

IX. Alimentos transgénicos: verdades y mentiras

JUAN-RAMÓN LACADENA

Académico de Número

La sociedad vive en un continuo estado de alarma ante determinados avances científicos, tales como la clonación en mamíferos o los cultivos transgénicos y su utilización en la producción de alimentos. Como señala Moreno (1999), el debate sobre los alimentos transgénicos se ha producido como consecuencia de los intereses enfrentados de la industria biotecnológica (léase las grandes compañías multinacionales productoras de las plantas transgénicas) y los agricultores avanzados, por un lado, y los grupos ecologistas y determinadas ONGs y asociaciones de consumidores, por otro lado. ¿A qué se debe el clima de desconfianza y rechazo hacia las plantas y los alimentos transgénicos que se ha producido en una buena parte de la sociedad? En cierto modo dice Moreno puede achacarse a la falta de transparencia informativa y a una serie de estrategias poco afortunadas por parte de los más interesados en la rápida comercialización de estos productos. Además, el debate social está contaminado por la escasa participación de los agentes sociales en su desarrollo, por el lenguaje equívoco utilizado por determinados grupos de presión en forma de metáforas inapropiadas (por ejemplo, «transgénico como sinónimo de alterado», «transgénico como sinónimo de dañino», «lo natural como sinónimo de inocuo, y lo artificial de nocivo») y por el exceso de contenido retórico y falta de rigor científico y técnico en los argumentos utilizados. Por ejemplo, publicar en los medios de comunicación que se ha demostrado sin que haya una publicación científica seria que lo avale que los alimentos transgénicos son dañinos (por aquello de que «calumnia que algo queda») o asegurar que las plantas transgénicas atentan contra la biodiversidad o magnificar los riesgos y apelar al «principio de precaución» para aconsejar la prohibición de los

cultivos transgénicos o tachar de «vendidos a las multinacionales» a los científicos que honradamente defienden la utilización de plantas y alimentos transgénicos. Todo ello supone, a mi juicio, una enorme y grave manipulación social.

1. ALGUNAS PRECISIONES TERMINOLÓGICAS

Para evitar caer en confusiones y ambigüedades que perjudiquen la claridad del debate sobre los llamados alimentos transgénicos, es necesario establecer lo más claramente posible los conceptos de los diversos términos que se utilizan en el mismo:

Organismo modificado genéticamente (OMG): La Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas de 23 de abril de 1990 (90/220/CEE) «sobre la liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente» los define como aquellos «organismos cuyo material genético ha sido modificado de una manera que no acaece en el apareamiento y/o la recombinación naturales», especificando como técnicas de modificación genética, entre otras, las siguientes: 1) Técnicas de ADN recombinante que utilizan sistemas de vectores apropiados, 2) técnicas que suponen la incorporación directa en un organismo de material genético preparado fuera del organismo, incluidas la microinyección, la macroinyección y la microencapsulación y, 3) técnicas de hibridación o fusión celular, incluyendo la fusión de protoplastos. Se excluyen, en cambio, de forma explícita otras técnicas como son la fecundación *in vitro*, la conjugación, transducción y transformación [bacterianas] y la inducción de poliploides.

Nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios (NA): El Reglamento (CE) N° 258/97 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de enero de 1997 sobre «nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios» solamente es aplicable a la puesta en mercado en la Comunidad de alimentos e ingredientes alimentarios que, hasta el momento, no hayan sido utilizados en una medida importante para el consumo humano en la Comunidad, y que estén incluidos en las siguientes categorías (sólo se incluyen aquellas que pueden tener relación con los alimentos transgénicos):

- a) Alimentos e ingredientes alimentarios que contengan OMGs o que consistan en dichos organismos.
- b) Alimentos e ingredientes alimentarios producidos a partir de OMGs, pero que no los contengan.
- c) Alimentos e ingredientes alimentarios de estructura molecular primaria nueva o modificada intencionadamente

Alimentos genéticamente modificados: Bajo esta denominación genérica pueden incluirse cosas tan dispares como el queso fabricado con quimosina obtenida en tanques de fermentación a partir del correspondiente gen bovino después de ser introducido en microorganismos industriales (levaduras, hongos o bacterias), la harina de soja transgénica que contiene ADN desnaturalizado, el aceite de soja transgénica que no contiene ni ADN ni proteínas, o productos vegetales (semillas, frutos, etc.) que realmente llevan transgenes.

