

José María Seguí Simarro

sensefronteres

Biotecnologia al menú



Manual de supervivència
en el debat transgènic

Premi
Europeu
de Divulgació
Científica
Estudi
General

1

QUÈ SÓN LES PLANTES TRANSGÈNIQUES?

1.1. Els antecedents

Una de les branques del saber que més han evolucionat en l'últim segle ha estat la biologia. Fins als inicis del segle xx, la biologia tenia com a principal finalitat conèixer i explicar tots els fenòmens relacionats amb la vida, amb l'existència dels éssers vius. I els coneixements dels éssers vius que teníem fins aleshores no es podien aplicar, sovint, més enllà de l'agricultura o de la ramaderia. En la majoria dels casos, els éssers vius eren explotats per a servir d'aliment, com a força motriu o com a fonts de matèries primeres molt bàsiques (fusta, tèxtils, pells, etc.). Només en comptades excepcions s'utilitzaven algunes propietats dels éssers vius per a l'elaboració de productes processats. Per exemple, les fermentacions que es feien servir per a transformar la llet, la farina, la civada o el raïm en formatge o iogurt, pa, cervesa o vi. Això ha estat així pràcticament des del neolític, l'època en què els nostres avantpassats deixaren de ser caçadors i recol·lectors nòmades i descobriren l'agricultura, que s'entenia com el cultiu dirigit d'unes espècies vegetals determinades, per al consum humà. De fet, els primers experiments agrícoles daten de fa uns 10.000 anys. La domesticació de plantes

i animals va generar els canvis socials més importants que havien experimentat mai aquells humans primitius. A partir d'aquell moment, a poc a poc, s'adonaren que les plantes podien ser útils no sols com a aliment. Van veure que amb els diversos materials que ens proporcionen les plantes podien elaborar paper, teles, vestits o cistelles. Concretament, amb la principal matèria primera vegetal, la fusta, començaren a elaborar els més diversos artefactes, des dels més menuts, com ara els recipients (gots, poals, plats, barrils...), els instruments musicals o les armes, fins als més grans, com ara mobles, habitatges o fins i tot vaixells capaços de creuar l'oceà. I, per descomptat, les plantes continuaren alimentant els nostres avantpassats.

Aquest ritme constant, però relativament lent, de progressos en el coneixement i l'ús pràctic dels éssers vius, es va accelerar de sobte en entrar al segle xx. A partir d'aquest segle, la quantitat de descobriments rellevants i de dades que començaren a ser descobertes, i encara continuen descobrint-se, no admeten comparacions amb cap altra època de la història de la Terra. Al llarg de tot el segle passat i dels pocs anys del present, els progressos biològics han avançat a un ritme frenètic. En la taula adjunta, s'hi pot veure la cronologia d'alguns dels progressos més rellevants. També s'hi pot comprovar com el temps que separa els grans progressos és cada vegada més breu, segons que anàvem acostant-nos a la fi del segle. I també, que els progressos són cada vegada més importants i que hi ha menys individualisme i més grups i consorcis.

