

TREBALL DE RECERCA



# BMT Vs. BMC

T.RECERCA BMT vs BMC  
ASSAIG EXPERIMENTAL DE  
COEXISTÈNCIA

AUTORA: Laia Arbat Ramió  
I.E.S. BIX I ESPERALSUS - BANYOLES

Camós

Abril 2015

TRANSGÈNICS. ASSAIG EXPERIMENTAL DE COEXISTÈNCIA



Laia Arbat Ramió

TUTORA: Hortènsia Belmonte

2 BTX A

INS PERE ALSIUS I TORRENT

BANYOLES, 5 D'OCTUBRE DE 2015



## AGRAÏMENTS

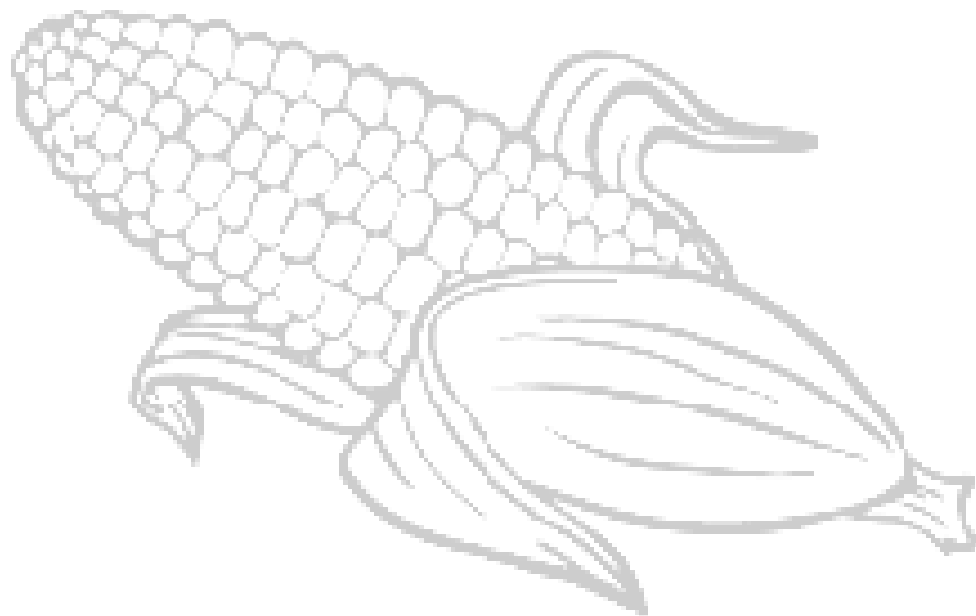
*M'agradaria agrair especialment a la meva tutora Hortènsia Belmonte pel suport que m'ha donat, les ganes que m'ha transmès i sobretot per guiar-me durant tots aquests mesos que ha durat el treball.*

*Voldria també agrair a l'Anna Nadal de la UdG especialitzada en aquest tema, ja que m'ha facilitat les llavors, l'immunotest i m'ha proporcionat informació científica i coneixements sobre el tema. Vull donar-li les gràcies per estar en tot moment disponible per a qualsevol dubte o qüestió a resoldre.*

*Al meu pare, que m'ha animat a tirar endavant el treball. Per ajudar-me amb les gravacions, les fotos, per la construcció d'una estació meteorològica. La seva ajuda ha sigut essencial sobretot en els moments més complicats.*

*Al meu avi per deixar-me una part del seu camp per plantar-hi el blat de moro i, sobretot, a la meva àvia per regar la plantació i cuidar-la en tot moment.*

*A tots, moltes gràcies.*



*“Davant d’una confusió és molt important que siguem crítics, sobretot, amb  
els que critiquen acríticament” -Ramon Folch-*



## ÍNDEX

I.	Introducció.....	6
II.	Biotecnologia i enginyeria genètica.....	9
	❖ Preàmbul. Conceptes.....	9
	❖ Beneficis.....	11
	❖ Diferències entre biotecnologia i tècniques tradicionals d'encreuament.....	12
III.	Què és un OMG?.....	13
	❖ Mètodes utilitzats per identificar un OMG.....	13
IV.	Origen de la millora genètica.....	15
	❖ Perquè es fa?.....	15
	❖ Tècniques d'obtenció o creació dels transgènics.....	17
	❖ Diferències entre transgènic i OMG.....	18
V.	Què és una planta GM o transgènica?.....	18
VI.	Coneixement de les plantes transgèniques i del blat de moro MON810.....	19
	❖ Utilitat de les plantes transgèniques.....	19
	❖ Diferències entre una varietat de planta transgènica d'una convencional.....	19
	❖ Com es fa una planta transgènica?.....	19
	❖ Cultius transgènics.....	22
	❖ Tecnologia YieldGard. Blat de moro MON810.....	26
VII.	Aplicacions de les plantes transgèniques.....	28
VIII.	Tipus d'aliments transgènics.....	29
IX.	Avantatges i inconvenients de les plantes transgèniques, cultius transgènics i aliments transgènics.....	29
X.	Situació actual de coexistència i bones pràctiques de coexistència.....	31
	❖ Problemàtica.....	31
	❖ Recomanacions pel cultiu de blat Bt.....	32
	❖ Resultats teòrics d'assajos de coexistència.....	32
XI.	Normativa dels transgènics, legislacions i control.....	34
	❖ Seguretat d'una planta transgènica utilitzada com aliment a la UE.....	35
XII.	Comercialització dels transgènics: etiquetatge.....	35
	❖ Autorització, comercialització i seguiment.....	35
	❖ Gran multinacional. MONSANTO.....	36
	❖ Contrari als transgènics. Greenpeace.....	37
XIII.	Ficció i realitat dels transgènics.....	37
XIV.	Assaig experimental de coexistència.....	40
XV.	Conclusions.....	56
XVI.	Bibliografia.....	58
XVII.	Índex d'il·lustracions.....	59
XVIII.	Annexos.....	62



## INTRODUCCIÓ

El tema que he escollit pel meu treball de recerca porta per títol **BMT Vs. BMC. Transgènics. Estudi experimental de coexistència**. D'aquesta manera he volgut introduir-me en el món dels transgènics.

Un dels motius de l'elecció del tema ha estat la importància que està adquirint a la societat la utilització dels transgènics per a l'elaboració de productes i també per la controvèrsia que s'està generant, entre els partidaris i els contraris dels transgènics. De totes maneres, aquest treball no vol arribar a la conclusió de si els transgènics són perjudicials per l'home i l'entorn o beneficiosos. El que sí que s'ha volgut, ha estat adquirir els coneixements sobre el tema i a més, proposar un assaig experimental de camp, amb totes les limitacions que s'han tingut, per arribar a alguna conclusió sobre la coexistència entre el blat de moro transgènic i el convencional.

L'altre motiu que finalment m'ha fet decidir fer aquest treball ha estat l'interès personal que tinc en temes relacionats amb la biologia i en aquest cas concret, amb la biotecnologia i la investigació. A partir d'aquí, s'ha dut a terme un plantejament inicial en el qual es descriuen els objectius del treball i la metodologia que s'ha seguit.

Els objectius:

- Ampliar el coneixement sobre les plantes transgèniques, i en aquest cas en concret del blat de moro MON810.
- Saber la situació actual de la coexistència i bones pràctiques de coexistència
- Realitzar un treball de camp que ha consistit en sembrar blat de moro convencional (BMC) i blat de moro transgènic (BMT) en un camp experimental de Camós i fer un estudi de coexistència entre els dos tipus de blat de moro per tal de poder:
  - Estudiar el flux de pol·len entre el blat de moro transgènic i convencional. Estudi de la pol·linització creuada. Resultats.
  - Estudiar els dos tipus de blat de moro per determinar si tenen un cicle de creixement semblant en les mateixes condicions mitjançant un seguiment de paràmetres agronòmics.
  - Fer un seguiment de les condicions meteorològiques que s'han donat al llarg del procés de creixement de la planta.



Per tal de complir els objectius del treball s'ha dividit en dos grans blocs: un teòric i un altre pràctic.

La primera part, la part teòrica, ha servit per adquirir els coneixements sobre la matèria, ja que d'aquesta manera, hem pogut aprofundir sobre tot el que fa referència als transgènics. Ens hem informat a través de llibres, articles científics especialitzats, revistes i webs, contant amb el coneixement i explicacions rebudes per part d'Anna Nadal, especialista en el aquest camp.

Aquesta primera part s'ha subdividit en sis grans blocs: En el primer s'expliquen **els conceptes generals de biotecnologia, enginyeria genètica i organismes modificats genèticament**. El següent bloc, **origen del la millora genètica**, recull l'evolució d'aquesta temàtica des dels inicis fins ara. El tercer apartat, està centrat en el **coneixement de les plantes transgèniques** i en concret, **en el blat de moro MON810 i les seves aplicacions**. En el quart apartat s'enumeren **els avantatges i els inconvenients, i els aliments transgènics que es poden trobar al mercat**. En el cinquè, **situació de coexistència i bones pràctiques**, es parla de la coexistència i problemàtica que es dona en el cultiu de blat de moro transgènic i convencional, així com les bones pràctiques per intentar minimitzar els problemes derivats de la coexistència. Finalment, a l'últim bloc, **comercialització i normativa**, s'hi detalla tot el que fa referència a l'etiquetatge, l'autorització, la seguretat i el seguiment.

La part pràctica: estudi de coexistència entre plantes BMT i BMC, s'ha plantejat com un assaig de la realitat però a escala més petita. Per poder dur-la a terme, es va poder disposar de materials, eines i espais on realitzar l'experimentació sobre la coexistència entre el blat de moro transgènic (BMT) i el blat de moro convencional (BMC).

Paral·lelament s'ha aprofitat que es volia estudiar el flux de pol·len del cultiu per fer un seguiment de la climatologia de la zona gràcies a les dades meteorològiques proporcionades per l'estació meteorològica i recollides en una sèrie de gràfics i un estudi del creixement de la planta del blat del moro des de que ha sigut sembrada fins que ha estat recol·lectada la panotxa.

És per aquest motiu que en la segona part del treball, la part pràctica i de camp s'hi troba **la localització i el plantejament de l'assaig experimental, les llavors utilitzades i el material tècnic, el terreny, la sembra i el seguiment del creixement de les plantes**. Finalment, trobareu la part central del treball de recerca que és **l'estudi de coexistència del BMT i el BMC**, plantejat com a experiment. Per acabar, completo el treball amb els **annexos** on s'hi troben gràfiques, dades meteorològiques, fotografies i les fitxes de camp.



A decorative vertical bar on the left side of the page, consisting of two parallel blue lines with a white space between them.

# Part teòrica

Transgènics. La incorporació de plantes transgèniques genera controvèrsia. El blat de moro transgènic assegura la producció quan hi ha presència de barrinador però pot causar pol·linització creuada amb plantes de blat de moro convencional.

# TRANSGÈNICS. BIOTECNOLOGIA I ENGINYERIA GENÈTICA

## Preàmbul. Conceptes

### *Què és l'ADN?*

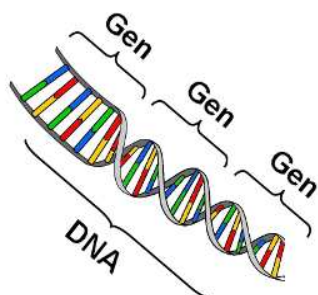
El ADN (àcid desoxiribonucleic) és una molècula que porta la informació genètica: codifica i emmagatzema la informació per a copiar-se i pel bon funcionament dels éssers vius. Porta i transmet, per tant, la informació genètica entre generacions. Té una estructura de doble hèlix enrotllada en espiral i formada per nucleòtids compostos per una base nitrogenada (només n'hi ha quatre tipus: adenina (A), timina (T), citosina (C) i guanina (G) que són complementàries, i a través de la base s'uneixen les dues cadenes amb ponts d'hidrogen) i dues molècules: desoxiribosa i àcid fosfòric.



1. Imatge microscòpica ADN. Font: OMSI.

### *Què és un gen?*

Un gen és aquella regió del genoma que conté la informació necessària perquè es manifesti una característica heretable d'un ésser viu o per a fabricar una determinada proteïna (1 gen = 1 proteïna). Té una estructura formada per un fragment d'una llarga molècula d'ADN que emmagatzema la informació per fabricar una determinada proteïna.



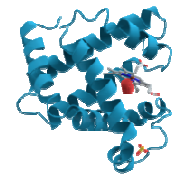
2. Esquema DNA i gens. Font: U.A.G.

Aquesta proteïna determina el caràcter de l'organisme (color de pell, forma del cabell, color dels ulls, resistència a una malaltia...). S'organitza amb llargues molècules d'ADN que s'anomenen cromosomes. El conjunt de cromosomes d'una cèl·lula s'anomena genoma i conté tota la informació que cal per a la construcció i supervivència de l'organisme.

És important recordar que **tots els éssers vius tenim el mateix codi genètic i és universal.**





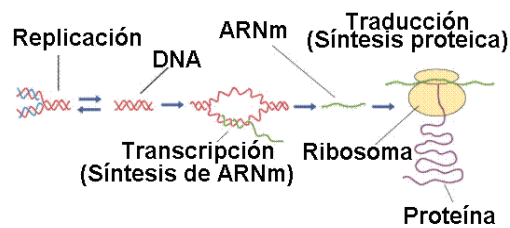


3. Esquema proteïna (Mg). Font: Viquipèdia

## Què és una proteïna?

Els gens i les proteïnes estan relacionats perquè en un gen hi ha tota la informació necessària per fer la síntesi de proteïnes. Les proteïnes són cadenes llargues formades per un conjunt d'aminoàcids (n'hi ha uns 20 de diferents).

La síntesi de proteïnes consisteix en un procés imprescindible perquè la informació genètica que conté l'ADN surt del nucli i forma proteïnes. Consisteix en una transcripció



del material genètic a un ARN missatger que surt del nucli i arriba als ribosomes. Un cop allà, es duu a terme la traducció, és a dir, es construeixen les proteïnes.



4. Síntesi de proteïnes. Font: anònima.

Quan modifiquem genèticament una planta no s'introdueix a un organisme tot l'ADN d'un altre sinó uns gens concrets (una part d'aquest ADN). La modificació de l'ADN pot fer variar molt el funcionament d'un ésser viu.

## Biotecnologia

La *biotecnologia* és un conjunt de tècniques o processos on s'utilitzen organismes vius o substàncies que provenen d'aquests per produir o modificar un aliment, per tant, millorar les plantes o els animals o desenvolupar microorganismes que intervinguin als processos d'elaboració.

Alguns aliments que mengem han patit diferents transformacions biotecnològiques abans que el producte hagi arribat al mercat. Els animals i plantes d'aquets aliments han sigut modificats pels éssers humans segons les necessitats de producció, la millora de les propietats nutritives o el canvi d'olor, gust, forma, color, textura... Un cop són a la indústria, les matèries animals o vegetals pateixen canvis utilitzant microorganismes com bacteris, fongs o llevats que també han sigut seleccionats i millorats prèviament buscant les característiques adequades. Un altre mètode de la indústria alimentària és la utilització



d'enzims i altres additius en algunes fases de producció dels aliments que han sigut produïts industrialment a partir de microorganismes.

## Enginyeria genètica



L'enginyeria genètica és un conjunt de tècniques que ens permeten alterar les característiques d'un organisme modificant el seu genoma. Això permet eliminar la característica que no volem d'un organisme anul·lant el seu gen corresponent., d'aquesta manera s'introdueix una nova característica a una espècie.

Com per exemple la resistència a un insecte. Es copia el gen resistent a aquest i s'introdueix al genoma de l'espècie que es vol modificar. Finalment, un cop s'ha modificat el genoma, la planta ha de produir per ella mateixa la nova proteïna. La nova característica ha d'anar passant a la descendència.

### Beneficis



Aquestes tècniques utilitzades poden ajudar a prevenir intoxicacions alimentàries. Es desenvolupen sistemes de diagnòstic més ràpids i sensibles que permeten detectar els organismes que causen malalties o els compostos tòxics abans que s'ingereixin.

La biotecnologia es pot utilitzar en l'obtenció de la matèria prima: per tenir un organisme comestible i genèticament modificat. També, durant el seu procés: modificant genèticament els microorganismes. I finalment, al producte final: afegint conservants, edulcorants, colorants, enzims, etc... en organismes modificats i millorats genèticament.

Per altra banda, la biotecnologia, es pot fer servir per investigar frauds alimentaris (*venda d'uns aliments que no tenen les característiques exigides per la legislació o que no tenen les propietats marcades a la seva etiqueta*).

Cal dir que la biotecnologia pot produir aliments de millor qualitat, d'una forma eficient i segura per la salut i el medi ambient. Des del punt de vista de producció, la utilització d'aquestes noves tecnologies fa que augmenti el rendiment i la seguretat de la collita i en disminueixen els costos.

Les noves tècniques prometen dur a terme innovacions i millores en els aliments enfocant-nos en pràctiques agrícoles més ecològiques, amb una agricultura sostenible. Tot això,



utilitzant amb respecte els recursos del medi ambient i sense comprometre a les futures generacions.

## Diferències entre biotecnologia i tècniques tradicionals d'encreuament

Bàsicament es diferencien en la tècnica genètica utilitzada per millorar els organismes en l'elaboració de l'aliment. Tradicionalment, s'utilitzava la variació genètica natural i s'aplicaven dos tècniques genètiques: l'encreuament i la selecció d'individus amb caràcters que interessaven per conservar a les següents generacions. En canvi, l'enginyeria genètica permet utilitzar gens aïllats d'una forma més controlada. Això suposa un avantatge respecte abans.

Anteriorment es feien servir genomes d'una manera poc controlada, en canvi ara es poden controlar i conèixer millor les modificacions genètiques que s'introdueixen per obtenir resultats més ràpids i eficients. Amb l'Enginyeria Genètica es poden realitzar millores que abans no eren possibles com saltar-se la barrera d'espècie i extreure, per exemple, els gens d'una maduixa i traslladar-los a una patata.



5. Exemple del principi de millora de plantes. Font: Monsanto.

Les Tècniques Tradicionals d'Encreuament combinen molts gens en un procés a l'atzar a partir de successives seleccions i hibridacions per obtenir una nova varietat que tingui totes les característiques que es volen. Per tant, és una tècnica lenta i poc específica.

Avui dia, la biotecnologia permet millorar les propietats nutritives dels aliments i de molts microorganismes. És molt més fàcil controlar els processos i aquests, són molt més eficaços. Es poden obtenir resultats amb menys temps, i inclús, arribar a nous objectius que haurien sigut impossibles sense l'existència de les noves tècniques.

Un exemple d'això el trobaríem en els tomàquets: es pot fer que madurin més lentament o permetre endarrerir la recol·lecció.



6. Panotxes silvestres fins a l'actual. Font: Viquipèdia..



Podem observar alguns canvis en l'estructura al llarg del temps d'aquests aliments obtinguts. Les plantes que avui es cultiven són bastant diferents a les que hi havia abans perquè han patit successius processos d'hibridació.

## QUÈ ÉS UN OMG?

És un organisme el qual el seu genoma ha sigut dissenyat al laboratori mitjançant tècniques d'enginyeria genètica. Aquestes, consisteixen en la transferència de gens que s'han introduït amb la finalitat de millorar l'expressió d'algunes propietats o en l'eliminació de determinades característiques genètiques.

L'home utilitza organismes genèticament modificats en els camps de la indústria, la medicina, l'agricultura i la ramaderia.

La Comissió Europea defineix els organismes modificats genèticament (OMG O GMO en anglès) com els organismes l'ADN dels quals ha estat modificat de forma no natural, mitjançant tècniques d'enginyeria genètica.



7. Logotip Comissió Europea. Font: Europa direct.

El cas de les plantes lluminoses en seria un bon exemple, les cuques de llum tenen un enzim, la luciferasa i, per tant, podem introduir el gen en una planta.



8. Planta amb luciferasa. Font: abc.

Una última definició seria la d'organismes el material genètic dels quals ha sigut alterat d'una manera que no pot esdevenir a la naturalesa per aparellament o per recombinació. Això permet seleccionar gens individualment per transferir-los d'un organisme a un altre, fins i tot entre espècies que no pertanyen a una mateixa família.

## Mètodes utilitzats per identificar un OMG

Poques vegades un OMG es pot distingir per les característiques externes o funcionals.

Els mètodes utilitzats per detectar un OMG estan basats en el DNA, a partir d'aquí es pot estudiar si hi ha hagut modificacions genètiques en matèries primeres i aliments. Sabem que és impossible veure la modificació genètica del DNA d'un aliment a simple vista, per





tant, s'ha d'identificar a partir de la tècnica de la reacció en cadena de la polimerasa, anomenat també PCR, que se'n pot detectar la presència encara que es trobi en poca quantitat. Els mètodes per detectar,



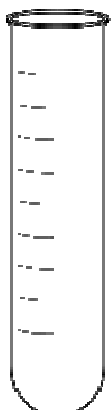
identificar i quantificar la presència de transgènics en els aliments són molt importants perquè s'han d'etiquetar. [9. Mètode PCR. Font: ThermoFisher.](#)

La **detecció** consisteix en ampliar unes seqüències del DNA que només són presents als transgènics. No ens diu quina és només ens avisa si n'hi ha alguna. Si hi ha absència de banda (--) PCR - no hi ha hagut modificació genètica i si hi ha presència de banda (++) PCR + si que hi ha hagut modificació genètica.

La **identificació** serveix per detectar de quin transgen es tracta i només es farà si el resultat de la PCR és positiu. Si detecta que és un transgen no aprovat voldrà dir que no està autoritzat i és il·legal a la UE.

