

TRANSGÈNICS A CATALUNYA

**ANÀLISI DELS PRINCIPALS CONFLICTES DERIVATS DEL CULTIU DE
BLAT DE MORO MON-810**



Barcelona, 11 de desembre de 2008

TRANSGÈNICS A CATALUNYA

Anàlisi dels principals conflictes derivats del cultiu de blat de moro MON-810

ÍNDEX

| | |
|---|----|
| 0.- INTRODUCCIÓ | 3 |
| 1.- QUÈ SÓN ELS OGMS? | |
| 1.1.- L'ADN i els gens | 4 |
| 1.2.- Mecanismes d'alteració de l'ADN – Les biotecnologies | 7 |
| 1.3.- Història de les biotecnologies i dels OGMS | 12 |
| 2.- SITUACIÓ DELS OGMS A CATALUNYA | 15 |
| 3.- EL CULTIU DE BLAT DE MORO MG | |
| 3.1.- La productivitat del blat de moro MON-810 | 21 |
| 3.2.- El cultiu de blat de moro MON-810 redueix costos? | 28 |
| 3.3.- Els efectes del cultiu de blat de moro MG sobre el medi ambient | |
| 3.3.1.- La Coexistència entre el blat de moro GM i el convencional | 31 |
| 3.3.2.- El cultiu amb llavors modificades redueix l'ús d'insecticides? | 36 |
| 3.3.3.- Altres efectes ambientals | 37 |
| 3.4.- Els efectes del blat de moro MON-810 sobre la salut humana | 39 |
| 4.- CONCLUSIONS | 43 |
| 5.- BIBLIOGRAFIA | 49 |

0.- INTRODUCCIÓ

Segons dades de l'eurobaròmetre l'any 2006 només el 27% de la població europea es mostrava favorable al cultiu d'OMGs. Des de l'autorització de les primeres llavors modificades l'any 1998, el cultiu d'aquestes varietats ha anat acompanyat d'una forta preocupació social que s'ha traduït en l'aparició de nombroses campanyes per tal d'aconseguir la seva prohibició.

Els organismes oficials creuen que el causant d'aquesta reticència general de la població és la falta d'informació i no es cansen de repetir que la seguretat dels OGMs que hi ha al mercat és indiscutible. No obstant, cada any apareixen estudis que plantegen nous interrogants sobre el cultiu d'aquestes varietats. Fins a quin punt són certes les explicacions que uns i altres donen als principals punts de conflicte? Quina és la situació real en els camps de cultiu?

La base del treball de recerca han estat 9 afirmacions sobre algun dels conflictes aparegudes en diversos mitjans i firmades per empreses de llavors, organitzacions ecologistes... que a través de 14 entrevistes, recopilades a l'annex, he volgut contrastar. He escoltat l'opinió d'agricultors, científics, organismes oficials, organitzacions ecologistes... i he explicat la visió que uns i altres tenen de la situació del conreu d'aquestes varietats a Catalunya.

El treball, centrat en qüestions relacionades amb el cultiu de blat de moro MON-810 (l'únic OGM cultivat a la Unió Europea), ha anat des de la descripció de la situació dels transgènics a Catalunya fins a l'anàlisi objectiu dels 4 conflictes més importants derivats del cultiu d'aquestes varietats: els riscos per la salut, els riscos pel medi ambient, els costos del cultiu i la producció de les varietats modificades.

La motivació del treball ha estat l'anàlisi de les diferents qüestions que qualsevol agricultor s'hauria de plantejar abans de decidir-se a cultivar llavors modificades genèticament.

Barcelona, 6 de desembre de 2008

1.- QUÈ SÓN ELS OMGs?

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*.

Però què és l'ADN i quines són les tècniques que permeten modificar-lo?

Els OMGs també són coneguts vulgarment amb el sobrenom de transgènics. Però transgènic no és un sinònim d'OGM, sinó un tipus d'organisme genèticament modificat. Els organismes transgènics estan genèticament modificats, però amb gens d'organismes molt diferents a ells. Per exemple, un OGM podria ser una rata amb gens d'una altra rata, en canvi un transgènic seria una rata modificada per a que tingués gens d'un salmó.

1.1.- L'ADN i els gens

L'ADN és la molècula portadora de la **informació genètica**; és a dir, és l'encarregada de emmagatzemar i codificar la informació per a la reproducció i el funcionament dels éssers vius. El paper de l'ADN és, doncs, el de portador i transmissor entre generacions de la informació genètica. Totes les cèl·lules d'un ésser viu tenen una còpia de l'ADN de l'organisme.

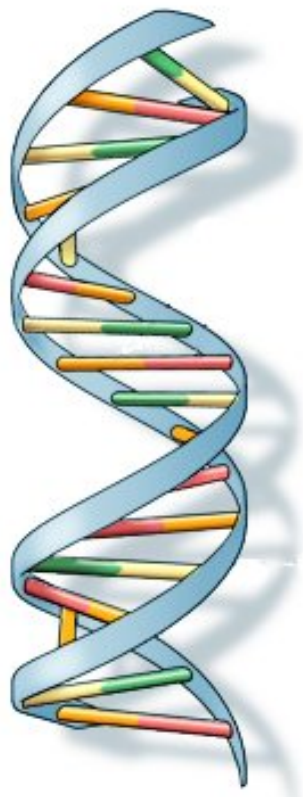


Figura 1: Estructura de l'ADN
Font: US National Library of Medicine

Des de 1953 i gràcies a la feina de James D. Watson i Francis H. Crick sabem que l'ADN té una forma de doble hèlix enrotllada en espiral (veure *Fig. 1*): la constitueixen dues llargues cadenes no ramificades formades per una successió d'estructures químiques anomenades nucleòtids. Al mateix temps, cada una d'aquestes unitats està composta per dues molècules que formen part de l'estructura de suport (sucre -desoxiribosa- i fosfat -àcid fosfòric-) que mantenen la cadena unida, i una base nitrogenada que, unida al sucre, interacciona amb l'altra cadena de l'hèlix (veure *fig.2*). A l'ADN hi trobem quatre tipus de bases:

l'adenina, timina, guanina i citosina: (A, T, G i C). Cada una de les bases és complementària d'una altra: A sempre s'associa amb T; i C sempre va amb G. És mitjançant aquesta unió de les bases, a través de ponts d'hidrogen, que les dues cadenes que formen l'esquelet de l'ADN queden unides.

Aquesta peculiar estructura de doble hèlix de les molècules d'ADN li confereix dues propietats molt importants: la capacitat d'emmagatzemar i transmetre informació genètica i la capacitat de copiar-se a ella mateixa, de reproduir-se.

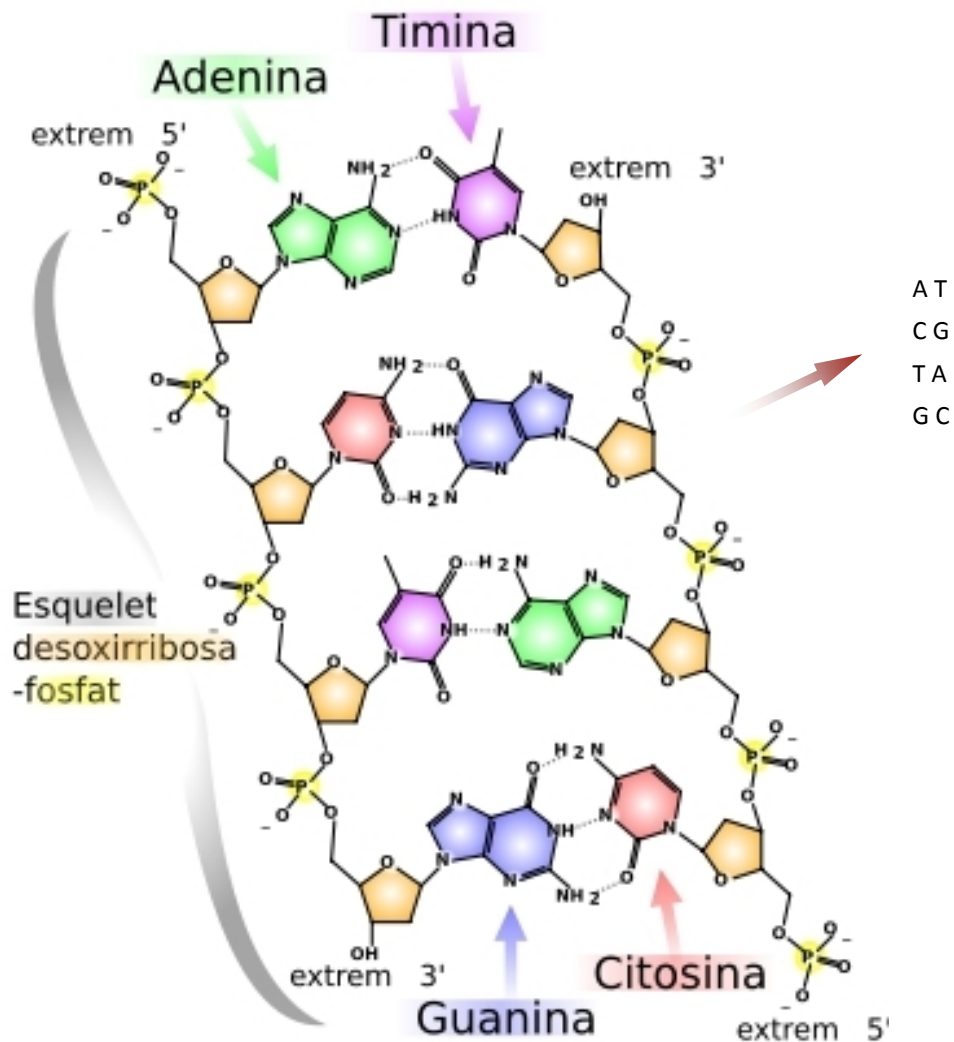


Figura 2: Estructura química de l'ADN.
Font: Wikipedia. 8 de Setembre de 2008

- La **capacitat d'emmagatzemar informació genètica** ve donada per l'ordre de les bases. De manera semblant al funcionament del codi binari de la informàtica, on la successió de 0 i 1 conté tota la informació que volem transmetre, en l'ADN és l'ordre de les bases el que codifica la informació. Com que tots els ésser vius tenen les mateixes bases podem dir que el codi genètic és universal i igual en tots els ésser vius. És per això que mitjançant les tècniques d'enginyeria genètica podem transmetre parts d'ADN entre espècies per crear organismes transgènics.
- Pel que fa a la segona de les propietats, la **capacitat de reproduir-se (d'autoreplicar-se)**, cal explicar que els dos filaments que componen la doble hèlix (l'esquelet de l'ADN) poden separar-se i reconstruir, cada un d'ells (mitjançant les interaccions químiques –A només pot anar amb T, i C amb G-), els filaments complementaris.

Però quan modifiquem genèticament una planta no introduïm en un organisme tot l'ADN d'un altre; només introduïm part d'aquest; uns **gens** concrets.

Els gens

Els gens són cada un dels segments d'ADN que contenen la informació necessària per a fabricar (codificar) una proteïna¹. Els gens s'agrupen en blocs independents anomenats **chromosomes**.

Però no tots els gens són **estructurals**, és a dir, no tots els gens codifiquen proteïnes; en tots els organismes trobem altres tipus de gens, hi ha **gens reguladors**, encarregats d'activar i desactivar el procés mitjançant el qual es sintetitzen les proteïnes...

Proteïnes

Són llargues cadenes plegades d'aminoàcids. Són molt importants ja que són uns dels constituents primaris dels éssers vius i dels virus (el cos humà té 30.000 tipus de proteïnes diferents). N'hi ha de molts tipus i tenen funcions molt diverses dins l'organisme: estructurals, reguladores dels processos bioquímics (enzims), catalítiques, transportadores, defensives...



Fig. 3: Representació de la Mioglobina
Font: Wikipedia

¹L'ADN no és l'encarregat de fabricar cap proteïna, només de dirigir la seva fabricació; però no es fabriquen proteïnes contínuament, cal que es donin unes condicions adequades.

Síntesi de proteïnes

La síntesi de proteïnes és un procés complex i imprescindible per al funcionament dels éssers vius, ja que en ell la informació genètica que conté l'ADN surt del nucli per tal de poder formar **proteïnes**. Aquest procés es du a terme en dues fases:

- **1a fase:** Transcripció del material genètic a una molècula missatgera intermèdia (ARNm) que gràcies a les seves característiques físiques (és una molècula molt més petita que l'ADN i amb més mobilitat) és capaç de sortir del nucli i travessar el citoplasma fins a arribar als ribosomes, on es produeix la segona fase de la síntesi
- **2a fase:** Construcció de proteïnes a partir del missatge que porta aquesta molècula missatgera (traducció) en els ribosomes i destrucció de la còpia de la informació genètica de RNA, per tal de poder sintetitzar noves proteïnes.

Com s'ha explicat anteriorment les proteïnes són presents en gairebé tots els processos d'un organisme viu i es formen a partir de les ordres escrites en el codi genètic. La modificació de l'ADN, per tant, pot fer variar enormement el funcionament d'un ésser viu. Aquesta és la tasca principal de l'enginyeria genètica, i de les biotecnologies agrícoles.

1.2.- Les tècniques d'alteració de l'ADN – Les biotecnologies

Les biotecnologies són el *conjunt de tècniques en què s'utilitzen sistemes biològics, organismes vius o derivats d'aquests, per crear o modificar productes o processos per a usos específics*².

Encara que el terme biotecnologia pugui semblar modern als éssers humans som "biotecnòlegs" des de fa aproximadament 10.000 anys, quan vam aprendre a domesticar plantes i animals i ens vam fer agricultors i ramaders: és el que es coneix com a Revolució Neolítica. A partir de llavors i mitjançant una laboriosa selecció d'exemplars que presentaven unes característiques determinades vam emprendre la millora genètica de les espècies i varietats que més ens interessaven. Varem descobrir i desenvolupar les tècniques de la

²Conveni de diversitat biològica – Protocol de Cartagena de bioseguretat

fermentació en bacteris i llevats per així poder produir pa, vi, cervesa, formatge, iogurts...
Vam aprendre a depurar aigües fecals gràcies a l'acció dels microorganismes...

Però quan, avui en dia, parlem de biotecnologia en general, no ens estem referint a la fermentació del iogurt, ni a la producció de vi... al que es coneix com a **biotecnologies tradicionals**. I és que en els últims decennis els humans hem desenvolupat noves i potents biotecnologies que han suposat un salt qualitatiu respecte a les formes antigues. Ara ja no només podem modificar activament la natura, sinó que podem arribar a "redissenyar-la" a una velocitat i amb una profunditat que poc ens podíem haver imaginat. Les noves biotecnologies difereixen radicalment de les biotecnologies tradicionals, ja que permeten aïllar material genètic d'un organisme qualsevol i inserir-lo en un altre, trencant, així, les barreres biològiques que durant molts anys havien existit entre espècies (cal recordar que les biotecnologies tradicionals només permetien creuar entre sí varietats o espècies íntimament emparentades).

Actualment les biotecnologies són presents en nombrosos camps de la ciència, en Farmàcia, en Medicina, en Agricultura... Les que a nosaltres ens interessin són les relacionades amb l'agricultura, ja que gràcies a elles és possible la modificació genètica, permetent, així, la creació de noves varietats i espècies, la correcció d'efectes genètics i la fabricació de nombrosos compostos. Les biotecnologies relacionades amb la modificació de l'ADN d'éssers vius es coneixen amb el nom d'**enginyeria genètica**.

