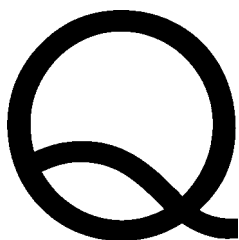


MONGETES ESTRESSADES

SÍLVIA PRAT i LLONGARRIU

**Treball guanyador del Premi Jordi Pujiula.
Àmbit de Ciències Naturals 2012**



uan em van començar a parlar del treball de recerca vaig dubtar molt sobre el tema que podria tractar el meu treball. Únicament tenia clar que, com a alumna de batxillerat científic, volia que estigués enfocat cap al camp de la ciència, però això no era suficient, perquè el camp científic és molt ampli.

Després de donar-hi moltes voltes, em va semblar una bona idea la proposta de la professora Rosa Pons, a partir de la qual s'ha desenvolupat el que ha acabat sent el meu treball de recerca. La idea inicial era treballar amb l'estrès vegetal sobre la mongeta. A mesura que ha anat avançant el treball, aquesta idea s'ha anat desenvolupant i polint de forma que el meu treball ha acabat sent un estudi de la germinació de la mongeta i de l'estrès abiòtic a nivell morfològic i a nivell cel·lular sobre la mongeta.

Durant la realització del meu treball, he anat adquirint nous coneixements que no tenia abans i he anat descobrint en què consisteix l'estrès vegetal, quin tipus d'estrès hi ha, com afecta les plantes... i ho he trobat realment interessant.

El treball m'ha permès adquirir nous coneixements teòrics, aprendre conceptes que abans eren desconeguts per mi i profunditzar en el món vegetal.

Per altra part, ha estat una experiència molt gratificant. He après en què consisteix verdaderament un treball d'investigació i el rigor del mètode científic. He pogut adonar-me que darrere de qualsevol estudi de l'àmbit científic hi ha moltes hores de dedicació i paciència.

Resum

Aquest treball consisteix en un estudi de la germinació i l'efecte de l'estrès abiòtic en *Phaseolus vulgaris*.

L'estudi consta de dues parts diferenciades: una part teòrica i una part pràctica.

La part teòrica consisteix en una busca bibliogràfica per tal de tenir clars els conceptes necessaris. Conté informació sobre el món vegetal en general, la morfologia i la fisiologia vegetal, la llavor i la germinació, l'estrès vegetal, les seves causes i l'efecte que provoca sobre les plantes i les característiques de la planta estudiada, la mongeta.

Aquesta part teòrica m'ha permès entendre amb més facilitat com és la mongeta, el funcionament de les plantes, els factors que l'alteren, com afecta aquesta alteració, etc. Aquesta informació ha estat imprescindible per a la realització de la part pràctica i m'ha permès ampliar els meus coneixements sobre el tema a mesura que he anat avançant en el treball.

La part pràctica es divideix en dos apartats diferents: l'estudi de la germinació de la mongeta i l'estudi de l'estrès vegetal en la mongeta.

L'estudi de la germinació de la mongeta s'ha basat a fer germinar les diferents varietats de mongeta utilitzades i d'aquesta manera obtenir el percentatge de germinació, observar el procés, les complicacions que sorgeixen, etc. He utilitzat dos mètodes de germinació diferents (en cotó flux i en paper de filtre) i els he comparat.

L'estudi de l'estrès vegetal en la mongeta s'ha basat a realitzar una germinació en paper de filtre i, una vegada obtingudes les plàntules, sotmetre-les a condicions adverses per tal de comparar l'efecte dels diferents estressos en una mateixa varietat de mongeta i el comportament de cada una de les varietats en una mateixa condició d'estrès. Aquesta comparació s'ha realitzat a nivell extern prenent mides i observant les diferències i realitzant una comparació sobre la reducció del creixement en les diferents plàntules. També s'ha realitzat una observació a nivell microscòpic per tal de veure diferències en els teixits, les cèl·lules, els tricomes i estomes. S'han utilitzat dues tècniques (extracció d'epidermis i tècnica amb pinta unges) per tal d'obtenir les preparacions observades posteriorment amb el microscopi.

A partir de tots aquests estudis he obtingut tota una sèrie d'informació que m'ha permès realitzar l'apartat de resultats del treball i extreure, posteriorment, les conclusions.