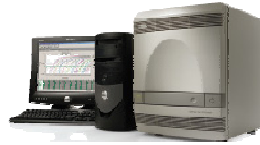
La **quantificació** ens permet saber el percentatge exacte en temps real de transgènic present a la mostra.

*\*PCR: (reacció en cadena de la polimerasa). La reacció de la PCR permet copiar molts cops un fragment específic d'ADN i amplificar-lo. L'ADN té dos cadenes complementàries que porten la mateixa informació i per copiar-ho és necessari separar físicament les dos cadenes i utilitzar cada una d'elles com a plantilla per a sintetitzar una altra. Aquesta operació la realitza una enzim anomenat ADNpolimerasa que pot suportar altes temperatures.*



Per determinar si un aliment és o no transgènic s'ha d'analitzar el seu ADN o les seves proteïnes. S'ha de detectar a l'aliment la presència de la incorporació d'un nou gen introduït mitjançant enginyeria genètica (ADN transgènic) o el producte d'aquest gen (proteïna transgènica). El més utilitzat són els mètodes d'ADN transgènic, ja que, donen més especificitat i sensibilitat. Primer es fa una extracció, purificació i concentració de l'ADN total d'un aliment. Llavors, es fa una amplificació específica d'un fragment d'aquest ADN per detectar el transgen (s'utilitza la PCR). Cal recordar que si l'aliment té el transgen, la prova de la PCR sortirà positiva.





10. Mètode amb ADN: PCR. Font: Imatges cedides per Anna Nadal.

S'obté una gràfica amb pics on cada un és un tipus de transgènic.

Per altra banda, l'anàlisi de les proteïnes transgèniques: ELISA, és més complicat però és possible utilitzant anticossos específics davant la proteïna transgènica o bé, mitjançant tècniques analítiques físico-químiques.



11. Mètode amb proteïnes: ELISA. Font: Imatges cedides per Anna Nadal.

Porus blaus = mostra transgènica



Els aliments que durant els processos han sofert alguna degradació d'ADN o proteïnes no es poden dur a terme els anàlisis.

## ORIGEN DE LA MILLORA GENÈTICA

Els éssers vius som molt diferents pel que fa característiques biològiques que han anat variant al llarg de l'evolució (mutacions o seleccions) fins a l'actualitat. Totes les espècies compartim un mateix codi genètic encara que estiguem molt allunyades.

### Perquè es fa?

Des de fa uns 10.000 anys, l'home va abandonar els seus hàbits nòmades, es va fer sedentari i va començar a utilitzar l'agricultura i la ramaderia per produir aliments. Va domesticar les espècies segons els seus interessos per millorar-ne la



12. Neolític. Font: Gandia.



seva producció, les qualitats nutritives o la reproducció. Els primers agricultors cultivaren blat i civada. Alguns avantpassats de fa 7000 anys ja començaren a utilitzar una biotecnologia més avançada i produïen aliments fermentats com vi, cervesa, iogurt, formatge o pa. Posteriorment, es van voler conservar els aliments per a poder-los consumir en els moments d'escassetat, utilitzant diferents mètodes. L'obtenció d'aliments espontanis a partir de plantes, animals o microorganismes mitjançant processos es el que s'anomena biotecnologia tradicional. Però, a través de la millora clàssica, és a dir el creuament entre plantes amb característiques diferents però sempre de la mateixa espècie vegetal, es creen noves varietats. Es feren seleccions d'exemplars que tenien algunes característiques que interessaven per millorar genèticament les espècies. Aquests mètodes tradicionals, han transferit algunes de les característiques genètiques entre organismes durant moltes generacions, originant gran varietat de plantes i animals amb millor producció, aparença i propietats alimentàries. Moltes de les plantes i animals actuals han patit un procés de selecció d'aquest tipus i millora per part de l'home. Per això, les plantes que actualment es cultiven són diferents a les dels seus avantpassats silvestres.

La millora clàssica encara s'utilitza per a produir noves varietats, però gràcies al gran avenç de la biotecnologia en el últims temps ja existeix una altra manera de modificar genèticament les espècies vegetals. Es tracta d'introduir, mitjançant tècniques d'enginyeria genètica, un gen nou en el genoma de la planta per tal d'aconseguir plantes amb característiques millorades o diferents. Fins i tot es pot aïllar material genètic d'una espècie i inserir-lo en una altra, trencant el que s'anomena la barrera d'espècie. Les plantes que se'n deriven s'anomenen plantes modificades genèticament o en alguns casos plantes transgèniques. Això ha suposat un salt molt gran respecte a les formes antigues, no només podem modificar la natura sinó que també la podem redissenyar.

### Millora clàssica



Espigues amb grans tous però amb pocs grans.



Espigues amb molts grans però massa durs per fer farina.



x



Molts encreuaments.



Blat amb espigues amb molt grans i adients per a fer farina.

13. Millora clàssica. Font: Imatges cedides per Anna Nadal.



## Tècniques d'obtenció o creació dels transgènics

Les tècniques per introduir els gens d'interès en organismes són les següents:

### *Biobalística*

És un mètode que permet introduir ADN a qualsevol tipus de cèl·lula per mitjà de partícules (d'or o tungstè) microscòpiques accelerades a grans velocitats que travessen la paret i la membrana cel·lular. Es recobreixen amb l'ADN que es vol transferir. Un cop dins d'un organisme receptor, l'ADN es desprèn de les micropartícules degut a les modificacions de l'entorn iònic i s'integra al genoma nuclear.



14. Canó d'ADN. Font: Viquipèdia.

### *Electroporació de protoplasts*

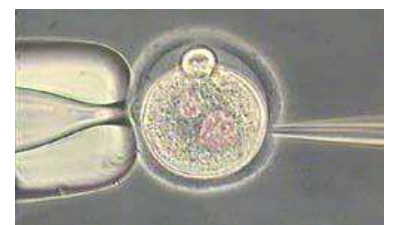
Mètode per introduir macromolècules a cèl·lules vegetals. Els protoplasts són cèl·lules vegetals que se'ls ha tret la paret cel·lular mitjançant enzims. Llavors, se'ls posa en suspensió en un medi de cultiu i s'hi afegeix el gen que s'ha de transferir. Per aconseguir que l'ADN entri, s'ha de permeabilitzar la membrana. Per això, s'utilitzen descàrregues elèctriques que fan porus a les membranes dels protoplasts. L'ADN entrarà per aquests forats.



15. Sistema d'electroporació. Font: Direct industry.

### *Microinjecció*

És una tècnica utilitzada per l'obtenció d'animals transgènics. Primer s'han d'aconseguir oòcits i zoïdes, i fusionar-los per obtenir un zigot. Seguidament, s'ha d'injectar el DNA en un nucli. Un cop es té l'embrió format, s'introdueix en una femella. Quan neixen els nous éssers s'ha d'observar si han adquirit el transgen fent una PCR i s'ha de saber si l'expressen adequadament. A partir d'aquí es podrien aparellar els transgènics.

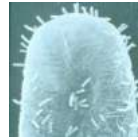


16. Imatge microscòpica de la microinjecció. Font: UAB.





## *Agrobacterium Tumefaciens* (\*)



17. Imatge microscòpica *Agrobacterium Tumefaciens*. Font: Wikispaces.

## Diferències entre transgènic i OMG

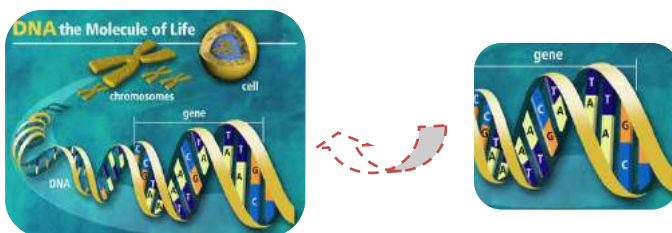
Els OMG són coneguts com a transgènics, però realment un OMG és un hiperònim de transgènic.

Els transgènics estan genèticament modificats però amb gens d'organismes molt diferents a ells. Un OGM podria ser una rata amb gens d'una altra rata (cisgènic), en canvi un transgènic seria una rata modificada per a que tingués gens d'un salmó.

Els aliments modificats genèticament són sovint aliments transgènics, s'utilitzen com a sinònims. Però, hi pot haver aliments modificats genèticament que no siguin transgènics sinó cisgènics.

## QUÈ ÉS UNA PLANTA GENÈTICAMENT MODIFICADA O TRANSGÈNICA?

Són plantes que se'ls hi ha modificat el genoma per aconseguir una planta amb una característica diferent. S'utilitza l'enginyeria genètica per introduir un gen nou (transgen) al genoma de la planta. Un cop s'ha modificat el gen, aquest es transmet a totes les plantes descendents. Afecta només als gens coneguts, i no hi ha diferències amb una de no transgènica.



18. MG. Font: Imatges cedides per Anna Nadal.



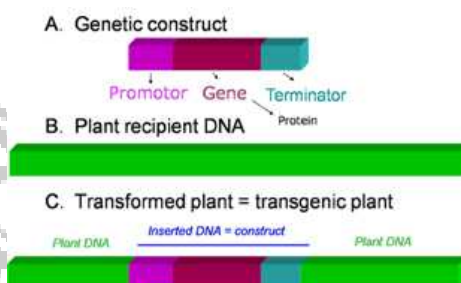
# CONEIXEMENT DE LES PLANTES TRANSGÈNIQUES I DEL BLAT DE MORO MON810

## Utilitat de les plantes transgèniques

Les plantes modificades genèticament permeten desenvolupar varietats de cultiu amb noves característiques d'interès. S'obtenen plantes més productives i nutritives, per a producció de vacunes i substàncies terapèutiques o per produir matèria prima d'interès industrial. També són útils per a la investigació científica perquè així es coneixen les funcions dels gens.

## Diferències entre una varietat de planta transgènica d'una convencional

Es diferencia en la presència del nou gen o gens que han sigut introduïts mitjançant l'enginyeria genètica. Es poden observar al camp amb mètodes d'anàlisi o bé en el consum.



19. Plantes transgèniques. Font: Imatges cedides per Anna Nadal.

## Com es fa una planta transgènica?

Per l'obtenció d'una planta transgènica hi ha diferents passos:

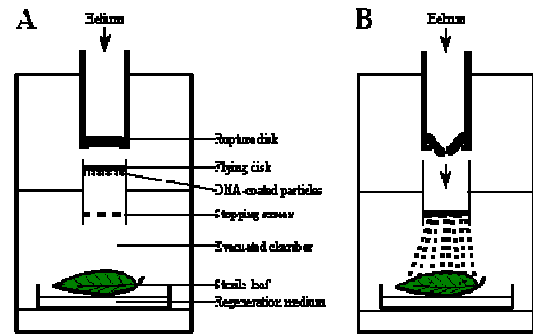
1. Identificació i aïllament o síntesi del gen responsable de la nova característica.
2. Transformació de la planta.
3. Selecció de les cèl·lules que han incorporat el transgen.
4. Regeneració de la cèl·lula transformada.
5. Avaluació de la planta transgènica.
6. Autorització, comercialització i seguiment.

1. S'aïlla el gen de l'ADN que aportarà la nova característica utilitzant molècules vectors (pont entre la cèl·lula inicial i la que es volen inserir aquests gens).

2. El segon pas és la transformació, que consisteix en la introducció del nou gen en el genoma d'una cèl·lula de la planta, a través de dos mètodes el mecànic i el biològic.



El **mecànic** utilitzat a finals de 1980, a partir d'un canó de gens o bombardeig on partícules petites d'or o tungstè recobertes d'ADN (transgèn) es disparen mitjançant una detonació de pólvora o descàrrega elèctrica sobre el teixit receptor, és a dir, cèl·lules joves vegetals. Les partícules travessen les capes de cèl·lules (porus), l'ADN s'accelera i entra dins les cèl·lules. El gen s'introdueix al genoma d'algunes. L'ADN ha d'estar en forma de vector abans d'inserir-lo dins la cèl·lula i s'han de posar gens marcadors\*. El mètode mecànic és molt utilitzat però amb poca efectivitat.



20. Mètode mecànic. Font: Imatges cedides per Anna Nadal.

\*Gens marcadors: com que hi havia molt poques cèl·lules que es transformaven es va dissenyar aquest sistema per tal de poder detectar tenien el nou gen o no. Consisteix en inserir, juntament amb el gen que té el caràcter desitjat, un altre que proporcioni resistència a un producte perquè així, quan s'aplica aquest a totes les cèl·lules que s'haurien d'haver transformat, només sobreviuen les que incorporen els nous gens realment.



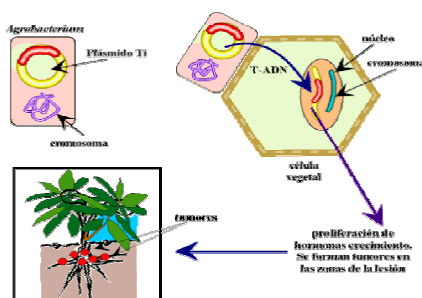
21. *Agrobacterium Tumefaciens* infectant una cèl·lula vegetal. Font: MicrobeWiki (imatge amb microscopi electrònic de rastreig).

El mètode **biològic** a partir d'*Agrobacterium tumefaciens* (\*) (un bacteri que viu en el sòl) que impedeix la formació de tumors a les plantes. Les plantes que estan ferides sintetitzen unes substàncies que el bacteri detecta a través dels seus receptors de membrana i entra a través de petites ferides. El bacteri introdueix dos gens en el genoma de la planta: un que

indueix la formació de tumors i l'altre que codifica per "l'aliment" del bacteri que es fabrica en els tumors. Aquest va ser el primer mètode per aconseguir plantes transgèniques, així es va poder obtenir petúnies o cotó, però és el que s'utilitza menys.



22. Tumors vegetals de camp. Font: Internet (biologia.laguia).

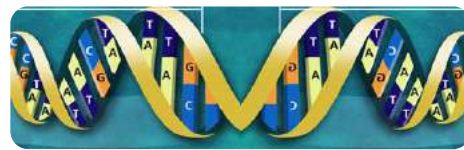


23. Ferides a l'arrel. Font: arrakis.



3. Seguidament es fa una selecció perquè s'ha de saber quines són les cèl·lules que han incorporat el gen d'interès.

Aquest procés es fa utilitzant el gen de selecció – el més utilitzat és el de fluorescència - que és el que està unit al gen d'interès i que serveix per seleccionar quines cèl·lules han incorporat el transgèn.



Gen d'interès

Gen de selecció

24. Fulla transformada amb canó de gens, els punts verds són les cèl·lules que tenen el transgen. Font: Imatges cedides per Anna Nadal.

25. Transgen. Font: Imatges cedides per Anna Nadal.

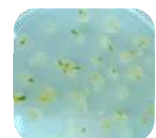
4. Es fa una regeneració de la cèl·lula transformada (les cèl·lules vegetals són totipotents), perquè volem tota una planta transgènica, que totes les cèl·lules expressin la proteïna transgènica. Es quan s'obté una planta a partir d'aquesta cèl·lula vegetal transformada. (Al laboratori).

La regeneració consta de tres etapes:

A la **primera** es seleccionen les cèl·lules transgèniques i es posen en un medi de cultiu especial on té lloc la dediferenciació.



A la **segona** es formen els calls (que provenen d'una sola cèl·lula).



I, a la **tercera**, es passen els calls a un altre medi de cultiu, amb hormones diferents, per tal que les cèl·lules es diferenciïn i comencin a generar la planta.



Com que la cèl·lula transgènica incorpora el transgèn en el genoma, totes les cèl·lules filles l'hereten.

26. Etapes regeneració. Font: Imatges cedides per Anna Nadal.

5. Per avaluar la planta transgènica es fan estudis agronòmics, així es comprova que la planta es desenvolupa correctament. Les que no creixen correctament es descarten. També es comprova que la planta adulta expressi el gen d'interès. I, finalment es





comprova l'estabilitat del transgèn mitjançant encreuaments per tal de verificar que a les següents generacions les plantes filles són transgèniques i expressen la proteïna.

27. Logos diferents. Font: Internet.



6. L'última part és l'autorització, comercialització i seguiment on la UE, l'ONU per a l'Agricultura i l'Alimentació, l'OMS i l'OCDE han elaborat guies dels aspectes que cal controlar.

Per a l'aprovació d'una planta transgènica, segons la UE, s'ha de demostrar que els aliments o pinsos siguin segurs per a les persones, els animals i el medi ambient. I, que no siguin diferents dels productes convencionals.

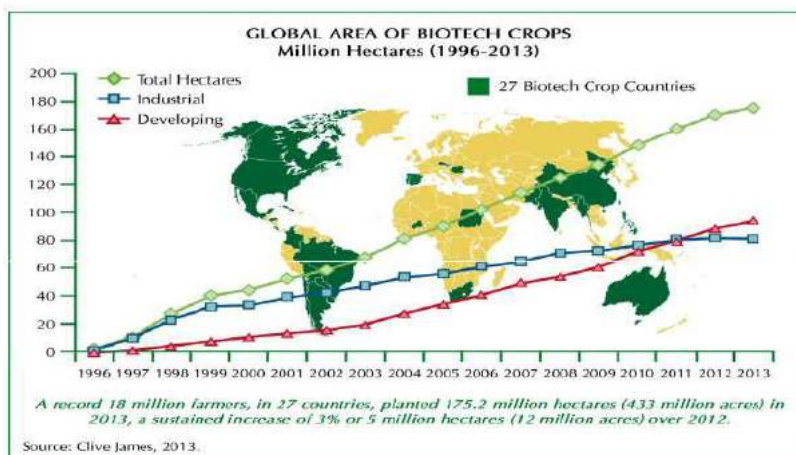
## Cultius transgènics

Des de l'any 1996 que es van plantar els primers cultius transgènics a sis països s'ha passat a plantar-ne a 28, arribant a més de 181 milions d'hectàrees. Es sembla més a països desenvolupats, amb un líder clar, Estats Units.

Es cultiven comercialment 27 cultius transgènics, això significa que de moment les plantes transgèniques no es poden aplicar a tots els cultius. Només és qüestió de donar temps a la tecnologia perquè hi ha dos factors fonamentals que hi influeixen: la capacitat d'introduir els gens a les cèl·lules i la possibilitat de regenerar plantes completes a partir de la cèl·lula modificada.

Les plantes cultivades poden arribar a hibridar-se amb plantes no cultivades si pertanyen a una mateixa espècie de cultiu o espècies relacionades. Depèn de l'existència en proximitat

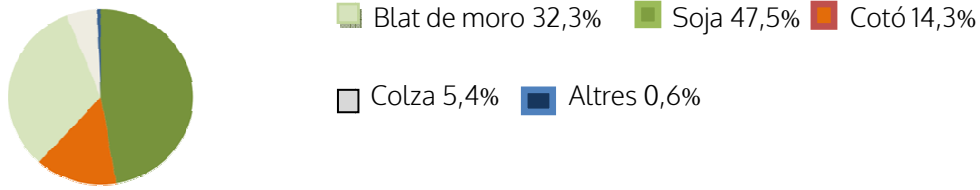
de camps de cultiu d'aquestes espècies. Per el blat, no existeix a Europa espècies silvestres amb les que es pugui creuar sexualment.



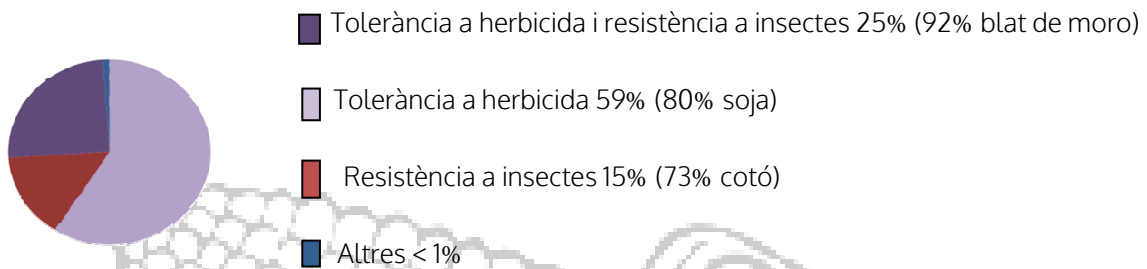
28. Gràfica progrés cultius transgènics. Font: Clive James, 2013 (ISAA).



### Distribució per cultius OMG (ha, 2013)

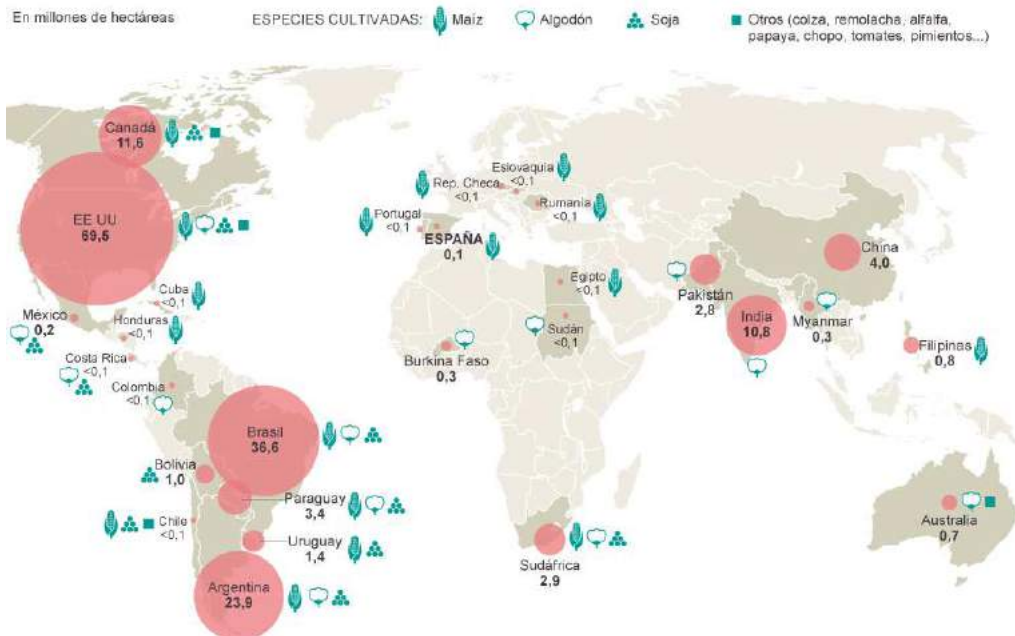


### Distribució per característica OMG (ha, 2013)



29. Distribucions. Font: International Service for the Acquisition of Agro-Biotech Applications (ISAAA). Imatges cedides per Anna Nadal.

