

Plantes transgèniques i medi ambient

Pere Puigdomènech

Departament de Genètica molecular. Centre d'Investigació i Desenvolupament, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

L'impacte de l'activitat agrària en el medi es remunta als seus inicis, al Neolític, però la degradació ambiental provocada per l'agricultura ha augmentat notablement al llarg de l'últim segle. Satisfer les necessitats alimentàries d'una població creixent i conservar alhora els recursos naturals com el sòl o l'aigua, és el repte que afronta una nova agricultura que, a més, està diversificant les seves funcions amb la "fabricació" de productes no alimentaris (plàstics, combustible, fàrmacs). Els avenços científics, mitjançant la biologia molecular i la producció de plantes transgèniques, obren una via en aquest sentit, però no estan exempts de riscos per a la salut, la biodiversitat i les economies dels països més pobres.

L'efecte que les activitats humanes tenen sobre el medi aixeca grans interrogants, però hi ha una activitat on aquest impacte ambiental és indiscutible: l'agricultura. Només cal viatjar a través de qualsevol país del món per adonar-nos de l'enorme impacte que l'agricultura i la ramaderia tenen sobre la superfície del nostre planeta.

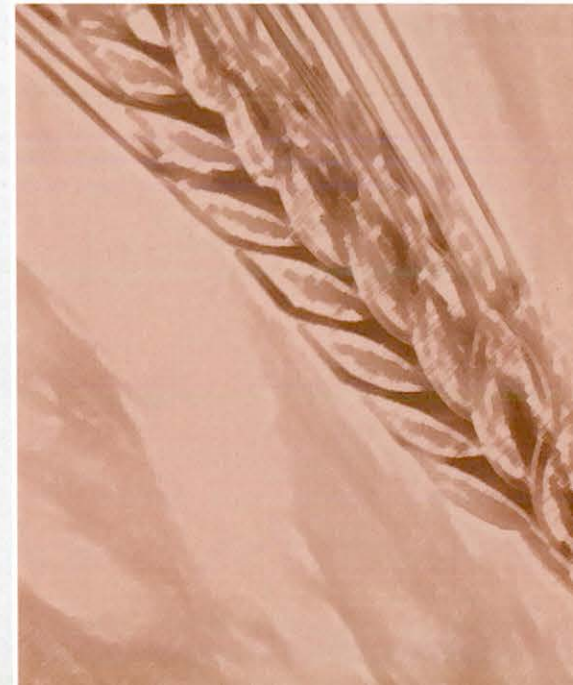
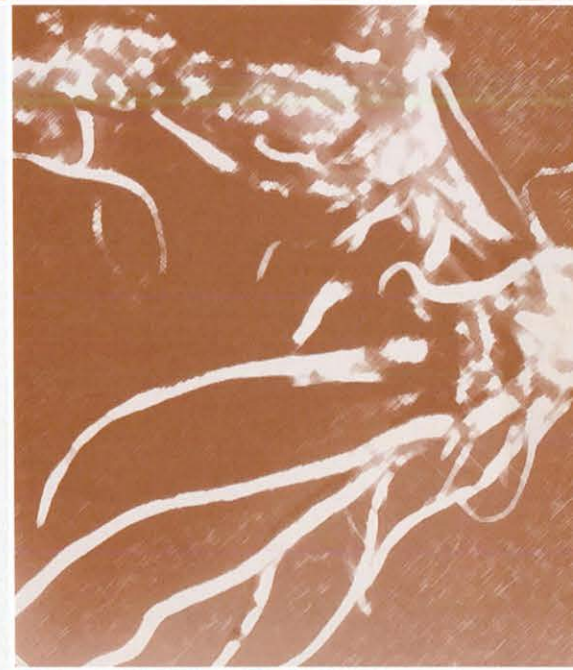
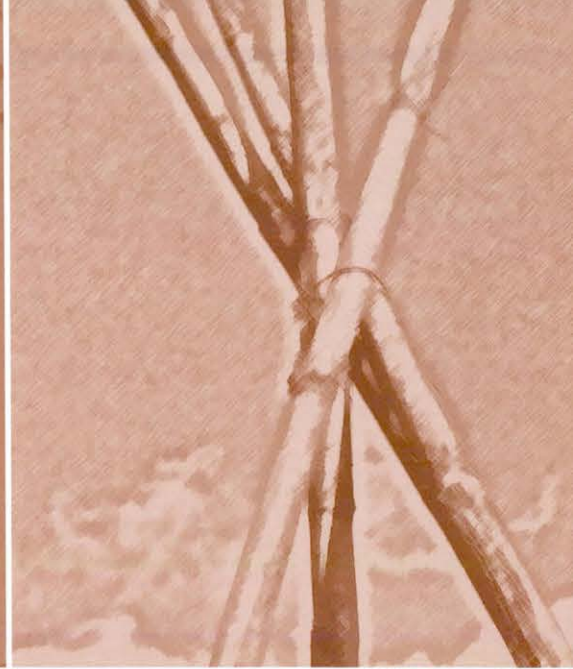
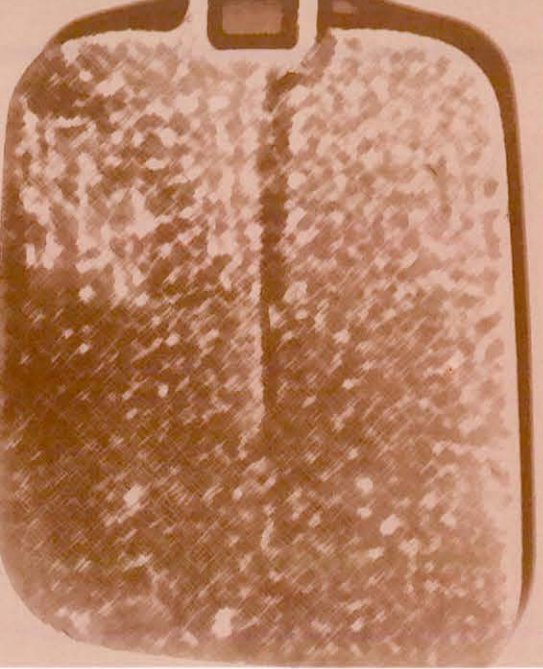
Des d'una perspectiva històrica l'etapa decisiva en l'evolució de l'home, en la que es va definir la societat tal com la coneixem avui dia, va ser el Neolític. La domesticació de plantes i animals i la consegüent constitució de societats sedentàries constitueixen l'inici d'un programa que potser ara comencem a completar. Durant aquest període es produeix el més gran trasbals ecològic mai efectuat per l'home sobre extensions enormes de terreny. Això inclou la desforestació i la dessecació d'espais humits, la introducció d'espècies vegetals i animals forasteres i la selecció de les millors races i varietats. Tan intensa va ser aquesta activitat que avui dia se'ns fa sovint impossible imaginar com era el món abans d'aquesta profunda revolució. Fins i tot se'ns fa difícil imaginar com eren algunes d'aquestes espècies que hem utilitzat abastament abans que l'home del Neolític comencés a manipular-les.

