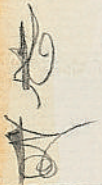




ARXINS GENERALS de Tot
EL que ENCSA NO S'HA descobert.



EL FUTUR DE LA GENÈTICA EN L'ALIMENTACIÓ

Daniel Ramón

THE FUTURE OF GENETICS IN FOODS.

APPLYING GENETICS TO FOOD GOES BACK TO THE BEGINNING OF AGRICULTURE AND ANIMAL HUSBANDRY. CURRENTLY, TWO NEW GENETIC TECHNOLOGIES, GENETIC ENGINEERING AND GENOMICS, ARE A MAJOR BREAKTHROUGH IN BASIC AND APPLIED STUDIES ON FOOD AND NUTRITION. HOWEVER, THEIR GLOBALIZATION IS HINDERED BY THE LACK OF KNOWLEDGE MANY CITIZENS HAVE ABOUT THE USE OF THESE TECHNIQUES. FAR FROM SEEING THEM AS TOOLS ABLE TO SOLVE THE PROBLEMATIC FUTURE OF NUTRITION, THEY BELIEVE THEY ARE A DANGER, PUTTING OUR LIVES, ECOSYSTEMS AND ECONOMIC INDEPENDENCE AT RISK. WHAT TRUTH IS THERE IN ALL THIS? THIS ARTICLE WILL DISCUSS THE IMPACT THESE NEW GENETIC TECHNOLOGIES HAVE ON NUTRITION.

■ LA MILLORA GENÈTICA DELS ALIMENTS

Recórrer a la genètica per millorar la textura, el color o la composició nutricional dels aliments no és res de nou. Des de fa dotze mil anys els agricultors i ramaders han millorat les races d'animals de granja i les varietats vegetals comestibles utilitzant, sense saber-ho, tècniques genètiques. D'entre totes, les més utilitzades han estat la hibridació, coneguda com a encreuament sexual, i l'aparició de mutants espontanis o variabilitat natural.

En la primera d'aquestes tècniques –la hibridació– s'encreuen dos parentals portadors de característiques agroalimentàries rellevants però complementàries (per exemple una varietat resistent a l'atac d'un patògen amb una altra amb bona productivitat al camp) i es busca entre els descendents aquells que hagen heretat el millor dels dos parentals. A escala molecular el que ocorre en aquests encreuaments no és més que la mescla a l'atzar dels milers de gens de cada progenitor, de manera que la combinació amb els gens adequats serà minoritària. Així i tot, els millorants són capaços d'escrutar aquesta descendència i seleccionar els híbrids adequats.

«UN PERCENTATGE ALTÍSSIM DE VARIETATS VEGETALS I ANIMALS QUE CONSUMIM SÓN PROCESSOS D'ENCREUAMENT I SELECCIÓ»

Per complicada que sembla, aquesta tecnologia ha funcionat magníficament. De fet, un percentatge altíssim de les varietats vegetals i races animals que consumim en la nostra dieta són productes de processos d'encreuament i selecció. No cal més que recordar que mitjançant encreuaments successius s'han aconseguit les varietats de blat amb què es produeixen les farines que fem servir per fabricar el pa. Aquests blats, que molts consideren naturals, es van desenvolupar fa pocs anys i els seus genomes són un autèntic puzzle de cromosomes.

En la segona tècnica, la mutació, el que se seleccionen són aquells individus mutants que, també de manera aleatòria, han canviat un o uns pocs dels milers de gens del seu genoma per aconseguir una nova combinació genòmica més eficaç des del punt de vista agroalimentari. De nou hi ha molts exemples en la nostra dieta, i un dels més cridaners són les cols. Aquests vegetals no existien fa cinc mil anys i són el fruit d'una mutació en el genoma d'un avantpassat evolutiu.

Des que l'any 1953 James Watson i Francis Crick van descobrir l'estructura del DNA, la molècula responsable de l'herència en tots els organismes vius, els avenços en

A l'esquerra, Manuel Baixauli. *Arxius generals de tot el que encara no s'ha descobert*, 2007. Aquarel·la i llapis sobre paper, 24,7 x 34,5 cm.

el descobriment de les bases moleculars de l'herència han estat espectaculars. Tan sols cinquanta anys més tard s'ha aconseguit desxifrar la totalitat del genoma humà. Han sorgit noves tecnologies genètiques, com ara l'enginyeria genètica, que són capaces d'aïllar gens concrets i expressar-los en altres organismes vius generant els anomenats organismes modificats genèticament (abreujadament OMG) o organismes transgènics. De manejar genomes complets a l'atzar mitjançant l'encreuament i la mutació hem passat en tan sols unes dècades a la sofisticació del treball dissecionat amb gens aïllats. L'alimentació no ha estat aliena a aquestes novetats. S'ha aplicat enginyeria genètica al disseny d'aliments i així han sorgit els anomenats aliments transgènics.