Enginyeria genètica

Com hem explicat anteriorment, les proteïnes són les encarregades de dur a terme gran part dels processos que es duen a terme dins la cèl·lula d'un ésser viu. La fabricació de proteïnes està regida per la informació genètica que conté cada molècula d'ADN i per tant, la modificació d'aquesta informació pot portar a la fabricació de noves proteïnes, i en conseqüència, a la modificació del comportament de la cèl·lula.

La tècnica utilitzada avui en dia per dur a terme la modificació genètica és complexa i es basa en inserir material genètic procedent d'altres organismes a la planta que volem modificar. El procés està dividit en dues parts:

- **Transformació.** És la primera de les tasques que es duen a terme. Consisteix en aïllar i inserir un gen que presenti unes característiques determinades en una cèl·lula de la planta. Es du a terme en dues parts:

- **Obtenció** de la seqüència d'ADN que es vol inserir (**ADN recombinant**). Consisteix en l'extracció dels gens desitjats (els que sintetitzen unes proteïnes concretes) de l'ADN de les cèl·lules d'un organisme

Els enzims

Són una sèrie de proteïnes presents en gairebé tots els éssers vius. N'hi ha de molts tipus. Els utilitzats en enginyeria genètica són els enzims de restricció, que tenen com a funció natural retallar l'ADN per llocs concrets i que s'usen per retallar els trossos de l'ADN desitjat, i les ligases, que són les responsables de la reparació de l'ADN malmès i que són utilitzades per tal de enganxar fragments d'ADN.

donant. Així doncs, cal retallar, gràcies a l'acció dels enzims, els fragments d'ADN d'una cèl·lula i inserir-los en una molècula coneguda com a **vector**, normalment plasmidis, que fa de pont entre la cèl·lula inicial i la cèl·lula en la que es volen inserir aquests gens. Els vectors més utilitzats en la producció de plantes MG solen ser els bacteris, per la seva fàcil utilització. Normalment, juntament amb el gen que es vol inserir també s'insereixen altres gens, coneguts com a gens marcadors i promotors i que més tard explicarem com funcionen.

- **Transferència** dels gens obtinguts a la planta. Un cop obtingut el vector cal inserir-lo a la cèl·lula de l'organisme que es vol modificar. Hi ha dos mètodes per aconseguir-ho:

- **Infecció bacteriana, l'Agrobacterium.** Va ser el primer mètode per aconseguir plantes transgèniques i és com es van aconseguir el tabac, les petúnies i el cotó. Actualment cada cop s'utilitza menys, degut al treball que porta i a la limitació que té. En ell intervenen dos bacteris coneguts com a *Agrobacterium tumefaciens* i *Agrobacterium rhizogenes*, que viuen al sòl i són els causants d'algunes malalties en les plantes. Aquestes bactèries poden infectar de forma natural més d'un centenar d'espècies vegetals i provoquen un creixement anormal en la planta degut a que transfereixen alguns dels seus gens al genoma nuclear del vegetal. De fet, es pot dir que són enginyers genètics

naturals, i per tant, només cal aïllar i substituir, mitjançant l'acció dels enzims, els gens que es transmeten a la planta en infectar-la pel vector obtingut anteriorment i esborrar els gens que podrien provocar-li malalties.

Un cop obtingut l'*Agrobacterium* modificat genèticament només cal infectar la planta, per tal que transmeti el genoma modificat.

El principal problema d'aquest mètode és que requereix molt de treball i presenta una limitació important: l'*Agrobacterium* no infecta de forma natural totes les espècies (no infecta el blat de moro, per exemple), i és per això que cada cop se'n fa un menor ús.

- **Pistola gènica.** Degut a les dificultats que presentaven els mètodes per obtenir plantes GM, a finals de 1980 es van desenvolupar els primers mètodes físics de transferència directa que no requerien bacteries i podien emprar-se en totes les plantes. El més important d'aquests és la pistola gènica.

El seu funcionament consisteix en bombardejar, literalment, cèl·lules vegetals amb partícules de magnesi, tungstè o or banyades en ADN, emprant una detonació de pólvora o una descàrrega elèctrica en una pistola de partícules.

Les molècules d'ADN s'acceleren a gran velocitat, penetren a la paret cel·lular i

s'introdueixen dins les cèl·lules vegetals sense fer-les malbé.

El mètode de bombardeig per partícules requereix que l'ADN es trobi en forma de vector abans d'inserir-lo dins la cèl·lula, però no cal integrar-lo en un plasmidi.

Tot i que no és el mètode més efectiu és un dels més utilitzats, ja que pot emprar-se en la manipulació de qualsevol planta. El principal problema que presenta és la poca efectivitat que té, poques de les plantes sotmeses al tractament queden infectades i és gairebé imprescindible posar **gens marcadors**.

Gens marcadors

A mesura que van anar avançant les tècniques d'enginyeria genètica es va fer patent que només es podia esperar un reduït percentatge d'èxit en les transformacions, és per això que es va desenvolupar un sistema per tal de poder detectar si cèl·lules havien adquirit el nou gen o no. El mètode consisteix en inserir, juntament amb el gen que codifica el caràcter desitjat, un gen que proporcioni resistència a un producte (els més utilitzats són els de resistència als antibiòtics), de manera que en aplicar el producte a totes les cèl·lules que presumptament han sofert el tractament de transformació només sobrevisquin aquelles que realment incorporin els nous gens.

- **Regeneració.** És el segon i últim dels processos necessaris per tal d'obtenir una planta MG. Consisteix en l'obtenció d'una planta completa a partir de la cèl·lula vegetal modificada

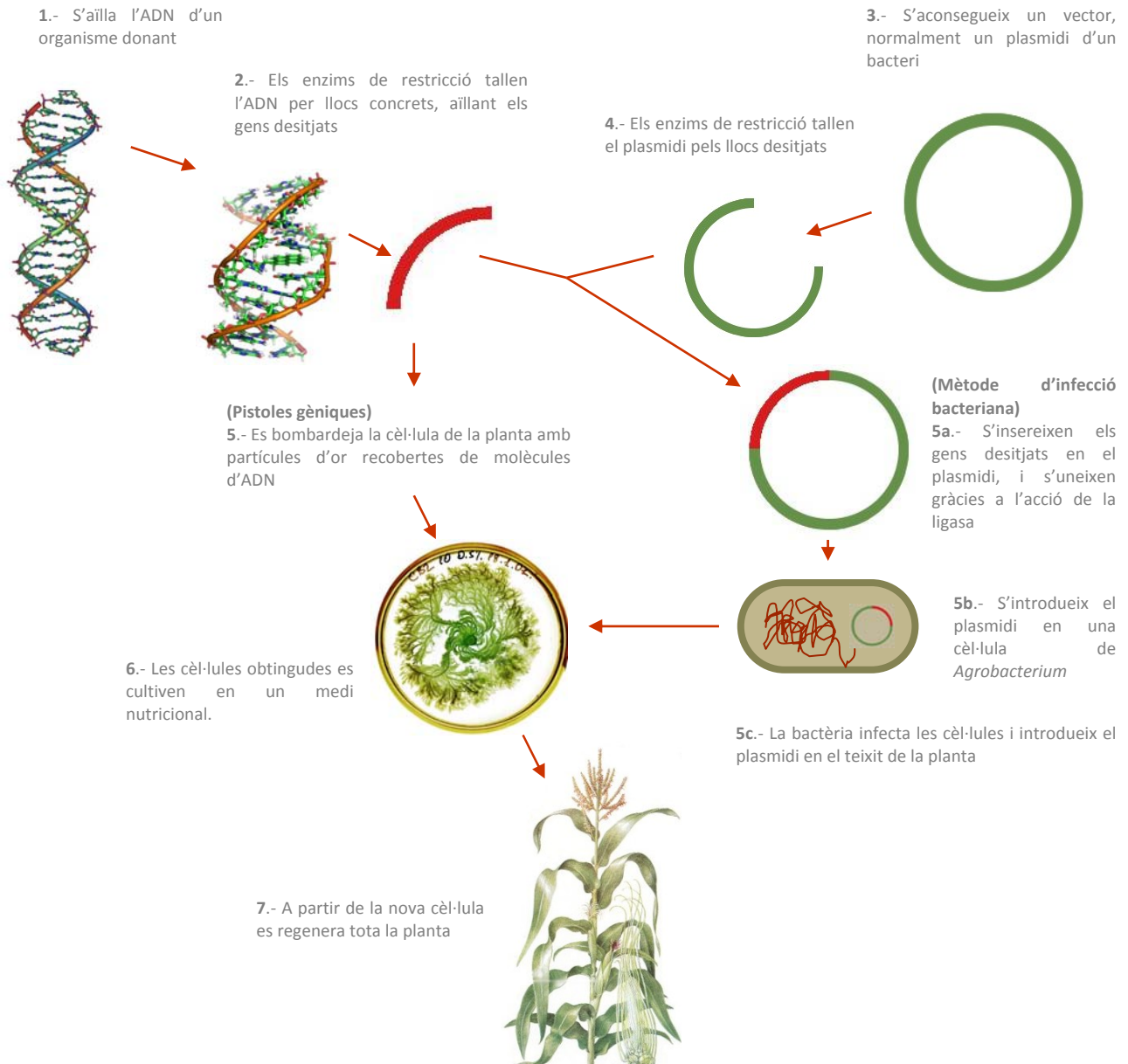


Fig. 4: Reconstrucció del procés d'obtenció d'un OGM
 Font: RIECHMANN, Jorge. Transgènics el haz y el envés

1.3- Història de les biotecnologies i dels OGMs

- 8000 a.C** – Recol·lecció de llavors per a la replantació i evidències de que a Mesopotàmia s'utilitzava la cria selectiva per tal de millorar les característiques dels animals.
- 6000 a.C** – Utilització del llevat durant l'elaboració de la cervesa a l'Orient Mitjà
- 4000 a.C** – Fabricació de iogurt i formatge per fermentació làctia utilitzant bacteris a Xina
- 2300 a.C** – Producció de pa a partir del llevat a Egipte
- 323 a.C** – Aristòtil especula sobre la naturalesa de la reproducció i l'herència
- 100-300 d.C** – S'escriuen a l'Índia textos sobre la naturalesa de la reproducció humana
- 1590** – Invenció del Microscopi per part de Zacarías Janssen
- 1665** – Robert Hook utilitza per primera vegada la paraula cèl·lula en el seu llibre *Micrographia*
- 1676** – Es confirma la reproducció sexual de les plantes
- 1677** – S'observa per primer cop l'esperma animal a través de microscopi
- 1838** – Es descobreix que tots els organismes vius estan compostos per cèl·lules
- 1842** – Primer esbós (inèdit) de la teoria de l'evolució de les espècies de Charles Darwin
- 1859** – Darwin fa pública la seva teoria sobre l'evolució de les espècies
- 1866** – Mendel descriu les unitats fonamentals de l'herència i les anomena pèsols (posteriorment rebran el nom de gens)
- 1883** – Francis Galton utilitza per primer cop el terme *eugenèsia*
- 1887** – Es descobreix que les cèl·lules reproductores constitueixen un llinatge continu, diferent a les altres cèl·lules del cos
- 1908** – S'estableixen models matemàtics de les freqüències gèniques en poblacions mendelianes
- 1909** – Les unitats fonamentals de l'herència biològica reben el nom de gens
- 1910** – Thomas Hunt Morgan demostra que els gens es troben en els cromosomes gràcies als treballs de Jo Hin Tijo i Albert Levan
- 1919** – Karl Ereky utilitza per primer cop la paraula biotecnologia
- 1925** – Es descobreix que l'activitat del gen està relacionada amb la seva posició en el cromosoma
- 1927** – Es descobreix que els raigs X causen mutacions genètiques

- 1943** – L'ADN és identificat com la molècula genètica
- 1940-1950** – Es descobreix que cada gen codifica una única proteïna
- 1953** – James Watson i Francis Crick proposen l'estructura tridimensional en doble hèlix de l'ADN
- 1955** – Severo Ochoa aconsegueix sintetitzar l'ARN (àcid ribonucleic), la molècula que fa possible la construcció de proteïnes a partir de les instruccions dels gens
- 1956** – S'identifiquen 23 parells de cromosomes en les cèl·lules del cos humà
- 1966** – Es desxifra el codi genètic complet de l'ADN
- 1970** – El científic nord-americà Har Gobind Khorana aconsegueix reconstruir en el laboratori un gen complet
- 1971** – Se sol·licita la primera patent d'un organisme viu (una bactèria *Pseudomonas*) als EE.UU.
- 1972** – Paul Berg crea la primera molècula d'ADN recombinant al laboratori "tallant i enganxant" ADN de dos organismes diferents (un virus i una bactèria)
- 1973** – Stanley Cohen i Herbert Boyer realitzen els primers experiments d'enginyeria genètica en la que els gens d'una espècie s'introdueixen en organismes d'una altra espècie (s'introdueixen gens de gripau Africà a bacteris), i funcionen correctament.
- 1975** – La conferència d'Asilomar avalua els riscos biològics de les tecnologies de ADN recombinant i s'aprova una moratòria sobre els experiments amb aquestes tecnologies.
- 1976** – Boyer i Robert Swanson creen a EE.UU Genetech, la primera empresa d'enginyeria genètica
- 1977** – Mitjançant tècniques d'enginyeria genètica es fabrica amb èxit una hormona humana en una bactèria.
- 1978** – Es clona el gen de la insulina i es pot començar a produir aquesta substància en bacteris
- 1980** – El tribunal suprem dels EE.UU dictamina que es poden patentar els microbis obtinguts mitjançant enginyeria genètica.
- 1982** – Es crea el primer ratolí transgènic (el "superratolí"), inserint el gen de la hormona de creixement de la rata a òvuls de ratolí fecundats
- 1982** – La companyia *Eli-Lilly* produeix insulina mitjançant tècniques d'ADN recombinant i la bateja amb el nom comercial de *Humulina*

- 1983** – Kary Mulis inventa la tècnica PCR (Reacció en cadena de la polimerasa), que permet replicar gens específics amb gran rapidesa
- 1984** – Creació de les primeres plantes transgèniques (Tabac)
- 1986** – S'autoritzen les proves clíniques de la vacuna contra l'Hepatitis B obtinguda mitjançant enginyeria genètica
- 1987** – PPL Therapeutic aconsegueix una ovella transgènica que produeix a la llet la proteïna humana alfa-1 antitripsina
- 1988** – Primera patent d'un organisme produït mitjançant enginyeria genètica: un ratolí
- 1989** – Comercialització de les primeres màquines automàtiques de seqüenciació de l'ADN
- 1990** – Un consorci internacional de científics comença el Projecte Genoma Humà
- 1992** – Primera plantació comercial d'un cultiu transgènic (tabac, a Xina) després de 12 anys d'investigació
- 1994** – Es comercialitza a Califòrnia el primer vegetal modificat genèticament, un tomàquet, i s'autoritza a Holanda la reproducció del primer toro transgènic
- 1994** – Introducció als EE.UU dels cultius MG
- 1995** – Es completen les seqüències completes de genomes d'organismes: de les bacterïes *Hemophilus influenzae* i *Mycoplasma genitalium*.
- 1996** – Per primera vegada es completa la seqüència del genoma d'un organisme eucariota, el llevat de cervesa (*Saccharomyces cerevisiae*)
- 1996** – Primers cultius MG a Canadà, Argentina i Austràlia
- 1997** – Es produeix per primera vegada un clon de mamífer a partir d'un animal adult; a partir d'un òvul d'ovella. Del material genètic extret d'una cèl·lula del braguer d'una altra ovella es produeix un animal idèntic genèticament al donant (ovella Dolly)
- 1997** – Per primera vegada s'insereix un cromosoma humà sencer al genoma d'un altre animal (un ratolí)
- 1998** – S'autoritza el cultiu de blat de moro Bt-176 a la UE, essent aquest, el primer cultiu MG plantat a Europa.
- 2003** – Es completa la seqüència del genoma humà (99% del genoma seqüenciat i una precisió del 99,99%), cinquanta anys després d'haver descobert l'ADN
- 2004** – La ONU i el Govern Xilè organitzen el primer fòrum mundial de Biotecnologia, a la ciutat de Concepción (Xile)

2.- SITUACIÓ ACTUAL DELS OMGs

Des de que l'any 1992 es va autoritzar la primera plantació comercial de plantes GM –el tabac- any rere any no ha parat d'augmentar la superfície conreada d'aquestes varietats. Els avantatges que teòricament presenten aquestes plantes han fet que cada cop siguin més els agricultors que es decideixen per fer aquest tipus de conreus.