Res millor que la Bíblia per constatar quina era l'actitud de l'home del Neolític avançat. El mandat de Jahvé de créixer i multiplicar-se, de dominar la terra n'és la prova. Però al mateix temps el Gènesi ens prevé de no anar massa lluny perquè si l'home tasta la fruita del bé i del mal, l'expulsió del Paradís n'és el resultat.

L'impacte ambiental de l'agricultura

Com en tantes altres activitats, sembla que en el nostre segle estem passant una pàgina, assenyalant-nos potser que el programa fixat en el Neolític està per fi esgotat i hem de marcar-nos unes noves fites i adoptar comportaments nous. D'una banda, en certs llocs del planeta continua l'activitat desforestadora per obtenir noves terres cultivables. A Europa, per exemple, ens pot sorprendre que a l'Amazones es treballi en la desforestació d'una part de la selva, però no hem d'oblidar que al nostre continent estan encara vigents (o ho han estat fins fa poc temps) lleis que promouen l'asseccament de zones humides. D'altra banda, es comencen a sentir els efectes de l'agricultura sobre elements essencials de l'equilibri ambiental, ja sigui en la contaminació de les aigües o en la desaparició d'espècies d'insectes, peixos o aus com a efecte d'un ús indiscriminat de plaguicides i adobs. Això és la conseqüència directa de l'aplicació d'uns processos que, paradoxalment, han estimulat en gran manera l'eficiència de l'agricultura.