Per a molts ciutadans els conreus transgènics només són llavors capaces de resistir l'atac d'insectes o el tractament amb herbicides. Per als que treballem en nutrició i alimentació són, sens dubte, molt més. Sabem que, entre altres exemples, s'han desenvolupat arrossos transgènics millorats en composició nutricional, tomaques OMG capaces de vacunar contra malalties infeccioses, patates transgèniques amb una composició de midó distinta o vaques modificades genèticament que en la llet produeixen proteïnes d'elevat interès sanitari. No sols això, ens consta, al contrari del que opinen molts dels seus detractors, que són els aliments més avaluats de tota la història de l'alimentació i que el possible risc sanitari dels comercialitzats fins avui és tan baix com el de qualsevol producte de l'agricultura orgànica o l'agricultura convencional. A més, molts dels desenvolupaments transgènics impliquen un menor consum de plaguicides, és a dir, que es tracta d'aportacions pròpies d'una agricultura sostenible.

A pesar de totes aquestes raons, els transgènics estan mal vistos per una part del planeta, fonamentalment pels ciutadans europeus, encara que en parlarem més tard. El que sembla evident és que es tracta d'una tecnologia amb futur. No cal sinó recordar que el primer conreu transgènic es va plantar l'any 1994. Des de llavors la superfície mundial conreada amb plantes transgèniques no ha fet més que créixer. L'any passat es van plantar més de cent milions d'hectàrees de conreus transgènics en tot el món, especialment als Estats Units, Canadà i Argentina, però també a Sud-àfrica o Austràlia, Xina, Brasil o l'Índia. A més, més de deu milions d'agricultors van conrear durant aquell any plantes transgèniques i el 90% d'ells ho van fer en països pobres.

A la vista de totes aquestes xifres sembla clar que l'avanç d'aquesta mena de projectes és imparable, sobre-

Des que es va descobrir l'estructura del DNA en 1953, s'ha aconseguit desxifrar la totalitat del genoma humà i han sorgit noves tecnologies capaces d'aïllar gens concrets i expressar-los en altres organismes vius. L'alimentació no ha estat aliena a aquestes novetats i així han sorgit els aliments transgènics.



«LES COLS NO EXISTIEN FA 5.000 ANYS I SÓN EL FRUIT D'UNA MUTACIÓ EN EL GENOMA D'UN AVANTPASSAT EVOLUTIU»

tot en països en vies de desenvolupament. I encara ho serà més si considerem les exigències dels consumidors dels països rics. En la Unió Europea els consumidors no sols exigeixen que els aliments siguin segurs, també volen que milloren la salut i la qualitat de vida. Així és com han sorgit els anomenats aliments funcionals. Arribar

més lluny en el disseny d'aquests aliments funcionals exigirà aplicar enginyeria genètica. En aquesta barrera entre la salut i l'alimentació, molt probablement el consumidor europeu acabarà canviant la seua actitud enfront dels OMG. Dubtarà algun cel·lac si pot consumir un pa transgènic lliure del pèptid de degradació de la gliadina responsable d'aquesta patologia? No sols no ho farà, sinó que ho acceptarà de bon grat, com qualsevol diabètic accepta sense problemes la insulina que li permet mantenir els seus nivells de glucosa en sang, encara que tota la insulina que actualment s'injecten els nostres diabètics siga un producte transgènic.



© Ana Ponce



© Ana Ponce

El treball pendent és transferir a les pimes i als països en desenvolupament la tecnologia que hem anat aconseguint en el camp de la genètica.