S'ha de dir, però, que he hagut de realitzar repeticions ja sigui perquè l'estudi no havia funcionat suficientment bé o per tal d'assegurar els resultats. A més a més, en algun cas s'han hagut de buscar tècniques alternatives perquè les inicialment proposades no han funcionat prou bé.

Per tant, podria dir-se que, tot i tenir un esquema inicial de com seria el treball, aquest s'ha anat modificant mentre el realitzava.

Objectiu de la investigació

A partir de la idea inicial de l'estudi he pogut plantejar-me una sèrie d'objectius generals per al treball. A partir d'aquests objectius i a mesura que ha anat avançant el treball, han anat sorgint nous objectius més concrets.

Objectius generals:

- Conèixer detalladament la llavor de la mongeta i el seu procés de germinació.
- Aprendre què és l'estrès vegetal, quines són les seves causes i les seves conseqüències.
- Comprovar si existeixen diferències entre una plàntula sotmesa a l'estrès i una plàntula no sotmesa a l'estrès.
- Comprovar si existeix una alteració en les plàntules estressades.

Objectius concrets:

- Conèixer què és la llavor i quines són les seves parts.
- Observar amb la lupa MOTIC les parts de la llavor i capturar imatges.
- Conèixer detalladament en què consisteix el procés de germinació i de quines fases consta i poder-lo observar personalment.
- Saber si hi ha diferències quant a la germinació entre diferents varietats de mongeta.
- Comprovar si el fet de desinfectar les llavors afecta o no a la germinació de les mongetes.
- Veure les diferents complicacions que sorgeixen durant el procés de germinació, com per exemple les infeccions.
- Obtindre el percentatge de germinació de les diferents varietats de mongeta.
- Comparar dos mètodes de germinació diferents: germinació en cotó fluix i germinació en paper de filtre.
- Aprendre detalladament en què consisteix l'estrès vegetal, les seves causes, les seves conseqüències i els tipus d'estrès que existeixen a nivell teòric.
- Sotmetre a estrès abiòtic les diferents varietats de mongeta utilitzant les condicions d'alta salinitat i baixes temperatures.
- Aprendre diferents tècniques que permetin observar les fulles de les plàntules a nivell cel·lular.
- Aprendre a realitzar talls histològics correctament.
- Observar les diferències de creixement de les plàntules estressades i les plàntules no estressades.
- Observar les diferències a nivell cel·lular de les plàntules estressades i les plàntules no estressades.

Per a l'elaboració del treball he hagut de plantejar-me una sèrie de pregun-

tes amb l'objectiu de trobar-ne la resposta una vegada acabat el treball. Les preguntes inicials plantejades són les següents:

- Què és el procés de germinació?
- Quins tipus de germinació existeixen i quin tipus de germinació té la mongeta?
- Quins són els requeriments per a la germinació?
- Quines són les fases del procés de germinació?
- Què és el percentatge de germinació i com es calcula?
- Hi ha diferències entre les diverses varietats de mongeta quant a la seva germinació?
- Hi ha diferències en la germinació d'una mongeta desinfectada i la d'una sense desinfectar?
- Quins problemes existeixen en la germinació de les llavors?
- Què és l'estrès vegetal?
- Quines són les possibles respostes de les plantes a l'estrès?
- Quins són els factors que provoquen l'estrès i quins danys causen a les plantes?
- Quines són les diferències entre l'estrès abiòtic i l'estrès biòtic?
- Com afecten factors com l'alta salinitat i les baixes temperatures en un mateix tipus de llavor?
- Quines diferències s'observen entre les plantes de les diferents varietats de llavor si les fem créixer en diferents condicions?
- S'adapten d'una manera diferent dues varietats de mongeta a unes mateixes condicions?
- S'observen diferències de creixement en plàntules sotmeses a l'estrès i plantes no sotmeses a l'estrès?
- S'observen diferències a nivell cel·lular entre plàntules d'una mateixa varietat sotmeses a diferents condicions d'estrès?

Inicialment també m'he plantejat una sèrie d'hipòtesis:

- Hi ha diferències entre les diverses varietats de mongeta quant a la germinació, ja que no totes les llavors actuen de la mateixa manera.
- Les llavors desinfectades presenten menys problemes durant el procés de germinació.
- L'aparició de fongs i la falta d'humitat poden ser problemes per la germinació de les llavors.
- No hi ha molta diferència quant a l'adaptació a una mateixa condició d'estrès entre dues varietats de mongeta.
- Les plàntules sotmeses a l'estrès tenen un menor creixement que les plantes no sotmeses a l'estrès.

