



El mercado de transgénicos

Descripción

Primero tuvo lugar la hibridación experimental en plantas. Más tarde, el trabajo de Mendel puso los cimientos de la Genética como ciencia. A principios de la década de los setenta, empezó a hablarse de la Ingeniería Genética Molecular que, entre otras cosas, ha dado lugar a las polémicas plantas transgénicas. El autor del texto explica las distintas técnicas utilizadas para obtener este tipo de plantas y se hace eco de los posibles riesgos ecológicos y sanitarios que puede comportar su producción y utilización.

Histórica y conceptualmente, los trabajos experimentales de Mendel -considerados la piedra angular de la Genética- constituyen la culminación de una serie de estudios sobre hibridación en plantas iniciados por el botánico alemán German Joseph Gotlieb Kölreuter en el siglo XVIII. En 1761, Kölreuter publicó en *Nicotiana* su trabajo sobre híbridos titulado «Informe preliminar de experiencias y observaciones en relación con algunos aspectos de la sexualidad de las plantas». Esta pequeña obra fue sucesivamente ampliada (1763, 1764 y 1766) y, aunque tuvo poca difusión en su época, ha pasado a la historia de la Biología como una de sus obras clásicas. En ella describe con detalle 65 experimentos de hibridación y los mecanismos de polinización y fecundación.

Kölreuter continuó ampliando el número de hibridaciones y publicándolas en la revista de la Academia de Ciencias de San Petersburgo. En total, realizó unas 500 hibridaciones diferentes entre 138 especies. El objetivo último del botánico era comprobar experimentalmente la «teoría de las dos capas» propuesta por Karl Linneo. Este autor, en un ensayo presentado a un premio convocado por la Academia de Ciencias de San Petersburgo, interpretaba el papel masculino y femenino en la reproducción de la forma como se creía en aquella época que ocurría en los animales: la capa externa, incluyendo el sistema vascular, derivaría del padre, y la capa interna, incluyendo el sistema nervioso, derivaría de la madre. De este modo, Linneo postulaba que, en las plantas, las hojas y la corteza del tallo procederían del genitor masculino, mientras que la parte central de la flor, la «fructificación» y el ápice del tallo derivarían del genitor femenino.

Kölreuter refutó la hipótesis de Linneo basándose en tres aspectos de sus resultados experimentales obtenidos en el género *Nicotiana*: la condición intermedia de los híbridos (*N. rustica* x *N. paniculata*), la

identidad de los híbridos obtenidos por cruzamientos recíprocos (*N. rustica* x *N. paniculata* y *N. paniculata* x *N. rustica*, donde la especie indicada en primer lugar es la utilizada como genitor femenino en los cruzamientos respectivos) y la «transmutación» de una especie (*TV. rustica*) en otra (*N. paniculata*) tras varios cruzamientos sucesivos (retrocruzamientos) con la especie *N. paniculata* como parental polinizador [(*TV. rustica* x *N. paniculata*) x *N. paniculata* x...x *N. paniculata*].

Sucesor directo de Kölreuter y precursor de Mendel fue Cari Friedrich von Gärtner (1772-1850). Éste había estudiado Medicina en Stuttgart, donde obtuvo el doctorado en 1796. Sin embargo, a la muerte de su padre -botánico y amigo de Kölreuter- decidió continuar su famosa obra en tres volúmenes *De fructibus et seminibus plantarum*, concentrando su experimentación en la hibridación y fecundación en plantas.

Fue en 1825 cuando la Academia de Ciencias de Holanda ofreció un premio a quien supiera dar una contestación a la siguiente pregunta: «¿Qué enseña la experiencia en relación a la producción de nuevas especies y variedades por medio de la fecundación artificial de flores de una con polen de otra y qué plantas económicas y ornamentales pueden ser producidas y multiplicadas de este modo?». Al no haberse presentado candidato alguno, el plazo fue prorrogado hasta 1836. Gärtner se enteró de la convocatoria del premio en 1835 y se apresuró a enviar a la Academia un resumen de su trabajo. Como este resumen fue del agrado de la Comisión del Premio, le fue concedido más tiempo para que lo completara y presentara un informe total. Gärtner lo envió en 1837 y se le concedió el premio. El trabajo fue publicado en 1838, después de haber sido traducido al holandés. Posteriormente, ese mismo trabajo fue revisado y ampliado. En 1849 fue publicado en alemán con el título *Experimentos y observaciones sobre hibridación en el reino vegetal*. Esta gigantesca obra contiene unos 10.000 experimentos distintos entre 700 especies pertenecientes a 90 géneros, que dieron lugar a 250 híbridos diferentes. Entre las muchas especies que manejó Gärtner en su experimentación está el guisante, *Pisum sativum*, que años más tarde habría de utilizar Mendel en su propia experimentación.

