

## PRESENTACIÓ

JOSEP M. CASACUBERTA

La transgènia és una de les últimes tècniques que s'han incorporat a la millora genètica. Des que l'ésser humà va descobrir l'agricultura, al Neolític, ha domesticat plantes i animals, i ha modificat els seus genomes de manera profunda. Aquest procés ha continuat fins avui, incorporant al llarg de la història les noves descobertes científiques i tecnificant-se com més va més. La producció d'animals de granja i l'obtenció de llavors han passat de ser una activitat desenvolupada pels agricultors i ramaders mateixos a ser un treball professional dut a terme per empreses especialitzades. En el cas de les plantes, des dels anys cinquanta del segle passat, la pràctica totalitat dels agricultors dels països desenvolupats compren les llavors a empreses que en certifiquen la qualitat. Aquest alt grau de tecnificació i de professionalització de la producció de llavors podria haver fet pensar que la incorporació de la transgènia a aquest procés es faria de manera suau i sense gaires polèmiques. Res més lluny de la realitat, si més no a casa nostra. Europa és una realitat diferent d'altres països o continents, i també ho ha estat en aquest cas. Mentre que a Europa la utilització d'organismes modificats genèticament (OMG) en agricultura és encara molt limitada i és objecte d'una gran polèmica, a d'altres països el cultiu d'OGM es fa a gran escala i està transformant l'agricultura i l'economia de manera important.

Els Estats Units d'Amèrica van apostar decididament per aquestes noves tècniques des del primer moment, tant des del punt de vista de les empreses de llavors com del finançament públic per a la recer-

ca bàsica en genètica molecular vegetal. Actualment la transgènia és una eina fonamental en la producció de llavors en aquest país; els Estats Units són un dels principals exportadors de productes OMG i les empreses nord-americanes controlen bona part del mercat mundial de llavors modificades genèticament. Val a dir que les plantes transgèniques que s'han comercialitzat fins ara han estat dissenyades per millorar caràcters agronòmics (resistència a plagues o tolerància a herbicides) que són especialment útils per a una agricultura intensiva, en grans extensions i fortament tecnificada, com la nord-americana.

Tot i que les plantes transgèniques van néixer a Europa i als EUA, el seu desenvolupament i el seu cultiu s'ha estès a d'altres parts del món, i actualment es cultiven transgènics a gran escala a Amèrica del Sud i a l'Àsia. L'Argentina i el Brasil s'han convertit en els darrers anys en dos dels països productors i exportadors d'OMG (sobretot de soja) més importants del món. Tots dos països cultiven majoritàriament OMG desenvolupats per companyies multinacionals, i la seva recerca en el camp és encara limitada. Els països asiàtics, com la Xina, han seguit una estratègia diferent i, si bé cultiven alguns OGM desenvolupats per companyies multinacionals, l'extraordinària inversió que han fet en recerca en els darrers anys els ha permès col·locar-se a la primera línia de la recerca bàsica en plantes i desenvolupar els seus OGM propis. Els EUA, l'Argentina, el Brasil, l'Índia, el Canadà i la Xina són, per aquest ordre, els productors de plantes transgèniques més importants del món actualment.

La situació a Europa és molt diferent. L'agricultura no es veu a les ciutats europees com una activitat industrial sinó com una activitat quasi artesanal, fortament lligada a la tradició i que, en l'imaginari col·lectiu, forma part de la natura a la qual les societats urbanes han hagut de renunciar. És significatiu que els europeus anem al camp a passejar, mentre que als EUA a poca gent se li acudiria d'anar a passar un dia entre els camps de blat de moro que ocupen la meitat de l'estat de Missouri. Aquesta és probablement una de les raons que han fet que els europeus miréssim amb recel aquestes noves plantes. Però hi ha d'altres raons, tant polítiques com culturals. Quan a mitjan anys noranta van arribar els primers productes obtinguts d'organismes modificats genèticament (OMG) als mercats europeus, es van trobar amb uns consumidors que sortien de diverses crisis alimentàries (dioxines, «vaques boges»...) i de salut pública (contaminacions de bosses de sang per a transfusions amb el virus VIH) i amb una societat en què l'ecologia anava guanyant pes com a opció política que es recolzava no solament sobre partits tradicionals sinó, i sobretot, en organitzacions no governamentals que han recollit els fruits d'un cert descontent amb la política tradicional. Aquesta situació sociopolítica, l'ús que alguns actors polítics i industrials han fet de la polèmica incipient i una actitud sovint prepotent per part de les empreses de llavors, va fer que en poc temps la modificació genètica passés de ser un argument comercial (el triturat de tomàquets transgènics de maduració retardada es va vendre al Regne Unit amb una etiqueta ben grossa que explicava el seu origen transgènic i que els diferenciava de la resta) a un problema seriós per a les companyies del sector alimentari.

