

QÜESTIONS ÈTIQUES PLANTEJADES PER LA MODIFICACIÓ GENÈTICA DE LES PLANTES

PERE PUIGDOMÈNECH

Centre de Recerca en Agrigenòmica

Adreça per a la correspondència: Pere Puigdomènec. Centre de Recerca en Agrigenòmica, CSIC-IRTA-UAB. C. de Jordi Girona, 18. 08034 Barcelona.
Adreça electrònica: prrgmp@cid.csic.es.

RESUM

La modificació genètica de plantes ha estat una tecnologia desenvolupada des de 1983. Ha obert possibilitats per a una nova aproximació per a la millora de les plantes en les quals basem la nostra agricultura, però també és una polèmica complexa, sobretot a Europa. La polèmica té moltes facetes. Quan es planteja la qüestió en termes dels conflictes de valors que apareixen es poden examinar quins estan en joc. Hi ha posicions que plantejgen la impossibilitat de la modificació genètica en termes de dignitat de les plantes o de la sacralitat dels genomes. Si no acceptem aquestes posicions podem considerar que cal assegurar l'accés de les poblacions a una alimentació suficient, segura i saludable, i també que les pràctiques que es desenvolupin no comprometin l'accés a uns productes de l'agricultura a les generacions futures. Les decisions semblen, per tant, difícilment generalitzables i cal, com s'ha fet arreu, analitzar cas per cas les modificacions que es presenten en termes de beneficis i riscos que presenten. I cal tractar que les regulacions que es dictin o les regles de propietat intel·lectual no acabin donant lloc a posicions monopolístiques que poden impedir que els productes derivats de les noves tecnologies arribin a la majoria de qui més els necessita.

Paraules clau: modificació genètica, ètica, plantes.

ETHICAL QUESTIONS IN RELATION TO THE GENETIC MODIFICATION OF PLANTS

SUMMARY

Genetic modification of plants is a technology that has been developed since 1983. It has opened a new possibility for plant breeding but also a complex debate, particularly in

Europe. The debate has different aspects. When the conflict is examined in terms of value conflicts it is possible to examine which ones enter into play. There are positions that propose the impossibility of genetic modification in terms of the dignity of plants of the sacrality of genomes. If we do not accept these positions we must consider that we must assure the secure access of human populations to safe and healthy food and also that the practices that are being developed do not compromise the access to food for future generations. The decisions appear difficult to be generalized and we should, as it has been done, consider case-by-case the modifications that can be proposed in terms of the risks and benefits that they may present. And we should try that the regulations that are approved and the rules of intellectual property do not favour monopolies that might interfere with the access to the products derived from these new technologies to the people who need them the most.

Key words: genetic modification, ethics, plants.

INTRODUCCIÓ

La modificació genètica de les plantes ha alterat de manera sensible molts aspectes de la recerca que es fa en els sistemes vegetals, des de la biologia molecular fins a la millora genètica de plantes, però ha tingut efectes importants també sobre la indústria de llavors, sobre algunes pràctiques agrícoles i fins i tot sobre l'estructura social d'alguns països. I ha introduït consideracions que fins ara no apareixien tant en la recerca sobre els sistemes vegetals com en la pràctica de l'agricultura. Per exemple, qüestions com la seguretat alimentària del producte agrícola, la coexistència de conreus o les patents de plantes són temes nous per a la majoria dels actors en els sectors de la producció agrícola, i l'aparició de la modificació genètica els ha posat sobre la taula o n'ha accelerat el procés. Si volem complicar encara més la situació podem parlar de qüestions ètiques. I hi ha gent que es pregunta què té a veure la reflexió ètica en una de les activitats més tradicionals de les societats humanes com és l'agricultura, que s'ha anat desenvolupant durant segles sense necessitat de grans reflexions filosòfiques. Però en el món complex dels inicis del segle XXI en què ens

plantejem els aspectes ètics de la medicina però també dels negocis, de la política o de l'esport, l'agricultura no podia escapar d'aquestes reflexions, i hi ha diferents raons per explicar aquesta situació.

L'any 1983 es van publicar els primers articles (Barton *et al.*, 1983; Herrera-Estrella *et al.*, 1983) en dues de les revistes científiques de més impacte que demostraven que es podrien introduir en cèl·lules vegetals gens, que prèviament havien estat aïllats de dos tipus de bacteris, mitjançant els mètodes del DNA recombinant. Per aconseguir-ho havien desenvolupat tècniques que permetien fer servir les propietats de bacteris patògens de plantes del gènere *Agrobacterium*. Aquests bacteris, durant el procés d'infecció de plantes ferides, introdueixen fragments de DNA en les plantes per aprofitar els metabòlits que es produeixen per l'alteració del metabolisme i el desenvolupament de la planta. S'aplicaven també tècniques que permeten regenerar les plantes a partir de cultius *in vitro* que havien estat desenvolupades durant els trenta anys anteriors, i les metodologies del DNA recombinant, que permeten aïllar els gens que introduïm i modificar-los en el laboratori amb elements de control propis de plantes. D'aquesta manera la planta

adquiria en el seu genoma una nova seqüència de DNA que els mecanismes d'expressió gènica de la planta reconeixien com un gen propi. Un cop incorporat el nou gen, es transmet a la descendència seguint les lleis de Mendel, com qualsevol altre gen.

