

# Per què els OGM?

Els OGM troben aplicacions en nombrosos camps. Però hi ha consideracions tècniques i ètiques que condicionaran el seu desenvolupament futur.

## Animals estranys?

Entre els animals, la situació és menys favorable a la transgènesi que entre les plantes: encara no es disposa de cèl·lules capaces de regenerar un organisme sencer després de la transformació genètica (cèl·lules totipotents); els sistemes de defensa i de regulació estan més elaborats que els dels vegetals i l'acceptació de la transgènesi animal per part de la societat s'encara molt lluny d'aconseguir-se que la de les plantes. Les tècniques cèl·lules animals omnipotents són a priori l'ou fecundat i les cèl·lules embrionàries. Ara bé, el seu cost d'obtenció és elevat i el rendiment de la transferència de gens és baix.

La transgènesi per als animals grans està, doncs, més aviat reservada a aplicacions farmacològiques, productes d'un alt valor afegit. La cria amb finalitats comercials d'animals transgènics a partir de tècniques de producció milloresades no es preveu a curt termini.

**Què és un OGM?** Un organisme genèticament modificat (OGM) és un organisme el patrimoni genètic del qual ha estat transformat per la tècnica de la transgènesi: modificació de l'expressió d'un dels seus gens o addició d'un gen estrany. Aquesta definició, a la qual ens atindrem, és necessàriament arbitrària i, per tant, discutible. En efecte, en el transcurs de la transmissió de la informació genètica dels pares als seus descendents, poden produir-se canvis deguts a l'atzar: les mutacions. En aquest cas, també es podria parlar d'OGM, però sense la intervenció humana.

**L'ADN, suport universal.** La transferència d'un gen d'un organisme a un altre és possible ja que, excepte algunes petites variacions, tots els organismes vius (virus, bacteris, vegetals, animals) tenen el mateix sistema de codificació i d'expressió de la informació genètica. La universalitat del suport de la informació genètica, l'ADN, dóna la possibilitat teòrica que un organisme expliqui una informació que prové d'un altre ésser viu, sigui quin sigui.

El conjunt de tècniques que permeten aquestes intervencions sobre el genoma constitueix l'enginyeria genètica, sector major de les biotecnologies. L'enginyeria genètica és explotada a escala industrial des de fa diversos anys per tal de poder produir molècules per a ús terapèutic o industrial derivades de microorganismes cultivats en laboratori, bacteris o llevats.

**Com funciona la transgènesi?** La transgènesi consisteix a transferir els gens a un altre organisme o a canviar-los de lloc dins un mateix organisme, i a fer que s'expressin dins el seu nou medi. S'aplica a microorganismes des de 1973, a animals des de 1982 i a vegetals des de

1983 > [fitxa 1.a.](#)

Al final de la transgènesi vegetal, cal un control de l'eficàcia de la transferència de gens: si l'activitat del gen d'interès és difícil de detectar o tarda molt en intervenir en la vida de l'organisme, se li associa un gen marcador que permetrà triar els individus que expressin bé la transgènesi. Els marcadors més utilitzats, i els menys cars, són uns gens molt discutits, de resistència als antibiòtics > [fitxa 2](#): els individus transgènics són aquells que sobreviuen en presència de l'antibiòtic.

**Afinar la feina.** En certs casos, es pot "orientar" la informació genètica introduïda per transgènesi per tal que només s'expressi dins uns òrgans: per exemple, el gra i les fulles per les plantes, la muller mamària per produir una substància en la llet dels mamífers. L'objectiu és associar al transgen el promotor que controlarà la seva expressió dins l'òrgan afectat, a l'indret correcte i, fins i tot, al moment més oportú de la vida de l'organisme. La determinació dels bons promotors i la seva protecció per mitjà de les patents són els elements clau de l'estratègia de les firmes bio- > [fitxa 3.](#)

## Cria de peixos transgènics

Les traves al desenvolupament de la transgènesi entre els animals són menors per als vertebrats inferiors, especialment entre certes espècies de peixos: es disposa d'una gran quantitat d'ous i el cost de la cria és baix. Algunes de les recerques que es porten a terme a Xina, Japó, Estats Units, Canadà i Nova Zelanda estan a punt de trobar sortida en aplicacions comercials: salmons del Pacífic resistents al fred i, per tant, capaços de viure i créixer únicament a l'oceà, sense necessitat de seguir les migracions anuals als rius; truites irisades resistents a la septicèmia hemorràgica viral, etc.



