V CONGRÉS DE LA ICEA, CENT ANYS D'AGRICULTURA CATALANA
p. 903-910

CULTIVOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE: DIEZ AÑOS DE COMERCIALIZACIÓN

María Isabel Juárez Rubio
UNIVERSITAT DE LLEIDA
mjuarez@aegern.udl.es

Resumen
Muchos países están considerando a la biotecnología agrícola como una herramienta prometedora que podría mejorar rápidamente su potencial agronómico, reducir o eliminar los déficit internos de oferta de productos básicos, preservar y mejorar las condiciones medioambientales, y producir alimentos de mayor calidad adaptados a los cambios de las demandas cada vez más exigentes de los consumidores.

En esta comunicación se hace un balance de la década de cultivos modificados genéticamente y de la implantación por países.

1. Introducción

Muchos países están considerando a la biotecnología agrícola como una herramienta prometedora que puede incrementar rápidamente su potencial agronómico, reducir o eliminar los déficit internos de oferta de productos básicos, preservar y mejorar las condiciones medioambientales, y producir alimentos de mayor calidad adaptados a los cambios de las demandas cada vez más exigentes de los consumidores.

Gran parte del aumento de la producción agrícola registrado en los últimos cuarenta años se ha debido a un incremento del rendimiento

ÍNDEX

por hectárea, y no a una ampliación de la superficie cultivada. Por ejemplo, los datos de que dispone la FAO indican que, en el conjunto de los países en desarrollo, el rendimiento del trigo aumentó un 208 % entre 1960 y 2000, el del arroz, un 109 %, el del maíz, un 157 %, el de la patata, un 78 %, y el de la yuca, un 3 % (FAO, 2003).

En las pasadas décadas ha habido dos oleadas de innovación-difusión tecnológica agrícola. La primera, la revolución verde, en la que el sector público desempeñó un importante papel en la investigación y la difusión de nuevas tecnologías agrarias en los países en desarrollo; y la segunda, la revolución genética, en la cual la investigación y comercialización está liderada, en su mayor parte, por el sector privado de los países desarrollados y parece que es poco lo que se está haciendo en términos de transferencia de la biotecnología agrícola, a pesar de su significativo potencial científico.

En este trabajo se hace un balance de los diez años de cultivo comercial de plantas modificadas genéticamente. No se trata de un debate sobre los posibles riesgos que podría generar la nueva tecnología, pero sí se introducen los conceptos que permiten entender mejor esta nueva técnica. En el punto tres se presentan los principales cultivos transgénicos y su implantación por países. En el último punto se recogen las conclusiones.

2. La biotecnología en la agricultura

En el siglo pasado se produjo un importante incremento de la productividad agraria basado en la combinación de la tecnología mecánica (uso de tractores, maquinaria, cosechadoras, etc.), que aumenta la cantidad de tierra cultivada por trabajador, y de la tecnología biológica (uso de semillas mejoradas, fertilizantes inorgánicos, protección de las cosechas, mejora de la alimentación animal, etc.), que incrementa la producción por hectárea. Debido al fuerte aumento de los rendimientos de las nuevas variedades de cultivos, a este fenómeno se le llamó *revolución verde*.[1] Pero dichas variedades generaban mayores rendimientos siempre que se combinasen con cantidades crecientes de fertilizantes químicos, pesticidas y adecuados sistemas de riego, lo que también exigía el desarrollo de un sistema de irrigación (Gillis *et al*., 1996).

Pero, por otro lado, ese uso masivo de fertilizantes y de productos agroquímicos ha planteado serios problemas de contaminación ambiental (García Olmedo *et al*., 2001). Esta revolución cambió la estructura del sector agrícola y la de la industria oferente de *inputs*, primero en los países desarrollados y después en los PVD. En aquellos años, el consumidor no hizo distinciones entre las cosechas procedentes de semillas híbridas y las tradicionales, auque existen diferencias cualitativas y genéticas, y fueron consideradas como «variaciones naturales» (Nelson, 1999).