Alimentos transgénicos: Genéricamente, se refiere a los alimentos e ingredientes alimentarios obtenidos a partir de plantas transgénicas; es decir, aquellas que llevan en su genoma algún gen o genes de otra especie (transgén) transferido por técnicas de transgénesis o transferencia horizontal.

2. INGENIERÍA GENÉTICA MOLECULAR Y BIOTECNOLOGÍA

La Ingeniería Genética Molecular surgió a principios de la década de los setenta cuando Berg y colaboradores obtuvieron las primeras *moléculas de ADN recombinante*; es decir, moléculas de ADN formadas por fragmentos de procedencia distinta. En el desarrollo progresivo de la Ingeniería Genética Molecular cabe mencionar entre sus últimos logros el de la *transgénesis* o transferencia horizontal de genes que da lugar a la obtención de *plantas y animales transgénicos* y a la *terapia génica humana*.

La *Biotecnología* incluye cualquier técnica que utilice organismos vivos o partes de los organismos para fabricar o modificar productos, para mejorar plantas o animales o para desarrollar microorganismos para usos específicos (Rodríguez Villanueva, 1986). Como señala este

autor, la Biotecnología posee la capacidad de cambiar a la comunidad industrial del ya próximo siglo XXI debido a su potencial para producir cantidades prácticamente ilimitadas de:

- sustancias de las que nunca se había dispuesto antes;
- productos que se obtienen normalmente en cantidades pequeñas;
- productos con coste de producción mucho menor que el de los fabricados por medios convencionales;
- productos que ofrecen mayor seguridad que los hasta ahora disponibles;
- productos obtenidos a partir de nuevas materias primas más abundantes y baratas que las utilizadas anteriormente.

La manipulación genética de las plantas en beneficio del hombre es parte de la Biotecnología.

3. DE LA MEJORA CONVENCIONAL A LAS PLANTAS TRANSGÉNICAS

La Mejora Genética de Plantas tiene como fin obtener los genotipos (constitución genética) que produzcan los fenotipos (manifestación externa de los caracteres) que mejor se adapten a las necesidades del hombre en unas circunstancias determinadas. Como aspectos parciales de ese objetivo final se podría considerar:

- *Aumentar el rendimiento:*
 - *Mejora de productividad*, aumentando la capacidad productiva potencial de los individuos.
 - *Mejora de resistencia*, obteniendo genotipos resistentes a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas.
 - *Mejora de características agronómicas*, obteniendo nuevos genotipos que se adaptan mejor a las exigencias y aplicación de la mecanización de la agricultura. Por ejemplo, tales son los casos del sorgo enano o la remolacha monogermen.

- *Aumentar la calidad:*
 - *Mejora de calidad*, atendiendo, por ejemplo, al valor nutritivo de los productos vegetales obtenidos.
- *Extender el área de explotación*, adaptando las variedades de las especies ya cultivadas a nuevas zonas geográficas con características climáticas o edafológicas extremas, como ocurrió con el trigo en los países nórdicos europeos.
- *Domesticar nuevas especies*, transformando a especies silvestres en cultivadas con utilidad y rentabilidad para el hombre.

Los métodos que pudiéramos llamar convencionales de la Mejora han sido los cruzamientos y la selección complementados en ocasiones con técnicas citogenéticas y de mutagénesis artificial. Sin embargo, mediada la década de los ochenta se inició la aplicación de la ingeniería genética molecular en la Mejora mediante la utilización de plantas transgénicas, que pasamos a referir a continuación.

3.1. Plantas transgénicas¹

En los programas de Mejora de Plantas interesa en ocasiones incorporar un gen determinado a una cierta variedad para dotarla, por ejemplo, de resistencia a un patógeno o darle cierta calidad. El método convencional consiste en realizar un primer cruzamiento con un individuo que lleve el gen deseado y luego, mediante un proceso continuado de cruzamientos con individuos del genotipo original (retrocruzamiento) y selección para el carácter (gen) que se quiere introducir, se puede llegar a obtener, tras un proceso más o menos largo, individuos con el genotipo original al que se ha añadido el gen deseado. Este método convencional tiene varios inconvenientes como son las muchas generaciones necesarias y en ocasiones la limitación que supone la reproducción sexual cuando lo que interesa es introducir el gen de otra especie, ¡y con más razón si esta otra especie ni siquiera pertenece al reino vegetal, sino que se trata de una especie bacteriana o animal!