- A nivell cel·lular s'observen diferències entre les plàntules d'una mateixa varietat sotmeses a diferents condicions d'estrès: les plàntules sotmeses a una alta salinitat presenten cèl·lules amb la paret trencada i les plàntules sotmeses a baixes temperatures presenten unes cèl·lules de mida més petita.

A partir d'aquestes preguntes i aquesta hipòtesi he començat a realitzar el treball.

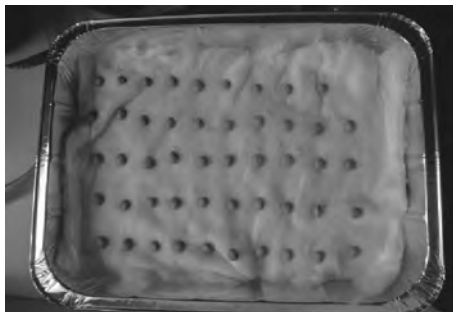
Metodologia

La part pràctica d'aquest treball consta de dos apartats diferenciats: l'estudi de la germinació de la mongeta i l'estudi de l'estrès vegetal en aquesta planta. En els dos casos s'ha treballat amb cinc varietats diferents de mongeta: de Santa Pau, del Cuc, del Ganxet, del Carme i Tavella Brisa.

Estudi de la germinació de la mongeta

L'estudi de la germinació de la mongeta s'ha basat a fer germinar les diferents varietats utilitzades i, d'aquesta manera, obtenir el percentatge de germinació i veure les diferents complicacions que es presenten en algunes llavors. Per això, i per tal d'observar l'evolució del creixement de les mongetes, he fet un seguiment diari del procés de germinació de les llavors. Aquest seguiment ha consistit a afegir aigua, eliminar les llavors infectades, col·locar les que s'hagin mogut, etc.

L'estudi s'ha realitzat fent germinar les mongetes en cotó fluix i desinfectant-ne la meitat per obtenir una conclusió sobre la desinfecció de les llavors. Per tant, he fet germinar les mongetes en deu plates: una de llavors desinfectades i una altra de llavors sense desinfectar de cada una de les cinc varietats.



Plata ja preparada: les llavors estan ordenades i totes en la mateixa direcció, el paper de film amb forats petits està col·locat sobre la plata i el cotó i les llavors ja han estat humitejats

Estudi de l'efecte de l'estrès vegetal

Per estudiar l'efecte de l'estrès vegetal en la mongeta, he realitzat una altra germinació, però aquesta vegada amb el mètode en paper de filtre, ja que per-

met obtenir plàntules fàcilment utilitzables per sotmetre a condicions d'estrès. D'aquesta manera també he obtingut resultats de germinació i he pogut fer una comparació dels dos mètodes utilitzats.

Vasos de precipitat amb els rotlles ja col·locats, amb aigua destil·lada, varetes i paper de film, a punt per posar a la cambra de cultiu

A partir de les plàntules obtingudes amb aquesta segona germinació, he pogut dur a terme l'estrès, que ha consistit a sotmetre les diferents llavors a condicions adverses. Les condicions han estat alta salinitat i baixes temperatures. He utilitzat un grup control en què no he modificat cap variable i he mantingut les condicions ambientals normals. He aplicat aquestes condicions a les diferents llavors de manera que he obtingut plàntules de cada una de les varietats estressades amb cada una de les condicions, fet que m'ha permès comparar l'efecte dels diferents estressos dins d'una mateixa varietat de mongeta i el comportament de cada una de les varietats en una mateixa condició d'estrès.



Una vegada obtingudes les plàntules estressades, he observat i analitzat els resultats.

Primer he realitzat una comparació macroscòpica tenint en compte la mida i l'aspecte de les plàntules i fent una comparació de la reducció del creixement en les plàntules.

Seguidament he treballat a nivell cel·lular utilitzant dues tècniques que m'han permès fer una observació microscòpica: el mètode d'extracció d'epidermis, que consisteix a arrencar l'epidermis de la fulla per obtenir una fina capa de cèl·lules observable amb el microscopi, i la tècnica amb pinta ungles, que consisteix a pintar el revers o l'anvers d'una fulla amb pinta ungles per tal que es formi una capa, arrencar-la i observar-la al microscopi.