1. Otros autores dividen dicha revolución en dos: la primera se inició en EEUU en los años treinta con las cosechas de maíz híbrido de climas templados. La segunda, en los años sesenta, aplicó los avances conseguidos en los cultivos de arroz y de trigo de los países tropicales (Nelson, 1999).

La mejora genética de los cereales ha permitido mantener el incremento de la producción de alimentos por delante del crecimiento demográfico en la segunda mitad del siglo XX. La variedades tradicionales que permitían al agricultor usar como semilla el grano cosechado por él, acabaron desapareciendo ante los rendimientos superiores de las variedades híbridas, cuya semilla debía comprarse cada año (el primer ejemplo fue el maíz introducido en los años treinta en los Estados Unidos).

Sin embargo, en los últimos años la tasa de crecimiento de la producción de cereales, tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados, está disminuyendo en comparación con las producciones registradas durante los años setenta, en parte debido al escaso uso de insumos y a la caída de los precios de los cereales, pero también como resultado de que los potenciales de productividad de varios de los principales alimentos básicos están cerca de alcanzar su límite genético (Pinstrup-Andersen *et al*., 1999).

La definición de *biotecnología* abarca a todas la tecnologías mediadas por un ser vivo o por partes de él, sean éstas células o enzimas aisladas. Bajo esta definición se incluyen desde la propia evolución histórica de la agricultura hasta la última forma de producir insulina humana. A principio, de los años ochenta, y para el ámbito agrícola, el problema de introducir genes foráneos en plantas lo resolvieron en 1982 Van Montagu y Schell en el Laboratorio de Genética de la Universidad de Gante en competencia con la empresa Monsanto.

Son organismos transgénicos aquellos cuyo genoma ha sido alterado por ingeniería genética. Para crear una planta transgénica es preciso integrar una pieza apropiada de ADN en el genoma de una célula y después regenerar una planta completa a partir de dicha célula. El objetivo de esta ingeniería genética es crear un nuevo organismo de características deseadas.

Los partidarios de la utilización de cultivos genéticamente modificados (GM) en la agricultura defienden que esta nueva técnica aumenta el rendimiento de los cultivos, pues mejora la resistencia a las plagas y reduce el consumo de pesticidas, además de proporcionar alimentos con cualidades nutricionales y terapéuticas adicionales. Sus detractores, en cambio, denuncian que los AMG pueden eliminar especies, reducir la biodiversidad y crear nuevas alergias y resistencias a los antibióticos en las personas, entre otros muchos efectos que son todavía impredecibles (García Olmedo *et al*., 2001).

Esta nueva tecnología está incidiendo sobre objetivos que tienen que ver con un aumento de la productividad y con prácticas de una agricultura más compatible con el medio ambiente. Las innovaciones de ingeniería genética de la primera generación de plantas genéticamente modificadas están relacionadas con la obtención de plantas resistentes a herbicidas, a microorganismos patógenos y a plagas de insectos, y que inciden sobre el rendimiento de la producción al evitar pérdidas importantes. Estas nuevas innovaciones también repercuten sobre los costes de producción (al ahorrar mano de obra y productos químicos) y sobre el impacto ambiental (al disminuir el uso de pesticidas y paliar la erosión

del suelo). De este modo, a las propiedades tradicionales de una planta se le suman la capacidad de tener tolerancia a herbicidas y la resistencia a insectos, hongos y virus. Los cultivos genéticamente modificados (CGM) que se comercializan en la actualidad son: soja, maíz, algodón, colza, tomate, papaya y alfalfa.