Una de les principals preocupacions que susciten els OGM és el seu possible risc per

a la salut o el medi ambient. Per això Europa va regular des del primer moment la comercialització dels productes derivats d'OMG i va establir una legislació que assegura una anàlisi prèvia i molt a fons dels possibles riscos per a la salut humana, la salut animal i el medi ambient. Malgrat això el recel amb què els consumidors veuen aquests productes no ha minvat i l'ús polític del tema dels transgènics a Europa ha continuat sent important. Aquesta situació ha fet que durant quasi deu anys hi hagi hagut a Europa una moratòria *de facto* per a l'aprovació de nous OMG. En aquest moment, tot i que s'ha aprovat la importació de diversos OMG, hi ha només dos OMG aprovats per al cultiu a Europa, i han passat més de dotze anys entre l'aprovació del primer, el blat de moro MON 810 resistent al barrinador, aprovat originalment l'any 1998, i la patata amb contingut de midó modificat per a ús industrial de l'empresa BASF, aprovada el març del 2010. Deixant de banda l'escassa aprovació de nous OMG, aquesta situació ha tingut també un impacte sobre el finançament europeu de la recerca bàsica en genètica molecular de plantes, que ha estat pràcticament inexistent durant aquests deu anys, i sobre les indústries de biotecnologia vegetal europees que, havent estat pioneres al final dels anys vuitanta, han anat tancant, venent-se a companyies multinacionals o traslladant la seva recerca fora d'Europa.

Catalunya, juntament amb l'Aragó, és la regió on més èxit ha tingut el blat de moro transgènic a Europa, i s'ha mantingut relativament al marge de les polèmiques més dures fins fa poc. El MON 810, blat de moro resistent al barrinador, que és una plaga particularment estesa a casa nostra, ha coexistit als camps catalans i aragonesos amb blat de moro convencional sense que es produïssin problemes importants i sense que això preocupés gaire l'opinió pública.

Això ha canviat una mica darrerament, atès que l'any 2009 es va presentar una iniciativa legislativa popular per prohibir els OMG (des de la recerca a la comercialització) a Catalunya. Aquesta proposta va estar acompanyada d'una campanya contra els transgènics molt activa al carrer i als mitjans de comunicació que va portar a la primera línia de l'actualitat el tema. Aquesta ILP va fer que els partits polítics i diferents entitats catalanes organitzessin jornades informatives amb participació de científics, OMG i associacions d'agricultors, tant productors d'agricultura ecològica, oposats als transgènics, com productors de blat de moro transgènic, que tenen un pes particularment important a Catalunya. Finalment, després d'un debat intens i de bona qualitat, la majoria del Parlament va decidir no admetre a tràmit la ILP.

Aquest és, doncs, un tema polèmic amb implicacions tant en la recerca com en les indústries biotecnològiques, en l'agricultura i, finalment, en els consumidors. Per això quan em van proposar d'editar un volum de TREBALLS DE LA SCB sobre els transgènics em va semblar que podia ser un marc excellent per abordar els diferents aspectes d'aquest tema des del rigor científic que caracteritzen aquests volums.

Tot i que fins ara les plantes transgèniques comercialitzades incorporen millores de caràcters agronòmics, el potencial de la transgènia per a la millora genètica de plantes és molt gran. Per això hem inclòs un capítol en què es descriuen les modificacions genètiques que estan en fase de desenvolupament i que podrien arribar als mercats ben aviat. De la mateixa manera, tot i que fins ara només s'han comercialitzat plantes modificades genèticament, hi ha ja animals transgènics en fases de desenvolupament molt avançades. És difícil de predir si veurem algun dia a Europa aliments derivats d'animals transgènics,

però al Canadà i als EUA ja hi ha peixos transgènics que es troben en fase molt avançada d'avaluació i podrien ser aprovats per al consum ben aviat. Per altra banda, el potencial dels animals transgènics com a biofàctories per a la producció de fàrmacs és molt important, cosa que podria fer que la transgènia en animals s'apliqués sobretot a aquests objectius. Per tot això hem cregut oportú no limitar aquest recull a les plantes modificades genèticament i incloure també un capítol sobre animals de granja transgènics i un altre sobre peixos modificats genèticament. De la mateixa manera, sovint es comparen els productes transgènics amb els productes convencionals, els quals s'acostumen a qualificar com a naturals, i s'oblida l'alt grau de tecnificació i la sofisticació científica i tècnica que hi ha darrere l'agricultura que coneixem com a tradicional. Per això hem decidit incloure un capítol dedicat a les tècniques moleculars utilitzades en agricultura, que ajudarà a establir un marc de referència correcte per a la valoració del que pot aportar la transgènia.

