



La ingeniería genética aplicada a la alimentación y el caso del Dr. Arpad Pusztai: in- formación científica y debate público

Carlos Arribas Ugarte

***Profesor de Física y Química
y Colla Ecologista d'Alacant***

"The end of our foundation is the knowledge of causes, and secret motions of things; and the enlarging of the bounds of human empire, to the effecting of all things possible.

...



And we make by art, in the same orchards and gardens, trees and flowers, to come earlier or later than their seasons, and to come up and bear more speedily than by their natural course they do. We make them also by art greater much than their nature, and their fruit greater and sweeter, and of differing taste, smell, colour, and figure, than their nature. And many of them we so order as they become of medicinal use.

...

We also have means to make divers plants rise by mixtures of earths without seeds, and likewise to make divers new plants, differing from the vulgar, and to make one tree or plant turn into another.

...

By art likewise we make [animals]... greater or taller than their kind is, and contrariwise dwarf them and stay their growth; we make them more fruitful and bearing than their kind is, or contrariwise barren and not generative. Also we make them differ in colour, shape, activities, many ways. We find ways to make commixtures and copulations of divers kinds, which have produced many new kinds, and them not barren, as the general opinion is.... Neither do we this by chance, but we know beforehand of what matter and commixture, what kind of those creatures will arise."

The New Atlantis, Sir Francis Bacon, ca. 1614-17, págs. 210-212, Encyclopaedia Britannica, Great Books edition.

Introducción

Las aplicaciones de la biotecnología que hace uso de ADN recombinante en la obtención de alimentos han despertado recientemente un debate social de proporciones inimaginables hace unos meses, que los profesores de ciencias han de integrar en sus currículos como un caso más de la compleja interacción de Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Aunque desarrolladas hace más de 20 años las técnicas del ADN recombinante, y aplicadas al desarrollo de plantas transgénicas hasta 1984, con el desarrollo experimental de variedades de tabaco¹⁰, no ha sido hasta 1995 que se han cultivado los primeros alimentos transgénicos. La capacidad de desarrollar una planta entera a partir de una única célula con el genoma modificado abrió grandes posibilidades en el desarrollo de vegetales GM (genéticamente modificados).

Las técnicas de transgénesis utilizadas (biológicas y físico-químicas) son realmente muy burdas y aleatorias. Hay que tener en cuenta que las técnicas han de superar las "barreras de especie" presentes en los vegetales y animales (no así en las bacterias, que son "promiscuas" y se intercambian genes con facilidad mediante conjugación, transformación y transducción) y, por tanto, no se pueden utilizar las técnicas de cruzamiento y reproducción sexual.

¹⁰ Nieto-Jacobo, M^ª F. y otros, Investigación y Ciencia, enero 1999.



Las técnicas biológicas necesitan un vector¹¹ ("Caballo de Troya") que introduzca el gen extraño en el genoma de la planta. Inicialmente se aprovechó la capacidad natural del *Agrobacterium tumefaciens* para infectar células vegetales y desarrollar tumores alterando el genoma del vegetal. Actualmente se utilizan también virus modificados (virus del mosaico de la coliflor, por ejemplo).

Las técnicas físicas incluyen la biobalística y el uso de microproyectiles¹² (de oro o wolframio, con el gen "pegado" a la bolita), que son lanzados a gran velocidad (con un "cañón" disparador) contra el cultivo de células. Este método está recomendado en las células monocotiledóneas (maíz, arroz, cebada, trigo...), que difícilmente se infectan con el *Agrobacterium*. La microinyección supone ablandar la membrana celular vegetal con descargas eléctricas o potentes disolventes, para inyectar con una micropipeta el material genético extraño al vegetal.

Con estas técnicas no se puede tener una certeza de que se ha conseguido el objetivo propuesto, pues son frecuentes los fallos, las inserciones múltiples en el mismo o en diferentes cromosomas, etc. Para "controlar" ese proceso se introducen además genes "marcadores" que nos indiquen el éxito en la empresa. La mayoría de genes marcadores han sido extraídos de bacterias, y la resistencia a los antibióticos es su característica. Sumergiendo el cultivo celular en una solución de antibiótico, solamente las células que han incorporado ese gen (y, por tanto, el de interés) sobrevivirán, y la selección se habrá producido.

Esta utilización de los genes marcadores que aportan resistencia a los antibióticos ha sido considerado por algunos científicos del Instituto Pasteur¹³ un peligro para la salud pública, al existir un pequeño riesgo de que esos genes puedan ser insertados en microorganismos patógenos, que también se harían resistentes a uno de los remedios de lucha contra las enfermedades contagiosas. Otros científicos¹⁴ han minimizado esos riesgos, y el debate sobre riesgos se parece mucho al debate sobre los riesgos nucleares.