L'era dels cultius transgènics es va inaugurar l'any 1992 a la Xina amb la plantació de tabac genèticament modificat. Dos anys després, el 1994, els agricultors d'Estats Units van iniciar, també, la sembra de cultius d'OMG comercials, cosa que l'any 1996 van imitar altres països com Canadà, Argentina, Austràlia..., passant, segons dades de l'ISAAA, de menys de 200.000 hectàrees mundials l'any 1995 a 114 milions l'any 2007. El cultiu d'OMGs està situat majoritàriament a l'Amèrica del Nord i del Sud i a l'Est i Sud d'Àsia (veure *fig. 5*) i l'espècie més plantada és la soja, amb gairebé 59 milions d'hectàrees l'any 2006, seguida del blat de moro, amb 21,2 milions d'ha, del cotó (9,8 milions d'hectàrees) i de la colza (4,6 milions d'ha).

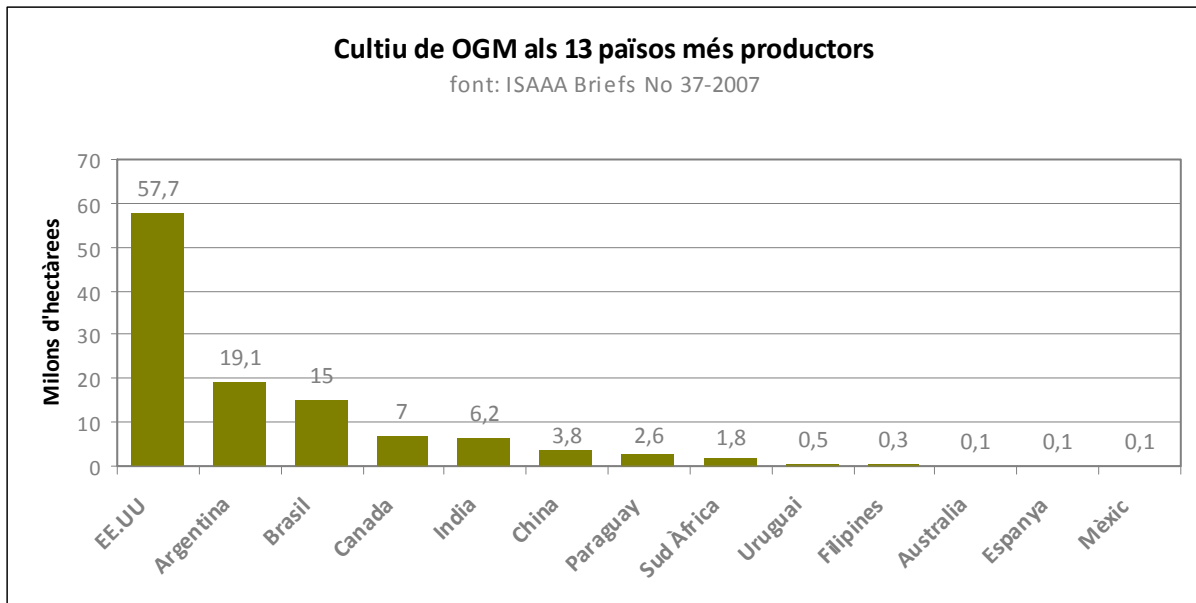


Fig. 5: Cultiu en milions d'hectàrees dels països més productors d'OGMs del món
Font: ISAAA Briefs No 37-2007

Més de 20 anys després de la creació de la primera planta MG, en l'actualitat, els 114 milions ha. cultivades amb OMGs només presenten dues característiques: el 71% dels cultius presenten tolerància als herbicides, el 18% resistència a plagues i l'11% restant presenten ambdues característiques.

Els OMG a la Unió Europea

La situació dels OMGs aquí és molt diferent a la de la gran majoria de països del món, i és que Europa és una de les regions menys productores de varietats MG. L'encarregada de les regulacions dels usos d'OGMs és la Comissió Europea. Tal com explica Xavier Ferrer, membre de la Cadena Alimentària de Brussel·les, l'autorització de varietats vegetals és competència de la Unió Europea: els diferents països que la integren no poden autoritzar o prohibir el seu ús sense l'aprovació de la comissió. Així, doncs, les varietats modificades genèticament autoritzades tant a l'Estat Espanyol com a Catalunya són les mateixes que la resta de països de la Unió, malgrat que no tots els estats tenen cultius comercials modificats genèticament.

Per tal de que les varietats modificades genèticament arribin al consumidor cal que la Comissió Europea autoritzi l'**event** que porten incorporat per a aquesta espècie. Un cop autoritzat aquest event, cal que alguna empresa de llavors l'introdueixi en alguna de les seves varietats, i que l'inscriui en el *Registro de Variedades Comerciales* o en el *Catàleg Europeu de*

Event

Un event és un paquet gènic: el conjunt de gens que es volen introduir a l'ADN d'una espècie. Així, doncs, podem parlar de l'event MON810 (que és el que porta incorporat el blat de moro que es cultiva aquí), del Bt-11...

Varietats de Plantes agrícoles. Així, doncs, es dóna en molts casos que hi ha events autoritzats pel cultiu per la Comissió que mai arriben al consumidor perquè no hi ha cap empresa interessada en comercialitzar-los, normalment perquè no resulten factibles des d'un punt de vista econòmic. És el cas, per exemple, del clavell modificat perquè fes les flors blaves.

Els events o paquets gènics autoritzats (que no vol dir que es comercialitzin) a la UE es divideixen en dos grans grups:

- **Events autoritzats pel cultiu.** Són aquells events que es permeten conrear a Europa (es permet conrear una varietat que incorpori aquest event). La varietat més important és el blat de moro MON-810, i és la única que es conrea actualment.

| Espècie sobre la que s'autoritza l'Event | Events | Usos | Característiques |
|--|---------|-------------------------|--|
| Blat de moro | CG-176 | Tots els usos | Confereix resistència al Taladre i a certs herbicides |
| | T-25 | Tots els usos | Té resistència als herbicides |
| | MON-810 | Tots els usos | Proporciona resistència al Taladre. És la única varietat MG cultivada a Europa |
| Clavells | | Ornamentació (2 events) | Canvia el color dels clavells |
| | | Ornamentació | Confereix major durada |
| Colza | | | Tolerància al glufosinat d'amoni |
| | | | Tolerància al glufosinat d'amoni |
| Tabac | | Indústria | Tolerància al bromoxinil |
| Xicoira | | | Tolerància al glufosinat d'amoni |

- **Events autoritzats per la importació.** Constitueixen gran part dels OGM que consumim aquí. Són events autoritzats pel cultiu en altres països de fora de la Unió i que s'importen. En funció de l'event que incorporen les varietats GM poden estar autoritzades per a usos industrials, per l'alimentació d'animals o l'alimentació humana.

| OMG autoritzats per l'exportació (UE) | Events | Usos | Característiques |
|---------------------------------------|--------|-----------------------------|---|
| Colza | | | Tolerància al glufosinat d'amoni |
| Soja | A5403 | Alimentació animal i humana | Tolerància al glifosat |
| Blat de moro | Bt -11 | Alimentació animal | Resistència al taladre i als herbicides |

Però no totes les varietats es comercialitzen o arriben a Europa. Aquí només es consumeixen productes GM amb tres events, dels quals només un es cultiva (el blat de moro que incorpora l'event MON-810). Els altres dos s'importen de fora de la Unió Europea, principalment d'Amèrica; són la soja modificada amb l'event A5403 i el blat de moro Bt-11.

El blat de moro MON-810

És l'únic event sobre alguna espècie que té varietats autoritzades, i que per tant es pot cultivar a Europa. Com bé diu el nom, fou patentat i és propietat de l'empresa de llavors Monsanto i a Catalunya actualment hi ha 61 varietats comercials que l'incorporen.

Aquestes plantes modificades es caracteritzen per tenir resistència a una plaga coneguda vulgarment com a Taladre. El Taladre és una de les plagues del blat de moro més importants a Europa i al món. La formen dues espècies de lepidòpters que es desenvolupen a l'interior de les tiges. Són: el noctuid *Sesamia Nonagrioides* i el piràlid *Ostrinia Nubialis*. Les larves d'aquestes espècies ocasionen pèrdues directes en la producció (entren a la tija i destrueixen les plantes), i també indirectes, a conseqüència del trencament de plantes i l'atac de fongs. Les plantes a les quals se'ls ha introduït l'event MON-810 sintetitzen la proteïna Cry1A, una toxina per aquestes larves.

Bt

Els gens responsables de la síntesi de la proteïna Cry1A (mortal pel taladre) són obtinguts del bacteri *Bacillus Thuringiensis*, i és per això que aquest tipus de varietats MG també es coneixen com a Bt. L'event MON-810 no és l'únic obtingut d'aquest bacteri: és per això que parlar de blat de moro Bt és poc precís.

Evolució del cultiu de varietats MG a Catalunya

L'evolució del cultiu de varietats MG a Catalunya, doncs, és l'evolució del cultiu de blat de moro modificat genèticament. Catalunya és la tercera comunitat autònoma més productora de Blat de moro (amb 5.278 ha l'any 2005), després d'Aragó i Castella la Manxa, amb 12.905 i 8.171 ha, respectivament.

Des de la primera collita de Blat de moro MG a Catalunya l'any 1999 fins aproximadament l'any 2006 les hectàrees conreades amb Blat de moro MG no van parar de créixer. Avui en dia, però, la producció de MON-810 a Catalunya s'ha estancat fins a arribar a representar, aproximadament, el 45% del cultiu total de blat de moro¹ (veure Fig.6).

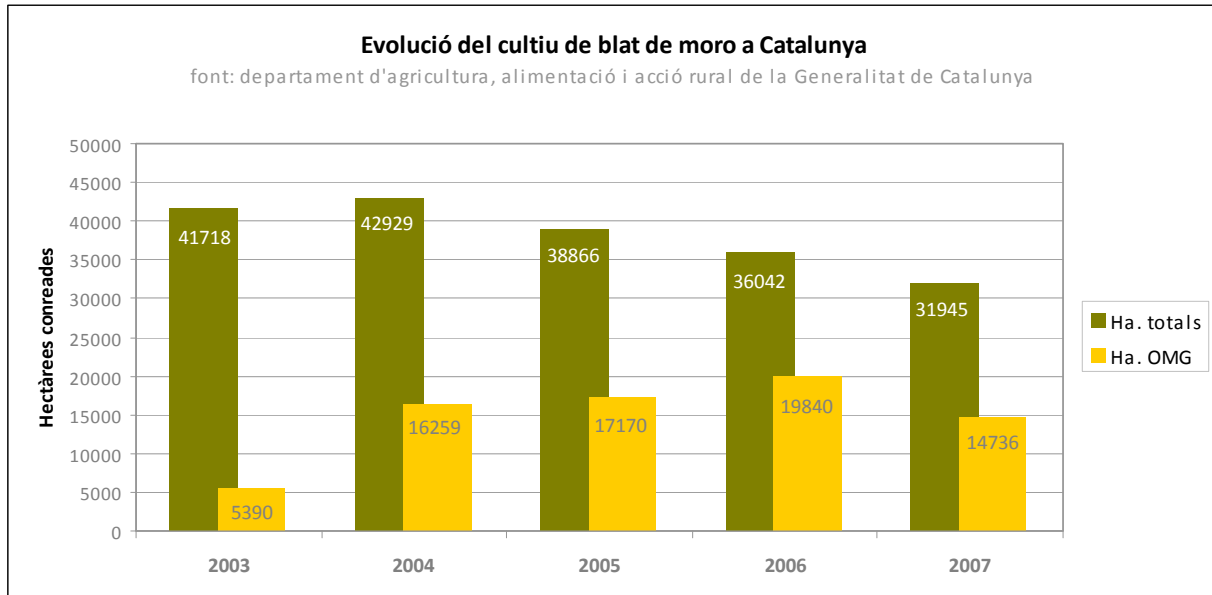


Fig. 6: Evolució del cultiu de blat de moro a Catalunya entre els anys 2003 i 2007
Font: Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural de la Generalitat de Catalunya

Degut a les característiques del blat de moro MON-810, les zones més productores es troben en aquelles regions amb més presència de la plaga del taladre. D'aquesta manera trobem, doncs, que a les zones de la costa empordanesa i de Lleida concentren gairebé el 100% del blat de moro MG cultivat a Catalunya (veure Fig. 7), mentre que a les zones dels Pirineus, del delta de l'Ebre i de Barcelona gairebé no es cultiva OMGs.

La producció de blat de moro MG a Catalunya es dedica aproximadament en un 90% a la producció de pinso per animals, especialment pel sector porcí, i en un 10% a alimentació humana².