¹ Basado en Lacadena (1997).

Las técnicas de ingeniería genética molecular suponen un método alternativo de incorporación de un gen deseado en el genoma de una planta mediante la obtención de plantas transgénicas. La utilización de plantas transgénicas en programas de Mejora se va incrementando de día en día. Algunos expertos han llegado incluso a predecir que hacia el año 2005, el 25% de la producción agrícola en Europa lo será de plantas transgénicas.

La transferencia génica (transmisión horizontal) en plantas se puede realizar utilizando el ADN-T (transferible) del plásmido *Ti* (inductor de transformación) de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* que produce los tumores o «agallas» en las heridas que se originan en las plantas. En el proceso de infección, el ADN-T tiene la propiedad de poder pasar de la célula bacteriana a las células de las plantas, incorporándose al ADN de los cromosomas de éstas. Dicho de forma muy esquemática, la manipulación genética en este caso consiste en incorporar al ADN-T el gen que se desee introducir en la planta. La mayor eficacia de la técnica se consigue utilizando cultivos celulares de hoja o de tallo que son capaces de regenerar plantas adultas completas a partir de células que han sido genéticamente modificadas (transformadas) usando como vector el ADN-T.

Otras técnicas de transferencia de genes consisten en la introducción del ADN en protoplastos (células desprovistas de la pared celulósica por medios enzimáticos o químicos) utilizando el polietilenglicol o la electroporación. También se puede introducir el ADN en las células por bombardeo con microproyectiles formados por partículas de oro o tungsteno recubiertas con ADN del gen deseado. En cualquier caso, después se induce la regeneración de la planta adulta a partir de los protoplastos o de las células tratadas. Para una revisión de los métodos de obtención de plantas transgénicas, véase Carbonero (1997).

Con las técnicas mencionadas (especialmente utilizando el ADN-T del plásmido *Ti* de *Agrobacterium tumefaciens*) se han obtenido plantas resistentes a virus, a insectos, a herbicidas, etc. Por ejemplo, desde hace más de treinta años se viene utilizando en agricultura y jardinería un insecticida especialmente eficaz contra las larvas de los lepidópteros cuya eficacia reside en la proteína *Bt* producida por la bacteria *Bacillus*

thuringiensis. Pues bien, la ingeniería genética molecular ha permitido identificar y aislar el gen bacteriano que codifica para la proteína *Bt* y se ha logrado transferirlo a plantas transgénicas de algodón, patata, tomate y maíz, haciéndolas resistentes a los insectos.

Otro caso interesante ha sido la obtención de plantas transgénicas de tomate, soja, algodón, colza, etc. a las que se les ha incorporado un gen que produce la resistencia al principio activo (por ejemplo, el glifosato) de los herbicidas de amplio espectro, lo cual permite eliminar las malas hierbas de especies de hoja ancha y crecimiento cespitoso tratando los campos con herbicidas que no dañan al cultivo (para una revisión, véase Carrillo, 1997).

Por último, podrían citarse también las plantas transgénicas utilizadas como biorreactores para producir lípidos, hidratos de carbono, polipéptidos farmacéuticos o enzimas industriales (ver el número especial dedicado a estos temas por la revista *Trends in Biotechnology*, 1995).

Por su repercusión en Europa, los casos de la soja y el maíz transgénicos resultan de especial relevancia. La soja se utiliza en un 40-60% de los alimentos procesados: aceite, margarina, alimentos dietéticos e infantiles, cerveza, etc. Europa importa anualmente 9 millones de toneladas de los Estados Unidos por un importe de unos 1.400 millones de dólares. España, que importa 1,5 millones de toneladas, es el cuarto país importador detrás de Japón, Taiwan y Holanda.

El 2% de la soja producida en los Estados Unidos es transgénica, de la que un 40% se exporta a Europa. A la soja transgénica, que fue obtenida por la compañía Monsanto, se le ha transferido un gen que produce resistencia al glifosato, que es el elemento activo del herbicida «Roundup», dándose la circunstancia de que es también la misma compañía la que fabrica el herbicida. Este hecho, que es absolutamente lícito, es interpretado por algunos como un abuso de la compañía; algo así como si fuera juez y parte ya que produce el herbicida y la semilla resistente al mismo.

