tancada i sense el pas de llum, de manera que s'inhibeix la germinació. Si ens centrem en les plantes mediterrànies, zones on anualment es produeixen incendis, hi ha bastants mecanismes per detectar les condicions favorables després del pas d'un foc, com l'estimulació de la germinació a través de xocs de calor (altes temperatures) o per fum i cendres. Aquests mecanismes relacionats amb els incendis apareixen resumits a l'apartat d'incendis d'aquest treball.

En una vegetació densa, les condicions són bastant desfavorables per l'establiment de noves plàntules a causa de la competència exercida per les plantes adultes que ja ocupen la zona, la llum i els nutrients. Les plàntules emergiran bàsicament en qualsevol espai on, degut a una pertorbació, s'hi hagi creat una clariana, una àrea desproveïda de vegetació.

Tot i que l'excessiva densitat de biomassa pot inhibir el creixement de nous vegetals, aquesta també suposa un bon aïllant contra els canvis bruscs de temperatura. Pel contrari, en una clariana on la vegetació ha estat eliminada, s'hi presenten uns majors fluxos de temperatura. De totes maneres, la capa del sòl suposa un esmortiment considerable dels canvis de temperatura. Una llavor que necessiti fluxos de temperatura com a estímul per germinar, podrà detectar l'obertura d'una clariana i paral·lelament també podrà evitar una germinació letal si es troba enterrada en profunditat. En resum, aquest mecanisme d'estimulació per fluxos de temperatura funciona com a detector de clarianes i com a sensor de profunditat. No obstant, cada espècie vegetal germinarà en unes condicions determinades. Per exemple, les gramínies requeriran una zona solejada per créixer, en canvi, les alzines requeriran un ambient més atapeït per desenvolupar-se.

3.5. Tècniques de supervivència

Els vegetals han anat evolucionant des dels seus inicis fins ara per poder adaptar-se a les condicions ambientals. Al llarg de milers d'anys, les plantes han pogut desenvolupar un ampli ventall d'estratègies per sobreviure, com diferents mecanismes de dispersió, formes vitals o cicles de vida.

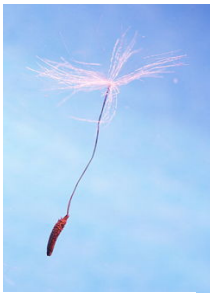
3.5.1. Mecanismes de dispersió

Aquest punt ens interessa aquest concepte per tenir clar de quines maneres es pot nodrir el banc de llavors d'un indret. Són un factor clau per a

l'augment de l'àrea de distribució dels vegetals i en la colonització de nous terrenys. Cal esmentar que seria bastant difícil en moltes ocasions la regeneració de zones on la vegetació hagués desaparegut sense l'existència d'aquests mecanismes de dispersió. Existeixen varis mètodes per augmentar l'àrea de distribució dels vegetals a través del desplaçament de les seves llavors i així augmentar també la possibilitat de sobreviure.

Anemocòria

Gràcies a l'acció del vent, petits organismes s'hi veuen beneficiats. Pel que fa a les plantes, són les que tenen les llavors més petites les que són transportades pel vent, el qual les pot arribar a desplaçar llargues distàncies. Molts vegetals s'han adaptat per aprofitar aquest medi creant una mena de paracaigudes que redueix l'efecte de la gravetat sobre la caiguda de les llavors. Un bon exemple és el de les dents de lleó, que tenen un embolcall de pèls que envolta les llavors, el *vil·là*. També trobem altres plantes amb fruits i llavors amb unes prolongacions membranoses que actuen com a ales.



Vil·là

Hidrocòria

Tenint l'aigua com a medi dispersant, molts són els éssers vius que se n'aprofiten. Moltes de les espècies vegetals en illes oceàniques tenen el seuorigen en el transport de corrents marins, que transporten fruits flotants i llavors. Els rius tropicals també són importants transportadors de grans quantitats d'éssers vius. Un exemple l'és el fruit del timbó, un arbre de procedència argentina capaç de flotar.

Fruit del timbó

Zoocòria

Xanthium sp.

Els animals també són una possibilitat en la dispersió de vegetals. Bé pot ser interna, per la ingestió de fruits o llavors dotades amb una coberta dura per resistir l'acidesa dels sucs gàstrics, o externa, quan els fruits o llavors s'enganxen al pelatge o plomatge dels animals gràcies a pèls i espines. En aquest tipus de dispersió no cal que el [illegible]mpre d'unes adaptacions anatòmiques determinades, sinó que es pot produir per casualitat. Un exemple és el cas de les formigues. Quan aquestes recol·lecten aliments, poden perdre llavors, de manera que es van dispersant.

Antropocòria

L'ésser humà ha estat el major agent de dispersió de plantes a grans distàncies. La gran quantitat de material vegetal que es desplaça d'un a un altre país afavoreix la introducció de males herbes i plagues en nous ambients on poden proliferar. De totes maneres, l'antropocòria no es pot considerar realment una adaptació, sinó una preadaptació, ja que una sèrie de trets que

posseeix una planta resulten eficaços per ser dispersats per l'ésser humà. La patata n'és un exemple.

Autocòria

En aquest cas, les llavors no tenen aparentment un mitjà de dispersió específic, sinó que simplement cauen a prop de la planta mare. Quan en una espècie es desconeix el seu mecanisme de dispersió, se sol classificar dins l'autocòria.

Balocòria

També anomenada dispersió mecànica, no és gaire freqüent. Algunes espècies herbàcies, un cop les llavors ja estan madures, les expulsen de forma violenta. Tenim com a exemple l'espècie *Impatiens*, anomenada així perquè al tocar els embolcalls de les llavors madures, aquests exploten, escampant-les a varis metres. Algunes espècies de *Geraniums* i *Erodiums*, com el *Geranium robertianum*, també es valen de la balocòria.

Impatiens glandulifera

3.5.2. Formes vitals

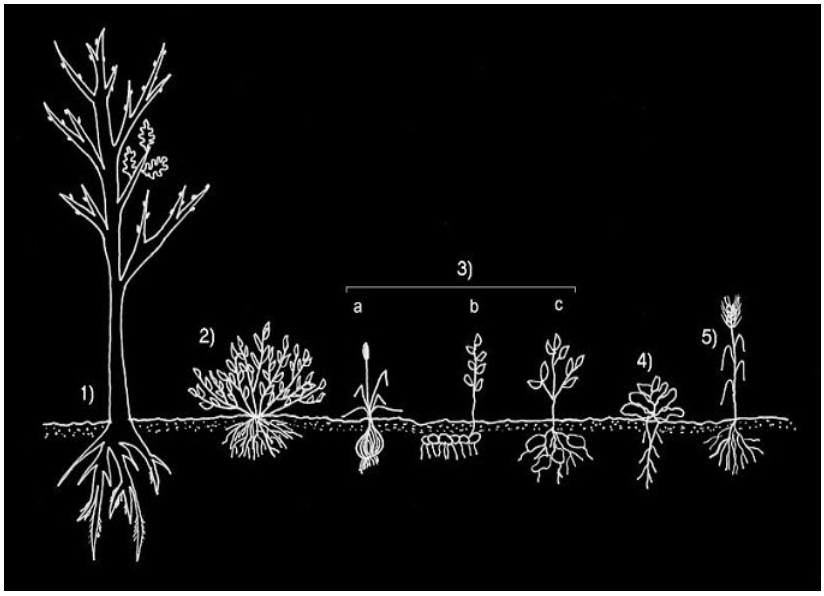
El botànic danès Raunkjaer va classificar les espècies vegetals en diferents categories en base en com els vegetals resisteixen les èpoques desfavorables. Com que va tenir en compte la posició en què es troben els òrgans vegetatius permanents de la planta durant l'estació desfavorable, Raunkjaer va utilitzar el terme de *formes vitals*, ja que l'estratègia adaptada per l'espècie vegetal per sobreviure dóna lloc a vegetals amb diferents formes. Aquestes són les següents:

- **Faneròfits:** Són plantes boscanes normalment llenyoses i altes que tenen les gemmes durant l'època desfavorable a més de 40 cm del sòl.
    - **Macrofaneròfits:** Són faneròfits amb les gemmes persistents situades a més de 2m d'alçària.
    - **Nanofaneròfits:** Tenen les gemmes persistents a una alçària no superior a 2m.
- **Camèfits:** Són boscanes i tenen les gemmes durant l'època desfavorable pel damunt del sòl però a una alçada menor de 50cm.
- **Hemicriptòfits:** Les gemmes d'aquestes plantes durant l'hivern estan arran del sòl.
- **Criptòfits:** Són espècies vivaces que tenen els òrgans perennes protegits durant l'època desfavorable.
    - **Geòfits:** Els òrgans protegits estan sota terra.
    - **Hidròfits:** Els òrgans protegits estan dins l'aigua.

- **Helòfits:** Els òrgans inferiors es troben dins l'aigua, i els superiors, per damunt l'aigua en posició aèria.

- **Teròfits:** Són espècies anuals que sobreviuen a l'estació desfavorable en forma de llavor. Aquesta estratègia és la que més m'interessa perquè les plantes d'aquest tipus són les que majoritàriament alimentaran el meu banc de llavors. Són els màxims productors de llavors.

- **Epífits:** Aquestes plantes germinen i creixen damunt d'altres plantes o en suports que no siguin el sòl.



1. Faneròfit
2. Camèfit
3. a)Geòfit bulbós
   b) Geòfit rizomatós
   c) Geòfit tuberós
4. Hemicriptòfit
5. Teròfit

Altres estratègies per sobreviure durant les èpoques desfavorables van consistir en desenvolupar algunes modificacions que poguessin emmagatzemar substàncies de reserva elaborades en períodes més favorables en els següents òrgans:

- **Rizomes:** Són talls subterranis que creixen horitzontalment de manera perpendicular al terra i es poden ramificar. Funcionen com a part d'emmagatzematge a part d'actuar en la reproducció vegetativa[8] de la planta. Les plantes d'aquest tipus s'anomenen rizomatoses. Els nenúfars són rizomatosos.

- **Bulbs:** Es tracta de gemmes adaptades per viure sota terra, encarregades de l'emmagatzematge i que estan formades per fulles gruixudes i carnoses amb una clara funció de reserva, així com de reproducció vegetativa. Tenim com a exemples les cebes o els alls.

- **Tubèrcul caulinar:** Consisteix en varis talls engruixits per l'acumulació de substàncies nutritives. Aquests talls són carnosos, curts i es poden trobar o bé a la superfície, o bé sota terra. També hi ha plantes que tenen tubèrculs caulinars anomenats *pseudobulbs* que emmagatzemen aigua. La remolatxa i la patata en són exemples.

- **Tubèrcul radical:** Té una estructura semblant al tubèrcul caulinar, però procedeix d'arrels que tenen un creixement limitat. Exemples de tubèrculs radicals en són la pastanaga o el nap.