De la hibridación experimental en plantas a la Genética

¿Qué relación guardan los hechos hasta ahora mencionados con el origen de la Genética? Gregor Johann Mendel (1822-1884) inicia su trabajo fundamental *Experimentos sobre híbridos de plantas* (1866) con estas palabras: «La experiencia de la fecundación artificial, tal como se realiza en plantas ornamentales para obtener nuevas variedades en el color, ha conducido a los experimentos que se van a describir aquí'. Y un poco más adelante, añade: «...a este objeto (estudiar los híbridos en su descendencia) han dedicado parte de su vida, con inagotable perseverancia, cuidadores observadores como Kölreuter, Gärtner... y otros».

¿Cuál fue el objetivo que se había planteado Mendel en su trabajo? Su propósito queda bien

plasmado en la introducción de la publicación. Así, dice Mendel: «En realidad, requiere cierto ánimo emprender un trabajo tan extenso: no obstante, hacerlo parece ser la única vía buena para alcanzar finalmente la *solución de una cuestión* (la cursiva es mía) de tanta importancia en relación con la historia de la evolución de los seres orgánicos». La «cuestión» era la controversia sobre si pueden aparecer nuevas especies por hibridación de otras preexistentes. Posiblemente, Mendel trataba de dilucidar con sus experimentos entre las ideas evolucionistas de Franz Unger -su profesor de Fisiología Vegetal en la Universidad de Viena- y las ideas fijistas de sus antecesores, los hibridistas experimentales Kölreuter y Gärtner.

La importancia y justificación que dio Mendel a su trabajo en relación con los de los mencionados autores se pone de manifiesto en las observaciones finales: «No carece de interés -dice Mendel- comparar las observaciones realizadas estudiando *Pisum* [el guisante] con los resultados conseguidos en sus investigaciones por las dos autoridades en esta rama del conocimiento, Kölreuter y Gärtner», para concluir más adelante: «Los resultados de estos experimentos de transformación [de una especie en otra por retrocruzamientos sucesivos] condujeron a Gärtner a oponerse a la opinión de los naturalistas que disputan la estabilidad [inmutabilidad] de las especies de plantas y creen en una continua evolución de los vegetales».

El acierto conceptual de Mendel se basó en aceptar la existencia de «unidades hereditarias», adoptando en consecuencia un modelo de «herencia particulada» frente al de «herencia mezclada» hasta entonces admitido (Kölreuter, Darwin), en el que las diferencias parentales son diluidas en la descendencia, de modo que la variación disminuye constantemente. Esas unidades o «factores hereditarios» -hoy llamados genes- que se reúnen en un híbrido (Aa) se separan cuando éste forma los gametos (A o a). Este «principio de segregación» le permitió a Mendel establecer lo que él llamó «ley o serie de desarrollo» de los híbridos: Aa → AA+2Aa+aa, es decir, la proporción 1:2:1 en la descendencia obtenida por autofecundación del híbrido. La presencia de descendientes con caracteres constantes (AA o aa) le permitió a Mendel concluir que sus datos experimentales confirmaban «la observación hecha por Gärtner, Kölreuter y otros de que los híbridos tienden a revertir a las formas paternas», añadiendo que «el número de híbridos que se originan de una fecundación (...) disminuye continuamente, pero, no obstante, no puede desaparecer por completo». El propio Mendel daba la formulación matemática de que, en la generación n -ésima de autofecundación a partir del híbrido, la proporción de descendientes con caracteres constantes o híbridos era: $2^{n-1} (AA) : 2 Aa : 2^{n-1} (aa)$, donde se ve que la proporción de híbridos (heterocigotos, en lenguaje actual) disminuye al aumentar el valor de «n».