Ante la protesta de los movimientos ecologistas y la posibilidad de que fuera rechazada la semilla transgénica, los exportadores la mezclan con semilla de soja normal para evitar su identificación. Sin embargo,

ya alguna compañía (por ejemplo, la Genetic ID, Iowa, USA) ha comercializado un test de diagnóstico que permite saber si la semilla de soja (o de maíz, que tiene el mismo problema) es transgénica o no; es decir, si lleva el gen de resistencia al herbicida. Es importante señalar que la comercialización de la soja transgénica está autorizada en los Estados Unidos, Canadá, Japón y la Unión Europea (en ésta desde abril de 1996).

Otro caso parecido es el del maíz transgénico producido por la multinacional Ciba-Geigy (hoy Novartis). Este maíz, además de resistente al herbicida «Basta», lo es también al «taladro», un insecto que horada el tallo de la planta destruyéndola. La resistencia la produce el gen procedente de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que, como se ha señalado anteriormente, produce la proteína *Bt* que es tóxica para la larva de los dípteros. El problema que puede presentar este maíz transgénico es que la manipulación genética realizada ha unido el gen *Bt* a otro gen utilizado como marcador genético que produce resistencia a antibióticos betalactámicos (incluyendo la ampicilina). Los movimientos ecologistas han alertado sobre la posibilidad de que las bacterias del tracto intestinal animal y humano puedan incorporar directa o indirectamente la información genética que da la resistencia a tales antibióticos, con el consiguiente peligro sanitario. En este aspecto hay que decir que no hay evidencia científica alguna de que ello pueda ocurrir en la práctica aunque fuera teóricamente posible. Podría decirse que la probabilidad es cero.

La comercialización del maíz transgénico está autorizada en los Estados Unidos (donde supone un 1-2% del maíz cultivado), Canadá, Japón y también en la Unión Europea desde enero de 1997.

3.2. Aspectos bioéticos y jurídicos de la utilización de plantas y alimentos transgénicos

¿Cuál es la perspectiva bioética de la producción y utilización de las plantas transgénicas? En el contexto bioético hay que tener en cuenta dos aspectos: el sanitario y el ecológico.

3.2.1. Aspectos sanitarios

Desde el punto de vista sanitario ya se ha indicado anteriormente el riesgo teórico que supone que el gen que da resistencia a los antibióticos beta-lactámicos (ampicilina) pase a bacterias del tracto intestinal humano directa o indirectamente vía bacterias del tracto intestinal de los animales que se alimenten con el maíz transgénico no procesado. ¿Justificaría ese riesgo potencial con una probabilidad prácticamente nula la prohibición del maíz transgénico con el gen Bt de *Bacillus thuringiensis*? Posiblemente no. Por otro lado, nunca se ha demostrado que un gen consumido por boca haya sido transmitido a una bacteria del tracto intestinal.

Como señalaba Jones en el *British Medical Journal* del 27 de febrero de 1999, «en el fragor del debate es fácil olvidar que el ADN es —y siempre lo ha sido— parte de nuestra dieta diaria. Diariamente, cada uno de nosotros consume millones de copias de miles de genes. Muchos de estos genes son totalmente funcionales en el momento de la consumición y en la mayoría de los casos no conocemos su función. ¿Cuánta gente se detiene a considerar los genes desconocidos y todavía funcionales que comemos en el tomate, el pepino o en la lechuga de una ensalada, los genes bovinos de un filete de carne, el ADN fragmentado de muchos alimentos procesados y los genes de multitud de microorganismos que respiramos y tragamos?». A este respecto, y como exponente de la falta de información y desconocimiento de algunos ciudadanos, podría mencionarse aquí que, en encuestas sociológicas realizadas sobre alimentos transgénicos, muchos encuestados respondían que ellos solamente querían comer «tomates sin genes».

Otro aspecto sanitario es el de la aparición de alergias insospechadas por el consumo de alimentos transgénicos. Por ejemplo, los planes que se habían hecho para comercializar colza y judías genéticamente modificadas para aumentar su valor nutritivo incrementando su contenido en cisteína y metionina usando la albúmina de reserva 2S rica en metionina procedente de la nuez de Brasil se abandonaron al descubrirse su elevado poder alergénico. También se ha citado el caso de alergia producidas por soja transgénica manipulada con genes de la nuez de Brasil (Nordlee *et al.*, 1996) o de fresas resistentes a las heladas por

llevar incorporado un gen de pescado (un pez que vive en aguas árticas a bajas temperaturas). En este segundo supuesto, las personas alérgicas al pescado podrían sufrir una crisis alérgica al ingerir las fresas transgénicas en el caso de que la proteína que confiere la resistencia a las heladas fuera ella misma alérgica.

