

Escrit per David Bueno, doctor en biologia i especialista en genètica.

Transgènics

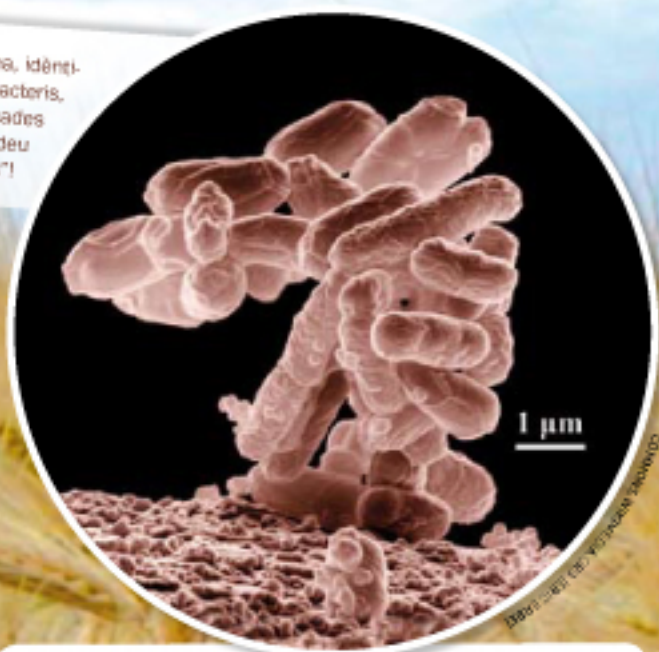
Què, com i per què

Els biòlegs moleculars modifiquen el DNA imitant i reproduint processos naturals.

Els transgènics han aparegut unes quantes vegades a les primeres pàgines dels diaris per diverses raons i a vegades enmig de la polèmica.

Però, què és realment un transgènic? Com s'aconsegueix? Quins beneficis té? Descobriu en profunditat aquesta tecnologia, el seu funcionament i les oportunitats que ofereix a camps tan diferents com l'alimentació o la medicina.

Ja des de 1982 molts diabètics reben diàriament insulina humana, idèntica a la que faria el seu propi pàncreas, però que és produïda en bacteris, concretament en unes soques específiques genèticament modificades de l'espècie *Escherichia coli*, uns bacteris intestinals. Aquí podeu veure alguns d'aquests bacteris tan "saludables".



QUÈ CODIFIQUEN ELS GENS?

L'objectiu de la informació genètica continguda en els gens és, en la immensa majoria dels casos, dirigir la síntesi de proteïnes. Per tant, podem ampliar el concepte de gen definint-lo com el segment de DNA que porta la informació necessària perquè els ribosomes sintetitzin una proteïna concreta (els ribosomes són els orgànuls cel·lulars encarregats de fabricar les proteïnes). Les funcions de les proteïnes són molt diverses, i contenen la clau de les funcions biològiques cel·lulars. Esmentem alguns exemples per poder copsar la gran diversitat de funcions que tenen les proteïnes i, per extensió, les característiques biològiques que podem afegir o suprimir en un organisme en modificar-lo genèticament:

- **Empaquetament del material hereditari:** les histones són les proteïnes encarregades de compactar el DNA en els cromosomes.

- **Transmissió i recepció de senyals:** els receptors cel·lulars són proteïnes encarregades de la comunicació entre cèl·lules i entre aquestes i el medi exterior, i la insulina és una proteïna que regula la quantitat de glucosa en sang interaccionant amb receptors específics.

- **Afavorir reaccions enzimàtiques:** els enzims, el grup més gran de proteïnes, tenen la funció de catalitzar (fer possibles) les reaccions bioquímiques de les cèl·lules, com per exemple sintetitzar vitamines o modificar greixos.

- **Control de l'expressió dels gens:** els factors de transcripció són proteïnes encarregades de controlar el funcionament dels gens.

- **Protecció, consistència i impermeabilitat:** el col·lagen i la queratina són dues proteïnes estructurals associades a la pell, als pèls i al teixit conjuntiu, que uneix els diversos òrgans i teixits d'un organisme.

- **Transport de substàncies:** l'emoglobina és un pigment respiratori encarregat de transportar oxigen per la sang, des dels pulmons fins als diversos teixits.