### Espècies i superfície cultivada al món



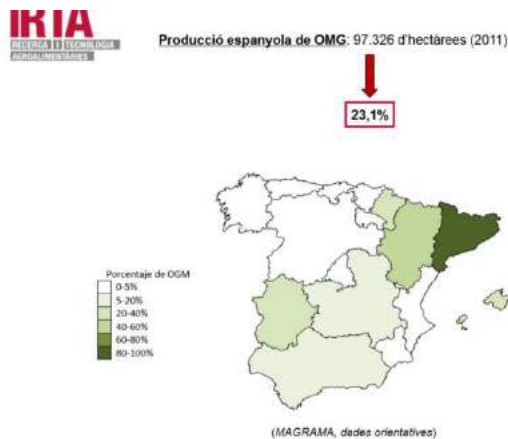
30. Importància cultius transgènics al món. Font: El País, a partir de dades de ISAA (Servei Internacional per l'Adquisició de Programes Agro-biotecnològics). Juny, 2013.



## Cultius a Espanya

Només existeixen dos varietats transgèniques de blat de moro ("Compa" i "Jordi") inscrites al Registre de Varietats Comercials de Plantes. Les dues tenen la mateixa modificació genètica gràcies a l'expressió de la toxina Bt del bacteri *Bacillus thuringiensis*, que dona resistència a les larves del blat de moro. Actualment estan en procés d'inscripció al Registre, varietats transgèniques que contenen modificacions genètiques ja aprovades per la Unió Europea com: Blat de moro (Bt-176) resistent als barrinadors, blat de moro (Bt-

MON810) resistent als barrinadors, blat de moro (T25) tolerant a un herbicida.



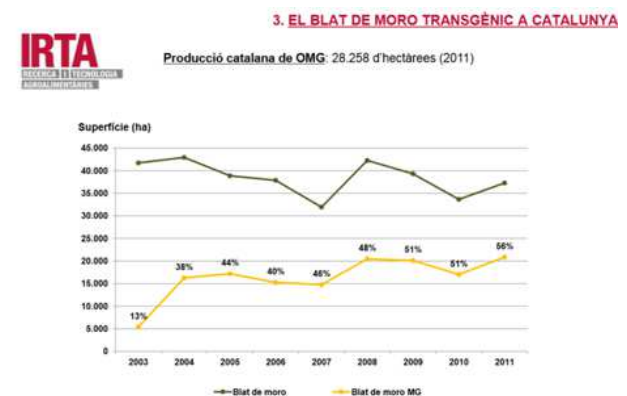
31. Producció espanyola OGM. Font: IRTA, 2011.

A Espanya, el blat de moro MG va ser una de les úniques plantes autoritzades com a cultiu a Espanya.

## Cultius a Catalunya

L'evolució del cultiu de varietats transgèniques a Catalunya és l'evolució del cultiu de blat de moro. Catalunya és la tercera comunitat autònoma més productora de Blat de moro (amb 5.278 ha al 2005) després d'Aragó i Castella la Manxa amb 12.905 i 8171. La primera collita de blat de moro modificat va ser al 1999 i les ha no han parat de créixer. Però la producció del MON-810 a Catalunya s'ha estancat (45% aproximadament de la collita). Les zones més productores estan a on hi ha el barrinador. La producció a Catalunya es dedica un 90% amb pinso per animals (porcs) i 10% en alimentació.

A més, Catalunya és un nucli d'experimentació de l'Estat (2005) 85% dels camps d'experimentació són espanyols. Degut al rebuig a Europa,



32. Producció catalana OGM. Font: IRTA, 2011.



aquests es troben a l'estat espanyol.

Catalunya (2013) va ser la segona comunitat autònoma més sembrada de blat de moro transgènic (MON810), 23.889 amb un 53% del blat de moro sembrat. A l'any 1998 (any d'autorització) es van sembrar 1.700 ha.

A la província de Girona: el 25% és blat de moro i d'aquest el 56% és modificat genèticament (MG). A l'Empordà el 70% és blat de moro i d'aquest el 71% és MG. A la província de Lleida: el 72% és blat de moro i d'aquest el 54% és MG.

*Dades del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP)*

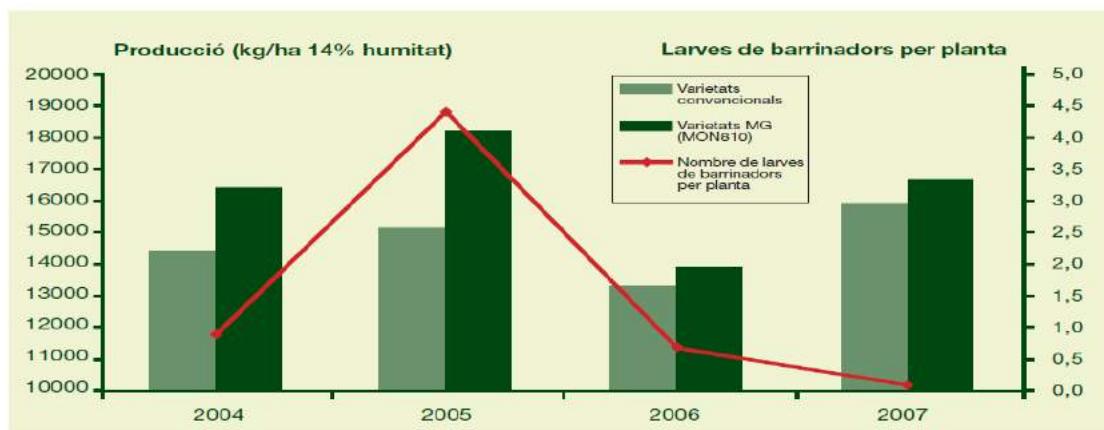
### *Cultius a les comarques Gironines. Pla de l'Estany*

El pla de l'estany és una comarca situada entre la Garrotxa, zona on no hi ha barrinador, i l'Empordà, zona on hi ha barrinador.

Al Pla de l'Estany, quatre de cada deu hectàrees de blat són de cultiu transgènic (50%), el doble que al Gironès o a la Selva. A la Garrotxa, el Ripollès i la Cerdanya no n'hi ha enlloc. El 2010, al Pla de l'Estany, hi havia 25 ha de blat modificat i el 2011 havia passat a 59 ha.

El principal motiu pel qual es planta és per protegir-lo del cuc barrinador, però en zones fredes no té sentit. Es fan només per una plaga i en aquestes comarques de muntanya on a l'hivern s'arriba entre 8 i 12 graus sota zero pràcticament no existeix la possibilitat que aparegui la plaga.

A la gràfica podem veure l'evolució de la producció a la zona de l'Alt Empordà on hi ha més presència del barrinador. Per això, arriben al 80% de cultiu de blat de moro transgènic i només un 20% de convencional.



33. Producció a la zona de l'Alt Empordà de blat de moro MON810 i convencional entre 2004 i 2007.  
Font: Imatges cedides per Anna Nadal.



## Tràmits per autoritzar el cultiu d'una nova varietat de planta transgènica

Un cop aprovada la comercialització a la UE d'una planta GM, el cultiu a Espanya de qualsevol varietat derivada d'aquesta planta transgènica requereix la seva inscripció al Registre Nacional de Varietats Comercials de Plantes del Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació. Per això, a través dels treballs de camp i laboratori fets sota control oficial o oficialment, s'ha de comprovar que les noves varietats són diferents, estables i suficientment homogènies de les que han estat o estan inscrites al registre. I, si es tracta de cultius extensos, s'ha de comprovar a través d'una xarxa d'assajos de camp distribuïts a les zones més rellevants i al laboratori per estar segurs que les noves varietats tenen més rendiment i qualitat dels productes obtinguts del seu cultiu i millor comportament sobre plagues, malalties i clima. Tot això a partir d'experiments comparatius de la nova varietat amb altres varietats ja utilitzades i registrades. A les varietats transgèniques, a més, s'ha de realitzar una avaluació per prevenir possibles riscos a la salut o al medi ambient, entre altres coses. Després de la inscripció de les noves varietats al Registre de Varietats Comercials de Plantes espanyol i seguint el procediment comunitari establert, aquestes passen a formar part dels Catàlegs Comuns de Varietats de Plantes Agrícoles i de Plantes Hortícoles de la UE, fet que permet la lliure comercialització de llavors de la nova varietat, s'autoritza el cultiu a tot l'àmbit de la Unió Europea.

### Tecnologia YieldGard. Blat de moro MON810



34. Logotip YG.  
Font: Geneze.

Les varietats de blat de moro YieldGard (cultius híbrids aprovats al 1998 a la UE) són híbrids de blat de moro que només es diferencien dels híbrids convencionals en l'aplicació de tècniques precises de millora per poder aconseguir que la pròpia planta sigui resistent al barrinador.

La varietat de blat de moro MON810, és l'única que es pot cultivar a Europa. Va ser creada i és propietat de Monsanto (*empresa de llavors*), a Catalunya hi ha 61 varietats que l'incorporen. Aquest tipus de Blat de moro es resistent a larves lepidòpters com el barrinador en totes les parts de la planta i durant tot el cicle vegetatiu. Les larves de barrinadors són una plaga que causa pèrdues de producció tant pels seus danys directes (entren a la tija i destrueixen la planta) com indirectes (trencament de planta i atac de



35. Blat de moro MON810.  
Font: ecoosfera.



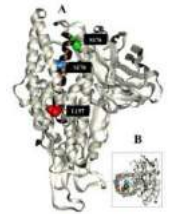


fongs). La formen dues espècies de lepidòpters que es desenvolupen a l'interior de les tiges (*Sesamia nonagrioides* i *Ostrinia nubilalis*).

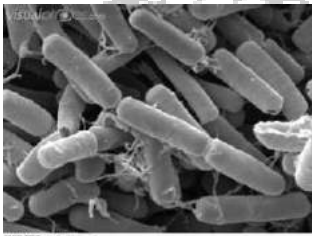


36. Lepidòpters. Font: Guia bones pràctiques coexistència.

El MON810 (*conjunt de gens que s'han introduït a l'ADN del blat de moro que es cultiva aquí*) sintetitza la proteïna Cry1A, una toxina per a aquestes larves. Quan la larva mossega la tija es menja la proteïna que forma una toxina, és a dir, cristalls en el tracte digestiu (pH bàsic) de la larva. Aquests cristalls provoquen forats a l'intestí (deshidrata el cuc) i la larva mor o ja no hi apareix. La proteïna no és tòxica pels humans ni pels animals (intestí pH àcid). Els gens encarregats de la síntesi de la proteïna Cry1Ab són obtinguts



37. Proteïna Cry1ab. Font: biomedcentral.



38. Bt. Font: Coronel University.

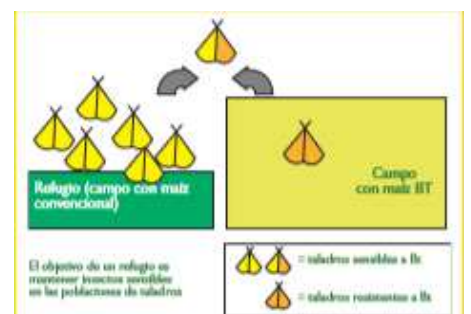
del bacteri *Bacillus thuringiensis* (també conegut com a Bt) una bactèria natural que viu al terra que es coneix des de els anys 30, però el MON-810 no és l'únic obtingut d'aquest bacteri, per tant, parlar de blat de moro Bt és poc precís. Cal dir que els atacs d'aquest depenen del clima (més calor), l'any, l'època de sembra, les varietats de blat de moro sembrades o la situació.

Les llavors que siguin YG estaran marcades amb el logotip i amb l'identificador (MON-00810-6). En zones d'atac del barrinador, el seu cultiu ha fet que augmentés la producció i disminuís l'impacte ambiental.



39. Traçabilitat i etiquetatge. Font: Guia bones pràctiques.

Prevenió de la resistència: per evitar que apareguin poblacions de barrinadors resistents al blat de moro Bt s'ha de sembrar a prop del blat de moro Bt, zones de blat convencional o refugi (*mantenir insectes sensibles a les poblacions de barrinador*). Així, la petita quantitat dels insectes que vinguin de larves resistents que sobreviuran al camp Bt hauran d'aparellar-se amb les procedents de la zona convencional i els seus descendents seguiran sent sensibles.



40. Prevenió de resistència. Guia bones pràctiques.





## APLICACIONS DE LES PLANTES TRANSGÈNIQUES

- En investigació per a estudis de funcionalitat de gens.
- Millores agronòmiques: resistents a herbicides (glifosat) com el blat de moro, blat, canya de sucre, colza, cotó, gira-sol, patata i soja; i a insectes (lepidòpters: barrinador) al blat de moro, cotó i patata. També tolerància a sequera, al fred i a major eficiència en l'ús del nitrogen.
- Millores de les propietats organolèptiques: tomata *FlavrSavr*<sup>®</sup> retard en la maduració.
- Millores de processament per a usos industrials: patata *Amflora* (modificació composició midó).
- Bio-factories productores de fàrmacs: vacunes contra el tètanus o la malària, hormones com l'hormona del creixement i productes fitosanitaris (en desenvolupament a la UdG).
- Biofactories per a productes industrials: polímers, enzims.
- Flors o plantes ornamentals com les petúnies de dos colors o les roses blaves.
- Nova generació de plantes MG perquè els aliments siguin més saludables: la patata *Innate* on hi ha una disminució en contingut d'asparagina i una disminució de la formació d'acrilamida durant el fregit.
- Millores nutricionals amb fins no comercials sinó altruistes: Golden Rice amb provitamina A (arròs daurat) i plàtans amb provitamina A per a la ceguera.



41. Tomata FlavrSavr.  
Font: califroniaagriculture.



42. Roses blaves.  
Font: fotolog.



43. Patata Innate. Font: gastronomiaycia.



44. Golden rice. Font: residencia-investigadors.

El blat de moro té tres aplicacions possibles: com aliment, com a aliment per animals i com a matèria prima per a l'indústria.

Com a aliment, es pot utilitzar tot el gra o molt per obtenir productes intermedis com sèmola i farina que s'utilitzen en una gran varietat d'aliments. Com a aliment per animals, s'elaboren pinsos.



## TIPUS D'ALIMENTS TRANSGÈNICS

Els aliments transgènics són aquells que han sigut elaborats a partir d'un organisme genèticament modificat (animals, vegetals o microorganismes) mitjançant tècniques d'enginyeria genètica o els que contenen ingredients que provenen d'algun d'aquests OMG.

Els aliments transgènics, per tant, es poden trobar als supermercats des de fa temps (per exemple: els additius produïts industrialment per microorganismes transgènics durant la fabricació d'aliments).

Aliments autoritzats a Estats Units i Canadà: Alfals, arròs, blat, blat de moro, cafè (descafeïnat), carbassa, canya de sucre, cotó, gira-sol, lleties, papaia, patata, remolatxa, soja, tabac (menys nicotina), tomata.

Aliments autoritzats a Europa: blat de moro, cotó, canya de sucre i soja.

Una de les principals preguntes que molta gent es fa és si quan ingerim aliments transgènics també mengem gens i proteïnes transgèniques, pregunta totalment certa perquè quan ingerim aliments transgènics també ens mengem els gens i les proteïnes transgèniques, i també els gens i les proteïnes no transgèniques de l'aliment. I, aquests aliments transgènics que ingerim són totalment segurs, ja que, després de tants anys consumits a Estats Units no s'ha trobat cap cas contra la salut humana.



45. Aliments. Font: xtec.

En quan a olor i gust tant els transgènics com els no transgènics tenen el mateix. Però, si quan es fa la modificació genètica es vol canviar aquestes propietats òbviament hi haurà diferències.

## AVANTATGES I INCONVENIENTS DE LES PLANTES TRANSGÈNIQUES, CULTIUS TRANSGÈNICS I ALIMENTS TRANSGÈNICS

Per al consumidor, les plantes transgèniques poden tenir certs avantatges, ja que, si els caràcters que s'incorporen modifiquen la composició del producte augmentant la qualitat o



el seu valor nutritiu, el consumidor se'n pot beneficiar. Es pot augmentar la contingut proteic o vitamínic, la composició de la grassa, la textura, el gust o el tamany.

Si una planta transgènica està feta per millorar el rendiment incorporant caràcters com millor aprofitament de l'aigua i fertilitzants, resistència a plagues i malalties, el producte és idèntic en quan a qualitat al de la planta no transgènica de la que procedeix, però el seu cost de producció és menor. Per aquest motiu, el que se'n beneficia és l'agricultor, que redueix els costos; però indirectament també se'n beneficia la població en general tant d'una possible reducció en el preu com d'un menor impacte ambiental.

La tecnologia d'obtenció de plantes transgèniques té tres avantatges respecte a les tècniques convencionals basades en hibridació. Els gens que es volen incorporar poden ser de qualsevol procedència i no es necessari que es trobin a les plantes que puguin ser hibridades entre sí. A la planta es pot introduir un únic gen nou preservant a la descendència la resta dels gens de la planta original. Aquest procés es realitza amb menys temps: més precís i ràpid.

Avantatges:

- Resistència a plagues
- Resistència a alguns herbicides
- Resistència a les condicions climàtiques
- Increment de la productivitat
- Millora de propietats alimentàries



46. Avantatges i desavantatges. Font: bloc.

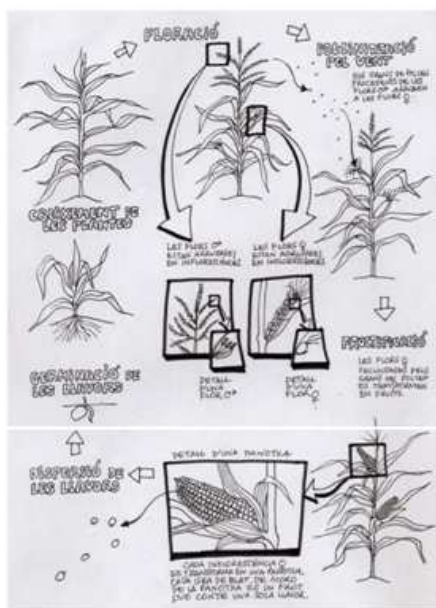
Inconvenients:

- Riscos mediambientals: contaminació de la terra per acumulació d'herbicides, hibridació amb no transgènics, pèrdua de biodiversitat.
- Possibles riscos per a la salut: noves al·lèrgies, augment de productes tòxics en els aliments, disminució de la fertilitat, efectes en el sistema immunològic.
- Impacte social, econòmic i comercial: monopolització del mercat, obligatorietat del consum, resistència als antibiòtics.



## SITUACIÓ ACTUAL DE LA COEXISTÈNCIA I BONES PRÀCTIQUES DE COEXISTÈNCIA

En el blat de moro la flor femenina se situa a baix i és la panotxa, i la flor masculina se situa a dalt que és el lloc on es produeix el pol·len que gràcies al vent pot volar. El pol·len



47. Pol·linització i cicle vital del blat de moro. Font: pdf transgènics.

transgènic arriba a la panotxa del blat de moro no transgènic i el fecunda. Alguns grans que es formen en aquest seran fecundats pel pol·len d'una planta transgènica. Per tant, un pare transgènic fa que la mare sigui transgènica (encara que la meitat de la panotxa tingui el gen).

Segons la Unió Europea la coexistència és el dret que tenen els agricultors de poder escollir entre la producció de cultius convencionals, ecològics o modificats genèticament (transgènics), sempre complint les obligacions legals que marquen les normatives sobre etiquetatge i traçabilitat: etiquetar quan se superi més del 0,9% de contingut de transgènics.

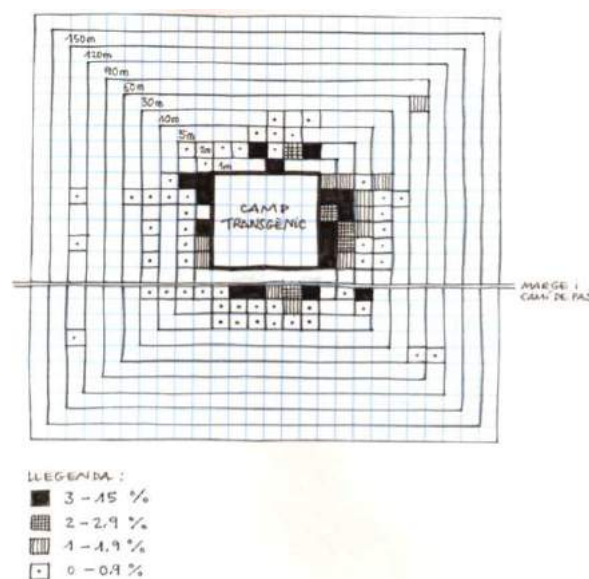
La coexistència no inclou aspectes de seguretat per a la salut humana o el medi ambient perquè els cultius transgènics autoritzats comercialment ja han passat per tot un seguit de proves per demostrar que són totalment segurs i iguals que els no transgènics.