3.5.3. Cicles de vida

El cicle vital són les diferents etapes per les que passa un organisme al llarg de la seva vida (germinació, desenvolupament, floració, fructificació i mort). Adoptar un cicle o un altre també és en definitiva, una qüestió de supervivència. Segons el temps de vida de les diferents espècies, les podem classificar en:

- Cicles curts:

  Anuals: Les comunament anomenades plantes de temporada pertanyen a les plantes anuals. Aquestes plantes, que són herbàcies, és a dir, no llenyoses, com els arbres o els arbustos, tenen una vida d'uns quants mesos. Acostumen a néixer a la tardor o a principis de la primavera i tenen el seu punt més alt en el creixement a l'estiu. Moren quan ja han produït flors i llavors. Els teròfits són vegetals típicament anuals.

  Bianuals: Es diuen d'aquesta manera perquè es desenvolupen en dos anys diferents. En un any determinat passen una part de la seva vida, i una altra part en un altre any (dues estacions de creixement). Després de la germinació i durant el primer any, es formen una tija curta, una roseta de fulles properes al terra i una arrel modificada per emmagatzemar aliment. En arribar el fred el desenvolupament es deté i arriba a la fase de latència. Durant el segon any, quan ja marxa el fred, mobilitza les reserves emmagatzemades, floreix, dóna fruits, forma noves llavors i després mor.

- Cicles llargs:

  Vivaces: Es tracta de plantes herbàcies que són capaces de mantenir diversos òrgans latents durant l'època desfavorable, l'hivern, que permeten la seva regeneració i desenvolupament durant primavera i estiu. Durant l'hivern els talls i fulles es sequen però les seves arrels segueixen vives sota terra, de manera que quan ja hi ha les condicions òptimes tornen a brotar.

  Perennes i caduques: Són plantes llenyoses o semillenyoses que poden viure diferents anys. Les caduques, durant l'època desfavorable mostren un esquelet de tiges i branques. A sobre d'aquest esquelet es troben les gemmes de renovació que es desenvoluparan durant la següent època favorable. Les reserves s'acumulen tant en les arrels com en la fusta de les tiges de les perennes i caduques.

3.6. El banc de llavors

Gràcies a uns documents facilitats pel doctor Francesc Xavier Sans, professor de la UB i coordinador del departament de Biologia Vegetal, he pogut explicar aquest apartat basant-me en les idees principals d'aquests documents, citats a la bibliografia.

Les llavors romanen un temps més o menys llarg en el sòl formant una reserva, anomenada *banc de llavors*, que té molta importància en la dinàmica de poblacions i comunitats vegetals. El significat estricte de *banc de llavors en el sòl* seria el conjunt de llavors viables presents en sòl d'un hàbitat en un moment determinat, enterrades o barrejades amb la fullaraca de la superfície. Segons el temps en el qual les llavors restin al sòl, abans de la seva germinació, podem diferenciar tres tipus de bancs:

1. Transitori: Inferior a un any.
2. Persistent a curt termini: Entre un i cinc anys.
3. Persistent a llarg termini: Més de cinc anys. Aquesta reserva duradora permet que la població es recuperi després de pertorbacions intenses o prolongades, com incendis o canvis d'ús del sòl.

Per tant, els tres tipus de bancs són deguts a la dormició de les seves llavors.

Darwin, pare de la biologia, va postular la teoria de la evolució, i també va realitzar un munt d'observacions en molts ecosistemes ja que era un naturalista extremadament curiós. Entre les seves observacions trobem la quantificació de la reserva de llavors a la vora d'un estany. Aquesta quantificació es tracta del primer estudi publicat sobre un banc de llavors:

"No creo que los botánicos se hayan dado cuenta de lo cargado de semillas que está el fango de las lagunas... cogí, en febrero, tres cucharadas grandes de barro en tres puntos diferentes, de debajo del agua, junto a la orilla de una pequeña charca, este fango... lo conservé tapado en mi cuarto de trabajo durante seis meses arrancando y contando las plantas a medida que crecían; estas plantas eran de muchas clases, y, en total, fueron 537, ¡y, sin embargo, todo el lodo viscoso cabía en una taza de desayuno!" (Darwin, 1859).
Textos Universitarios. Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional.

A partir d'aquest text podem concloure que hi ha terrenys amb bancs de llavors molt grans, de manera que tindran molta facilitat per regenerar-se. Els estudis de bancs de llavors són molt útils per conèixer les capacitats regeneradores de la coberta vegetal d'un sòl.

3.6.1. On trobar les llavors?

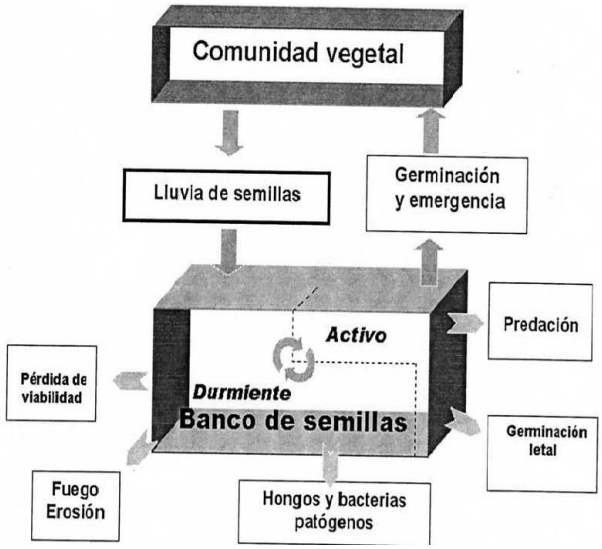
La majoria de les llavors es troben als primers 20cm, i principalment, als 5cm més superficials. En el cas dels terrenys mostrejats, on s'han trobat una major quantitat de llavors ha estat en la capa més superficial, que correspon als primers 3cm del sòl. A mesura que he anat augmentant la profunditat, el nombre de plàntules emergides ha anat disminuint.

En el cas dels sòls agrícoles, la gran majoria contenen una gran reserva de llavors i propàguls[9] diversos, que conformen el banc de llavors. Però, tot i que hi hagi unes elevades xifres de producció de llavors amb una llarga longevitat, s'ha de tenir en compte que molts propàguls de plantes no són viables. Bé pot ser a causa d'animals, paràsits o mètodes de control de l'agricultor. A més a més, la mortalitat de les plàntules és molt variable, però molt freqüentment és elevada, ja que estan sotmeses a molts riscs, com els herbicides, la llaurada amb l'objectiu d'incrementar la producció en un cultiu, etc.

3.6.2. Dinàmica del banc

El banc es troba en un flux constant. Va rebent una aportació de llavors, la majoria provinents de plantes properes, tot i que també poden provenir de plantes llunyanes a través d'algun dels diferents mecanismes de dispersió. A partir de la il·lustració que es mostra a continuació aniré explicant la dinàmica del banc.

En les llavors del banc, per una banda, una part d'aquestes està en disposició de germinar sempre que les condicions externes siguin pròsperes (banc actiu). Per una altra banda, hi trobem una altra fracció que persisteix en la dormició, incapaç d'emergir. Les llavors poden passar d'un estat a l'altre del banc al llarg de l'any, descrivint així una dormició cíclica.



Generalment, només una petita part de les llavors emmagatzemades germina i emergeix del sòl. Pot passar que la llavor germini a bastant profunditat i mori perquè no té reserves suficients per emergir (germinació letal). Una de les principals causes de pèrdua de llavors és la mortalitat d'aquestes deguda a la seva edat. No obstant, les llavors enterrades al sòl poden mantenir la seva viabilitat fins a milers d'anys.

La predació és un altre factor que influeix en la riquesa de llavors d'un sòl. Les de major mida que es troben a la superfície són majoritàriament depredades per aus, insectes, grans herbívors i rosegadors. No obstant, els fongs i els bacteris patògens poden suposar també una pèrdua important de llavors en el banc. Aquests microorganismes actuen amb uns enzims[10] que destrueixen les membranes de les llavors, causant així mals irreversibles.

Finalment, l'erosió, factor conegut per tots, afecta a la capa superficial del sòl, de manera que es pot destruir una quantitat important de reserva de llavors de l'ecosistema.

DISSENY I EXPERIMENTACIÓ

En aquest apartat explicaré la part més procedimental del treball, que inclou tant l'elecció dels llocs de mostreig com les experimentacions dutes a terme per la hipòtesi que em plantejo.

Donat que un ecosistema evoluciona en el temps i que és possible que els sòls que es troben en diferents estadis de la successió secundària d'un ecosistema no tinguin iguals capacitats de regeneració, he decidit triar tres zones molt pròximes entre si, situades al terme municipal de Sant Pere de Vilamajor, que bé poden representar tres diferents estadis d'una successió secundària generada a partir de l'abandó d'un camp de conreu. Aquests tres indrets són un camp de conreu, un camp abandonat i un bosc en camí del clímax, que es tracta d'un alzinar amb pins. Les tres zones representen respectivament, el primer, segon i tercer estadi de la mateixa successió.

El treball es basarà en un experiment aplicat de la mateixa manera a un sòl que es troba en tres estadis de successió diferents. El mostreig s'ha realitzat en un camp de cultiu, que representa la primera fase de la successió, en un camp abandonat, que representa la segona fase, i finalment en un bosc com a representació de la tercera. Tots tres terrenys pertanyen a Sant Pere de Vilamajor.

Cal esmentar que ha estat necessària la consulta al professor de botànica de la Universitat de Barcelona, Xavier Sans Serra, d'alguns conceptes o dubtes que m'han anat sorgint a mesura que planificava i anava fent el treball.

1. Descripció dels indrets mostrejats

1.1. Descripció del bosc

Actualment, el bosc mostrejat no es troba en una etapa clímax, tot i que no li falten gaires anys per arribar-hi. Ens trobem en una etapa intermèdia de la successió. Hi podem trobar alguns pins, com el pi pinyer (*Pinus pinea*) i el pi blanc (*Pinus halepensis*). Aquests pins i d'altres formen l'estrat herbari superior, el qual va sent paulatinament ofegat per un sotabosc espès format per petites alzines en creixement.

Les condicions per a què germinin els pins no són del tot favorables ja que aquests apareixen en zones solejades, i en aquest bosc l'ombra, causada per les alzines i els propis pins, està guanyant lloc amb el pas del temps i el desenvolupament de les successions.

Fa uns anys enrere, quan no hi havia tantes alzines, és molt possible que hi abundessin més els pins, però a mesura que aquests han anat creixent, han permès l'existència de les alzines a causa de l'ombra que aporten, ja que les alzines, al contrari dels pins, requereixen una ombra mínima per desenvolupar-se. És per això que actualment hi ha més alzines, i a mesura que passi el temps n'hi haurà cada cop més, fins que el bosc es converteixi

finalment en un alzinar. Les espècies del sotabosc que hi trobem són típiques d'un alzinar: falzies negres (*Asplenium adiantum-nigrum*), galzerans (*Ruscus acuelatus*), esparregueres (*Asparagus acutifolius*), rogetes (*Rubia peregrina*), aladerns (*Rhamnus alaternus*), etc. Centrant-nos en els mètodes de dispersió, podem citar que els aladerns usen l'anemocòria, mentre les rogetes es valen de la zoocòria.