De fet, si en el nostre planeta hi poden viure milers de milions d'habitants és en gran part degut a l'èxit de l'agricultura moderna. Això vol dir tècniques eficaces de rec, adobs adequats, herbicides i plaguicides potents i selectius i l'ús de llavors millorades. Gràcies a aquestes pràctiques, des del darrer segle l'agricultura ha fet un altre salt qualitatiu, de manera que si avui algú passa fam en el món (malauradament massa gent n'hi passa) no és pas per falta de producció, sinó més aviat per problemes de distribució de la riquesa.



L'agricultura moderna té un impacte ambiental considerable, i a mesura que creix la població mundial, també augmenta la demanda d'una millor qualitat dels aliments i del medi: ens trobem davant un dels típics dilemes del nostre temps.



Per tant, en l'actualitat ens trobem amb una agricultura molt eficaç però que produeix un fort impacte sobre el medi. Ens trobem també amb una població que no para d'augmentar i que té unes creixents demandes de bona qualitat tant dels aliments com del medi. Aquestes exigències poden semblar difícils de ser acomplertes simultàniament. Estem, doncs, davant d'un dels típics dilemes del nostre temps i d'alguna manera hi hem d'anar trobant solucions. És en aquest context que apareixen les tècniques de transformació de plantes.

Com hem dit, les diferents etapes de l'evolució de l'agricultura es corresponen amb una relació diferent de l'home amb les plantes que fa servir. Fins al segle passat, la pràctica agrícola continuada i els mètodes empírics de selecció de llavors van portar a escollir les espècies més productives i acceptables i les varietats millors. L'arribada d'espècies d'Amèrica a partir del segle XVI n'és un exemple extraordinari. Els últims cent anys han vist l'ús de l'aplicació de la genètica per aconseguir espècies millorades, la qual cosa ha donat lloc a increments en els rendiments, multiplicat-se en alguns casos per factors importants. Aquesta és, sens dubte, una de les raons que fan que un nombre cada cop més petit d'agricultors puguin donar de menjar abundantment a un nombre cada cop més gran d'individus. És important en tot cas conservar la perspectiva del què passava fa només un segle, quan un gran nombre d'agricultors i una gran superfície cultivada tan sols aconseguia alimentar una població molt més petita que l'actual. Si ens remuntem a períodes encara més antics, a la Península Ibèrica hi malvivien un petit nombre d'individus, potser unes desenes o centenars de milers. Actualment, la Península Ibèrica, després d'alimentar en general de forma excessiva una població de més de quaranta milions, és un exportador de productes agrícoles.

De totes formes, les tècniques de genètica clàssica tenen unes limitacions importants. De fet, la limitació decisiva és que quan interessa introduir una característi-

ca genètica d'interès en una varietat productiva cal buscar si dins de l'espècie, o en una espècie molt propera, existeix aquest caràcter. Quan és així, les tècniques de creuament i millora clàssiques són molt eficaces. Però sovint això no es dona. Per exemple, sovint en una espècie no existeix cap varietat resistent a un virus o a un paràsit determinat. En aquests casos, les tècniques clàssiques no hi poden fer res. És aquí on intervenen les tècniques de transformació de plantes.

Les plantes transgèniques

Fa uns vint-i-cinc anys que sabem aïllar gens i fa uns catorze que els sabem introduir en les plantes. Això vol dir que tenim un conjunt de mètodes molt diversos que ens permeten d'extreure i identificar gens de pràcticament qualsevulla espècie, fent les funcions més variades. Com discutirem després, aquest aspecte de la recerca en genètica molecular farà en els propers anys un salt important per la disponibilitat d'una eina de gran interès: el coneixement de la seqüència de genomes sencers.

En quatre o cinc anys tindrem en les bases de dades la seqüència completa del genoma d'una planta, *Arabidopsis thaliana*, que ha estat escollida perquè té el genoma més petit conegut en espècies vegetals. Aquesta base de dades tindrà informació sobre els 25 ó 30 mil gens que defineixen una planta. Hores d'ara sabem alguna cosa d'un centenar d'aquests gens com a molt. La feina en el proper segle serà conèixer que fa cadascun d'ells, com es relacionen entre si i estudiar el que diferencia una planta d'una altra. Al mateix temps anirem obtenint informació sobre genomes bacterians -el genoma de llevat ja esta acabat i està molt avançada la seqüenciació del genoma d'un nemàtode- i en uns deu anys assolirem el coneixement dels 80 ó 100 mil gens del genoma humà. A la vista d'això, podem comprendre el programa complexe, però interessantíssim, que tenim davant nostre. De totes maneres conèixer els gens no és suficient. També podem modificar aquests

gens en el laboratori, sintetitzar-los tots o només una part, i reintroduir-los en plantes. Una planta a la que hem introduït un gen extern fent servir tècniques de biologia molecular l'anomenem una planta transgènica. Des que el 1983 es va aconseguir introduir un gen funcional en una planta, les tècniques han anat millorant de forma continuada. Principalment ha anat augmentant l'eficàcia de la transformació i la seva aplicació a un nombre més gran d'espècies.