Resultats obtinguts


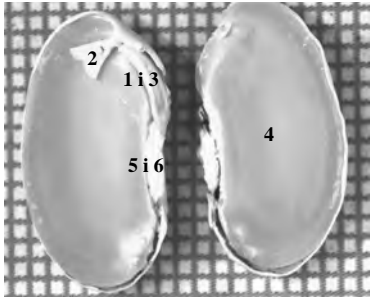
1. Característiques de cada una de les varietats estudiades

He realitzat una fitxa de cada una de les varietats estudiades.

He col·locat uns números a les fotografies que corresponen a les següents parts de la llavor, explicades a la part teòrica.

Embrió: 1) radícula; 2) plúmula; 3) hipocòtil; 4) cotilèdon. Teixit nutricional.
Episperma: 5) episperma; 6) micròpil.

Exemple de fitxa:

MONGETA DEL GANXET BAIX	
Pes 100 unitats	37,2g
Forma	Una mica allargada, aplanada i arronyonada.
Mida (aprox.)	13,5mm d'altura i 9mm d'amplada.
Color	Blanc.
Condicions prèvies a la utilització	Estaven en estat de conservació (nevera 4°C) des del 31/7/2008. Al banc de llavors les han condicionat, dessecat i finalment posat en estat de conservació.
Imatges	
	

2. Germinació de les llavors

El mètode en cotó flux requereix un seguiment diari per afegir aigua. Quant al creixement de les plàntules, és lent i necessita el seu temps. Pel que fa a les infeccions, se'n produeixen bastant, a més, els fongs es propaguen amb facilitat pel cotó; però, com que es posen moltes llavors a germinar al mateix temps, no és molt notable.

Hi ha llavors que tarden més que d'altres a iniciar el procés de germinació, però tot i així la diferència entre unes i altres no és molta.

Les plàntules no tenen gaires possibilitats de créixer en el cotó, convé trasplantar-les al cap d'uns dies.

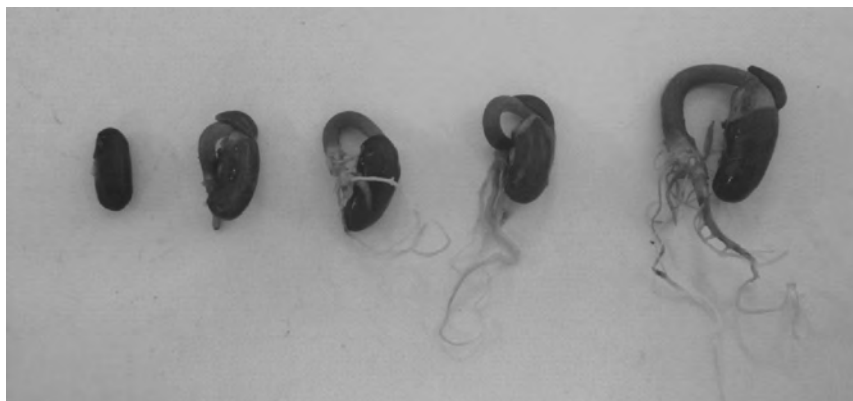
El creixement de les plàntules és sovint amb la tija corbada.

El mètode en paper de filtre requereix poc seguiment, perquè pràcticament no s'hi ha d'afegir aigua. L'únic seguiment necessari és per treure les llavors infectades per tal que aquestes no puguin contaminar les altres.

Quant a les infeccions, se'n produeixen; però, tenint en compte que hi ha poques llavors, no n'hi ha moltes, excepte en la mongeta de Santa Pau, varietat que ha presentat molts problemes durant el treball.

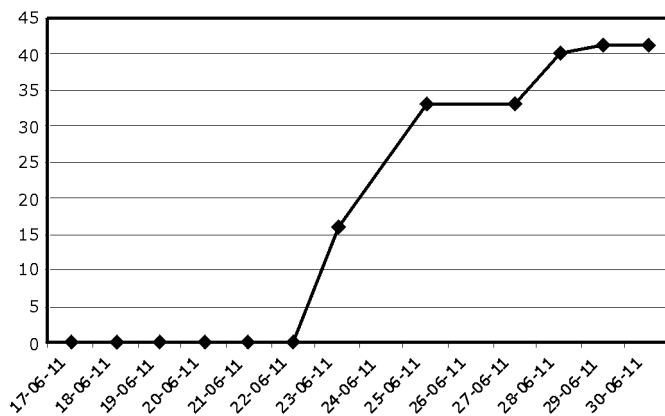
La diferència de creixement sí que és notable, ja que mentre algunes plàntules ja tenen fulles i arrels desenvolupades, hi ha llavors que encara no han iniciat el procés de germinació.