La importància de la descoberta no va escapar a ningú. L'any següent l'Acadèmia Nacional de Ciències dels Estats Units va publicar un informe (National Research Council, 1984) en el qual s'analitzaven les oportunitats obertes per aquesta nova tecnologia per a l'agricultura. Per a aquells que buscaven plantes amb característiques importants per conrear-les, com resistències a malalties, s'obria una via nova per aconseguir-ho i la imaginació de molts es desencadenava en projectes futuristes en els quals les plantes produïen tota mena de substàncies i s'adaptaven a nous entorns. Però en el mateix informe es cridava ja l'atenció sobre la necessitat de definir un marc de regulacions en el qual es desenvolupessin les aplicacions de la modificació genètica de plantes per aconseguir que la utilització es fes sense riscos innecessaris. Cal remarcar que aquest informe es publicava l'any 1984, deu anys abans que la primera planta transgènica fos comercialitzada.

EL DNA RECOMBINANT. REGULACIONS DE LA BIOTECNOLOGIA

No era el primer cop que aquest tipus de reflexió es feia en la biologia moderna. En els anys setanta l'aparició de les tècniques del DNA recombinant va obrir un nou món per a l'anàlisi de les bases moleculars dels éssers vius. Aquestes perspectives han estat àmpliament confirmades i potser superades pels resultats obtinguts. L'allau

d'informació que hem anat acumulant els darrers trenta anys sobre el funcionament de la cèl·lula biològica, sobre la fisiologia i el desenvolupament dels organismes i sobre la seva evolució, han donat lloc a una nova biologia d'una profunditat i riquesa de conceptes extraordinàries. Al mateix temps s'obrien unes possibilitats interessants d'aplicacions per al diagnòstic i per a la producció de substàncies d'interès terapèutic. Una conseqüència d'aquestes aplicacions va ser la formulació de patents de les tècniques que s'havien desenvolupat i la fundació d'un nou tipus de companyies biotecnològiques que havien de comercialitzar els productes derivats d'aquestes tècniques, algunes de les quals han tingut un èxit considerable. Però al mateix temps apareixia una nova preocupació sobre les condicions en les quals aquestes tecnologies es podrien desenvolupar de manera segura. La famosa Conferència d'Asilomar, un centre de reunions de la costa de Califòrnia, de l'any 1975, n'és la demostració més clara. En aquesta conferència es van debatre possibles conseqüències sobre la salut que es podrien produir per la proliferació d'activitats basades en el DNA recombinant. I es van proposar unes regles de conducta per minimitzar els possibles riscos. Als Estats Units es va considerar aprovar lleis que regulessin l'ús d'aquestes tècniques. Fins i tot algunes ciutats, com Cambridge, a Massachusetts, on hi ha la seu de la Universitat de Harvard i el Massachusetts Institute of Technology (MIT), van aprovar la prohibició que es fessin experiments amb DNA recombinant al seu territori. Finalment no va caldre cap legislació específica sobre el tema, es van retirar les prohibicions i es va demostrar que els possibles riscos d'aquestes tècniques eren baixos i podien ser controlats seguint regles senzilles de treball en el laboratori que s'han continuat seguint des d'aleshores.

Actualment, i de manera progressiva, la recerca, sobretot en biologia, s'està fent en un marc molt regulat en diferents aspectes. El cas més clàssic és el de les normes per fer experiments amb mostres o individus humans. A partir de la Segona Guerra Mundial i després dels horrors d'aquells que van utilitzar els camps de concentració per dur a terme experiments amb presoners, diferents convencions internacionals han posats les bases dels criteris sense els quals és impossible fer experiments amb humans. Algunes d'aquestes convencions, com la de Hèlsinki de l'Associació Mèdica Internacional, són codis de conducta als quals s'adhereixen els metges i laboratoris, però en altres casos hi ha legislacions amb conseqüències penals, com passa a Europa. De manera semblant, s'han establert les condicions en què es poden dur a terme experimentacions amb animals, un tema que en certs països europeus, però també a l'Índia, provoca una sensibilitat especial. S'han dictat legislacions per reduir-ne l'ús, limitar el sofriment al màxim possible i tractar de trobar mètodes alternatius per a l'experimentació quan sigui possible. Això no vol pas dir que l'oposició a aquest tipus de recerca per part de certs grups d'activistes hagi disminuït.

També s'han aprovat normatives europees que tracten d'evitar que l'ús d'organismes modificats genèticament, fins i tot en els laboratoris, pugui acabar produint algun problema a la salut humana o animal o al medi ambient. I sens dubte hi ha també regulacions de prevenció de riscos laborals en els laboratoris o de transport de productes de recerca, com patògens, per exemple, que podrien causar algun problema a la salut o al medi ambient. Aquestes consideracions estan ben establertes i han de ser seguides en els laboratoris dels països on es fa ciència de manera significativa. En el cas de la recerca en plantes són apli-

cables les regulacions entorn de les modificacions genètiques però també una diversitat de convencions internacionals que tracten d'evitar l'extensió de malalties, l'aparició d'espècies invasores o l'apropiació d'espècies, varietats o característiques genètiques pròpies d'un país determinat. Complir aquest conjunt de condicions legislatives és un primer requisit ètic per a la recerca i acaba tenint influència en la pràctica de l'agricultura.

