



- ◆ Trabajo realizado por la Biblioteca Digital de la Universidad CEU-San Pablo
- ◆ Me comprometo a utilizar esta copia privada sin finalidad lucrativa, para fines de investigación y docencia, de acuerdo con el art. 37 de la M.T.R.L.P.I. (Modificación del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual del 7 julio del 2006)

## CAPÍTULO SEGUNDO

# La economía española frente a la biotecnología agraria\*

*Gonzalo Sanz-Magallón*

Profesor de Economía Aplicada  
Universidad San Pablo-CEU

### I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es analizar los efectos de los recientes avances de la biotecnología vegetal<sup>1</sup> sobre la economía española. Con esta finalidad se analizarán los efectos de la amplia adopción de los nuevos organismos genéticamente modificados (OGM o GM) que ya se encuentran en el mercado y cuya introducción resulta adecuada y viable en el marco natural español. La mayor parte de las variedades GM que se comercializan actualmente se caracterizan por presentar unas características para el consumidor (nutritivas, sabor, forma, etc.) equivalentes a las de los alimentos convencionales, si bien su estructura genética ha sido modificada para que el productor pueda obtener tres tipos de ventajas durante su cultivo:

---

\* El autor agradece al Director de Análisis del Instituto de Estudios Económicos, D. Gregorio Izquierdo, sus brillantes ideas y sugerencias, fundamentales para la elaboración de este trabajo.

<sup>1</sup> Denominamos biotecnología vegetal al conjunto de técnicas que permiten alterar las características de un organismo vegetal mediante la modificación dirigida y controlada de su genoma, añadiendo, eliminando o modificando alguno de sus genes. *Vid.* Sociedad Española de Biotecnología (2000): *Plantas transgénicas. Preguntas y respuestas* (Madrid, Sebiot).

un mayor rendimiento por hectárea, una menor utilización de pesticidas o herbicidas y/o un ahorro de tiempo y de la mano de obra necesaria.

Por ello, en este trabajo se repasan los estudios que existen en los que se analizan las ventajas de sembrar nuevas variedades transgénicas<sup>2</sup> para el agricultor, comparando el mayor precio de las semillas GM con los ahorros de costes e incrementos de rendimientos. La generalización del empleo de semillas GM permitirá un incremento de la productividad del sector agrario, con efectos beneficiosos sobre otros sectores de la economía, al trasladarse las mejoras de productividad a los precios.

En la actualidad existen dudas en la opinión pública europea acerca de la conveniencia de aceptar y desarrollar en mayor medida los nuevos alimentos transgénicos. Por ello, en este estudio se estiman tanto las principales ventajas de un mayor desarrollo de la biotecnología como las consecuencias previsibles de la no aceptación de las nuevas variedades, ya sea por imperativo legal o simplemente porque el consumidor las rechace.

Efectivamente, el desarrollo de los nuevos productos GM ha coincidido con importantes crisis alimentarias en la Unión Europea, que han provocado una notable pérdida de confianza de los consumidores europeos en las autoridades responsables de la seguridad alimentaria, fomentándose un cierto sentimiento de que los productos GM pueden ser un caso más de riesgo elevado para la salud. No obstante, la biotecnología en nuestro país presenta un menor nivel de rechazo en comparación con el resto de Europa, al tiempo que España es el primer país de la Unión Europea por número de hectáreas de cultivos transgénicos, a lo que hay que unir una elevada actividad en materia de ensayos experimentales.

Nos encontramos, por tanto, ante una tecnología incipiente y sobre la que existe una gran confusión en la población española sobre la naturaleza, seguridad y posibilidades que ofrecen los

---

<sup>2</sup> En un sentido estricto, para poder hablar de producto transgénico es preciso que se haya incorporado al nuevo organismo un gen procedente de otra especie. Sin embargo, en la práctica es habitual emplear este término para referirse al conjunto de nuevos alimentos procedentes de ingeniería genética, aunque no implique una transferencia de genes.

alimentos modificados genéticamente<sup>3</sup>. Como se demostrará a lo largo del trabajo, las principales aplicaciones de la biotecnología vegetal presentan indudables ventajas económicas, por lo que es tarea de todos proporcionar una información veraz al respecto, para que la economía española afronte con éxito los nuevos retos que se plantean en los sistemas agrarios del siglo XXI, donde la tecnología jugará un papel cada vez más importante. Sólo de esta manera el sector agropecuario español podrá mejorar su posición competitiva internacional y generar mayores niveles de renta y empleo.

## II. TENDENCIAS ACTUALES DE LA BIOTECNOLOGÍA VEGETAL

### 1. Innovación y productividad en la agricultura

A lo largo del siglo XX, especialmente durante su segunda mitad, ha tenido lugar un intenso proceso de desarrollo agrario, basado en la incorporación de factores nuevos a la agricultura, procedentes del sector industrial y de servicios, y que ha permitido alcanzar un notable incremento de la productividad agraria. Efectivamente, de no haber sido por la aplicación sistemática de la ciencia, de los conocimientos mecánicos, químicos y biológicos a los procesos productivos de la agricultura, no hubiera sido posible alcanzar los espectaculares incrementos de productividad que han tenido lugar.

---

<sup>3</sup> Sirva como buen ejemplo de desinformación las declaraciones publicadas en la contraportada del diario *La Vanguardia* el 23 de noviembre de 2000, en las que M. Arias, directora de la revista *The Ecologist* en España, en relación con la crisis de las vacas locas afirmaba:

«...Una de las más poderosas cadenas de comida rápida está utilizando para sus hamburguesas la ingeniería genética, con la que fabrican pedazos de carne viviente, sólo los trozos más rentables de los animales.

Pregunta: ¿Monstruos sin cabeza?

Respuesta: Sí, y sin patas, ni cola, ni ojos... Tanto es así que les han prohibido utilizar la mención "carne de res", pero han salido airosos argumentado que "res" significa cosa...

Estas declaraciones provocaron una reacción de protesta mediante recogida de firmas y una serie de cartas al director de ese periódico por parte de investigadores españoles del campo de la biotecnología.

Así, entre 1880 y 1980 la producción agraria se multiplicó en Estados Unidos por 5,1, en Japón por 4,8 y en el Reino Unido por 3,6<sup>4</sup>. Al tiempo, el número de trabajadores empleados en el sector agrario se redujo de forma dramática: en Estados Unidos disminuyó hasta aproximadamente la quinta parte, mientras que en Japón y Reino Unido lo hizo hasta la tercera parte.

El incremento de la productividad agraria hasta los años ochenta estuvo basado en la introducción de dos grandes bloques tecnológicos: la tecnología mecánica, responsable del aumento de la cantidad de tierra cultivada por cada trabajador, y la tecnología biológica, cuyo logro fue la obtención de una mayor producción por cada hectárea utilizada o por cabeza de ganado.

