



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

19

# EL FUTURO DE LA GENÉTICA EN LA ALIMENTACIÓN

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 MEJORA GENÉTICA DE LOS ALIMENTOS

Emplear la genética para mejorar la textura, el color o la composición nutricional de los alimentos no es nuevo. Desde hace doce mil años los agricultores y ganaderos han mejorado las razas de animales de granja y las variedades vegetales comestibles utilizando, sin saberlo, técnicas genéticas. De entre todas ellas, las más utilizadas han sido la hibridación, conocida como cruce sexual, y la aparición de mutantes espontáneos o variabilidad natural.

En la primera de estas técnicas –la hibridación– se cruzan dos parentales portadores de características agroalimentarias relevantes pero complementarias (por ejemplo una variedad resistente al ataque de un patógeno con otra con buena productividad en campo) y se busca entre los descendientes aquellos que hayan heredado lo bueno de los dos parentales. A escala molecular lo que ocurre en estos cruces no es más que la mezcla al azar de los miles de genes de cada progenitor, de forma que la combinación con los genes adecuados será minoritaria. Aun así, los mejoradores son capaces de escuchar esa descendencia y seleccionar los híbridos adecuados.

Por complicada que parezca, esta tecnología ha funcionado

magníficamente. De hecho, un porcentaje altísimo de variedades vegetales y razas animales que consumimos en nuestra dieta son producto de procesos de cruce y selección. Baste recordar que mediante sucesivos cruces se han conseguido las variedades de trigo con las que se producen las harinas que usamos para fabricar el pan. Estos trigos, que muchos consideran naturales, se desarrollaron hace pocos años y sus genomas son un auténtico puzzle de cromosomas.

En la segunda técnica, la mutación, lo que se seleccionan son aquellos individuos mutantes que, también de forma aleatoria, han cambiado uno o unos pocos de los miles de genes de su genoma para conseguir una nueva combinación genómica más eficaz desde el punto de vista agroalimentario. De nuevo hay muchos ejemplos en nuestra dieta y uno de los más llamativos son las coles. Estos vegetales no existían hace cinco mil años y son el fruto de una mutación en el genoma de un ancestro evolutivo.

Desde que en el año 1953 James Watson y Francis Crick descubrieron la estructura del DNA, la molécula responsable de la herencia en todos los organismos vivos, los avances en el descubrimiento de las bases moleculares de la herencia han sido espectaculares. Tan

**«UN PORCENTAJE ALTÍSIMO DE VARIEDADES VEGETALES Y ANIMALES QUE CONSUMIMOS SON PROCESOS DE CRUCE Y SELECCIÓN»**

A la izquierda, Manuel Baixauli. *Archivos generales de todo lo que aún no se ha descubierto*, 2007. Acuarela y lápiz sobre papel, 24,7 x 34,5 cm.

sólo cincuenta años más tarde se ha logrado descifrar la totalidad del genoma humano. Han surgido nuevas tecnologías genéticas, como la ingeniería genética, que son capaces de aislar genes concretos y expresarlos en otros organismos vivos generando los llamados organismos modificados genéticamente (abreviadamente OMG) u organismos transgénicos. De manejar genomas completos al azar mediante el cruce y la mutación hemos pasado en tan sólo unas décadas a la sofisticación del trabajo diseccionado con genes aislados. La alimentación no ha estado ajena a estas novedades. Se ha aplicado ingeniería genética en el diseño de alimentos y así han surgido los llamados alimentos transgénicos.

Para muchos ciudadanos los cultivos transgénicos sólo son semillas capaces de resistir el ataque de insectos o el tratamiento con herbicidas. Para los que trabajamos en nutrición y alimentación son, sin duda, mucho más. Sabemos que, entre otros ejemplos, se han desarrollado arroz transgénicos mejorados en su composición nutricional, tomates OMG capaces de vacunar contra enfermedades infecciosas, patatas transgénicas con una composición de almidón distinta o vacas modificadas genéticamente que en su leche producen proteínas de elevado interés sanitario. No sólo eso, nos consta, por el contrario de lo que opinan muchos de sus detractores, que son los alimentos más evaluados de toda la historia de la alimentación y que el posible riesgo sanitario de los comercializados hasta la fecha es tan bajo como el de cualquier producto de la agricultura orgánica o la agricultura convencional. Además, muchos de los desarrollos transgénicos implican un menor consumo de plaguicidas, por lo que se trata de desarrollos propios de una agricultura sostenible.