■ TRANSGÈNICS, BIOLOGIA MOLECULAR I SEGURETAT ALIMENTÀRIA

Els transgènics comentats en l'apartat anterior representen una aplicació directa de l'enginyeria genètica en els aliments. Però hi ha una cosa més. La vertadera revolució de l'enginyeria genètica ha estat l'aplicació que se n'ha fet en el desenvolupament d'OMG amb què aprendre qüestions bàsiques de biologia. Aquests models d'estudi han permès entendre les bases moleculars de determinades metabolopaties, identificar gens i molècules responsables d'aquestes i, basant-se en tot això, dissenyar estratègies terapèutiques. El mateix paradigma de treball pot ser útil en agroalimentació. Per exemple, s'han desenvolupat plantes transgèniques que expressen el gen que codifica una proteïna «espieta» (anomenada així perquè la seua activitat es pot veure fàcilment) sota el control dels senyals reguladors d'un gen d'interès agroalimentari. Aquesta facilitat de detecció permet analitzar quan i com s'expressa l'esmentat gen, encara que no vegem el seu producte sinó el d'una proteïna transgènica que hem col·locat sota el seu control. Mit-

jançant l'ús d'aquesta mena d'aproximacions, en els últims anys s'ha avançat en l'estudi de gens vitals en la floració, germinació o maduració de plantes comestibles.

També hem après els mecanismes pels quals determinats bacteris patògens desencadenen toxiinfeccions. Encara més, es poden construir ratolins mutants per enginyeria genètica que pateixen trastorns metabòlics lligats a una mala alimentació. Aquests ratolins són excel·lents models per definir dietes que permeten pal·liar els problemes lligats a l'esmentada metabolopatia. En el nostre laboratori de l'Institut d'Agroquímica i Tecnologia d'Aliments manegem un organisme model molt simple. Es tracta d'un nematode que amb prou feines fa un mil·límetre, de nom *Caenorhabditis elegans*. Disposem de soques naturals i també de transgèniques que en determinades circumstàncies expressen un fragment del pèptid amiloide humà. Quan ho fan, els cucs queden paralitzats perquè mimetitzen un fenotip propi de la malaltia d'Alzheimer. Sobre aquest sistema analitzem la possible prevenció de la patologia mitjançant la ingesta per part del cuc de diferents extractes vegetals que po-

DANIEL RAMÓN

Premi Nacional d'Investigació «Juan de la Cierva» 2007

«LES EMPRESES ALIMENTÀRIES EUROPEES NO VOLEN NI SENTIR A PARLAR D'ENGINYERIA GENÈTICA»

El passat mes d'octubre, Daniel Ramón (València, 1959) rebia el Premi Nacional d'Investigació «Juan de la Cierva» en Transferència de Tecnologia «per la seua brillant trajectòria investigadora en biotecnologia d'aliments». Després d'anys com a professor d'investigació del CSIC a l'Institut d'Agroquímica i Tecnologia dels Aliments (IATA), ara aquest científic valencià es dedica a temps complet al seu càrrec com a director científic de Biópolis.

Per què aquest premi dins de la categoria de transferència tecnològica?

El tipus d'investigació que he dut a terme des que vaig començar s'ha centrat bàsicament en la investigació aplicada, és a dir, amb un coneixement adquirit s'intenta construir alguna cosa que siga fàcilment transferible al sector industrial. Sempre he treballat amb empreses, essencialment del sector farmacèutic i alimentari.

A més, vostè és director científic de Biópolis, què és?

Aquesta empresa es va constituir fa uns quatre anys. El soci majoritari és el CSIC, però hi trobem també empre-

ses privades com Central Lechera Asturiana o la valenciana Natraceutical. Des que es va crear l'empresa ha anat creixent i ja som més de vint persones treballant-hi.