Los avances de la tecnología biológica han pasado más desapercibidos que los de la tecnología mecánica, hasta la introducción de variedades de maíz y arroz de alto rendimiento en algunos países subdesarrollados a partir de los años sesenta, proceso que se denominó Revolución Verde. En este caso, la tecnología biológica permitió la introducción de variedades de alto rendimiento, aunque lo más específico de las mismas fue su adecuación para el uso de fertilizantes, ya que las cosechas comenzaron a responder con grandes incrementos a los mayores niveles de fertilización.

Sin embargo, durante los últimos años se ha registrado un cierto estancamiento de los rendimientos por hectárea en los países desarrollados, toda vez que ya se están utilizando las tecnologías químicas y biológicas tradicionales al máximo de sus posibilidades. No obstante, en los países en vías de desarrollo, al incorporar con cierto retraso la tecnología disponible, han continuado aumentando de manera importante los rendimientos medios durante los últimos años, proceso que ha permitido que acerquen sus niveles a los de los países más desarrollados (véase Tablas 1 y 2).

---

<sup>4</sup> Vid. Hayami, Y. y Ruttan, V. (1985): *Agricultural Development. An International Perspective*. Baltimore and London, John Hopkins Univ. Press.

TABLA 1  
 PRODUCCIÓN OBTENIDA POR CADA HECTÁREA  
 EN EXPLOTACIÓN POR ÁREAS GEOGRÁFICAS,  
 1961-1998  
 (Dólares a precios de 1989-1991)

	1961	1973	1986	1998
América del Norte y Centro	181	239	294	362
América del Sur	89	111	152	200
Europa	nd	nd	nd	577
Asia y Pacífico	128	176	254	391
África	36	48	63	88
Oceania	29	39	48	61
Desarrollados	187	251	299	293
Vías de desarrollo	95	128	185	274
<b>Mundo</b>	<b>134</b>	<b>183</b>	<b>229</b>	<b>262 (a)</b>

nd: no disponible.

(a): 1999.

Fuente: Elaboración propia con datos FAO.

TABLA 2  
 CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN OBTENIDA  
 POR CADA HECTÁREA EN EXPLOTACIÓN  
 POR ÁREAS GEOGRÁFICAS  
 (Etapas. Crecimiento anual acumulativo, en %)

	1961-1973	1974-1986	1987-1999	1961-1998
América del Norte y Centro	2,4	1,6	1,8	1,9
América Latina	1,8	2,4	2,3	2,2
Asia y Pacífico	2,7	2,9	3,7	3,1
África	2,3	2,1	2,8	2,4
Oceania	2,5	1,6	2,1	2,0
Desarrollados	2,5	1,4	-0,2	1,2
Vías de desarrollo	2,5	2,8	3,4	2,9
<b>Mundo</b>	<b>2,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,1</b>	<b>1,8 (a)</b>

(a): 1961-1999.

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla anterior.

## **2. Las nuevas técnicas. El papel de las semillas genéticamente modificadas**

La base de los avances tecnológicos aplicados a la agricultura se sustenta en unas pocas áreas técnicas: mecanización, fertilizantes inorgánicos, protección de las cosechas, nutrición animal, salud animal y, por último, genética de plantas y animales. Dentro de éstas, la genética ha desarrollado una función clave en el desarrollo agrario del siglo xx, y se le atribuye cerca del 50% de los incrementos de productividad obtenidos<sup>5</sup>.

La ingeniería genética, entendida como aquella técnica basada en la modificación de genes de forma selectiva, es un instrumento muy útil que se añade a los instrumentos convencionales de mejora de las variedades y que presenta en el corto plazo un potencial muy elevado para la mejora de ciertos cultivos, si bien en otros cabe esperar que las mejoras se produzcan a más largo plazo. Las aplicaciones de la biotecnología son innumerables y las nuevas aplicaciones de la ingeniería genética pueden afectar a todas las etapas de la vida de una planta<sup>6</sup>:

- a) Métodos diagnósticos: los tests biotecnológicos rápidos permiten detectar la contaminación por los agentes infecciosos de las plantas cultivadas, y para el control de la calidad de las semillas y de los cultivos, permiten una selección y cambios seguros y más eficaces.
- b) Nuevos genes para plantas cultivadas: la mejora del patrimonio genético de las plantas cultivadas mediante la incorporación de nuevos genes ha sido el objetivo de la producción vegetal desde el comienzo de la agricultura. Entre las posibilidades de los nuevos métodos de modificación genética destacan: incrementos de los rendimientos de las plantas ante su mayor resistencia a los virus, insectos y otras enfermedades, así como a la sequía, a la salinidad, al frío, al calor, etc.

<sup>5</sup> Véase Frisvold, G., Sullivan, J. y Ranases, A. (1999): 'Who Gains From Genetic Improvements In U.S. Crops?', *AgBioforum*, vol. 2, n.º 3 y 4.

<sup>6</sup> Paillotin, G.: 'The Impact of Biotechnology on the Agro-Food Sector', en *The Future of Food. Long Term Prospects for the Agro-food Sector*, OCDE.

- c) Mayor eficiencia en el proceso para la mejora de plantas. Mediante la biotecnología se reducen los costes y los plazos en la producción, el crecimiento y evaluación de gran número de plantas, mediante la identificación rápida de genes interesantes y nuevos métodos para la producción de semillas híbridas.
- d) Aumento de la producción vegetal y reducción de *inputs*. Los recientes avances de la biotecnología permiten reducir la influencia de factores que inciden en el rendimiento obtenido, como la naturaleza del suelo, la influencia de parásitos y enfermedades. De esta forma se puede reducir el nivel de *inputs* químicos en la agricultura al tiempo que la producción aumenta.
- e) Mejora de la calidad de los vegetales. Las nuevas técnicas posibilitan mejorar las características de las producciones agrarias, incrementando sus valores nutricionales u otras características: plazo de maduración, sabor, etc.

Junto a las anteriores ventajas, existen otras en toda una serie de aplicaciones de la biotecnología sobre la ganadería, la alimentación y las plantas no alimentarias<sup>7</sup>.

El desarrollo de las distintas aplicaciones de la biotecnología ha sido relativamente rápido. La primera vez que se consiguió introducir genes foráneos en una planta data de 1983, al tiempo que los primeros cultivos comerciales de semillas OGM tuvieron lugar en 1994. Sin embargo, en los últimos años el ritmo innovador se ha visto frenado ante los altos niveles impuestos en materia de seguridad alimentaria y medioambiental, a lo que se une la oposición frontal de algunas asociaciones ecologistas y organizaciones de consumidores.