- **Mecanismes de defensa:** les immunoglobulines (els anticossos) són unes proteïnes del sistema immunitari dels vertebrats encarregades de la defensa de l'organisme contra elements potencialment patògens, com bacteris, i la toxina Bt, molt emprada en plantes transgèniques, és una proteïna del bacteri *Bacillus thuringiensis* capaç de matar insectes.

- **Moviment:** l'actina i la miosina són dues proteïnes molt abundants en el teixit muscular, responsables del moviment de la musculatura (i per tant una de les principals fonts de proteïna d'origen animal pels humans).

Se busca etiqueta para transgènics

Después de haber estado en el centro de la polémica por la aprobación de los transgénicos, la Unión Europea se enfrenta ahora a la necesidad de etiquetarlos.



Expertos en ingeniería genética dicen que los transgènics no entrañan ningún riesgo

Defienden la utilización de la biotecnología para lograr una agricultura sostenible.



EE.UU. admite lo que las autoridades niegan Algunos alimentos donados son transgènics: Embaiada



Biólogos españoles desarrollan animales transgènics contra el cáncer y la diabetes

Los investigadores buscan a empresas multinacionales para financiar sus proyectos.



CONCEPTES BÀSICS

EL MATERIAL HEREDITARI

Tot ésser viu té el seu propi material hereditari, que en determina les característiques biològiques. Aquest material hereditari, anomenat també material genètic, està format per molècules de DNA (àcid desoxiribonucleic, també conegut com a ADN), que contenen els gens. Dins aquest

esquema, els gens són les unitats bàsiques de l'herència, els segments de DNA que contenen la informació necessària per determinar les característiques biològiques. Les tècniques de DNA recombinant permeten modificar directament els gens i, per tant, la informació que codifiquen.

Bacteris contra la contaminació a l'aigua



Canya de sucre resistant a l'atac dels insectes



TRANSGÈNICS A DEBAT

La diversitat d'organismes utilitzats és molt àmplia, com també ho són les seves aplicacions. Per tant, per a tots aquells que siguin contraris als "aliments transgènics" –que en propietat hauríem d'anomenar aliments derivats d'OGM–, una posició perfectament respectable, si us plau vigileu quan utilitzeu la famosa consigna "Transgènics foral", atès que dita d'aquesta manera inclou també totes les altres aplicacions dels OGM, com alguns productes farmacològics que de ben segur ens han salvat o ens salvaran a molts de nosaltres en més d'una ocasió, o com a mínim contribuiran a millorar la nostra qualitat de vida.

Arròs ric en vitamina A



Llet de vaca per tractar l'hemofília



QUÈ SÓN ELS OGM?

Els organismes genèticament modificats (OGM), coneguts més popularment com transgènics, són organismes als quals s'ha modificat el seu contingut genètic mitjançant tècniques d'enginyeria genètica, ja sigui introduint un gen forà (o més d'un) o bé suprimint o modificant la funcionalitat d'un gen propi (d'aquí el nom de *transgènic*, mot que etimològicament vol dir "a través dels gens"). Això fa que en l'organisme receptor es modifiqui o se suprimeixi alguna característica biològica que li era pròpia, o que se n'afegeixi alguna de nova a les que ja tenia. Tots els éssers vius de l'escala evolutiva es poden modificar genèticament, des dels bacteris als mamífers, passant pels fongs, els virus, els insectes, els peixos, les plantes, etc. N'hi ha, però, que són més fàcils de manipular que d'altres.

L'objectiu general de les modificacions és conferir-los característiques que siguin d'interès per als humans, com per exemple:

- oferir resistència contra els insectes en gramínies, la qual cosa permet disminuir la quantitat de pesticides a utilitzar;
- produir arròs més ric en vitamina A per evitar problemes de malnutrició en zones on l'arròs és la principal o potser quasi l'única font d'aliment;
- generar bacteris bioreparadors que, per exemple, segregin metalls pesats altament contaminants del medi ambient per tal de descontaminar zones malmeses;
- o produir vaques la llet de les quals contingui un factor humà de coagulació sanguínia, un fàrmac per tractar l'hemofília.