### Problemàtica

El blat de moro es reproduïx d'una manera que el pol·len facilita molt el viatge d'un camp a l'altre i la pol·linització creuada entre camps acaba sent molt habitual. Per tant, si no es prenen les mesures adients, un camp convencional situat al costat d'un camp transgènic pot acabar produint panotxes GM. La problemàtica, essencialment comercial, apareix quan en un cultiu inicialment no transgènic s'hagi d'etiquetar com a transgènic i per tant, aquest fet pot perjudicar econòmicament als agricultors. Que de fet, quan es parla de coexistència es parla de l'efecte econòmic de la barreja de cultius GM i no GM, amb mesures per reduir les barreges i amb el seu respectiu cost.



Per poder disminuir la barreja entre GM i no GM, s'han de seguir unes normes d'acord amb la UE. La pol·linització creuada entre un camp transgènic i un no transgènic podria posar un punt i final a l'etiquetatge d'un producte com a transgènic o no. Factors com la puresa de la llavor, la presència de plantes procedents de llavors que varen caure al camp durant la collita anterior o principalment el flux de gens\* (causa més preocupació: al camp la pol·linització creuada costa de controlar) és el que explica la presència de material transgènic.



48. Representació dels percentatges de grans de blat de moro transgènics trobats en els camps pròxims a un camp transgènic. Font: transgènics pdf.

\*Flux de gens: el flux de gens amb el blat de moro pot estar influenciat per altres factors com la climatologia o el maneig del camp i evidentment la normativa (*quantificació de flux de gens o distàncies de seguretat*) també s'ha de basar en dades experimentals de zones diferents.

## Recomanacions per el cultiu de blat Bt

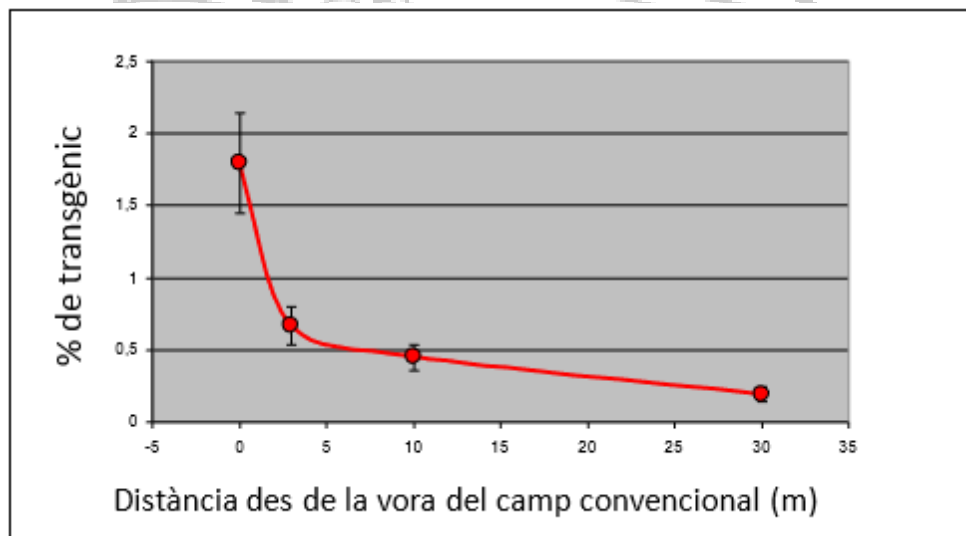
Primer de tot s'ha d'utilitzar la llavor certificada i guardar l'etiqueta. S'ha de parlar amb els propietaris de parcel·les veïnes per conèixer el destí de la seva producció i data de sembra. Si hi ha camps a menys de 20 m (a 25 m ja no hi pot arribar la mateixa quantitat de pol·len, menys d'un 1%) de blat de moro convencional s'ha de saber si serà comercialitzat com a blat de moro MG sinó, hi hauria d'haver una diferencia de sembra de 4 setmanes a l'abril o 2 al maig. I si per qualsevol motiu s'han d'acabar sembrant a les mateixes dates, l'agricultor que cultiva blat Bt ha de sembrar una banda amb 12 línies de blat de moro convencional a la zona més pròxima al blat veí (cicle similar al blat de moro Bt) i serveix com a refugi.

## Resultat teòrics d'assajos de coexistència

- El flux genètic s'acumula a les vores dels camps i disminueix ràpidament cap a l'interior. Estudis fets demostren que entre el 60% i el 80% de la pol·linització externa es troba en els tres primers metres del perímetre del camp.



- El flux genètic és més fort en la direcció del vent dominant.
- L'efecte de la distància per impedir el flux de gens depèn molt de què hi ha en aquesta distància. Barreres físiques: una zona tampó de blat de moro no transgènic de 15 metres és molt més efectiva, mentre que un camp de cereal o erm ho són molt poc.
- Les diferències entre les dates de sembra primerenques produeixen poc efecte de separació de les floracions, en canvi, les diferències de sembra de dates més tardanes són més efectives en la separació de les floracions.
- Una distància de seguretat entre 10 i 20 metres és suficient per mantenir el llindar de contingut d'OMG.
- El pol·len de blat de moro és capaç d'arribar a distàncies molt grans arrossegat pel vent. La concentració de pol·len en l'aire disminueix amb la distància del punt d'emissió. El pol·len viatger ha de competir amb el pol·len que produeixen les mateixes plantes receptores del camp d'arribada. Com es pot observar a la següent gràfica, els valors disminueixen ràpidament a mesura que ens allunyem de la vora del camp.



49. Gràfica de distància de flux de gens. Font: IRTA

- Quan diversos camps transgènics i no transgènics coincideixen en una zona, els factors més importants que determinen el contingut d'OMG a causa de la pol·linització creuada són la coincidència de la floració i la distància entre camps.





- Aconseguir separar les floracions deu dies és una bona estratègia per al control del flux genètic, per tant, la separació de dates de sembra pot ser una eina útil per regular la coexistència.
- Mida del camp donador: Duplicar la mida del camp receptor amb les mateixes vores de contacte amb el camp transgènic donador produeix una reducció del 40% de flux de gens sobre el contingut total del camp.
- Mida del camp donador.
- Renadius (*plantes procedents de llavors que varen caure al camp durant la collita anterior*).



## NORMATIVA DELS TRANSGÈNICS, LEGISLACIONS I CONTROL

La UE estableix l'obligatorietat d'etiquetar els aliments fabricats total o parcialment amb plantes transgèniques amb un llindar per sobre d'un 0,9%.

Tant a Espanya com a la resta dels Estat Membres de la UE, existeix una autoritat nacional que valora els aliments que se li presenten, igual que els que es presenten a la resta dels Estats Membres abans de donar l'autorització pel consum. A Espanya, aquesta està formada pels Ministeris de Sanitat i Consum, i Agricultura, Pesa i Alimentació, i ha sigut notificada davant la UE com a responsable de la seguretat alimentària espanyola. Els dos, a través de l'Institut de Salut Carles III, valoren conjuntament la seguretat dels productes que es presenten per l'autorització utilitzant el Reglament 158/97.

Per controlar la seguretat dels nous aliments s'estudien les conseqüències nutritives, tòxiques o al·lèrgiques de les presència de nous productes genètics als aliments, de l'alteració dels productes genètics que hi ha, de les conseqüències indirectes en el metabolisme de l'organisme i de les possibles de la transferència genètica a la microbiòtica gastrointestinal. La presència de possibles substàncies tòxiques a l'aliment es comprova amb anàlisis químics i utilitzant sistemes cel·lulars i animals d'experimentació amb els que s'estudia els efectes amb el temps. Es requereix l'aportació de proves addicionals que fan els comitès científics. Els nous aliments que no compleixin tots els requisits de seguretat establerts per la UE i no superin l'avaluació dels diferents comitès d'experts dels Estats Membres no podran ser comercialitzats.



La Comissió Nacional de Bioseguretat va ser creada per supervisar les activitats relacionades amb l' utilització, alliberació i comercialització d'OMG per prevenir els risc a la salut humana i al medi ambient.

## Seguretat d'una planta transgènica utilitzada com aliment a la UE

La seguretat es comprova amb l'estudi dels següents aspectes:

1. S'han de realitzar experiments al laboratori utilitzant plantes cultivades a l'hivernacle per confirmar que les modificacions són les que s'havien planificat i que el material genètic s'hagi incorporat de manera estable al genoma de la planta.
2. S'han de dur a terme assajos de camp aprovats per les Autoritats Competents de diferents països membres, i realitzats sota condicions controlades per comprovar que la varietat no es perjudicial per a la salut ni el medi ambient.
3. S'ha de demostrar amb les Comissions Nacionals de Bioseguretat i Autoritats Competents de tots els països membres que les modificacions de l'ADN de la nova varietat no introdueixin cap risc de ser incorporades al genoma d'altres organismes, que les proteïnes codificades pels nous gens no siguin tòxiques ni provoquin al·lèrgies, i que la composició dels nutrients sigui equivalent a l'original.
4. Els productes que siguin aprovats han de passar per un Pla de Seguiment durant un número d'anys per detectar qualsevol efecte perjudicial a conseqüència de l'ús del nou aliment.

Aviat però l'Autoritat Europea en Seguretat Alimentària serà l'única que avalui el risc alimentari i dirà si es pot procedir a la comercialització o no d'un aliment.

## COMERCIALIZACIÓ DELS TRANSGÈNICS: ETIQUETATGE

### Autorització, comercialització i seguiment



Segons el reglament (EC) 1830/2003 sobre traçabilitat i etiquetatge dels Organismes Modificats genèticament (OMG) s'ha de facilitar documentació per escrit al següent



operador de la cadena (a qui entregui el gra de la sembra) notificant-li que el gra subministrat consisteix en un OMG (si procedeix d'un camp sembrat amb blat de moro transgènic) o conté OMG (si el gra es el resultat d'una barreja entre OMG i convencional) precisant el codi d'identificador únic de l' OMG que trobarà al sac. És obligatori conservar documentació de les transaccions que es facin amb OMG (compra de llavors, entrega de gra) durant 5 anys.

Les organitzacions que han elaborat guies del que cal controlar són: la Unió Europea, Organització de les Nacions per l'Agricultura i l'Alimentació, Organització Mundial per a la Salut i Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic.

Segons la UE per poder aprovar una planta transgènica s'ha de demostrar que els aliments o pinsos siguin segurs per a les persones, els animals i el medi ambient i que no siguin diferents dels productes convencionals.

### *És obligatori etiquetar?*

S'han d'etiquetar els aliments que consisteixin en OGM, aliments fabricats a partir d'aquets i elaborats amb aliments fabricats a partir d'ells. El criteri és la presència d'alguna matèria procedent d'un OGM i no només de la proteïna o l' ADN modificats al producte final. Això permet al consumidor triar amb coneixement. S'etiqueten així: "aliment modificat genèticament" o bé "conté (nom de l' ingredient) modificat genèticament" o "aliment/ingredient produït a partir d'un organisme modificat genèticament (nom de l'organisme) però que no conté cap organisme modificat genèticament"

## Gran multinacional. MONSANTO

**MONSANTO**



50. Logotip MONSANTO. Font: MONSANTO.

És una multinacional d'Estats Units dedicada a la biotecnologia agrícola. Monsanto vol produir més, conservar més i millorar la qualitat de vida. Per tant, no podrien existir sense els agricultors. Venen llavors desenvolupades mitjançant biotecnologia i productes fitosanitaris per a la protecció de cultius.

La companyia va ser la primera comercialitzadora de l'herbicida glifosat i és el principal productor mundial de llavors genèticament modificades que sovint incorporen la



resistència a l'herbicida. El 90% de les plantes modificades genèticament en el món pertanyen a Monsanto.

Fundada a Saint Louis per un farmacèutic. Al principi feia sacarina i cafeïna per la Coca-Cola. Llavors produí derivats plàstics i participà en el desenvolupament de la bomba atòmica. Al 85, va començar a fabricar l'Aspartam, que s'ha considerat perillós per a la salut. La patent caducà i a partir del 1997 es van dedicar exclusivament a biotecnologia.

Aquesta companyia ha generat controvèrsia per la manipulació genètica.

## Contrari als transgènics. Greenpeace



51. Logotip Greenpeace. Font: Greenpeace.

Greenpeace és una ONG ecologista i pacifista fundada a Canadà al 1971. Volen protegir i defensar el medi ambient. Greenpeace duu campanyes (entre altres) per aturar i rebutjar els cultius transgènics. Diuen: "No als transgènics" o "només deu multinacionals controlen el 70% del mercat de llavors, això significa que els agricultors tenen poca capacitat d'elecció".

## FICCIÓ I REALITAT DELS TRANSGÈNICS

Pràctica agrària: "Els agricultors s'han fet dependents dels "gegants de les llavors"".

Realitat: La poderosa indústria dels proveïdors de llavors tradicionals afirmen el fet que les llavors no biotecnològiques puguin obtenir-se lliurement i siguin molt utilitzades.

Medi ambient: "Els cultius biotecnològics, constitueixen un perill per el medi ambient".

Realitat: No existeix cap mena de prova, apart d'extrapolacions de suposats riscos, que demostrin que aquesta mena de cultius siguin més perillosos que els convencionals o ecològics.

Seguretat i salut: "Els aliments biotecnològics son per ells mateixos insegurs i no estan estudiats"



Realitat: L'agricultura biotecnològica és molt més específica i controlada que els anteriors mètodes de millora i ajuda a disminuir el risc que entrin al·lèrgens, coneguts o no, al menjar. Les preocupacions per la seguretat són per la creença que els mètodes d'introducció de caràcters a les plantes poden provocar més risc que els tradicionals de millora.



52. Ficció i realitat. Imatges. Font: Internet.



# Part pràctica

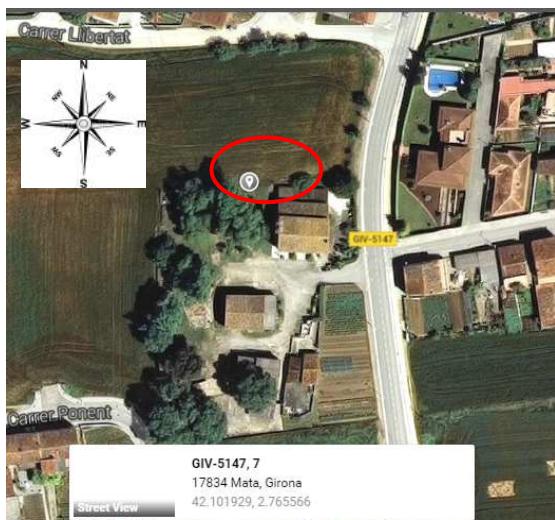
Assaig experimental de coexistència. S'ha buscat un terreny a Camós on fer la plantació de BMT i BMC simulant tres situacions diferents, s'han enregistrat un seguit de dades meteorològiques, s'ha seguit el creixement d'una mostra determinada de plantes i s'ha fet un estudi sobre la possible pol·linització creuada entre BMT i BMC.



# ASSAIG EXPERIMENTAL DE COEXISTÈNCIA

## LOCALITZACIÓ DEL CAMP D'ASSAIG

La finca on hem dut a terme tota la part pràctica del treball de recerca es troba situada al terme municipal de Camós, Can Ramió. La seva localització exacte és:



Latitud: 42,1019

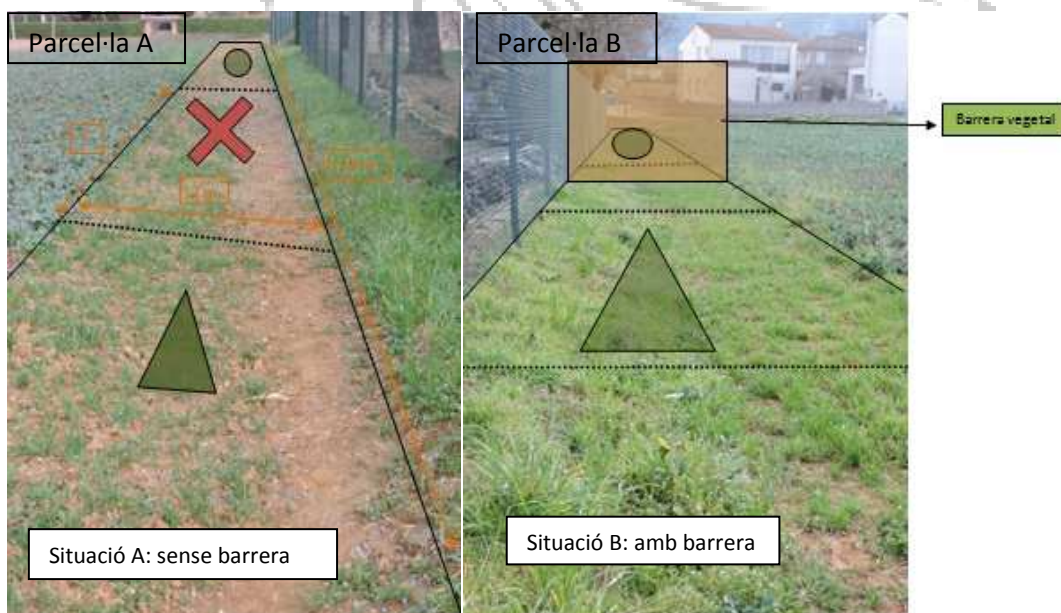
Longitud: 2,7654




Altitud: 158,10 m

Imatge 1. Font: google maps.

## CROQUIS DISTRIBUCIÓ DEL CULTIU

Plantejament inicial



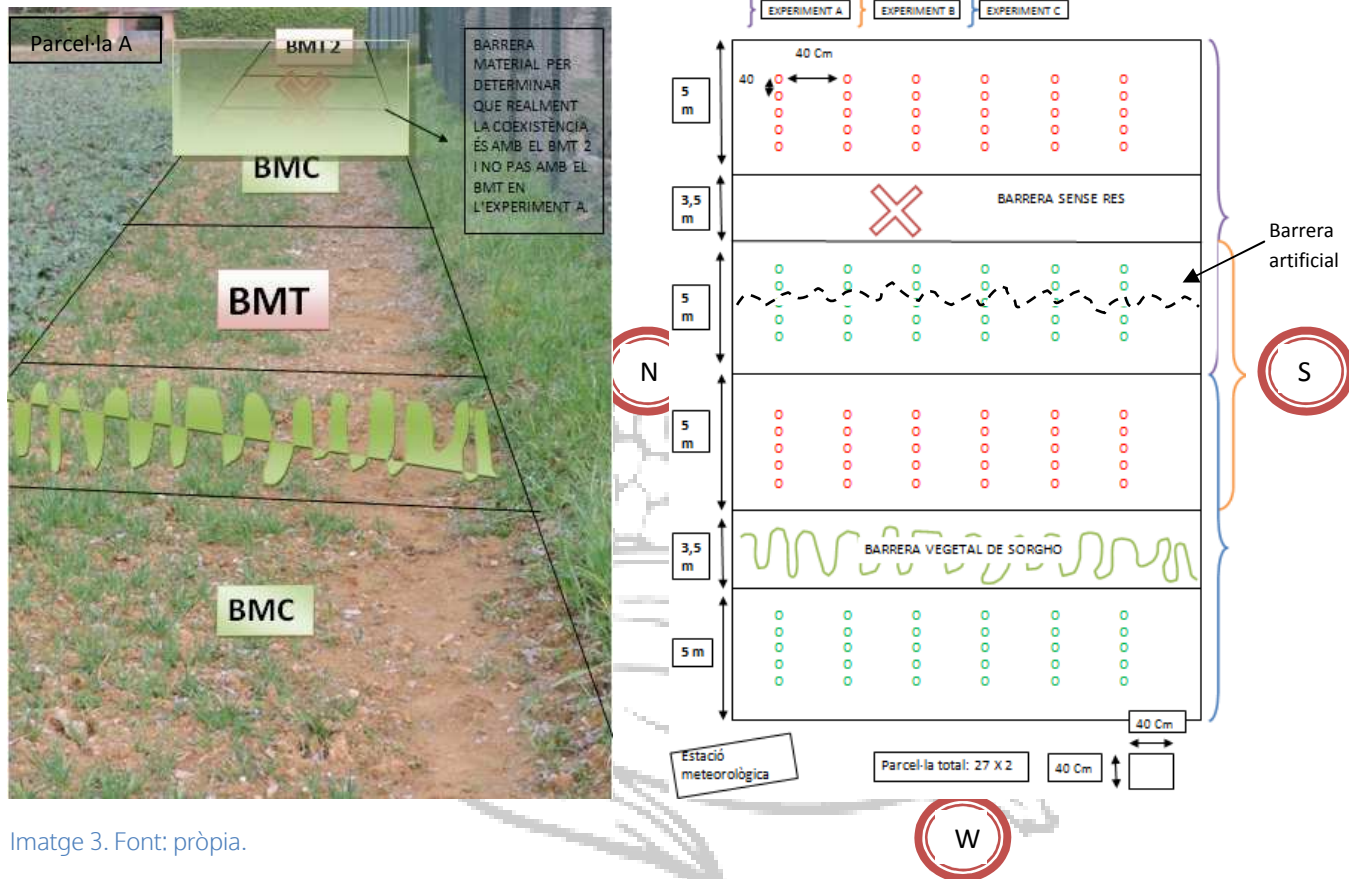
 Terreny sense plantar res (distància per determinar)     BMT     BMC

Imatge 2. Font: pròpia.