En el cas de les plantes modificades genèticament l'any 1986 es va dictar als Estats Units el que s'anomenava un *marc regulatori coordinat per a l'ús de la biotecnologia*, en el qual es tractava d'evitar que les aplicacions de la biotecnologia vegetal poguessin produir problemes a la salut o al medi ambient, i s'encarregava a diverses agències federals (Food and Drug Administration, Environmental Protection Agency i United States Department of Agriculture) que tinguessin una acció coordinada de control d'aquestes aplicacions. A Europa es va aprovar l'any 1990 una Directiva 90/220 (CEE, 1990) que tenia la mateixa finalitat. A Europa la directiva preveu que no es faci una alliberació al medi ambient ni es comercialitzi una planta (o qualsevol altre organisme) modificada genèticament que no hagi estat aprovada i amb una anàlisi científica cas per cas dels possibles riscos que es presentin, que permeti d'assegurar que no hi hagi indicis d'efectes negatius sobre la salut humana o animal o sobre el medi ambient. Aquestes regulacions han estat modificades en diferents períodes, i normes semblants han estat implantades en diferents països del món. A Europa hi ha actualment dues normatives (CE, 2001; CE, 2003a, 2003b) que regulen aquest tema. Per tant, és possible afirmar que als diferents països del món les aplicacions de les plantes modificades genèticament s'ha fet en el marc d'unes regles estrictes que han

tractat d'aprofitar-ne els beneficis minimitzant els possibles efectes negatius que en pugui presentar l'ús.

UN ENTORN COMPLEX A L'INICI DEL SEGLE XXI

Però l'entorn en el qual es du a terme el conreu de les varietats i espècies utilitzades en l'agricultura planteja en aquest inici del segle XXI un conjunt de qüestions complexes que cal plantejar i que fan necessària una reflexió dels conflictes que es presenten. Nosaltres cultivem plantes per a un conjunt de finalitats que són essencials per a la nostra societat. És evident que practiquem l'agricultura per produir aliments i és aquesta la seva principal funció, com la de la ramaderia i la pesca, però no tan sols aquesta. La producció agrícola ens proporciona aliments, pinsos per alimentar els nostres animals que fem servir en la ramaderia, fibres diverses, i en el passat, però també de manera creixent actualment, combustibles per a la calefacció i per al transport. I a més produïm materials de construcció, medicaments o cosmètics, entre altres.

Al principi del segle XXI la demanda de productes agrícoles, vista la diversitat de productes que obtenim, està en un pendent creixent des de fa temps. Un dels factors més importants és el creixement de la població humana, que continua augmentant i que potser arribarà als 9.000 milions d'habitants el 2050 i s'estabilitzarà després. Aquesta població és creixentment exigent en la qualitat dels aliments que demanda (per exemple, països emergents com la Xina tenen un consum de carn que s'ha multiplicat per tres en els darrers quinze anys en el cas del boví). I en tots els països hi ha una exigència de seguretat en els aliments que es comercialitzen. Al mateix temps

som com més va més conscients que la qualitat i la diversitat dels nostres aliments és un requisit essencial per a la nostra salut. La demanda per una alimentació suficient, segura i saludable és creixent al nostre món. En una reunió recent d'alt nivell de la FAO (Organització per a l'Alimentació i l'Agricultura, 2008) es preveia que la producció d'aliments ha de créixer un 70 % en els propers vint anys si es vol respondre aquesta demanda i resoldre els problemes de fam que hi ha al món. Mentrestant, els consumidors d'aliments anem allunyant-nos com més va més dels llocs de producció, amb la conseqüència de la creació d'una llarga cadena de transport, conservació, distribució i transformació dels aliments. I cal recordar que, per a una enorme minoria dels habitants del planeta, accedir als mínims d'aliments necessaris per a una vida digna no és encara possible. Per tant, assegurar un nivell suficient de producció agrícola és un requisit fonamental en el nostre món que podem plantejar en termes d'exigència ètica per a la nostra societat en termes globals.

També, sabem que les pràctiques agrícoles actuals utilitzades arreu del món estan tenint en conjunt un gran impacte sobre el medi ambient per raons diferents. I aquest impacte ens fa preguntar si podrem mantenir l'actual nivell de producció agrícola durant molt de temps. Si això no fos possible podria tenir la conseqüència que les generacions que vénen després de nosaltres no puguin assolir els nivells de producció que necessitaran per tenir un accés als aliments que els permeti desenvolupar una vida semblant a la nostra. Sabem que l'agricultura en si mateixa, pel fet de substituir sistemes complexos de plantes i animals per sistemes molt més simples d'espècies cultivades, és una de les causes importants del canvi climàtic. Posar en conreu terres salvatges ha estat la pràctica usual durant se-

gles quan hi havia una demanda de productes agrícoles, i això ha estat passant també els darrers anys, sobretot a les zones tropicals del nostre planeta. I per tenir conreus productius hem de fer servir diversos productes que permeten el bon creixement de les plantes, com els adobs, o que les protegeixen de malalties, com insecticides o fungicides, o de competidors, com els herbicides. Segons quins d'aquests productes fem servir i com els fem servir l'impacte en el medi ambient, en la terra i les aigües pot ser important i en alguns casos irreversible. I si fos així les possibilitats que en el futur es donin nivells de producció semblants disminuirien. En aquest cas estaríem donant lloc a un cas d'injustícia envers els nostres descendents que planteja també un conflicte de base ètica.