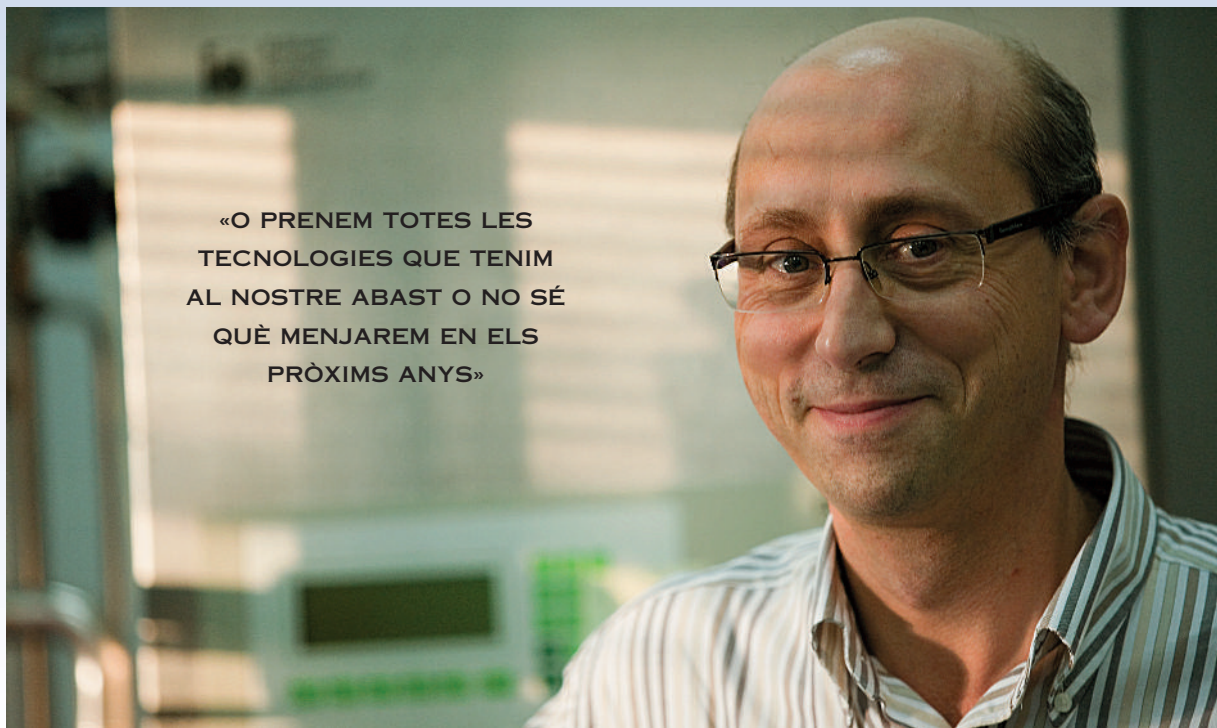
Quines activitats du a terme?

Biópolis treballa sobretot dins l'àrea de l'alimentació humana i també per al sector farmacèutic i químic. En el sector de l'alimentació humana desenvolupem aliments funcionals, sobretot validant que realment són allò que diuen ser, i desenvolupant nous tipus de models animals per aconseguir de manera ràpida i econòmica validar-ne els principis actius. Dins el sector farmacèutic treballem principalment en la construcció de noves soques microbianes que siguen capaces de produir metabòlits.

Realitzeu investigacions amb enginyeria genètica?

En Biópolis no. Les empreses alimentàries europees no volen ni sentir-ne a parlar, d'això, a causa del rebuig social que hi ha al nostre continent. Però jo crec que només és qüestió de temps. Mentrestant, a Biópolis només treballem amb aliments funcionals.

«O PRENEM TOTES LES
TECNOLOGIES QUE TENIM
AL NOSTRE ABAST O NO SÉ
QUÈ MENJAREM EN ELS
PRÒXIMS ANYS»



© Ana Ponce



Però a la IATA sí que s'hi treballa, amb aquesta mena d'investigació?

Jo mateix he realitzat investigacions genètiques amb aliments durant els anys que he estat a l'institut, sobretot en l'aplicació de l'enginyeria genètica als vins. De fet vam ser els primers a construir llevats transgènics per aconseguir un vi transgènic.

Així doncs, a Europa, l'enginyeria genètica no s'aplica, però sí que es realitzen investigacions.

I tant. És més, si deixem de banda Europa, el 2006 es cultivaren al món 102 milions d'hectàrees de plantes transgèniques i el 90% les plantaren agricultors pobres de països en desenvolupament. El Govern xinès ja ha desenvolupat 150 varietats transgèniques d'arròs. Europa no podrà suportar aquest dèficit en tecnologia per molt de temps.

Perquè, quins són els principals beneficis dels transgènics? Els transgènics estan destinats a obtenir major productivitat, però també a causar menor impacte ambiental, perquè consumeixen menys insecticides i plaguicides. Els que vindran en els propers anys aportaran canvis en la composició nutricional o millores d'altres propietats.

Però en general els transgènics tenen mala fama en la societat, a què és degut?

La gent té por de la genètica perquè la veu com una tecnologia nova, tot i que no és així. La genètica ha estat present a les nostres vides tant en l'alimentació com en la farmàcia, com en altres aspectes de la vida quotidiana. El que passa és que en els darrers anys s'han desenvolupat tecnologies genètiques molt potents. Aquestes tecnologies tindran un impacte brutal en les nostres vides, en el sentit positiu, tot i que per descomptat també poden tenir efectes negatius si s'utilitzen de manera no adequada. Però per a això tenim la societat i els polítics, per evitar que aquests avenços no tinguin un impacte negatiu.