El plantejament inicial constava de dues parcel·les separades, on a cadascuna d'elles es volia dur a terme un assaig diferent.

Plantejament final



Imatge 3. Font: pròpia.

Finalment, però, per disponibilitat de terreny, vam reduir-ho a una. I, agrupar tres possibles (incorporació de la situació C: sense distància ni barrera entre els dos tipus) situacions a la mateixa.

Així doncs, la parcel·la tenia unes dimensions de 27 metres de llarg i 2 metres d'ample (54 m<sup>2</sup> de superfície).

L'experiment A constava d'una parcel·la de 5 x 2 m (10 m<sup>2</sup>) de BMT, una separació sense res de 3,5 x 2 m que imitava un camí de pas i a l'altra banda, una parcel·la de 2,5 x 2 m (5 m<sup>2</sup>) de BMC.

L'experiment B constava d'una parcel·la de 2,5 x 2 m (5 m<sup>2</sup>) de BMC a tocar d'una altra de 5 x 2 m (10 m<sup>2</sup>) de BMT.



\*La parcel·la de BMC és utilitzada tant a l'experiment A com al B, separada per una barrera artificial. D'aquesta manera vam poder fer dos experiments aprofitant la mateixa parcel·la.

L'experiment C constava d'una parcel·la de 5 x 2 m (10 m<sup>2</sup>) de BMT amb una separació de 3,5 x 2 m d'una barrera vegetal de sorgo i, a l'altra banda, una parcel·la de 5 x 2 m (10 m<sup>2</sup>) de BMC.

La separació entre les llavors era de 40 cm x 40 cm.

## LLAVORS UTILITZADES

En aquest assaig de coexistència es van utilitzar dues varietats diferents, una de blat de moro transgènic (BMT) P1570Y i blat de moro convencional (BMC) DKC6728. A més a més, com a barrera vegetal es va utilitzar el sorgo.



Imatge 4. Font: pròpia.

## MATERIAL TÈCNIC EMPRAT

Càmera de vídeo, càmera de fotos, estació meteorològica PCE-FWS20, moltocultor, termòmetre terra, tester de PH i humitat, metre i ordinador.



Imatges 5. Font: pròpia.





## EL TERRENY I LA SEMBRA

Per dur a terme la part pràctica d'aquest treball de recerca vam escollir un terreny apropiat per a la plantació del blat de moro. El terreny el vam preparar per poder sembrar les llavors. Així doncs, vam llaurar-lo (*dia 07/04*) per aconseguir que la terra estigués en unes condicions òptimes i hi vam tirar adob.



L'últim pas que calia fer abans de sembrar era senyalitzar les parcel·les (segons el tipus de blat de moro que s'hi sembrava) d'acord amb el croquis final, per tal de no barrejar-les. Un cop fet tot el procés de preparació del camp, vam començar a sembrar (*dia 09/04*) les llavors seguint un ordre

amb fileres rectes, i amb una distància entre llavors d'uns 40 cm. Fèiem un forat petit i no gaire profund (entre 15 i 25 cm) on a cada un d'aquest hi posàvem tres llavors per assegurar-nos que almenys una planta acabaria naixent. A tots els forats van néixer dos o tres plantes i vam haver d'eliminar totes les sobrants per assegurar-nos que en creixés una més ferma.



Condicions de la terra el dia de la sembra 09/04:

Temperatura de la terra: 17 °C

Humitat: 2 - Sec

pH: 1

Llum: 300

Imatges 6. Font: pròpia.



## GERMINACIÓ D'UNA LLAVOR AMB COTÓ

Mentre esperàvem que les llavors naixessin, vam posar en dos pots de vidre (etiquetats com a BMC i BMT) dues llavors transgèniques i dues de convencionals envoltades de cotó i hi tiràvem aigua quan n'hi faltava. Així, vam poder comprovar que només amb cotó i aigua una llavor de blat de moro podia arribar a créixer uns 12 cm. Vam observar el que no es pot veure en un camp sembrat, és a dir, la germinació, a més de l'eficàcia del creixement entre un tipus i l'altre aprofitant que estaven sota les mateixes condicions.

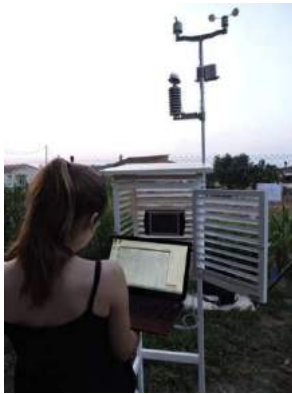


Imatges 7. Font: pròpia.





## SEGUIMENT DEL CREIXEMENT DE LES PLANTES



El 26/04 ja començaven a néixer les primeres plantes, entre el 28/06 i el 12/07 podia portar-se a terme la pol·linització perquè al 05/07 ja hi havia la flor masculina i la flor femenina formades. Al 06/09 ja s'estaven assecant les panotxes. Cada cap de setmana, el diumenge, anàvem observant com anaven naixent i creixent les llavors que havíem sembrat. Controlàvem diferents paràmetres (*\*annexos*) que podien influir en el seu creixement, miràvem com les condicions del terreny no eren les mateixes a cada parcel·la, ja

que, n'hi havia que estaven més a l'ombra o n'hi havia que sempre hi tocava el sol, i això es veia reflectit tant en el creixement com en el color de les fulles. A més, amb l'estació meteorològica instal·lada podíem obtenir més informació de les condicions (cada hora), però sobretot ens interessava la direcció i velocitat del vent durant la setmana que hi podia haver la pol·linització. Del seguiment fet deduïm que el creixement ha sigut semblant tant pel BMC com pel BMT arribant a mesurar al voltant de 2 m d'alçada (*annexos\**).



## RELACIÓ DEL NÚMERO DE PANOTXES PER PLANTA. Productivitat al camp

Un cop ja es van formar les panotxes, vam voler saber si hi havia alguna relació del tipus de blat (convencional o transgènic) amb el número de panotxes que naixien (una o dues). És a dir, determinar si el BMT tenia més possibilitat de tenir dues panotxes per planta que el BMC.

Vàrem contar de cada tipus de blat de moro (BMT i BMC) quantes panotxes hi havia i vam elaborar un gràfic circular.



Imatges 8. Font: pròpia.







## ESTUDI D'UNA PANOTXA DE BLAT DE MORO CONVENCIONAL

Vam voler estudiar una panotxa d'una llavor convencional, la vam obrir, vam mirar el diàmetre (5,053 cm), la llargada (uns 31 cm), vam observar el seu interior i tots els grans que s'havien format.



Imatges 9. Font: pròpia.

## ESTUDI DE COEXISTÈNCIA

### Objectiu de l'assaig

Ens vam qüestionar si és possible que un agent meteorològic com el vent faci de vehicle transmissor de pol·len entre plantes de blat de moro transgènic i blat de moro convencional, la qual cosa ens va portar a plantejar-nos la següent hipòtesi de treball: segurament si es manté una distància de separació entre ambdues varietats de blat de moro s'aconseguirà que no s'hibriditzin.

Per intentar validar-la s'ha plantejat el següent assaig experimental amb l'objectiu de determinar, en tres possibles casos, si el flux genètic de pol·len transportat pel vent, pot fer que el BMC acabi essent BMT.

### Disseny experimental







Seguidament anàvem agafant cadascuna de les panotxes, les obríem i les partíem per la meitat (en una panotxa hi poden haver grans que siguin transgènics i altres que no ho siguin, ja que, el pol·len ha d'entrar en algun dels filaments que té la panotxa i que el condueix fins a un gra en concret. No quan és contamina un gra es contamina tota la panotxa entera) i a l'atzar triàvem 10 grans. Llavors, tornàvem a partir un dels dos trossos que quedaven i escollíem 10 grans més. Aquests, els introduíem dins del pot de plàstic etiquetat que li corresponia.



El tercer pas era aixafar els vint grans amb uns claus de ferro o una llanceta perquè ens quedés una pasta homogènia. Amb un comptagotes agafàvem dos vegades aigua d'un vas (la justa, sobretot sense que la pasta quedés diluïda, ja que sinó el test no detectaria la proteïna) i la buidàvem a dins el pot de plàstic perquè fos més fàcil aixafar la barreja i quedés més líquida, perquè el test marqués correctament.

Finalment, hi posàvem el test immunològic a dins per poder detectar o no la proteïna transgènica i esperàvem uns 5/10 minuts. La primera ratlla vermella que hi sortia marcava que l'experiment havia funcionat correctament i si sortia la segona ratlla vermella (més avall) significava que la panotxa era transgènica, resultat positiu. En cas contrari, resultat negatiu, quan la panotxa seguia sent convencional.



Aquest procés va ser repetit 29 vegades més fins a tenir tots els resultats possibles. A partir d'aquí vam observar els resultats obtinguts i hi vam buscar una relació o explicació.



Imatges 11. Font: pròpia.

## Resultats, observació dels resultats

Els resultats obtinguts segons el test immunològic han estat:



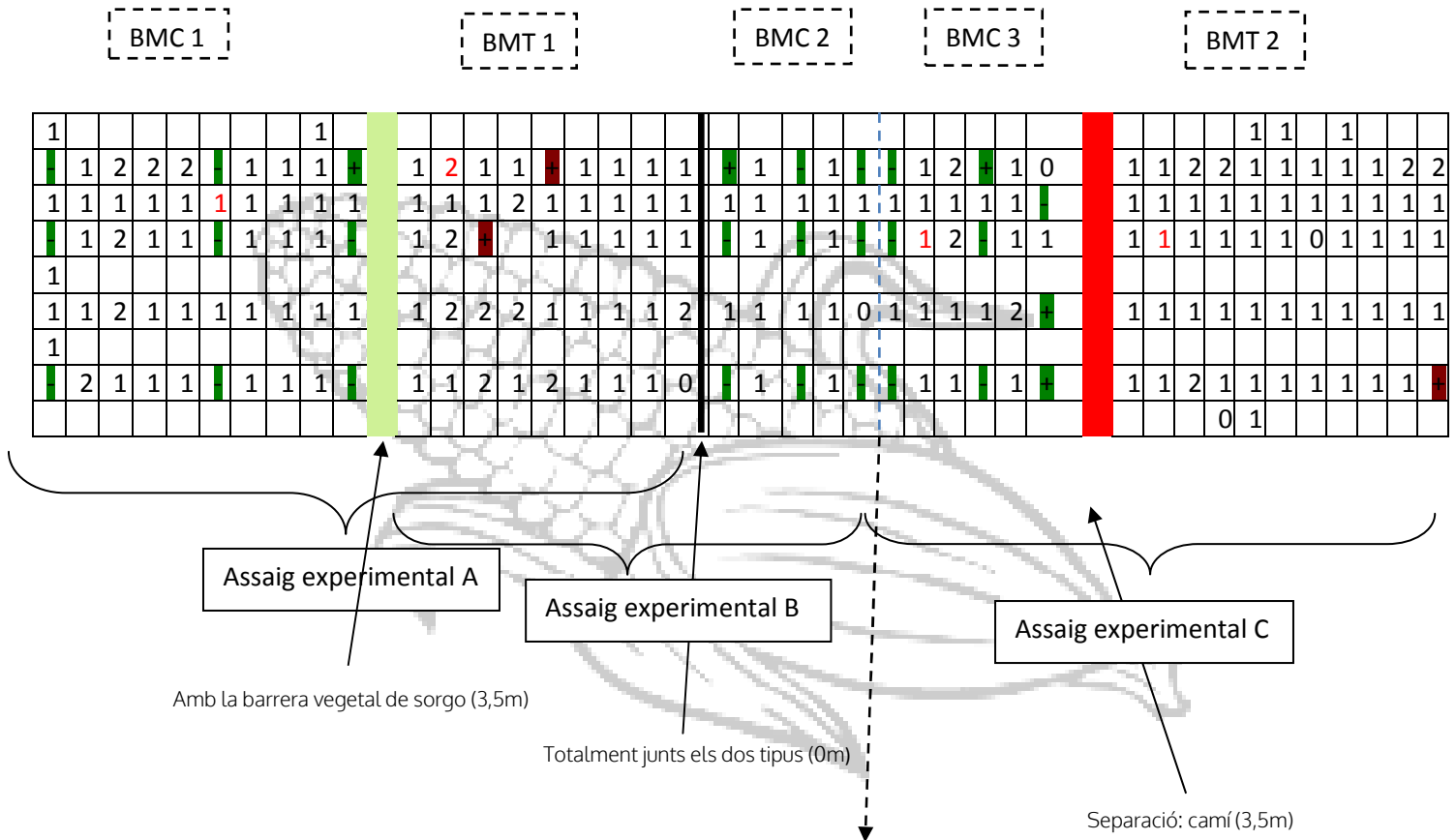
**Assaig experimental A: BMC 1/SORGO/BMT 1.** Teníem 60 panotxes de BMC i d'aquestes una ha donat positiu al test, això representa un 1,67% de la plantació.



**Assaig experimental B: BMT 1/BMC 2.** Teníem 24 panotxes de BMC i d'aquestes una ha donat positiu al test, això representa un 4,17% de la plantació.

**Assaig experimental C: BMC 3/CAMÍ/BMT 2.** Teníem 32 panotxes de BMC i d'aquestes tres han donat positiu al test, això representa un 9,38% de la plantació.

Panotxes, observació de la coexistència:



Divisió del blat de moro convencional per assegurar-nos que el pol·len vindrà del BMT2 (en el cas del BMC3) i del BMT1 (en el cas del BMC2)

La parcel·la total fa 27 x 2 metres la separació entre les plantes de blat de moro es de 40 cm x 40 cm. Les plantacions de BMT i BMC són de 5m cada una menys la parcel·la on hi ha el BMC 2 i el BMC 3, que és d'uns 2,5 metres cadascuna.

**Llegenda:**

- 1: seguiment del creixement.
- █: experimentades. █: control
- + o - : resultat de la prova.







Imatges 12. Font: pròpia.

Dos dels resultats del test fet al BMC on un ha donat positiu i l'altre negatiu.

## Anàlisi dels resultats experimentals obtinguts

**Assaig experimental A:** esperàvem molt poca pol·linització creuada, com a molt a la primera fila. Els resultats s'apropen molt al que esperàvem. Ha sortit un + a la primera fila i situada a un extrem, que segurament sempre està més exposada.

**Assaig experimental B:** aquesta situació és la que teòricament hauríem d'haver detectat més +, sobretot a la primera fila i potser també algun de la tercera. En aquest cas, els resultats que hem tingut no són els esperats, per tant alguna cosa ha passat. (*condicionants\**). Cal fixar-se si durant els dies de floració d'aquests dos camps va fer vent i la direcció.

**Assaig experimental C:** esperàvem pol·linització creuada, ja que un camí no és una barrera, simplement és una separació per distància. A més, 3'5 metres és molt poc. El resultat és bastant coherent amb el que esperàvem.

També hem comprovat que en cap cas dels analitzats a l'assaig hi havia la presència del cuc barrinador.

### \*Condicionants dels resultats a tenir en compte

- **Dies de floració.** En el cas dels camps transgènics és important els dies que les anteres emeten pol·len. En el cas dels convencionals només m'interessa quins dies les sedes estan receptives (color rosa -lila). Perquè hi hagi pol·linització creuada ha de coincidir que durant els 2-3 mateixos dies les anteres (transgèniques) emetin pol·len i les panotxes (no transgèniques) tinguin sedes "madures". **En el nostre assaig, van florir en el mateix interval de temps de 2-3 dies.**



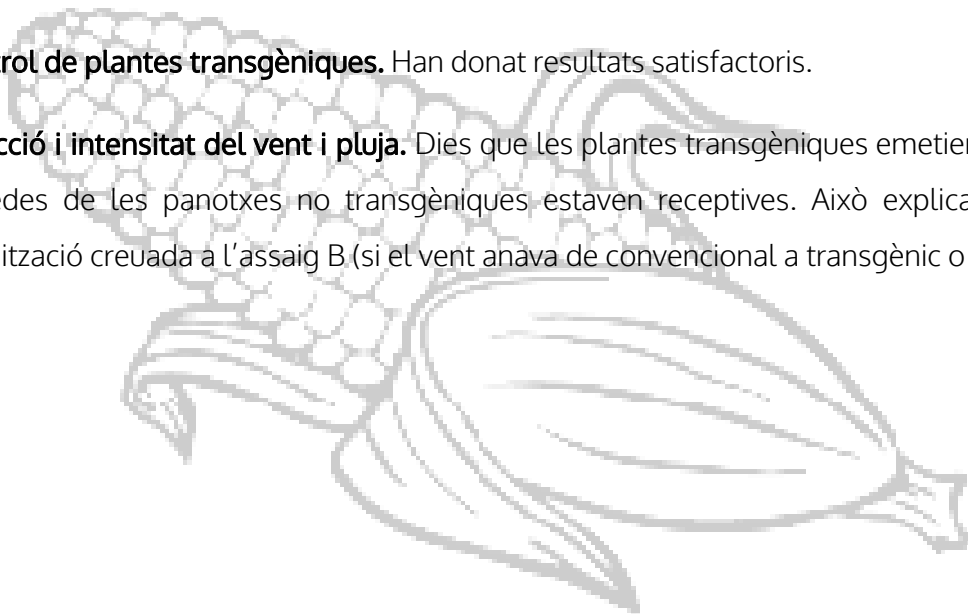


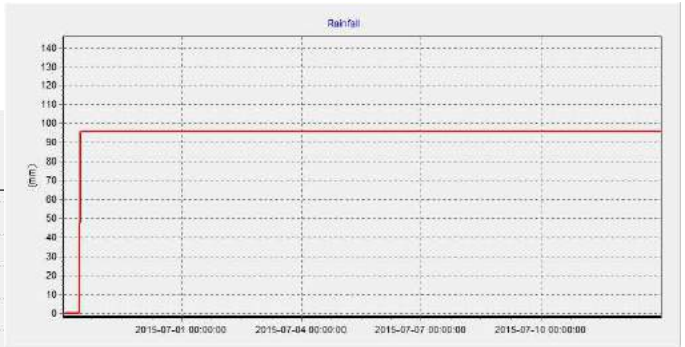
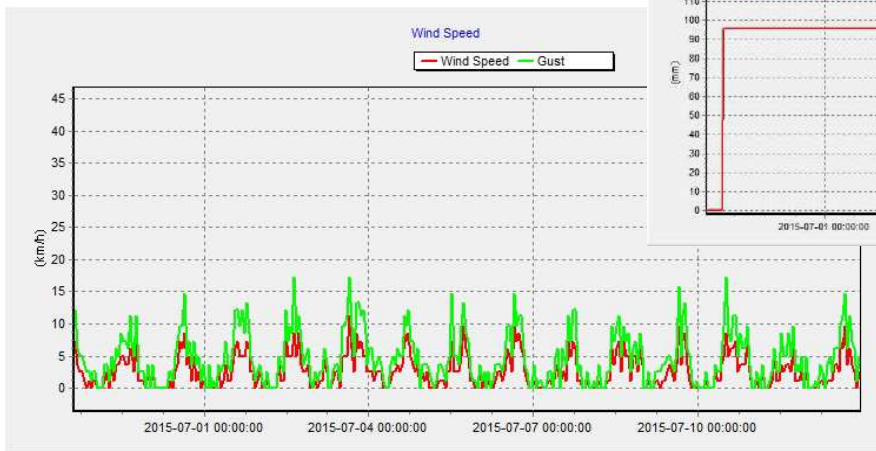
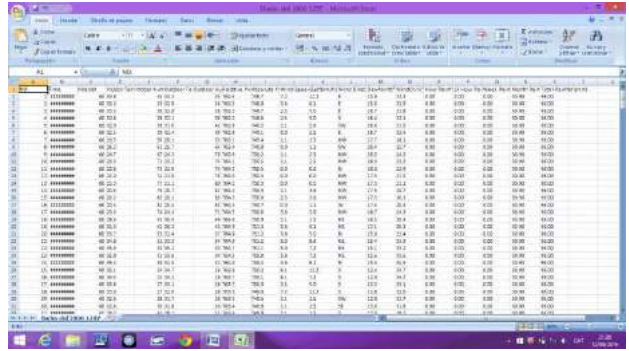
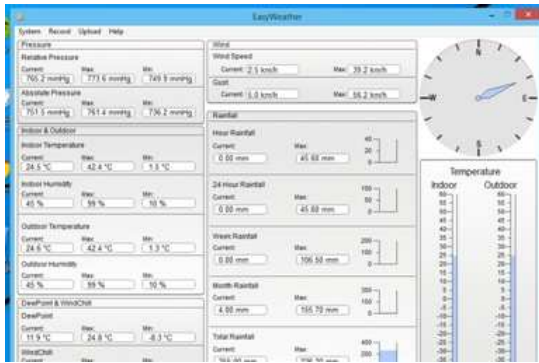
- **Densitat de plantes.** La separació entre plantes d'una mateixa fila era de 40 cm x 40 cm. Normalment les llavors es sembren a una distància de 30 cm (entre llavor i llavor d'una mateixa fila) i a una distància de 50 cm entre files. Si les distàncies fossin més petites, voldria dir que les plantes estaven molt "junttes". Això podria haver actuat de barrera i per tant que fos més fàcil l'autopol·linització (que el pol·len d'una planta pol·linitzés la panotxa de la mateixa planta) i a la vegada més difícil la pol·linització creuada (pol·linització per part del pol·len d'altres plantes).