En los próximos años, a medio plazo, los nuevos CGM tendrán ya dichas mejoras (resistencia a insectos, herbicidas y virus) y se incorporarán otros productos como el arroz, la patata, la remolacha, el trigo, las frutas y las verduras. A largo plazo, en la tercera generación de transgénicos, los nuevos productos tendrán cambios en su composición aumentando la calidad o el valor nutritivo (aminoácidos esenciales, más proteínas, vitaminas y hierro, eliminación de toxinas, etc.), y la calidad tecnológica (maduración controlada, que ya se comercializa en tomates, consistencia del fruto en el transporte, etc.), y modificando la cantidad de grasa en las carnes. Otras investigaciones giran en torno a la resistencia de la planta a la sequía y a las heladas, mejor adaptación a tierras marginales, más facilidad para la fijación de nitrógeno a la planta, etc. (García Olmedo *et al.*, 2001).

3. Cultivos modificados genéticamente y países productores

Si atendemos a los datos suministrados por la publicación anual de la ISAAA (James, 2006) en 2006,[2] la superficie total acumulada dedicada a los cultivos transgénicos en estos diez años suma 577 millones de hectáreas (tabla 1). En 1996, seis países cultivaron variedades genéticamente modificadas, y en 2006 ya eran veintidós países (tabla 2). Hay una gran concentración de hectáreas de CGM en seis países: EE. UU., Argentina, Canadá, China, India y Brasil, que alcanzan el 99 % mundial de la superficie dedicada a transgénicos (figura 1).

Aunque EE. UU. dedica la mayor cantidad de hectáreas a estos cultivos, el impacto de la presencia creciente de India, China, Argentina, Brasil y Sudáfrica constituye una tendencia importante, con implicaciones para la adopción y la aceptación de los CGM en el futuro.

En 2006, los CGM producidos fueron la soja, el maíz, el algodón, la colza, la papaya, la alfalfa, el arroz y la calabaza. La soja transgénica es el principal cultivo mundial, y ocupan 58,6 millones de hectáreas (el 60 % del área total dedicada a la soja es genéticamente modificado), seguido del maíz (25,2 millones de ha, el 14 % del total de maíz), el algodón (13,4 millones de ha, el 28 % del total cultivado) y la colza (4,8 millones de ha, un 17 % del área total). Los EE. UU. representan el 80 % de la producción de soja y algodón genéticamente modificados. Argentina produce soja que es el 99 % genéticamente modificada. En la UE, España es el país que lidera este tipo de producciones, con 60.000 ha de maíz resistentes a insectos (tabla 2).

2. Toda la información y los datos recogidos en este punto 2.1 corresponden a la publicación de C. James (2006), *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2006*, ISAAA Brief No. 35, ISAAA. El acrónimo ISAAA corresponde a *Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas* (*http://www.isaaa.org*).

Tabla 1. Millones de hectáreas plantadas de CMG. 1996-2006

País	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Estados Unidos	1,5	8,1	20,5	28,7	30,3	35,7	39,0	42,8	47,6	49,8	54,6
Argentina	0,1	1,4	4,3	6,7	10,0	11,8	13,5	13,9	16,2	17,1	18,0
Brasil							3,5	3,0	5,0	9,4	11,5
Canadá	0,1	1,3	2,8	4,0	3,0	3,2		4,4	5,4	5,8	6,1
China	1,1	1,8		0,3	0,5	1,5	2,1	2,8	3,7	3,3	3,5
India							<0,1	0,1	0,5	1,3	3,8
Australia		0,1	0,1		0,1	0,2		0,1	0,2	0,3	0,2
Méjico							<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1
España			<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1
Paraguay											0,2
Sudáfrica											1,4
Uruguay											0,4
Otros países										2,8	1,6
Total	2,8	12,7	27,8	39,9	44,2	52,6	58,7	67,7	81,0	90,0	102,0

Fuente: James (2006).