El creixement de les plàntules és amb la tija recta i les arrels molt rectes, molt allargades.



Imatge que mostra el procés de germinació en cotó flux d'una mongeta de la varietat del Cuc.

S'ha realitzat una taula de seguiment de la germinació de cada una de les deu plates, en què hi ha la següent informació: imatge, percentatge de germinació, presència de fongs i observacions o comentaris. Amb les deu taules es pot veure detalladament el procés de germinació de cada una de les varietats desinfectada o no.



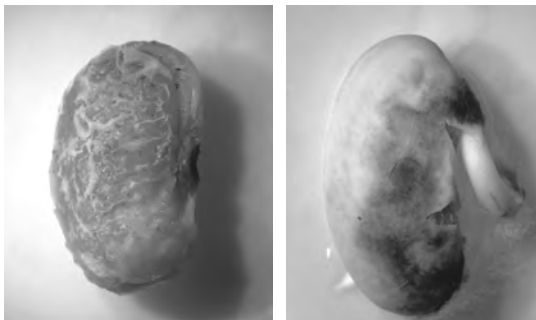
Amb el percentatge de germinació que s'ha calculat diàriament s'han pogut realitzar unes gràfiques que permeten veure com ha estat aquest procés de germinació.

Exemple de gràfic de seguiment de la germinació d'una de les varietats de mongeta.

2.1 Contaminació de les llavors

Durant el procés de germinació en cotó fluix, hem pogut observar que diverses llavors presentaven un aspecte diferent a la resta, ja sigui pel color com per la forma. Es tractava de contaminació per fongs.

Amb la lupa MOTIC he pogut realitzar fotografies d'aquestes llavors, totes amb fongs però amb aspectes molt diferents.



3. Estrès

Seguint la tècnica explicada a la metodologia, hem posat les plàntules a estressar.

Després de quatre dies, observem els resultats.

Amb les mesures preses abans i després de l'estrès, hem pogut obtenir uns resultats, interpretar-los, comentar-los.

Es veu de manera clara que les plàntules del grup control han tingut un creixement major: es veu molta més quantitat de fulles.

Les plàntules sotmeses a les condicions adverses (alta salinitat i baixes temperatures) s'observen més petites.

He realitzat observacions, pres mides i fotografies i he realitzat una taula que mostra la reducció del creixement de les plàntules.

En general, es podria dir que l'estrès per baixes temperatures és el que més ha afectat les plàntules, ja que la reducció del creixement és, en tots els casos, forta. L'efecte de l'estrès salí és variable en les diferents plàntules i varietats, però,



de mitjana, afecta de manera moderada. Si comparem per varietats, veiem que l'estrès per baixes temperatures afecta a totes les plàntules de la mateixa manera, independentment de la varietat que siguin. Veiem, però, que l'estrès salí afecta les varietats del Carme, de Santa Pau, del Ganxet i Tavella Brisa, però que afecta menys la varietat del Cuc. Per tant, possiblement la mongeta del Cuc és la més resistent a l'estrès salí.