En relación con los problemas alérgicos, las autoridades que han de establecer la normativa adecuada confían que el efecto alergénico de las proteínas no ensayadas pueda ser predicho con cierta fiabilidad por su análisis estructural. La mayoría de las proteínas alergénicas tienen un peso molecular comprendido entre 10 y 70 kilodalton, comparten ciertas secuencias de aminoácidos y resisten la degradación por el calor así como la digestión ácida y por peptinasa que semejan las condiciones naturales del estómago.

La capacidad de los alimentos alergénicos de alcanzar la mucosa intestinal es un prerrequisito para su alergenicidad y ello implica, obviamente, su supervivencia a la digestión gástrica producida por la pepsina secretada en el estómago. Por ello son de mucho interés los estudios de estabilidad de los alimentos alergénicos a la digestión *in vitro* con un fluido gástrico simulado (Astwood *et al.*, 1996).

Las situaciones anteriormente descritas justificarían la petición hecha por organizaciones de consumidores y ecologistas de que los productos elaborados con plantas transgénicas lleven la etiqueta correspondiente (ver Benoit Browaeys, 1997). Y, en efecto, lo consiguieron: el 15 de mayo de 1997 entró en vigor el Reglamento CE nº 298/97 «sobre nuevos alimentos y nuevos ingredientes alimentarios» aprobado por el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea el 27 de enero de 1997. En el Art. 1.2 la normativa dice que el Reglamento se aplicará, entre otros, a:

- a) «alimentos e ingredientes alimentarios que contengan organismos modificados genéticamente con arreglo a la Directiva 90/220/CEE, o que consistan en dichos organismos»;
- b) «alimentos e ingredientes alimentarios producidos a partir de organismos modificados genéticamente, pero que no los contengan».

El artículo 3 dice que los alimentos e ingredientes alimentarios no deberán

- «suponer ningún riesgo para el consumidor
- inducir a error al consumidor
- diferir de otros alimentos e ingredientes alimentarios a cuya sustitución se destinen de tal manera que su consumo normal implique desventajas para el consumidor desde el punto de vista de la nutrición».

Más adelante, en el artículo 8.1 indica los requisitos específicos suplementarios en materia de etiquetado para información del consumidor sobre:

- a) «las características o propiedades alimentarias (composición, valor o efecto nutritivo, uso al que se destina) en cuanto hagan que un nuevo alimento o ingrediente alimentario deje de ser equivalente a un alimento o ingrediente alimentario existente... En este caso, el etiquetado deberá llevar la mención de estas características o propiedades modificadas junto con la indicación del método por el cual se haya obtenido esta característica o propiedad»;
- b) «la presencia en el nuevo alimento o ingrediente alimentario de materias que no estén presentes en un producto alimenticio equivalente existente y que puedan tener consecuencias para la salud de determinados grupos de población», como sería el caso de alergias originadas por los productos derivados de la presencia del gen transferido, tal como se señalaba anteriormente;
- c) «la presencia en el nuevo alimento de materias que no están presentes en el producto alimenticio equivalente existente y que planteen una reserva de carácter ético», como podría ser el caso de una planta transgénica que llevara algún gen animal (por ejemplo, cerdo) y pudiera contravenir las creencias religiosas o filosóficas de alguna persona;
- d) «la presencia de un organismo modificado genéticamente mediante técnicas de modificación genética».

Aunque en un principio este Reglamento consideraba (art. 1.2.) fuera de su aplicación a los productos derivados de la soja y maíz transgénicos —cuya comercialización había sido autorizada con anterioridad, respectivamente, el 3 de abril de 1996 (Decisión 96/281/CE de la Comisión) y el 23 de enero de 1997 (Decisión 97/98/CE de la Comisión)— sin embargo, el 26 de mayo de 1998 se aprobó el Reglamento (CE) Número 1139/98 del Consejo, que exige el etiquetado de los alimentos e ingredientes alimentarios fabricados, total o parcialmente, a partir de maíz y de semillas de soja modificados genéticamente. Dicho Reglamento entró en vigor a los 90 días de su publicación en el *Diario Oficial de las Comunidades Europeas* (3 de junio de 1998). Tal como se deduce de los considerandos del Reglamento, la normativa aprobada puede presentar muchos problemas técnicos a la hora de su aplicación.