- **Posició de la panotxa.** Depèn de l'orientació de la panotxa afavoreix o no la pol·linització des d'un camp veí. A l'assaig hi havia panotxes amb una orientació que no afavoria la pol·linització per part del BMT al BMC.

- **Control de plantes transgèniques.** Han donat resultats satisfactoris.

- **Direcció i intensitat del vent i pluja.** Dies que les plantes transgèniques emetien pol·len i les sedes de les panotxes no transgèniques estaven receptives. Això explicaria la no pol·linització creuada a l'assaig B (si el vent anava de convencional a transgènic o va ploure molt).





Dades del 28/06 al 12/07. Acumulació de pluges. Durant els dies de pol·lització no ha plogut.

Gràfiques 13 . Font: pròpia.

Dades del 28/06 al 12/07 . Velocitat del vent i direcció

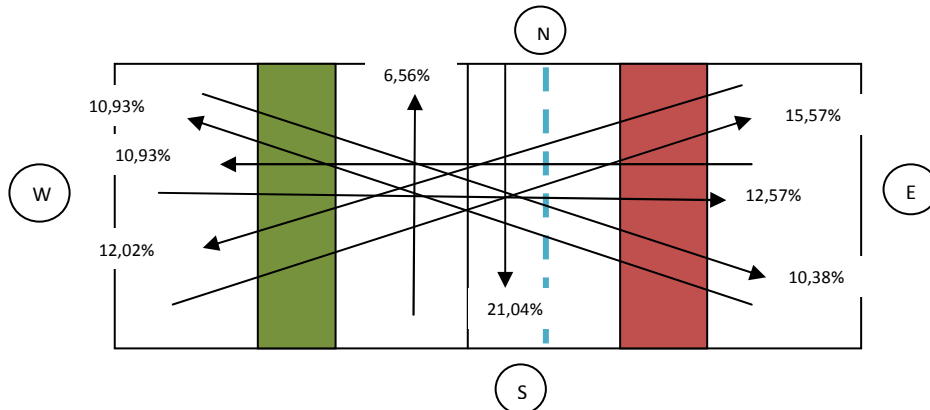
Direcció del vent per vegades



- N
- NE
- E
- SE

Direcció	Número de vegades	%
N	24	6,56
NE	40	10,93
E	46	12,57
SE	38	10,38
S	77	21,04
SW	44	12,02
W	40	10,93
NW	57	15,57

Gràfica percentatges direcció del vent del 28/06 al 12/07





Hem controlat les diferents direccions del vent durant el període estimat de pol·linització. En aquest període, hem agafat les direccions hora per hora i les hem classificat per saber quantes vegades es repetia una mateixa direcció. D'aquí hem tret uns percentatges de les diferents direccions durant aquests dies. Considerem que segons la situació de les parcel·les les dues direccions òptimes del vent per poder pol·linitzar el blat de moro convencional eren E o W, en aquest cas, la suma de percentatges d'hores que s'han donat aquestes direccions és d'un 23,50%. Les següents direccions que considerem que tenien poques possibilitats de pol·linització eren les NE, SE, SW i NW aquestes sumen un percentatge d'hores d'un 48,90%. I, les direccions amb cap mena de possibilitat eren N i S, aquestes sumen un percentatge d'hores d'un 27,60%. Vistos aquest resultat, podem assegurar que la direcció del vent ha fet que els resultats obtinguts puguin haver estat afectats per aquest fet climatològic. També hem suposat que la orientació de la panotxa i la protecció que podria tenir amb les fulles que l'envolten hagi evitat la pol·linització d'algunes panotxes.

La força del vent, en aquest cas, considerem que no ha tingut influència perquè les parcel·les eren petites i el pol·len podia viatjar sense dificultats, a diferència que haguessin sigut distàncies més grans on la força sí que podria haver tingut influència.

## Conclusions

Veient els resultats obtinguts podem concloure que si no hi ha prou distància de separació (assaig experimental C), les plantes de BMC es pol·linitzen, essent un factor important la direcció del vent. De tota manera, quan les plantes estan juntes (assaig experimental B), la direcció ha influït negativament en la pol·linització, però quan la barrera de separació és vertical (sorgo) no s'ha observat pol·linització. La hipòtesis plantejada s'ha verificat.

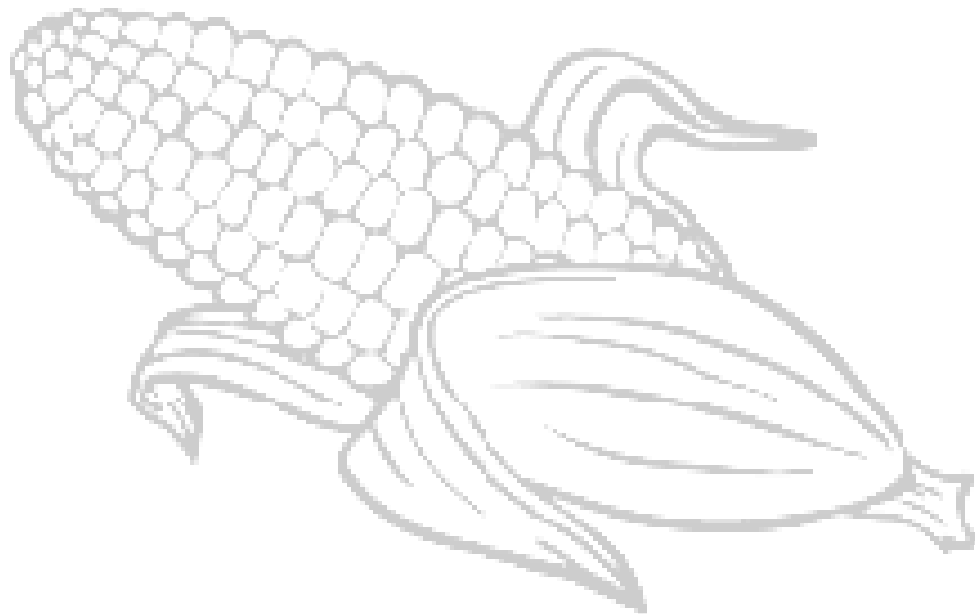
## CONSIDERACIONS

Abans d'arribar a les conclusions volem fer unes petites consideracions al treball de camp que representa tota la part pràctica d'aquest treball de recerca. La pretensió d'aquest, degut a les limitacions físiques (del terreny) fan que el resultat puguin no ser del tot fiables, doncs el número de panotxes obtingudes i estudiades no és molt gran (és un



experiment a escala petita) però el que si que hem volgut és que el procediment sigui el més acostat a la realitat que ens podem trobar.

També volem posar en consideració que el sistema utilitzat per fer el test es basa en la detecció de la proteïna transgènica i no en la quantificació. Per tant, és un test que ens informarà si la mostra analitzada conté o no grans transgènics però no en quina quantitat. Per calcular el contingut en transgènic d'un camp, per veure si passa el llindar del 0,9% (normativa etiquetatge), s'ha d'utilitzar una altre tècnica, la PCR que es basa en l'anàlisi del material genètic i no de la proteïna. Aquesta tècnica sí que permet calcular quin és el percentatge de grans transgènics a la mostra.



Imatge 14. Font: pròpia. Imatge del camp.



## CONCLUSIONS

- Aprofundir en la realització del treball de recerca i concretament la part teòrica, ens ha permès adquirir els coneixements necessaris sobre transgènia i els transgènics, hem conegut i transmès el procés per obtenir un transgènic, les seves característiques, la utilització, els principals cultius transgènics al món i la coexistència entre el blat de moro transgènic i el convencional.
- El coneixement teòric ens ha servit per poder plantejar, realitzar i analitzar el treball de camp que s'ha dut a terme sobre la coexistència dels dos tipus de blat de moro: BMT i BMC.

- Dels assajos per determinar la coexistència del BMT i BMC que hem reproduït en tres situacions diferents podem arribar a les conclusions següents:

A l'assaig A que reproduïa una parcel·la de BMT separada del BMC per una barrera vegetal (sorgo), vam obtenir els resultats esperats perquè la barrera va actuar correctament evitant que es pol·linitzés el blat de moro convencional. El percentatge de resultat positiu va ser un 1,67% del total de panotxes de la parcel·la.

A l'assaig B que reproduïa dues parcel·les de BMC i BMT juntes, vam obtenir uns resultats inesperats, ja que, partíem de l'hipòtesi que la majoria de les panotxes tindrien un resultat positiu al test. Al no donar-se els resultats esperats, vam intentar buscar explicacions al fet. L'estudi de les dades obtingudes de direcció del vent, contrària a afavorir la pol·linització, ens ha permès concloure que la direcció del vent, durant la setmana estimada de pol·linització, podria haver afavorit els pocs resultats positius que es van donar, un 4,67%. Així doncs, en aquest cas, es pot concloure que el vent pot influir, i molt, alhora de la pol·linització d'una manera determinant.

A l'assaig C, que reproduïa el cas de dues parcel·les de BMC i BMT separades per un camí de pas (com ens podríem trobar a la realitat) i sense cap barrera. En aquest cas, els resultats varen ser els esperats (9,38%) perquè ja suposava que l'amplada del camí (3,5 m) no era suficient per evitar la pol·linització.



Segons estudis la distància òptima és d'uns 20 m i quan la distància és inferior se sol pol·linitzar entre un 10-12% (semblant al resultat obtingut).

- Al mateix temps, com a una recerca paral·lela, s'ha estudiat la productivitat del BMC i el BMT i el creixement. Pel que fa a la productivitat i el ritme de creixement del BMC i el BMT. Pel que fa a la productivitat, hem arribat a la conclusió que en situació d'absència del lepidòpter, els dos tipus de blat de moro tenen una productivitat semblant, i per tant, només s'utilitza el BMT per augmentar la productivitat en aquells terrenys on la presència del lepidòpter està més que assegurada. Si plantéssim BMC en una zona on s'hi troba el cuc barrinador, sí que afectaria a la productivitat i en aquest cas seria més interessant plantar BMT. Pel que fa al creixement, hem observat estudiant les gràfiques obtingudes dels resultats setmanals recollits al camp, que les corbes eren pràcticament idèntiques. Per tant, el blat de moro transgènic té el mateix creixement que el blat de moro convencional, si hi ha una petita diferència és deguda a factors climatològics (precipitacions, llum i humitat).
- Així doncs, d'aquests resultats es pot concloure de manera general que hi ha diferents factors que poden afectar la pol·linització creuada entre plantes de BMT i BMC, entre ells la intensitat i direcció del vent. Hem constatat també, que el flux de pol·len entre camps veïns es pot minimitzar si s'utilitzen mesures de contenció, com per exemple una barrera vegetal.





## BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN NACIONAL DE OBTENTORES VEGETALES (ANOVE). (2014). *Guía Técnica y de Buenas Prácticas para el Cultivo de maíz Bt*. <http://web.anove.es/media/Guia-Maiz-Bt-2014.pdf>.

CAPELLADES, Gemma. (2012). *El cultiu del blat de moro modificat genèticament a Catalunya*. IRTA, Recerca i tecnologia agroalimentàries. PowerPoint. [http://www.ruralcat.net/c/document\\_library/get\\_file?uuid=ddc34cc7-3fda-4ac3-aefa-fba146cf20c9&groupId=10136](http://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=ddc34cc7-3fda-4ac3-aefa-fba146cf20c9&groupId=10136).

FREIXA, Lourdes. (2008). *Els organismes transgènics*. Xtec. <http://blocs.xtec.cat/lfreixa/files/2008/10/transgenics.pdf>.

GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, ALIMENTACIÓ I ACCIÓ RURAL. (2007, febrer). Noves varietats de panís a Catalunya. *Dossier tècnic: formació i assessorament al sector agroalimentari*; 19.

GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, ALIMENTACIÓ I ACCIÓ RURAL. (2010, abril). El conreu de panís: varietats, plagues i malalties. *Dossier tècnic: formació i assessorament al sector agroalimentari*; 41.

GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, ALIMENTACIÓ I ACCIÓ RURAL. (2008, març). Novetats en el conreu de panís. *Dossier tècnic: formació i assessorament al sector agroalimentari*; 27.

GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARTAMENT D'AGRICULTURA, ALIMENTACIÓ I ACCIÓ RURAL. (2006, febrer). Varietats de panís. *Dossier tècnic: formació i assessorament al sector agroalimentari*; 10.

MONSANTO. *Deshaciendo los mitos: verdades sobre la biotecnología agraria y la alimentación biotecnológica*. <http://www.monsanto.com/global/es/productos/documentos/mitos-biotecnologiaC3ADa.pdf>.

NADAL, Anna. (2014). *Plantes transgèniques (a la carta): Obtenció, comercialització i controvèrsia*. Grup de Recerca de Tecnologia Alimentària de la UdG. PowerPoint.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE BIOTECNOLOGÍA (SEBIOT). (2003). *Biotecnología y alimentos: preguntas y respuestas* (1a. edicion). Madrid.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE BIOTECNOLOGÍA (SEBIOT). (2000). *Plantas transgénicas: preguntas y respuestas* (1a. edicion). Madrid.

TV3, Quèquicom. (2015, gener). *Transgènics a la carta*. Documental televisiu. <http://www.ccma.cat/tv3/alacarta/programa/Transgenics-a-la-carta/video/1100129/>.





## ÍNDEX D'IL·LUSTRACIONS

Figura 1. Imatge microscòpica ADN.....	9
Figura 2. Esquema DNA i gens.....	9
Figura 3. Esquema proteïna (Mg).....	10
Figura 4. Síntesi de proteïnes.....	10
Figura 5. Exemple del principi de millora de plantes.....	12
Figura 6. Panotxes silvestres fins a l'actual.....	12
Figura 7. Logotip Comissió Europea.....	13
Figura 8. Planta amb luciferasa.....	13
Figura 9. Mètode PCR.....	14
Figura 10. Mètode amb ADN: PCR.....	15
Figura 11. Mètode amb proteïnes ELISA.....	15
Figura 12. Neolític.....	15
Figura 13. Millora clàssica.....	16
Figura 14. Canó d'ADN.....	17
Figura 15. Sistema d'electroporació.....	17
Figura 16. Imatge microscòpica de la microinjecció.....	17
Figura 17. Imatge microscòpica <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .....	18
Figura 18. MG.....	18
Figura 19. Plantes transgèniques.....	19
Figura 20. Mètode mecànic.....	20
Figura 21. <i>Agrobacterium tumefaciens</i> infectant una cèl·lula vegetal.....	20
Figura 22. Tumors vegetals de camp.....	20
Figura 23. Ferides a l'arrel.....	20
Figura 24. Fulla transformada amb canó de gens.....	21
Figura 25. Transgen.....	21
Figura 26. Etapes regeneració.....	21



Figura 27. Logos diferents.....	22
Figura 28. Gràfica progrés cultius transgènics.....	22
Figura 29. Distribucions.....	23
Figura 30. Importància cultius transgènics al món.....	23
Figura 31. Producció espanyola OMG.....	24
Figura 32. Producció catalana OMG.....	24
Figura 33. Producció a la zona de l'Alt Empordà de blat de MON810 i convencional.....	25
Figura 34. Logotip YG.....	26
Figura 35. Blat de moro MON810.....	26
Figura 36. Lepidòpters.....	27
Figura 37. Proteïna CryIab.....	27
Figura 38. Bt.....	27
Figura 39. Traçabilitat i etiquetatge.....	27
Figura 40. Prevenció de resistència.....	27
Figura 41. Tomata FlavrSavr.....	28
Figura 42. Roses blaves.....	28
Figura 43. Patata Innate.....	28
Figura 44. Golden rice.....	28
Figura 45. Aliments.....	29
Figura 46. Avantatges i desavantatges.....	30
Figura 47. Pol·linització i cicle vital del blat de moro.....	31
Figura 48. Dibuix representació dels percentatges de grans de blat de moro transgènics trobats en els camps pròxims a un camp transgènic.....	32
Figura 49. Gràfica de distància de flux de gens.....	33
Figura 50. Logotip MONSANTO.....	36
Figura 51. Logotip Greenpeace.....	37
Figura 52. Ficció i realitat.....	38
Figures de la 1 a la 14. Part pràctica.....	40



# Annexos

Seguiment de 4 plantes de blat de moro. Estadis de floració masculina i femenina. Instal·lació de l'estació meteorològica. Taula de paràmetres meteorològics. Relació entre humitat, temperatura del sòl i creixement de cada planta. Comparativa de l'evolució del creixement de les 4 plantes. Registre de dades proporcionades per l'estació meteorològica des del dia 9 d'abril fins al 6 de setembre de 2015.



Imatges del seguiment de 4 plantes de blat de moro (2 transgèniques, 2 convencionals i el sorgo que actua de barrera vegetal) cada diumenge anomenades **A** (BMT), **B** (BMC), **C** (BMT), **D** (BMC), **E** (SORGO)

26-04-15



03-05-15





10-05-15



17-05-15





24-05-15



31-05-15





07-06-15



14-06-15





21-06-15



28-06-15



05-07-15







12-07-15









19-07-15



26-07-15





04-08-15



16-08-15



23-08-15







30-08-15





06-09-15





Estadis de floració considerats en el seguiment de la floració masculina



1. La fulla més alta està tombada.



2. La fulla més alta està en punxa.



3. Ha sortit la flor masculina però no les anteres.



4. Algunes anteres han sorgit en la part principal de la flor.



5. Anteres en totes les branques de la flor i a punt d'emetre pol·len.



6. Emissió de pol·len finalitzada.

Estadis de floració considerats en el seguiment de la floració femenina



1. La panotxa no és visible.



2. Es comença a veure la punta de la panotxa.



3. La panotxa comença a sortir de la tija i a treure sedes.



4. Les sedes estan receptives.



5. Les sedes canvien de color i es comencen a assecar.



6. Les sedes es tornen seques.





Per recollir dades meteorològiques i poder trobar alguna relació o hipòtesis amb la coexistència (direcció del vent) i el creixement del blat de moro, vam construir instal·lar una estació meteorològica



\*Preses variables al camp: dades de dues plantes transgèniques, dues convencionals i sorgo cada setmana per comprovar diferents paràmetres i relacionar-los

DATA	26/04/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	20	7	7	1600	7	7
B	BMC	20	8	7	1600	8	8
C	BMT	21	6,5	7,5	1600	5	5
D	BMC	20	7	7	750	4	4
E	SORGO	20	5	7	800	2	2

DATA	03/05/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	23	5	7,5	2000	18	11
B	BMC	24	7	7	1500	20	12
C	BMT	26	6	7	1500	15	10
D	BMC	21	6,5	7,5	500	16	12
E	SORGO	23	6,5	7,5	900	9	7



DATA	10/05/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	27	4	8	2000	34	16
B	BMC	27	5	7,5	2000	31	11
C	BMT	27	4	7,5	2000	37	22
D	BMC	25	4,5	7,5	200	30	14
E	SORGO	27	1,5	7,5	500	20	11

DATA	17/05/2015	HORA	18:30				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	27	5,5	7	600	48	14
B	BMC	28	4	7	600	47	16
C	BMT	26	4	7	600	39	2
D	BMC	26	5,5	7	400	41	11
E	SORGO	25	7,5	7,5	300	28	8

DATA	24/05/2015	HORA	16:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	24	5	7,5	1000	64	16
B	BMC	25	6	7,5	800	65	18
C	BMT	24	6	7,5	700	52	13
D	BMC	22	7	7,5	700	56	15
E	SORGO	21	6	7,5	600	30	2

DATA	31/05/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	25	2,5	7,5	2000	82	18
B	BMC	25	3	7,5	2000	82	17
C	BMT	25	5	7	2000	73	21
D	BMC	23	6	7	700	72	16
E	SORGO	24	3	7,5	2000	57	27

DATA	07/06/2015	HORA	13:30				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	27	2,5	7	2000	95	13
B	BMC	27	2	7	2000	95	13
C	BMT	27	2	7	2000	81	8
D	BMC	24	7	6	500	98	26
E	SORGO	25	3	7	2000	66	9



DATA	14/06/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	25	5,5	8	1500	110	15
B	BMC	25	4	8	2000	106	11
C	BMT	25	3	8	2000	84	3
D	BMC	24	6	8	1500	124	26
E	SORGO	24	5	7	2000	76	10

DATA	21/06/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	30	1	8	2000	124	14
B	BMC	30	1	8	2000	119	13
C	BMT	31	1	8	2000	95	11
D	BMC	27	1	8	300	145	21
E	SORGO	28	1	8	1500	85	9

DATA	28/06/2015	HORA	11:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	24	6	8	800	137	13
B	BMC	24	6	8	2000	157	38
C	BMT	25	5	8	2000	112	17
D	BMC	24	6	8	2000	165	20
E	SORGO	24	6	8	2000	106	21

DATA	05/07/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	29	7	8	2000	171	34
B	BMC	28	7	8	2000	195	38
C	BMT	27	7	8	2000	134	22
D	BMC	26	7	8	2000	110	55
E	SORGO	25	7	8	2000	134	28

DATA	12/07/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	30	1	8	2000	185	14
B	BMC	28	2	8	2000	195	0
C	BMT	29	2	8	2000	193	59
D	BMC	28	1	8	1000	200	90
E	SORGO	26	3	8	2000	140	6



DATA	19/07/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	29	4	8	2000	186	1
B	BMC	28	8	8	2000	195	0
C	BMT	28	8	8	2000	198	5
D	BMC	27	5	8	2000	202	2
E	SORGO	26	5	8	2000	170	30