Si recordamos las palabras antes mencionadas con que Mendel inicia su trabajo *Experimentos sobre híbridos de plantas*, observamos que él utilizó una técnica experimental manejada por los cultivadores y mejoradores de plantas de su época. Puede decirse, por tanto, que esta actividad de tipo práctico indujo al nacimiento de la Genética como ciencia y, a su vez, esta nueva ciencia que empezaba a nacer, al dar una base científica a esas técnicas prácticas, convirtió la actividad de los mejoradores de plantas «de misterio a ciencia», según palabras de William Bateson, un influyente biólogo de la época y primer paladín del mendelismo. Tanto es así, que las reuniones internacionales que hoy se

consideran como los tres primeros congresos internacionales de Genética fueron convocadas con los nombres de *International Conference on Hybridization* (Londres, 1899), *International Conference on Plant Breeding and Hybridization* (Nueva York, 1902) y *Conference on Hybridization and Plant Breeding* (Londres, 1906). Fue precisamente en esta tercera reunión donde Bateson afirmó que «la ciencia que antes era considerada como misterio no tenía nombre y que él proponía el de Genética». Desde aquel momento se publicaron los resúmenes y acuerdos de dicha reunión bajo el nuevo título de *Third International Conference on Genetics*.

La Nueva Genética: genes tangibles y manipulables

Normalmente suele decirse que la Genética nació en 1900 con el redescubrimiento de las leyes de Mendel. Sin embargo, en mi opinión, eso no es del todo correcto, puesto que el nacimiento de la Genética como la nueva ciencia que explicara los fenómenos hereditarios biológicos habría de estar condicionado a su capacidad para dar respuesta a dos preguntas fundamentales: ¿cuáles son las leyes por las que se transmiten los caracteres biológicos de padres a hijos? Y ¿cuál es la base molecular de la herencia? La respuesta a la primera pregunta se obtuvo a partir de las experiencias de Mendel, publicadas en 1866. La respuesta a la segunda se obtuvo en 1944, cuando Avery y sus colaboradores demostraron por vez primera que la información genética está contenida en el ácido desoxirribonucleico (ADN); es decir, que los genes son ADN. Por consiguiente, el «parto» de la Genética duró casi ochenta años. La identificación del ADN como material hereditario ha supuesto tanto en el desarrollo de la Genética, que su historia puede dividirse en un «antes del ADN» y un «después del ADN».

Conocidas la naturaleza y propiedades del material hereditario (1944-1960) y los mecanismos de acción génica (1960-1975), la Genética entró en una nueva etapa (1975-1985) basada en el dominio de la tecnología de los ácidos nucleicos (fragmentación, hibridación, secuenciación y amplificación del ADN). En esta etapa, denominada «Nueva Genética», los factores hereditarios de Mendel pasaron de ser entes abstractos a ser genes tangibles y, por tanto, manipulables, pudiendo ser identificados y aislados de entre toda la masa de ADN que constituye el genoma de los organismos y transferidos de unas células a otras o de unos individuos a otros de la misma o de distinta especie.

La Ingeniería Genética Molecular surgió a principios de la década de los setenta, cuando Berg y sus 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 otros logros la construcción de «bibliotecas» o «genotecas» de ADN de organismos superiores, la expresión de genes humanos en células bacterianas, la disección molecular o «secuenciación del genoma» de los organismos (cuya expresión máxima es el Proyecto Genoma Humano), la obtención de «animales y plantas transgénicas», «terapia génica», etcétera.

La Mejora Genética de Plantas

En un sentido amplio, podría decirse que la Mejora de Plantas se remonta a los tiempos más antiguos, en los que ya se realizaba la aplicación intuitiva de procesos de selección. Así, se puede citar como ejemplo concreto el caso del descubrimiento hecho en la «Cueva de los murciélagos» de México. Allí se encontraron restos de mazorcas de maíz, correspondientes a estratos geológicos sucesivos, que mostraban un aumento gradual de tamaño correlativo con la sucesión cronológica. Estos hechos indican sin duda alguna que el hombre del Neolítico, haciendo uso de su inteligencia racional, aplicaba ya un proceso de selección en el maíz que cultivaba.

Tal como indicaba al comienzo de este texto, los orígenes de la Genética están íntimamente relacionados con la investigación de los hibridistas experimentales de plantas. Esta vinculación se hace más estrecha si recordamos cómo en 1825 la Academia de Ciencias de Holanda convocó un premio para quien diera contestación a la posible utilización de la fecundación artificial para la producción de nuevas especies y variedades indicando «qué plantas económicas y ornamentales pueden ser producidas y multiplicadas de este modo». No cabe duda de que la tradición holandesa en Mejora de Plantas arranca en el tiempo desde la convocatoria de dicho premio.

A partir del redescubrimiento de las leyes de Mendel, la aplicación de los conocimientos genéticos a la Mejora de Plantas impulsó de forma extraordinaria su desarrollo.