## Un "rififi" al voltant de l'arròs

A principis de 2000, la firma americana Monsanto va declarar que havia desxifrat, d'una manera encara incompleta, el genoma de l'arròs. La firma va lliurar la seva base de dades al Ministeri d'Agricultura japonès, que condueix el Programa Internacional de Seqüenciament del Genoma de l'Arròs. Aquest consorci agrupa des de 1998 una vintena d'instituts de recerca repartits en deu països.

Els resultats obtinguts per Monsanto encara són insuficients per a conduir a una explotació directa: si bé és cert que la major part de les peces del trencaclosques han estat ja identificades, encara resta col·locar-les per tal de comprendre les funcions que tenen associades.

Per tant, és la recerca pública internacional l'encarregada de donar a aquests resultats el màxim valor essencial del seu valor industrial. Els tercers, inclosos els competidors de Monsanto, també podran demanar els resultats, per mitjà del reconeixement del seu origen. Llavors, podran utilitzar-los lliurement per mirar d'afiliats gens d'interès agronòmic i demanar-ne les patents. En aquest cas, Monsanto es reserva la possibilitat de negociar primer un dret de llicència no exclusiva d'aquestes patents: la posterior explotació dels gens d'interès estarà condicionada al pagament a Monsanto d'un dret d'utilització.

**Abans que res, una eina per a la recerca.** La transgènesi vegetal permet estudiar les conseqüències de la modificació de tots o d'una part dels gens i, per tant, d'analitzar-ne la funció i la regulació per comprendre els mecanismes fisiològics: resistència a les malalties i a l'estrès, biologia del desenvolupament, etc.

Gràcies a la transgènesi, utilitzada per a crear el material biològic necessari per a les anàlisis, els biòlegs han començat la seqüenciament del genoma d'algunes espècies: es tracta de tornar a transcriure la successió de les bases que componen l'ADN, un cop identificades les seqüències corresponents als gens. La següent etapa consisteix a establir les correspondències entre aquests gens, les proteïnes que xifren i les funcions metabòliques de l'organisme. Es busca, en particular, seqüenciar dues plantes model: l'arabís (*Arabidopsis thaliana*), una petita planta crucífera que té nombrosos gens comuns a moltes plantes, i l'arròs.

Una altra aproximació del genoma, menys exhaustiva, consisteix a establir els mapes genètics: localitzar en els cromosomes les seqüències particulars d'ADN i tot seguit identificar els gens corresponents en els caràcters agronòmics que interessin. Aquests mapes ajuden a situar, des de l'estadi embrionari, els individus portadors de les característiques que es busquen. La seva realització pot afectar les plantes cultivades (blat, blat de moro, colza, gira-sol, etc.), les essències forestals, els animals de cria (bovins, porcins, aviram, etc.) o les persones.

**Les aplicacions agronòmiques.** En l'agricultura, l'enginyeria genètica apareix com un instrument de selecció per a donar continuïtat a una sèrie de desenvolupaments biotecnològics > fitxa 1.b. La seva aplicació va fer-se operativa a mitjans dels anys 1980 amb les primeres autoritzacions d'assaigs en el camp dels tomàquets transgènics. Fou a partir de 1997 quan els conreus de plantes transgèniques, fins aleshores confinats als Estats Units, varen estendre's al món (11 milions d'hectàrees), per a assolir uns 40 milions d'hectàrees el 1999.

Tal com està desenvolupada en l'actualitat, la transgènesi vegetal assegura un model d'agricultura productivista —que es basa en intrants químics— integrada a una cadena industrial. En efecte, nascudes dins els laboratoris de recerca pública, les plantes transgèniques són, des d'aleshores, desenvolupades per algunes grans companyies agroquímiques —que fabriquen productes fitosanitaris com ara herbicides, insecticides o adobs— reconvertides dins les "ciències de la vida" > fitxa 3. Aquestes companyies, que han fet inversions molt fortes, han de treure'n importants beneficis. Per tant, han escollit, en un primer moment, comercialitzar els OGM que modifiquen els caràcters agronòmics de les plantes de grans conreus de països industrialitzats (blat de moro, colza, cotó, soja, etc.), tot augmentant, si és possible, les vendes dels seus productes fitosanitaris.