La il·lustració del costat, presa el 18 de setembre al bosc mostrejat, ens permet observar el creixement d'alzines que en un temps conformaran completament el bosc sempre que no hi hagi intervencions humanes. A part de l'alzina en creixement, es veu una petita fulla d'una falguera, concretament una falzia negra, que com s'ha esmentat anteriorment, és un típic component del sotabosc mediterrani.

Les alzines es troben en un moment d'expansió, mentre que els pins van perdent terreny. A més a més, he pogut observar que es talen pins a la zona, tot i que les alzines no són talades. Els humans ajuden a recuperar el bosc clímax, format per alzines, eliminant els pins que hi ha per la zona. Es tracta d'una estratègia típica forestal. A més a més, els pins són fàcilment combustibles, mentre que les alzines es cremaran més difícilment. Les alzines fan molta més ombra i rebaixen més les temperatures en un bosc que els pins. Per totes aquestes raons és preferible que hi habitin alzines en lloc de pins.

Falguera component del sotabosc del bosc Can Panxa. La falzia negra (*Asplenium adiantum-nigrum*) és una espècie típica component del sotabosc d'un alzinar

Alzines i gramínies del bosc Can Panxa

L'ombra que generen les alzines impedeix l'aparició de les gramínies, ja que aquestes germinen en zones solejades. En el primer pla de la imatge es veuen alzines, mentre que al fons de la imatge, lluny de les alzines, trobem el territori dominat per gramínies.

1.2. Descripció del camp de conreu

El terreny ha estat durant molts anys conreat i tractat amb fertilitzants químics com nitro 33,5. També s'ha recorregut a l'ús de fems i insecticides. No obstant, l'últim cop en el qual es va aplicar alguna substància a les terres és durant l'hivern passat, quan s'hi van llançar deu tones de fems. Des d'aleshores, les terres han anat sent conreades sense aplicar cap fertilitzant ni insecticida. Pel que fa a la flora d'aquesta zona, per una banda trobem alzines podades al voltant del conreu, no hi ha pins. Per altra banda, trobem una diversitat elevada de males herbes: *Portulaca oleracea*, *Inula viscosa*, *Oxalis sp.*, *Amaranthus sp.*, C*onvolbulus sp.*, *Diplotaxis erucoides*, *Cistus monspeliensis* i *Cistus albidus*.

Imatge d'una Portulaca oleracea presa en el camp de conreu

1.3. Descripció del camp abandonat

El dia 18 de setembre, després d'anar a realitzar el segon mostreig del bosc, vaig visitar el conreu d'on vaig extreure algunes de les mostres estudiades. Just al costat d'aquest camp de cultiu hi ha un camp abandonat. Aquest indret es troba poblat bàsicament per una gran quantitat d'ínules viscoses, de manera que és lògic esperar que els resultats dels mostrejos en aquest terreny pertanyin a aquesta espècie.

Al tractar-se d'un camp abandonat, no hi ha arbres que generin ombra, de manera que tota l'àrea està exposada al sol durant tot el dia, per tant és lògic pensar en el desenvolupament únicament d'espècies oportunistes.

2. Disseny experimental

El procés de recollida de mostres de sòl dels diferents indrets ha estat realitzat en funció de les idees copsades a la part més teòrica del treball.

En primer lloc, els mostrejos han estat realitzats en dues diferents èpoques de l'any, el primer, al juny (estiu) i el segon, al setembre (tardor). D'aquesta manera puc comparar les diferències d'emergència de plàntules en funció de la temperatura. Ha calgut realitzar la tasca d'aquesta manera ja que no disposo de cambres que regulin la temperatura, humitat, hores de llum, etc. Durant la visita que vaig realitzar a la UB de Biologia vaig poder observar aquestes cambres en què es poden regular aquests factors externs. La fotografia que es mostra a l'esquerra n'és un exemple.

Els estris utilitzats a l'hora de recollir les diferents mostres són:

- ✓ Una pala i un rasclet
- ✓ Una mena de marc de plàstic per calcular un volum determinat i prendre el mateix per a totes les mostres
- ✓ Bosses de plàstic on posava la terra i que classificava segons l'indret i la profunditat on s'havia recollit cada mostra
- ✓ Un metre per mesurar la profunditat a la que es mostrejava
- ✓ Un llapis per poder comparar la mida dels forats causats pels mostrejos

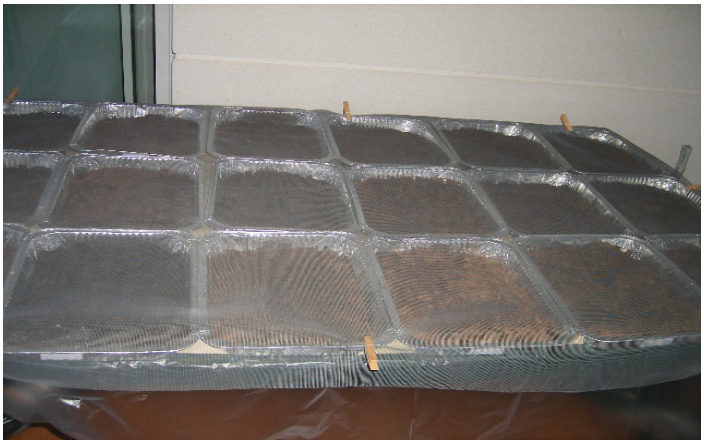
Imatges preses durant el mostreig

A l'hora de realitzar el mostreig, tal com he pogut observar en la teoria, la major part de les llavors es troba als primers 20 centímetres del sòl, de manera que s'ha realitzat a tres profunditats diferents, la primera, des de la superfície fins els 3cm de fondària, la segona, dels 3cm als 6cm, i la tercera, dels 6cm als 9cm.

Les safates, de 20cm d'amplada per 25cm de llargada, són d'alumini i amb quatre petits forats cadascuna a la seva base perquè l'aigua no es quedi estancada a les safates i pugui circular. Aquestes han estat col·locades en una terrassa, de manera que es troben a temperatura ambient. L'alçada de la terra, poc profunda però amb una superfície gran per a què així augmentin les possibilitats de germinació, arriba als 2cm, per tant, tenim un volum aproximat de terra de 1000cm^3 o una mica inferior.

Per impedir la contaminació per altres llavors externes desplaçades a través de l'anemocòria, s'ha col·locat quelcom semblant a una mosquitera, que impedeix que les llavors externes penetrin i contaminin les mostres.

En funció de la temperatura, les mostres s'han regat diàriament o varis cops per setmana, de manera que sempre s'afavoreixi el desenvolupament de les plàntules. Per tal de que no hi hagués un excés de llum i les llavors poguessin germinar en les millors condicions possibles, les safates han estat col·locades sota uns tendals de casa meva que fan ombra i per tant rebaixen les altes temperatures, sobretot durant l'estiu, quan hi ha una irradiació més forta de llum.



Mostres preses dels diferents terrenys

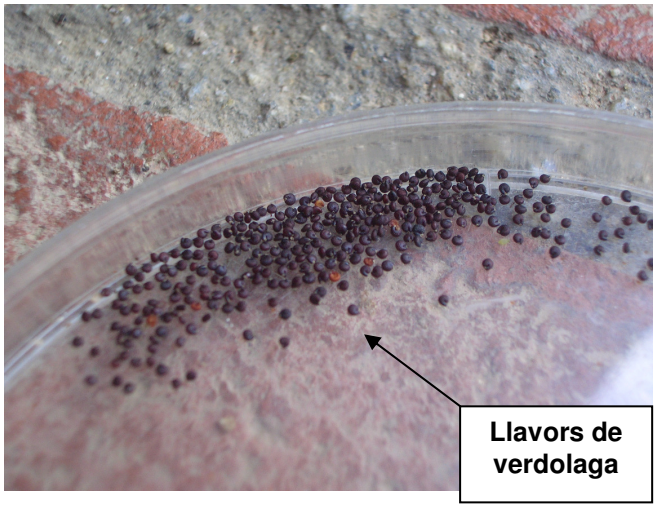
A partir del mes d'agost fins a la fi de l'observació de l'emergència de les diverses plàntules he anat prenent diàriament les temperatures màximes i mínimes, podent així deduir unes conclusions a causa de la influència de la temperatura.

3. Estudis paral·lels

En aquests estudis es poden quantificar els factors que afecten a l'emergència o l'establiment de la coberta vegetal. Només m'ha estat possible realitzar l'estudi sobre la producció d'una espècie. Els altres dos estudis estan només plantejats.

Longevitat de llavors

Per calcular la viabilitat de les llavors que es troben en els diferents recipients, fóra bo portar a terme un experiment paral·lel. Aquest consisteix en agafar llavors de les espècies que hagin germinat en les safates i col·locar una quantitat determinada d'aquestes, per exemple, cinquanta, en diferents bossetes transpirables inorgàniques perquè no es facin malbé sota el sòl. Aquestes bossetes amb les llavors serien enterrades sota terra, cadascuna d'elles durant un temps determinat, per exemple un mes una bossa, dos mesos l'altra, tres mesos la següent i així fins que s'esgotin les bosses. Cada cop que s'extragués una bossa amb les seves llavors, aquestes s'haurien d'introduir en un recipient amb terra prèviament comprada i esperar a què aquestes llavors germinessin. D'aquesta manera, a mesura que s'anessin extraient les bossetes cada mes i s'anessin introduint les llavors en recipients amb terra, la germinació dels propàguls aniria disminuint en funció del temps en el qual aquestes han estat sota terra. Així es podria calcular la viabilitat de les llavors d'aquella determinada espècie.



Aquest experiment paral·lel té un inconvenient, però, i és el temps. El temps necessari per dur a terme aquesta prova, superior a un any. Per això només m'és possible redactar el seu disseny. No obstant, s'han recollit en una càpsula de Petri llavors de l'espècie germinada tan en el sòl del camp de cultiu com en el bosc, la *Portulaca oleracea*.

Erosió

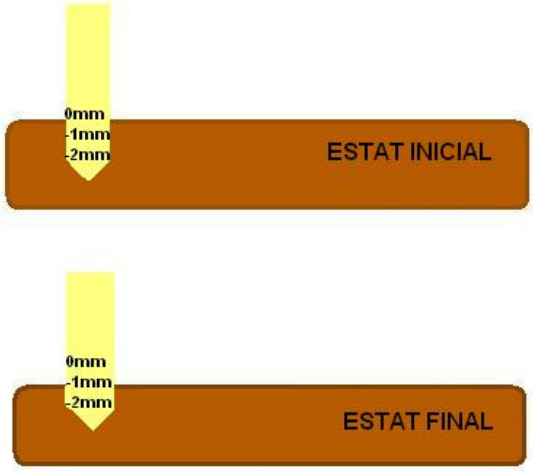
El sòl mostrejat en el conreu pot haver patit erosió per maquinària, tot i que no excessivament, ja que es tracta d'un conreu familiar, però en conreus de caire més industrial, aquesta erosió és molt freqüent. Aquesta pertorbació és més significativa en els sols agrícoles que en els boscans; els sòls agrícoles

són constantment pertorbats per interessos productius, mentre que els boscos són manipulats menys freqüentment. Aquests terrenys boscans poden patir erosió per maquinària en la construcció de xarxes elèctriques, de gasoductes, en les tales d'arbres, etc.