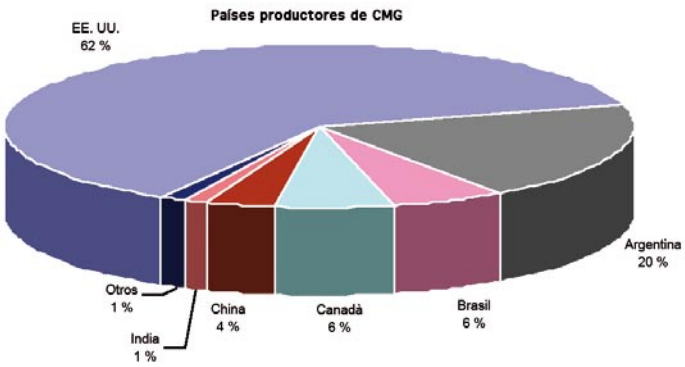

Figura 1. Principales países por hectáreas dedicadas a los CGM.
Fuente: James (2006).

Tabla 2. Países y cultivos transgénicos en 2006

País	Cultivos transgénicos
Estados Unidos	Soja, maíz, algodón, colza, calabaza, papaya, alfalfa
Argentina	Soja, maíz, algodón
Brasil	Soja, algodón
Canadá	Colza, maíz, soja
India	Algodón
China	Algodón
Paraguay	Soja
Sudáfrica	Maíz, soja, algodón
Uruguay	Soja y maíz
Filipinas	Maíz
Australia	Algodón
Rumanía	Soja
México	Algodón, soja
España	Maíz
Colombia	Algodón
Irán	Arroz
Francia, Alemania, Honduras, Portugal, Rep. Checa, Eslovaquia	Maíz

Fuente: James (2006).

Desde el inicio de la comercialización en 1996, la característica de la resistencia a los herbicidas ha sido la dominante en los CMG, seguida por la de la resistencia a insectos; también se comercializa la semilla con estas dos características unidas —genes apilados para las dos características.

Además de los veintidós países que en 2006 sembraron CGM, veintinueve países adicionales han aprobado desde 1996 la regularización de CGM para su importación y su uso en alimentos para humanos y animales. Aquí se incluyen importantes países importadores de alimentos, como Japón, que no producen CGM.

4. Conclusiones

La tasa de difusión global de la biotecnología agrícola resulta impresionante, pero su distribución ha sido muy desigual. Seis países, cuatro cultivos y dos características representan el 99 % de la producción mundial de cultivos transgénicos.

Los CGM más difundidos son la soja, el maíz y el algodón. Las características más comunes son la tolerancia a herbicidas y la resistencia a insectos. En la actualidad no se producen comercialmente en ningún lugar del mundo variedades transgénicas de trigo o arroz, que son los principales cereales alimentarios. Casi dos tercios de los CGM que se producen en el mundo se encuentran en los EE. UU. Aunque la superficie plantada de cultivos transgénicos en este país sigue creciendo, su peso relativo cae por el incremento de la superficie plantada en Argentina, Brasil, Canadá, China y Sudáfrica.

Bibliografía

FAO (2003), <http://faostat.fao.org>.

FERNÁNDEZ-CORNEJO, J.; CASWELL, M. (2006), «The First Decade of Genetically engineered crops in the United status», *Economic Information*, núm. 11 (Economic Research Service, United States Departament of Agriculture).

GARCIA OLMEDO, F.; SANZ MAGALLÓN, G.; MARÍN PALMA, E. (2001), *La agricultura española ante los retos de la biotecnología*, Madrid, Instituto de Estudios Económicos.

GILLIS, M.; PERKINS, D. H.; ROEMER, M.; SNODGRASS, D. R. (1996), *Economics of Development*, Nueva York, Norton &Company.

JAMES, C. (2006), «Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2006», ISAAA Brief 35 (ISAAA, Ithaca, Nueva York).

NELSON, G. C. (1999), *The Economics and Politics of Genetically Modified Organisms in Agriculture: Implications for WTO 2000*, Bulletin 809, University of Illinois Board of Trustees.

PINSTRUP-ANDERSEN, P.; PANDYA-LORCH, R.; ROSEGRANT, M. W. (1999), *World Food Prospects: Critical Issues for the Early Twenty-First Century. 2020 Vision Food Policy Report. 1999*, Washington, D. C., IFPRI.