**Uns caràcters nous.** Les principals modificacions introduïdes dins les plantes per la transgènesi afecten alguns caràcters:

- ▶ tolerància als insectes (cotó, patata, blat de moro): aquestes plantes, ja comercialitzades, produeixen per si mateixes la proteïna tòxica contra els insectes devastadors. S'han descobert proteïnes semblants en el bacteri del sòl *Bacillus thuringiensis* (Bt);
- ▶ tolerància a un herbicida (cotó, soja, blat de moro, colza): aquestes plantes, ja comercialitzades, fan possible la utilització d'un herbicida total que destrueix tots els vegetals excepte el cultiu transgènic;
- ▶ tolerància viral (papaier, carbassera, patata, tabac, pebrot, etc.);
- ▶ tolerància a la sequera: no es tracta d'un miracle en la matèria sinó sobretot de millorar els coneixements sobre el determinisme genètic de l'arquitectura de les plantes i de la seva regulació en condicions d'estrès hídric; la idea és portar a terme una estratègia per evitar-ho; per exemple, limitant la superfície de transpiració de la planta; les recerques que han reeixit més són les efectuades sobre el blat de moro pel Centre Internacional per a la Millora del Blat de Moro i del Blat. (CIMMYT).

## Els arbres i les flors, també

La transgènesi ha trobat també aplicacions en la floricultura (optimització de la durada de vida d'una flor tallada o canvi de la coloració floral) i en agroforesteria, encara a títol experimental. Per exemple, l'arbre estèticament modificat perquè tingui una dosi reduïda de lignina. En efecte, com que el paper està fet de cel·lulosa, és indispensable eliminar la lignina per preparar la pasta de paper, operació costosa en energia i molt contaminant.

### cal retenir...

#### Els OGM

##### s'utilitzen per:

- ▶ la recerca fonamental (coneixement dels mecanismes fisiològics, seqüenciament de genomes, etc.);
- ▶ l'agricultura (cria, grans conreus, flors, arbres, peixos);
- ▶ la indústria farmacèutica (proteïnes terapèutiques, vacunes, etc.);
- ▶ la indústria alimentària (sabor, conservació, etc.);
- ▶ la indústria química (olis, plàstics, etc.);
- ▶ la descontaminació (hidrocarburs, sòls).

## Plantes medicinals

La forta demanda de proteïnes humanes purificades per a aplicacions medicinals ja no pot ser satisfeta per les substàncies obtingudes a partir de la sang, la placenta o altres teixits humans. Generalment, la seva quantitat és limitada i presenten riscos de contaminació per efecte dels virus.

Es pot transferir un gen codificant a una proteïna humana en un organisme hoste. Per exemple, els bacteris produeixen gairebé la totalitat de la insulina utilitzada per a tractar la diabetis. Per a vegades, aquestes proteïnes tenen una eficàcia limitada. D'aquí, l'interès de fer servir els mamífers, que tenen una "maquina cel·lular" molt semblant a la de les persones. De tota manera, la seva cria és costosa i ha de respectar unes condicions sanitàries molt estrictes.

Les plantes constitueixen, doncs, una solució interessant: es tracta d'introduir-hi el gen d'una proteïna humana o d'una molècula de vacunació. Si aquestes proteïnes es troben suficientment concentrades en el vegetal i són fàcilment separables, el conreu al camp d'aquestes plantes transgèniques, seguida de l'extracció i la purificació, permet obtenir una gran quantitat de proteïnes a un cost competitiu. Aquesta opció també evita el risc de contaminació: al contrari del que passa amb els animals, les plantes no són portadores de virus patògens per a les persones.



Tal com es desenvolupen actualment, els OGM asseguren un model d'agricultura intensiva.

MEDIA TECA COMISSIÓ EUROPEA

**Per la indústria agroalimentària.** Alguns bacteris modificats genèticament ja són utilitzats per la producció industrial d'enzims per a ús alimentari (per exemple l'alfa-amilasa per a la fabricació de cervesa o de xarops). La modificació de plantes directament vinculades a indústries agroalimentàries té com a objectiu el millorament de les propietats nutricionals, organolèptiques o tecnològiques dels productes. Per exemple s'introdueix un gen per tal de controlar la maduresa de la fruita (tomàquets, melons) amb la finalitat de millorar les condicions d'emmagatzematge i transport, i permetre així fer la collita en un estadi de maduresa més avançat, i afavorir el sabor. Només hi ha un tomàquet de maduresa controlada, el "Flavr Savr", comercialitzat, sense gaire èxit, des de 1994.