---

<sup>7</sup> Así, en el campo de la ganadería destacan las posibilidades de la biotecnología para la mejora de la salud animal (control de las enfermedades, las vacunas sintéticas, los nuevos principios activos y las modificaciones transgénicas en la descendencia), mejora del crecimiento animal y de la lactación, etc. Con relación a los peces, los avances permiten mejorar la eficacia de la producción y la disminución de enfermedades. Dentro de la alimentación destacan las numerosas aplicaciones de las enzimas en las industrias de los alimentos, los tests para detectar la contaminación de alimentos, la conservación biológica, cultivos de células vegetales y micro-algas. Por último, en la utilización no alimentaria de plantas sobresale la obtención de biomasa a precios competitivos con otras energías, el tratamiento de residuos, las mejoras en plantas ornamentales, céspedes, tabaco y algodón, etc.



Así, para reducir al mínimo los riesgos que pudieran presentar los nuevos productos genéticamente modificados, ante la posibilidad de que pudieran provocar alergias u otro tipo de problemas, así como para asegurar que sus valores nutricionales no son inferiores a los de la variedad no modificada, la mayor parte de los países han ido estableciendo desde hace 10 ó 12 años toda una serie de rigurosos procedimientos para autorizar las nuevas variedades, mediante los cuales deberá demostrarse que la nueva variedad es segura, tanto para la salud como para el medio ambiente, y «sustancialmente equivalente» a la no modificada.

De esta forma, la empresa que desee comercializar nuevas variedades de OGM deberá asumir los gastos de realización de numerosos y costosos estudios, lo que dificulta la rentabilidad de esta actividad y su expansión. Por otra parte, las inversiones necesarias no están al alcance de las empresas de menor dimensión, por lo que actúan como importantes barreras de entrada en esta actividad, limitando el número de competidores potenciales en este sector.

### **3. Desarrollo de los productos genéticamente modificados y perspectivas**

Los primeros cultivos transgénicos comerciales a gran escala aparecieron en 1996, la mayor parte en Estados Unidos. A partir de ese año, en el que se plantaron 2,8 millones de hectáreas de cultivos GM, su crecimiento fue espectacular, al contabilizarse tan sólo cuatro años después 44,2 millones de hectáreas. Del total de hectáreas con cultivos GM destacan las dedicadas a la soja (58% del total), seguido de maíz (23%), algodón (12%) y colza (6%). En la Tabla 3 se recoge la evolución de las superficies dedicadas al cultivo de OGM según tipo de productos.

El 74% de las hectáreas de cultivos GM son semillas en las que la modificación introducida provoca una resistencia de la planta a herbicidas, lo que permite al agricultor emplear productos de amplio espectro y de menor efecto residual, esto es, con menor riesgo de contaminación de aguas y suelos, y por tanto más seguros que los herbicidas tradicionales. Además, las variedades GM

**TABLA 3**  
**EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DEDICADA A CULTIVOS**  
**CON MODIFICACIÓN GENÉTICA SEGÚN PRODUCTOS,**  
**1996-2000**

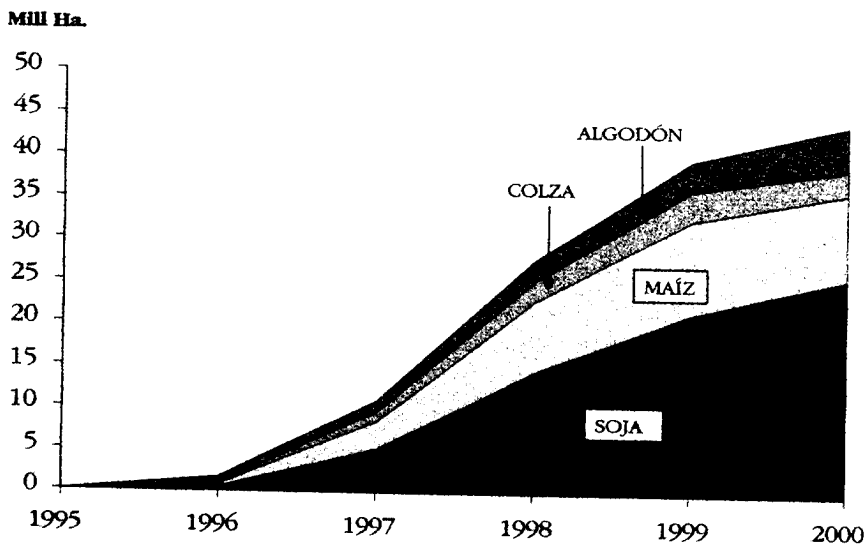
Millones de hectáreas	1996	1997	1998	1999	2000	% en 2000
Soja	0,5	5,1	14,5	21,5	25,8	58,3
Maíz	0,3	3,2	8,3	11,2	10,3	23,3
Algodón	0,8	1,4	2,5	3,6	5,3	12,0
Colza	0,1	1,2	2,4	3,6	2,8	6,3
Patatas	0,01	0,01	0,03	0,04	0,04	0,1
Tabaco (a)	1	1,6	1	nd	nd	nd
Tomate	0,1	0,1	nd	nd	nd	nd
<b>Total</b>	<b>2,8</b>	<b>12,8</b>	<b>28,7</b>	<b>39,9</b>	<b>44,2</b>	<b>100,0</b>

nd: no disponible.

(a): Se excluyen los cultivos de tabaco genéticamente modificado de China iniciados a finales de los años ochenta con tecnología propia.

Fuente: International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications ISAAA (2000), Comisión Europea (2000) y elaboración propia.

**GRÁFICO 1**  
**SUPERFICIE DEDICADA A CULTIVOS GM**



Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla anterior.

resistentes a herbicidas toleran su aplicación después de la germinación de la semilla y a lo largo del desarrollo de la planta, lo que permite realizar aplicaciones según cada año y lugar, y no de forma rutinaria y preventiva, por lo que se reduce la cantidad total aplicada. Las plantas transgénicas resistentes a insectos se sitúan a continuación al suponer el 19% del total. Mediante la expresión de una toxina de origen bacteriano, *Bacillus thuringiensis* (Bt), la planta queda protegida frente a determinados grupos de insectos, ya que cuando éstos comiencen a alimentarse, su digestión se verá interrumpida y morirán posteriormente. Por su parte, el 7% de las plantas GM combinan las dos modificaciones anteriores, esto es, tanto la resistencia al herbicida como a los insectos. A continuación se sitúan los cultivos con resistencia a virus, que suponen aproximadamente el 0,1% de la superficie total. Mediante la resistencia a virus, los cultivos de patatas y tabaco permiten ahorrar cantidades importantes de insecticidas. Por último, y de forma marginal, existen aproximadamente 50.000 hectáreas en Estados Unidos y Canadá con cultivos en los que se han introducido ciertas mejoras en la calidad del producto.