Hi ha essencialment tres tipus de tècniques per transformar plantes. Una d'elles fa servir les propietats de bacteris del grup dels *Agrobacterium*, que són paràsits de plantes que durant el seu cicle modifiquen el genoma de cèl·lules de les plantes infectades. Aquesta propietat ha permès manipular *Agrobacterium* de forma que fos possible utilitzar les seves propietats per introduir qualsevol tipus de gens en plantes. L'única limitació important és que *Agrobacterium* té un espectre d'infecció limitat a certs grups d'espècies de plantes.

L'altra tècnica utilitzada freqüentment és el microbombardeig, que consisteix en llençar a grans velocitats partícules de metalls inerts (or o tungstè en general) sobre preparacions de cultius vegetals. El DNA, que conté el gen o els gens que es volen introduir en la planta, es disposa a la superfície de les partícules, que penetren en les cèl·lules i deixen anar el DNA que acabarà incorporant-se al genoma de la planta.

Finalment, també hi ha la possibilitat de produir protoplastes, que no són més que cèl·lules vegetals a les que se'ls ha digerit la paret cel·lular. En aquestes condicions es pot fer entrar el DNA dins de la cèl·lula simplement permeabilitzant-ne la membrana o ajudant amb petits impulsos elèctrics.

Mitjançant algun d'aquests mètodes, avui podem introduir dins de les plantes els gens prèviament aïllats en el laboratori. També cal que aquest DNA estigui preparat de manera que la cèl·lula el reconegui com un gen propi, però això no presenta excessius problemes. Les limitacions de la tècnica

estan en que encara hi ha espècies en les que la transformació es difícil o farragosa, o en que no hi ha gens prou interessants per introduir. Tant un aspecte com altre són objecte d'intensa recerca, i s'hi avança a gran velocitat.

Usos de les plantes transgèniques

Catorze anys han passat des que la primera planta transgènica fos obtinguda, i enguany ja han arribat els primers grans transgènics al port de Barcelona. Si ens ho mirem amb una certa perspectiva, tenint en compte que els programes de millora de plantes acostumen a mesurar-se en decennis, les coses han anat de forma molt ràpida.

També és cert que des de certs punts de vista aquestes plantes són una primerenca generació de transgènics. D'una banda els gens introduïts tenen unes funcions relativament senzilles. En la major part dels casos permeten que les plantes es converteixin en resistents o tolerants a l'atac per insectes, per virus o al tractament per herbicides. En aquests casos només cal una proteïna nova que té una acció insecticida, que impedeix la infecció vírica o que destoxifica l'herbicida perquè la planta adquireixi un caràcter genètic nou i útil. D'altra banda, els gens que s'introdueixen tenen uns nivells d'expressió impredecibles. Això és degut en part a les seqüències que controlen els gens, de les que se'n disposa de només un petit nombre, i en part a que les actuals tècniques de transformació no permeten dirigir el gen per introduir-lo a un lloc concret del genoma sinó que es col·loca a l'atzar, la qual cosa implica un element d'incertesa en els nivells d'activitat del nou gen. Això no ha de ser un inconvenient per a les aplicacions agrícoles, fins i tot pot ser un avantatge, ja que pot permetre d'escollir d'entre les diferents plantes transgèniques obtingudes aquelles que tenen els efectes més adequats per a la seva utilització.