Any	Fita	Descobridor
1902	Primer cultiu <i>in vitro</i> de cèl·lules vegetals	G. Haberlandt
1907	Primer cultiu <i>in vitro</i> de cèl·lules animals	R. G. Harrison
1917	Es descobreixen els bacteriòfags (virus bacterians)	F. d'Herelle
1919	S'encunya el terme <i>biotecnologia</i>	Károly Ereky
1927	Es descobreix que els rajos X provoquen mutacions	H. J. Muller*
1928	Es descobreix la penicil·lina, el primer antibiòtic	R. Fleming*
1938	S'encunya el terme <i>biologia molecular</i>	W. Astbury
1941	S'utilitza per primera vegada el terme <i>enginyeria genètica</i>	A. Jost
1944	L'ADN és el material genètic	O. Avery
1953	Es caracteritza la doble hèlix de l'ADN	Watson* i Crick*
1959	L'ARN missatger copia la informació de l'ADN	Jacob* i Monod*
1961	Primera lletra del codi genètic	M. Nirenberg*
1962	Es formula el medi MS per al cultiu <i>in vitro</i> de teixits vegetals	T. Murashige i F. Skoog
1965	Desxiframent total del codi genètic	Nirenberg, Ochoa* i Khorana*
	Primera planta regenerada d'una única cèl·lula	V. Vasil i A. C. Hildebrandt
1962-1967	Mecanisme de la síntesi de proteïnes	Lipmann* i diversos laboratoris
1963-1972	Descobriment dels enzims de restricció	Arber* i Smith*, Nathans*
1973	Plasmidis recombinants	Berg*, Cohen, H. Boyer
1977	Mètodes de seqüenciació de l'ADN	Gilbert*, Sanger*
1981	Es creen els primers ratolins transgènics	Palmiter, Brinster, Gordon i Ruddle
1983	Es crea la primera planta transgènica	J. Schell <i>et al.</i>
1985	PCR - amplificació de l'ADN	K. Mullis*, Cetus Corporation
1986	Primer seqüenciador automàtic	Applied Biosystems
1987	Cromosomes artificials de rent (YACs)	David Burke <i>et al.</i>
1988	Tècnica del <i>knock-out</i>	M. Capecchi
	Mutació de gens específics	
1989	S'inicia el projecte genoma humà	NIH, DOE, HUGO
1993	Primera cascada de transducció de senyals	Weinberg, Arbuchy, diversos

* Premi Nobel.

Any	Fita	Descobridor
1994	S'aprova la comercialització del primer aliment transgènic: la tomaca FlavrSavr	Calgene
1995	Seqüenciació del primer genoma bacterià: <i>Haemophilus influenzae</i>	TIGR - empresa
1996	Seqüenciació del genoma del rent	Unió Europea - Consorci de laboratoris
1997	Seqüenciació del genoma d' <i>Escherichia coli</i>	Blattner <i>et al.</i>
	Clon de mamífer – ovella <i>Dolly</i>	Wilmut <i>et al.</i> , Roslin Institute
1998	Seqüenciació del genoma de <i>Caenorhabditis elegans</i>	Consorci de laboratoris
	Descobriment de cèl·lules troncales humanes	Thomson <i>et al.</i>
2000	Seqüenciació del genoma de <i>Drosophila melanogaster</i>	Consorci de laboratoris i empreses – Celera
	Se seqüencia la primera planta: <i>Arabidopsis thaliana</i>	The Arabidopsis Genome Initiative
	Mapa general del genoma humà	Human Genome Project (consorci internacional) – Celera Genomics
2001	Primer esborrany del genoma humà	Project (consorci internacional) – Celera Genomics
2003	Es completa la seqüenciació del genoma humà	
2005	Es clona una vaca amb cèl·lules del renyó d'un cadàver	Steve Stice <i>et al.</i>
2010	Es crea el primer bacteri amb gens sintetitzats artificialment	The J. Craig Venter Institute

Principals fites científicobiotecnològiques dels últims 100 anys.

Aquesta espècie de revolució científicotecnològica que va començar fa ja una miqueta més de cent anys va ser tan important que alguns científics començaren a plantejar-se que els éssers vius, i per descomptat les plantes, a més, podien servir als humans per a molts i molt diversos propòsits. I, principalment, es plantejaren que, amb les coses que anaven descobrint, es podrien manipular els éssers vius perquè continuaren proporcionant-nos els mateixos beneficis que ja ens

proporcionaven, però de més qualitat, en major quantitat o de forma més ràpida. Això, bàsicament, és la biotecnologia. No és casualitat que aquesta paraula, *biotecnologia*, fóra inventada i utilitzada per primera vegada en un text científic, a l'inici del segle xx.¹ La biotecnologia s'entén, en els nostres dies, com «L'aplicació de la ciència i la tecnologia als organismes vius, així com a parts, productes i models d'aquests organismes, amb la finalitat d'alterar materials vius o inerts per a proveir coneixements, béns i serveis».² I si aquests organismes són vegetals, estariem parlant de biotecnologia vegetal, també denominada *biotecnologia verda*. Els constants i revolucionaris progressos que s'han produït en el terreny de la biotecnologia vegetal al llarg del segle xx han fet que es pugui considerar aquest segle com el *segle d'or de la biotecnologia vegetal*.³