Hasta la fecha, los cultivos transgénicos presentan una alta concentración en tres países, Estados Unidos, Canadá y Argentina, de tal forma que en 2000 sus producciones superaron conjuntamente el 98% del total mundial (véase Tabla 4).

Las variedades de semillas GM que actualmente están en el mercado son sólo un pequeño avance frente a las posibilidades que ofrece la biotecnología. En este sentido, se prevé que en el corto plazo surja un mayor número de semillas que incorporen dos modificaciones genéticas, como es el caso de la resistencia tanto a insectos como a herbicidas. A medio plazo, se estima que se introducirán este tipo de mejoras (resistencia a virus, insectos y herbicidas) a nuevos productos como las frutas y verduras, el trigo, el arroz, la patata y la remolacha. Por su parte, en el largo plazo, cabe esperar que aparezcan nuevos productos con cambios en su composición, aumentando la calidad (sabor, olor, textura, forma) o su valor nutritivo, mediante un mayor contenido de proteínas y vitaminas, y la modificación de la composición de la grasa.

TABLA 4  
DESARROLLO DE LA SUPERFICIE DEDICADA  
A CULTIVOS CON MODIFICACIÓN GENÉTICA POR PAÍSES,  
1996-2000

Millones de hectáreas	1996	1997	1998	1999	2000	% en 2000
Estados Unidos	1,5	8,1	20,5	28,7	30,3	68,6
Argentina	0,1	1,4	4,3	5,6	10	22,7
Canadá	0,1	1,3	2,8	4	3	6,8
China	1,1	1,8	1,0	0,3	0,5	1,1
Brasil (a)				0,9	nd	nd
Australia	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,15	0,3
Sudáfrica			<0,1	0,2	0,2	0,5
México	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,0
Europa			<0,1	<0,1	<0,1	0,0
España			<0,1	<0,1	<0,1	0,0
Francia				<0,1		0,0
Portugal				<0,1	<0,1	0,0
Rumania				<0,1	<0,1	0,0
Ucrania				<0,1		0,0
Bulgaria					<0,1	0,0
Uruguay					<0,1	0,0
<b>Total</b>	<b>2,8</b>	<b>12,8</b>	<b>28,7</b>	<b>39,9</b>	<b>44,2</b>	<b>100,0</b>

<0,1: Superficie inferior a las 100.000 Ha.

a) La legislación brasileña no permite la siembra de semillas GM, si bien, se calcula que en 1999 cerca de 1 millón de hectáreas estaban dedicadas a estos productos, mediante importaciones de semillas procedentes de Argentina.

Fuente: ISAAA (2000), Comisión Europea (2000) y elaboración propia.

### III. ECONOMÍA Y BIOTECNOLOGÍA AGRARIA

#### 1. Análisis de la oferta

El desarrollo comercial de la biotecnología agraria requiere disponer de una elevada capacidad financiera así como dominar dos tipos de activos. En primer lugar, es preciso desarrollar una plataforma líder de conocimientos e investigación en materia de biotecnología a nivel global. En este sentido, las recientes fusiones entre empresas dedicadas a la biotecnología molecular agraria, venta de

semillas y productos fitosanitarios se explican por la complementariedad de las tecnologías de cada sector. Pero además, la explotación comercial de la biotecnología exige contar con una potente estructura de comercialización, con capacidad para el desarrollo de los nuevos sistemas de producción y que permita crear y capturar el valor generado desde el nivel agrario hasta el consumidor final.

De esta forma, en los últimos años han surgido toda una serie de grupos empresariales, con capacidad para desarrollar las economías de escala que se presentan en las actividades de I+D y distribución, y con presencia directa o alianzas en toda una serie de sectores muy variados, que incluyen las actividades de investigación, producción de semillas, piensos y productos fitosanitarios, así como en los sectores de la alimentación y el farmacéutico. Estas empresas, que llegan a alcanzar cifras de facturación anual cercanas al billón de pesetas, cuentan con presupuestos de investigación cercanos a los 100.000 millones de pesetas, lo que les permite liderar el avance del conocimiento en estas áreas (véase Tabla 5).

TABLA 5  
FACTURACIÓN DE LAS 10 PRIMERAS EMPRESAS  
AGROQUÍMICAS

	<i>Ventas mundiales. Millones de dólares</i>
Novartis	4.224
Monsanto	4.032
Dupont	3.156
Zeneca	2.895
AgrEvo	2.384
Rhone-Poulenc	2.286
Bayer	2.248
American Cyanamid	2.194
Dow Agrosiences	2.132
Basf	1.932

*Nota:* Durante 2000 tuvo lugar la fusión de Novartis y Zeneca, que dio lugar a Syngenta, al tiempo que AgrEvo se unió a Rhone-Poulenc para crear Aventis.

*Fuente:* Comisión Europea (2000).

Más recientemente, los principales operadores del sector han practicado una estrategia de segregación de los negocios de biotecnología agraria de los de productos farmacéuticos. De esta forma, AstraZeneca PLC y Novartis AG acordaron separar sus unidades de negocio agrarias para crear Syngenta, lo mismo que Monsanto y Pharmacia & Upjohn decidieron fusionar sus unidades de negocio farmacéutico para crear una compañía común, dejando de forma independiente el negocio agrario. Más recientemente, durante el año 2000 el grupo franco-alemán Aventis anunció su intención de vender su división agroquímica. Esta tendencia hacia la segregación de los negocios de carácter agrario de los farmacéuticos es consecuencia de la progresiva diferenciación de las características de ambos negocios<sup>8</sup>.

Además, el avance de la biotecnología agraria potenciará a medio plazo nuevas adquisiciones y alianzas de las grandes empresas del sector con otras dedicadas a la transformación de materias primas y la alimentación<sup>9</sup>. Esta integración permitirá a las empresas de biotecnología adueñarse de mayor parte del valor añadido de los nuevos productos, participando en la cadena de transformación y distribución, así como proveer a los transformadores de un acceso preferencial a los nuevos productos de valor añadido que irán surgiendo.

## **2. Análisis de la demanda**

Las nuevas semillas GM han gozado de una gran aceptación y creciente demanda por parte de los agricultores en los países en los que han comenzado a utilizarse. Según los distintos estudios realizados, los agricultores esperan obtener beneficios económicos directos mediante la compra de semillas GM, al alcanzar, en general, mayores producciones o una menor utilización de

---

<sup>8</sup> Véase *The Economist*, 18-11-2000.