Ja han estat mencionats alguns dels caràcters que han estat introduïts en primer lloc

en plantes mitjançant les tècniques de transformació. Se'n poden mencionar d'altres. De fet, la primera planta que va arribar al mercat (d'Estats Units) com planta transgènica va ser un tomàquet en el que la maduració havia estat retardada. Per aconseguir això s'han seguit diferents vies que tenen a veure amb la síntesi d'una hormona que en el tomàquet controla la maduració del fruit. Aquesta hormona es l'etilè. Diferents grups han seguit estratègies diverses però tots tenien com la mateixa finalitat: que el nivell d'etilè en el fruit disminuís, provocant així que el procés de marcimant fos més lent. Això vol dir que el fruit es pot collir més tard de la planta, que les pèrdues en el transport són més baixes, i que la polpa que s'obté és més consistent. Un procediment semblant s'ha aplicat també en melons. Un altre exemple molt interessant en aquest camp fa referència als híbrids de qualsevulla espècie, que es poden aconseguir fent que un gen destrueixi les cèl·lules que han de donar lloc al pol·len en una planta concreta. Aquests són potser exemples clars de com les tècniques actuals poden donar lloc a caràcters interessants per a l'agricultura.

De totes maneres, és probable que aquests siguin uns usos que veurem com a primitius d'aquí a poc temps. Com ja s'ha dit, el nostre coneixement en aquest camp està evolucionant molt ràpidament. Dita evolució destaca, sobretot, en tres aspectes: 1. El nostre coneixement dels gens de plantes i d'altres organismes. 2. El nostre coneixement de com funcionen els gens en les plantes i 3. Les tècniques d'obtenir plantes transgèniques.

El nostre coneixement dels gens de plantes avança molt de pressa. Només cal veure el creixement dels bancs de dades. Fins fa pocs anys per cada espècie teníem quatre o cinc gens aïllats, ara els gens disponibles es calculen en centenars i, el que és més important, aviat els tindrem tots. Efectivament, el programa de seqüenciació sistemàtica del genoma d'una planta específica està avançant i es preveu que s'acabi en cinc o sis anys. Aquesta planta es una

petita crucífera, *Arabidopsis thaliana*. La raó per que s'ha escollit aquesta espècie és perquè és la d'ésser una de les espècies vegetals conegudes amb menor contingut de DNA. Es calcula que caldrà seqüenciar uns 100 milions de parells de bases de les quals ja en tenim uns 2 milions.

D'altra banda, ha estat demostrat clarament que es poden aprofitar les dades que s'obtenen d'una planta per traslladar-les a espècies properes i, per tant, el que es descobreixi en una espècie es pot intentar aplicar també en una altra que sigui econòmicament més important. El genoma d'*Arabidopsis*, com possiblement el de l'arròs en els cereals (sobre el que hi ha projectes de gran envergadura al Japó) seran punt de referència per estudiar també les diferències que hi ha entre les diverses espècies i per tractar d'extreure'n una d'interès específic. També s'estan produint avenços en espècies animals i microbianes que poden contenir gens aplicables a les plantes. Per tant, ben aviat augmentarem de forma important el nostre coneixement dels gens que poden ser aplicats a les plantes.

Quan tinguem tots aquests gens aïllats caldrà desxifrar la seva funció i les relacions entre ells. Hi ha qüestions de gran importància com el rendiment, la resistència a la sequera o la tolerància a terrenys extrems en les que intervenen col·leccions de gens. Mica en mica, anem coneixent com aquestes col·leccions són controlades, i això ens dóna noves possibilitats d'actuació.

També es van acumulant dades sobre com funcionen els gens en les plantes. Aquesta és una qüestió d'una rellevància clara. Si nosaltres introduïm gens en una planta és perquè funcionin i perquè ho facin de la manera que nosaltres volem. Per exemple, pot ser interessant que si en una planta introduïm una proteïna contra un insecte, aquesta proteïna no estigui present en el gra, que es el que sovint es consumeix. Per tant, es tracta de que el gen només s'expressi, i a uns nivells que protegeixin a la planta, en els teixits que l'insecte ataca. Les dades que s'acumulen haurien de permetre

obtenir unes plantes en les que els gens es regulen de la forma més òptima.

El tercer aspecte en que s'està avançant de forma ràpida és en el de les tècniques de transformació. Avui sabem introduir gens en gairebé totes les espècies vegetals importants, des de les més senzilles com el tabac, fins a les més complicades com els cereals. De totes maneres en alguns casos la metodologia existent és pesada o encara no suficientment establerta. Hi ha espècies importants com algunes lleguminoses, per exemple, de les quals no podem produir plantes transgèniques de forma rutinària. En tot el procés hi ha encara moltes etapes en què les condicions han estat establertes de forma empírica. Hi ha per tant una tasca de recerca que cal fer en aquesta direcció. Tot això ens diu que en els catorze anys que han passat d'ençà que es demostrés que es podien produir plantes transgèniques, aquestes han arribat al mercat molt de pressa, és d'esperar que en el futur en tinguem d'altres amb característiques molt millor dissenyades, amb uns costos menors i que tinguin caràcters nous i molt diversos.