1.2. *La transformació genètica*

Entre tots els progressos esmentats, n'hi ha hagut un que ha destacat molt per sobre dels altres. Em referesc a la transformació genètica estable, coneguda també com a enginyeria genètica o transgènesi. Amb aquests termes es denomina el conjunt de metodologies que permeten introduir i mante-

1. FÁRI, M. G.; KRALOVÁNSZKY, U. P. (2006). «The founding father of biotechnology: Károly (Karl) Ereky». *International Journal of Horticultural Science*. 12: 9-12.

2. OCDE (2005). «A Framework for Biotechnology Statistics». OECD Secretariat. París.

3. SEGUÍ SIMARRO, J. M. (2012). *El siglo de oro de la biotecnología vegetal*. Editorial La Voz de Galicia. ISBN 978-84-9757-273-6.

nir permanentment en les cèl·lules d'una planta, gens aliens a l'espècie a la qual pertany la planta en qüestió. Així, el gen foraster introduït (*transgen*) passa a formar part del conjunt de gens (genoma) de l'individu i, per tant, és transmés a les generacions següents. Aquest descobriment ha revolucionat les possibilitats biotecnològiques que ens ofereixen les plantes, com veurem més endavant.

Sense entrar en complexos detalls tècnics i moleculars que no són l'objecte d'aquest llibre, cal esmentar que un transgen només és un gen qualsevol que s'introdueix i es posa a funcionar en un organisme diferent del que el contenia de forma natural. És a dir, que el gen que permet la fabricació d'insulina per a regular els nivells de glucosa en la sang és exactament el mateix al nostre pàncrees o en un bacteri transgènic.⁴ Allò que canvia és l'envàs que alberga el gen. Per tant, químicament, un transgen està fet dels mateixos materials que un gen: una doble cadena de grups fosfat units a molècules de sucre (*desoxiribosa*) que porten una de les quatre possible bases nitrogenades. Aquesta gran molècula de doble cadena és coneguda amb el nom d'*àcid desoxiribonucleic* (ADN). L'ADN serveix per a guardar instruccions. És una espècie de mètode d'escriptura on s'emmagatzema la informació necessària per a les diverses funcions de les cèl·lules i els organismes vius.

4. N. de l'A. El gen no és exactament el mateix perquè en els bacteris, el processament dels intermediaris de l'expressió genètica és diferent del dels humans. En realitat, els que són iguals són els intermediaris ja processats (l'ARN missatger o mRNA), encara que s'ha optat per aquesta simplificació per a no perdre'ns en detalls tècnics irrellevants en aquest context.

No es coneix cap ésser viu, ni tan sols els virus, que estan al límit de la vida, que no utilitze àcids nucleics per emmagatzemar informació genètica. La distinta informació genètica s'emmagatzema mitjançant un codi que resulta de combinar les quatre bases de forma diferent. Les quatre bases són:

- Adenina, simbolitzada amb la lletra A
- Timina, simbolitzada amb la lletra T
- Guanina, simbolitzada amb la lletra G
- Citosina, simbolitzada amb la lletra C