A pesar de todo lo expuesto, los transgénicos están mal vistos por una parte del planeta, fundamentalmente por los ciudadanos europeos, aunque de eso hablaremos más tarde. Lo que parece evidente es que se trata de una tecnología con futuro. Basta recordar que la primera plantación transgénica se llevó a cabo en el año 1994. Desde entonces la superficie mundial cultivada con plantas transgénicas no ha hecho más que crecer. El año pasado se plantaron más de cien millones de hectáreas de cultivos transgénicos en todo el mundo, especialmente en Estados Unidos, Canadá y Argentina, pero también en África del Sur o Australia, China, Brasil o India. Además, más de diez millones de agricultores cultivaron durante ese año plantas transgénicas y el 90% de ellos lo hicieron en países pobres.

A la vista de todas estas cifras parece claro que el avance de este

**«LAS COLES NO EXISTÍAN  
HACE 5.000 AÑOS Y SON EL  
FRUTO DE UNA MUTACIÓN  
EN EL GENOMA DE UN  
ANCESTRO EVOLUTIVO»**

Desde que se descubrió la estructura del DNA en 1953, se ha conseguido descifrar la totalidad del genoma humano y han surgido nuevas tecnologías capaces de aislar genes concretos y expresarlos en otros organismos vivos. La alimentación no ha sido ajena a estas novedades y así han surgido los alimentos transgénicos.



tipo de desarrollos es imparable, sobre todo en países en vías de desarrollo. Más lo será si consideramos las exigencias de los consumidores de los países ricos. En la Unión Europea los consumidores no sólo exigen que los alimentos que ingieran sean seguros, también quieren que mejoren su salud y su calidad de vida. Así han surgido los llamados alimentos funcionales. Llegar más lejos en el diseño de estos alimentos funcionales exigirá aplicar ingeniería genética. En esa barrera entre la salud y la alimentación, muy probablemente, el consumidor europeo cambie su actitud frente a los OMG. ¿Dudará algún celíaco en consumir un pan transgénico libre del péptido de degradación de la gliadina responsable de dicha patología? No sólo no lo hará, sino que lo aceptará de buen grado, como cualquier diabético acepta sin problemas la insulina que le permite mantener sus niveles de glucosa en sangre, aunque toda la insulina que actualmente se inyectan nuestros diabéticos sea un producto transgénico.



© Ana Ponce



© Ana Ponce

El trabajo pendiente es transferir a las pymes y a los países en desarrollo la tecnología que hemos ido alcanzando en el campo de la genética.

#### ■ TRANSGÉNICOS, BIOLOGÍA MOLECULAR Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

Los transgénicos comentados en el apartado anterior representan una aplicación directa de la ingeniería genética en los alimentos. Pero hay algo más. La verdadera revolución de la ingeniería genética ha sido la aplicación de la misma al desarrollo de OMG con los que aprender cuestiones básicas de biología. Estos modelos de estudio han permitido entender las bases moleculares de determinadas metabolopatías, identificar genes y moléculas responsables de las mismas y, en base a todo ello, diseñar estrategias terapéuticas. El mismo paradigma de trabajo puede ser útil en agroalimentación. Por ejemplo, se han desarrollado plantas transgénicas que expresan el gen que codifica una proteína «chivata» (llamada así porque su actividad se puede ver fácilmente) bajo el control de las señales reguladoras de un gen de interés agroalimentario. Esa facilidad de detección permite analizar cuándo y cómo se expresa dicho gen, aunque no veamos su producto sino el de una proteína transgénica que hemos colocado bajo su control. Mediante el uso de este tipo de

aproximaciones, en los últimos años se ha avanzado en el estudio de genes vitales en la floración, germinación o maduración de plantas comestibles.