Un tema clau a l'hora de la comercialització dels transgènics és el marc regulador i el paper que té l'anàlisi de riscos. Aquest és un aspecte sovint desconegut, cosa que fa molt difícil la reflexió serena sobre l'ús dels OMG. Per aquest motiu hem inclòs un capítol en què s'explica la legislació europea en matèria d'OMG i es detallen les anàlisis que han de superar aquests productes abans de poder ser comercialitzats. Per altra banda, tot i que sovint pensem en els transgènics utilitzats en alimentació quan ens parlen d'OMG, no s'ha d'oblidar l'extraordinària importància de la transgènia animal i vegetal en recerca bàsica. Per això hem inclòs també dos capítols que tracten d'aquest tema.

Finalment, hi ha molts aspectes ètics i socials que es barregen en les discussions

sobre els OMG. El fet que aquestes tecnologies s'estiguin utilitzant per a la producció d'aliments ens obliga a preguntar-nos quin impacte poden tenir sobre la qualitat i la disponibilitat d'aliments al món i, d'altra banda, també ens obliga a preguntar-nos com veuen els consumidors aquests productes i com arriba al consumidor la informació sobre el que són i el que podrien ser en el futur els OMG. Per això no hem volgut restringir aquest volum de la SCB als aspectes més tècnics de la transgènia i hem incorporat un capítol que fa una anàlisi dels aspectes ètics del problema. Ens hauria agradat poder tenir més col·laboracions que tractessin aspectes ètics i socials del tema dels transgènics, com ara el paper que han tingut els mitjans de comunicació en la difusió i la discussió de la utilització de la transgènia en millora genètica de plantes i animals, però malgrat els nostres esforços al final no ha estat possible. En qualsevol cas, crec que el recull d'articles que presentem en aquest volum de *Treballs de la SCB* dóna una visió àmplia i científicament sòlida de la transgènia que pot ser d'utilitat per a tots aquells que volen estar al corrent dels últims avenços en aquest camp i volen formar-se una opinió ben fonamentada sobre la utilitat i la conveniència de les seves possibles aplicacions.

## ELS AUTORS

Amparo Monfort («Eines moleculars en agricultura») és doctora en ciències per la Universitat de Neuchâtel (Suïssa). És investigadora de l'IRTA en el Centre de Recerca en Agrigenòmica, CRAG (CSIC-IRTA-UAB). Està especialitzada en genètica molecular de plantes, en particular en la genòmica i seqüenciació i en la millora genètica en plantes. Ha participat en projectes nacionals i internacionals com la se-

qüenciació del genoma d'*Arabidopsis* o la construcció del mapa genètic de la maduixa. Col·labora amb empreses per fer selecció i millora de noves varietats vegetals amb l'ajuda de marcadors genètics.

Els doctors Jaume Martínez-García i Jordi Bou-Torrent («Plantes transgèniques en recerca») treballen al Departament de Genètica Molecular del CRAG. El doctor Martínez-García és professor de recerca de l'ICREA i el doctor Bou-Torrent és un investigador associat sènior. Durant la seva trajectòria han desenvolupat diferents projectes de recerca d'investigació bàsica. Actualment, la seva línia de recerca està centrada a entendre la regulació per la llum del desenvolupament vegetal utilitzant la planta *Arabidopsis thaliana* com a sistema model.

El doctor Albert Boronat («Plantes transgèniques i agricultura: present i futur») és catedràtic en bioquímica i biologia molecular de la Universitat de Barcelona. La seva recerca està centrada principalment en l'estudi del metabolisme vegetal i en l'aplicació d'estratègies d'enginyeria metabòlica orientades a la millora de la qualitat nutricional i a la producció de compostos vegetals d'interès farmacèutic i de biocombustibles.