¹²DAR (2007)

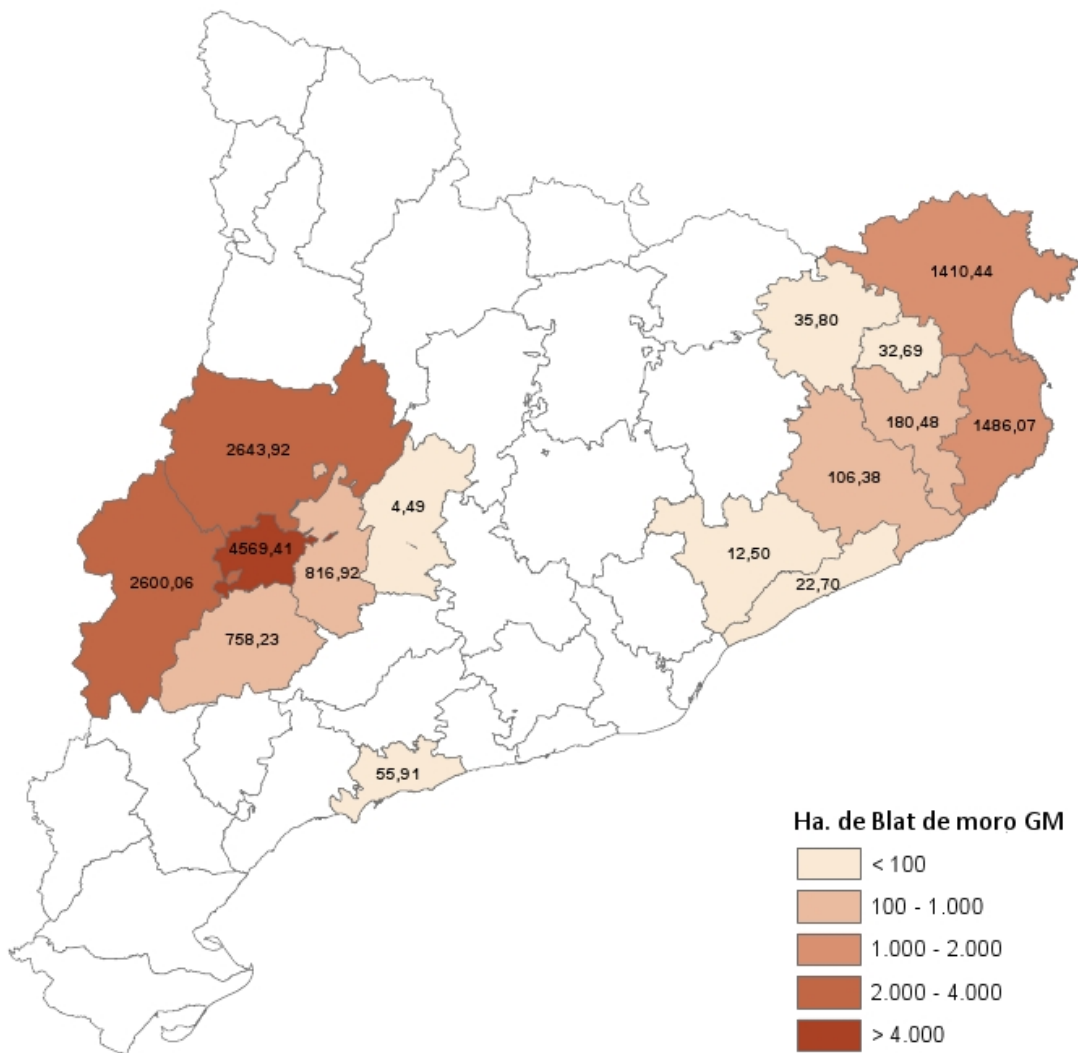


Fig. 7: Blat de moro GM per comarques l'any 2007
Font: DAR

A banda dels camps d'OMG comercials, on es conreen varietats de blat de moro MG autoritzades pel cultiu, també existeixen camps experimentals on es cultiven, a cel obert, noves varietats MG que es troben en fase d'experimentació. Degut al rebuig general als OMGs a tot Europa, aquests camps es troben majoritàriament en territori espanyol (el 70% dels experiments europeus). Catalunya, en tant que una de les principals zones de producció espanyoles de varietats MG, s'ha convertit en el nucli d'experimentació de l'Estat, tenint, l'any 2005, el 85% dels camps d'experimentació espanyols³.

³ PETRELLI, Carla; SANZ, Geraldine. *Procés participatiu d'informació i debat entorn els transgènics agrícoles*

3.- EL CULTIU DE BLAT DE MORO MG

3.1.- La productivitat del blat de moro MON-810

La raó que porta a pagesos i agricultors a sembrar llavors modificades genèticament és la diferència de producció entre el blat de moro convencional i el modificat, perquè, tal com hem explicat anteriorment, el blat de moro MON-810, l'únic OGM que es cultiva a Catalunya, proporciona resistència a una plaga que provoca nombroses pèrdues de producció: el taladre o barrinador del blat de moro.

Es coneix vulgarment amb el nom de taladre una plaga formada per dos tipus de lepidòpters: el noctuid *Sesamia Nonagrioides* i el piràlid *Ostrinia Nubialis*, culpables de gran part de les pèrdues de producció en els camps de cultiu de blat de moro. Les larves d'aquestes espècies ataquen la planta, provocant danys a les tiges i les panotxes, que es veuen afectades directament. A més, les ferides provocades pel taladre poden ser una via d'entrada per altres malalties infeccioses.

El taladre del blat de moro és una plaga originària d'Europa que avui dia és present a gairebé tot el món, encara que no sempre amb la mateixa incidència. Els atacs d'aquesta plaga poden ser més o menys presents d'una parcel·la a una altra depenent del clima, l'any, l'època de sembra i de les varietats de blat de moro sembrades.

Tal com explica Joan Serra, investigador de l'IRTA, un dels condicionants que provoca que hi hagi presència de taladre és la calor. Així, doncs, en els anys calorosos els atacs del taladre són més importants que quan les temperatures són més suaus. Això és degut, segons explica Joaquim Alabau, pagès de la zona de Foixà, a que la capacitat reproductiva de la plaga està relacionada amb les condicions climàtiques. Per posar un exemple d'aquest fet podem dir que si un exemplar d'aquesta espècie pon 10 ous, en anys temperats en sortirien 3 larves, mentre que en anys de molta calor en poden sortir fins a 10. En conseqüència els anys calorosos són ideals per a la ràpida reproducció d'aquest lepidòpter.

Com hem comentat anteriorment, un altre dels factors relacionats amb la incidència de la plaga és l'època de sembra, i és que el taladre és una plaga que té varies generacions en una mateixa temporada; és a dir, que durant el temps en què el blat de moro està al camp

(aproximadament des de l'abril fins a finals de setembre) neixen i moren varies generacions de la plaga. El taladre en té entre dues i tres, depenent del lloc i de l'any. La primera generació afecta el blat de moro a finals de juny, la segona a finals d'agost i la tercera a finals de setembre o principis d'octubre. Les diferents generacions no afecten per igual el blat de moro. Mentre que la segona generació és molt violenta, la primera i la tercera gairebé no provoquen danys a les plantes.

A Catalunya el taladre està concentrat en les zones temperades com són la costa empordanesa o les terres de Lleida... mentre que en zones com la Vall d'en Bas, a la Garrotxa, o el Vallès Oriental, que són més fredes, els atacs d'aquesta plaga són gairebé nuls.

De la mateixa manera que la plaga és present de manera desigual a tot el món, les pèrdues per l'atac del taladre també varien segons l'any i el lloc. En les zones on aquest problema és més important, com podria ser la costa empordanesa i les terres de ponent, el taladre pot originar pèrdues entre el 25 i el 30% en la majoria dels casos, arribant a puntes de prop del 40% (2.500 kg/ha l'any 2003¹), en anys molt calorosos, segons expliquen alguns pagesos d'aquestes zones.

La plaga és difícil de tractar, i els insecticides o tractaments emprats abans de l'arribada dels OGMs són poc efectius i molt cars. Segons diuen alguns pagesos, només s'utilitzaven en anys en què l'atac era molt virulent. Des de la comercialització, en 1998, del primer OGM resistent al taladre i molt especialment des de l'any 2003, el blat de moro transgènic s'ha generalitzat com a mecanisme per controlar aquesta plaga en pagesos que no feien blat de moro ecològic. Aquest blat de moro ha estat modificat genèticament per tal d'introduir-hi l'event MON-810, desenvolupat per l'empresa Monsanto. Això el fa resistent al taladre, ja que les cèl·lules de la planta segreguen una proteïna tòxica per les larves d'aquesta plaga, és a dir, que en intentar atacar la planta, les larves s'intoxiquen i moren.

Cal matisar, però, que l'eficiència del blat de moro MON-810, segons explica Joan Serra, investigador de l'IRTA, no rau en el fet que aconsegueixi augmentar el nombre de plantes o que aquestes facin més fruit: només resulta útil des del punt de vista productiu, perquè elimina les pèrdues provocades pel taladre.

¹ RURALCAT, *Dossier tècnic n°27* – Entrevista amb Santi Vergè

Estudis sobre la productivitat del blat de moro MG

Des de l'any 1988 s'estan fent, a les estacions experimentals de l'IRTA, assaigs per determinar la producció de les varietats de blat de moro comercialitzades. Amb l'arribada dels OGMs a Catalunya l'any 1998 es va iniciar, juntament amb les varietats assajades els anteriors anys, el cultiu experimental d'aquestes noves varietats. Aquests assaigs, cofinançats per les empreses de llavors, han estat fets a tres punts diferents del territori i han servit per avaluar el comportament del blat de moro comercialitzat a Catalunya. Els estudis s'han dut a terme a les localitats del Palau d'Anglesola (Pla d'Urgell), la Tallada d'Empordà (Baix Empordà) i la Vall d'en Bas (Garrotxa), ja que representen les tres zones agroclimàtiques on es concentra majoritàriament la producció de blat de moro per gra a Catalunya. Els resultats varien segons l'any i serveixen als pagesos per tenir una referència de les varietats que volen plantar.

Els estudis també han servit per avaluar la diferència de producció entre el blat de moro convencional i el transgènic a diferents zones de Catalunya. Els resultats han variat segons l'any i l'emplaçament de l'assaig. Mentre que a les zones més temperades, el Pla d'Urgell i el Baix Empordà, els estudis mostren que la producció del blat de moro MG ha estat clarament superior a la del blat de moro convencional (751 i 1056 kg més per hectàrea respectivament els anys 2000 i 2001, veure Fig. 8) en les regions més fredes, com és el cas de la Garrotxa, el rendiment de les varietats ha estat molt semblant, amb una producció per hectàrea una mica

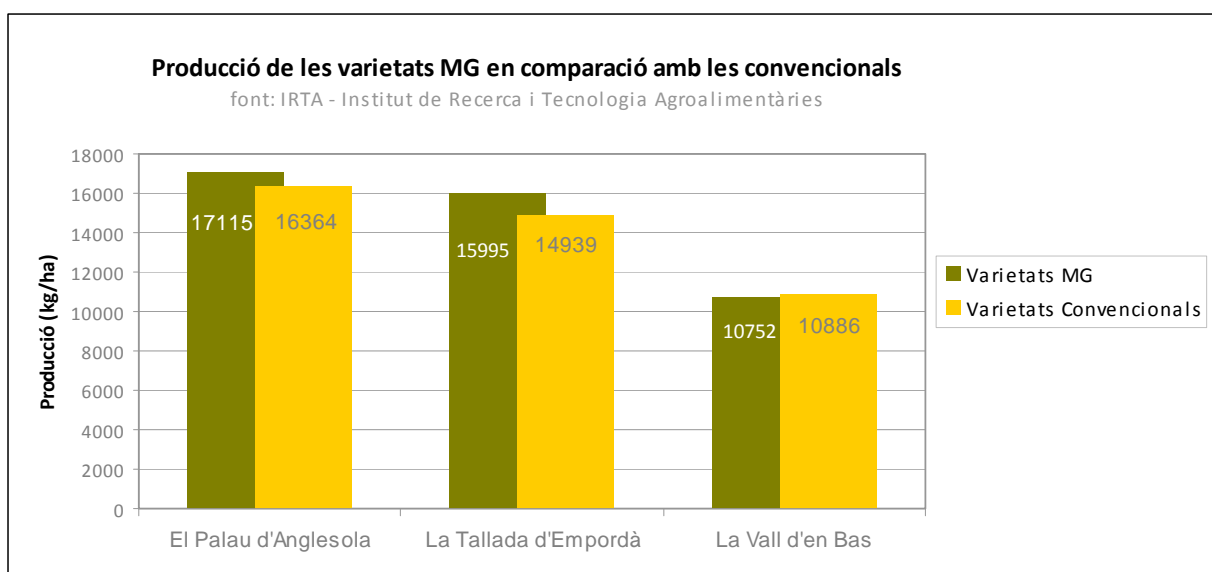


Fig. 8: Comparació de la producció de les varietats MG amb les convencionals
Font: IRTA – Mitjana dels assaigs dels anys 2000 i 2001

superior en les varietats convencionals. Segons explica Joan Serra, la diferència ve donada per la concentració de taladre en aquestes zones. El rendiment del blat de moro MG només és superior al convencional quan la pressió de la plaga és molt forta, ja que aquelles plantes protegides amb l'event MON-810 no es veuran afectades pels atacs del taladre. Per contra, tal com explica el mateix Joan Serra, en zones on gairebé no hi ha atacs d'aquesta plaga (a causa de la situació geogràfica, la climatologia...), la modificació genètica que incorporen les varietats transgèniques no els és útil i a més suposa una despesa energètica per la planta. En conseqüència, la seva producció serà una mica inferior a les varietats convencionals.

Però no tothom sembla convençut amb aquests estudis. Josep Pàmies, membre de la plataforma Som lo que sembrem, explica que des de l'arribada dels OGM a Catalunya han supervisat cada any (d'incògnit) camps d'avaluació de varietats. Han pogut comprovar que, contràriament al que els estudis diuen, en zones on tradicionalment hi ha hagut molts atacs de taladre, també produeixen més les varietats convencionals que les transgèniques. La raó, segons diu, és que en introduir un gen estrany dins la planta, l'esforç que ha de fer aquesta per sintetitzar la nova proteïna fa que tingui menys rendiment. Només en anys on l'atac sigui extremadament virulent resulten més productives les varietats MG. A més, segons explica ell mateix, la producció de les varietats convencionals es veu afectada quan a poca distància hi ha camps de cultiu MG, ja que el taladre es concentrarà en les zones on hi ha menys resistència a la plaga, és a dir, als camps de blat de moro convencional, i això podria justificar els resultats obtinguts en els assaigs fets per l'IRTA.

Els pagesos que conreen blat de moro, quan se'ls pregunta per la productivitat del blat de moro MG, responen, tal com explica Joaquim Paretès, agricultor de la costa empordanesa, que el blat de moro MON-810 no és més que un mecanisme per assegurar-se la producció, que, tot i que en anys de poca presència de taladre serà la mateixa que la del blat de moro convencional els evitarà tenir pèrdues els anys calurosos. És evident que a l'hora de plantar el blat de moro (entre març i maig) els agricultors no poden saber com serà l'atac del taladre. Per curar-se en salut, en les sembres més tardanes, com que són les que tenen més risc de patir atacs d'aquesta plaga (durant la segona generació del taladre les plantes estan menys crescudes), fan blat de moro MG, mentre que en les sembres primerenques planten el convencional, ja que resulta igual de productiu i la llavor és més barata.

Resistència a les variacions climàtiques

Tal com hem explicat al començament d'aquest apartat les varietats MG es caracteritzen no només per reduir pèrdues, ja que no els afecta el taladre, sinó també per tenir, segons diuen, una millor sanitat vegetal, ja que una de les vies d'entrada de malalties en el blat de moro són les ferides que provoquen les larves del taladre a la tija i a les panotxes. Les ferides causades a les tiges i en els grans afavoreixen l'aparició de podridures en la base de les plantes. Aquestes podridures debiliten el tronc i en zones amb condicions meteorològiques adverses (vent, pluja,...) poden provocar la caiguda de les plantes.

Tal com explica Esteve Figuerola, a la costa empordanesa, sotmesa molt sovint a la tramuntana, resultaran més productives aquelles plantes que tinguin la tija més sana, perquè de les panotxes que caiguin a terra no serà possible l'aprofitament del gra, ja que, en contacte amb la humitat del sòl les panotxes es podriran i/o la recol·lectora no les recullirà al passar. Aquesta problemàtica, a Catalunya, només es dona a la zona litoral de l'Empordà. Malgrat que amb la utilització de llavors modificades es redueix molt el nombre de plantes trencades no per això podem dir que el taladre és l'únic causant d'aquest problema, sinó que n'hi ha d'altres. En conseqüència conclourem que el MON-810 no el soluciona del tot. El % de plantes caigudes es situa en el 11,1% en el cas del blat de moro convencional i un 2,6% en el MG.