También hemos aprendido los mecanismos por los que determinadas bacterias patógenas desencadenan toxoinfecciones. Es más, se pueden construir ratones mutantes por ingeniería genética que padecen trastornos metabólicos ligados a una mala alimentación. Estos ratones son excelentes modelos para definir dietas que permitan paliar los problemas ligados a dicha metabolopatía. En nuestro laboratorio del Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos manejamos un organismo modelo muy simple. Se trata de un nematodo que apenas mide un milímetro, de nombre *Caenorhabditis elegans*. Disponemos de cepas naturales y también de cepas transgénicas que en determinadas circunstancias expresan un fragmento del péptido amiloide humano. Cuando lo hacen, los gusanos quedan paralizados porque mimetizan un fenotipo propio de la enfermedad de Alzheimer. Sobre este sistema analizamos la posible prevención de la patología mediante la ingesta por parte del gusano de diferentes extractos vegetales que podrían ser usados como ingredientes alimentarios con actividad funcional.



## DANIEL RAMÓN

Premio Nacional de Investigación «Juan de la Cierva» 2007

### «LAS EMPRESAS ALIMENTICIAS EUROPEAS NO QUIEREN NI OIR HABLAR DE INGENIERÍA GENÉTICA»

El pasado mes de octubre, Daniel Ramón (Valencia, 1959) recibió el Premio Nacional de Investigación «Juan de la Cierva» en Transferencia de Tecnología «por su brillante trayectoria investigadora en biotecnología de alimentos». Tras años como profesor de investigación del CSIC en el Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos (IATA), ahora este científico valenciano se dedica a tiempo completo a su cargo como director científico de Biópolis.

¿Por qué este premio dentro de la categoría de transferencia tecnológica?

El tipo de investigación que he llevado a cabo desde que empecé se ha centrado básicamente en la investigación aplicada, es decir, con un conocimiento adquirido se intenta construir algo que sea fácilmente transferible al sector industrial. Siempre he trabajado con empresas, esencialmente del sector farmacéutico y alimentario.

Además, usted es director científico de Biópolis, ¿qué es?

Esta empresa se constituyó hace unos cuatro años. El socio mayoritario es el CSIC, pero incluye también empresas privadas como Central Lechera Asturiana o la valenciana Natraceutical. Desde que se creó la empresa ha ido creciendo y ya somos más de veinte personas las que trabajamos en ella.

¿Qué actividades lleva a cabo?

Biópolis trabaja sobre todo dentro del área de la alimentación humana y también para el sector farmacéutico y químico. En el sector de la alimentación humana desarrollamos alimentos funcionales, sobre todo validando que realmente son lo que dicen ser, y desarrollando nuevos tipos de modelos animales para conseguir de manera rápida y económica validar los principios activos. Dentro del sector farmacéutico trabajamos principalmente en la construcción de nuevas cepas microbianas que sean capaces de producir metabolitos.

¿Realizan investigaciones con ingeniería genética?

En Biópolis no. Las empresas alimentarias europeas no quieren ni oírlo mencionar, a causa del rechazo social que

hay en nuestro continente. Pero yo creo que sólo es cuestión de tiempo. Mientras tanto, en Biópolis sólo trabajamos con alimentos funcionales.

Pero en el IATA sí que se trabaja con este tipo de investigación, ¿no?

Yo mismo he realizado investigaciones genéticas con alimentos durante los años que he pasado en el instituto, sobre todo en la aplicación de la ingeniería genética a los vinos. De hecho fuimos los primeros en construir levaduras transgénicas para conseguir un vino transgénico.

Así pues, en Europa, la ingeniería genética no se aplica, pero sí que se realizan investigaciones.

Y tanto. Es más, si dejamos aparte Europa, en 2006 se cultivaron en el mundo 102 millones de hectáreas de plantas transgénicas y el 90% las plantaron agricultores pobres de países en desarrollo. El Gobierno chino ya ha desarrollado 150 variedades transgénicas de arroz. Europa no podrá soportar este déficit en tecnología por mucho tiempo.

Porque, ¿cuáles son los principales beneficios de los transgénicos?

Los transgénicos están destinados a obtener mayor productividad, pero también a causar menor impacto ambiental, porque consumen menos insecticidas y plaguicidas. Los que vendrán en los

próximos años aportarán cambios en la composición nutricional o mejoras de otras propiedades.

Pero en general los transgénicos tienen mala fama en la sociedad, ¿a qué se debe?