AQUEST EXEMPLES NO HAN ESTAT PAS TRET D'UNA OBRA DE CIÈNCIA-FICCIO, SINÓ QUE JA SÓN UNA REALITAT.

COM ES MANIPULA EL MATERIAL GENÈTIC?

Totes les eines i tècniques emprades en enginyeria genètica tenen el seu origen en l'observació i l'anàlisi de fenòmens biològics naturals, que són copiats i reproduïts en condicions de laboratori per obtenir els mateixos efectes de manera dirigida i controlada. Per generar un OGM ens cal:

1. Identificar el gen d'interès i una seqüència reguladora que controli l'expressió de forma precisa i acurada.
2. Tallar i unir el gen i la seqüència reguladora; és a dir, generar el DNA recombinant.
3. Obtenir un nombre suficient de còpies de DNA recombinant per poder-les manipular amb comoditat.
4. Introduir el DNA recombinant a la cèl·lula hoste (la receptora), que esdevindrà directament un OGM si es tracta d'un organisme unicel·lular (bacteris, llevats o cèl·lules de mamífer en cultiu), o serà un pas intermedi en la construcció de l'OGM si prové d'un organisme pluricel·lular, com un animal o una planta.
5. Finalment, obtenir un nombre significatiu d'OGM idèntics a partir de l'inicial, ja sigui estímulant la seva reproducció si són unicel·lulars o bé mitjançant aparellaments selectius si és pluricel·lular.

En certa manera, el disseny i la construcció genètica d'un OGM s'assembla a un joc infantil de peces d'encaix. Els blocs i les peces de construcció de l'enginyeria genètica són els gens, les seqüències reguladores de DNA, i alguns altres elements que actuen de vectors transportadors, com vi-

rus, plasmidis (uns elements de DNA circular, que no pertanyen al genoma bacterià però que es poden trobar a l'interior d'alguns bacteris) i uns determinats elements dels cromosomes. Cal posar-hi imaginació, exactament la mateixa que utilitza un infant per fer una nau espacial amb peces

d'encaix, i fer la manipulació: per operar amb totes aquestes peces es disposa de molècules d'origen natural, com per exemple enzims, i de diverses tècniques i aparells que ens permeten tallar i empalmar els trossos de DNA, i que possibiliten fer-ne tantes còpies com vulguem.