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. Aspectos parciales de ese objetivo final podrían ser:

- 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 a la aplicación de la mecanización de la agricultura.

• 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.

• Domesticar nuevas especies, transformando a especies silvestres en cultivadas con utilidad y rentabilidad para el hombre.

Los métodos que podemos llamar convencionales en la Mejora de Plantas han sido los cruzamientos y la selección, complementados en ocasiones con técnicas citogenéticas (poliploidía, haploidía, manipulación genómica y cromosómica) y de mutagénesis artificial. Sin embargo, en esta década se ha iniciado la aplicación de la ingeniería genética molecular mediante la utilización de plantas transgénicas.

Normalmente, en los organismos animales o vegetales superiores, la información genética se transmite por mecanismos de reproducción sexual; es lo que se conoce como «transmisión genética vertical». Sin embargo, hace poco más de diez años se logró obtener ratones transgénicos mediante «transferencia génica» por inyección directa de ADN extraño en un cigoto obtenido por fecundación *in vitro*; es decir, se trataba de una transmisión genética horizontal». Como era de esperar, a los ratones transgénicos siguieron los conejos, ovejas y cerdos transgénicos, a los que se les había introducido en uno de los pronúcleos del cigoto, por microinyección, el ADN del gen humano que codifica para la hormona de crecimiento. La Biotecnología ha aplicado estas primeras técnicas experimentales y ya hoy se están estableciendo las primeras «granjas farmacéuticas» en las que se crían ovejas o cabras transgénicas que producen en su leche proteínas terapéuticas humanas o cerdos transgénicos inmunogenéticamente preparados para ser los futuros donantes en transplantes de órganos a pacientes humanos.

La obtención de plantas transgénicas ha sido posterior en el tiempo a la de los animales transgénicos, pero su utilización 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 será de plantas transgénicas.

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 para darle cierta calidad. El

método convencional consiste en realizar un primer cruzamiento con un individuo que lleve el gen deseado. Después, 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!

Técnicas de ingeniería genética molecular

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 transferencia génica (transmisión horizontal) en plantas se puede realizar utilizando el ADN-T (transferible) del plásmido TÍ (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.

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 ha logrado transferirlos 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. Esto permite eliminar las malas hierbas de especies de hoja ancha y crecimiento cespitoso tratando los campos con herbicidas que no dañan al cultivo.

También se han obtenido plantas transgénicas de tomate con genes que alargan el periodo de conservación y almacenamiento, evitando la síntesis de la poligalacturonasa que produce el reblandecimiento del fruto. En plantas ornamentales, se ha logrado introducir genes que producen un color o una distribución de colores nunca encontrada en la especie natural. La rareza que eso conlleva ha hecho, obviamente, aumentar su valor económico.

Por último, podría citarse también el caso de las plantas transgénicas utilizadas como biorreactores para producir lípidos, hidratos de carbono, polipéptidos farmacéuticos o enzimas industriales.

El caso de la soja y el maíz transgénico

El pasado mes de diciembre se produjo en España una cierta alarma social a propósito de la llegada al puerto de Barcelona de semilla de soja transgénica importada de Estados Unidos. Esta alarma fue producida especialmente por la actitud de algunas organizaciones ecologistas.

La soja se utiliza en un 60% de los alimentos procesados: aceite, margarina, alimentos dietéticos e infantiles, cerveza, etc. Europa importa anualmente 9 millones de toneladas de Estados Unidos por un importe de unos 210.000 millones de pesetas. España, que importa 1,5 millones de toneladas de soja, es el cuarto país importador detrás de Japón, Taiwan y Holanda.

El 2% de la soja producida en Estados Unidos es transgénica. Un 40% de ella 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*. Se da la circunstancia de que esta compañía es también la misma que fabrica el herbicida. Este hecho (absolutamente lícito, por otra parte) ha sido interpretado por algunos como un abuso de la compañía; algo así como si ésta fuera juez y parte en un caso, ya que produce tanto el herbicida como la semilla resistente al mismo.

Ante la protesta de los movimientos ecologistas y la posibilidad de que fuera rechazada la semilla transgénica, los exportadores han decidido mezclarla con semilla de soja normal, para evitar su identificación. Sin embargo, alguna compañía (Genetic ID, Iowa, EE.UU.) ha comercializado ya 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 Estados Unidos, Canadá, Japón y la Unión Europea.