DATA	26/07/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	26	8	8	2000	186	1
B	BMC	27	6	8	2000	197	2
C	BMT	27	9	8	2000	200	2
D	BMC	25	8	8	1000	200	2
E	SORGO	23	8	8	2000	192	22

DATA	04/08/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	28	9	8	2000	186	0
B	BMC	27	7	8	2000	197	0
C	BMT	26	7	8	2000	200	0
D	BMC	26	6	8	1000	200	0
E	SORGO	25	7	8	2000	193	1

DATA	10/08/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	26	8	8	2000	186	0
B	BMC	26	7	8	2000	197	0
C	BMT	27	7	8	2000	200	0
D	BMC	26	6	8	1000	200	0
E	SORGO	24	7	8	2000	193	0

DATA	15/08/2015	HORA	14:00				
MOSTRA	TIPUS	TEMPERATURA	HUMITAT	PH TERRA	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIÓ
A	BMT	24	9	8	2000	186	0
B	BMC	23	10	6	2000	197	0
C	BMT	22	10	8	2000	200	0
D	BMC	23	10	8	1500	200	0
E	SORGO	22	10	8	2000	193	0

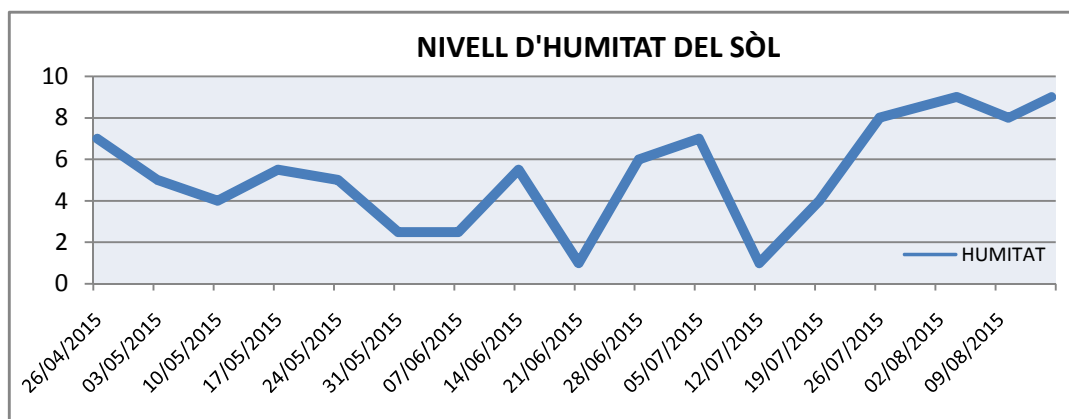
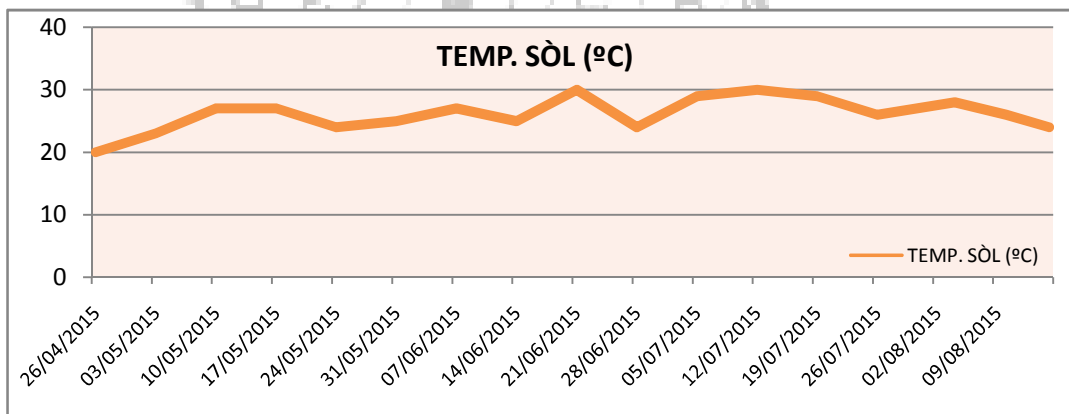


Gràfiques de cada planta amb les dades preses anteriorment

### PARÀMETRES SÒL I EVOLUCIÓ PLANTA A (BMT)

DATA	TEMP. SÒL (°C)	HUMITAT	PH* SÒL	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIO
26/04/2015	20	7	7	1600	7	7
03/05/2015	23	5	7,5	2000	18	11
10/05/2015	27	4	8	2000	34	16
17/05/2015	27	5,5	7	600	48	14
24/05/2015	24	5	7,5	1000	64	16
31/05/2015	25	2,5	7,5	2000	82	18
07/06/2015	27	2,5	7	2000	95	13
14/06/2015	25	5,5	8	1500	110	15
21/06/2015	30	1	8	2000	124	14
28/06/2015	24	6	8	800	137	13
05/07/2015	29	7	8	2000	171	34
12/07/2015	30	1	8	2000	185	14
19/07/2015	29	4	8	2000	186	1
26/07/2015	26	8	8	2000	186	0
04/08/2015	28	9	8	2000	186	0
10/08/2015	26	8	8	2000	186	0
15/08/2015	24	9	8	2000	186	0

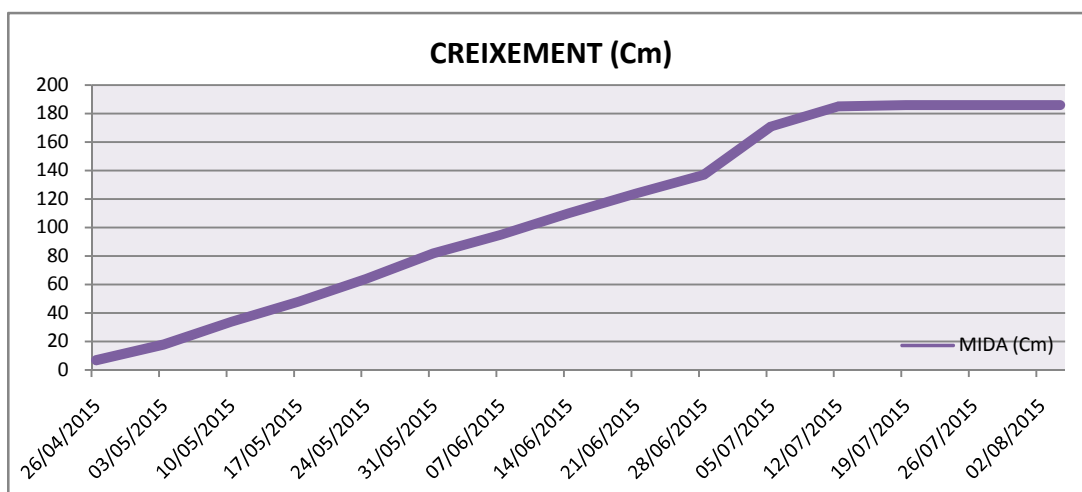
\*L'escala de pH va del 0 al 14. Quan es un pH de 0 és molt àcid i quan es de 14 és bàsic, el terme mig 7 és neutre.



L'escala del nivell d'humitat va de 0 a 10 essent 0 molt sec i 10 molt humit

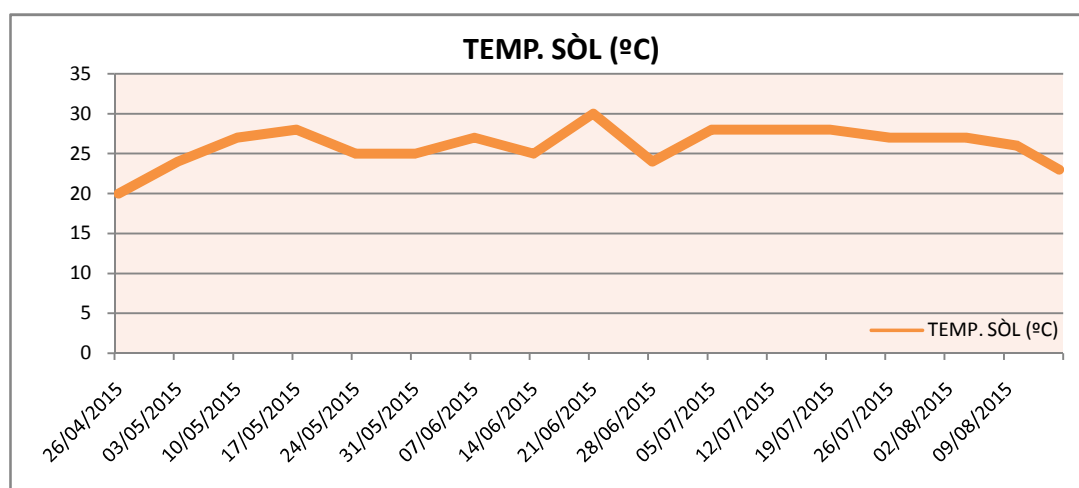


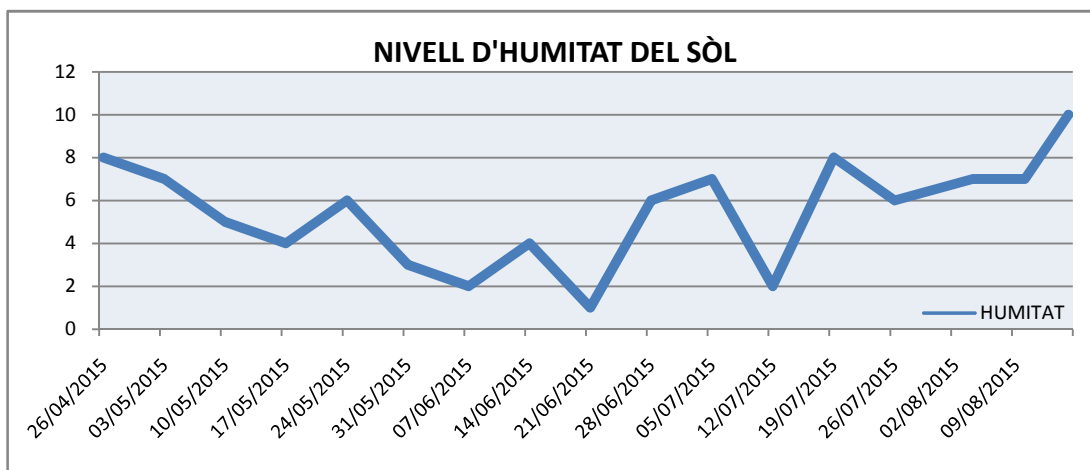




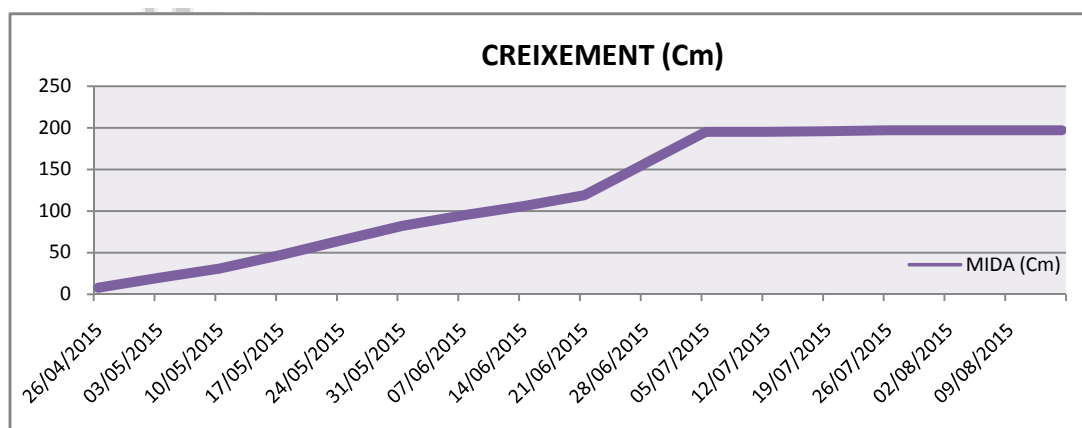
### PARÀMETRES SÒL I EVOLUCIÓ PLANTA B (BMC)

DATA	TEMP. SÒL (°C)	HUMITAT	PH SÒL	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIO
26/04/2015	20	8	7	1600	8	8
03/05/2015	24	7	7	1500	20	12
10/05/2015	27	5	7,5	2000	31	11
17/05/2015	28	4	7	600	47	16
24/05/2015	25	6	7,5	800	65	18
31/05/2015	25	3	7,5	2000	82	17
07/06/2015	27	2	7	2000	95	13
14/06/2015	25	4	8	2000	106	11
21/06/2015	30	1	8	2000	119	13
28/06/2015	24	6	8	2000	157	38
05/07/2015	28	7	8	2000	195	38
12/07/2015	28	2	8	2000	195	0
19/07/2015	28	8	8	2000	196	0
26/07/2015	27	6	8	2000	197	2
04/08/2015	27	7	8	2000	197	0
10/08/2015	26	7	8	2000	197	0
15/08/2015	23	10	6	2000	197	0





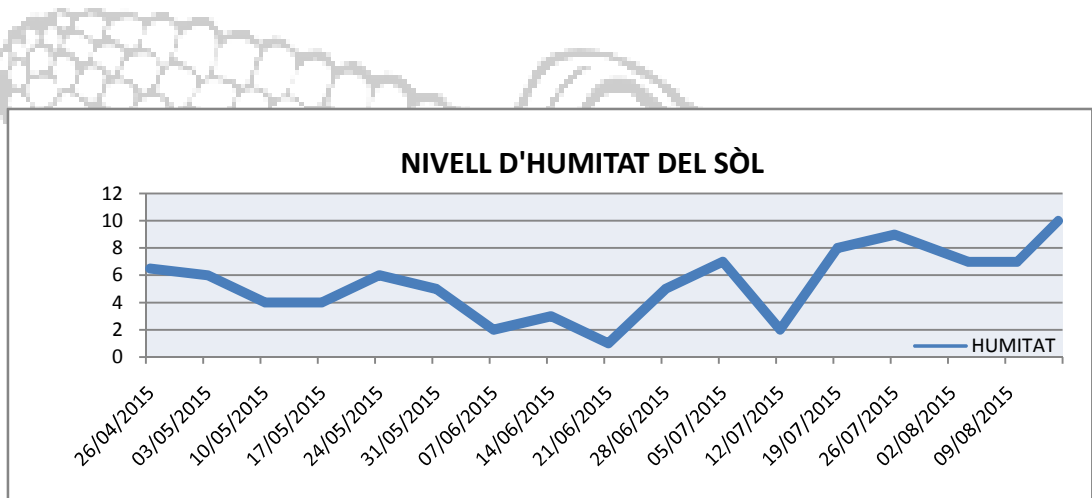
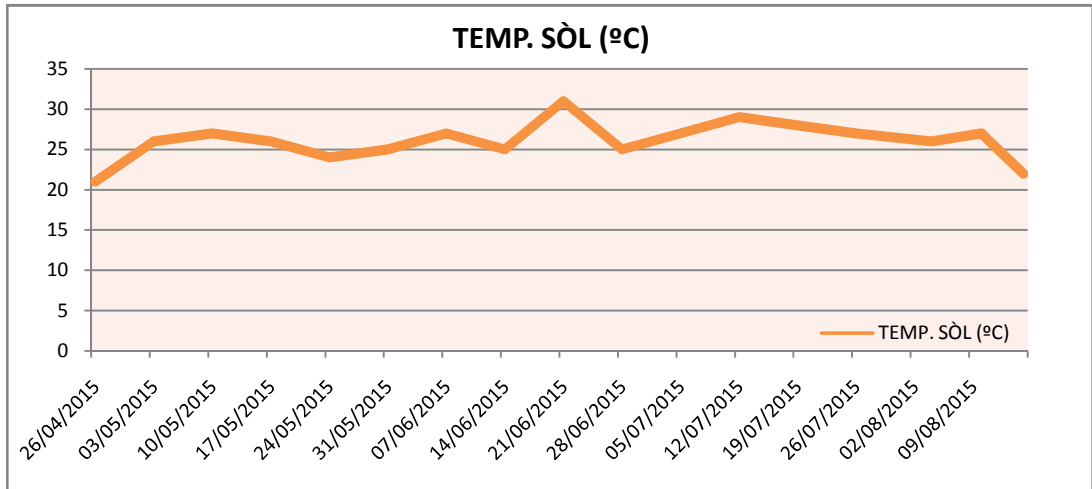
L'escala del nivell d'humitat va de 0 a 10 essent 0 molt sec i 10 molt humit



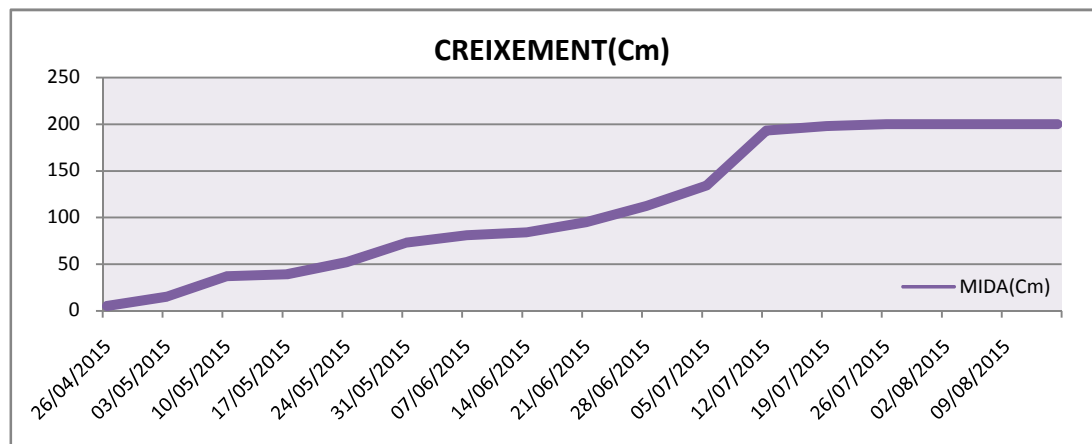
### PARÀMETRES SÒL I EVOLUCIÓ PLANTA C (BMT)

DATA	TEMP. SÒL (°C)	HUMITAT	PH SÒL	LLUM	MIDA(Cm)	VARIACIO
26/04/2015	21	6,5	7,5	1600	5	5
03/05/2015	26	6	7	1500	15	10
10/05/2015	27	4	7,5	2000	37	22
17/05/2015	26	4	7	600	39	2
24/05/2015	24	6	7,5	700	52	13
31/05/2015	25	5	7	2000	73	21
07/06/2015	27	2	7	2000	81	8
14/06/2015	25	3	8	2000	84	3
21/06/2015	31	1	8	2000	95	11
28/06/2015	25	5	8	2000	112	17
05/07/2015	27	7	8	2000	134	22
12/07/2015	29	2	8	2000	193	59
19/07/2015	28	8	8	2000	198	5
26/07/2015	27	9	8	2000	200	2
04/08/2015	26	7	8	2000	200	0
10/08/2015	27	7	8	2000	200	0
15/08/2015	22	10	8	2000	200	0



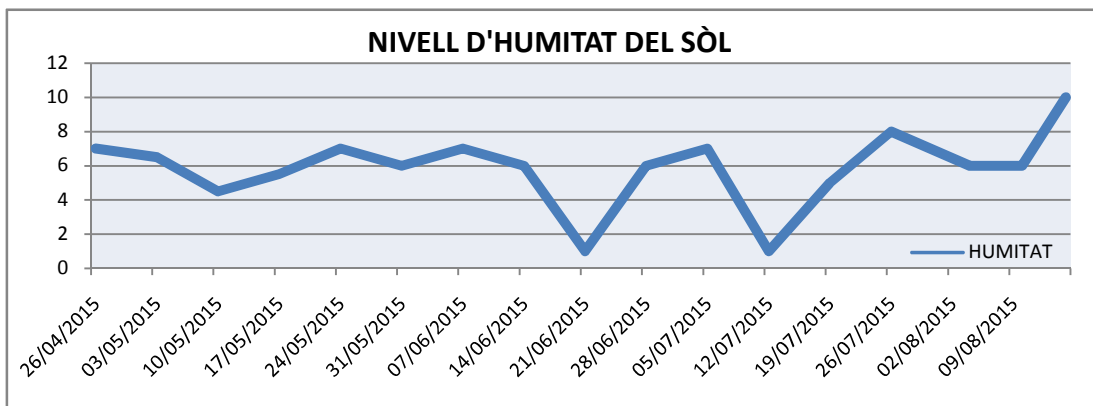
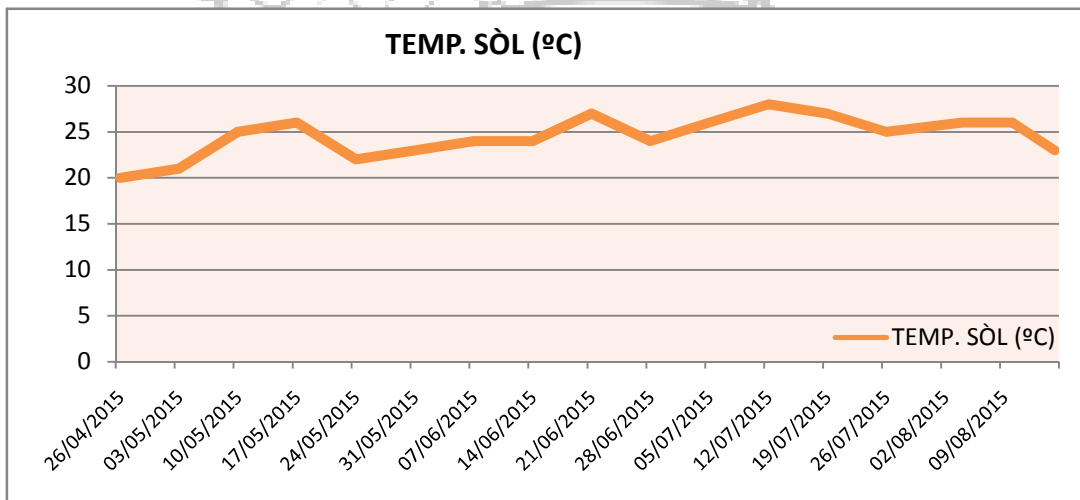