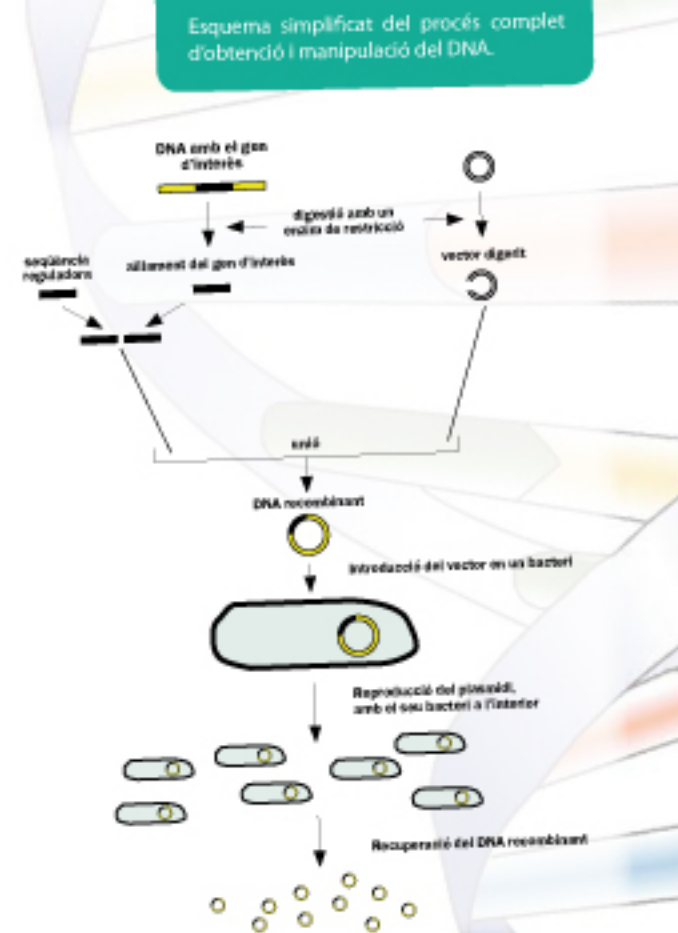
POSAR O TREURE, TOT ÉS POSSIBLE

Parlant de forma genèrica, es poden fer dos tipus generals de manipulacions genètiques: **afegir una característica biològica nova o eliminar-ne o canviar-ne una de pròpia. Afegir una característica nova és conceptualment més senzill: n'hi ha prou amb seleccionar el gen i la seqüència reguladora adequats, i introduir-los a l'ésser viu seleccionat. Si tot ha funcionat correctament, aquesta nova varietat adquirirà la característica que confereix aquest gen, com per exemple bacteris que produiran insulina o grans d'arròs que sintetitzaran vitamina A.**

Més difícil és suprimir una característica endògena que sigui pròpia de l'espècie que es vol modificar. Per exemple, imaginem que s'ha detectat un gen humà que quan no funciona correctament provoca

el desenvolupament precoç d'una malaltia, com per exemple la d'Alzheimer, una afecció neurodegenerativa que es pot manifestar amb l'edat. Per estudiar el desenvolupament d'aquesta malaltia i assajar possibles teràpies, una de les diverses vies d'actuació és generar ratolins transgènics que la reproduïxin. Per generar-los, cal suprimir o modificar la funcionalitat del gen en qüestió. En aquest cas concret, extret de la literatura científica, es va modificar un gen específic de ratolí, ano-

menat APP, perquè codifiqués una forma alterada d'una proteïna, la proteïna precursora amiloide. És a dir, es va eliminar una funció biològica que li era pròpia. Cal puntualitzar que per poder obtenir models animals de malalties humanes és necessari que l'espècie escollida per a la manipulació contingui el mateix gen que nosaltres, els humans, i que hi faci la mateixa funció. Això no és gaire difícil, perquè el mamífer compartim la immensa majoria dels nostres gens.



APLICACIONS

DES DE LA MEDICINA A L'ALIMENTACIÓ



Soja



Colza

PLANTES AMB AVANTATGE

Respecte de les plantes genèticament modificades que actualment ja es conreen i es comercialitzen, les més utilitzades són, en ordre decreixent d'hectàrees cultivades, la soja, el blat de moro o panís, el cotó i, a més distància, l'arròs, la colza o napera, la carabassa, la papaia i l'alfals. Les característiques genètiques que s'han modificat inclouen, entre d'altres, la introducció de gens de resistència a herbicides, els quals s'han aplicat a la soja, el blat de moro, la colza, el cotó i l'alfals; gens de resistència contra insectes, concretament contra l'eruga de la barrina, els quals s'han aplicat al blat de moro i al cotó; i d'ambdues característiques alhora, també en blat de moro i cotó.

Més a prop de casa, el 2007 a l'Estat espanyol hi havia unes 70.000 hectàrees conreades amb blat de moro transgènic, de moment l'únic conreu OGM present a l'Estat. De les diverses comunitats que el componen, la que manté un registre més exhaustiu és Catalunya. Actualment es conreen dues varietats de blat de moro genèticament modificades: el Bt-176 i el MON-810, ambdues genèticament protegides contra l'eruga de la barrina, en les quals s'ha introduït un gen específic que evita o disminueix l'efecte d'aquesta plaga.

El blat de moro Bt pot evitar l'atac del barrinador europeu de la panotxa (*Ostrinia nubilalis*), un insecte que pot arribar a destruir més del 20% del cultiu. Aquesta qualitat s'aconsegueix introduint un gen que la planta original no tenia i que s'ha agafat d'un bacteri, el *Bacillus thuringiensis*, que produeix una proteïna tòxica per a diversos insectes herbívors, però que no fa cap mal als humans. El mateix es pot aplicar en altres plantes i contra altres insectes, per exemple, aquesta imatge ens mostra unes fulles de cacauet atacades per un insecte (a dalt) i unes altres amb el gen defensor del *Bacillus thuringiensis* (a baix).