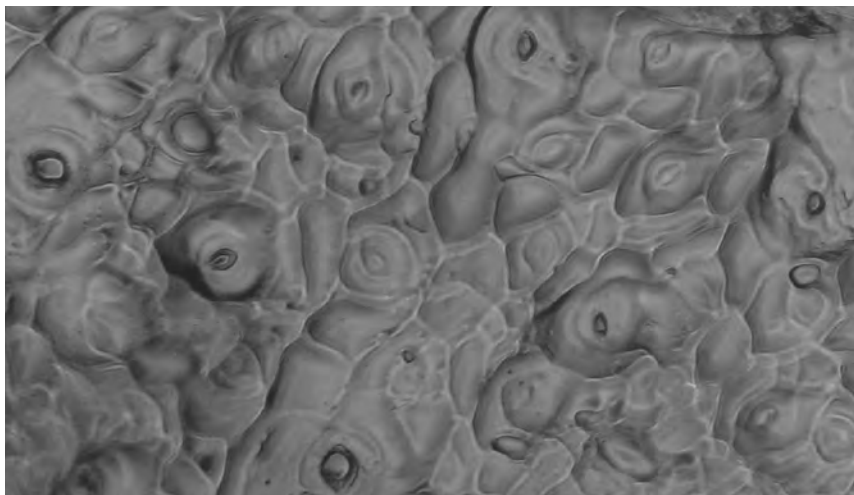
4. Observació a nivell cel·lular

Utilitzant els mètodes d'extracció d'epidermis i utilització de pinta ungles he pogut obtenir preparacions que, a més de ser fàcils i senzilles de realitzar, donen resultats millors per ser observades al microscopi. He observat amb el microscopi l'ordenació de les cèl·lules i els estomes de les fulles del grup control, de les fulles sotmeses a alta salinitat i de les fulles sotmeses a baixes temperatures.

He realitzat fotografies, he observat les diferències i he fet comparacions. Per fer aquestes observacions no he tingut en compte la varietat de mongeta, sinó que únicament he tingut en compte les condicions. La memòria del treball inclou una recopilació d'informació extreta d'aquestes preparacions: fotografies i comentaris.

4.1 Observació cel·lular del grup control

He pogut observar l'estructura cel·lular i fer fotografies en què s'observen tricomes, estomes i les seves parts, cèl·lules de l'epidermis, la coloració dels cloroplasts... que m'han servit per realitzar les comparacions entre aquest grup control i els altres grups sotmesos a l'estrès.

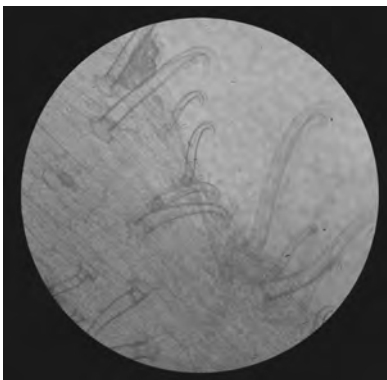


Observació d'estomes i de les seves parts. 1.Cèl·lules oclusives, 2.Ostíols.

4.2 Observació cel·lular del grup sotmès a estrès per alta salinitat

S'han observat molts tricomes i la majoria tenien la punta cargolada.

Quant a les cèl·lules, tenen un aspecte arrugat i inclús algunes tenen aspecte de trencades. Això probablement es produeix degut a la pressió osmòtica.



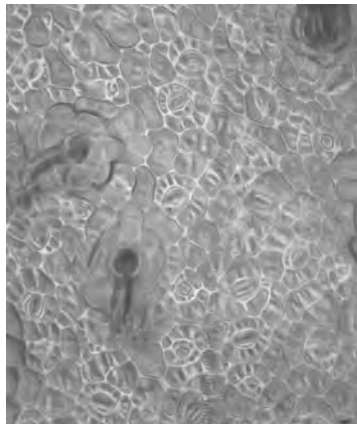
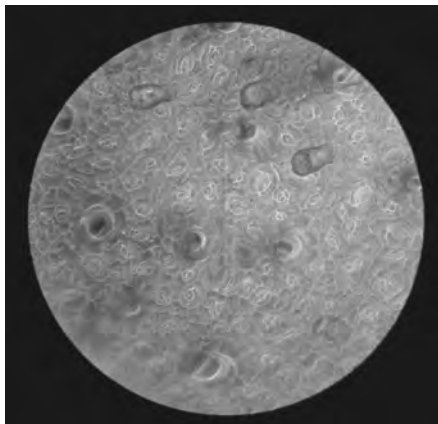
Imatge que mostra els tricomes, que són molt abundants i tenen la punta cargolada.

4.3 Observació cel·lular del grup sotmès a estrès per baixes temperatures

Quant a les cèl·lules, són molt petites i tenen aspecte de concretes, però sense estar separades les unes de les altres

L'interior de les cèl·lules té unes ratlles de color més fosc. Això podrien ser o bé cristalls que s'han format a l'interior de la cèl·lula o bé artefactes de la preparació observada. No podem afirmar què és realment perquè no tenim suficient informació.

S'haurien de fer diverses repeticions per observar si en totes les preparacions es donen els mateixos resultats.



Imatges en les quals s'observa la gran quantitat d'estomes.

Conclusions i anàlisi de les hipòtesis plantejades

Mètodes de germinació

- Després d'haver utilitzat els dos mètodes, podem extreure'n conclusions.