Les mostres de terreny boscà preses no es veuen afectades per l'erosió per productes químics, però les mostres del conreu sí. A aquestes, cada dues setmanes se'ls hi aplica sulfat de ferro, un fertilitzant, i sulfat de coure, un fitosanitari. Això sí, un ús no excessiu d'aquests sulfats és positiu pels conreus. Per exemple, el sulfat de ferro, utilitzat en les terres del conreu mostrejades, permet millorar l'estructura i fertilitat del sòl augmentant així la producció agrícola. En la matèria orgànica enriquida amb ferro hi ha una millora tèrmica, es redueixen els processos erosius i s'augmenta la capacitat de retenció d'aigua.

Pel que fa a l'erosió hídrica, les zones que tenen més possibilitats de patir aquesta erosió són el camp abandonat i el conreu, ja que estan desproveïts de qualsevol element que els hi doni aixopluc, mentre que el bosc té un seguit d'arbres i un sotabosc que protegeixen la superfície del sòl. De totes maneres, el sòl forestal tenia un cert pendent que pot haver generat una erosió per barranc.

Conclusions per justificar estudi paral·lel d'erosió Pel que fa als terrenys mostrejats, en el cas del bosc, aquest tipus d'erosió no té gaire importància ja que un bosc és una agrupació d'arbres, de manera que aquests disminueixen la circulació excessiva d'aire per la zona, protegint així la capa superficial del sòl. En el cas del terreny agrícola i del camp abandonat, l'erosió eòlica guanya importància. Es tracta de terrenys desprotegits que estan exposats a l'acció erosiva del vent.



Existeixen algunes proves per determinar en quin grau un terreny s'ha erosionat. Un d'aquests consisteix en un estudi sobre l'erosivitat que pateix el sòl al llarg del temps (anys). Es tracta de clavar en el sòl que es vulgui estudiar una espècie de pal que tingui una mesura de centímetres escrita, on el 0mm estigui just a la superfície del sòl i a la part inferior d'aquest 0mm una mesura negativa, és a dir: -1mm, -2mm, etc. Per tant, a mesura que el temps passi i el sòl es vagi erosionant i perdent terra, el pal mesurat mostrarà l'alçada de terra que s'ha perdut.

Producció d'una espècie

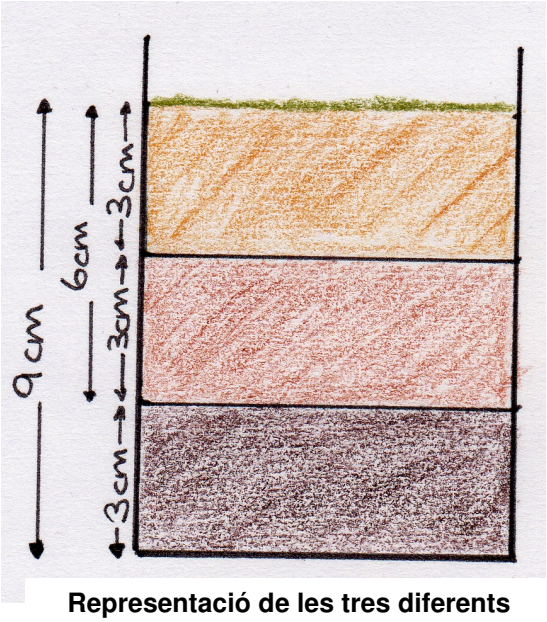
Un altre experiment és el càlcul de la producció que té una espècie vegetal. Gràcies a un recompte de llavors i capolls d'una verdolaga adulta germinada a principis d'estiu, sabem que aquesta pot generar més o menys 1379 capolls. En 10 capolls hi ha 319 llavors, de manera que aproximadament cada capoll genera unes 32 llavors. Per tant, segons els càlculs, la verdolaga posseeix una producció estimada de 44.128 llavors per planta adulta. Aquí ens podem adonar de la clara estratègia que utilitza aquest vegetal, la R. Això sí, d'aquest gran nombre de llavors, només unes poques podran sobreviure i generar altres verdolagues.

4. Mostrejos

4.1. Primer mostreig en el bosc (28-06-08)

El dissabte 28 de juny vaig visitar un bosc situat a Sant Pere de Vilamajor per realitzar el mostreig de les terres amb les quals s'ha de dur a terme una part de l'experimentació.

Es van prendre diferents mostres del terreny, totes elles d'un volum aproximat de 1000 cm^3. La terra recollida correspon al bosc de Can Panxa, molt a prop de l'església del poble. Agafar la terra no va ser del tot fàcil ja que no era un terreny tou, sinó amb pedres d'una mida considerable. Calia rascar el sòl amb un rasclet o una pala i poc a poc anar agafant mostres. Per aconseguir el volum desitjat, ha calgut crear un tipus de marc de mostreig amb el volum requerit per a cada presa de terra. El motlle consisteix en una funda de plàstic transparent semblant a un marc amb el volum adequat per prendre les mostres.



Representació de les tres diferents profunditats a l'hora de mostrejar

El mostreig va consistir en la presa en tres parts diferents de la regió de tres mostres en cada part a diferents profunditats, de manera que s'obtenen nou mostres en total. Cada mostra té una profunditat de 3cm, de manera cada mostra de terra està situada a 3cm de profunditat respecte l'anterior.

1. Les primeres tres mostres es van prendre en una zona situada al solell, on no hi havia possibilitat que hi hagués ombra, ja que no estava rodejada per cap arbre. L'orientació d'aquesta zona és N – O.

2. Les segones tres mostres es van prendre en una zona situada a 10m de les primeres mostres a l'obaga. La zona estava rodejada per arbres de manera que es disposa d'ombra durant tot el dia. L'orientació aquí és de N - O – O.
3. Les terceres tres mostres preses estaven situades a 30m respecte les primeres, amb pocs arbres que ho envoltessin, de manera que la tercera zona mostrejada es trobava pràcticament al solell encara que en alguna part del dia podia haver-hi una mica d'ombra. En aquest cas l'orientació és S – O.

Inici de la primera excavació de les terceres mostres

Inici de la segona excavació de les terceres mostres

Les diferents mostres de terra es van introduir en diferents bosses de plàstic transparent que classificaven la profunditat i la localització dels sòls. Més tard, les terres van ser introduïdes en uns recipients d'alumini.

4.2. Segon mostreig en el bosc (18-09-08)

Amb el pas de les setmanes, la germinació pel que fa a les mostres preses al bosc va ser gairebé nul·la. La màxima quantitat de nombre de germinacions que es va produir fins el segon mostreig de bosc va ser la de dues plàntules de l'espècie anomenada vulgarment verdolaga, és a dir, la *Portulaca oleracea*. És per aquest motiu que ha calgut tornar a repetir el mostreig al bosc. El dijous, 18 de setembre, juntament amb el meu tutor Miquel Àngel, vaig tornar a anar al bosc a recol·lectar més mostres d'aquest sòl.

El fet de realitzar el mostreig al setembre significa que les condicions ambientals han canviat, les temperatures són més baixes i per tant, més òptimes pel desenvolupament de plàntules. Aquest cop es van recollir en total sis mostres, tres mostres a una zona i les altres tres en una altra seguint el mateix procediment esmentat anteriorment en el primer mostreig del bosc:

1. Les primeres mostres es trobaven a uns pocs metres d'on es van recollir les primeres l'altre cop. Per tant, l'orientació d'aquestes és, com en les altres, N – O. La zona no estava molt resguardada de l'ombra pels arbres, tot i que no estava completament exposada al sòl.

2. Les segones mostres aquest cop es trobaven a uns 10 m de les segones preses l'altre cop. L'orientació és gairebé N i el sòl es trobava resguardat del sòl per l'ombra d'alzines.

Al cap de dos dies les mostres es van introduir en unes safates d'alumini idèntiques a les utilitzades pels altres mostrejos. Les safates estan col·locades al costat de les altres anteriors, de manera que es troben tots els sòls en les mateixes condicions ambientals.

4.3. Mostreig en el camp de conreu (2-07-08)

Pel que fa a la recollida de mostres en el conreu, el dimecres 2 de juny es va realitzar el mostreig i presa fotogràfica del camp de cultiu a Sant Pere. La masia, Can Bartolo, on es van recollir les terres, està situada a 700m al sud de l'església de Sant Pere.

El mostreig es va realitzar tal com es va dur a terme al bosc. Es van seleccionar tres zones diferents del conreu i a cadascuna es van mostrejar tres vegades el sòl a tres profunditats cada mostra, amb les mateixes profunditats que al bosc. No obstant, el mostreig en aquest terreny va ser més fàcil que el realitzat al bosc degut a les condicions en les quals es trobava el sòl.

1. Les primeres tres mostres es van prendre en una zona on no hi havia res cultivat, tan sols males herbes, situada al solell. L'orientació era N.

2. Les tres següents van ser recollides a una zona amb unes condicions com les de la primera zona. L'orientació era S – E.
3. Les tres darreres van ser recollides a prop d'un conreu de ceba valenciana, on tampoc no hi havia ombra. L'orientació era N – O.

Un cop recollides es van posar en bosses i més tard es van col·locar en els recipients d'alumini corresponents. En el cas del camp de conreu només s'ha dut a terme el mostreig un cop perquè els resultats obtinguts en el primer mostreig ja van ser positius, per tant es verifica la possibilitat d'emergència de plàntules.

4.4. Mostreig en el camp abandonat (18-09-08)

Per ampliar la recerca i completar les fases que es poden desenvolupar en el tipus de successió ecològica que s'ha dissenyat anteriorment, vaig prendre cinc mostres d'aquesta zona seguint el mateix procediment que l'usat en els altres mostrejos.

Les diferents mostres preses es trobaven a prop unes de les altres ja que el camp no era gaire gran, per tant, aquí ja no és necessari situar les orientacions de les diferents mostres. En un principi volíem extreure sis mostres en total, tres zones amb tres profunditats de 3cm a cada zona, però no va ser possible perquè el sòl tenia unes característiques que feien gairebé inviable l'extracció de terra a una profunditat superior a uns 6cm de profunditat. El sòl era molt pedregós. Finalment, es van extreure en un punt del camp dues mostres en dues profunditats de 3 i 6cm. En un segon punt del camp de la

mateixa manera, dues mostres més. Per acabar, en un tercer i últim punt, es va extreure una mostra del primer nivell de profunditat, és a dir, d'uns 3cm.