¿Interés agronómico?

¿Qué genes se han insertado en las plantas transgénicas y qué características nuevas se consiguen? Aunque se ha hablado mucho de la introducción de genes con interés agronómico, que produzcan nitrógeno (similarmente a la simbiosis del género *Rizobium* con las leguminosas), o induzcan resistencia a la sequía y a la salinidad de las aguas de riego o del suelo, esas posibilidades no se han materializado, y no han pasado de ser meras líneas de investigación en el laboratorio.

Hay que distinguir muy bien las potencialidades de la tecnología recombinante, de las aplicaciones comerciales en el mercado. Esas características nos van a informar de los intereses comerciales que promueven esos desarrollos. Según datos de la misma industria biotecnológica,¹⁵ las característi-

¹¹ Chilton, M-D., Un vector para introducir genes en vegetales, Investigación y Ciencia, agosto 1983.

¹² Courvalin, P., Plantas transgénicas y antibióticas, Mundo Científico, enero 1999.

¹³ Courvalin, P., en el artículo anterior.

¹⁴ Beringer, J., Keeping watch over genetically modified crops and foods, The Lancet, vol. 353, 20 de febrero 1999.

¹⁵ James, C., Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 1998, ISAAA Briefs nº 8-1999.



cas introducidas en los cultivos genéticamente modificados en 1998 son: resistencia a herbicidas en un 71 % del suelo total, resistencia a insectos (cultivos Bt) en un 28 %, resistencia combinada a herbicidas e insectos en un 1 % y el resto de características con un porcentaje inferior al 1 %.

El caso Pusztai

Antecedentes

Arpad Pusztai es un prestigioso investigador de origen húngaro, de 68 años, que trabajaba en el Instituto Rowett de Aberdeen (Escocia). Este centro es internacionalmente reconocido por sus investigaciones sobre la nutrición animal y humana. Su carrera investigadora dura 35 años y ha publicado más de 270 artículos científicos. Su área de especialización son las lectinas, que son proteínas que están presentes en algunos alimentos y presentan toxicidad para algunos insectos. Desde el mismo Instituto se reconoce que es el máximo experto mundial en lectinas. Desde 1996 estaba trabajando en el estudio de los efectos sobre los mamíferos de patatas modificadas genéticamente, que expresaban un gen (GNA) de la campanilla blanca (*Galanthus nivalis agglutinin*). Aunque esa patata no estaba diseñada para ser comercializada, la línea de investigación tenía evidentes aplicaciones comerciales, dado el poder protector frente a los insectos que confieren algunas lectinas¹⁶.

El Dr. Pusztai trabajó con cuatro pruebas de alimentación, con dos líneas de patatas modificadas genéticamente. Para que sirviera de control, cada muestra incluía ratas que se alimentaban con patatas no modificadas genéticamente y patatas no manipuladas pero a las que se les añadía externamente GNA. En los cuatro casos, la utilización de patatas transgénicas indujo cambios en el peso de la mayoría de los órganos vitales, especialmente del sistema inmunológico (bazo, timo). También se encontraron alteraciones en el hígado y retardos en el crecimiento. Con tan sólo 10 días de alimentación transgénica, las ratas mostraban defectos en la respuesta de sus linfocitos a estímulos exteriores. Esos resultados no se encontraron en el resto de las ratas, alimentadas con patatas normales o con GNA añadido. Los resultados muestran, por tanto, una falta de equivalencia entre las patatas naturales con GNA añadido y las transgénicas.

Aparición pública

En enero de 1998, y otra vez en abril, el Dr. Pusztai recibió permiso de Philip James¹⁷, director del Instituto Rowett, para difundir en televisión sus hallazgos científicos, acción que desarrolló el 10 de agosto de 1998 en el programa "World in Action", de Granada TV. Aunque el Dr. Pusztai no es contrario a la ingeniería genética, en su aparición en la televisión británica afir-

¹⁶ Más tarde se ha sabido que el gen que utilizó el Dr. Pusztai se utiliza en algunas variedades de colza modificada genéticamente, y que están en el mercado norteamericano, para producción de aceites y para alimentación animal. Las variedades Bt (Maíz-Bt, colza-Bt, algodón Bt...) expresan las toxinas similares a las producidas de forma natural por el *Bacillus Thuringiensis* y también entrarían en ese amplio campo de las lectinas.