Quin és el futur de l'enginyeria genètica aplicada als aliments?

Només et diré que en l'any 2050 serem 10.000 milions de persones i sabem que en els propers deu anys perdrem bona part dels terrenys de cultiu a causa del canvi climàtic, erosió, desertificació... O prenem totes les tecnologies que tenim al nostre abast o no sé què menjarem, i la transgènia serà clau gràcies a l'increment de productivitat que permet obtenir. L'aplicació de la genètica és formidable, i el que hem de fer és aplicar-la de manera positiva i desenvolupar mecanismes per evitar que es faci de manera negativa.

Anna Mateu. Revista *Mètode*.

drien ser usats com a ingredients alimentaris amb activitat funcional.

Arribats a aquest punt convé recordar que les tècniques de la biologia molecular no són només les pròpies de l'enginyeria genètica. Fa uns anys, Kary Mullis va descobrir una tecnologia denominada PCR (per les sigles en anglès de «*polymerase chain reaction*») que permet amplificar milions de molècules d'un determinat fragment de DNA a partir d'unes poques molècules d'aquest fragment. Aquesta tecnologia s'ha popularitzat en sèries de televisió com *CSI* fins el punt que es coneix com la «prova genètica». Els ciutadans ara saben que a partir d'un simple pèl o una petita gota de sang és possible realitzar aquesta prova i concloure qui era el violador o l'assassí.

El que desconeix la majoria del públic és que aquesta mateixa metodologia és aplicable a l'alimentació. En efecte, s'han desenvolupat tècniques de PCR que permeten detectar unes poques cèl·lules d'un bacteri, fong o virus patògen en un aliment. No sols detectar-lo sinó

«EL POSSIBLE RISC SANITARI DELS TRANSGÈNICS ÉS TAN BAIX COM EL DE QUALSEVOL PRODUCTE DE L'AGRICULTURA CONVENCIONAL»

també quantificar-lo mitjançant la tècnica denominada PCR a temps real. I a més es pot fer en poc menys d'una hora. La mateixa tecnologia serveix per detectar frau. En el nostre institut l'hem aplicada per evitar frau en la venda de llevats vínics. Altres laboratoris l'han feta servir per detectar frau de mesclures per espècies de baix interès comercial i nutricional en conserves de peix o en suc de fruites. Per això cada dia hi ha més empreses alimentàries que utilitzen les tècniques de PCR en el seu control de qualitat. Com va succeir fa vint anys amb les reaccions immunològiques, les tècniques moleculars se simplifiquen i abarateixen cada mes. Per això el que fa deu anys semblava ciència-ficció, detectar per PCR patògens i frau alimentaris, avui és una realitat clara als països desenvolupats. El treball pendent és transferir aquestes tecnologies a les pimes i també a països en desenvolupament.

■ GENÒMICA I ALIMENTACIÓ

Com abans es va comentar, l'any 2003 es va fer pública la seqüència que conforma el nostre genoma, el genoma



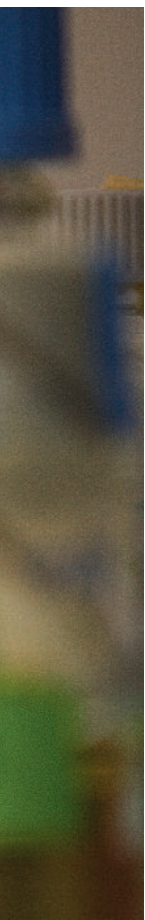
La verdadera revolució de l'enginyeria genètica ha estat l'aplicació que se n'ha fet en el desenvolupament d'OMG amb què aprendre qüestions bàsiques de biologia.

humà. Som poc més de 23.000 gens interaccionant amb l'ambient. Però el que som no depèn del nostre color de pell, ni del nostre credo polític o religiós; està escrit en aquest alfabet molecular i es tradueix en funció del nostre ambient físic o cultural. És evident l'impacte de la genòmica en la nostra vida quotidiana. Comencem a entendre com es definirà en el futur una alimentació a la carta en funció del que podríem anomenar «passaport genètic». Potser a molts els esfereïssa, però potser no ho veurien tan greu si pensaren en l'avantatge que per a un xiquet de bolquers pot significar que els seus pares siguin informats sobre una possible mutació en el seu genoma que el predisposa a desenvolupar una malaltia cardiovascular si la seua alimentació no és adequada. Aquestes aplicacions i implicacions de la nutrigenòmica i nutrigenètica són discutides amb més profunditat en un altre article d'aquest especial.