Otro caso parecido es el del maíz transgénico producido por la multinacional Ciba-Geigy. 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 es producida por el gen procedente de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que, como he señalado antes, produce la proteína Bt, que es tóxica para la larva de los dípteros. Este maíz transgénico puede presentar un problema: la manipulación genética realizada ha unido el gen Bt a otro gen utilizado como marcador genético que produce resistencia a antibióticos beta-lactámicos (incluida 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 relación con este aspecto, es preciso señalar que no existe evidencia científica alguna de que ello pueda ocurrir en la práctica, aunque teóricamente fuera posible. Podría decirse que la probabilidad de que ello suceda es cero.

La comercialización del maíz transgénico está autorizada en los Estados Unidos (donde supone del 1 al 2% del maíz cultivado), Canadá y Japón, pero todavía no en la Unión Europea, donde fue sometida a debate el pasado mes de junio. En España, la Comisión de Sanidad y Consumo del Congreso de los Diputados aprobó por unanimidad una Proposición No de Ley pidiendo al Gobierno que se oponga a la importación de maíz modificado genéticamente. La cuestión es si la Comisión del Congreso tuvo acceso a algún tipo de informe elaborado por expertos o si, por el contrario, actuó algo precipitadamente por la presión ambiental que los medios de comunicación ejercían aquellos días. En nuestro país existe una Comisión Nacional de Bioseguridad que fue creada oficialmente hace unos años. Sin embargo, su constitución empezó a tramitarse mucho tiempo después de que tuvieran lugar los hechos relatados.

Por otro lado, es necesario tener en cuenta que España está obligada a adquirir 2,5 millones de

toneladas de maíz a Estados Unidos por un acuerdo vinculado a su adhesión a la Unión Europea y que el país exportador mezcla en origen la semilla transgénica con la tradicional. La realidad es que la Dirección General XI de la Unión Europea advirtió a los países comunitarios en noviembre de 1996 de que en octubre de ese mismo año habían salido desde Estados Unidos cargamentos de maíz transgénico (de 4.000 a 5.000 toneladas) con destino a los puertos de Rotterdam, Lisboa y Barcelona. El organismo comunitario recordaba al mismo tiempo que dichas importaciones no estaban autorizadas. De los hechos mencionados se deduce que la situación es muy confusa.

Riesgos ecológicos y sanitarios

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

Desde el punto de vista sanitario, ya se ha indicado antes el riesgo teórico que supone que el gen que da resistencia a los antibióticos betalactámicos (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 vía oral haya sido transmitido a una bacteria del tracto intestinal.

Otro aspecto sanitario de interés consiste en la aparición de alergias insospechadas a causa del consumo de alimentos transgénicos. Por ejemplo, se han citado casos de alergias producidas por soja transgénica manipulada con genes de la nuez de Brasil o de frambuesas resistentes a las heladas por llevar incorporado un gen de pescado. En este segundo supuesto, las personas alérgicas al pescado podrían sufrir una crisis alérgica al ingerir las frambuesas transgénicas.

Las situaciones anteriormente descritas justificarían la petición de las organizaciones de consumidores y de los grupos ecologistas de que los productos elaborados con plantas transgénicas lleven la etiqueta correspondiente. De cualquier manera, cuando se legisle el etiquetado de un producto vegetal como «manipulado o modificado genéticamente», la comisión pertinente deberá analizar y matizar claramente el concepto de «manipulación» o «modificación» genética. ¿Se incluirán en las normas de etiquetado solamente los casos de transferencia interespecífica de genes?

En cualquier caso, 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. Desde el punto de vista ecológico, se ha denunciado la posibilidad de que, al crear las

variedades transgénicas resistentes a herbicidas, se incrementa notablemente el uso de éstos. Es posible que esto dé lugar a efectos secundarios negativos como la contaminación del suelo y del agua.

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, se convertiría en una semilla 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 sobre medidas de aislamiento (distancia, barreras naturales, etc.) de los cultivos transgénicos? Estas medidas se pueden aplicar durante el periodo de experimentación, pero ¿es posible mantenerlas una vez autorizada su comercialización?

Las plantas transgénicas constituyen un reto de la Biotecnología actual que ha creado un cierto grado de alarma social. Esta alarma es consecuencia, en cierto modo, del temor a lo desconocido y a lo novedoso. De todas formas, es bueno que se plantee en la sociedad un debate que permita el avance de la ciencia y evite a la vez peligros y riesgos innecesarios.

Fecha de creación

30/07/1997

Autor

Juan Ramón Lacadena