VALORS EN JOC

Quan intentem reflexionar sobre quines són les bases per poder prendre decisions en temes que tenen a veure amb criteris ètics podem començar considerant si hi ha valors que estan en joc i que poden estar en conflicte. És clar que en l'origen de l'agricultura hi ha la necessitat de produir aliments d'una manera continuada. La transició d'una societat de caçadors i recol·lectors a una societat d'agricultors va ser complexa i conflictiva. El canvi es va estendre durant mil·lennis, però ara podem dir que ha acabat triomfant arreu del món de manera gairebé absoluta. Actualment la producció d'aliments als països desenvolupats és una activitat industrialitzada que pot fer que un 2 % de la població produeixi aliments suficients per al 98 % restant. Per tant, la societat ha de prendre decisions sobre com s'organitza amb vista a assegurar uns nivells suficients de producció perquè l'accés a aliments suficients ha estat recone-

gut com un dels drets fonamentals dels humans en diferents documents i convencions internacionals. Per tant, en les accions que es duguin a terme per actuar sobre l'agricultura, la prioritització de la producció d'aliments suficients per a tota la humanitat hauria de ser el valor principal. I sabem que aquest és un objectiu que no hem assolit fins ara. L'any 1999 es van definir uns objectius a escala internacional per disminuir la fam al món, els anomenats *Objectius del Mil·lenni* (Assemblea General de les Nacions Unides, 2000). Durant uns anys, en termes absoluts el nombre de persones sense un accés adequat al menjar havia anat disminuint, però l'any 2009, amb la crisi econòmica global en marxa, aquests objectius s'allunyen i, per tant, la necessitat de recordar aquesta prioritat és encara més urgent. En aquest sentit una producció d'aliments suficients és un requisit de justícia distributiva en la nostra societat en la qual els desequilibris són tan acusats i ho són també en la producció d'aliments.

Però els nostres aliments han de tenir a més una característica important: han de ser segurs. Pel mateix fet que els aliments s'incorporen a la nostra fisiologia, poden contenir components nocius que de vegades són difícils d'identificar. Per a l'espècie humana, que és omnívora, pot ser difícil identificar els aliments que són convenients per a la seva alimentació. Aquesta dificultat pot haver estat augmentada per la distància creixent entre el productor i el consumidor d'aliments, fet que pot permetre que s'introdueixin substàncies indesitjades en els aliments de manera accidental o fraudulenta. La seguretat alimentària s'ha convertit durant el segle xx en una de les funcions dels estats moderns i un altre dels requisits ètics a l'hora de prendre decisions en agricultura, perquè no cal tan sols un accés suficient als aliments sinó també que siguin segurs.

En aquests moments sabem també que una alimentació adequada és un requisit indispensable per a una salut correcta. I també anem tenint de manera progressiva un coneixement sobre què és allò que individualment necessitem per a una salut correcta. Tenim en aquests moments informacions parcials sobre condicions individuals de les nostres reaccions enfront dels aliments, com és el cas de la condició celíaca o de les al·lèrgies alimentàries, però de manera generalitzada no tenim encara la informació, essencialment de base genètica, que ens haurà de permetre que l'alimentació sigui un factor de salut que permeti una vida més perllongada i saludable. Per tant, la producció d'aliments suficients, segurs i saludables és un dels requisits ètics a l'hora de protegir un dels valors essencials humans com és el dret a una vida digna.

En aquest sentit els principis de no perjudicar als altres juntament amb els de justícia ens porten a creure que en les discussions a escala social, i fins i tot a escala internacional, calgui insistir que hagin de prevaldre els principis sobre els quals diem que fonamentem la nostra societat. Actualment, les discussions internacionals sobre comerç tenen en l'agricultura el seu punt més difícil. Els països desenvolupats tenen polítiques pròpies de protecció de la seva producció agrícola i això implica unes subvencions que impedeixen l'entrada a productes d'altres països i augmenten els preus internacionals. Al mateix temps els productes primaris per a l'alimentació són objecte de moviments de mercat que en modifiquen el preu i que poden donar lloc a grans moviments especulatiu. Aquests fets poden acabar tenint un efecte important en els preus i, per tant, en l'accés als aliments per part de poblacions de baix nivell adquisitiu. La introducció d'elements de justícia en aquestes discussions ha estat reclamada des de diferents veus.

I ja hem dit que l'impacte que té l'agricultura sobre el medi ambient pot acabar impedit que la producció d'aliments es mantingui en el futur. La demanda de pràctiques sostenibles és també un requisit ètic. I això inclou la protecció dels sòls i les aigües, limitar la desforestació, reduir totes aquelles pràctiques agrícoles que tenen impacte en els factors de canvi climàtic, però també de conservació de la diversitat biològica. Aquesta diversitat té importància en diferents aspectes. D'una banda, la conversió de sòl silvestre en sòl agrícola redueix per definició la diversitat de les espècies que viuen en un entorn determinat, i això, portat a un nivell ampli, implica la desaparició d'espècies, un efecte que empobreix la variabilitat existent al nostre planeta. Però d'altra banda hi ha una tendència, amplificada per l'aparició de grans indústries de llavors, a proposar al pagès un nombre reduït de varietats de les grans espècies agrícoles, que són aquelles més reclamades pel mercat i més productives. Aquesta tendència pot estar donant lloc a una reducció de la variabilitat genètica disponible per a les espècies vegetals en les quals basem la nostra alimentació. I sense variabilitat genètica no hi ha possibilitat de millora, que és essencial per afrontar reptes de malalties o canvis climàtics. Per aquesta raó s'han donat en el món diferents tipus d'iniciatives de creació de bancs de llavors de les principals espècies, amb una xarxa de centres a escala mundial com el Centro Internacional del Maíz y el Trigo (CIMMYT) a Mèxic, el Centro Internacional de la Papa (CIP) a Lima, o l'International Rice Institute (IRI) a les Filipines, entre altres, on es conserven, es propaguen i distribueixen milers de llavors. El cas més extrem és l'obertura del que es coneix com «la Volta de la Fi del Món» a les illes Svalbard, on s'ha construït una gran cova subterrània a baixa temperatura en la qual es

guarden les llavors amb propietats més interessants de les principals espècies que utilitzem en agricultura, perquè sobrevisquin fins i tot a una possible guerra nuclear.