<sup>9</sup> Ejemplos de este proceso son la adquisición de Protein Technologies, empresa especializada en la transformación de soja, por parte de Dupont en 1997; también la formación de una *joint venture* entre Monsanto y Cargill y entre Novartis y Land O Lakes. *Vid.* Shimoda, S. (1998).

productos fitosanitarios. Junto a ello, los productores se benefician de un ahorro de mano de obra y de la mayor simplicidad que ofrecen los cultivos GM, al no tener que estar pendientes de la posible aparición de las plagas para las que son resistentes.

La aceptación por parte del consumidor de los nuevos alimentos GM presenta importantes diferencias entre Norteamérica y Europa. Así, mientras que en Norteamérica los nuevos productos fueron aceptados de forma generalizada, en la mayor parte de los países de la Unión Europea existe una cierta desconfianza de los consumidores hacia ellos (véase Cuadro resumen con resultados del Eurobarómetro de marzo de 2000, sobre *Los Europeos y la Biotecnología*).

Las actitudes de rechazo hacia los productos GM por parte del consumidor europeo pueden explicarse por tres tipos de razones: económicas, políticas y sociales o educativas, y todas ellas se han amplificado como consecuencia de las acciones llevadas a cabo en su contra en los países occidentales desde mediados de los años noventa. En este sentido, el núcleo del movimiento opositor está formado por algunas de las más importantes organizaciones ecologistas (Greenpeace y Amigos de la Tierra), a las que se han unido asociaciones de distinto tipo: algunas organizaciones feministas, de consumidores, sindicatos y juveniles. No obstante, en gran parte de las ocasiones las críticas en contra de la biotecnología se centran en cuestiones ideológicas, como el control que ejercen las multinacionales sobre el sector, los efectos negativos de la globalización económica, los supuestos perjuicios económicos de las patentes para el Tercer Mundo, etc.

Desde el punto de vista económico, es lógico que exista un cierto rechazo por parte del consumidor frente a la primera generación de productos transgénicos, ya que los cambios introducidos por la biotecnología suponen ventajas directas para el productor e indirectas para el medio ambiente, pero, contrariamente a lo que ocurrirá a medio plazo, hasta ahora los nuevos productos no implican un menor precio o una mayor calidad para el consumidor final. Efectivamente, los estudios realizados sobre los impactos de los alimentos GM muestran que las principales ventajas han recaído en

CUADRO 1

EUROBARÓMETRO: *LOS EUROPEOS Y LA BIOTECNOLOGÍA*

Los resultados del Eurobarómetro proceden de una encuesta realizada en los países miembros de la Unión Europea entre el 1 de noviembre y el 15 de diciembre de 1999, por la Dirección General de Educación y Cultura, por encargo de la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea.

**Principales resultados**

- Los europeos consideran que la biotecnología tendrá un efecto positivo sobre la calidad de vida en el futuro, si bien con relación a los resultados del Eurobarómetro de 1996 se registró un descenso del porcentaje de respuestas afirmativas del 5%.
- De entre las distintas aplicaciones de la biotecnología, la menor aceptación se registró en la producción de alimentos, registrándose un descenso respecto al nivel de aceptación de 1996. Por el contrario, otras aplicaciones de la biotecnología, como la detección de enfermedades hereditarias o los usos farmacéuticos, mantienen los niveles de aceptación de los años anteriores. La principal causa de la menor aceptación del uso en la producción de alimentos es la mayor percepción de riesgo en esta aplicación.
- La mayor parte de los encuestados (66%) no estarían dispuestos a adquirir fruta genéticamente modificada aunque tuviera un mejor sabor, al tiempo que un 53% estaría dispuesto a pagar un precio superior por alimentos no transgénicos.
- España es el país en el que se registran los mayores niveles de aceptación para el conjunto de aplicaciones de la biotecnología.
- Los conocimientos en materia de biotecnología son muy bajos entre la población. Así, frente a la afirmación de que «los tomates convencionales no contienen genes, mientras que los modificados genéticamente sí», únicamente el 35% de los encuestados respondió que era incorrecta.
- La mayoría de los encuestados (72%) expresó su deseo de informarse y conocer en mayor medida las ventajas y los inconvenientes de la biotecnología.
- De entre las posibles fuentes de información, la mayor confianza se registró en las organizaciones de consumidores, seguida de los médicos y las organizaciones ecologistas. Por el contrario, resulta extraordinariamente baja la confianza de los encuestados en la información proporcionada por las autoridades públicas.



su mayor parte sobre los agricultores, mientras que más limitadas han sido las ganancias para las empresas de semillas y el inventor de la tecnología, al tiempo que para los consumidores los efectos han sido prácticamente inapreciables (véase Tabla 6 y Gráfico 2).

TABLA 6

REPARTO DEL VALOR AÑADIDO POR LAS NUEVAS VARIETADES  
GENÉTICAMENTE MODIFICADAS EN ESTADOS UNIDOS  
(Millones de dólares)

	<i>Soja RR</i>		<i>Algodón Bt</i>	
	1997	%	1996-1997	%
Agricultor	796	75,0	220,8	51,3
Inventor	74	7,0	116,9	27,2
Empresa de semillas	32	3,0	30,8	7,2
Consumidor	42	4,0	35,6	8,3
Resto del mundo	117	11,0	26,2	6,1
<b>Total</b>	<b>1.061</b>	<b>100,0</b>	<b>430,3</b>	<b>100,0</b>

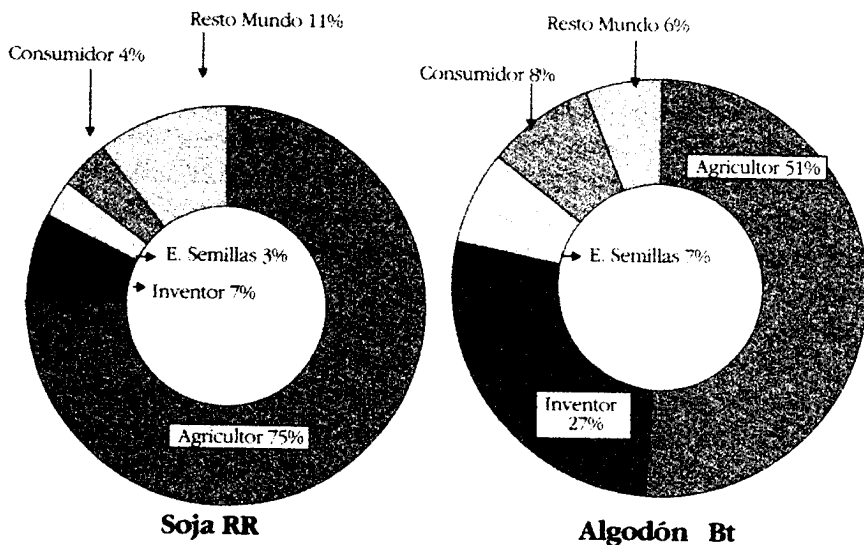
Fuente: Traxler, G. y Falck-Zepeda, J. (1999).