Cada combinació concreta d'aquestes bases en l'ADN es coneix amb el nom de *gen* i genera una instrucció concreta. I el conjunt de tots els gens d'un organisme es coneix amb el nom de *genoma*. El genoma complet es divideix en parts denominades *chromosomes*. Per exemple, els humans tenim 46 cromosomes en cadascuna de les nostres cèl·lules i les tomaques, les albergínies i els pebrots, 24. Cada cromosoma alberga milers de gens, empaquetats molt acuradament, de manera que puguen cabre tots en un espai tan reduït com el nucli d'una cèl·lula. Cada gen origina la fabricació d'una proteïna concreta. En realitat, són les proteïnes les encarregades de portar endavant les funcions biològiques. Són intermediàries entre els gens, que alberguen les instruccions, i les funcions i tots els altres caràcters biològics. Així, segons com combinem les A, les T, les G i les C, obtindrem un gen distint. D'aquesta manera, els gens són els responsables, en última instància, de característiques com ara el color dels nostres ulls, el color de la nostra pell, el nostre sexe, la nostra propensió a certes malalties, els nostres trets facials o la nostra capacitat per a metabolitzar un determinat compost.

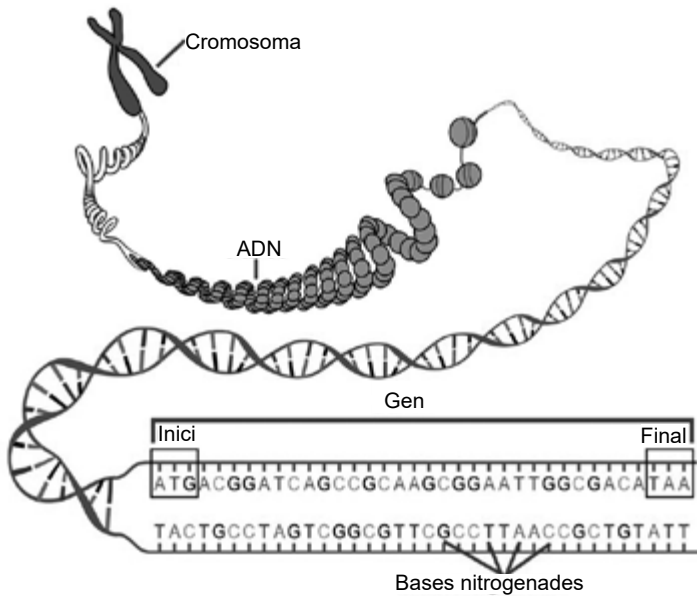


Figura 2. Estructura i ordenació dels cromosomes, gens i bases nitrogenades. Adaptació d'imatge del National Human Genome Research Institute dels EUA.

En definitiva, els gens són els responsables de totes les nostres característiques. I també, per descomptat, de totes les característiques de les plantes. Així, un gen fictici amb una combinació fictícia de bases com, per exemple, ATCCGAACCT, podria generar tomaques roges. En canvi, si en aquest gen hi haguera la combinació TCAGGTTCCG, les tomaques serien una miqueta més grogues. I si fóra GAATCGTTCC, serien blanques del tot. Aquest exemple totalment inventat tracta d'il·lustrar la relació que hi ha, en tots els éssers vius, entre la seqüència de bases que hi ha en tots els seus gens i les seues característiques en tant que organisme. Podríem, per tant, concloure que:

- Tots els éssers vius tenim gens
- Tots els gens són químicament iguals
- Tots els gens tenen la mateixa estructura

- Tots els gens funcionen igual
- L'única diferència entre gens és la combinació d'A, T, G i C, que porten dins: cadascú en tenim una combinació distinta, única en la naturalesa. En el fons, allò que ens diferencia en termes genètics els uns dels altres, els humans dels bacteris, els elefants de les formigues, els encisams de les palmeres, són les combinacions de les bases A, T, G i C.

Tot això és igualment vàlid per a un gen i per a un transgen, l'única diferència entre els quals és l'origen. Un transgen procedeix d'un organisme diferent del que el conté i expressa. De manera que una planta transgènica és una planta que té un transgen en el seu genoma i que l'expressa. És a dir: una planta que conté gens d'uns altres organismes i, per tant, presenta característiques noves, diferents de les plantes no transgèniques de la mateixa espècie.



Figura 3. En el fons, tots som A, T, C i G. © National Human Genome Research Institute dels EUA.