En aquest mateix context es presenta la qüestió de la propietat intel·lectual de les varietats que es desenvolupen. Ja al final del segle XIX la consciència de la importància d'obtenir varietats vegetals més productives va fer que, sobretot als Estats Units, es dictessin normes de protecció en favor d'aquell qui fa l'esforç d'obtenir una nova varietat vegetal. Aquest moviment va dur a l'adopció d'una convenció internacional, l'anomenada *Convenció UPOV*, que protegeix els drets de l'obtentor de varietats vegetals però deixa una gran llibertat al pagès i al futur obtentor per utilitzar les varietats protegides. Aquesta convenció ha tingut diferents versions que els diferents països han anat ratificant de manera irregular. Sobre la protecció definida pel sistema UPOV s'afegeix des de fa poc temps l'aprovació de patents de varietats i de gens vegetals seguint l'evolució de les patents biotecnològiques. Aquest tipus de protecció és molt més estricta i limita les possibilitats de millores posteriors basades en les varietats patentades per altres investigadors. Actualment assistim a una forta discussió sobre els límits que pot tenir el dret de patents, sobretot en una matèria de la qual depèn l'alimentació humana. Les patents es poden fer servir per estimular la innovació i la publicitat dels avenços tecnològics però de vegades també de manera defensiva per evitar que un altre inverteixi en alguna nova tecnologia. La manera com equilibrem els drets dels diferents actors que intervenen en la recerca de noves varietats i en la seva comercialització i ús hauria de tenir en compte els seus efectes sobre els drets d'accés a l'alimentació que hem estat discutint.

Però hi ha també persones que han posat la qüestió de la legitimitat mateixa de la modificació de plantes. Hi ha hagut posicions (Federal Ethics Committee on Non-Human Biotechnology, 2008) en les quals es proposa que es defineixi per a les plantes un estatus de dignitat que implicaria considerar si tenim dret a utilitzar-les de certes maneres en les quals podríem tenir en compte que aquesta dignitat es vulnera. Certament, hi ha modificacions genètiques fetes amb els sistemes tradicionals o els basats en tècniques moleculars en les quals alguns dels símptomes de la producció d'estrès en plantes estan activats de manera permanent. O hi ha posicions per a les quals les espècies són objectes de la creació divina o resultats de l'evolució, i l'espècie humana no hauria de tenir dret a violar el seu genoma. Aquestes posicions són minoritàries, però no ho són tant posicions, sobretot expressades per grups activistes de caràcter ecològista, per als quals l'única alternativa per a la producció agrícola és el conjunt de pràctiques que s'acullen entorn de l'agricultura ecològica i els estils de vida diferents d'aquells als quals ens ha portat la societat industrial. El conflicte creat per aquestes posicions és sense dubte el que ha donat lloc a una literatura més extensa.

LA MODIFICACIÓ GENÈTICA DE LES PLANTES EN L'ENTORN ACTUAL

En l'entorn que hem descrit l'aparició de les plantes transgèniques cultivades de manera massiva arreu del món ha donat lloc a un dels casos més discutits d'introducció d'una nova tecnologia. El nivell de conflicte que s'ha produït ha estat una sorpresa per a molts. La modificació genètica de les plantes amb les tècniques de la biologia molecular es troba en la línia dels es-

forços per tenir les millors característiques genètiques possibles en les plantes que cultivem. La millora genètica ha estat una disciplina desenvolupada durant el segle xx i que, al costat de moltes pràctiques agronòmiques diferents, ha aconseguit uns nivells de producció d'aliments que han contrarestat el ràpid augment de la població humana total. Per això la introducció de caràcters d'interès agronòmic com resistències a malalties, a insectes o toleràncies a herbicides, semblaven ben clarament en la línia dels esforços fets en el passat. I a això cal afegir les regulacions establertes als Estats Units, Europa i altres països, molt abans que aquestes plantes fossin utilitzades al camp, que havien de permetre evitar que es desenvolupessin varietats que poguessin ser problemàtiques per a la salut o el medi ambient. Però per diferents circumstàncies socials, polítiques i fins i tot comercials, l'oposició a aquestes plantes ha aparegut i s'ha mantingut amb gran intensitat, sobretot a Europa. Aquest conflicte ha donat lloc a múltiples reflexions sobre el tema des de diferents angles, incloent el de l'ètica (Nuffield Council of Bioethics, 1999; Organització per a l'Alimentació i l'Agricultura, 2001).