La doctora Joaquina Messeguer i el doctor Enric Melé («Coexistència de cultius transgènics i convencionals») treballen al Centre de Cabrils de l'IRTA, al grup de cultiu *in vitro* del Departament de Genètica Vegetal, recentment anomenat Programa de Genòmica i Biotecnologia. Joaquina Messeguer és doctora en biologia per la Universitat de Barcelona. La seva carrera investigadora s'ha desenvolupat dins l'àmbit del cultiu *in vitro* dels vegetals, i ha abordat diversos aspectes com la micropropagació, l'obtenció de metabòlits secundaris i la transformació genètica. Des de l'any 1998, i dins l'àmbit de diversos pro-

jectes nacionals i europeus, s'ha especialitzat en l'estudi de la coexistència entre OMG i cultius convencionals. Enric Melé és doctor en biologia per la Universitat de Barcelona. La seva carrera investigadora s'ha desenvolupat dins l'àmbit del cultiu *in vitro* dels vegetals, i ha abordat diversos aspectes com la micropropagació, l'obtenció de metabòlits secundaris i la transformació genètica. És el president de la Societat Espanyola de Cultiu *in vitro* (SECIVTV). Des de l'any 1998, i dins l'àmbit de diversos projectes nacionals i europeus, s'ha especialitzat en l'estudi de la coexistència entre OMG i cultius convencionals.

Les doctores M. Dolors Ludevid i Margarita Torrent («Biofactories: producció de proteïnes recombinants en plantes») treballen al CRAG. M. Dolors Ludevid és doctora en ciències químiques, investigadora del CSIC i cap d'un grup de recerca al CRAG. Bioquímica i biòloga molecular de plantes de formació, és especialista en transport subcel·lular de proteïnes vegetals. Darrerament part dels seus treballs deriven a aplicacions biotecnològiques, concretament a la producció de proteïnes recombinants d'interès terapèutic i industrial en sistemes vegetals. L'any 2002 va fundar l'empresa de biotecnologia ERA Biotech, de la qual actualment és assessora científica i col·laboradora. Margarita Torrent és doctora en biologia. Com a investigadora del CSIC s'ha especialitzat en biologia cel·lular i molecular de plantes, concretament en estudis sobre l'expressió i modificació de les proteïnes de reserva del blat de moro. Des de l'any 2000 ha focalitzat els seus treballs en aplicacions biotecnològiques per a la producció de proteïnes recombinants en plantes. Va ser cofundadora de l'empresa ERA Biotech.

Lluís Montoliu («Animals transgènics en recerca i models animals de malalties») és doctor en ciències biològiques per la Uni-

versitat de Barcelona, i interessat en la generació i l'ús dels organismes modificats genèticament en recerca. Va fer la seva tesi doctoral al CID-CSIC de Barcelona, sota la direcció del professor Pere Puigdomènech i el doctor Joan Rigau, caracteritzant segments de DNA de blat de moro que permetien dirigir l'expressió gènica en diversos òrgans de la planta. Va fer una estada postdoctoral al DKFZ de Heidelberg, Alemanya, entre el 1991 i el 1995, al laboratori del professor Günther Schütz, explorant la regulació del gen de la tirosinasa i contribuint a descriure noves tecnologies per a la generació de ratolins transgènics amb cromosomes artificials. Va fer un breu retorn a Barcelona (1995-1996), a la Universitat Autònoma de Barcelona, abans d'incorporar-se a Madrid, al Centro Nacional de Biotecnología (CNB-CSIC), on treballa actualment des del 1997. El seu grup continua interessat en la generació i l'ús de ratolins transgènics com a models animals per a l'estudi de malalties humanes, especialment aquelles que comporten una alteració de la pigmentació, com l'albinisme. Més informació: <http://www.cnb.csic.es/~montoliu>.

Els doctors Josep Rotllant i Maria Ceinos («Peixos transgènics») treballen a l'Institut de Investigaciones Marinas de Vigo. Josep Rotllant és llicenciat en bioquímica per la Universitat Autònoma de Barcelona i doctor en ciències biològiques per la mateixa universitat. Actualment és científic titular del Consell Superior d'Investigacions Científiques (IIM-CSIC), en l'àrea de recursos naturals (aqüicultura i biotecnologia). Ha treballat en l'estudi de l'homeòstasi del calci i el desenvolupament del sistema musculoesquelètic en peixos a la Universitat de Nijmegen (Holanda), al CCMAR (Portugal), al Center of Marine Biotechnology (COMB, Maryland, EUA) i a la Universitat d'Eugene (Oregon, EUA). La seva àrea d'investigació principal és l'estudi del

desenvolupament del sistema musculoesquelètic i tegumentari en peixos mitjançant l'ús de tècniques d'expressió gènica diferencial. Rosa Maria Ceinos és llicenciada en biologia per la Universitat de Vigo i doctora en ciències biològiques per la mateixa universitat. Actualment és becària postdoctoral en el Consell Superior d'Investigacions Científiques (IIM-CSIC) sota la supervisió del doctor Rotllant. La seva àrea d'investigació se centra principalment en l'estudi del desenvolupament del sistema tegumentari en peixos.