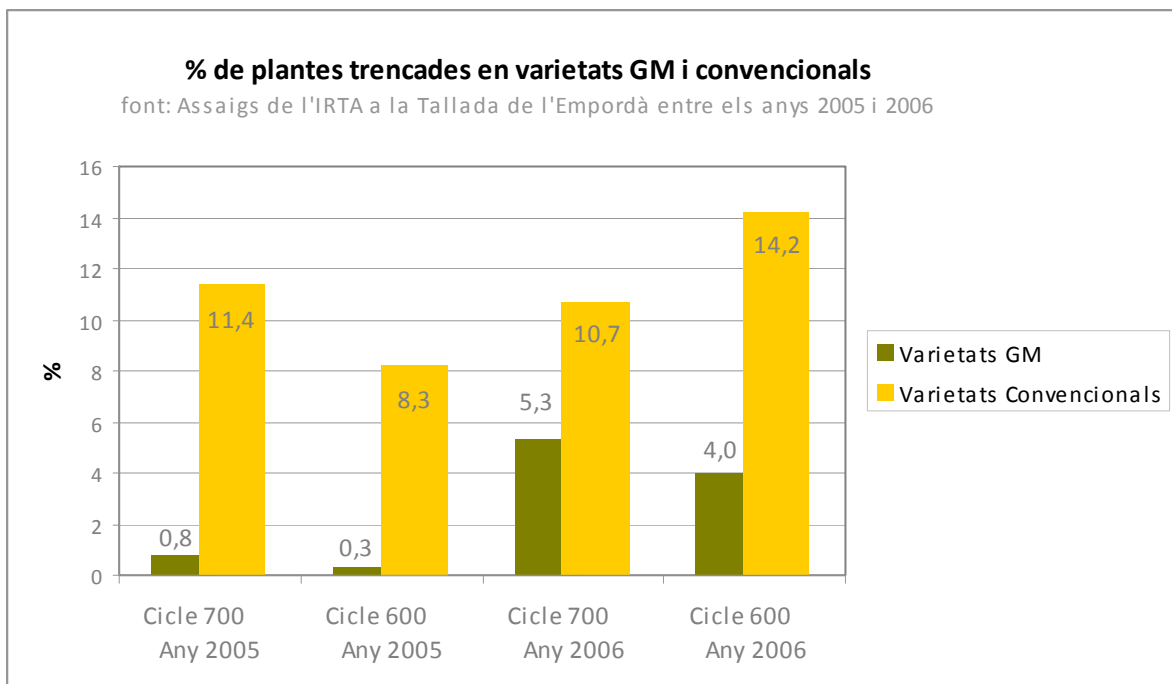


Fig. 9: Comparació entre les plantes trencades en les varietats GM i les convencionals
Font: Mitjana de les dades obtingudes per l'IRTA entre els anys 2005 i 2006 a la Tallada de l'Empordà (Mas Badia)

Aquestes modificacions són per sempre?

Una de les principals preocupacions que provoca la utilització de cultius modificats genèticament amb toxines insecticides, com és el cas del blat moro MG, és el risc de que les modificacions resultin ineficients a curt termini si les plagues es fan resistents a aquesta toxina. De la mateixa manera que la selecció natural a què estan sotmeses plantes i insectes fa que els insecticides i tractaments contra plagues es tornin ineficients amb el temps (els insectes adquireixen resistència als productes), és molt probable que si no es prenen mesures a curt termini el blat de moro MG resulti ineficaç per controlar el taladre, i és que, amb el temps hi haurà larves que sobreviuran perquè desenvoluparan, de forma natural, resistència a la toxina sintetitzada per aquestes varietats. Aquestes larves, alhora, reproduiran individus que també seran resistents, i amb el temps tota la plaga tindrà resistència a aquesta toxina.

Per tal d'evitar la proliferació d'individus de la plaga amb resistència al blat de moro MON-810 les empreses de llavors i els organismes oficials han establert un conjunt de recomanacions a seguir a l'hora de cultivar aquestes varietats. Aquestes normes, que no són d'obligat compliment, consisteixen en la creació de refugis ens els camps de blat de moro MG, és a dir, en cultivar una part de



Fig. 10: Explicacions sobre la importància dels refugis en un catàleg de llavors

Font: Semillas Fitó, catàleg de l'any 2004

cada parcel·la amb varietats convencionals per tal d'intentar que els individus que tenen resistència a la toxina s'aparellin amb individus del camp de conreu convencional que no han desenvolupat aquesta resistència, de manera que els descendents d'aquests individus siguin sensibles a la toxina (veure *fig.10*). Les empreses de llavors recomanen que les zones refugi representin almenys el 20% del total del blat de moro sembrat en camps de més de 5 ha², i es sembrin al mateix temps que el transgènic.

Segons expliquen els agricultors de la zona de l'Empordà aquestes recomanacions no sempre es segueixen al peu de la lletra malgrat que tots ells coincideixen a destacar que és molt important el seu compliment.

² Semillas Fitó, catàleg de l'any 2004

Per què gairebé no es planta blat de moro GM al Vallès Oriental

Segons dades del DAR, el Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural de la Generalitat de Catalunya, l'any 2007 només hi havia al Vallès Oriental 12,5 hectàrees sembrades amb blat de moro MG, que representaven el 3,14% del total de blat de moro plantat. Si hi ha gairebé 400 hectàrees de blat de moro al Vallès Oriental, per què gairebé no es sembla blat de moro MG?

Tal com explica en Raimon Pujol, pagès de Llinars del Vallès, això és degut a que gairebé tot el blat de moro sembrat al Vallès està destinat a ensitjar, és a dir, que gairebé no es fa blat de moro per a gra. La

Diferències entre el blat de moro per ensitjar i el blat de moro per a gra

La principal diferència entre un i altre blat de moro és l'ús que se'n dona. Mentre que el que s'utilitza per ensitjar es fa servir com a aliment pels animals durant l'hivern, el blat de moro per gra serveix tant per l'alimentació humana com animal. Del blat de moro destinat a fer gra només se n'aprofita la panotxa, que s'asseca i de la que se n'extreuen els grans. Per contra, del blat de moro per ensitjar s'aprofita tot, ja que es tritura tota la planta, inclosa la tija, i es deixa fermentar.

La realitat és que el blat de moro per ensitjar passa menys temps al camp que el destinat a gra. És a dir, mentre que el blat de moro per a gra es sembla entre març i maig i es recull pels vols d'octubre el destinat a ensitjar es sembla al juny i es recull a mitjans d'agost. Així, doncs, el taladre no afecta pràcticament el blat de moro per ensitjar, perquè aquest se sembla quan la primera generació del taladre ja ha nascut i es recull una mica abans de que neixi la segona generació, la més virulenta.

No obstant, dels pocs agricultors que cultiven blat de moro per a gra al Vallès Oriental n'hi ha un que s'ha decidit a fer blat de moro MG. Segons explica ell mateix malgrat que aquesta no és una comarca amb forta presciència de taladre en anys molt calorosos han arribat a tenir pèrdues de prop del 20%. És per això, que els anys en que fa blat de moro per a gra, que no són tots, ha decidit fer blat de moro MON-810, perquè segons diu, resulta més productiu, i econòmicament parlant li acaba sortint més a compte.

3.2.- El cultiu de blat de moro MON-810 redueix costos?

Tal com he explicat en el primer apartat d'aquest punt, la productivitat del blat de moro MON-810 en determinades situacions, quan hi ha un fort atac de taladre, és superior a la del blat de moro convencional. No obstant, els costos que impliquen aquests cultius no són iguals. Cal tenir en compte, doncs, que abans de sembrar qualsevol varietat modificada s'hauria de considerar els costos que comporta.

D'acord amb el que s'ha exposat en la descripció de la situació dels OGMs a Catalunya el blat de moro MON-810, l'únic cultiu modificat genèticament autoritzat a la Unió Europea, difereix en una característica respecte al blat de moro convencional: la seva cadena gènica incorpora un gen capaç de segregat la proteïna Cry1A, tòxica per a algunes larves, com el taladre. La resta de les característiques del blat de moro convencional, doncs, es mantenen en el blat de moro modificat. Així, les diferències entre ambdós tipus de blat de moro només es donaran en determinats aspectes relacionats amb la plaga.

Si tenim en compte el que hem exposat en el paràgraf anterior podem dir, doncs, que el blat de moro MG i el convencional comportaran la utilització de la mateixa quantitat d'aigua, i, en conseqüència, els costos del rec seran els mateixos. Les despeses derivades de l'ús de la maquinària agrícola i dels processos posteriors a la collita també es mantindran iguals en les varietats GM i en les convencionals, ja que la modificació genètica introduïda en el blat de moro MON-810 no modifica les tasques de plantació i recollida. El MON-810 comporta el mateix cost que el convencional en aquests aspectes: tant l'un com l'altre passen el mateix temps al camp i els processos posteriors a la collita són els mateixos per a ambdós.

Tanmateix, en els únics aspectes en què els costos del blat de moro convencional i el modificat poden diferir, és en el preu de les llavors i dels insecticides.

Per combatre la plaga del taladre, en el cas del blat de moro convencional s'haurien d'utilitzar insecticides. Ha quedat, però, tan palesa la ineficàcia d'aquests que, en la pràctica, no s'utilitzen. En conseqüència, el seu cost per l'agricultor és zero, ja que no s'utilitza. En el cas del MON-810 tampoc s'utilitzen insecticides, donat que ja porta incorporada una toxina que ataca directament el taladre. Tenim, doncs, el mateix efecte econòmic per un cas com per l'altre.

Tenint en compte les observacions precedents podem dir que el cost del cultiu de blat de moro MON-810 i el convencional només diferirà en el preu de les llavors. La raó que porta a plantar, tal com expliquem en l'anterior apartat, llavors convencionals en les sembrs primerenques i modificades en les més tardanes és la diferència de preu entre unes i altres. Segons les dades facilitades per l'empresa Syngenta podem deduir, després d'haver fet la mitjana entre els preus de totes les varietats, que les llavors modificades són aproximadament un 15% més cares que les convencionals (veure *fig.11*).

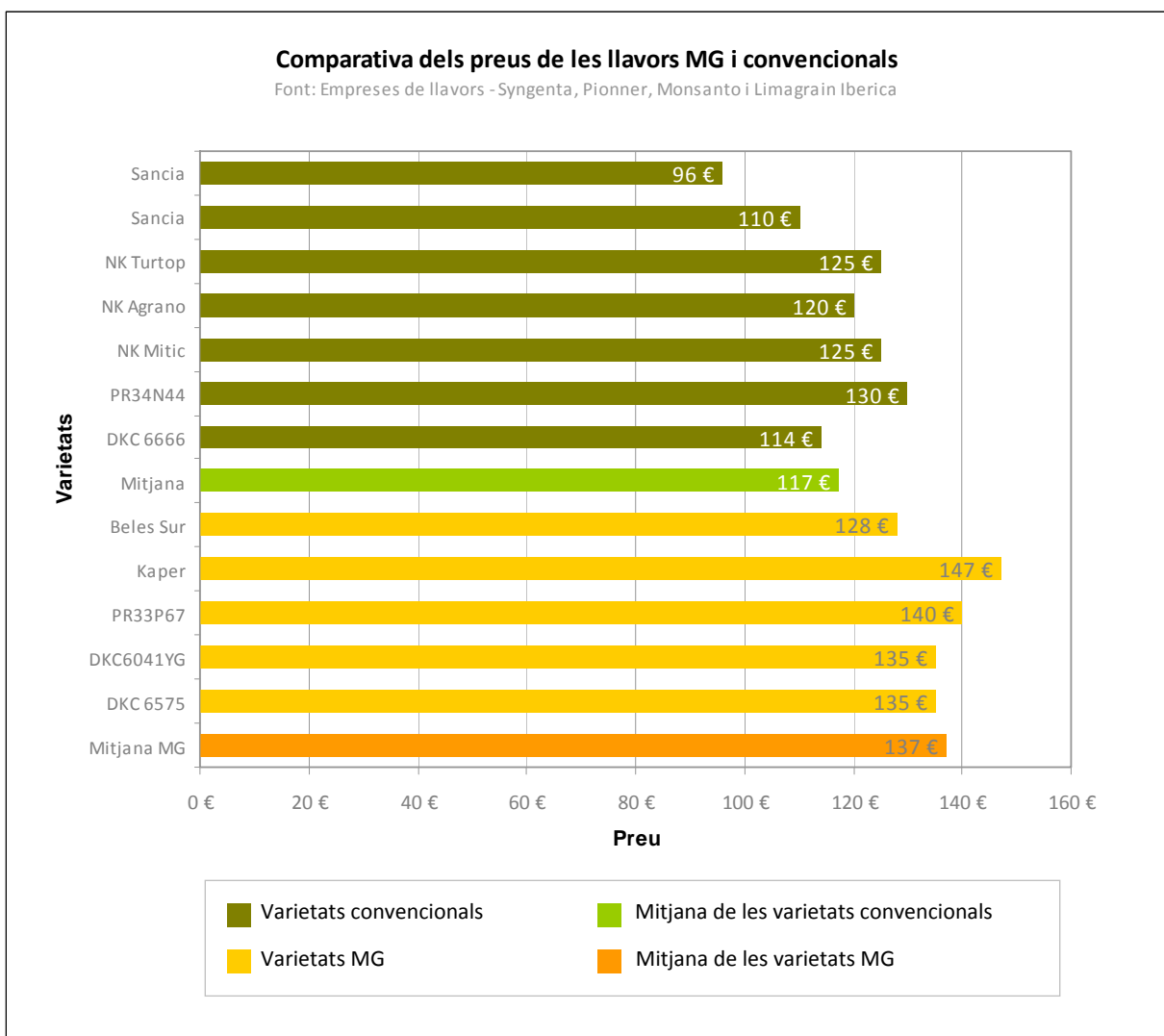


Fig. 11 Preu de les varietats de blat de moro de cycle 600 i 700 comercialitzades (sacs de 50.000 llavors)
 Font: Syngenta Seeds, Pioneer, Monsanto i Limagrain Iberica

Anàlisi de costos

Segons els estudis de l'IRTA, en anys amb fort atac de taladre les varietats transgèniques poden produir, a la zona de l'Empordà, al voltant de 1.000 kg/ha més que les convencionals. Considerant aquestes dades i tenint en compte que el preu percebut pel pagès pel kg de blat de moro és aproximadament de 14 cèntims¹, podríem deduir que el cultiu del MON-810 suposaria uns beneficis de 140 euros més per hectàrea que en el cas del convencional. Si tenim en compte que el preu dels sacs de 50.000 llavors modificades és de mitjana 20 euros més car que el del blat de moro convencional i que són necessàries aproximadament 80.000 llavors per cultivar una hectàrea, el cultiu de blat de moro modificat suposaria, en el millor dels casos, uns beneficis per a l'agricultor d'uns 108 euros més per hectàrea que el convencional.

Malgrat que sobre el paper pot semblar que aquests beneficis són importants hem de considerar que aquesta diferència de producció entre unes i altres varietats no es dona per igual a tot arreu. Així, doncs, en les zones de Lleida o en anys de menys calor, quan la diferència de producció no arriba a aquests límits, els beneficis no són tant quantiosos.

¹DAR (2007)

3.3.- Els efectes del cultiu de blat de moro MG sobre el medi ambient

3.3.1.- La Coexistència entre el blat de moro GM i el convencional

Des de la seva introducció a Catalunya l'any 1998, el cultiu d'OMG ha estat envoltat d'una forta polèmica que s'ha centrat, en gran part, en el debat sobre el concepte de coexistència entre els conreus d'OMG i els convencionals i ecològics.

La coexistència és el dret que han de tenir els agricultors de poder escollir entre la producció de cultius convencionals, ecològics o modificats genèticament, sempre que compleixin les obligacions legals que marca la normativa europea¹. En molts casos, aquest dret es posa en perill per culpa de l'anomenada "contaminació transgènica" o "contaminació genètica", que consisteix en la transferència de les modificacions genètiques de plantes transgèniques a varietats tradicionals, convencionals o altres espècies silvestres emparentades.