Ante esta situación, y a igualdad de precio, un mínimo nivel de duda sobre la seguridad de los nuevos alimentos provocará que el consumidor opte siempre por el producto convencional. Éste es el razonamiento de algunas de las principales cadenas de distribución alimentaria en Europa, al anunciar que, con el objetivo de defender los intereses de sus consumidores, rechazarían los productos GM.

En el caso europeo, una de las causas fundamentales de la desconfianza fue la coincidencia de la aparición de los nuevos alimentos GM con importantes crisis en los sistemas de salud de diversos países europeos: *vacas locas*, sangre contaminada en Francia, dioxinas en Bélgica. La negligencia de las autoridades sanitarias europeas provocó una importante desconfianza de los ciudadanos frente a los sistemas de seguridad alimentaria y de salud pública. Además, las crisis anteriores provocaron una mayor receptividad de los medios de comunicación en Europa frente a los posibles casos de crisis de salud pública, de tal forma que toda información

GRÁFICO 2

REPARTO DEL VALOR AÑADIDO POR LAS NUEVAS VARIETADES GENÉTICAMENTE MODIFICADAS EN ESTADOS UNIDOS (En %)



Fuente: Elaboración propia con datos de la tabla anterior.

relativa a posibles riesgos alimentarios pasa a ser titular de primera página y con un amplio potencial para impulsar las ventas de los medios.

Además, es preciso considerar ciertos factores culturales que también influyen en la distinta percepción que los consumidores europeos tienen de los OGM, especialmente si se compara con el caso norteamericano. Así, mientras que en Estados Unidos existe una valoración muy positiva de los productos nuevos, en Europa, por el contrario, existe una mayor propensión a valorar a las técnicas tradicionales y a los «alimentos de siempre». En este sentido, en Europa está de moda la «agricultura tradicional», mientras que la agricultura moderna, con la que identifica la biotecnología agraria, es percibida de forma negativa.

Debido a todo lo anterior, los alimentos GM son una cuestión especialmente problemática y delicada para los gobiernos europeos, que, en general, han mantenido una postura bastante ambigua y poco decidida al respecto.

En el contexto mundial, los nuevos productos de la biotecnología han sido ampliamente aceptados, especialmente en países en vías de desarrollo (PVD), en los que las nuevas posibilidades que ofrece la biotecnología presentan un gran potencial. Efectivamente, en muchos PVD el incremento de la producción de alimentos es un objetivo prioritario ante los problemas de malnutrición y sus perspectivas demográficas<sup>10</sup>. De esta forma, en los PVD se cultivan actualmente cerca de 430 millones de hectáreas de cultivos, que son en gran medida proclives a la introducción de modificaciones genéticas<sup>11</sup>, ya que los rendimientos se ven mermados especialmente en estos países como consecuencia de los ataques de insectos, plagas y enfermedades. En este contexto, durante los últimos años han proliferado los acuerdos entre las empresas de biotecnología y los centros de investigación del Tercer Mundo para desarrollar las áreas prioritarias según las necesidades de cada país<sup>12</sup>. Un ejemplo fructífero de esta colaboración es la investigación desarrollada durante nueve años conjuntamente por organismos de Estados Unidos, Monsanto y el Instituto de Investigación Agraria de Kenia, que ha permitido la obtención de una batata transgénica resistente a virus, y que en ese país llega a producir pérdidas de hasta el 80% de la producción, por lo que es uno de los principales problemas para conseguir el objetivo de seguridad alimentaria. La nueva variedad, que se encuentra en la actualidad en fase de experimentación en el campo, comenzará a comercializarse a principios del año 2002.

<sup>10</sup> Véase ISAAA (1998), p. 19 y s.

<sup>11</sup> Arroz, trigo, algodón, maíz, soja, patatas, colza y tomate.

<sup>12</sup> Vid. ISAAA (2000): *New Partnerships for Prosperity. Building Public/Private Agri-Biotech Networks for Resource Poor Farmers in Southeast Asia and Africa.*

#### IV. LA ECONOMÍA ESPAÑOLA FRENTE A LA BIOTECNOLOGÍA AGRARIA: OPORTUNIDADES Y RETOS

##### 1. Investigación y desarrollo de la biotecnología vegetal en España<sup>13</sup>

Durante los próximos años, los *inputs* de carácter tecnológico continuarán adquiriendo un mayor peso en el reparto de rentas que se generen en la producción agrícola y ganadera. Sin duda, la tecnología de carácter biológico es la que presenta un mayor potencial innovador, y, dentro de ésta, destaca la utilización de las múltiples aplicaciones de la ingeniería genética como herramienta eficaz para la mejora de las variedades.

España presenta un déficit comercial importante en materia de semillas, lo que sin duda supone una importante debilidad de la posición competitiva del sector agrario español (véase Tabla 7).

TABLA 7  
COMERCIO EXTERIOR DE SEMILLAS. ESPAÑA

Partida	Exportaciones	Importaciones	Saldo comercial	Tasa cobertura %
	(Toneladas) 1996	(Toneladas) 1996		
Bulbos, cebollas, tubérculos	780	6.188	-5.408	12,6
Otras plantas y raíces vivas	26.516	22.691	3.825	116,9
Patatas	3.768	77.042	-73.274	4,9
Trigo	5.827	32.992	-27.165	17,7
Cebada	9.425	1.446	7.979	651,8
Maíz	4.535	67.728	-63.193	6,7
Arroz	673	2.102	-1.429	32,0
Algodón	251	220	31	114,1
Lino	165	2.356	-2.191	7,0
Nabo o colza	324	72	252	450,0
Otras semillas oleaginosas	10.683	105.781	-95.098	10,1
Forrajeras y pratenses	9.133	13.907	-4.774	65,7
Remolacha azucarera	102	649	-547	15,7
<b>Total</b>	<b>72.182</b>	<b>333.174</b>	<b>-260.992</b>	<b>21,7</b>

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).

<sup>13</sup> Agradezco a D. José Miguel Martínez Zapater, investigador del Centro Nacional de Biotecnología, su amable colaboración para la elaboración de este apartado.

De cara al futuro, la dependencia de las importaciones de semillas que padece España implicará mayores costes y desventajas adicionales, por cuanto los fabricantes de semillas incrementarán su participación en el valor añadido agrario, en detrimento de la remuneración del resto de factores: trabajo, tierra, etc.