Està clar l'enorme potencial que el coneixement del genoma humà pot tenir en les pautes d'alimentació, però no serà menor el que tinga la seqüenciació dels ge-

nomes d'altres organismes vius d'interès agroalimentari. Fins ara s'han seqüenciat totalment més de cinc-cents genomes distints i hi ha més de set-cents projectes de seqüenciació en marxa. Alguns d'ells es refereixen a animals, plantes o microorganismes de rellevància alimentària, com per exemple l'arròs, el llevat forner, el bacteri *Bifidobacterium bifidum* (usat en molts productes probiòtics) o patògens responsables de toxiinfeccions alimentàries com *Escherichia coli*. El coneixement dels gens que componen el genoma d'aquests organismes permet conèixer els seus gens clau per definir estratègies de millora per genètica clàssica (l'anomenada millora assistida per marcadors) o per enginyeria genètica, desenvolupar mecanismes de defensa contra la seua patogenicitat o descobrir noves funcions fisiològiques amb impacte nutricional.

La seqüenciació de genomes ha estat fins ara una tècnica costosa en temps i diners. Fa a penes un any es va descriure una nova tècnica de seqüenciació basada en l'ús de nanomaterials. Aquesta tècnica es denomina pi-



© Ana Ponce

rosecuenciació i permet seqüenciar genomes de manera massiva en molt menys temps i a menor cost. Per exemple, la tecnologia clàssica de seqüenciació aplicada en un laboratori convencional trigava a seqüenciar el genoma d'un bacteri làctic un temps variable entre un i tres anys. Amb la tecnologia de piroseqüenciació és possible fer-ho en tan sols vuit hores i per un preu en cost de materials deu vegades menor al de la tecnologia convencional.

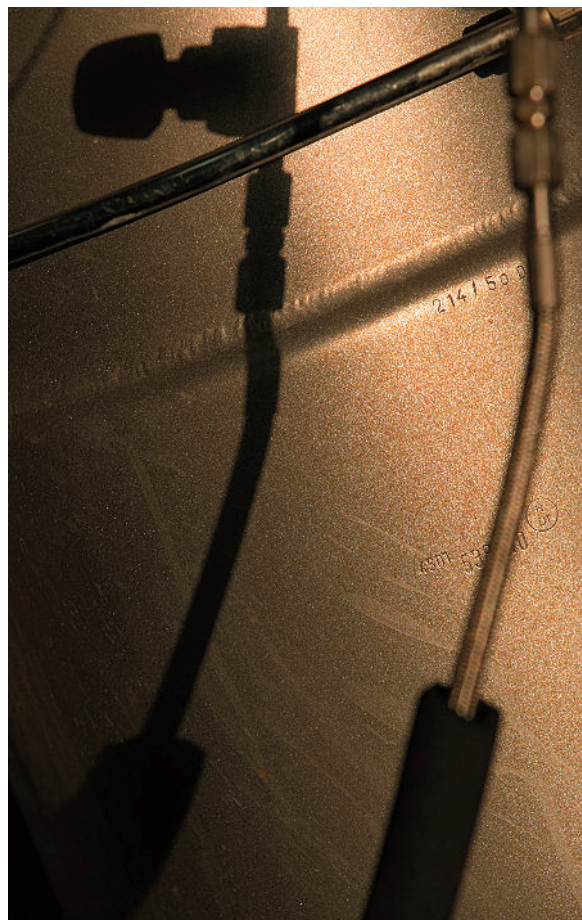
Sens dubte, aquesta tecnologia revolucionarà la seqüenciació de genomes, incloent-hi els anomenats metagenomes. Amb aquest últim substantiu es fa referència a la seqüenciació de DNA extret d'un ecosistema, de manera que a partir de les dades de seqüència és possible inferir els organismes presents en aquest nínxol ecològic. L'aplicació en alimentació i nutrició és més pròxima del que molts imaginem. Per exemple, recentment s'han dut a terme projectes de seqüenciació massiva en voluntaris humans que han determinat que més de tretze mil soques bacterianes distintes poblen el nostre tracte digestiu. També mitjançant l'ús de metagenòmica s'han detectat diferències en la composició de la flora microbiana del tracte digestiu d'individus obesos. Són els primers resultats d'una tecnologia potent que permetrà conèixer aspectes nous de la nostra fisiologia i de la seua relació amb l'alimentació.