La contaminació, o barreja de gens, es pot produir durant tota la cadena: la producció de llavors, la sembra, la pol·linització creuada entre camps de blat de moro MG i camps no MG, les màquines recol·lectores que no es netegen quan passen d'un camp a l'altre, la barreja de collites a les cooperatives agrícoles, l'assecatge, i el processat i envasat de productes derivats del blat de moro. De totes aquestes la pol·linització creuada és la que desperta més preocupació, perquè és la més difícil de controlar.

Com és sabut, el Blat de moro és una espècie monoica, és a dir, ambdós sexes es presenten en la mateixa planta, de manera que té una flor femenina i una flor masculina. La fecundació de les llavors es du a terme per pol·linització creuada, permetent, d'aquesta manera, la recombinació gènica. El pol·len de les plantes es desplaça gràcies al vent, traslladant-se de la flor masculina d'una planta a la flor femenina d'altres plantes de la mateixa espècie. D'aquesta manera, plantes de blat de moro GM poden acabar fecundant plantes de Blat de moro convencional que es trobin a poca distància.

Bàsicament el que s'aprofita del Blat de moro és el gra. El gra és la llavor de la planta i per tant, com a cèl·lula de reproducció que és, la meitat del seu codi genètic (23 cromosomes) són els cromosomes que trobem a les cèl·lules femenines de la planta, i els altres 23 són els de la

¹Ruralcat. *Dossier tècnic. formació i assessorament del sector agroalimentari nº10 (Varietats de Panís)*

part masculina. D'aquesta manera, els grans que s'obtinguin d'una planta fecundada per pol·len d'una altra planta modificada genèticament tindran un 50% de presència d'OMGs i per tant tindran moltes possibilitats d'incorporar la modificació genètica del blat de moro que les ha contaminat.

Problemes de la contaminació genètica

Tal com indica el reglament d'etiquetatge sobre OGM de l'estat Espanyol (1830/2003), la presència accidental d'OGM que superi el llindar del 0,9% en un cultiu inicialment no transgènic determina que aquest cultiu s'hagi d'etiquetar com a tal. Però, segons expliquen els agricultors que cultiven OGM, malgrat que aquest percentatge sembli fàcilment superable, les problemàtiques per coexistència entre camps convencionals i cultius de blat de moro GM, a l'hora de la veritat són gairebé inexistents.

Com hem explicat anteriorment, el 90% dels OGMs cultivats a Catalunya estan destinats a la producció de pinsos, i en concret a la producció de pinsos per al sector porcí. La majoria d'aquests pinsos contenen, a part de blat de moro, soja (aproximadament un 20%) i altres ingredients. Com és sabut, a Europa gairebé no es cultiva soja i la major part de la que utilitzem aquí s'importa d'altres països de fora de la Unió. Els països exportadors de soja tenen autoritzats en gairebé tots els casos nombroses varietats de soja modificada genèticament i la gran majoria de la soja que exporten a la UE és transgènica (98,7% segons estimacions del Ministeri d'Agricultura). Tal com expliquen els propis agricultors, les indústries pinsaires es veuen obligades a etiquetar els pinsos fets com a modificats genèticament, doncs el seu contingut



Fig. 12 Panotxes de blat de moro blanc on es veuen grans grocs, fruit de la pol·linització creuada amb blat de moro groc MG
Foto: Camp experimental de l'IRTA, Mas Badia.

d'OMG supera el llindar del 0,9% que marca la llei (per culpa de la soja). Obligades com estan a etiquetar el pinso fet com a MG no posen traves per utilitzar blat de moro transgènic i els pagesos no comproven si el seu blat de moro ha quedat contaminat.

Però la coexistència no es limita als camps de blat de moro convencional i MG. Allà on la problemàtica és important és entre els camps de blat de moro modificat genèticament i l'ecològic. Tal com es va aprovar l'any 2006 gràcies a la pressió del CCPAE², a Catalunya, per a que un producte aconseguís el certificat d'Ecòlegic cal que el seu contingut d'OGMs no superi el 0,0%. El blat de moro, per tant, no ha de tenir gairebé traces de blat de moro GM, i la presència accidental d'aquest pot comportar la pèrdua del segell ecològic i les conseqüents pèrdues ecològiques per a l'agricultor, que l'ha d'etiquetar com a convencional o GM (en funció del percentatge).

La superfície de blat de moro ecològic a Catalunya amb prou feines arriba a les 90 hectàrees³, però els avisos per casos de contaminació han estat, des de l'arribada dels OGMs, a l'ordre del dia.

A finals de l'any 2001 va aparèixer a Navarra la primera denúncia per presència indesitjada d'OGMs en camps de blat de moro ecològic. La collita, produïda segons les normes d'agricultura ecològica, va quedar desqualificada, quedant exclosa del mercat ecològic i va haver de ser venuda com a convencional.

Des de llavors cada any s'han presentat noves denúncies per contaminació de camps ecològics.

El cas de l'Enric Navarro

L'últim cas conegut va tenir lloc en un camp de l'Alt Empordà el gener de l'any 2006, quan el CCPAE va comunicar a Enric Navarro, agricultor ecològic, que la seva producció de blat de moro ecològic d'aquell any (2.500 kg) tenia un percentatge de contaminació per MON-810 del 12,6%, malgrat que els camps més propers es trobaven a 100 i 160 metres, respectivament. Tal com explica ell mateix, anàlisis posteriors fets per Unió de Pagesos van trobar un 9% i un 0% de contaminació, que demostra, segons diu, que en molts casos, per molts mostreigs que

² Consell Català de la Producció Agrària Ecològica

³ BINIMELIS, Rosa. *Coexistence of plants and coexistence of farmers*

es facin, la contaminació pot passar desapercebuda. Segons explicava Joan Serra (IRTA⁴), les anàlisis del tronc de la planta van donar també percentatges alts de contaminació per MON-810, cosa que feia suposar que les llavors plantades eren ja MG. L'explicació més factible que troba l'Enric Navarro a aquest fet és que a l'hora de cultivar el camp hi haguessin restes de blat de moro (pallofes, llavors...) d'altres anys que haguessin arribat arrossegades pel vent, contaminant-li, doncs, la seva collita.

El blat de moro collit no va obtenir el segell d'ecològic i l'agricultor, en senyal de protesta, va decidir cremar tota la producció per què no arribés al consumidor.

Però malgrat que aquesta problemàtica cada cop és més important avui en dia no hi ha cap normativa per establir protocols d'actuació pel risc de contaminació genètica malgrat que s'han fet passos per arribar a algun acord, tal com passa a altres països de la UE (Alemanya, Dinamarca, Portugal...). Això és degut, sobretot, a les diferències respecte a les mesures a seguir en cas de contaminació entre organismes oficials i partidaris dels OMGs, i organitzacions ecologistes.

Intents per establir una legislació sobre coexistència

El blat de moro GM es va començar a cultivar a Espanya l'any 1998. Des d'aleshores la superfície conreada ha augmentat any rere any, arribant el 2007 a les 75.148 ha, de les quals 23.013 es trobaven a Catalunya⁵. Malgrat que des de l'any 2004 hi ha hagut fins a quatre intents d'establir una llei, durant tots aquest anys el blat de moro GM s'ha cultivat juntament amb el convencional, sense que hi hagi encara una legislació que reguli la coexistència.

Des de l'any 2003 l'IRTA ha dut a terme estudis sobre la contaminació genètica per blat de moro MG en camps de blat de moro convencional (veure *fig. 12 i 13*). Tal

Malgrat que no existeixi cap normativa vigent l'any 2003 la Comissió Europea va dictar un seguit de recomanacions (2003/556/CE) per tal de garantir la coexistència entre cultius convencionals i ecològics i cultius modificats genèticament (cooperació entre explotacions veïnes, aplicació de bones pràctiques agrícoles, ús de llavors certificades, mantenir distàncies entre explotacions, intentar no fer coincidir els períodes de floració, netejar el material utilitzat per treballar els camps...)

⁴ Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries

⁵ MARM (2007)

com explica Joan Serra, investigador de la fundació Mas Badia⁶, després d’haver fet nombrosos assaigs es demostra que a partir de 25 metres els percentatges de contaminació per OGM gairebé són inexistents i que establint mesures entre camp i camp de 20 a 25 metres el percentatge d’OGM no arriba a superar el lílndar del 0,9%. Si a més de respectar aquestes distàncies els agricultors es posen d’acord per tal de no fer coincidir les dates de floració el risc de contaminació és zero.

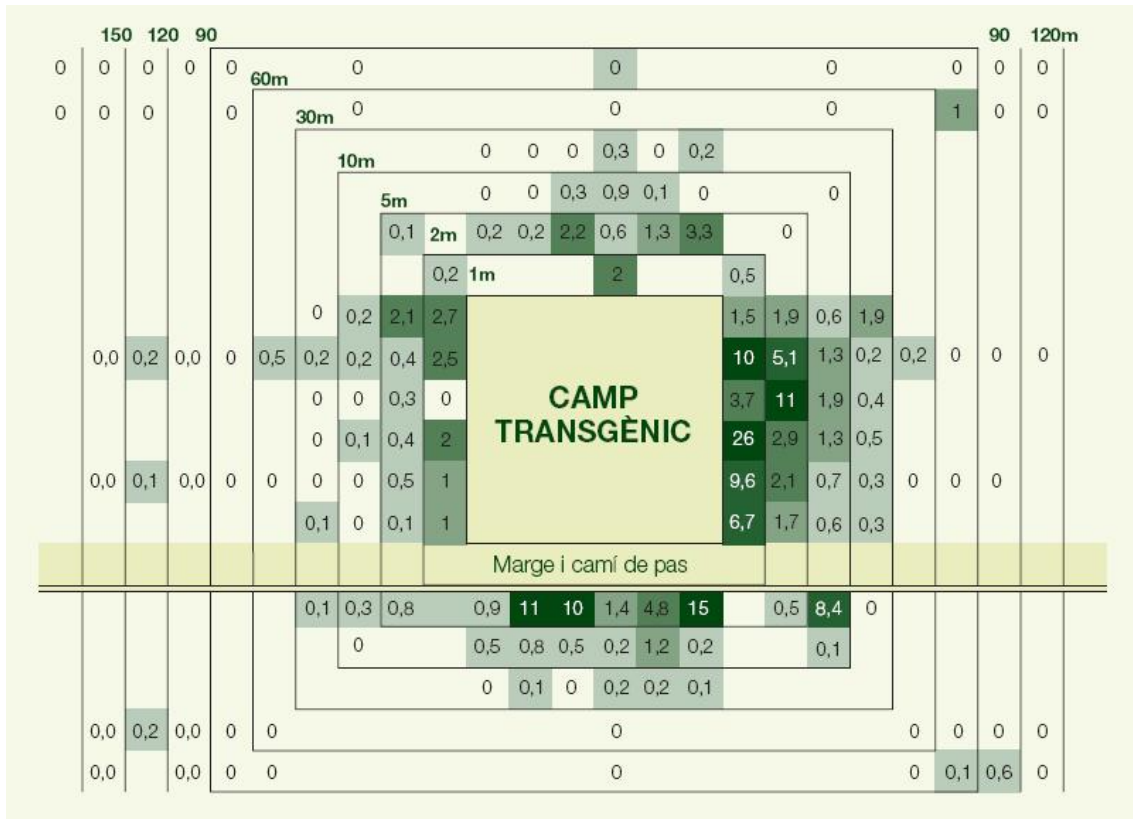


Fig. 13 Resultats dels assaigs de coexistència fets per l’IRTA l’any 2005. % OGM detectats en les mostres fetes al voltant del camp transgènic

Font: Estudi de Coexistència de l’IRTA, al Mas Badia

Però no tothom sembla estar d’acord amb les conclusions a què arriben. Segons explica l’Enric Navarro, els assajos estan dissenyats per tal de saber com contamina un camp de blat de moro MG envoltat de camps de convencional quan, segons explica, en la majoria dels casos això és al revés: un camp de blat de moro convencional està envoltat per camps de varietats MG.

A la pràctica, els pagesos que fan agricultura ecològica, també coincideixen a destacar que en la majoria dels casos són ells els que s’han d’adaptar a les dates de sembra que els que cultiven OMGs estableixen. Pere Pareta, agricultor ecològic de l’Empordà, explica que per tal

⁶ Estació experimental de l’IRTA a la Tallada de l’Empordà

de que no coincideixin les floracions, segons ell, es fa necessari començar a cultivar, tal com recomana l'IRTA, tres setmanes després de que hagin començat a fer-ho la resta d'agricultors. Criticava el fet de que fos l'agricultor ecològic el que s'havia d'adaptar a la resta d'agricultors, perquè si li contaminen el cultiu és ell que n'haurà de pagar les conseqüències.

3.3.2.- El cultiu amb llavors modificades redueix l'ús d'insecticides?

Des de l'autorització, l'any 1998, dels primers cultius GM i molt especialment des de l'any 2003, el blat de moro transgènic s'ha generalitzat com a mecanisme de control de la plaga del taladre en cultius que no són ecològics, ja que, tal com hem explicat anteriorment, el blat de moro MON-810 ha estat modificat genèticament a fi de que segregui una proteïna tòxica per a aquesta plaga.

Les empreses biotecnològiques addueixen, amb aquesta excusa, que el blat de moro MG és un cultiu respectuós amb el medi ambient perquè ha reduït l'ús d'insecticides pel control del taladre.

Segons expliquen els agricultors, però, l'arribada dels OGMs no ha comportat la reducció de l'ús d'insecticides contra aquest lepidòpter. Els tractaments emprats pel control d'aquesta plaga s'havien deixat d'utilitzar molt temps abans que es comercialitzés el blat de moro MG. Aquests tipus d'insecticides resultaven cars i poc efectius i només es van utilitzar fins a principis de la dècada dels 90, ja que, els agricultors se'n van adonar que la incidència sobre la plaga d'aquest tipus de productes era nul·la i a més, resultaven nocius per a altres espècies. Tal com explica Esteve Figuerola, pagès de la zona de l'Empordà, abans de l'arribada dels OGMs, els agricultors s'havien de resignar a les pèrdues ocasionades pel taladre, donada la dificultat per controlar-lo.

El motiu d'aquesta ineficàcia, segons explica Joaquim Paretès, es deu a que els tractaments contra el taladre, com tots els tractaments amb plaguicides, s'han d'aplicar quan la planta és feta. El problema que presenta el blat de moro és que en aquesta fase les plantes són molt crescudes i es fa difícil l'accés als camps de cultiu. Per superar aquesta dificultat s'hauria d'aplicar l'insecticida quan la planta és més jove, però el tractament en aquests estadis de creixement no és eficaç.

Les organitzacions ecologistes corroboren aquesta informació i, contràriament al que declaren les grans empreses biotecnològiques, creuen que el blat de moro MON-810 no ha contribuït a fer els cultius més respectuosos amb el medi ambient. Segons un estudi de l'organització Amigos de la Tierra, abans que s'introduís el MON-810 a EE.UU, només es fumigava el 5% de la superfície contra el taladre i, per tant, l'arribada dels cultius transgènics no han suposat cap avantatge des del punt de vista ecològic.