¹⁷ El Profesor James pertenece a numerosos comités que aconsejan al Gobierno o a la Comisión Europea sobre la seguridad de los alimentos, como el Advisory Committee on Novel Foods.



mó que no se alimentaría con alimentos transgénicos, y que era muy injusto utilizar a la ciudadanía como "conejos de Indias". Expresó su confianza en la ingeniería genética como una valiosa técnica para la mejora de los cultivos y expresó la necesidad de mayores pruebas con animales.

Los defensores de los alimentos transgénicos protestaron contra esas afirmaciones y al día siguiente Philip James defendió el derecho de expresión del Dr. Pusztai. Pero 24 horas después cambió de opinión, condenando sus investigaciones, incluso negando la existencia de esos experimentos, prohibiendo a Pusztai hacer nuevas declaraciones, cerrando esa línea de investigación y despidiéndole del Instituto Rowett, sellando sus ordenadores y confiscando sus datos, además de no permitirle ni siquiera recoger sus cuadernos de laboratorio¹⁸. Más tarde se ha conocido que la multinacional Monsanto financiaba, en parte, los trabajos que se desarrollaban en el Instituto Rowett.

Comité de evaluación

Se formó un Comité, que instruyó una auditoría para revisar los resultados de la investigación. La auditoría (Audit Report¹⁹) fue publicada tres meses después y admitía que el grupo del Dr. Pusztai había desarrollado experimentos con ratas alimentadas con patatas transgénicas. El método experimental de la investigación había sido correcto, pero la conclusión es que los datos no apoyaban la idea de que las ratas habían sufrido retrasos en el crecimiento, o interferencia con el desarrollo de los órganos y las funciones inmunológicas, como consecuencia de la alimentación transgénica.

Una vez que el Dr. Pusztai pudo recuperar los datos experimentales elaboró un informe alternativo al Audit Report y se reafirmó en sus conclusiones previas.²⁰ Esas conclusiones fueron apoyadas por el patólogo S.W.B. Ewen, de la Universidad de Aberdeen, que examinó histológicamente los órganos internos de las ratas y mostró los errores del Audit Report.

Tras seis meses de trabajo de revisión de los experimentos del Dr. Pusztai, 23 investigadores²¹ de 13 nacionalidades han evaluado ese material. De forma unánime han concluido que el trabajo del Dr. Pusztai no tenía errores y que sus resultados eran correctos. Tras la inserción del GNA en las patatas se producían cambios en los niveles de proteínas, almidones, azúcares, lectinas e inhibidores de tripsina/quimotripsina, sugiriendo "una posible silenciamiento de genes, supresión, efectos posicionales de construcción integrada del gen y/o variación somaclonal". Lo que demostraba que la patata no era "sustancialmente equivalente" a las no manipuladas.

Persiste la duda sobre el factor último que causó los daños en la ratas, si se debe a la inserción del GNA o al vector usado, un virus mosaico de la coliflor²². Este mismo vector es habitualmente utilizado en las manipulaciones

¹⁸ Una verdadera "caza de brujas" se lanzó sobre el Dr. Pusztai. Fue atacado por Sir Robert May, Consejero Científico en Jefe por "violar cada regla del proceder científico", y solamente siete meses después - tras una depresión y un pequeño ataque al corazón- ha sido capaz de responder a los ataques y de intentar restablecer su honor.

¹⁹ La dirección en la Web del Instituto Rowett es <http://www.rri.sari.ac.uk>. Ahí se puede encontrar un resumen del Audit Report, pero no toda la auditoría.

²⁰ Se puede consultar todo el caso Pusztai en Internet <http://plab.ku.dk/Pusztaitcbh.htm>.

²¹ Entre los investigadores que han apoyado al Dr. Pusztai se encuentra el Dr. L. Rubio, del Departamento de Nutrición Animal de la Estación Experimental del Zaidín de Granada (España). Ver declaraciones en el AVUI del 20.02.99.

²² El promotor de ese virus está patentado desde 1990 y pertenece a la empresa Diatech, de la que era dueño, antes de entrar en el Gobierno británico, Lord Sainsbury de Turville, actual



genéticas de plantas, como es el caso de la soja transgénica de Monsanto, que ha sido modificada para que sea resistente al herbicida "Roundup", fabricado por la misma compañía.