Aquesta recerca pot portar, doncs, noves generacions de plantes transgèniques. A continuació, mencionem alguns tipus de caràcters que apareixeran en les plantes transgèniques els propers anys.

En primer lloc, es treballarà sobre els que tenen a veure amb modificacions en el metabolisme de les plantes. Molts dels productes que utilitzem, i que provenen de les plantes, són productes que la planta emmagatzema en la llavor per fer-los servir durant la germinació. És el cas dels sucres, olis i proteïnes que normalment estan en el gra. Durant anys, la millora genètica ha estat sovint dirigida a aconseguir que aquest material de reserva sigui el més abundant possible i que tingui una composició adequada. Dins d'uns certs límits, variar aquesta composició no té cap efecte en el creixement i rendiment global de la planta. Avui dia, les tècniques de la biologia molecular estan aconseguint aïllar els gens que controlen la síntesi i emmagatzematge

A banda d'una millora en la rendibilitat de la producció d'aliments, les plantes transgèniques es poden utilitzar per produir fàrmacs, additius alimentaris, colorants, combustibles o plàstics.



d'aquests productes, el que possibilita la seva modificació. Les perspectives són que podrem tenir llavors amb una composició en materials de reserva dirigits a voluntat amb les úniques limitacions que imposi el propi metabolisme de la planta que, d'altra banda, sembla ser molt flexible.

Si la planta admet grans variacions en el metabolisme dels productes de reserva, encara en tolera més en el metabolisme secundari. Aquest agrupa una gran quantitat de vies metabòliques que donen lloc a substàncies que no són essencials per al desenvolupament normal de la planta, però que poden tenir un gran interès econòmic. Molts dels fàrmacs, additius per a l'alimentació, colorants, etc. que s'extreuen de plantes provenen del metabolisme secundari. En aquest cas, no tractant-se de vies metabòliques essencials, les possibilitats de modificar-les semblen ser molt superiors. Per tant, podem pensar en bloquejar-ne alguna per tal d'obtenir un producte més pur, o bé productes d'interès en espècies més fàcils de cultivar o en proporcions més altes, o nous productes mitjançant la introducció de nous enzims. Les possibilitats en aquest camp semblen molt grans. També ha estat demostrat que és factible la producció en plantes de substàncies d'interès farmacològic que van des d'hormones o vacunes humanes a anticossos. Que aquesta producció sigui interessant o rendible dependrà òbviament de molts factors. Existeixen altres possibilitats com la modificació dels colors de les plantes, ja sigui per obtenir varietats ornamentals noves o fibres tèxtils de colors o textures diferents, com ja s'està fent amb el cotó.

A més llarg termini les possibilitats que s'entreveuen són molt diverses. Ja s'estan fent servir combustibles basats essencialment en olis i alcohols provinents de plantes. Si podem modificar aquests compostos i augmentar la seva producció potser podrem anar trobant substituïts als combustibles fòssils. També s'ha demostrat la possibilitat de produir plàstics biodegradables en plantes, com el polihidroxibutirat. Aquests són bons exemples del què ens poden oferir

les plantes davant la perspectiva de disminució dels recursos fòssils.

Riscos de les plantes transgèniques

L'arribada als nostres ports de les primeres llavors de soja i blat de moro obtingudes a partir de plantes transgèniques ha fet que grups fins ara desinteressats per aquestes qüestions es plantejessin els possibles efectes que aquestes plantes poden tenir sobre la salut, el medi o l'economia. Fa anys que aquests temes es discuteixen als països occidentals i, per aquesta raó, les plantes transgèniques han passat diversos controls abans de ser comercialitzades per assegurar-ne la seva innocuïtat. Aquests resultats han mostrat possibles riscos que cal tenir en compte.