Degut a la ineficàcia d'aquest tipus de tractaments, els agricultors han descobert nous mètodes per evitar els atacs del taladre. Un dels més usats i més útils, segons ells mateixos expliquen, consisteix en avançar la data de sembra a mitjans de març. D'aquesta manera, durant la segona generació de la plaga, la planta ja està més crescuda i no li afecten tant els seus atacs. Malgrat això, en Josep Pàmies opina que seria més fàcil controlar la plaga si s'establissin rotacions de cultiu, ja que, segons diu, aquestes dificulten l'aparició i propagació de plagues.

3.3.3.- Altres efectes ambientals

Transferència de les modificacions a altres plantes de l'espècie

El problema que presenta la pol·linització creuada no només es limita als cultius. Les característiques gèniques incorporades a les plantes es poden transmetre a totes les plantes de la mateixa espècie. Així, doncs, les varietats salvatges emparentades amb la planta modificada poden incorporar, degut a la pol·linització, aquestes característiques.

El blat de moro és una planta originària d'Amèrica, i per tant, aquí no existeixen varietats salvatges de la mateixa espècie, però aquest és un tema delicat de cara a la introducció de noves espècies modificades genèticament. Per exemple, tal com explica Lluís Batllori, investigador de l'IRTA, en el cas de que s'aprovés el conreu de remolatxa MG, podrien sorgir nombrosos problemes, ja que aquí existeix una planta coneguda com a Beta Marítima: la remolatxa borda, que sí que podria resultar contaminada amb gens que li transmetessin una propietat que no és originària seva. De moment, però, aquí a Catalunya aquest no és un dels problemes més importants.

Impacte sobre insectes no diana⁷

Les modificacions genètiques poden provocar efectes negatius a poblacions d'insectes que no són objecte del tractament. Per exemple, un estudi realitzat a Suïssa va mostrar que el blat de moro MG amb l'event MON-810 de Novartis reduïa l'esperança de vida de la *Chrysopa perla*, un insecte útil per a combatre les plagues del taladre, en ser depredador d'aquest.

⁷ de Buen Ruiz, M. i Sastre Morató, A. – Zones lliures de transgènics a Europa

3.4.- Els efectes del blat de moro MON-810 sobre la salut humana

Malgrat que potser no és el punt que desperta més debat entre els científics i entesos del tema aquest és un dels aspectes que genera més preocupació entre la població, perquè ens afecta a tots els consumidors.

La opinió de la gent, com en tots els temes relacionats amb els OGMs, està molt dividida. Per un costat trobem la opinió d'organismes oficials i científics i pagesos favorables al cultiu de transgènics i per l'altre el de les organitzacions ecologistes i de gran part de la població. Pels primers, la seguretat dels cultius GM és indiscutible; segons explica Xavier Ferrer, *no hi ha cap estudi seriós que demostrï que cap OGM comercialitzat pugui provocar qualsevol tipus d'alteració a l'ésser humà*. Malgrat això, any rere any, des del col·lectiu d'organitzacions i persones contràries al cultiu d'aquestes varietats, apareixen nombrosos estudis que plantegen nous interrogants pel que fa a la innocuïtat d'aquestes plantes.

Els estudis apareguts sobre el blat de moro MON-810, qualificats de poc seriosos pels organismes oficials, se centren en dues qüestions:

Els gens de resistència als antibiòtics

Com s'ha explicat anteriorment, a l'hora de produir OGMs s'inclou, juntament amb el paquet gènic que es vol inserir a la cèl·lula, uns gens anomenats **gens marcadors** que s'utilitzen per tal de comprovar que l'organisme obtingut mitjançant enginyeria genètica ha adquirit les característiques desitjades. És a dir, s'inclou un gen que proporciona a la cèl·lula resistència a un antibiòtic i se sotmeten totes les cèl·lules a un tractament antibiòtic. Les cèl·lules que sobreviuen és que inclouen l'event desitjat, i a partir d'aquestes es regeneren plantes MG senceres. Els gens marcadors més utilitzats són dos tipus d'antibiòtics: la *ampicil·lina* i la *kanamicina*. En el cas del blat de moro MON-810, però s'ha utilitzat la *neomicina fosfotransferasa*. Els estudis sobre aquest tema intenten comprovar si aquests gens poden ser adquirits per bacteries, fent-les, d'aquesta manera, resistents als antibiòtics. Com a

conseqüència d'això els tractaments sanitaris amb aquest tipus de medicaments podrien ser menys eficients.

Malgrat que habitualment es creia que l'ADN es descomposava ràpidament a l'intestí, un estudi recent fet a la universitat de Newcastle, ha demostrat que *l'ADN modificat ingerit en aliments es pot recombinar a l'estómac i a l'intestí humans, transferint a les bactèries de la flora intestinal propietats de les plantes transgèniques*, com per exemple, la resistència als antibiòtics. L'estudi, fet l'any 2002 (10 anys després del cultiu del primer OGM), estudiava la quantitat d'ADN modificat present en la matèria fecal i a les bosses de colostomia després d'ingerir quantitats petites d'aliments que contenien soja GM. Els resultats van ser sorprenents: una proporció relativament alta de l'ADN transgènic havia sobreviscut en el seu pas per l'intestí prim. Un cop comprovat això van agafar mostres de les bactèries de les bosses de colostomia i van comprovar que havien adquirit resistència a un herbicida (propietat que tenia la soja GM), i que per tant, també eren resistents a un antibiòtic. La selecció natural afavoriria les bactèries amb gens de resistència en fer qualsevol tractament amb antibiòtics, cosa que provocaria que es fessin predominants a l'intestí, restant així eficaçia a determinats antibiòtics d'ús clínic o veterinari. L'estudi es va fer amb soja modificada, però els resultats serien els mateixos en el cas del blat de moro GM.

Els organismes oficials que han aprovat l'ús d'events que utilitzen antibiòtics com a marcadors justifiquen el seu ús dient que hi ha elevats nivells de resistència als antibiòtics entre bacteris del sistema digestiu, degut, sobretot, a l'ús de grans quantitats d'antibiòtics, i que per tant, això no és un problema intrínsec dels OGMs.

Per altra banda, segons explica Margarita Turrent (investigadora del CSIC¹) s'estan buscant nous mètodes per substituir l'ús de l'antibiòtic com a marcador, en resposta a l'opinió pública desfavorable als OGMs. S'està treballant per tal de poder anular els efectes del gen marcador un cop seleccionades les cèl·lules i en la utilització de marcadors alternatius, com podrien ser un colorant, un herbicida...

Malgrat tot, a dia d'avui, en la producció del blat de moro modificat MON-810 encara s'utilitza com a marcador un antibiòtic: la *neomicina fosfotransferasa*.

¹ Centre Superior d'Investigacions Científiques

El potencial al·lèrgic de les plantes modificades genèticament.

Les al·lèrgies són desequilibris en el sistema per culpa d'una reacció immunològica a una substància inofensiva pel cos humà. Entre l'1 i el 2% de la població de la major part dels països occidentals presenten reaccions al·lèrgiques a alguns aliments. Aquest doncs, és un factor a tenir en compte a l'hora de crear nous organismes pel consum humà. Per sort, la gran majoria dels gens que codifiquen les proteïnes implicades en reaccions al·lèrgiques s'han identificat i per tant, és possible evitar-los en el moment de modificar genèticament els organismes per elaborar aliments. Però no sempre és possible trobar totes les substàncies noves presents en aquests nous gens ja que en la majoria dels casos aquestes es troben en quantitats molt petites però suficients per desencadenar reaccions fisiològiques.

Les empreses productores de llavors transgèniques defensen la seguretat dels seus productes. L'empresa Monsanto, per exemple, justifica la seguretat del seu blat de moro MON-810 mitjançant estudis que demostren que la seqüència d'aminoàcids de la proteïna cry1Ab no presenta semblances amb cap seqüència d'aminoàcids d'al·lèrgens coneguts i la bactèria *Bacillus Thuringiensis* (d'on s'extreu aquesta proteïna) no té casos documentats d'al·lèrgies, malgrat que fa prop de 40 anys que s'utilitza en l'agricultura².

Malgrat això, Josep Pàmies, membre de la plataforma Som lo que sembrem, explica que un estudi recent de la doctora María Martín, cap d'al·lèrgologia de l'Hospital Clínic de Barcelona, ha demostrat que el consum de productes modificats ha fet augmentar en els últims anys fins a un 6% el nombre d'al·lèrgies entre la població.

Però no totes les veus són crítiques amb els transgènics, tal com defensen els partidaris del cultiu del MON-810: el blat de moro amb aquest event és més segur per la salut que d'altres. Tal com explica Margarita Torrent, investigadora del CSIC, els transgènics, abans de ser aprovats per al seu cultiu han hagut de passar un seguit de controls que assegurin la seva innocuïtat, i tal com ella mateixa explica són més segurs, inclús, que les varietats convencionals perquè els reglaments són més estrictes.

² Monsanto – Seguridad del maíz MON 810 genéticamente protegido contra taladros

A més, segons Joan Serra, de l'estació experimental de l'IRTA a l'Empordà, les varietats GM són més sanes des del punt de vista nutritiu, ja que contenen menys micotoxines que les seves varietats convencionals (veure *fig. 14*). Les micotoxines, unes substàncies tòxiques pels humans, apareixen en el blat de moro quan aquest és afectat per l'atac de fongs. Un dels factors que afavoreixen l'atac de fongs és el nivell d'atac del taladre. Les varietats modificades amb l'event MON-810 es caracteritzen per ser resistents a l'atac del corc; això vol dir que tenen menys presència de micotoxines i per tant, segons diu, són més sanes.

Què són les micotoxines ?

Tal com explica Joan Serra, les micotoxines són unes substàncies altament tòxiques tant per l'home com pels animals que sintetitzen uns fongs, majoritàriament de la família del fusarium responsables de danys en les plantes de blat de moro.

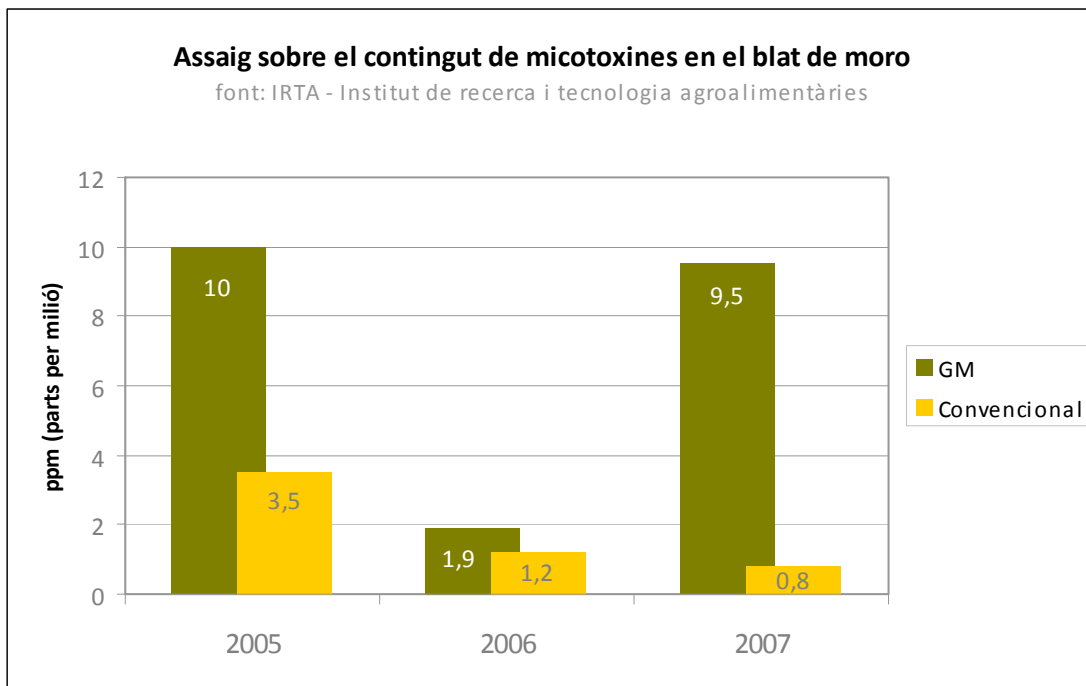


Fig. 14 Estudi sobre el contingut de micotoxines entre el blat de moro GM i el convencional
Font: IRTA.

4.- CONCLUSIONS

Tal com he explicat a la introducció d'aquest del treball, el cultiu de varietats modificades genèticament ha estat envoltat, des dels seus inicis, d'una forta polèmica, que s'ha traduït en els últims anys en l'aparició de campanyes per tal de prohibir-ne el seu cultiu. L'objectiu del treball, doncs, ha estat escoltar les explicacions que la gent relacionada amb aquest món dóna als diferents punts del conflicte originats per la comercialització de els primers OGMs, i que crec que tot agricultor s'hauria de plantejar abans de decidir-se a cultivar aquestes varietats. És per això que entre els mesos de juny i agost he fet 14 entrevistes -que podreu llegir a l'annex- i que volen ser un petit extracte de l'opinió de part de la gent implicada en el món dels cultius MG. He entrevistat des d'investigadors fins a agricultors, passant per responsables de la Generalitat, membres de grups ecologistes...

El fet d'entrevistar tant pagesos com gent relacionada amb aquest sector, però que treballa lluny dels camps de cultiu, m'ha permès analitzar els aspectes tractats en el treball des de les dues vessants i he pogut contrastar la visió dels agricultors amb la de tota aquella gent que, tal com diuen els pagesos, tracta aquest tema des d'un despatx.

Crec que les entrevistes han servit per fer aquest treball molt més pràctic. Aquest m'ha servit per descobrir que a mesura que t'involucreu més en una cosa (en el meu cas en els cultius de varietats modificades genèticament) més coses apareixen que tu no havies tingut inicialment en compte. En els treballs de recerca bibliogràfica aquestes coses no passen, doncs mai sortiràs de l'esquema que marquin els llibres. Si hagués fet un treball d'aquest tipus segurament no hauria tractat temes com la resistència a les variacions climàtiques, el fet de que no es cultivi blat de moro en determinades zones... El treball m'ha servit per aprofundir en temes que malgrat no sembla que tinguin una incidència real hi són i pels agricultors tenen molta importància.

Les entrevistes, a part, m'han permès conèixer de primera mà les opinions de gent relacionada amb el món dels transgènics. Crec que això és fonamental, ja que he pogut entendre el tema del què parlava i ajudar-me a formar una opinió pròpia tenint en compte tot un ventall de criteris molt enriquidors i basats en una experiència rica des del punt de vista pràctic i teòric.

Les entrevistes als pagesos del Vallès i molt especialment la de en Raimon Pujol, m'han servit per descobrir i poder explicar per què els pagesos de la zona del Vallès no utilitzen transgènics o per què un agricultor de Cardedeu, en Pere Clos, es decideix per cultivar aquestes varietats. Per contra, de les entrevistes a en Joaquim Alabau, en Joaquim Pareta i a l'Esteve Figuerola, n'he extret tota la informació necessària per explicar la productivitat de les varietats MG, el funcionament del cultiu de blat de moro per a gra, els refugis pel taladre... Les entrevistes amb en Pere Paretes i l'Enric Navarro, en canvi, han estat una de les fonts més importants d'informació per tal de tractar tots els aspectes relacionats amb la coexistència entre el blat de moro MG i el convencional. En Joan Serra, investigador de l'IRTA, ha estat l'enllaç entre els pagesos i els organismes oficials, ja que, com he explicat abans, és un dels coordinadors dels estudis de productivitat. La resta de les entrevistes (en Xavier Ferrer, en Josep Pàmies, en Lluís Batllori i la Margarita Turrent) m'han servit per poder donar una visió més global dels diferents aspectes tractats. La seva opinió, com heu pogut veure, apareix en nombrosos punts.