D'una banda podem considerar les plantes OMG com una tecnologia més de les que es fan servir en agricultura, i des d'aquest punt de vista caldria aplicar les reflexions fetes en els paràgrafs anteriors. En aquest sentit caldria preguntar-nos si introduir-les afavoreix una producció més eficient de les plantes que cultivem, si són segures i permeten tenir aliments saludables. I després caldria que ens preguntem si introduir-les dóna lloc a una agricultura amb menys impacte per al medi ambient. La resposta d'entrada és que no es pot generalitzar perquè per a cada espècie i per a cada modificació genètica el tipus de resposta pot ser diferent. Aquesta conclusió ja

apareix en les regulacions existents, en les quals es preveu que l'anàlisi dels efectes dels OMG es faci cas per cas. I es preveu una anàlisi del risc per prendre una decisió, i aquest tipus d'aproximació ja ens dóna elements de decisió, que han estat discutits a bastament. Les regulacions existents per al control dels OMG preveuen una anàlisi del risc però no un estudi de risc enfront de benefici. I des del punt de vista ètic ens podem preguntar si es té en compte el risc que es planteja per actuar i també el risc de no actuar. En termes generals ja hi ha veus que prevenen del risc que podem estar corrent si no ens posem a invertir en millora de plantes en general (European Plant Science Organization, 2005; The Royal Society, 2009) per enfrontar-nos als reptes que podem preveure que tindrem en el futur proper; la introducció dels OMG podria ser un cas particular. Per dir-ho de manera resumida, és possible que la modificació genètica de plantes no doni la resposta a tots els problemes que planteja la producció d'aliments i altres productes en el futur proper, però també és possible que no aprofitar les possibilitats que ofereix sigui un error, sobretot si tenim un marc regulador que ens pot permetre minimitzar els riscos.

Un altre aspecte que ha donat lloc a discussions té a veure amb l'aparició de monocultius. Algunes de les modificacions genètiques desenvolupades han donat resposta a la demanda d'un producte determinat, per exemple blat de moro o soja per a pinsos o producció d'oli. Això ha fet que s'hagin plantat grans extensions d'alguns d'aquests conreus. És el cas, per exemple, de la soja resistent a herbicides a l'Argentina o al Brasil. El seu èxit ha donat lloc a un gran monocultiu que ha estat certament un factor de creixement econòmic d'aquests països, però que planteja preguntes de tipus ecològic i social. Per exemple, l'ús

massiu d'herbicides o de plantes resistents a insectes pot donar lloc a l'aparició de plantes resistents als herbicides més utilitzats o d'insectes resistents a les proteïnes insecticides. Si això es dona podria impedir l'ús d'aquests herbicides o insecticides en el futur. L'aparició de grans superfícies de monocultius, d'altra banda, pot acabar creant problemes a les poblacions que estaven vivint d'un altre tipus d'agricultura. Es pot dir que aquests no són problemes específics de les plantes modificades genèticament, i que són efectivament els mateixos problemes que es produeixen en altres tipus de conreus, però la soja, el blat de moro o el cotó OMG ha donat lloc a aquest tipus de conflictes en algun lloc del món i han posat sobre la taula la legitimitat d'alguns dels seus usos. Es tracta, com es pot veure, d'un conflicte de tipus social i de base ètica que cal considerar.

Però també hi ha altres aspectes socials que cal tenir en compte. Per exemple, és un fet que la percepció social a Europa és negativa pel que fa a les plantes modificades genèticament. Per raons diferents que poden anar des del concepte de la sacralitat de la vida fins a temors de seguretat, del temor enfront d'un control de l'alimentació per part de les empreses multinacionals a preocupacions per la biodiversitat, el cert és que una majoria d'europaus és reticent al conreu i consum d'OMG. Hi ha, sens dubte, grans diferències entre països, i sembla que aquesta percepció negativa va canviant. Els més oposats a aquests cultius han estat fins ara Grècia i Àustria, mentre que els països nòrdics, Holanda, Anglaterra o Espanya no tenen una majoria de la població oposada a utilitzar-los. Però a tots els països europeus hi ha grans majories a favor que els productes d'alimentació continguin en la informació que es transmet al consumidor la presència de derivats d'OMG. Per aquesta raó hi ha a Europa

una normativa d'etiquetatge de tots els productes alimentaris en què hi hagi un component que contingui més d'un 0,9 % procedent d'un OMG. Es considera la resposta de la Unió Europea a l'expressió del dret a escollir el que es vol menjar reconegut al consumidor europeu.

Una altra qüestió que està present en les discussions sobre OMG és el paper de les indústries. L'existència d'empreses que proporcionen llavors als pagesos és un fet des del segle XVIII. Amb la introducció de llavors híbrides i certificades al segle passat el paper de les empreses de llavors i dels planters s'ha incrementat notablement. En particular, les llavors híbrides no permeten al pagès produir ell mateix una llavor idèntica a la que va comprar. De fet, al final del segle XX han entrat amb força en el negoci de les llavors empreses que procedeixen del sector químic i han acabat format un petit grup de multinacionals amb gran presència en la producció de llavors de gran conreu. Aquest fet ha tingut diversos efectes. Un és que la millora de plantes per a les espècies més importants ha passat en la seva majoria de ser una activitat pública a esdevenir una activitat industrial. Això ha donat lloc fins i tot en alguns països a la desaparició dels grups universitaris de recerca en aquest camp. Aquesta evolució, que s'ha donat ja fa temps en altres camps, s'ha accelerat amb l'aparició dels OMG. L'empobriment de la recerca universitària en millora de plantes pot impedir atacar problemes diferents dels que interessin a les grans companyies i donar lloc a una manca de criteri públic a l'hora de prendre decisions en un tema cabdal.