La gente tiene miedo de la genética porque la ve como una tecnología nueva, aunque no es así. La genética ha estado presente en nuestras vidas tanto en la alimentación como en la farmacia, como en otros aspectos de la vida cotidiana. Lo que pasa es que en los últimos años se han desarrollado tecnologías genéticas muy potentes. Estas tecnologías tendrán un impacto brutal en nuestras vidas, en el sentido positivo, aunque por supuesto también pueden tener efectos negativos si se utilizan de

**«O TOMAMOS TODAS LAS  
TECNOLOGÍAS QUE TENEMOS  
A NUESTRO ALCANCE O NO SÉ  
QUÉ COMEREMOS EN LOS  
PRÓXIMOS AÑOS»**



manera no adecuada. Pero para eso tenemos la sociedad y los políticos, para evitar que estos avances tengan un impacto negativo.

¿Cuál es el futuro de la ingeniería genética aplicada a los alimentos?

Sólo te diré que en el año 2050 seremos 10.000 millones de personas y sabemos que en los próximos diez años perderemos buena parte de los terrenos de cultivo a causa del cambio climático, erosión, desertificación... O aprovechamos todas las tecnologías que tenemos a nuestro alcance o no sé qué comeremos, y la transgenia será clave gracias al incremento de productividad que permite obtener. La aplicación de la genética es formidable, y lo que debemos hacer es aplicarla de manera positiva y desarrollar mecanismos para evitar que se haga de manera negativa.

Anna Mateu. Revista *Mètode*.

Llegados a este punto conviene recordar que las técnicas de la biología molecular no son sólo las propias de la ingeniería genética. Hace unos años, Kary Mullis descubrió una tecnología denominada PCR (por las siglas en inglés de *polymerase chain reaction*) que permite amplificar millones de moléculas de un determinado fragmento de DNA a partir de unas pocas moléculas del mismo. Esta tecnología se ha popularizado en series de televisión como CSI al extremo de conocerse como la «prueba genética». Los ciudadanos ahora saben que a partir de un simple pelo o una pequeña gota de sangre es posible realizar esta prueba y concluir quién era el violador o el asesino.

Lo que desconoce la mayoría del público es que esa misma metodología es aplicable a la alimentación. En efecto, se han desarrollado técnicas de PCR que permiten detectar unas pocas células de una bacteria, hongo o virus patógeno en un alimento. No sólo detectarlo sino también cuantificarlo mediante la técnica denominada PCR a tiempo real. Y además se puede hacer en poco

#### «EL POSIBLE RIESGO SANITARIO DE LOS TRANSGÉNICOS ES TAN BAJO COMO EL DE CUALQUIER PRODUCTO DE LA AGRICULTURA CONVENCIONAL»

menos de una hora. La misma tecnología sirve para detectar fraudes. En nuestro instituto lo hemos usado para evitar fraudes en la venta de levaduras vínicas. Otros laboratorios las han usado para detectar fraudes de mezclas por especies de bajo interés comercial y nutricional en conservas de pescado o en zumos de frutas. Por ello cada día hay más empresas alimentarias que utilizan las técnicas de PCR en su control de calidad. Como sucedió hace veinte años con las reacciones inmunológicas, las técnicas moleculares se simplifican y abaratan cada mes. Por eso lo que hace diez años parecía ciencia-ficción, detectar por PCR patógenos y fraudes alimentarios, hoy es una realidad clara en los países desarrollados. El trabajo pendiente es transferir estas tecnologías a las pymes y también a países en desarrollo.

#### ■ GENÓMICA Y ALIMENTACIÓN

Como antes se comentó, en el año 2003 se hizo pública la secuencia que conforma nuestro genoma, el genoma humano. Somos poco más de 23.000 genes interactuando con el ambiente. Pero lo que somos no depende





La verdadera revolución de la ingeniería genética ha sido la aplicación que se ha hecho de ella en el desarrollo de OMG con los que aprender cuestiones básicas de biología.

de nuestro color de piel, ni de nuestro credo político o religioso; está escrito en ese alfabeto molecular y se traduce en función de nuestro ambiente físico o cultural. Es evidente el impacto de la genómica en nuestra vida cotidiana. Empezamos a entender como se va a definir en el futuro una alimentación a la carta en función de lo que podríamos llamar «pasaporte genético». Puede que a muchos les aterre, pero quizás no lo vean tan grave si piensan en la ventaja que para un recién nacido puede suponer que sus padres sean informados sobre una posible mutación en su genoma que le predisponga a desarrollar una enfermedad cardiovascular si su alimentación no es adecuada. Estas aplicaciones e implicaciones de la nutrigenómica y nutrigenética son discutidas en mayor profundidad en otro artículo de este monográfico.