Finalment, després de tots els mostrejos, disposem de:

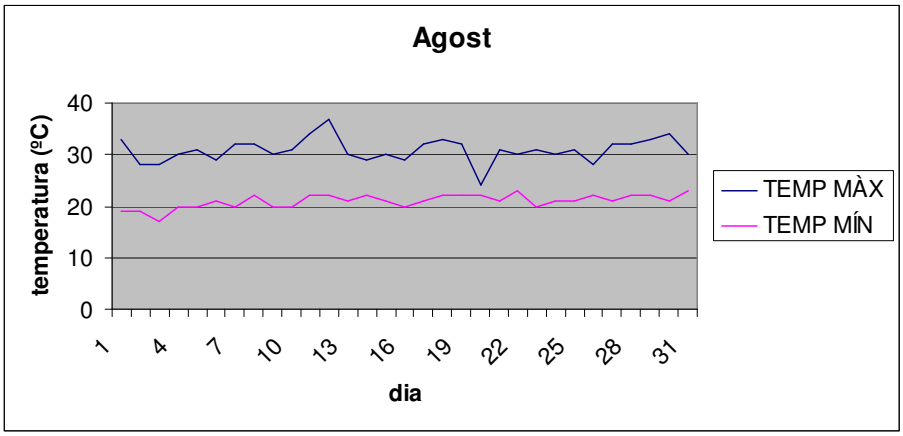
	CAMP DE CONREU	CAMP ABANDONAT	BOSC
Núm. safates 1r nivell (0-3cm fondària)	3	3	5
Núm. safates 2n nivell (3-6 cm fondària)	3	2	5
Núm. safates 3r nivell (6-9cm fondària)	3	-	3
Núm. total safates	9	5	13

4.5. Sembra de les mostres

Com ja s'ha esmentat anteriorment, les mostres han estat col·locades en les mateixes condicions ambientals, les mateixes safates d'alumini, i amb un mateix volum. Al llarg dels mesos he anat prenent les temperatures màximes i mínimes de manera que finalment he pogut realitzar un gràfic comparatiu dels diferents mesos (agost, setembre, octubre, novembre).

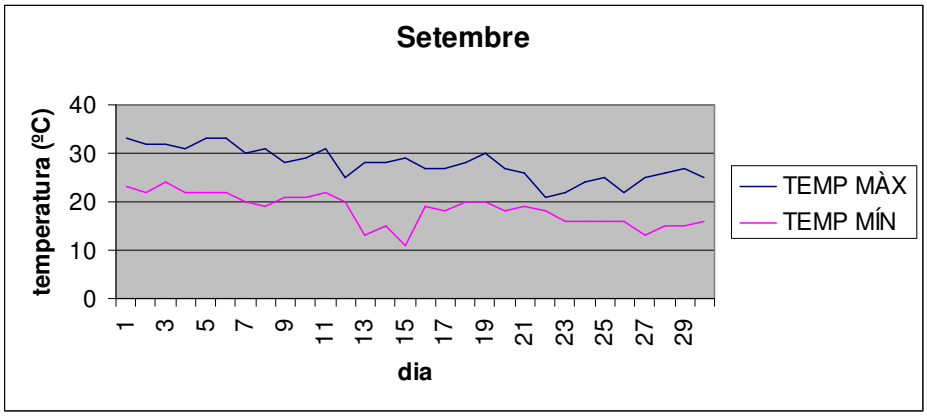
Agost

La mitjana de temperatures màximes és de 30,68ºC.
La mitjana de temperatures mínimes és de 20,97ºC.
En el dia 37 es va analitzar la temperatura màxima del mes, 37ºC.
En el dia 3 es va analitzar la temperatura mínima del mes, 17ºC.



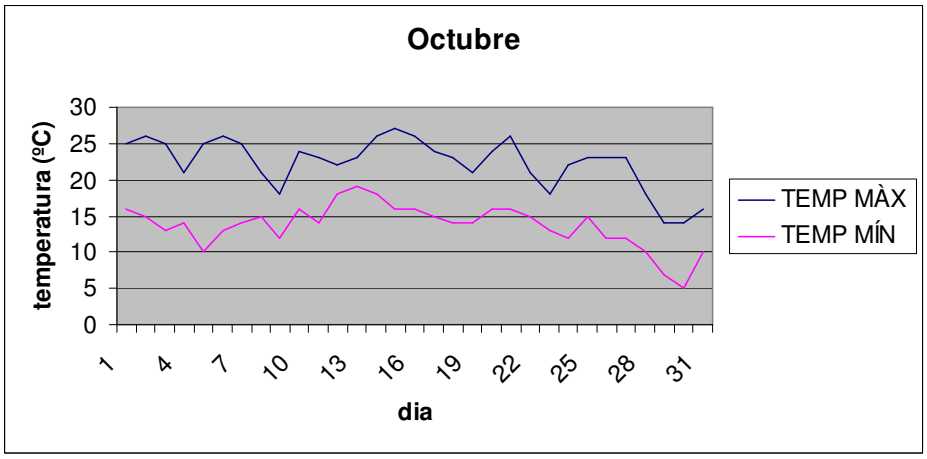
Setembre

La mitjana de temperatures màximes és de 27,83ºC.
La mitjana de temperatures mínimes és de 18,40ºC.
En els dies 1, 5 i 6 es va analitzar la temperatura màxima del mes, 33ºC.
En el dia 15 es va analitzar la temperatura mínima del mes, 11ºC.



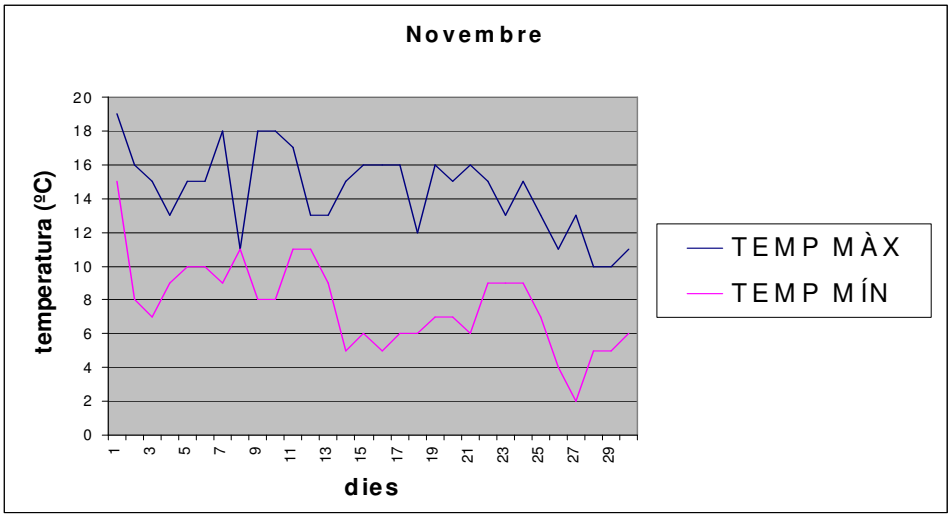
Octubre

La mitjana de temperatures màximes és de 22,35ºC.
La mitjana de temperatures mínimes és de 13,70ºC.
En el dia 15 es va analitzar la temperatura màxima del mes, 27ºC.
En el dia 30 es va analitzar la temperatura mínima del mes, 5ºC.



Novembre

La mitjana de temperatures màximes és de 14,47ºC.
La mitjana de temperatures mínimes és de 7,67ºC.
En el dia 1 es va analitzar la temperatura màxima del mes, 19ºC.
En el dia 27 es va analitzar la temperatura mínima del mes, 2ºC.



A través de l'observació periòdica he pogut observar com a mesura que les temperatures han anat disminuint fins a un cert punt, el desenvolupament de les llavors ha anat augmentant. Per tant, podem deduir com les temperatures massa elevades (màximes al voltant de 30ºC i mínimes al voltant d'uns 20ºC), no contribueixen al creixement dels vegetals. En canvi, unes temperatures més suaus (màximes al voltant d'uns 25ºC i mínimes d'uns 15ºC) estimulen el seu creixement. També cal esmentar que unes temperatures excessivament baixes no contribueixen a l'emergència de plàntules.

5. Resultats

A continuació explicaré les diferents espècies vegetals que han emergit en aquests mesos:

- Espècies emergides en les mostres del conreu: *Portulaca oleracea* i *Oxalis sp.*

- Espècies emergides en les mostres del bosc: *Portulaca oleracea*. Aquesta espècie no és típica de bosc, però segons el doctor en botànica i professor de la UB Xavier Sans, és possible que a través de la zoocòria, les llavors d'aquest vegetal hagin augmentat la seva àrea de distribució i arribat a zones boscanes properes. S'han trobat altres espècies diferents a la *Portulaca oleracea* però degut a la seva minúscula mida, inferior a un centímetre d'alçària, no han pogut ésser identificades.

- Espècies emergides en les mostres del camp abandonat: *Amaranthus sp. cf.*, *Vicia sp. cf.*, *Vitis vinifera* cf., *Sonchus sp. cf.* i *Trifolium sp. cf.* De la mateixa manera que ha succeït amb les espècies germinades en les mostres del bosc, aquí també han emergit certes plàntules que no han pogut ésser identificades pels mateixos motius.

Totes les espècies que tenen escrit al costat *cf.* (confirmar) no són amb seguretat aquella espècie, tot i que hi ha certes possibilitats de que ho siguin. Els gèneres[14] que tenen escrit *sp.*(espècie) al seu costat, significa que no es coneix l'espècie del gènere analitzat. Caldria esperar a què les diferents

plàntules emergides es desenvolupessin més per poder-les classificar correctament.

Podem observar que entre les espècies emergides al camp abandonat, n'ha germinat una que havíem trobat anteriorment en el camp de cultiu quan va ser visitat per dur a terme el mostreig, l'*Amaranthus sp. cf.* Aquesta espècie es pot haver desplaçat gràcies al vent (anemocòria) des del conreu fins al camp abandonat o a l'inrevés. Recordem que el camp abandonat i el cultiu es troben un al costat de l'altre, de manera que els sòls tenen unes característiques molt similars. Per tant, les males herbes que puguem trobar en els dos terrenys poden pertànyer a la mateixa espècie, com ha estat en aquest cas.

El resultat final no ha estat un nombre precisament elevat de plàntules, ans al contrari. La zona on més plàntules han germinat és el camp de conreu, amb una predominança de l'espècie *Portulaca oleracea*. La segona zona on més han emergit plàntules és el bosc i la tercera, el camp abandonat. L'elevat nombre de plàntules germinades a les mostres del camp de conreu pot ser degut a què en aquest terreny trobem un banc de llavors més elevat, ja que és una zona on la productivitat de vegetals és primordial.

A part de les plàntules que explicaré a continuació, també s'ha desenvolupat una mica de molsa en diverses de les safates, però no tindré en compte aquest fet. No té importància ja que les molses no són plantes superiors.

Cal tenir en compte que les espècies germinades tenen una mida molt reduïda i es trobaven en un estat de germinació molt inicial, cosa que ha complicat bastant la seva identificació.