Es difícil preveure els efectes que les plantes transgèniques poden tenir sobre la salut. Alimentar-se amb plantes que tenen un gen més, no canvia gairebé res, ja que de gens en mengem sempre i no tenen cap efecte sobre nosaltres. Els gens de resistència a antibiòtics que, com a conseqüència de les tècniques emprades en la transformació, tenen algunes d'aquestes plantes ja estan presents en el medi, però molts pensen que és millor no introduir aquesta resistència en les plantes. Sí s'ha demostrat, però, que les propietats d'una proteïna es mantenen al passar la proteïna d'una espècie a una altra. Això pot ser important, per exemple, en el cas de proteïnes que tenen la propietat de produir al·lèrgia. Ha estat provat que aquestes propietats passen d'una espècie a una altra, igual com lògicament passaria amb proteïnes tòxiques. Per tant, s'han de tenir en compte aquests casos, que són un exemple clar en el que caldria preveure la difusió d'informació sobre algunes d'aquestes plantes per al consumidor.

També s'ha demostrat que existeix la probabilitat de que passin gens d'espècies cultivades a parents salvatges que poden ser males herbes. Això ha estat demostrat per a les espècies del gènere de les Brassicas que formen un conjunt important d'espècies cultivades com les cols o la colza, i

tenen parents propers en espècies silvestres. Experiments realitzats a Dinamarca han mostrat que el pas de gens de les espècies cultivades a les silvestres es dona amb una baixa freqüència, però no nul·la. S'ha alertat sobre la possibilitat que algun gen de planta transgènica pogués passar a unes males herbes i els pogués donar un avantatge sobre les que no el tenen, provocant així desequilibris ecològics. Aquesta és una possibilitat que, per molt remota que sigui, cal considerar atentament. Cal tenir en compte, però, que un efecte d'aquest tipus es pot produir en casos molt específics com, per exemple, quan sigui possible la pol·linització d'una espècie cultivada a una salvatge i es puguin traspasar gens que donin un avantatge selectiu. Aquestes condicions es donen en molt pocs casos, però possiblement calgui pensar en dictar unes pràctiques agronòmiques determinades.

Un darrer punt que s'ha estat discutint és si la introducció de les plantes transgèniques podria contribuir a reduir la biodiversitat. Aquest és, sense dubte, un efecte de les llavors millorades en general, i pot ser un argument per proposar una rotació o recanvi entre varietats i espècies. La pèrdua de biodiversitat reclama, sobretot, un esforç més gran en la conservació de les diferents varietats de les espècies cultivades. En els anys posteriors a la Segona Guerra Mundial fundacions privades i organismes internacionals van fer un esforç per crear xarxes de centres que conservessin i distribuïssin arreu del món estocs el més complets possible de varietats de plantes cultivades. Així va néixer un centre per a l'arròs a les Filipines, un altre per a la patata al Perú i un per al blat i el blat de moro a Mèxic, entre d'altres. Aquests centres han fet una funció important en aquesta direcció, però les noves tendències de rebuig de la funció de les organitzacions internacionals estan posant aquests centres en dificultats financeres serioses. Si el problema és cert, caldria reconsiderar potser aspectes del funcionament d'aquests centres, però no la seva funció de conservació i distribució de la

variabilitat genètica. D'altra banda, els primers que són conscients de la riquesa que significa aquesta variabilitat són els milloradors de llavors de les empreses, que en molts casos mantenen amb molta cura les seves col·leccions pròpies.

Les plantes transgèniques en una economia global

Queda clar, pel que ha estat presentat fins ara, que el que s'està fent amb plantes pot tenir uns efectes econòmics importants. Això ens condueix a la situació en què ens trobem actualment i als riscos de conflictes d'interessos que es poden preveure. D'una banda, hi ha aquells que encertadament o no van prendre fa deu o quinze anys el risc d'invertir en aquestes metodologies. Aquest seria el cas d'algunes grans companyies de llavors o agroquímiques (no totes) i petites companyies de biotecnologia que es van crear amb aquesta finalitat concreta. Un petit nombre ha perseverat en el seu interès i són aquestes les que controlen un elevat percentatge de les patents de plantes transgèniques que s'han aprovat. D'altra banda, hi ha aquelles companyies que no van saber invertir a temps però que ho estan fent ara, aquelles que no en van tenir l'oportunitat i, a un altre nivell, els usuaris últims que són els pagesos i els consumidors. Aquesta divisió s'agreuja si hi introduïm les divisions geogràfiques. L'avantatge del primer món, sobretot dels Estats Units, respecte del Tercer Món es evident. Els interessos en joc estan esdevenint ben clars i això fa que molts es plantegin qüestions sobre el dret de patentar gens o parts de gens, que en el fons no són més que elements dels éssers vius. Aquesta és una discussió que tindrà una repercussió creixent tant en l'agricultura com en la recerca sobre les bases moleculars del funcionament de les plantes. D'altra banda, cal tenir en compte que els projectes que estan en marxa poden afectar no únicament el mercat de llavors sinó també pràctiques agrícoles determinades. Per exemple, si s'aconsegueix que d'espè-