L'escala del nivell d'humitat va de 0 a 10 essent 0 molt sec i 10 molt

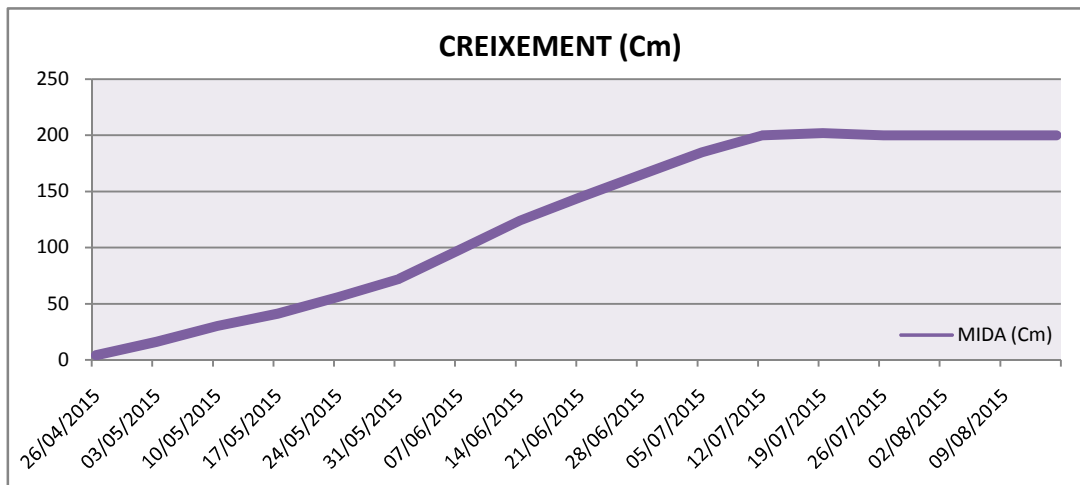


### PARÀMETRES SÒL I EVOLUCIÓ PLANTA D (BMC)

DATA	TEMP. SÒL (°C)	HUMITAT	PH SÒL	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIO
26/04/2015	20	7	7	750	4	4
03/05/2015	21	6,5	7,5	500	16	12
10/05/2015	25	4,5	7,5	200	30	14
17/05/2015	26	5,5	7	400	41	11
24/05/2015	22	7	7,5	700	56	15
31/05/2015	23	6	7	700	72	16
07/06/2015	24	7	6	500	98	26
14/06/2015	24	6	8	1500	124	26
21/06/2015	27	1	8	300	145	21
28/06/2015	24	6	8	2000	165	20
05/07/2015	26	7	8	2000	185	51
12/07/2015	28	1	8	1000	200	90
19/07/2015	27	5	8	2000	202	2
26/07/2015	25	8	8	1000	202	0
04/08/2015	26	6	8	1000	202	0
10/08/2015	26	6	8	1000	202	0
15/08/2015	23	10	8	1500	202	0

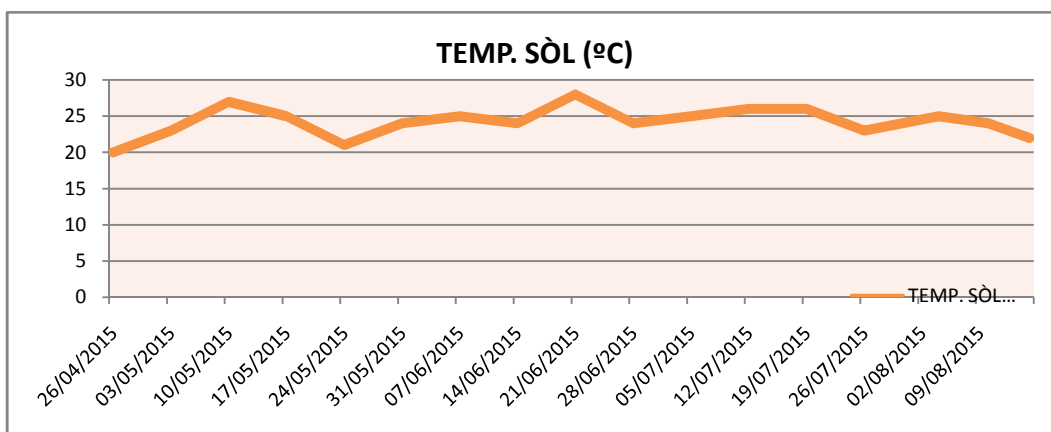


L'escala del nivell d'humitat va de 0 a 10 essent 0 molt sec i 10 molt humit



### PARÀMETRES SÒL I EVOLUCIÓ PLANTA E (SORGO)

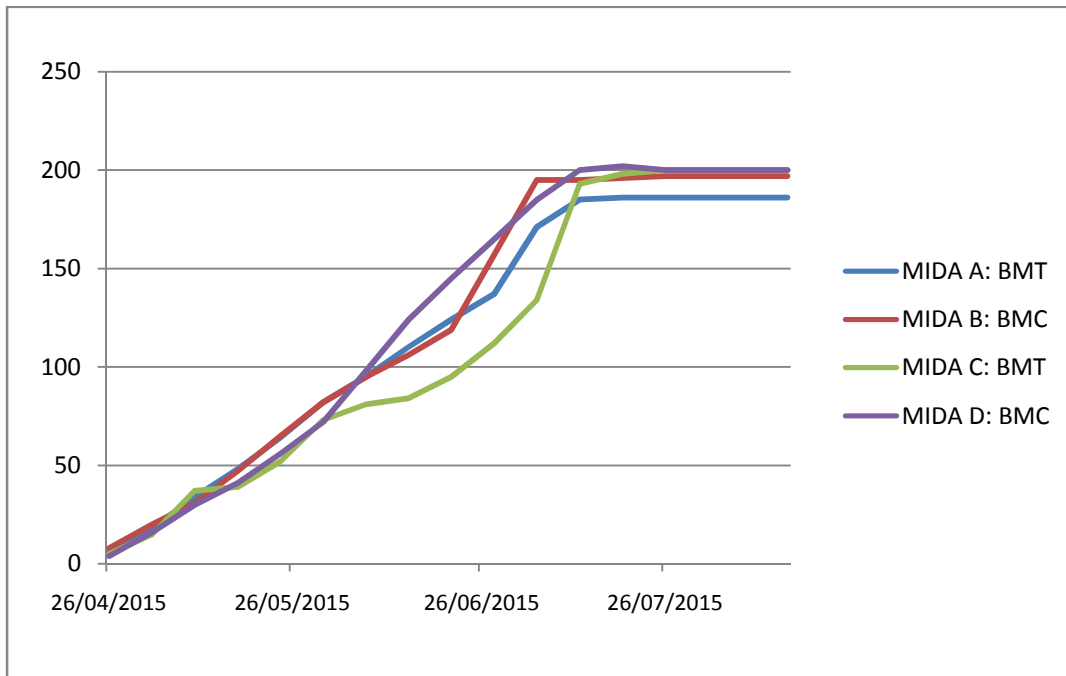
DATA	TEMP. SÒL (°C)	HUMITAT	PH SÒL	LLUM	MIDA (Cm)	VARIACIO
26/04/2015	20	5	7	800	2	2
03/05/2015	23	6,5	7,5	900	9	7
10/05/2015	27	1,5	7,5	500	20	11
17/05/2015	25	7,5	7,5	300	28	8
24/05/2015	21	6	7,5	600	30	2
31/05/2015	24	3	7,5	2000	57	27
07/06/2015	25	3	7	2000	66	9
14/06/2015	24	5	7	2000	76	10
21/06/2015	28	1	8	1500	85	9
28/06/2015	24	6	8	2000	106	21
05/07/2015	25	7	8	2000	134	28
12/07/2015	26	3	8	2000	140	6
19/07/2015	26	5	8	2000	170	30
26/07/2015	23	8	8	2000	192	22
04/08/2015	25	7	8	2000	193	1
10/08/2015	24	7	8	2000	193	0
15/08/2015	22	10	8	2000	193	0





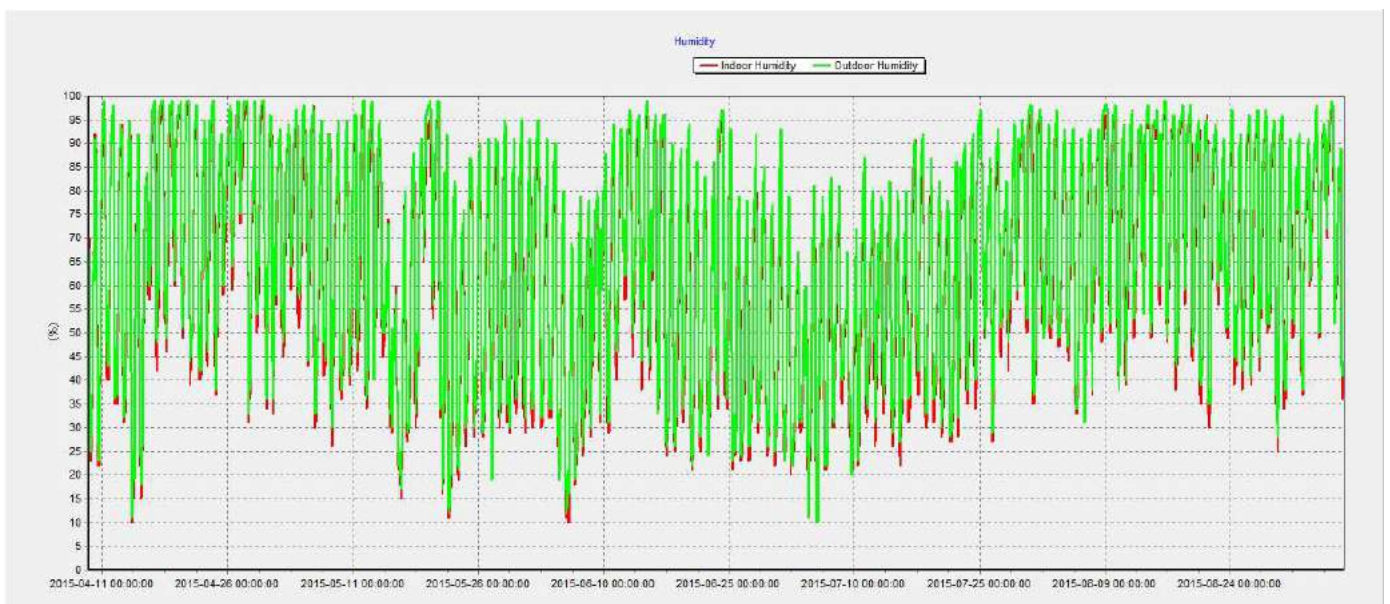
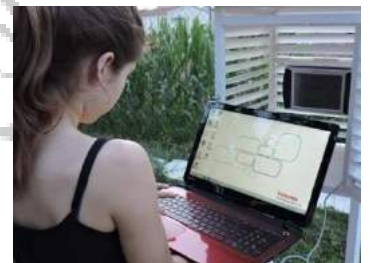


\*Gràfica evolució del creixement de les 4 plantes seguides (2 BMT i 2 BMC) on no s'observen importants diferències de mesures entre un tipus i l'altre. Les diferències no estan relacionades amb el tipus de blat de moro, sinó amb les condicions climatològiques donades segons la situació de cada planta

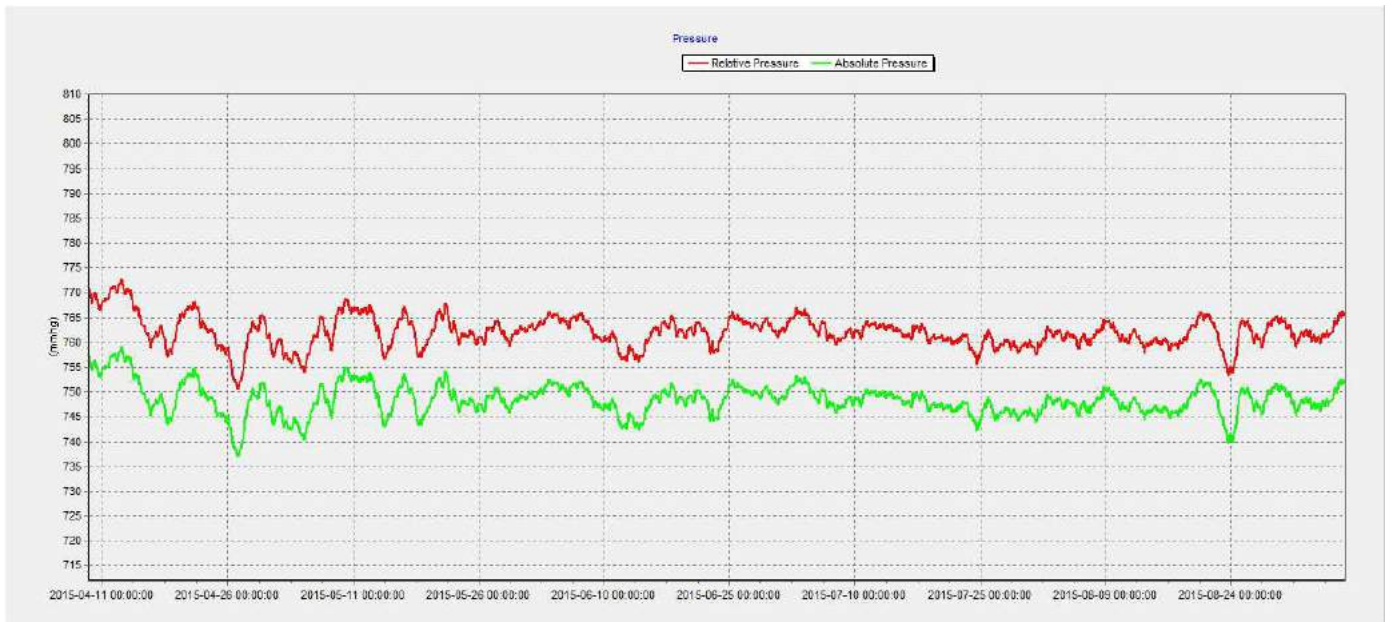


Gràfiques de paràmetres meteorològics de l'estació des que es va sembrar (09/04/2015) fins que les panotxes ja s'estaven assecat (06/09/2015). Dades registrades cada hora a l'estació

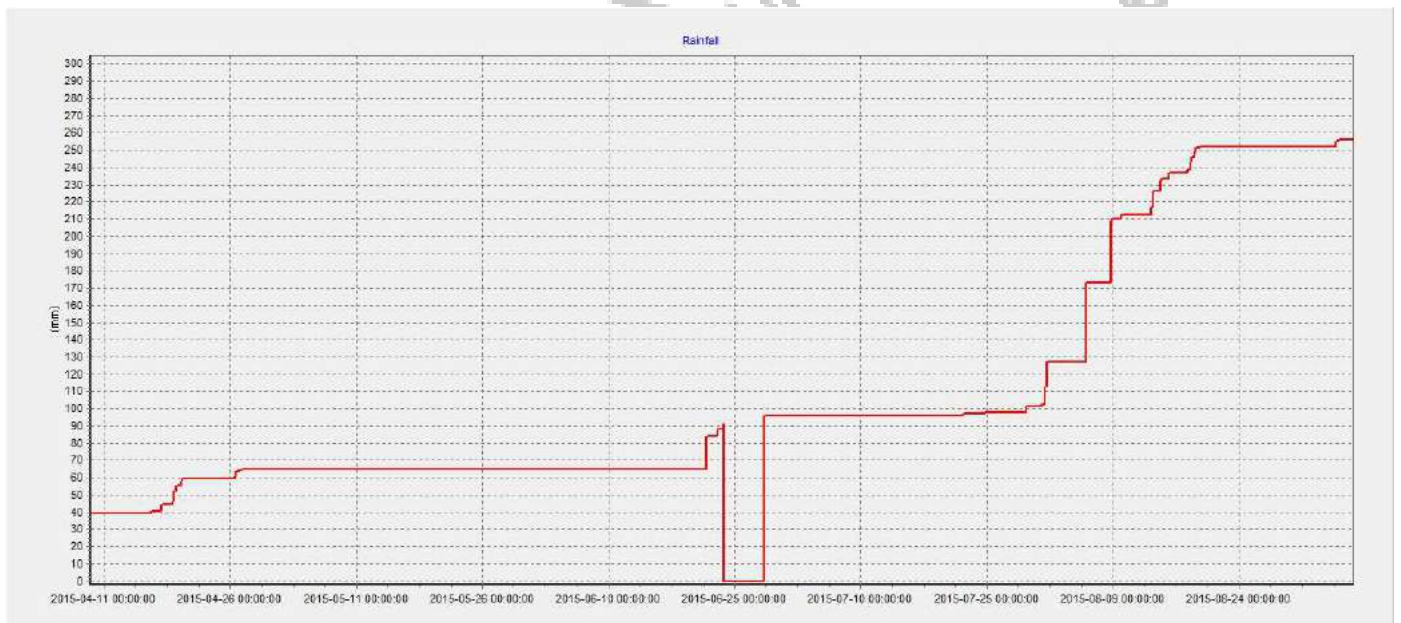
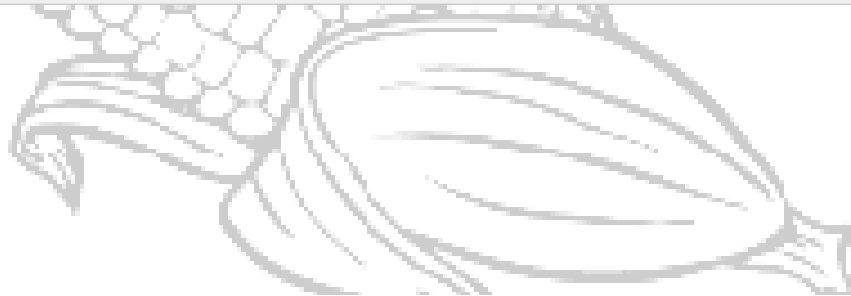
Humitat



## Pressió

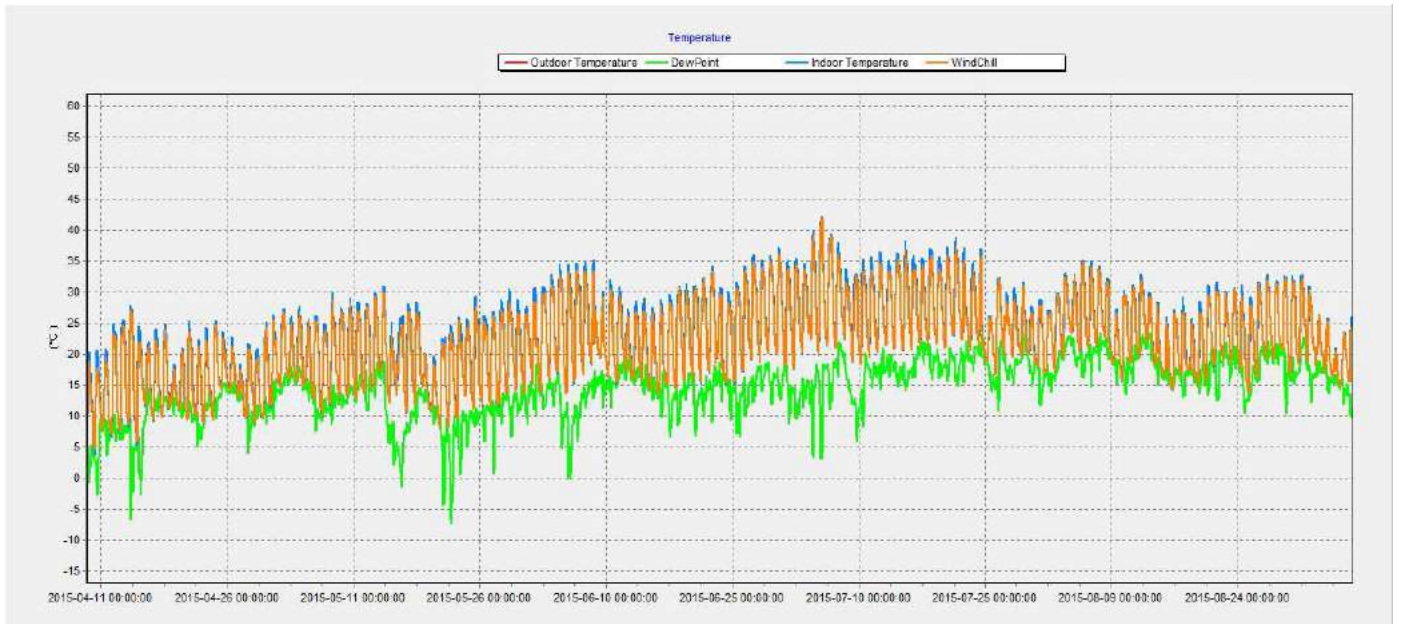


## Pluja





## Temperatura



## Velocitat del vent