Está claro el enorme potencial que el conocimiento del genoma humano puede tener en las pautas de alimentación, pero no será menor el que tenga la secuenciación de los genomas de otros organismos vivos de interés agroalimentario. Hasta ahora se han secuenciado totalmente

más de quinientos genomas distintos y hay más de setecientos proyectos de secuenciación en marcha. Algunos de ellos se refieren a animales, plantas o microorganismos de relevancia alimentaria, como por ejemplo el arroz, la levadura panadera, la bacteria *Bifidobacterium bifidum* (usada en muchos productos probióticos) o patógenos responsables de toxiinfecciones alimentarias como *Escherichia coli*. El conocimiento de los genes que componen el genoma de estos organismos permite conocer sus genes clave para así definir estrategias de mejora por genética clásica, (la llamada mejora asistida por marcadores) o por ingeniería genética, desarrollar mecanismos de defensa frente a su patogenicidad o descubrir nuevas funciones fisiológicas con impacto nutricional.

La secuenciación de genomas ha sido hasta ahora una técnica costosa en tiempo y dinero. Hace apenas un año se describió una nueva técnica de secuenciación basada en el empleo de nanomateriales. Dicha técnica se denomina pirosecuenciación y permite secuenciar genomas de forma masiva en mucho menos tiempo y a un menor

coste. Por ejemplo, la tecnología clásica de secuenciación aplicada en un laboratorio convencional tardaba en secuenciar el genoma de una bacteria láctica un tiempo variable entre uno y tres años. Con la tecnología de pirosecuenciación es posible hacerlo en tan sólo ocho horas y por un precio en coste de materiales diez veces menor al de la tecnología convencional.

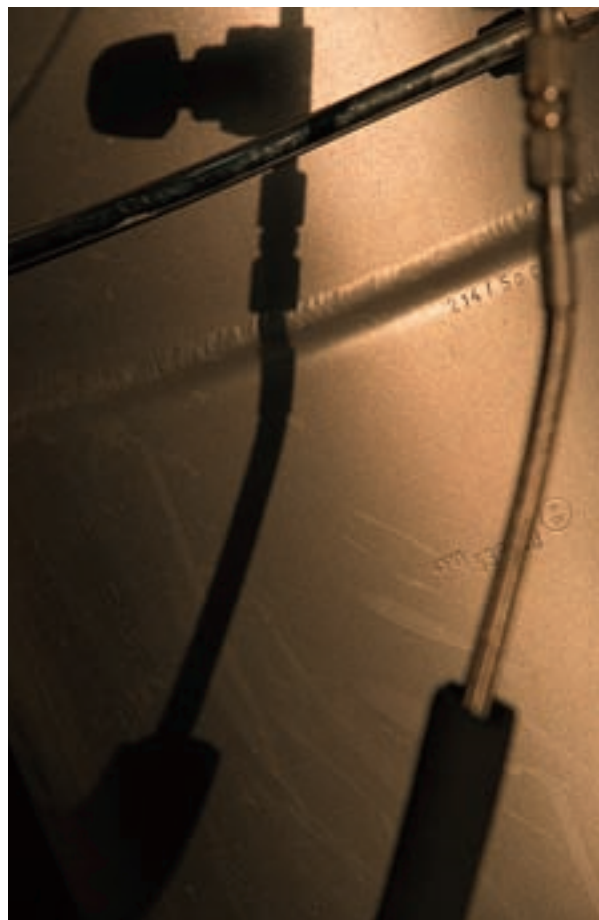
Sin duda, esta tecnología va a revolucionar la secuenciación de genomas y también de los llamados metagenomas. Con este último sustantivo se hace referencia a la secuenciación de DNA extraído de un ecosistema, de forma que a partir de los datos de secuencia es posible inferir los organismos presentes en dicho nicho ecológico. Su aplicación en alimentación y nutrición es más próxima de lo que muchos imaginan. Por ejemplo, recientemente se han llevado a cabo proyectos de secuenciación masiva en voluntarios humanos, determinándose que más de trece mil cepas bacterianas distintas pueblan nuestro tracto digestivo. También mediante el empleo de metagenómica se han detectado diferencias en la composición de la flora microbiana del tracto digestivo de individuos obesos. Son los primeros resultados de una tecnología potente que permitirá conocer aspectos nuevos de nuestra fisiología y su relación con la alimentación.