■ DEBAT SOBRE EL FUTUR DE L'ALIMENTACIÓ MUNDIAL

Al començament del segle XXI, la immensa majoria dels ciutadans europeus veuen amb recel els avenços de la ciència. Obliden que bona part de l'alt nivell de vida de la nostra opulenta societat occidental s'ha aconseguit gràcies al suport decidit durant els últims segles a la investigació bàsica i a les conseqüències tecnològiques d'aquest suport. No cal sinó recordar l'exemple de la penicil·lina o el desenvolupament dels mètodes d'esterilització dels aliments que han salvat de la mort milions de persones, alhora que han incrementat en uns quants anys l'esperança de vida de l'*Homo sapiens*.

Tots els milers d'aportacions beneficioses de la ciència a la nostra qualitat de vida actual s'obliden, quan no es desconeixen. Al contrari, es recorden fins a la societat els pocs exemples d'efectes negatius dels avenços científics utilitzant icones com la talidomida o el DDT.

«ELS CONSUMIDORS EUROPEUS NO SOLS EXIGEIXEN QUE ELS ALIMENTS QUE INGERESQUEN SIGUEN SEGURS, TAMBÉ VOLEN QUE MILLOREN LA SEUA SALUT I QUALITAT DE VIDA»



© Ana Ponce

Les tècniques moleculars se simplifiquen i abarateixen cada mes. El que fa deu anys semblava ciència-ficció avui és una realitat.

La investigació científica i les seues aplicacions tecnològiques tenen mala premsa en la UE i els seus ciutadans veuen amb desconfiança i dubtes el treball dels científics, sobretot en determinades àrees d'investigació amb implicacions ètiques. A aquest ambient tan desfavorable contribueixen en gran mesura molts grups religiosos i alguns col·lectius socials amb actituds pseudoreligioses. Aquest és el cas de l'oposició a la investigació amb cèl·lules troncales embrionàries que mostra l'Església

Catòlica, o la dels col·lectius ecologistes als aliments transgènics. També hi aporta el seu granet de sorra la classe política europea, que amb una mediocritat intel·lectual desesperant sembla més preocupada per seguir el que diu la massa i no perdre el seu escó que per pren-





© Ana Ponce

La indústria agroalimentària europea ha trobat en l'opinió pública una forta oposició a l'aplicació als aliments de tecnologies genètiques, percebudes com innecessàries i perilloses.

dre mesures de futur que afavoresquen la societat. No hi col·laboren tampoc gaire els mitjans de comunicació social, el missatge dels quals ha d'adaptar-se a allò que aquesta mateixa massa vulga llegir, escoltar o veure per a continuar mantenint el negoci.

En la indústria agroalimentària europea aquesta situació d'oposició a les noves tecnologies ha assolit cotes sorprenents. Evidentment, hi ha contribuït notòriament la pèssima gestió política de les crisis alimentàries de la dècada dels noranta que van afectar una societat que es pensava, i continua ingènuament pensant-se, que el risc zero en l'alimentació existeix. Les aplicacions de les tecnologies genètiques a l'agroalimentació es perceben com una cosa innecessària i perillosa. La realitat és ben distinta. Només l'avenç de l'aplicació

**«ELS CIUTADANS EUROPEUS
VEUEN AMB DESCONFIANÇA
I DUBTES EL TREBALL
DELS CIENTÍFICS, SOBRETOT
EN DETERMINADES ÀREES
AMB IMPLICACIONS
ÈTIQUES»**

d'aquestes noves tecnologies i la globalització que se'n faça ens permetrà arribar a final del segle XXI oferint a tots els consumidors del planeta aliments més sans i segurs. Perquè ho entenguen, els ciutadans europeus haurien de reflexionar sobre els canvis en la demografia i la productivitat agrícola en els últims dos-cents anys. Recordem que el 1880 habitaven el nostre planeta 800 milions de persones i la superfície ocupada per ciutats o terres de cultiu a penes passava del 15% de la superfície total. Avui som 6.000 milions de persones i ocupem amb les nostres ciutats i conreus més del 70% de la superfície del planeta, el 30% restant no és cultivable.