Les doctores Maria Teresa Paramio i Dolores Izquierdo («La transgènesi en els animals de producció i el seu efecte sobre l'alimentació i la salut») treballen a la Facultat de Veterinària de la UAB. Maria Teresa Paramio Nieto és catedràtica en producció animal de la Facultat de Veterinària de la UAB. Llicenciada en veterinària per la Universitat de Lleó, va fer el seu doctorat en l'Institut Nacional d'Investigacions Agràries de Saragossa. Va ingressar a la UAB com a professora titular el 1988. El seu treball de recerca s'ha desenvolupat en l'àrea de la fisiologia de la reproducció dels remugants, concretament en la producció *in vitro* d'embrions, amb una atenció especial a l'estudi de la competència dels oòcits per al desenvolupament embrionari normal. Dolores Izquierdo i Tugas és professora agregada de producció animal a la Facultat de Veterinària de la UAB. L'any 1992 va obtenir una beca FPI i l'any 1997 es doctorà en veterinària per la UAB, amb la tesi doctoral que portà per títol *Cultiu d'embrions de cabrum produïts in vitro*. Des de llavors ha continuat fent recerca en l'àrea de la fisiologia de la reproducció dels remugants, concretament en la producció *in vitro* d'embrions i l'estudi de la qualitat dels oòcits i dels embrions obtinguts *in vitro*.

El doctor Josep M. Casacuberta («L'avaluació científica dels riscos associats als or-

ganismes modificats genèticament a Europa») és investigador científic del CSIC al CRAG. És doctor en bioquímica i biologia molecular per la UAB. Ha treballat a l'Institut Nacional de la Recerca Agronòmica (INRA) a França i ha estat professor de la Universitat París VII i sotsdirector de l'Institut de Biologia Molecular de Barcelona, del CSIC. Actualment és director del Departament de Genètica Molecular Vegetal del CRAG. Des de l'any 1986 treballa en projectes de recerca estudiant com són i com evolucionen els genomes de plantes, amb una atenció particular al DNA no codificant i als elements mòbils. A més d'una trentena d'articles en revistes científiques internacionals, ha publicat treballs de divulgació i articles d'opinió en diversos diaris i revistes. Des de l'any 2006 és membre del Panel Científic d'OGM de l'Agència Europea de Seguretat Alimentària (EFSA).

Pere Puigdomènech i Rosell («Qüestions ètiques plantejades per la modificació genètica de les plantes») és llicenciat en ciències físiques per la Universitat de Barcelona, doctor (menció en química física) per la Universitat de Montpeller, i en ciències biològiques per la Universitat Autònoma de Barcelona. És professor d'investigació del CSIC i director del Centre de Recerca en Agrigenòmica (CSIC-IRTA-UAB). Autor d'uns cent noranta treballs de recerca, s'ha especialitzat en aspectes biofísics de l'estructura de les proteïnes, en la regulació del gens eucariotes i, més recentment, en biologia molecular de plantes. És autor també d'uns dos-cents articles de divulgació científica en diaris (*El Periódico de Catalunya*, *El País*, etc.) i revistes nacionals i internacionals (com la revista *Nature*). És membre de l'Institut d'Estudis Catalans, de l'Organització Europea de Biologia Molecular, de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona i de l'Acadèmia Europaea, membre estranger de l'Académie

d'Agriculture de France, i ha estat president de la Societat Catalana de Biologia (2000-2003). Ha estat membre de comitès científics consultius europeus, com el Scientific Steering Committee de la Comissió Europea o el Panel d'Organismes Modificats Genèticament d'EFSA. És membre del

Grup Europeu d'Ètica de les Ciències i les Noves Tecnologies, membre de la Comisión Nacional de Bioseguridad i president del Comitè d'Ètica del CSIC. Rebé la Medalla Narcís Monturiol de la Generalitat de Catalunya (1992) i el Premi de la Fundació Catalana per la Recerca (2000).