Les plantes modificades genèticament han acabat necessitant grans inversions per al seu desenvolupament, sobretot a causa del cost necessari per a l'aprovació. Es tracta de xifres de vora quinze o vint milions d'euros per cada modificació genètica. I

també calen experiments de camp que s'es-
tenen durant anys. Per tant, aquestes inver-
sions només tenen sentit en plantes de
gran conreu en les quals es poden obtenir
beneficis que compensin les inversions, i
només les poden fer les grans companyies.
Però al mateix temps aquestes plantes don-
nen a les companyies que les produeixen
un valor afegit de gran importància que els
dóna un avantatge competitiu sobre la resta.
Aquests fets han donat lloc a una gran
concentració de les empreses de llavors en
un grapat de noms. I la concentració en po-
ques mans d'un producte essencial per a
l'alimentació com són les llavors planteja
per a alguns el risc que el desenvolupa-
ment de les llavors només afavoreixi aque-
lles que tenen interès en termes econòmics
i, per tant, per a les agricultures més pode-
roses dels països desenvolupats.

CONCLUSIONS

Sovint la introducció de noves idees ci-
entífiques i de noves tecnologies ha donat
lloc històricament a conflictes de diferent
tipus, que poden tenir bases ideològiques,
filosòfiques o religioses molt diverses i que
poden expressar un malestar social més o
menys profund. Les noves idees de la cièn-
cia sovint han fet trontollar creences que
estaven ben establertes i han provocat con-
flictes de vegades sagnants. Les noves tec-
nologies sacsegen interessos creats que po-
den afectar les estructures socials i
impliquen canviar costums sovint arrelats
i prendre decisions sobre com es fan servir
sovint en un entorn d'incertesa. Des que hi
ha història sabem que hi havia autors que
defensaven que qualsevol temps passat era
millor quan hi havia innovacions que arri-
baven per destorbar la vida tranquil·la en la
qual vivíem. El que passa més sovint és
que les novetats s'acaben integrant en la

societat i passat el temps esdevenen tradi-
cions, o que les idees fan part de la base co-
muna de coneixements de la societat. Avui
ningú no s'oposa a l'augment de la veloci-
tat dels trens en termes de perillositat per a
la vida de la gent i la majoria està conven-
çuda que la Terra fa voltes al voltant del
Sol, encara que, sorprenentment, una mi-
noria significativa resisteix. També passa
que la societat mantingui de manera inde-
finida una forta reacció contra alguna apli-
cació tecnològica. Potser l'exemple més
evident i comprensible és el rebuig de l'ar-
mament nuclear. De tot això hi ha hagut en
els conflictes plantejats entorn de la intro-
ducció de les plantes modificades genètica-
ment.

Les plantes transgèniques van començar
a ser introduïdes en el mercat l'any 1994
sense una oposició destacable. Per dife-
rents circumstàncies, que la història s'en-
carregarà d'analitzar en detall, entorn de
l'any 2000 el conflicte entre els seus parti-
daris i els seus detractors estava encès i,
amb daltabaixos, ha estat viu des d'alesho-
res. L'aparició d'aquestes plantes ha tingut
efectes profunds en algunes agricultures
com les d'Amèrica Llatina i, probablement,
en tindran a l'Àsia. També han provocat
canvis importants en l'estructura de les
grans empreses de llavors del món i han
posat sobre la taula un tipus de debat al
qual no estàvem acostumats ni els que tre-
ballem en biologia molecular ni els page-
sos acostumats a fer servir els materials
més eficaços possibles als seus camps. I el
debat ha estimulat que es posin sobre la
taula consideracions de tipus ètic per tractar
d'analitzar el conflicte.

Ja hem vist que es poden posar sobre la
taula diferents criteris de tipus filosòfic per
abordar la qüestió, que van des de conside-
rar la dignitat de les plantes fins al nostre
dret d'actuar sobre la natura. Un darrer in-
forme del Grup Europeu d'Ètica de les

Ciències i les Noves Tecnologies de la Comissió Europea (European Group of Ethics on Sciences and New Technologies, 2008) s'ocupava d'aquest tema. En l'informe no es considerava que el debat purament filosòfic ajudés a arribar a les conclusions pràctiques que serien desitjables, perquè les arrels filosòfiques d'una anàlisi no han de ser necessàriament decisives a l'hora de prendre una decisió de tipus pragmàtic. En una anàlisi dels valors que cal defensar s'arribava a la conclusió descrita abans que qualsevol nova tecnologia que es vulgui fer servir en agricultura hauria d'estar dirigida a aconseguir una producció d'aliments suficients per a tothom, segurs i saludables, i a fer que aquesta producció sigui sostenible. Hi ha hagut estudis (Organització Mundial de la Salut, 2000; Brooks i Barfoot, 2006) per tractar de concloure si els procediments actuals eren adequats per assegurar la manca d'efectes dels OMG per a la salut i el medi ambient, i han conclòs que són àmpliament suficients. Caldria potser veure si el seu caràcter exhaustiu no està, de fet, impedit que les noves tecnologies es puguin fer servir en algunes aplicacions en les quals podrien ser emprades i solucionar problemes amb què es troben els països. En aquest sentit una anàlisi de la balança entre risc i benefici seria sovint apropiada i podria ser èticament reprovable que certes aplicacions de la modificació genètica de plantes hagin estat retardades per raons essencialment ideològiques, quan podrien estar resolent problemes de salut. També recorda l'opinió de l'EGE que hem de prioritzar tot allò que permeti reduir la divisió escandalosa entre un món que malbarata una part important dels seus aliments i l'altra part, que no hi té accés suficient. I cal analitzar les tendències actuals de concentració industrial, reducció de la despesa en recerca pública i un ús probablement excessiu del dret de patents

per tractar que es prenguin mesures que impedeixin que un element essencial de la nostra cadena de producció de llavors estigui controlat per un nombre reduït d'empreses.