El mètode en cotó fluix permet fer germinar moltes més llavors de les que es poden fer germinar en paper de filtre.

La rapidesa de la germinació és molt més elevada en la germinació en paper de filtre (el segon dia les llavors ja comencen a iniciar el procés, mentre que en la germinació en cotó fluix tarden entre sis i set dies a iniciar-lo com a mínim).

Amb el mètode en cotó fluix s'obtenen plàntules recargolades i que, al cap de pocs dies, necessiten ésser trasplantades en terra. Amb el mètode en paper de filtre s'obtenen plàntules amb la tija recta i arrels allargades.

Es contaminen més llavors en la germinació en cotó fluix, possiblement perquè els fongs es dissipen fàcilment en el cotó. En la germinació en paper de filtre es contaminen menys llavors (exceptuant les llavors de Santa Pau). Tot i així, cal tenir en compte que hi havia diferent nombre de llavors en els dos casos.

El mètode en cotó fluix és més exigent perquè necessita un seguiment diari per tal d'humitejar el cotó, mentre que el mètode en paper de filtre no el necessita; no cal canviar l'aigua si no hi ha contaminació.

Estrès: observació macroscòpica

- Després d'haver sotmès les plàntules a l'estrès les hem pogut mesurar, realitzar una taula de reducció del creixement i així arribar a unes conclusions:

- Les baixes temperatures han provocat una forta reducció del creixement en les mongetes, independentment de la varietat d'aquestes. Així, podem dir que totes les varietats són sensibles a l'estrès per fred.

- Pel que fa a l'alta salinitat, ha provocat una reducció moderada de mitjana, ja que en algunes varietats ha tingut un major efecte i en d'altres un menor efecte. Les varietats de Santa Pau i del Ganxet són sensibles a l'estrès salí; les varietats del Carme i Tavella brisa són una mica tolerants a l'estrès salí i la varietat del Cuc és halòfita a l'estrès salí, és a dir, tolerant.

- Així podem concloure que la varietat més resistent a l'estrès abiòtic en general és la varietat del Cuc, i que les més sensibles són les varietats de Santa Pau i del Ganxet.

Tot i així caldria fer repeticions de l'experiment per donar unes conclusions més exactes i així poder-les aplicar a la realitat, com podria ser una millora del cultiu de la mongetera en zones fredes o en zones marines amb una alta salinitat.

- Les conseqüències més notables de l'estrès salí són les següents: fulles més petites, tija dèbil i tova, creixement més lent, en ocasions els cotilèdons encara no s'han obert, arrels més ramificades, etc.

- Les conseqüències més notables de l'estrès per baixes temperatures són les següents: fulles més petites, poca separació entre els cotilèdons i les fulles, tija menys recta, fulles de color verd més clar o inclús groc, arrels bastant desenvolupades comparades amb el creixement general de la plàntula, etc.

Estrès: observació a nivell cel·lular

- Les cèl·lules de les fulles de les plàntules sotmeses a alta salinitat tenen una mida més petita i un aspecte arrugat. S'observa també trencament cel·lular. Tot això possiblement és degut a la deshidratació osmòtica que han sofert les cèl·lules. La deshidratació osmòtica d'una cèl·lula es produeix quan en el medi hi ha una alta concentració de sals (medi hipertònic) i, per igualar la concentració de l'interior de la cèl·lula amb la del medi, per mecanismes d'osmosi, la cèl·lula allibera aigua a l'exterior i això fa que aquesta es deshidrati i quedi arrugada, més petita i sovint amb la membrana trencada.

- Les cèl·lules de les fulles de les plàntules sotmeses a baixes temperatures tenen una mida molt més petita i un aspecte de concretes, però sense estar separades les unes de les altres. A més, a l'interior de les cèl·lules s'hi observen unes taques de color més fosc. Potser això són cristalls produïts pel fred, ja que, com sabem per la part teòrica, l'estrès per fred pot formar cristalls a les cèl·lules o potser simplement són artefactes de la preparació.

S'observa també una gran abundància d'estomes, possiblement per facilitar l'intercanvi gasós, que deu ser més difícil en condicions adverses, com són les baixes temperatures.

A continuació he agafat les hipòtesis que m'havia plantejat en iniciar el meu treball i he analitzat si eren o no correctes.

- Hi ha diferències entre les diverses varietats de mongeta pel que fa a la germinació, ja que no totes les llavors actuen de la mateixa manera.