Por ello, es preciso aumentar las inversiones públicas y privadas destinadas a la obtención de nuevas variedades más productivas. España posee ya una amplia experiencia investigadora en materia de biotecnología agraria, existiendo en la actualidad aproximadamente 70 equipos de investigación que son perfectamente competitivos en el contexto internacional (véase Cuadro 2).

CUADRO 2

PRODUCTOS SOMETIDOS A ENSAYOS  
CON VARIEDADES GM EN ESPAÑA

	<i>Año en que se inician los ensayos en España</i>
Tomate	1992
Colza, maíz	1993
Girasol, remolacha, alfalfa, eucalyptus, bacterias	1994
Melón	1995
Patatas, algodón, cerezas, naranjas, trigo	1996
Hongos, tabaco, pepino,	1997
Soja, chopo, virus	1998
Arroz	1999

*Fuente:* Elaboración propia a partir de OCDE, *BioTrial Field Trial Database*.

Las inversiones públicas de la Administración española para la investigación en este área se iniciaron en 1986 y desde entonces se dedican anualmente aproximadamente 1.500 millones de pesetas a esta finalidad, de los que aproximadamente el 35-40% va dirigido al área de biotecnología aplicada al sector agroalimentario. El Plan Nacional de I+D de 1999, consciente de la importancia de las inversiones en esta materia, ha mantenido la dotación financiera asignada a este área del conocimiento para los próximos años.

A su vez, la política de investigación de la Unión Europea también financia la I+D en materia de biotecnología, al consi-

derar que ésta es una de las áreas con fuerte potencial de crecimiento<sup>14</sup>, y que contribuirá tanto a corto como a largo plazo a la competitividad y a la generación de empleo en Europa<sup>15</sup>. De esta forma, el 4.º Programa Marco de Investigación destinó algo más de 580 millones de euros a este área del conocimiento. Sin embargo, el 5.º Programa Marco de I+D (1999-2002) ha disminuido de forma notable la financiación para la investigación en biotecnología vegetal, al reducirse la dotación hasta los 400 millones de euros, y ello a pesar de que el presupuesto global de I+D experimenta un notable crecimiento (véase Tabla 8).

TABLA 8

RECURSOS DESTINADOS A LA INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA VEGETAL. ESPAÑA Y UNIÓN EUROPEA

	4.º Programa Marco (Mill. euros)	5.º Programa Marco (Mill. euros)	Variación en %	Plan Nacional I+D (Mill. ptas./año)
Recursos Biotecnología	580,46	400	-31,1	1.500 (a)
Total presupuesto I+D	11.224,98	14.960	33,3	
En porcentaje del total de gastos I+D	5,2%	2,7%		

(a): Aproximadamente el 40% corresponde a biotecnología vegetal.

Fuente: Elaboración propia a partir de la Comisión Europea (1999), p. 76 y ss.

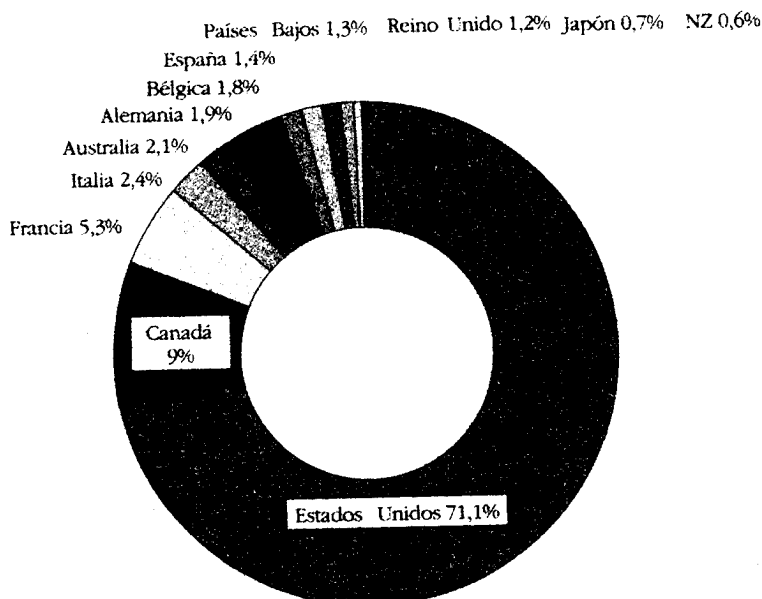
Por todo ello, el descenso en la dotación de recursos de la Unión Europea para la investigación en el área de biotecnología merece una valoración muy negativa, no sólo por el importante papel que debe desarrollar la investigación pública, complementando a la privada, sino también por el importante retraso que acumula Europa con respecto a Estados Unidos en este área del conocimiento. El Gráfico 3 permite apreciar la posición de absoluto dominio que ostenta Estados Unidos en investigación en biotecnología agraria,

<sup>14</sup> Vid. Comisión Europea (1994): *Crecimiento, competitividad y empleo. Retos y pistas para entrar en el siglo XXI*.

<sup>15</sup> Vid. Comisión Europea (1999): *Líneas maestras, objetivos científicos y tecnológicos y prioridades* (DOCE 12-3-1999, L 64/7).

GRÁFICO 3

ENSAYOS DE CAMPO LLEVADOS A CABO  
POR LOS PAÍSES DE LA OCDE CON ORGANISMOS  
GENÉTICAMENTE MODIFICADOS  
(En % sobre el total)



Fuente: OCDE (2001), *BioTrack Field Trial Database*.

al absorber el 71% de los ensayos de campo mundiales. A su vez, también resulta significativo el bajo porcentaje correspondiente a España (1,4%), ya que resulta inferior al de otros países europeos con un menor potencial y especialización agraria, como Alemania o Bélgica.

No obstante, desde la perspectiva española, el principal problema no es tanto la ausencia de una producción científica en esta materia o la carencia de personal cualificado<sup>16</sup>, sino la falta de una

<sup>16</sup> Vid. Marín Palma, E. (1999): «Biotecnología y nuevas oportunidades de empleo en España», *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, n.º 3/1999, pp. 189-198, y ASEBIO (2000): *Informe ASEBIO 2000*.

participación por parte de las empresas nacionales de semillas, de vital importancia para que los avances científicos puedan traducirse en innovaciones con un uso comercial. Los factores que explican la ausencia de participación empresarial son, por un lado, el carácter conservador de la mayor parte de las empresas de semillas nacionales, junto a su escaso tamaño, y, por tanto, la dificultad para ejecutar las elevadas inversiones necesarias para el lanzamiento de los nuevos productos GM.