Les entrevistes, però, no han estat l'única font d'informació. En tots els apartats tractats he afegit, a part de l'opinió de les persones entrevistades, dades obtingudes de llibres o documents oficials que permetessin corroborar el que la majoria dels entrevistats explicaven, en un esforç per fer un treball que fos el més representatiu possible de les diferents visions sobre els punts de conflicte derivats del cultiu de blat de moro MON-810.

Gran part de les dades i gràfiques han estat extretes d'estudis de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). Aquests han estat elaborats en el Mas Badia, a la Tallada de l'Empordà. Els assaigs fets per aquesta organització han resultat ser dels pocs estudis de camp existents sobre productivitat i coexistència, cosa que m'ha fet veure que la gran majoria dels estudis fets amb què tant empreses com organitzacions ecologistes justifiquen la seva posició no es basen, segons el meu parer, més que en dades extretes d'altres estudis que malgrat estar citats en moltes publicacions, mai apareixen. Crec que si es vol defensar una posició la manera més fàcil de fer-ho és demostrant empíricament que tens la raó.

Un altre dels fets més sorprenents dels estudis fets per l'IRTA és que resulten estar finançats per organismes oficials i empreses de llavors. Si es volgués que fossin estudis objectius, segons la meua opinió, haurien d'estar finançats única i exclusivament per fons

públics. Crec que aquests estudis tenen suficient importància i transcendència social com per a que siguin controlats i finançats per organismes públics. Cal tenir en compte que les empreses que actualment cofinancen aquests estudis són interessades en les possibles conclusions, de tal manera que és molt difícil que tant els estudis com els resultats dels mateixos siguin realment objectius. Exemple d'això és el fet de que gairebé no s'han fet estudis sobre productivitat de les varietats modificades en zones on no hi ha problemes amb el taladre.

Durant el treball he après que, en molts casos, malgrat que les dades que tu en una idea inicial pretenies incloure en el treball resulten ser finalment confidencials, és important seguir provant. En molts casos s'obtenen aquestes dades encara que d'entrada no siguin d'accés públic. Aquest és el cas, per exemple, del preu de les llavors comercialitzades, que malgrat que totes les empreses de llavors es negaven a donar-me, finalment, i gràcies a l'ajuda d'alguna persona, vaig aconseguir.

Un dels principals problemes que afecta el cultiu de varietats MG és la falta d'informació, que molts cops no és perquè no es vulgui donar; simplement és perquè no existeix. Crec que el conreu d'aquestes varietats afecta directament la població i cal donar informació perquè tothom pugui tenir opinió pròpia i decidir.

Els principals problemes que he trobat fent el treball han vingut donats per la falta de dades oficials o per la confidencialitat d'aquestes. Coincideixo amb l'opinió de moltes organitzacions ecologistes, en el sentit de què, a part de les poques dades existents, la majoria d'elles són de difícil accés per als consumidors. La absència més important de dades resideix en la superfície i la producció dels cultius de blat de moro MG. A tall d'exemple he de dir que les poques dades sobre la superfície cultivada que facilita el departament d'Agricultura, Alimentació i Acció rural de la Generalitat només inclouen la superfície cultivada des de l'any 2003 al 2007, malgrat que es sembla llavors modificades des de l'any 1998. També cal destacar el ventall de dades diferents, i sorprenents, que agricultors, organismes oficials i organitzacions ecologistes donen per quantificar les pèrdues que provoca el taladre en el blat de moro convencional. Mentre que els pagesos parlaven de pèrdues entre el 25 i el 40%, en Joan Serra les quantificava entre el 10 i el 15% i en Xavier Ferrer parla de pèrdues del 60%. Igualment sorprenent va ser el fet de descobrir després de demanar-ho a varis llocs, que no

s'han fet estudis sobre la plaga del taladre. Crec, que abans de generalitzar els OGMs com a mecanisme de tractament de la plaga s'hauria de d'investigar l'estat d'aquesta. No hi ha dades ni d'afectació de la plaga en cada zona ni se n'ha fet cap descripció complerta.

Hi ha temes que per la manca de temps i d'espai (el treball no pot superar les 50 pàgines) no he tractat. Crec que hauria estat interessant, complementar el treball amb una part més pràctica (fer un estudi de producció, assaigs de coexistència...) però que degut a les dificultats tècniques que suposa no he fet. De la mateixa manera, crec que hi ha altres temes que podrien haver estat interessants d'estudiar, m'hagués agradat analitzar si realment seria possible eradicar la fam al món (tal com afirmen les grans empreses del sector) mitjançant el cultiu d'OGMs, explicar la política de les multinacionals de llavors, l'etiquetatge de les varietats MG en el mercat...., però clar, cada un d'aquests temes podria donar gairebé per un altre treball de recerca.

Com gairebé tot treball de recerca, un dels principals objectius de la investigació ha estat poder tenir, en acabar el treball, una opinió pròpia sobre el tema tractat. En el meu cas és la següent:

Opinió personal sobre el cultiu d'OGMs

Després de una mica més de 6 mesos de recerca crec que el conreu a gran escala d'OGMs constitueix, avui per avui, un risc innecessari tant per a la població com per als ecosistemes i no hauria d'estar permès: els beneficis del cultiu de blat de moro GM autoritzat a la Unió Europea són encara molt petits en comparació amb els riscos potencials d'aquestes varietats.

Tal com he intentat explicar durant el treball, els beneficis per a l'agricultor d'aquestes varietats es centren bàsicament en tres qüestions íntimament lligades: augment de la productivitat, ja que al blat de moro MG és resistent als atacs de taladre; seguretat per als agricultors perquè els assegura la collita i resistència a les variacions climàtiques, ja que les tiges d'aquestes varietats de blat de moro -per l'absència d'atacs de taladre- són més resistents. Cal recordar, però, que aquests suposats beneficis no es donen en tots els cultius

de blat de moro GM. Com ja hem dit anteriorment aquests depenen de la zona de cultiu, l'any i l'època de sembra. És a dir, el blat de moro MON-810 només serà més productiu en unes determinades situacions. A més, tal com mostren els estudis els beneficis d'aquest tipus de conreus en les millors situacions, difereixen poc amb la dels cultius convencionals, i és que malgrat que el cultiu d'aquestes varietats ha augmentat substancialment la producció de les varietats de blat de moro en aquelles zones on hi ha forta pressió de taladre. El cultiu de plantes MG de moment no és, ni de lluny, l'avenç més important en les plantacions de blat de moro. Tal com explica Joan Serra, amb l'arribada al mercat del blat de moro híbrid simple, a la dècada dels 80, es va passar de produir 5.000 kg a 11.000 kg per hectàrea, és a dir es va doblar la producció per un mateix terreny. Per contra, l'arribada del blat de moro MG, l'any 1998, no ha estat acompanyada d'un augment de rendiment tan significatiu: només s'ha donat en aquelles zones amb forta presència de taladre. Si bé observem que hi ha un augment de productivitat per la utilització de llavors transgèniques en aquestes zones aquest increment no compensa, ni de bon tros, els possibles efectes negatius.

Entre els problemes derivats del cultiu de blat de moro MON-810 em preocupen molt tots els aspectes relacionats amb el medi ambient, i també, però en menor mesura, els relacionats amb la salut humana. Un dels principals problemes a què s'enfronta la biologia del segle XXI és la pèrdua de biodiversitat, és a dir, en la possible desaparició d'espècies fruit de l'acció de l'ésser humà. La política seguida fins al moment en el cultiu de varietats MG no està fent res per aturar-ho. Més enllà dels problemes que comporta la coexistència entre varietats transgèniques i convencionals, em preocupa molt, tal com explico en l'apartat d'efectes sobre el medi ambient, la possibilitat de que espècies salvatges quedin contaminades per gens estranys que mai necessitarien. L'ésser humà creu, erròniament, que els efectes negatius sobre la natura queden compensats pels beneficis que nosaltres puguem obtenir, en el malentès que l'home és superior a la resta d'éssers vius.

D'acord amb el que he dit en l'anterior paràgraf crec que els transgènics comercialitzats avui en dia comporten riscos per a la salut humana. Curiosament, la gran majoria dels estudis sobre la seguretat dels OGMs que no mostren riscos per a la salut han estat fets per les companyies biotecnològiques, mentre que gran part dels estudis independents sí que mostraven possibles efectes sobre la salut. Donat que com que com a consumidors que som no tenim els mitjans necessaris per poder saber si els riscos per a la salut humana s'estan

considerant adequadament només podem decidir si ens volem creure les afirmacions d'uns o dels altres. Si tenim en compte que aquestes grans empreses biotecnològiques són les mateixes que afirmen que els OGMs comercialitzats no comporten riscos per al medi ambient... sincerament em costa molt de creure que les seves afirmacions siguin del tot certes.

Em preocupa també el fet de que no s'hagi autoritzat el cultiu de determinades varietats però que en canvi sí que es permeti importar-les, és a dir, hi ha varietats que no es poden cultivar però si portar d'altres països. Per què s'està fent competir a l'agricultor d'aquí amb agricultors d'altres països que tenen al seu abast altres modificacions genètiques? Sembla que vulguem evitar tots els problemes ecològics, i les crítiques, cultivant lluny de on vivim el blat de moro, sense tenir en compte, clar, que els riscos per la salut seguiran existint tant si el blat de moro que mengem es cultiva aquí o s'importa.

Malgrat que cregui que s'hauria de prohibir el conreu de les varietats modificades genèticament que hi ha actualment al mercat, crec que s'ha de potenciar la investigació de nous OGMs o la millora dels que actualment hi ha, fent, això sí, tots els assaigs en zones aïllades per a evitar així la possible contaminació. La modificació genètica és sens dubte un dels avenços més importants que la ciència ha fet en els darrers anys, però crec que amaga encara molts secrets i avui en dia "no tot està sota control".

5.- BIBLIOGRAFIA

- ARGENBIO. *Por qué biotecnología* [en línia] <<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.asp>> [consulta: 28.5.2008]
- BAYER CROPSCIENCE. [en línia] <<http://www.bayercropscience.es/>> [consulta: 21.11.2008]
- BINIMELIS, Rosa. *Coexistence of plants and coexistence of farmers*. 2008
- Catàlogo Grandes Cultivos 2004*. Semillas Fitó
- CBD. *Convention on Biological Diversity*. [en línia] <<http://www.cbd.int/>> [consulta: 20.10.2008]
- COROMINA, Eusebi; CASACUBERTA, Xavier; QUINTANA, Dolors. *El treball de recerca, procés d'elaboració, memòria escrita, exposició oral i recursos*. Eumo editorial, 2006
- Cuaderno Técnico nº1 – Evaluación de la seguridad de la soja Roundp Ready, evento 40-3-2*. Monsanto
- Cuaderno Técnico nº2 – Seguridad del maíz MON 810 genéticamente protegido contra taladros*. Monsanto
- Cuaderno Técnico nº5 – Evaluación de la seguridad del maíz Roundup Ready, evento NK603*. Monsanto
- Dades bàsiques de l'agroalimentació a Catalunya 2007*. Generalitat de Catalunya, 2007
- DAR. *Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural* [en línia] <<http://www20.gencat.cat/portal/site/DAR>> [consulta: 8.12.2008]
- DIPUTACIÓ DE BARCELONA. *Dossier del 29 de novembre de 2002 sobre genoma, cèl·lules mare i transgènics*. Diputació de Barcelona, 2002
- EUROBARÒMETRE. *Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends* [en línia] <http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_244b_en.pdf> [consulta: 7.12.2008]
- GARCÍA OLMEDO, FRANCISCO. *La tercera revolución verde, Plantas con luz propia* Editorial Debate, 1998
- GARCIA, Jose Luis. *Ingeniería Genética y biotecnología*. Centro de Investigaciones Biológicas, CSIC.
- GENVCE, *Maíz para grano, ciclo 700, 600, 500 y transgénicas*. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 2008

- GREENPEACE. [en línia] < <http://www.greenpeace.org/espana/campaigns/transgenicos>> [consulta: 27.10.2008]
- GREENPEACE. "Transgènics" dins *Revista de Greenpeace*, 4t trimestre, 2007.
- GREENPEACE. *La coexistencia sigue siendo imposible*. Greenpeace, 2008
- LOPEZ, Juan. *Contaminacion genetica*. Amigos de la Tierra Internacional, 2002
- LÓPEZ, Juan; FREESE, Bill. *¿Quién se beneficia con los cultivos transgénicos? – El uso creciente de plaguicidas*. Amigos de la tierra, 2008
- MARM. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino [en línia] <<http://www.marm.es/>> [consulta: 8.12.2008]
- MONSANTO. [en línia] <<http://www.monsanto.com.ar/h/home.html>> [consulta: 17.10.2008]
- NOTTINGHAM, Stephen. *Come tus genes, cómo los alimentos transgénicos están en nuestra dieta*. Editorial Paídos, 2004
- PETRELLI, Carla; SANZ, Geraldine. *Procés participatiu d'informació i debat entorn els transgènics agrícoles – El cas d'Artesa de Lleida i el cas d'Allella*. 2006
- PIONNER HI-BRED. [en línia] < <http://www.pioneer.com/web/site/portal/>> [consulta: 20.11.2008]
- Productos Cataluña 2006*. Pionner
- PUIGDOMENECH, Pere . *El gen escarlata*. Rubes editorial, 2000
- PURROY, Jesus. *La era del genoma*. Salvat editores, 2001
- Revista del dia de la terra nº21, especial Transgènics*. Associació dia de la Terra Catalunya, 2008
- RIECHMAN, Jorge. *Transgènic: el haz y el envés, una perspectiva crítica*. Catarata, 2004
- RIECHMANN, Jorge. *Qué son los alimentos transgénicos?* RBA Integral, 2002
- RURALCAT. *Dossier Tècnic nº10 – Varietats de panís*. Generalitat de Catalunya, 2006
- RURALCAT. *Dossier Tècnic nº19 – Noves varietats de panís*. Generalitat de Catalunya, 2007
- RURALCAT. *Dossier Tècnic nº27 – Novtats en el conreu de panís*. Generalitat de Catalunya, 2008
- SEMILLAS FITÓ. [en línia] < <http://www.semillasfito.com/index.html>> [consulta: 20.11.2008]
- SOM LO QUE SEMBREM. *Iniciativa legislativa popular per una Catalunya lliure de transgènics*. [en línia] < <http://www.somloquesembrem.org/>> [consulta: 27.10.2008]
- SYNGENTA. [en línia] <<http://www.syngenta.com.ar/>> [consulta: 20.11.2008]

THE EUROPEAN ASSOCIATION OF BIOINDUSTRIES. *Frequently Asked Questions* [en línia].
<<http://www.europabio.org/FAQ.htm>> [consulta: 28.5.2008]

WHO. *20 preguntas sobre los alimentos modificados genéticamente*. [en línia] <
http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/en/20questions_es.pdf>
[consulta: 28.5.2008]

WIKIPEDIA. *Biotechnology*. [en línia] <<http://en.wikipedia.org/wiki/Biotechnology>> [consulta:
10.9.2008]

WIKIPEDIA. *DNA*. [en línia] < <http://en.wikipedia.org/wiki/DNA> > [consulta: 10.9.2008]

WIKIPEDIA. *Genetic Engineering*. [en línia] <http://en.wikipedia.org/wiki/Genetic_engineering>
[consulta: 6.9.2008]

WIKIPEDIA. *Genetically Modified Organism (OGM)*. [en línia]
<http://en.wikipedia.org/wiki/Genetically_modified_organism> [consulta: 1.8.2008]