5.1. Descripció de les espècies emergides

Portulaca oleracea

Anomenada comunament verdolaga, es tracta d'una planta anual que germina a partir de llavors, per tant utilitza la reproducció sexual. És un teròfit, d'aquí que hagi emergit amb tanta abundància en els bancs de llavors. És suculenta i pot arribar fins als 30 o 40cm d'alçada. Té unes tiges rogenques i trencadisses. Les flors són de color groc i les llavors negres. Té una càpsula per protegir les llavors que s'obre amb una espècie de tapa. Quan les llavors estan llestes per crear noves verdolagues, la tapa s'obre i les deixa caure.

Oxalis sp. cf.

Es tracta d'una espècie perenne i rep com a nom vulgar agrella o pa de cucut. És un gènere brotat a partir d'un bulb, per tant, usa la reproducció vegetativa. Neix als horts i a les vores dels camins. Té les fulles compostes, les flors grogues o blanques i els fruits capsulars i allargats. És un geòfit amb petits bulbs i rizomes que protegeixen els seus òrgans sota terra. La podem trobar en flor en qualsevol època del any.

Amaranthus sp. cf.

Anomenada vulgarment blet, es tracta d'un gènere d'herbàcies anuals distribuïdes per la major part de les regions temperades i tropicals. És una espècie resistent als climes freds i secs i pot arribar a créixer en sòls pobres.

Vicia sp. cf.

Les plantes *Vicia* són anuals i fan fulles pinnades molts cops amb un circell terminal de manera que es formen petites lianes. Se solen desenvolupar prou bé durant les primaveres humides. Es tracta d'un vegetal lleguminós utilitzat en el sector de l'alimentació.

Vitis vinifera cf.

Anomenada vulgarment planta del raïm, és una liana llenyosa amb unes fulles irregularment dentades, flors verdoses i petites i pètals caducs. Té com a fruit el raïm. Tot i ser cultivada a gran escala també pot aparèixer en alguns boscs mediterranis.

Sonchus sp. cf.

Anomenada vulgarment lletsó, és una planta vivaç que desplaça les seves llavors per anemocòria i que conté làtex, cosa que es pot veure trancant les seves tiges. Pel que fa a l'hàbitat, la podem trobar en cultius, ribes, zones abandonades. Tots aquests llocs es troben il·luminats i han de ser moderadament càlids.

Trifolium sp. cf.

Anomenada vulgarment trèvol quan ja és adulta, és una herba fàcil de reconèixer per les seves fulles trifoliades i pels glomèruls de floretes petites de color groc o rosat en què acaben les fulles. Entre els més comuns, hi ha molts *Trifolium* petits i anuals que són comuns als prats mediterranis de curta durada.

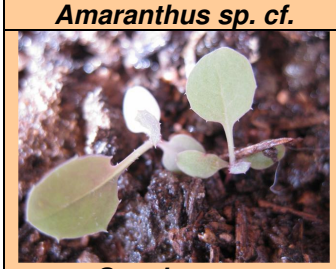
5.2. Taules amb resultats

A continuació exposaré en tres taules pertanyents a les tres diferents zones mostrejades les diferents espècies vegetals germinades i el nombre de plàntules de cadascuna.

Nombre de plàntules emergides en les mostres del camp de conreu:

Plàntula	1a capa (0-3cm)	2a capa (3-6cm)	3a capa (6-9cm)	Total
Portulaca oleracea	75	14	5	94
Oxalis sp.	0	2	0	2
TOTAL	75	16	5	96

Nombre de plàntules emergides en les mostres del camp abandonat:

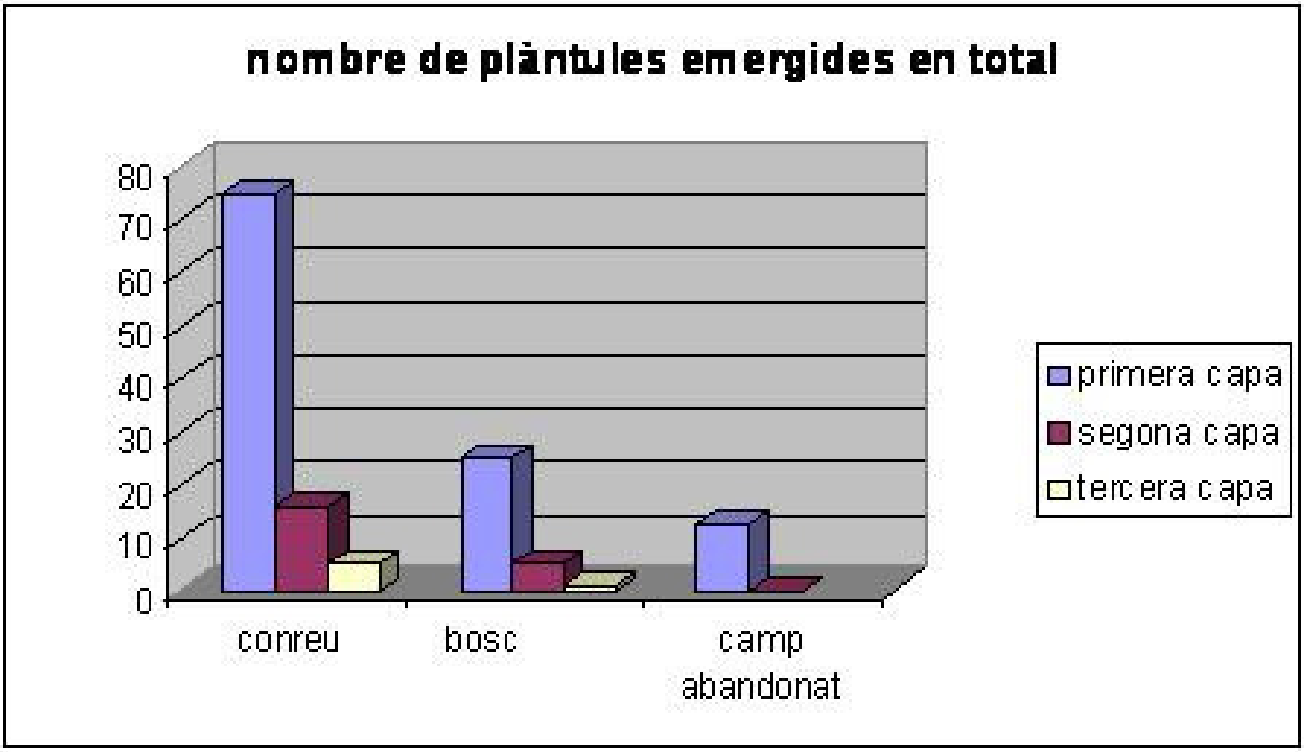
Plàntula	1a capa (0-3cm)	2a capa (3-6cm)	Total
Amaranthus sp. cf.	2	0	2
 ***Sonchus sp.***	5	0	5
Plàntules vàries sense identificar	6	0	6
TOTAL	13	0	13

Nombre de plàntules emergides en les mostres del bosc:

Plàntula	1a capa (0-3cm)	2a capa (3-6cm)	3a capa (6-9cm)	Total
Portulaca oleracea	2	0	1	3
Amaranthus sp. cf.	3	2	0	5
Vicia sp. cf.	2	0	0	2
Vitis vinifera cf.	4	0	0	4
Sonchus sp.	2	0	0	2
Trifolium sp.	1	0	0	1
Plàntules vàries sense identificar	10	4	0	14
TOTAL	24	6	1	31

Major emergència de plàntules localitzada	
Estat de successió	conreu
Nivell de profunditat mostrejat	primer nivell (0-3cm de profunditat)
Període temporal	setembre/octubre

	Nombre total de plàntules emergides		
	BOSC	**CONREU**	**CAMP ABANDONAT**
1r nivell fondària	24	75	13
2n nivell fondària	6	16	0
3r nivell fondària	1	5	-
TOTAL	31	96	13



CONCLUSIONS

1. Conclusions relacionades amb la recerca

Com qualsevol treball d'investigació, sempre sorgeixen petits problemes que eleven la dificultat de la recerca. En aquest cas, en podem enumerar varis:

1) Primerament, al ser un treball experimental en el qual es requereix bastant temps per a què es dugui a terme eficaçment la germinació de les llavors que es troben al sòl, cal una bona planificació i organització amb el mostreig ja que si no es fa a temps, és possible que la prova de germinació no ens pugui donar suficient informació perquè no hi hagi hagut temps suficient per al desenvolupament de les plàntules.

2) Tampoc ha estat del tot fàcil trobar a un pagès o pagesa que ens permeti mostrejar les seves terres. Al principi vaig localitzar a una senyora agricultora de Sant Pere de Vilamajor que, tot i haver acceptat en un principi que mostregés una petita part de les seves terres, el segon cop que vaig anar a visitar-la no es va presentar, de manera que no va ser possible el mostreig en aquells conreus. Després de passar unes setmanes buscant una altra persona amb conreus que acceptés un mostreig, vaig localitzar a en Bartolomé Valle, que va acceptar de bon grat i es va oferir per a qualsevol cosa.

3) La climatologia en la qual les llavors de les terres de bosc i dels conreus s'han hagut de desenvolupar no ha pogut estar del tot òptima ja que s'ha realitzat en major part durant l'estiu. No obstant, els recipients amb el sòl en els tres diferents estadis de successió s'han col·locat sota uns tendals que han rebaixat, encara que per només uns pocs graus, la temperatura. A més a més, el reg durant els mesos més calorosos com juliol i agost s'ha hagut de realitzar o bé diàriament, o inclús dos cops per dia. S'han intentat aconseguir les més òptimes condicions per al desenvolupament de les plàntules.

4) A l'hora de dur a terme els mostrejos, en alguns casos, com ha succeït en el camp abandonat, no ha estat possible el mostreig d'una tercera capa de sòl a causa de la textura extremadament dura del sòl deguda a la presència de grans pedres que obstaculitzaven el procés de mostreig.

Obstacles que van dificultar el mostreig

5) Qualsevol experimentació s'ha de repetir diverses vegades per poder confirmar els seus resultats, i en aquest treball una part del mostreig s'ha dut a terme dues vegades en cada zona, una en juliol, i l'altra en setembre per obtenir uns resultats més segurs, tot i que hauria estat

encara millor repetir-ho més vegades, però no requereixo de suficient espai per col·locar tots els recipients amb les terres mostrejades.

6) La classificació en espècies de les plàntules germinades no ha estat pas fàcil, ja que es tracta d'unes petites plantes d'una mida que s'aproxima al centímetre i mig d'alçada. Aquest fet també està comentat dins l'apartat de resultats.

7) A principis de desembre, moltes de les plàntules que havien germinat han mort, o bé a causa de les baixes temperatures, o bé a causa d'una deshidratació. No obstant, he pogut apreciar i analitzar els resultats correctament.

Comparació de la mida de les plàntules amb una moneda de cinc cèntims d'euro

8) No tinc la seguretat de què hagin germinat completament totes les llavors que hi ha a les mostres per diferents motius: o bé les llavors poden trobar-se en un estat de latència, o bé pot ser que no s'hagin donat les condicions més òptimes de germinació per a totes les espècies.