Però encara n'hi ha més. Es calcula que l'any 2050 poblaran el planeta 10.000 milions de persones i en els pròxims trenta anys perdrem la desena part de la superfície cultivable per erosió, desertificació o canvi climàtic. Com alimentarem tres mil cinc-cents milions més de persones amb menys superfície cultivable? La resposta és òbvia: només desenvolupant formes més eficaces de produir aliments, només aplicant totes les tecnologies i, entre elles les noves, particularment les genètiques, que hem discutit en els paràgrafs anteriors. Per descomptat també caldrà globalitzar-les. I els ciutadans europeus i els seus governants hi tanquem els ulls. Afortunadament no ho estan fent els dirigents ni els ciutadans d'altres parts del planeta com Llatinoamèrica, el Sud-est asiàtic o els Estats Units.

En general, els ciutadans de la UE pensen que l'aplicació de la genètica a l'alimentació és antinatural. La falta d'informació i cultura sobre la qualitat de «natural» en l'alimentació és alarmant. Si férem una en-

questa, molts d'ells pensarien que el sucre, el pa i les florícals són productes totalment naturals. Els alarmaria conèixer que per a obtenir sucre des de la remolatxa són necessàries almenys deu operacions unitàries d'enginyeria de processos, entre elles alguns passos d'extracció, carbonatació i cristallització. Però encara els sorprendria més saber que, com abans es va indicar, el blat forner és un autèntic puzzle genètic i les cols un mutant homeòtic.

Enfront d'aquest desconeixement de la realitat molts ciutadans europeus han creat dogmes mancats de contingut. Per exemple, pensar que els aliments de l'agricultura orgànica són més segurs per a la salut dels consumidors. No hi ha dubte que la pràctica d'aquesta mena d'agricultura és més respectuosa amb el medi ambient, però ningú té una sola dada científica que in-



© Ana Ponce

Només l'avanç de l'aplicació de les tecnologies genètiques a l'agroalimentació i la globalització que se'n faça permetrà arribar a final del segle XXI oferint aliments més sans i segurs. Per aconseguir-ho, caldrà que els dirigents europeus s'impliquen en l'educació dels ciutadans en la tecnologia i el progrés que ens canviarà la vida.

dique que aquests productes són millors o pitjors per a la salut dels consumidors que els productes de l'agricultura intensiva.

Durant els últims mesos hem assistit al nostre país a un vergonyant espectacle de crítica a l'assignatura Educació per a la ciutadania. De segur que qualsevol ciutadà, siga quin siga el seu credo o color polític, en llegir els continguts d'aquesta assignatura els assumiria com a propis. Resulta complicat, per no dir impossible, entendre els motius que mouen certs col·lectius a oposar-se a aquesta assignatura, llevat que aquests motius es basen en un altre tipus d'interessos. De la mateixa manera, resulta complicat entendre per què cap dirigent polític europeu està interessat a desenvolupar les mesures que permeten educar els ciutadans en la tecnologia i el progrés que els ha canviat, els canvia i els canviarà les vides.

El dia anterior a escriure aquestes ratlles un científic expert en biomedicina ha estat nomenat ministre de

Sanitat. Al llarg de la seua carrera professional ha destacat per defensar amb bon criteri la investigació amb cèl·lules troncales embrionàries. Confiem que ara defense l'aplicació de la genètica en l'alimentació, encara que això li coste enfrontaments amb algun dels seus companys de gabinet que des de fa anys manté una actitud bel·ligerant davant aquests camps d'investigació i desenvolupament. ☺

BIBLIOGRAFIA

- ALLÈGRE, C., 2007. *La sociedad vulnerable: doce retos de política científica*. Paidós, Barcelona.
- FEDOROFF, N., 2004. *Mendel in the kitchen*. Joseph Henry Press, Washington.
- PAFUNDO, S. *et al.*, 2007. «Applicability of SCAR markers to food genomics: olive oil traceability». *J. Agric. Food Chem.*, 55: 6052-6059.
- TURNBAUGH, P. *et al.*, 2006. «An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest». *Nature*, 444: 1027-1031.
- WITHEE, J. i K. L. Dearfield, 2007. «Genomics-based food-borne pathogen testing and diagnostics: Possibilities for the U.S. Department of Agriculture's food safety and inspection service». *Environ. Mol. Mutagen.*, 48: 363-368.

Daniel Ramón. Institut d'Agroquímica i Tecnologia d'Aliments, Consell Superior d'Investigacions Científiques, València.