En España, el Real Decreto 951/1997, de 20 de junio, por el que se aprueba el Reglamento General para el Desarrollo y Ejecución de la Ley 15/1994, de 3 de junio, «por la que se establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente, a fin de prevenir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente», supone la actualización y puesta en obra de la normativa comunitaria y, además, crea la *Comisión Nacional de Bioseguridad*, como órgano colegiado de carácter consultivo adscrito al Ministerio de Medio Ambiente. Esta importante Comisión debería haberse creado en el plazo de tres meses a partir de la entrada en vigor de la Ley 15/1994; así pues, sólo ha nacido con tres años de retraso. Nunca es tarde, si la dicha es buena.

En relación con el aspecto de la salud humana es importante poner de manifiesto que desde 1990 organizaciones como la FAO, la OMS y la FDA norteamericana vienen evaluando con rigor los pros y los contras de los alimentos transgénicos y no se han opuesto a su utilización.

En cualquier caso, puede suceder que a no ser por razones alérgicas o de tipo ético, incluyendo una postura ecologista antitransgénica visceral, los consumidores reaccionen ante el etiquetado transgénico como los fumadores que compran las cajetillas de tabaco donde se anuncia

claramente que el fumar perjudica seriamente la salud; es decir, que no hagan ni caso a la advertencia.

De cualquier manera, como señalaba Moreno (1999), la presión social ejercida por grupos ecologistas y determinadas asociaciones parece que, de momento, están ganando la batalla al conseguir convencer al gran público que los alimentos transgénicos son antinaturales y perjudiciales para la salud humana y las plantas transgénicas ecológicamente dañinas. Dice Moreno (*l.c.*) que la estrategia de tales grupos se ha centrado en pocas claves, pero muy efectivas:

«1.^a Desarrollar acciones limitadas, pero de gran repercusión en los medios de comunicación social (protestas ante la llegada de barcos cargados de soja transgénica, etc.);

2.^a Arrojar sobre productores, distribuidores, científicos y autoridades políticas partidarios de la comercialización de los alimentos transgénicos la sospecha de estar al servicio de las poderosas compañías agroquímicas multinacionales, que no escatiman medios ni influencias políticas o académicas para aumentar sus beneficios y cuotas de mercado;

3.^a Otorgar la mayor importancia a cualquier estudio que ponga de manifiesto los posibles riesgos sanitarios o ecológicos de algún OMG o semilla transgénica, incluso aunque no hayan sido contrastados científicamente ni publicados (recuérdese el caso del Dr. Pusztai del Instituto Rowett, Aberdeen, Escocia, y su posiblemente mal interpretado experimento con ratas alimentadas con patatas transgénicas);

4.^a Aprovechar la creciente importancia de la educación para el consumo para destacar el carácter autoritario y antidemocrático de quienes no dan prioridad absoluta a los intereses de los consumidores y constituirse así en interlocutores preferentes ante las autoridades.»

Los titulares de prensa recogidos en los cuadros anexos ponen bien de manifiesto cuál es la presión que ejercen algunos medios de comunicación.

JUAN-RAMÓN LACADENA

¿Son seguros los alimentos transgénicos?

**Un estudio científico alerta sobre los
peligros de los alimentos transgénicos**

**Se reabre la polémica de los
alimentos transgénicos**

Patatas inocentes

El experimento sobre el peligro de los alimentos transgénicos era falso

**Un informe afirma
que los transgénicos
son seguros**

**Llega la revolución
del supermercado**

**Ni el príncipe Carlos
ni sus hijos comerán
alimentos transgénicos**

*Los bares y restaurantes británicos deberán
especificar si su comida es transgénica*

Vigile su salud: llega
una nueva cosecha de
alimentos transgénicos

**España compra millones de toneladas de maíz
transgénico sin saber si es bueno para la salud**

**El Congreso insta al
etiquetado de los
alimentos transgénicos**

**Oleada de peticiones
al Gobierno contra los
productos transgénicos**

**La guerra comercial
de los alimentos
transgénicos**



3.2.2. Aspectos ecológicos

Desde el punto de vista ecológico se ha denunciado la posibilidad de que al crear las variedades transgénicas resistentes a herbicidas se incrementará notablemente el uso de éstos con los posibles efectos secundarios negativos de contaminación del suelo y del agua. Otros, sin embargo, defienden la postura contraria. Además, la obtención de resistencia genética a diferentes plagas y enfermedades implicará el menor uso de pesticidas.