Hi ha d'altres projectes en estudi com ara la reducció, fins i tot l'eliminació, de proteïnes que poden produir al·lèrgies en l'arròs; la introducció a fruites i llegums d'un gen que produeix una proteïna dolça natural (la brazeïna) sense cap aportació calòrica o, encara més, la introducció de gens a les plantes oleaginoses (colza, soja) per a augmentar les proporcions d'àcids grassos insaturats que limiten els riscos cardiovasculars.

**Per la indústria farmacèutica i la química fina.** Aquests gens són generadors de molècules d'un alt valor afegit. Les companyies compten igualment amb les seves utilitats més evidents per a aconseguir que el gran públic els accepti. Hi ha nombroses aplicacions en curs de desenvolupament, encara no comercialitzades, entre les quals:

- ▶ colza i créixens que produeixen un polímer plàstic biodegradable; els resultats són encara modestos: el plàstic obtingut no ultrapassa el 3 % del pes total de les plantes assecades;
- ▶ tabac que produeix proteïnes humanes: col·lagen, albúmina i hemoglobina;
- ▶ arròs enriquit amb vitamina A > fitxa 1.c;
- ▶ mamífers modificats en els quals es provoca la producció de molècules d'interès terapèutic dins la llet; o també, en el cas de la vaca, actua sobre la llet per a "maternitzar-la";
- ▶ xenoinjerts; el trasplantament a éssers humans d'òrgans animals provoca un rebuig immediat; la modificació del patrimoni genètic dels animals donants mitjançant la transferència dels gens humans apropiats ha de permetre eliminar aquest rebuig; els assaigs es porten a terme sobretot en porcs transgènics perquè tenen una millor compatibilitat de teixits amb l'ésser humà.

## La patata com a vacuna

Dins la producció de molècules terapèutiques a partir de les plantes, l'etapa següent consistirà a administrar directament les plantes vacunadores per via oral. Això és aplicable als animals de cria (per exemple un blat de moro transgènic contra el virus de la gastroenteritis porcina) i als éssers humans. Per això, els treballs tenen per objecte sobretot el platà i la patata. Avantatge: les vacunes obtingudes en aquestes plantes poden ser conservades a temperatura ambient. Les proves efectuades a les rates amb patates immunitzants contra el cèl·ler, han donat un bon resultat. Tot i ser mètode, el "platà vacuna", d'un gust més agradable que el de les patates crues, tarda a actuar...



## Les fallades en el cas del cotó

El 1996, un any després del seu cultiu, en la varietat de cotó transgènic “Bollgard”, resistent als insectes, es van detectar alguns defectes. Per exemple, a Texas, almenys 80.000 hectàrees de conreu varen ser devastades pel cuc del cotó. ¿Aquesta una invasió excepcional d'insectes devastadors? Han desenvolupat aquests insectes resistències? S'han barrejat moltes hipòtesis. Davant d'aquesta situació i tenint en compte la pressió econòmica exercida, la varietat incriminada va ser comercialitzada abans de poder oferir garanties de funcionament correctes.

## Una indústria ètica?

Alguns industrials han tingut en compte la qüestió ètica que ha suscitat la transgènesi. Aquest és el cas, especialment, de l'Associació Europea per les Biotecnologies (Europabio), que agrupa una cinquantena de multinacionals implicades en les bioindústries. Aquesta associació ha adoptat una “carta de valors ètics” que té en compte consideracions religioses, culturals i mediambientals.

**Límits tècnics.** Com ja s'ha vist, la transgènesi animal presenta algunes dificultats que limiten la seva aplicació. La qüestió que es planteja més generalment és la de l'estabilitat de la transgènesi al seu nou medi ambient: el gen transferit dins l'espècie que ha de millorar ha d'ésser funcional i se n'ha d'assegurar, també, la regulació. A més, no es coneix la seva estabilitat en un procés d'evolució a curt termini. D'altra banda, pot haver-hi unions genètiques favorables i desfavorables amb els gens propers al punt d'inserció. La modificació profunda del metabolisme pot comportar una interacció amb el funcionament general de l'organisme.