9) Hi ha hagut una manca de material que hagi pogut ajudar a la duta a terme de l'experimentació, com per exemple càmeres de germinació que controlin les condicions ambientals (temperatura, humitat, llum, etc.).

Durant la recerca, a més, han anat sorgint altres deduccions en què no m'havia fixat a l'hora de plantejar tot el treball:

10) A partir de la teoria estudiada, en les mostres de terra extretes dels diferents indrets, les espècies de plantes que apareixeran en les mostres seran les pioneres, les que en cas de l'eliminació de la flora existent apareixen les primeres. El tipus de successió que caracteritzarà els mostrejos serà la secundària, ja que abans ja existia una flora que habitava la zona.

11) En el moment de descriure les tres zones del mostreig, els sòls mostrejats són, segons la classificació exposada a l'apartat teòric, de caire forestal (bosc), agropecuari (camp de cultiu) i un terreny improductiu (camp abandonat), que evolucionarà cap a l'estadi intermedi de la successió. Com que es troben situats en una mateixa zona, molt propers els uns dels altres, podríem dir que aquestes tres zones es tracten de diferents estadis de la successió d'un mateix ecosistema.

2. Conclusions relacionades amb els resultats

A partir dels resultats exposats anteriorment, puc afirmar la hipòtesi plantejada a la meva introducció. Sí que existeixen possibilitats de regeneració

en un sòl pertorbat ja que es pot produir el desenvolupament dels seus propàguls, quelcom observat a partir de l'experimentació duta a terme. No obstant, per a què la germinació sigui prolífera, seria precisa certa ajuda externa. Exemples d'aquesta ajuda poden ser una protecció del sòl per a què aquest no es faci malbé, una temperatura adequada per a una correcta germinació, i una aportació d'aigua suficient i no excessiva.

A partir de les taules anteriors amb els resultats obtinguts podem concloure que és en el camp de conreu on més plàntules han emergit. Això pot ser degut a què aquest terreny es troba en el primer estadi de la successió i en aquesta fase interessa repoblar l'indret. No obstant, tinc poques mostres en general com per poder afirmar aquesta idea fermament.

Un altre fet que cal matisar és la diferència de mostres preses en els diferents nivells de profunditat. A part de que la majoria de propàguls es troben en una part bastant superficial del sòl, la majoria de mostres que he pres pertanyen a aquesta part, per tant, és normal que hagi emergit un nombre molt elevat de plàntules en el primer nivell en comparació al més profund.

Les temperatures més apropiades per a una màxima emergència de llavors s'han donat entre els mesos de setembre i octubre, amb uns 25ºC de màxima i uns 15ºC. Per tant, les temporades de l'any on tindrem una major repoblació vegetal és en la tardor i la primavera.

Les llavors que han germinat en la meva experimentació pertanyen clarament a un banc de llavors transitori, ja que han germinat al cap d'unes quatre o cinc setmanes. No obstant, també aquestes mostres de sòl poden contenir bancs de llavors dels altres dos tipus però no tindré l'oportunitat de conèixer-ho degut al límit temporal.

En les espècies que han emergit en els diferents recipients amb mostres de sòl pertanyents al camp de conreu, trobem l'*Oxalis sp.*, que es tracta d'un geòfit que es desenvolupa a partir d'un bulb. Aquest bulb permet que el vegetal mantingui els seus òrgans protegits sota terra durant l'època desfavorable alhora que facilita la seva reproducció vegetativa. Una altra espècie germinada en el terreny de conreu és la verdolaga, un teròfit. Els geòfits i teròfits són un tipus de vegetals típics dels camps de conreu, zones que es troben en pertorbació contínua, de manera que les plantes s'han adaptat o bé protegint els seus òrgans sota terra (geòfits), o bé sobrevivint a les llaurades periòdiques en forma de llavor (teròfit).

Bulb d'Oxalis sp. emergida en les mostres

En el camp abandonat on s'han recollit mostres de sòl observem l'espècie vegetal *Inula viscosa*, un hemicriptòfit. La presència d'un hemicriptòfit en aquest camp abandonat demostra l'adaptació de les espècies al seu entorn; al no haver pertorbacions que afectin periòdicament al sòl, aquestes poden romandre arran del sòl sense perill de morir. Aquesta espècie no sobreviuria en un camp

de conreu, on contínuament es remou la terra, per tant, on s'eliminarien les gemmes d'aquests hemicriptòfits. Un teròfit ha de refer anualment tots els seus òrgans mentre que a un hemicriptòfit no li cal. Per tant, podem deduir que l'estratègia que segueixen els hemicriptòfits és la més adequada per sobreviure en un camp que no és llaurat.

En aquesta experimentació l'emergència de plàntules no ha estat gaire notable. Gràcies a la teoria exposada he pogut deduir les causes a partir de les quals la germinació no ha estat prolífera:

- Que les condicions ambientals no hagin estat les òptimes tot i que s'ha procurat que fossin les millors possibles.

- Que algunes de les llavors que hi ha en aquestes mostres es trobin en un estat de latència, que pot venir donat per l'ambient o per les pròpies llavors, que encara no les permeti desenvolupar i créixer.

- Que el sòl s'hagi fet malbé per algun tipus d'erosió, de manera que s'hagi afectat a la viabilitat dels propàguls i aquests ja no siguin productius.
- Que en les diferents zones mostrejades s'hagi dut a terme una depredació de les llavors del sòl, de manera que es redueix el nombre de llavors o les que queden ja estan fetes malbé.

- Que els bancs de llavors de les zones mostrejades siguin pobres en llavors, per tant, el que caldria seria disposar de més temps per veure si emergeixen més plàntules.

Caldria comprovar quin d'aquests factors exposats anteriorment ha estat el que ha influït en l'escassa emergència de plàntules a través d'altres experimentacions.

On hem trobat una major quantitat de plàntules ha estat en el sòl de conreu. Tot i això cal tenir en compte que l'experimentació ha estat duta a terme amb un nombre reduït de mostres i per basar-nos en uns resultats ferms i fiables s'hauria d'haver realitzat una experimentació a amb un major nombre de mostres i repetides vegades, quelcom ja esmentat diversos cops. Això no ha pogut ésser possible a causa de l'espai del qual disposo, com també he comentat anteriorment. El factor temporal també m'ha limitat el treball. M'hauria agradat haver dut a terme altres experiments paral·lels al que he realitzat, però no ha estat possible, doncs requerien un període temporal massa llarg, d'un, dos o tres anys.

Gràcies a aquests mesos de treball he pogut apreciar la potencialitat que pot arribar a tenir la regeneració natural. Tot i que els humans intentem durant anys o dècades eliminar la flora d'un indret, tot i que ens pensem que tenim el domini sobre la natura, arriba un moment en el que ens adonem de la gran força que té el nostre planeta comparada amb el nostre minúscul intent de dominació i poder. Un exemple ho és el cas de Chernòbil, zona arrasada pels humans i despoblada actualment, on a mesura que han passat els anys, hem pogut observar a través de revistes i de la televisió com la natura, tant la fauna

com la flora, ha anat guanyat terreny d'una manera espectacular en aquella zona. Això sí, amb l'experimentació de certs canvis genètics. En canvi, els humans ens hem hagut de retirar pel gran dany que ens hem causat a nosaltres mateixos.

3. Utilitats del treball a la pràctica i a la teoria

Pel que fa a la pràctica:

- ✓ Permet conèixer quina vegetació es pot establir quan canviem les condicions ambientals.
- ✓ Facilita el coneixement dels factors que influeixen en els processos de germinació i emergència, de manera que es poden dissenyar models de predicció que serviran com a eina per optimitzar moltes decisions en el maneig de les males herbes.
- ✓ En els conreus, es poden conèixer les espècies més importants que combatran amb les altres espècies que es vulguin cultivar.
- ✓ En cas de pertorbació en un terreny, conèixer si preferible deixar que la terra germini de nou per sí sola o plantar llavors per tornar a crear un ecosistema vegetal.

Pel que fa a la teoria:

- ✓ Permet conèixer amb precisió la diversitat vegetal.
- ✓ Permet saber més profundament el funcionament dels ecosistemes vegetals. Per exemple, en un camp de cultiu, l'ambient es trobarà més pertorbat per l'acció humana de manera que les plantes generaran una quantitat més elevada de llavors per poder sobreviure, al contrari d'un ecosistema més estable, com pot ser un bosc, en el qual els vegetals no generaran tantes llavors perquè no caldrà.

Gràcies a la consulta feta al doctor Xavier Sans, he pogut conèixer algunes experimentacions semblants a la que he dut a terme:

Observació de competència entre espècies

Consisteix en llançar en un sòl amb unes llavors d'una espècie determinada, unes d'una altra espècie per observar si aquestes noves llavors introduïdes competiran amb les altres que ja habitaven el sòl. Les conseqüències poden ser:

i. La nova espècie no és capaç de combatre amb l'espècie preexistent de manera que desaparegui.
ii. La nova espècie genera tal elevat grau de competència que acaba per dominar el terreny, reduint el nombre de plantes de l'altra espècie o fent-la desaparèixer.
iii. Ambdues espècies siguin capaces de conviure i puguin desenvolupar-se i seguir el seu cicle vital.

Coneixement de la diversitat d'espècies d'un terreny

Es tracta tan sols d'agafar aleatòriament varies mostres de sòl del terreny que es vulgui estudiar i col·locar-les en safates en unes condicions d'humitat, llum i temperatura òptimes pel desenvolupament de les plàntules que emergiran a partir de les llavors emmagatzemades.

Comparació de la producció d'un camp de cultiu ecològic amb un on s'hi aboquen herbicides

A la UB estan actualment portant a terme aquesta investigació en diferents regions de Catalunya. Consisteix en agafar mostres de terra en camps de cereals de Catalunya ecològics i amb herbicides. Després es col·loquen aquestes mostres de terra en safates per a què germinin i es pugui conèixer el seu banc de llavors. El desenvolupament de les llavors en els diferents recipients indicarà les diferències de producció que es troben entre ambdós tipus de camps.

4. El treball de recerca com a experiència personal

Cal dir que gràcies a aquest treball de tan cabdal importància he pogut assumir un dels reptes més importants que em plantejava el batxillerat. A part d'aprendre tots els conceptes teòrics que se'm plantejaven, he hagut d'aplicar una correcta organització des del primer dia, cosa extremadament important en aquest treball i en la resta dels que hauré de realitzar d'ara endavant. Paral·lelament he pogut aconseguir els objectius que em proposava inicialment, principalment la confirmació o refutació de la meva hipòtesi, encara que també he conegut altres conceptes que no pensava que apareixerien, com poden ser els experiments paral·lels o les diferents aplicacions tant a la teoria com a la pràctica d'aquesta recerca. Un dels trets que més he apreciat amb aquest treball ha estat el fet de que m'ha atret i agradat dedicar-me durant aquests mesos a la recerca de quelcom ubicat dins l'àmbit de les ciències naturals. M'he adonat amb aquesta recerca que vull dedicar el meu futur a l'aprenentatge de matèries relacionades amb la biologia.