Por otro lado, en especies alógamas (de fecundación cruzada) existe la posibilidad de que una parcela sembrada con plantas transgénicas contamine con su polen a otras parcelas vecinas no transgénicas del mismo cultivo. Por ejemplo, si el polen de un campo de maíz transgénico poliniza plantas normales de una parcela próxima, la semilla que se produzca en esta parcela puede haber incorporado el gen *Bt* transmitido por el polen; es decir, sería transgénica. También podría ocurrir que la resistencia al herbicida de una variedad transgénica se transfiriera por fecundación interespecífica espontánea a una especie silvestre afín, con el consiguiente daño para la agricultura. ¿Se va a legislar respecto a medidas de aislamiento (distancia, barreras naturales, etc.) de los cultivos transgénicos? Estas medidas se aplican durante el periodo de experimentación, pero ¿es posible mantenerlas una vez autorizada su comercialización? De hecho, es importante señalar que ya se ha descrito un primer caso de transferencia de un gen que da resistencia a un insecticida en plantas transgénicas de colza a plantas de rábano que se habían cultivado en su proximidad (Chèvre *et al.*, 1997), poniendo de manifiesto que se ha hecho realidad una posibilidad teórica. Sin duda alguna, esta evidencia científica dará más fuerza a las argumentaciones de los que se oponen a la utilización de las plantas transgénicas. No obstante —sin menoscabo de la prudencia aconsejable en relación con la utilización de cultivos transgénicos— es importante poner de manifiesto que situaciones similares pueden producirse con plantas mejoradas mediante procedimientos genéticos convencionales y nunca nadie ha manifestado su alarma.

Desde el punto de vista de la biodiversidad, se ha planteado también la posibilidad de que las plantas transgénicas *Bt* resistentes a insectos

puedan influir a largo plazo sobre otros insectos que no son blanco de la acción directa de la toxina *Bt* o, incluso, sobre aves y mamíferos. Como está ocurriendo ya de forma recurrente en esta polémica, los primeros resultados experimentales obtenidos son contradictorios (ver el comentario por Butler y Relchhardt, 1999).

Las conversaciones de 1999 en Cartagena de Indias, Colombia, encaminadas a consensuar un nuevo tratado global para minimizar el posible impacto ambiental adverso de los OMGs, fracasaron porque los gobiernos, los ecologistas y la industria estaban en amplio desacuerdo sobre los riesgos ecológicos de los cultivos modificados genéticamente.

Resumiendo lo dicho en párrafos anteriores, los riesgos potenciales que pueden implicar las plantas transgénicas serían los siguientes:

- Efecto directo sobre el hombre:
 - La proteína codificada por el transgén no debe ser tóxica para el hombre.
 - Posibles efectos alérgicos.
 - La aprobación de los productos transgénicos debe ser analizada caso por caso.
- Efecto ambiental:
 - Dispersión incontrolada de la descendencia de la planta transgénica.
 - Transferencia del transgén a otras variedades no transgénicas o a otras especies afines.
 - Inducción de resistencia a los productos transgénicos por parte de los agentes patógenos y plagas.

Las plantas transgénicas son un reto de la Biotecnología actual que han creado un cierto grado de alarma social consecuencia, en cierto modo, del temor a lo desconocido y novedoso. De todas formas, es bueno y necesario que se plantee en la sociedad un debate serio y riguroso, sin «ecologismos» demagógicos, que permita el avance de la ciencia, evitando a la vez peligros y riesgos innecesarios. De cual-

quier manera, en relación con el riesgo es importante tener en cuenta los siguientes aspectos que destacaba el Profesor García-Olmedo (1998):

- En general, la ciencia ha avanzado a ciegas en cuanto al riesgo, pero alerta a sus síntomas.
- Hay que distinguir entre el riesgo de la investigación básica y el riesgo de la aplicación del conocimiento adquirido.
- Hay discrepancias entre la importancia objetiva de un riesgo y su percepción subjetiva:
 - El riesgo voluntario causa menos temor que el riesgo impuesto.
 - El riesgo de origen natural causa menos temor que el de origen industrial.
 - El riesgo que se produce en un entorno familiar causa menos temor que el que se produce en un escenario exótico.
 - El riesgo que es difuso en el tiempo o en el espacio causa menos temor que el que se concreta en hora y lugar.
- No existe el riesgo cero: Toda actividad humana conlleva un cierto riesgo que ha de ser evaluado en función de los beneficios que tal actividad reporta.