Millorar els combustibles

Pel que fa a la seva comercialització, part d'aquest blat de moro s'empra per produir farratges per a la indústria ramadera, però és important fer esment que també es pot destinar a la producció de biocombustible, i més concretament de biodièsel, més respectuós amb el medi ambient que el dièsel derivat d'hidrocarburs fòssils (petroli). Evidentment, per fer biocombustibles no cal que les plantes siguin transgèniques, però potser en un futur proper es podran incorporar característiques a aquestes plantes que facin el combustible encara menys contaminant i amb més poder energètic, o que incrementin la productivitat per fer que aquests conreus siguin més rendibles.

Blat de moro



Cotó



ANIMALS TRANSGÈNICS

Quin és l'objectiu de generar animals transgènics? Actualment s'estan generant animals transgènics per a múltiples finalitats, entre les quals les més destacades són:

- aprofundir en el coneixement de la tecnologia de les modificacions genètiques;
- desxifrar les instruccions del genoma, el conjunt de gens de cada organisme;
- estudiar el control genètic dels sistemes fisiològics;
- construir models animals de malalties genètiques que afecten les persones per tal d'estudiar el seu origen i desenvolupament, i poder assajar noves teràpies i fàrmacs;
- millorar, des del punt de vista de productivitat humana, la producció ramadera;
- produir nous productes d'origen animal, com nous fàrmacs per a tractar malalties humanes o òrgans animals aptes per a trasplantament a humans.



Per exemple, actualment es disposa de més de mitja dotzena de soques de ratolins transgènics que reproduïxen la fisiologia i la patologia de la malaltia d'Alzheimer en aquests organismes, la qual cosa permet no només aprofundir en els mecanismes d'aparició, desenvolupament i patogènia d'aquesta malaltia, sinó també cercar, analitzar i assajar noves estratègies i nous productes terapèutics.

Un altre exemple de la utilització d'animals transgènics és com a biofàctories per a l'obtenció de fàrmacs per al tractament de diver-

ses malalties humanes. En aquest sentit, per exemple, s'han generat ovelles transgèniques que contenen el gen humà de l'alfa-1-antitripsina, el qual dirigeix la producció de la proteïna homònima en la llet d'aquests animals i que s'empra per tractar l'emfisema. L'emfisema és una malaltia pulmonar que provoca danys als sacs alveolars dels pulmons, els quals no poden desinflar-se completament durant l'expiració i per tant no poden omplir-se amb prou aire nou durant la inspiració, fet que provoca que la provisió d'oxigen sigui inferior a l'adequada.



Productes farmacològics

EL PODER DELS MICROORGANISMES

Actualment es disposa de més de 30 productes farmacològics obtinguts de microorganismes i cèl·lules en cultiu genèticament modificats mitjançant la introducció de gens d'origen humà, i les previsions indiquen que el nombre de fàrmacs obtinguts d'aquesta manera anirà creixent de forma proporcional a l'estudi molecular de les afeccions humanes.

Però la producció de productes farmacològics no és pas l'única utilitat dels microorganismes genèticament modificats. La ràpida expansió i l'increment de la sofisticació de les indústries químiques o que empen-

productes químics durant els darrers cent anys, i molt especialment durant les últimes tres dècades, ha provocat un increment en la quantitat i la complexitat de les restes tòxiques alliberades al medi ambient. En aquest sentit, és important destacar que s'està treballant de forma molt eficient en l'obtenció de bacteris genèticament modificats que produeixen determinats enzims capaços de metabolitzar (destruir) els residus industrials, urbans i humans més variats, des del petroli a les aigües fecals, passant pels metalls pesats i els productes responsables dels gasos causants de l'efecte hivernacle.

Vols saber-ne més?

Conviure amb els transgènics

Un llibre amb totes les claus

En aquestes pàgines has pogut veure algunes pinzellades de l'àmpli món dels organismes genèticament modificats (OGM), però si t'ha interessat el tema, ara tens l'oportunitat de descobrir-ne tots els detalls al llibre *Conviure amb els transgènics*, de David Bueno, doctor en biologia i especialista en genètica, que també signa aquest article. **Quines són les revolucions científiques que ens han portat fins als OGM? Quines investigacions se n'ha fet? Què s'està investigant avui als laboratoris? Qui els critica i per què?**

Aquestes i d'altres preguntes tenen la seva resposta en les pàgines d'aquesta obra divulgativa i per a tots els públics.

Pots demanar-la a www.omniscellula.net