La hipòtesi és correcta.

Cada varietat de mongeta té la seva pròpia germinació i algunes porten més problemes que d'altres. Hi ha diferències entre les varietats pel que fa al dia d'inici del procés, al dia de finalització, al nombre de contaminacions, al tipus de contaminacions, als percentatges de germinació, etc.

Si realitzéssim repeticions podríem definir de manera més exacta els problemes que porta cada mongeta, la durada del seu procés de germinació, el seu percentatge de germinació, etc.

- Les llavors desinfectades presenten menys problemes durant el procés de germinació.

La hipòtesi no és correcta.

En alguns casos s'ha complert, però en d'altres no. Possiblement si es realitzessin més repeticions es podria extreure més informació i potser es veuria que realment sí que importa la desinfecció. Pel que fa al meu treball no podem afirmar-ho perquè en varietats com la de Santa Pau i la Tavella brisa han presentat més infeccions les mongetes desinfectades que no pas les que no han estat desinfectades.

- L'aparició de fongs i la falta d'aigua poden ser problemes per a la germinació de llavors

La hipòtesi és correcta.

Els dos problemes més habituals en la germinació són l'aparició de fongs, que provoquen infeccions de les llavors que poden contaminar altres llavors, i la falta d'aigua, ja que és necessari mantenir les llavors humides diàriament i, si no es fa així, les llavors poden assecar-se.

- No hi ha molta diferència pel que fa a l'adaptació a una mateixa condició d'estrès entre dues varietats de mongeta

La hipòtesi no és del tot correcta.

Hi ha diferència pel que fa a l'adaptació a una mateixa condició d'estrès entre dues varietats de mongeta, ja que hi ha varietats més sensibles i d'altres més tolerants a l'estrès.

Hi ha plàntules que han presentat una reducció del creixement superior, d'altres han augmentat les ramificacions de les arrels, etc. Cada varietat és diferent i no es poden fer afirmacions concretes perquè el que en una varietat és cert i es compleix, en d'altres no.

- Les plàntules sotmeses a l'estrès tenen un menor creixement que les plantes no sotmeses a l'estrès

La hipòtesi és correcta.

Després d'haver pres mides de les plàntules i després d'haver realitzat la tauca de reducció de creixement, podem afirmar aquesta hipòtesi ja que en gairebé totes les plàntules hi ha hagut una reducció del creixement.

Caldria repetir l'experiment per poder donar valors concrets sobre la reducció del creixement.

- A nivell cel·lular, s'observen diferències entre les plàntules d'una mateixa varietat sotmeses a diferents condicions d'estrès: les plàntules sotmeses a una alta salinitat presenten cèl·lules amb la paret trencada i les plàntules sotmeses a baixes temperatures presenten unes cèl·lules de mida més petita

La hipòtesi és correcta.

Després d'haver realitzat les observacions a nivell cel·lular hem comprovat que les cèl·lules de les plàntules sotmeses a una alta salinitat presenten trencament cel·lular i les cèl·lules de les plàntules sotmeses a baixes temperatures presenten cèl·lules més petites. A més d'això, hem pogut observar altres diferències en les cèl·lules, en els estomes i en els tricomes.

Agraïments

Aquest treball no hauria estat possible sense l'ajut de moltes persones. Vull donar-los les gràcies per haver-hi col·laborat.

En primer lloc voldria donar les gràcies a la meva assessora, la Rosa Pons, per haver-me ajudat a escollir i desenvolupar el tema inicial del treball, haver-me aconsellat i donat suport durant tot el procés i per haver estat disponible en tot moment.

En segon lloc, el meu sincer agraïment al personal del SIGMA: a en Francesc Canalias i l'Ester Sala per haver-me permès fer l'estada a l'empresa al SIGMA; a en Xevi Pujol, responsable del Banc de llavors, per haver-me ajudat a realitzar l'experiment i haver-me aconsellat en tot moment; a la Joana, la Dolors, la Isabel i la Judit, del laboratori, per tot el temps dedicat i per la paciència que han tingut, i, en general, a totes les persones del SIGMA, per haver-me acollit durant l'estiu i haver-me donat un cop de mà quan ha calgut.

I per últim, però no per això menys important, als meus pares, la meva germana, la meva tieta i, en general, tota la família, per haver-me donat suport i ànims en tot moment i per haver mostrat interès per aquest treball.

Moltes gràcies a tots!