Además, hay que tener en cuenta también que:

- Natural no es sinónimo de inocuo: Hay productos naturales que llevan sustancias mutagénicas y cancerígenas; por ejemplo, la pimienta negra (safrol), las setas comestibles (hidrazinas), el apio (*psolareno*), los frutos secos (aflatoxinas de hongos), etc.
- No todo lo artificial es nocivo: Ninguno de los conservantes autorizados llega a ser tan peligroso como las toxinas que pueden producir las bacterias y los hongos que el conservante evita.

Finalmente, podrían mencionarse también las paradojas que se están produciendo en el debate social de los alimentos transgénicos (Dixon, 1999):

- Los titulares alarmistas de los medios de comunicación social contrastan con el hecho de que la regulación de la ingeniería genética es mayor y más transparente que cualquier otra tecnología del pasado.
- Los ecologistas activistas han destruido en ocasiones los campos de experimentación establecidos para estudiar el impacto ambiental de los cultivos transgénicos.
- La transferencia interespecífica de información genética (no sólo genes, sino incluso genomas completos) se viene realizando en la mejora de plantas convencional desde hace mucho tiempo.
- La obtención de plantas genéticamente resistentes a enfermedades y plagas era, precisamente, el método preconizado por la pionera ambientalista Rachael Carson frente al uso de fungicidas e insecticidas.

4. BIBLIOGRAFÍA

- (1) ASTWOOD, J.D.; LEACH, J.N.; FUCHS, R.L. (1996): Stability of food allergens to digestion *in vitro*. *Nature Biotechnology* 14:1269-1273.
- (2) BENOIT BROWAEYS, D. (1997): El etiquetado de los «nuevos alimentos». *Mundo Científico* 182: 717-719.
- (3) Butler, D.; Relchhaardt, T. (1999): Long-term effect of GM crops serves up food for thought. *Nature* 398:651-656.
- (4) CARBONERO, P. (1997): Plantas transgénicas. *Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fis. Nat.* 91:115-120.
- (5) CARRILLO, J.M. 1997. Plantas agrícolas transgénicas. ¿Beneficio o peligro? *Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fis. Nat.*, 91:121-128.
- (6) CHÈVRE, A.M.; EBER, F.; BARANGER, A.; RENARD, M. (1997): Gene flow from transgenic crops. *Nature* 389: 924.
- (7) DIXON, B. (1999): The paradoxes of genetically modified foods. *British Medical Journal* 318:547-548.
- (8) GARCÍA OLMEDO, F. (1998): La tercera revolución verde. Plantas con luz propia. Editorial Debate S. A., 209 pp.
- (9) JONES, L. (1999): Science, medicine, and the future. Genetically modified foods. *British Medical Journal* 318:581-584.
- (10) LACADENA, J.R. (1997): El mercado de transgénicos. *Nueva Revista* (Madrid) 52: 61-75.

- (11) MORENO, M. (1999): Argumentos, metáforas y retórica en el debate sobre los alimentos transgénicos. *Comunicación presentada en las Jornadas sobre Ciencia, Tecnología y Valores. Santa Cruz de Tenerife*, 5-9 abril 1999.
- (12) NORDLEE, J.A.; TAYLOR, S.L.; TOWNSEND, J.A.; THOMAS, L.A.; BUSH, R.K. (1996): Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. *N. Engl. J. Med.* 334:688-692.
- (13) RODRÍGUEZ VILLANUEVA, J. (1986): Perspectivas de la investigación biomédica y farmacéutica en España. *Discurso de Ingreso en la Real Academia de Farmacia*, 94 pp.
- (14) TRENDS IN BIOTECHNOLOGY (1995): Special Issue: «Plant-product and crop biotechnology». Vol. 13, No. 9, pp. 313-409.