#### ■ DEBATE SOBRE EL FUTURO DE LA ALIMENTACIÓN MUNDIAL

A comienzos del siglo XXI, la inmensa mayoría de los ciudadanos europeos ven con recelo los avances de la ciencia. Lo que olvidan es que buena parte del alto nivel de vida de nuestra opulenta sociedad occidental se ha alcanzado gracias al apoyo decidido durante los últimos siglos a la investigación básica y a sus consecuencias tecnológicas. Baste recordar el ejemplo de la penicilina o el desarrollo de los métodos de esterilización de los alimentos que han salvado de la muerte a millones de personas, al mismo tiempo que han incrementado en varios años la esperanza de vida del *Homo sapiens*. Todos los millares de aportes beneficiosos de la ciencia a nuestra calidad de vida actual se olvidan, cuando no se desconocen. Por el contrario, se recuerdan hasta la saciedad los pocos ejemplos de efectos negativos de los desarrollos científicos utilizando iconos como la talidomida o el DDT.

La investigación científica y sus aplicaciones tecnológicas tienen mala prensa en la UE y sus ciudadanos ven

**«LOS CONSUMIDORES EUROPEOS NO SÓLO EXIGEN QUE LOS ALIMENTOS QUE INGIERAN SEAN SEGUROS, TAMBIÉN QUIEREN QUE MEJOREN SU SALUD Y CALIDAD DE VIDA»**



Las técnicas moleculares se simplifican y abaratan cada mes. Lo que hace diez años parecía ciencia ficción hoy es una realidad.

con desconfianza y reparos el trabajo de los científicos, sobre todo en determinadas áreas de investigación con implicaciones éticas. A este desfavorable ambiente contribuyen en buena medida muchos grupos religiosos y algunos colectivos sociales con actitudes seudoreligiosas. Este es el caso de la oposición a la investigación con células troncales embrionarias por parte de la Iglesia católica, o a los alimentos transgénicos por parte de

los colectivos ecologistas, respectivamente. También aporta su grano de arena la clase política europea, que, con una desesperante mediocridad intelectual, parece más preocupada por seguir lo que dice la masa y no perder su escaño que por tomar medidas de futuro para favorecer a la sociedad. No colaboran los medios de comunicación social, cuyo mensaje debe adaptarse a aquello





© Ana Ponce

La industria agroalimentaria europea ha encontrado en la opinión pública una fuerte oposición a la aplicación en los alimentos de tecnologías genéticas, percibidas como innecesarias y peligrosas.

que esa misma masa quiera leer, escuchar o ver para seguir manteniendo el negocio.

En la industria agroalimentaria europea esta situación de oposición a las nuevas tecnologías ha alcanzado cotas asombrosas. Evidentemente, a ello ha contribuido notoriamente la pésima gestión política de las crisis alimentarias de la década de los noventa, que afectaron a una sociedad que creía, y sigue ingenuamente creyendo, que el riesgo cero en la alimentación existe. Las aplicaciones de las tecnologías genéticas a la agroalimentación se perciben como algo innecesario y peligroso. La realidad es bien distinta. Sólo el desarrollo de la aplicación de estas nuevas tecnologías y su globalización nos permitirá llegar a finales del siglo XXI ofertando a todos los

consumidores del planeta alimentos más sanos y seguros. Para entenderlo, los ciudadanos europeos deberían reflexionar sobre los cambios en la demografía y la productividad agrícola en los últimos doscientos años. Recordemos que en 1880 habitaban nuestro planeta 800 millones de personas y la superficie ocupada por ciudades o tierras de labranza apenas pasaba del 15% de la superficie total. Hoy somos 6.000 millones de personas y ocupamos con nuestras ciudades y cultivos más del 70% de la superficie del planeta, el 30% restante no es cultivable.