Palabras recientes del Dr. Pusztai

Recientemente, el Dr. Pusztai ha comparecido en varias comisiones parlamentarias británicas y se ha mantenido firme en sus anteriores conclusiones, afirmando que hay pocas investigaciones sobre los efectos sobre la salud de los alimentos transgénicos y que él conocía solamente uno publicado. Presionado por los parlamentarios para que aclarara su afirmación, de que el público estaba siendo utilizado como "conejiillo de Indias", en este tema afirmó: "*La única evidencia de eso es que solamente hay una publicación sobre ese tema. Para mí es una evidencia suficientemente buena... que una tecnología está siendo introducida y basada en una única publicación.*"²³

En una larga entrevista, afirmó²⁴: "*Confío en la tecnología. Pero es demasiado nueva para que estemos seguros de que lo que estamos haciendo esté bien. Pero puedo decir, desde mi propia experiencia, que si alguien se aventura a decir algo, aunque levemente contraproducente, es calumniado y totalmente destruido.*"

A modo de conclusión

La controversia levantada por el asunto Pusztai desvela el secretismo con que está siendo llevado el tema de la alimentación transgénica, y creo que es un tema interesante que desvela las intrincadas relaciones entre la investigación científica, la potente industria biotecnológica y sus presiones, y el poder político, y genera una gran duda sobre la existencia de la "independencia científica". También ilustra las prisas de algunas corporaciones multinacionales por introducir una tecnología, sin estudiar previamente los posibles efectos perjudiciales sobre el medio ambiente o la salud, y la posibilidad de repetir anteriores experiencias negativas o desastrosas (por comentar sólo algunas: el insecticida DDT, los clorofluorocarbonos CFCs, la tecnología nuclear para generar energía eléctrica, ¿la telefonía móvil?...). Los mecanismos de desinformación pública, o de demonización pública de las personas ligeramente discordantes con el discurso oficial, o de "pensamiento único", ponen en evidencia los peligros totalitarios de esta sociedad.

Bibliografía recomendada

DURÁN, A. y RIECHMANN, J., *Genes en el laboratorio y en la fábrica*, Ed. Trotta 1998.

GARCÍA OLMEDO, F., *La Tercera Revolución Verde*, Editorial Debate S.A., 1998.

Ministro de Ciencia y Tecnología, y propietario de la cadena de supermercados Sainsbury's. Según Sainsbury, abandonaba las reuniones del Gobierno cuando éste decidía sobre alimentos transgénicos. EL PAÍS y EL MUNDO 17.02.99.

²³ THE SCOTSMAN 9.03.1999.

²⁴ THE INDEPENDENT 8.03.1999.



HOBBELINK, H., *Biotechnology and the future of world agriculture*, Zed Books Ltd., 1991.

RISSLER, J. y MELLON, M., *The ecological Risks of Engineered Crops*, The MIT Press, 1996.

SHIVA, V., *Biopiracy: The plunder of Nature and Knowledge*, South End Press, 1997.

Revistas

AA.VV., "GM crops- how safe is "safe"?", *Nature*, 22 abril 1999.

AGUILAR, R., "Alimentos de Ingeniería Genética", *World Watch* en castellano nº 3, abril-mayo 1997.

BERLAN, J.P. y LEWONTIN, R.C., "La amenaza del complejo genético-industrial", *LE MONDE diplomatique*, diciembre 1998.

Fundación Internacional para el Desarrollo Rural, "Terminator": patente para impedir que los agricultores guarden semillas, *Biodiversidad* nº 17.

GRAIN, A., "Greener than Green Revolution?", *Seedling*, December 1998.

HO, Mae-Wan, "El fraude de la biotecnología", *GAIA* nº 14, 1998.

JIMÉNEZ, D., "Biotecnologías. Riesgos públicos, beneficios privados", *El Viejo Topo*, junio 1998.

RIECHMANN, J., "Usos y abusos de la manipulación genética", *El Viejo Topo*, abril 1998.

STEINBRECHER, R.A., "De la revolución verde a la revolución de los genes: los riesgos medioambientales de los cultivos modificados genéticamente", *GAIA* nº 13, diciembre 1997.

Direcciones en Internet con información sobre biotecnología

A Seed Europe, Monsanto Monitor, <http://www.antena.nl/aseed>

Centro Internacional para la ingeniería genética y la Biotecnología, <http://www.icgeb.triestre.it/biosafety/>

Fundación Internacional para el Desarrollo Rural, <http://www.rafi.ca>

Genetic Resources Action International, <http://www.grain.org>

Institute For Trade Policy, <http://www.iatp.org/iatp>

Listado de recursos sobre Biotecnología y Propiedad Intelectual <http://www.acephale.org/bio-safety/>

Página de Adrian Valls, <http://ww2.grn.es/avalls>

Pesticide Action Network, <http://www.panna.org/panna>

Physicians and Scientists again Genetically Engineered <http://www.psagef.org/sitemap.htm>

Pure Food Campaign, <http://www.purefood.org>

Union of Concerned Scientists, <http://www.ucsusa.org/agriculture/biotech.html>