Menjar plantes amb un gen de més no canvia gairebé res en termes d'impacte sobre la nostra salut, però sí és cert que es poden traspasar les propietats de proteïnes com, per exemple, les que provoquen al·lèrgies. Per això, cal informar al consumidor.

cies de gran cultiu utilitzades en els països de clima templat s'obtinguin productes que fins ara només es podien aconseguir en espècies típiques de països tropicals, l'economia d'algun d'aquests països se'n podria ressentir fortament. Pensem per exemple en els olis que es fan servir en cosmètica o en la indústria, com el de palma, de coco o jojoba, que potser es podran obtenir un dia de la colza o de la soja. Pensem en additiu com la vainilla, el safrà, etc. que potser es podran obtenir més purs en altres espècies. Només cal recordar el que va passar a l'economia del Brasil quan el cautxú es va començar a cultivar a Malàisia per entendre el que pot arribar a passar en algun cas. D'altra banda, cultivar plantes que poden tenir un alt valor afegit, com fàrmacs per exemple, pot representar una oportunitat interessant per als agricultors. També serà una important oportunitat per l'agricultura si pot competir amb els combustibles o els plàstics provinents de matèries primeres fòssils.

Com es cultivaran aquestes plantes, amb quins controls i on, són preguntes pertinents que és comprensible que preocupin a pagesos i polítics.

Una nova agricultura

Sembla, doncs, que tenim davant nostres unes perspectives que, si es compleixen, poden afectar de forma notable l'agricultura. I aquests canvis arriben quan sembla que cal introduir elements que permetin un nou tipus de relació entre la nostra pràctica agrícola i el medi. Si bé és cert que l'agricultura es practica amb gran èxit, no ho és menys que està produint al mateix temps un impacte excessiu sobre la terra, l'aigua i l'aire. És necessari, entre d'altres accions: un nou tipus d'administració de l'aigua, analitzar si el tipus d'adobs que es fan servir és l'adequat i en quines quantitats, reduir en la mesura del possible els plaguicides que són avui necessaris per mantenir els nivells de rendiment. En el moment que aquestes qüestions estan sobre la taula, les plantes transgèniques obren

una nova problemàtica, però també ofereixen un ventall de possibilitats que hem vist que és extraordinari. Està clar que ens poden permetre reduir pèrdues per malalties i pel transport, utilitzar adobs i herbicides en menor quantitat i menys agressius, potser també cultivar plantes en ambients que ara estan vedats per raons del tipus de sòl o de les condicions meteorològiques. Sembla lògic pensar que cal explorar aquestes possibilitats al màxim.

Les plantes transgèniques ofereixen també al cultivador de la terra noves possibilitats d'obtenir productes d'alt valor afegit encara que hem vist també que poden afectar certes economies arreu del món. L'agricultura podrà afrontar també una alternativa als recursos fòssils que per la seva mateixa naturalesa no són renovables. Tot això ens fa entreveure per on es poden plantejar els conflictes i les discussions sobre aquest tema en un pròxim futur. Quin nivell de protecció ofereixen les patents, quina presència tindran les grans companyies i quin tipus de control podran tenir sobre llavors, tècniques i productes i quines relacions s'establiran amb el cultivador, són temes que preocupen. Hi ha qüestions que es preveuen complexes i amb interessos divergents, que ja estan presents en els actuals conflictes.

Potser l'agricultura, com la nostra civilització en general, ha tancat aquell cicle que dèiem a l'inici i que ve del Neolític. Durant aquest segle hem arribat al límit del planeta, de la terra cultivable, del creixement i multiplicació indefinida de l'espècie. Si no volem, però, tornar al Paleolític estem obligats a utilitzar la nostra eina essencial que és la intel·ligència, per afrontar aquests reptes, introduint, certament, una dosi important d'humilitat davant les nostres possibilitats de comprendre els equilibris globals en la seva totalitat. En tot això, les tècniques de la biologia molecular no són més que una nova eina a la nostra disposició que cal utilitzar de la millor manera possible ●