Per aún hay más. Se calcula que en el año 2050 poblarán el planeta 10.000 millones de personas y en los próximos treinta años perderemos la décima parte de la superficie cultivable por erosión, desertificación o cambio climático. ¿Cómo vamos a alimentar a tres mil quinientos millones más de personas con menos superficie cultivable? La respuesta es obvia: sólo desarrollando formas más eficaces de producir alimentos, sólo aplicando todas las tecnologías y entre ellas las nuevas tecnologías, particularmente las genéticas, que hemos discutido en los párrafos anteriores. Por supuesto también hará falta globalizarlas. A esto los ciudadanos europeos y sus gobernantes cerramos los ojos. Afortunadamente no lo están haciendo los dirigentes y los ciudadanos de otras partes del planeta como Latinoamérica, el sudeste asiático o Estados Unidos.

En general, los ciudadanos de la UE piensan que la aplicación de la genética a la alimentación es algo antinatural. Su falta de información y cultura sobre lo «natural» en la alimentación es alarmante. Si hiciéramos

una encuesta, muchos de ellos pensarían que el azúcar, el pan y las coliflores son productos totalmente naturales. Les alarmaría conocer que para obtener azúcar desde la remolacha son necesarias al menos diez operaciones unitarias de ingeniería de procesos, entre ellas algunos pasos de extracción, carbonatación y cristalización. Pero más les sorprendería saber que, como antes se indicó, el trigo panadero es un auténtico puzzle genético y las coles un mutante homeótico.

Frente a este desconocimiento de la realidad muchos ciudadanos europeos han creado dogmas carentes de contenido. Por ejemplo, pensar que los alimentos de la agricultura orgánica son más seguros para la salud de los consumidores. Nadie duda que la práctica de este tipo de agricultura es más respe-

**«LOS CIUDADANOS  
EUROPEOS VEN CON  
DESCONFIANZA Y REPAROS  
EL TRABAJO DE LOS  
CIENTÍFICOS, SOBRE TODO  
EN DETERMINADAS ÁREAS  
CON IMPLICACIONES  
ÉTICAS»**



© Ana Ponce



Tan sólo el progreso en la aplicación de las tecnologías genéticas en la agroalimentación y la globalización que se haga de ellas, permitirá llegar a final del siglo XXI ofreciendo alimentos más sanos y seguros. Para conseguirlo, será necesario que los dirigentes europeos se impliquen en la educación de los ciudadanos en la tecnología y el progreso que nos cambiará la vida.

tuosa con el medio ambiente, pero nadie tiene un solo dato científico que indique que estos productos son mejores o peores para la salud de los consumidores que los productos de la agricultura intensiva.

Durante los últimos meses hemos asistido en nuestro país a un vergonzante espectáculo de crítica a la asignatura Educación para la ciudadanía. A buen seguro cualquier ciudadano, sea cual sea su credo o color político, al leer los contenidos de dicha asignatura los asumiría como propios. Resulta complicado, por no decir imposible, entender los motivos que mueven a ciertos colectivos a oponerse a esta asignatura, a no ser que los mismos se basen en otro tipo de intereses. De la misma forma, resulta complicado entender por qué ningún dirigente político europeo está interesado en desarrollar las medidas que permitan educar a los ciudadanos en la tecnología y el progreso que les ha cambiado, les cambia y les cambiará sus vidas.

El día anterior a escribir estas líneas un científico experto en biomedicina ha sido nombrado ministro de

Sanidad. A lo largo de su carrera profesional ha destacado por defender con buen criterio la investigación con células troncales embrionarias. Confiamos en que ahora defienda la aplicación de la genética en la alimentación, aunque ello le cueste enfrentamientos con alguno de sus compañeros de gabinete que desde hace años mantiene una actitud beligerante ante estas temáticas de investigación y desarrollo. ☺

#### BIBLIOGRAFÍA

- 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. y 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.** Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Valencia.