GLOSSARI

1. Productivitat: Divisió entre la producció i la biomassa inicial d'un ecosistema.

2. Biomassa: Massa total de la matèria viva existent en una comunitat o en un ecosistema.

3. Producció: Biomassa/m^2 produïda en un any.

4. Fitosanitari: Producte utilitzat per guarir les malures de les plantes.

5. Ecosistema: Sistema d'organització constituït per les diverses espècies animals i vegetals que habiten un indret determinat i les relacions que sorgeixen entre aquestes espècies.

6. Angiosperma: Planta amb flor.

7. Plàntula: Planta molt jove.

8. Reproducció vegetativa: Tipus de reproducció en la que un sol individu dona lloc a la descendència.

9. Propàgul: Qualsevol part d'una planta destinada a la multiplicació vegetativa.

10. Enzim: Biocatalitzador que intervé en el metabolisme dels éssers vius modificant, i sovint accelerant, la velocitat de les reaccions químiques cel·lulars.

11. Meteorització: Esmicolament de les roques de l'escorça terrestre.

12. Brolla: Formació vegetal que pot recobrir la major part del sòl però deixa passar molta claror i està constituïda per arbusts, mates i herbes amb una alçada aproximada de 0,5 a 2 metres.

13. Espècie: Unitat taxonòmica fonamental en l'estudi de la diversitat dels éssers vius i base de la seva classificació que es troba després del gènere d'una espècie.

14. Gènere: Grup de classificació taxonòmica dels éssers vius situat entre la família i l'espècie.

BIBLIOGRAFIA

Llibres consultats:

- AGUILELLA, A.; BERNAL, M.; BLANCHÉ, C.; CAMARASA, J.M.; CARDONA, M.A.; CARRERAS, J.; CARRILLO, E.; CASASAYAS, T.; FARRAS, A.; MASELLES, R.M.; MATEO, G.; MESTRES, J.M.; NINOT, J.M.; PERDIÇÓ, M.T.; PUJADE, J.; ROMO, À.M.; VELASCO, E. (1988) *Història natural dels Països Catalans*. Editorial Enciclopèdia Catalana.

- CUELLO, J.; DOMÍNGUEZ, A.; PONS, J. (2006) *Biologia 1*. Ediotrial Barcanova.

- DE BOLÒS, O.; VIGO, J.; M. MASALLES, R.; NINOT, J.Mª. (2000) *Flora manual dels països catalans*. Editorial Pòrtic.

- GARCIA BREIJO, F.; ROSELLÓ CASELLES, F.; SANTAMARINA SIURANA, Mª. (2001). *Iniciación a la fisiología de las plantas.* Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

- MARQUÈS I TORRES, X., PUIG I MIRALLES, E.; PUIGGRÓS I TOVÉ, J.Mª, SAUS I ARÚS, J.; SEBASTIÀ I ÀLVAREX, Mª T.; TABERNER I PALOU, A.; VILA- HORS, J.P. (1983) *Manual de les males herbes dels conreus de Catalunya*. Editorial Obra Social La Caixa.

- PASCUAL I FERNANDO, E.; TORRAS I CONANGLA, M.; FOLIA I CAMPOS, M.; GIL SANCHIS, O.; LLUÍS I GAVALDÀ, L. (1995) *Diccionari de la llengua catalana*. Editorial Enciclopèdia Catalana.

- PORTA CASANELLAS, J.; LÓPEZ-ACEVEDO REGUERÍN, M.; ROQUERO DE LABURU, C. (2003) *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Editorial Mundi-Prensa.

- SANTAMARÍA DEL CAMPO, S.; LLORET MAYA, F.; CARDONA FLORIT, Mª A. (2004) *Biología de las plantas*. Editorial Reverté.

Pàgines web consultades:

- AGRUPACIÓ FOTOGRÀFICA D'ALGAIDA. [en línia]. *Oxalis pes-caprae*. <http://www.afalgaida.org/Flora/OxalisPes-caprae.htm> [consulta: 8/12/08].

- AGRUPACIÓ FOTOGRÀFICA D'ALGAIDA. [en línia]. *Portulaca oleracea.* <http://www.afalgaida.org/Flora/PortulacaOleracea.htm> [consulta: 30/9/08].

- ASTROMIA. [en línia]. *La erosión eólica.* <http://www.astromia.com/tierraluna/erosionviento.htm> [consulta: 4/9/08].

- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. [en línia]. *Agronomía tropical.* <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at5403/arti/meza_n.htm> [consulta: 11/8/08].

- DIPUTACIÓ DE BARCELONA. [en línia]. *Efectes de l'incendi de 1994 sobre la vegetació del Garraf.* <http://www.diba.es/parcsn/parcs/fitxers/pdf/p10d007.pdf> [consulta:16/9/08].

- LA COMUNIDAD. [en línia]. *Crisis financiera.* <http://lacomunidad.elpais.com/crisis-financiera/category/petroleo> [consulta: 3/1/09].

- L'ENCICLOPÈDIA. [en línia]. *L'Enciclopèdia.* <http://www.enciclopedia.cat> [consulta: 5/12/08].

- FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS. [en línia]. *Requerimientos germinativos y modelización de la emergencia de plántulas de Portulaca oleracea L. (verdolaga).* <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Investigacion/revista/rev9/2.htm> [consulta: 1/10/08].

- GEOCITIES. [en línia]. *Successions.* <http://es.geocities.com/cienciesterra/CTMA02_2.html> [consulta: 14/8/08].

- GEOCITIES. [en línia]. *La biosfera. El sòl.* <http://es.geocities.com/cienciesterra/CTMA02_04.html> [consulta: 25/10/08].

- HORT URBÀ. [en línia]. *Conservació de la llavor.* <http://www.horturba.com/cultivar/fitxa_maneig.php?ID=15> [consulta: 1/7/08].

- INFOJARDÍN. [en línia]. *Plantas anuales y bianuales.* <http://articulos.infojardin.com/anuales/Que_son_anuales_y_bianuales.htm> [consulta: 11/8/08].

- INSTITUT D'ESTADÍSTICA DE CATALUNYA. [en línia]. *Mostreig.* <http://www.idescat.net/cat/idescat/publicacions/cataleg/llengua/pdf/mostreig.pdf> [consulta: 1/7/08].

- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. [en línia]. *Importancia de la calidad de las semillas.* <http://www.inta.gov.ar/mercedes/info/Pasturas/Importancia%20de%20la%20Calidad%20de%20Semilla%202006.pdf> [consulta: 5/7/08].

- INTEREMPRESAS. [en línia]. *Artículos técnicos.* <http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/Articulo.asp?A=7786> [consulta: 6/8/08].

- JARDíN ACTUAL. [en línia]. *Artículos.* <http://jardinactual.com/articuloshtm2.php?articulo=308> [consulta: 11/8/08].

- JARDINS JOAN. [en línia]. *El sòl.* <http://www.jardinsjoan.com/articles/EL%20S%C3%92L.htm> [consulta: 25/10/08].

- PERÚ ECOLÓGICO. [en línia]. *La Productividad en el Ecosistema.* <http://www.peruecologico.com.pe/lib_c2_t17.htm> [consulta: 25/10/08].

- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. [en línia]. *Manual técnico.* <http://www.pnuma.org/manualtecnico/pdf/78-84.pdf> [consulta: 17/7/08].

- SEMICOL. [en línia]. *Pruebas de calidad de las semillas.* <http://www.semicol.com.co/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=37> [consulta: 23/7/08].

- TIERRAMOR. [en línia]. *Fertilidad de suelos.* <http://www.tierramor.org/Articulos/Fertilidad%20de%20suelos.htm> [consulta: 25/10/08].

- UNIVERSIA. [en línia]. *Regeneración pos-incendio de matorral en suelos con distintas historias de uso.* <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=3270422> [consulta: 16/9/08].

- UNIVERSIDAD DE ALMERÍA. [en línia]. *Malherbología.* <http://www.ual.es/personal/edana/bot/mh/temas/t5.doc> [consulta: 12/8/08].

- UNIVERSIDAD DE NAVARRA. [en línia]. *Tipos de especies.* <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/04Ecosis/140TipEsp.htm# Estrategias%20de%20supervivencia.%20Estrategias%20de%20la%20r%20y%20de%20la%20K> [consulta: 15/8/08].

- UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA. [en línia]. *Herbario virtual del Mediterráneo Occidental.* Mètodes d'estudi.<http://einstein.uab.es/jmroure/pdf/02%20M%E8todes%20an%E0lisi.pdf> [consulta: 11/8/08].

- UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS. [en línia]. *Herbario virtual del Mediterráneo Occidental.* <http://herbarivirtual.uib.es/cat-med/especie/4074.html> [consulta: 30/9/08].

- UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS. [en línia]. *Recerca.* <http://www.campusuib.com/php/seccion.php?nrevista=21&seccion=Recerca> [consulta: 30/9/08].

- UNVERSITAT DE LLEIDA. [en línia]. *El fruit.* <http://botanicavirtual.udl.es/fruit/zoocoria.htm> [consulta: 25/10/08].

- UNIVERSITAT DE LLEIDA. [en línia]. *Asteràcies.* <http://botanicavirtual.udl.es/fam/asteracies/sonchus_arv.htm> [consulta: 4/12/08].

- VÍA RURAL. [en línia]. *Timbó.* <http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/agricultura/arboles-autoctonos/arboles-centro-y-norte/timbo.htm> [consulta: 25/10/08].

- WIKIPEDIA. [en línia]. *Tipos de erosión.* <http://es.wikipedia.org/wiki/Erosi%C3%B3n#Tipos_de_erosi.C3.B3n> [consulta: 7/8/08].

- WIKIPEDIA. [en línia]. *Comunidad clímax.* <http://es.wikipedia.org/wiki/Comunidad_cl%C3%ADmax> [consulta: 1/9/08].

- WIKIPEDIA. [en línia]. *Brolla.* <http://ca.wikipedia.org/wiki/Brolla> [consulta:18/9/08].

- WIKIPEDIA. [en línia]. *Dispersión de propágulos.* <http://www.wikipedia.es/enciclopedia/Dispersi%C3%B3n_de_los_prop%C3%A1gulos> [consulta: 25/10/08].

- WIKIPEDIA. [en línia]. *Impatiens.* <http://es.wikipedia.org/wiki/Impatiens> [consulta: 22/11/08].

- WIKIPEDIA. [en línia]. *Amaranthus.* <http://es.wikipedia.org/wiki/Amaranthus> [consulta: 4/12/08].

- XTEC. [en línia]. *Formes biològiques.* <http://www.xtec.es/centres/c5005260/WEBAO/formesb.htm> [consulta: 11/8/08].

- YAHOO. [en línia]. *Erosión.* <http://espanol.answers.yahoo.com/question/index?qid=20061002211205AAks6i2> [consulta: 7/8/08].

Fonts orals:

- Professor de botànica de la Universitat de Barcelona Xavier Sans Serra.