Aquesta és la raó per la qual, malgrat que els objectius fixats són molt seductors, la transgènesi continua essent una tècnica en fase d'exploració les primeres aplicacions de la qual han mostrat els seus límits. Se sap, per exemple, que una pressió excessiva sobre els insectes devastadors augmenta la probabilitat de desenvolupament de resistències entre la població afectada > *fitxa 2*. Sembla que aquest fenomen es dona en el cotó Bt resistent als insectes, ja que ha mostrat una eficàcia menor en el seu segon any de conreu. Igualment, encara cal provar l'avantatge econòmic que significa per a un agricultor el fet d'utilitzar una varietat OGM amb relació a una varietat “clàssica” > *fitxa 3*.

**Consideracions ètiques.** La transgènesi permet l'intercanvi de material genètic sense tenir en compte les barreres entre espècies. Ara bé, això té significacions simbòliques fortes, tant culturals com religioses. Així, es pot parlar de transgressió de l'ordre natural, argument al qual es replica que canviar un petit nombre de gens d'un conjunt genètic que en conté milers no viola pas la integritat de l'espècie. A més a més, la natura s'ha transformat constantment, i segueix fent-ho, a causa de canvis i pressions del medi ambient. Això és cert, però la transgènesi és induïda per la persona, per al seu benefici, tot transformant plantes i animals en “bio-reactors” que produeixen substàncies que els són estranyes.

Un cop transformats per procediments tècnics que utilitzen construccions genètiques patentades, els OGM són, al seu torn, susceptibles de ser patentats. Hi ha un precedent als Estats Units en la patent d'una rata transgènica, Oncomouse, molt sensibilitzada a les substàncies cancerígenes. Aquest sistema de patents ha provocat un fenomen de concentració per part de les principals companyies agroquímiques i està essent molt seriosament qüestionat. En efecte, és difícilment concebible el fet de veure patentat un ésser viu > *fitxa 3*.

**L'opinió del públic.** A totes les enquestes comparatives sobre la percepció de les biotecnologies al món, portades a terme per la Universitat de Tsukuba (Japó), les transmissions de gens de planta a planta apareixen com a les més acceptables i les d'animal a animal com a menys acceptables, mentre que les d'animal a planta o de persona a animal apareixen com a les menys acceptables de totes. Segons l'Eurobaròmetre, lluny de rebutjar la innovació tecnològica com a tal, els europeus es plantegen la qüestió de la utilitat dels OGM. Als Estats Units, el públic i els agricultors es mostren cada cop més escèptics, de tal manera que les previsions de sembra de blat de moro transgènic s'han estimat a la baixa. Arreu del món, la inquietud creixent dels consumidors pel que fa als OGM ha obligat la indústria agroalimentària a preveure línies de producció “sense OGM” > *fitxa 4*.

Aquests darrers anys, els OGM han estat objecte d'una gran discussió internacional. En efecte, representen una tecnologia altament simbòlica de la primacia de les inversions financeres per damunt del principi de precaució, i consagren una forma de desenvolupament econòmic en el qual la cadena agroalimentària, de la llavor fins al plat, està totalment integrada i concentrada en mans d'algunes companyies multinacionals.

## Europa: OGM útils?

Una enquesta feta a la Unió Europea, l'Eurobaròmetre, mesura l'actitud del públic en matèria de biotecnologies. Els resultats: la percepció de les biotecnologies depèn no tant dels riscos eventuals com de la utilitat col·lectiva i de l'acceptabilitat moral de cada aplicació.

De l'evolució 1997-2000 es poden treure tres grans conclusions.

❶ Les actituds respecte a la ciència i la tecnologia són molt estables excepte pel que fa a les biotecnologies, vers les quals augmenta la mal confiança.

❷ L'augment de la mal confiança respecte a les biotecnologies és, si fa no fa, igual, siguin quines siguin les aplicacions considerades (alimentària, medicina, etc.) i l'aspecte considerat (utilitat, risc, acceptabilitat moral).

❸ L'ascensió de la inquietud envers “la utilització de la biotecnologia moderna dins la producció d'aliments” és particularment sensible als països del sud d'Europa.