L'ús de tecnologies potents i complexes necessita una reflexió profunda per tractar de copsar-ne la complexitat i prendre aquelles decisions que ens permetin de treure'n el màxim de beneficis. El fet és, però, que en un món globalitzat en el qual la complexitat és la regla, sovint molts escoltem només les receptes més senzilles proclamades amb els mitjans més potents. En una societat democràtica estem convençuts que la reflexió del conjunt de les qüestions en joc i l'examen de les millors dades disponibles ha d'acabar prevalent. En aquest cas l'anàlisi cas per cas dels beneficis i dels riscos que plantegen aquestes noves tecnologies sembla que és la via necessària per utilitzar-les. L'agricultura és la base de l'alimentació de les nostres poblacions i un factor essencial per a l'equilibri ecològic i social del planeta. Les tecnologies que desenvolupem en el present i el futur han de ser utilitzades per aprofitar els beneficis que produeixen, per minimitzar els riscos, i perquè serveixin per a la majoria dels habitants del planeta actualment i en el futur.

BIBLIOGRAFIA

- ASSEMBLEA GENERAL DE LES NACIONS UNIDES (2000). *United Nations Millenium Declaration* [en línia]. <<http://www.un.org/millennium/declaration/ares552e.pdf>>
- BARTON, K. A.; BINNS, A. N.; MATZKE, A. J.; CHILTON, M. D. (1983). «Regeneration of insect tobacco plants containing full length copies of genetically engineered T-DNA and transmission of T-DNA to R1 progeny». *Cell*, 32: 1033-1043.
- BROOKS, G.; BARFOOT, P. (2006). *GM-Crops, the first ten years. Global Socio-Economic and Environmental impact*. Nova York: ISAA.

- CE (2001). *Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo* [en línia]. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:106:0001:0038:ES:PDF>>.
- CE (2003a). *Reglamento (CE) nº 1829/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo* [en línia]. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0001:0023:ES:PDF>>.
- CE (2003b). *Reglamento (CE) nº 1830/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo* [en línia]. <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0024:0028:ES:PDF>>.
- CEE (1990). *Directiva 90/220/CEE del Consejo de 23 de abril de 1990 sobre la liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente* [en línia]. <http://www.belt.es/legislacion/vigente/alimentaria/prot_biotech/comunitaria/pdf/dir_90_220.pdf>.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. GMO PANEL. (2006). *Guidance document for the risk assessment of genetically modified plants and derived food and feed by the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms (GMO) - including draft document updated in 2008* [en línia]. <http://www.efsa.europa.eu/cs/BlobServer/Scientific_Document/gmo_guidance_gm_plants_en,0.pdf?ssbinary=true>.
- EUROPEAN GROUP OF ETHICS IN SCIENCE AND MODERN TECHNOLOGIES (2009). *Ethics of modern developments in agriculture* [en línia]. <http://ec.europa.eu/european_group_ethics/docs/opinion24_en.pdf>.
- EUROPEAN PLANT SCIENCE ORGANISATION (2005). «European plant sciences: a field of opportunities. Journal of Experimental». *Botany*, 56: 1699-1709.
- FEDERAL ETHICS COMMITTEE ON NON-HUMAN BIOTECHNOLOGY (2008). *The dignity of living beings with regard to plants* [en línia]. <<http://www.ekah.admin.ch/uploads/media/e-Broschure-Wurde-Pflanze-2008.pdf>>.
- HERRERA-ESTRELLA, L.; DEPICKER, A.; MONTAGU, M. VAN; SCHELL, J. (1983). «Expression of chimaeric genes transferred into plant cells using a Ti-plasmid-derived vector». *Nature*, 303: 209-213.
- KLEIN, T. M.; WOLF, E. D.; WU, R.; SANFORD, J. C. (1987). «High velocity microprojectiles for delivering nucleic acids into living cells». *Nature*, 327: 70-73.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1984). *Genetic engineering of plants: agricultural research opportunities and policy concerns*. Washington: National Academy Press.
- NUFFIELD COUNCIL OF BIOETHICS (1999). *Genetically modified crops: the ethical and social issues*. Londres: Nuffield Council of Bioethics.
- ORGANITZACIÓ PER A L'ALIMENTACIÓ I L'AGRICULTURA (2001). «Genetically modified organisms, consumers, food safety and the environment». *FAO Ethics Series*, 2.
- ORGANITZACIÓ PER A L'ALIMENTACIÓ I L'AGRICULTURA (2008). *Declaration of the High-Level Conference on World Food Security: The Challenges of Climate Change and Bioenergy* [en línia]. <http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/foodclimate/HLCdocs/declaration-E.pdf>.
- ORGANITZACIÓ MUNDIAL DE LA SALUT (2000). *Aspectos relativos a la inocuidad de los alimentos de origen vegetal genéticamente modificados. Informe de una Consulta Mixta FAO/OMS*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- THE ROYAL SOCIETY (2009). *Reaping the benefits*. Londres: The Royal Society.