Sin embargo, estos problemas serían subsanables de no ser por el actual ambiente de rechazo y el ataque frontal de las organizaciones ecologistas y otros grupos de presión a los nuevos productos transgénicos. Ya que, en las condiciones actuales, una empresa española que pretenda lanzar un producto GM deberá asumir el elevado coste que implica el que sus productos puedan ser objeto de algún tipo de boicot, considerados peligrosos, etc. En este contexto, las condiciones actuales del mercado español impiden la entrada del sector empresarial en el negocio de la biotecnología, lo que genera tres tipos de consecuencias: por una parte, se produce un aprovechamiento muy bajo de la producción científica española en este área; además, se impide que lleguen al mercado español productos GM especialmente diseñados para atender necesidades particulares de nuestra agricultura, por lo que la mejora de las variedades queda limitada a las posibilidades que ofrezcan las técnicas convencionales, y, por último, se consolida y perpetúa la posición dominante de las multinacionales del sector.

Por todo ello, resulta necesaria una actuación decidida de las autoridades españolas en materia de información al consumidor, al tiempo que sería oportuno reforzar el diálogo con las organizaciones ecologistas nacionales, con el objetivo de racionalizar en mayor medida sus planteamientos. En este sentido, y a modo de ejemplo, resulta totalmente incoherente el rechazo por parte de las asociaciones ecologistas de las nuevas variedades de algodón transgénico resistente a las orugas, ya que su sustitución por el convencional permitiría ahorrar el vertido de miles de litros de pesticidas, lo que reduciría de forma importante el nivel de contaminación en las zonas aldoneras.



Como conclusión, podemos establecer que la actual dependencia de la Unión Europea y de España en materia de biotecnología agraria va a suponer importantes pérdidas de rentas en los próximos años, no sólo por la necesidad de realizar pagos por el «canon tecnológico» que incorporan las nuevas semillas, sino lo más importante, porque los nuevos productos que saldrán al mercado cubrirán de forma mayoritaria las necesidades de los sistemas agrarios de otros países, quedando desatendidas importantes mejoras potenciales para el sector agroalimentario español.

## **2. Impactos económicos de la biotecnología agraria en España**

### *a) Inserción del sector agroalimentario en la economía española*

En la actualidad, el sector agroalimentario español, en el que se incluyen las actividades agropecuarias junto con la industria de la alimentación y bebidas, tiene un elevado peso en el conjunto de la economía española, en términos de gasto, producción, rentas, empleo y comercio exterior.

Así, en 1996 el gasto de los españoles en alimentos y bebidas ascendió a 8,74 billones de pesetas, lo que representa el 19,2% de los gastos totales (véase Tabla 9). A esa cantidad hay que sumar el valor de los alimentos consumidos en «restaurantes y cafés», por un importe de 2,37 billones de pesetas. Por su parte, las rentas generadas en el sector agroalimentario ascendieron a 5,79 billones de pesetas, cantidad que representa el 8% del PIB español. En cuanto al empleo generado, los 1,46 millones de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo representan el 11% del total nacional.

A su vez, las exportaciones agroalimentarias durante los últimos años han registrado un importante crecimiento, hasta alcanzar en la actualidad los 1,4 billones de pesetas, lo que representa el 14% de las exportaciones totales. A diferencia de lo que ocurre con la mayor parte de las categorías de productos, durante los últimos años se registra un saldo comercial positivo y la tasa de cobertura (exportaciones/importaciones) del comercio agroalimentario toma

TABLA 9  
PRINCIPALES MAGNITUDES DEL SECTOR AGROALIMENTARIO  
EN ESPAÑA

	1996	% Total
Gasto en alimentación y bebidas (miles de mill. ptas.)	8.740,2	19,2
Compras de alimentos del sector -Restaurantes y hostelería- (miles de mill. de ptas.)	2.375,5	—
Valor Añadido Bruto del sector agroalimentario (miles de mill. de ptas.)	5.786,8	8,2
Empleo del sector agropecuario (miles de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo)	1.459,3	11,1
Exportaciones de alimentos (miles de mill. ptas.)	1.401,4	14,0
Importaciones de alimentos (miles de mill. ptas.)	1.175,2	8,8
Saldo comercial de alimentos (miles de mill. ptas.)	226,2	—
Tasa de cobertura en alimentos	1,20	—

Fuente: Contabilidad Nacional de España, INE.

un valor aproximado de 1,2, lo que pone de relieve la competitividad del sector agroalimentario español y la especialización española en estas actividades.

A través de la Tabla *input-output* de la economía española podemos conocer el origen de los productos utilizados por el sector agroalimentario, así como los principales destinos de los mismos: las necesidades de productos agrícolas y ganaderos en 1995 se cifraron en 5,4 billones de pesetas, de los que el 85% fueron producidos en el interior, mientras que el restante 15% se corresponde con importaciones. Una parte significativa de las importaciones son cereales pienso y otros productos necesarios para la alimentación del ganado, ya que España padece un déficit crónico de estas materias primas. La mayor parte de la producción agrícola y ganadera se destinó a la industria transformadora (70%), mientras que el consumo final absorbió un 14% y las exportaciones un 15%, al tiempo que un 0,8% se destinó a incrementar los *stocks*.

Por su parte, la oferta interna de productos de la industria de la alimentación y bebidas fue de 10,5 billones, de los que 9,3 billones fueron producción interna (89%), mientras que las importaciones ascendieron a 1,2 billones de pesetas (11%). Entre los destinos de esta producción destaca el consumo de los hogares (42%), la hostelería (21%), otros usos industriales (22%) y las exportaciones (8%).

A la luz de los resultados anteriores, resulta evidente el papel clave del complejo agroalimentario en el conjunto de la economía española, hasta el punto de que es el segundo sector productivo por su contribución al PIB español y continúa siendo la principal partida de gasto de los españoles, a pesar del declinar que ha experimentado, en términos relativos, desde los años setenta.

#### b) *Principales impactos económicos*

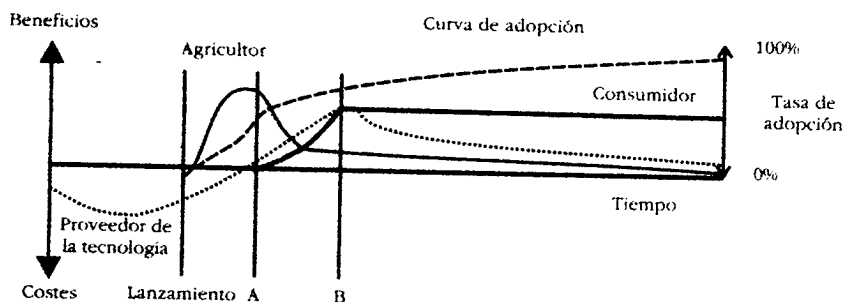
El análisis de los impactos económicos de la biotecnología agraria en España presenta notables dificultades. En primer lugar, si bien el avance tecnológico se está produciendo a un ritmo rápido, la aprobación de los nuevos cultivos GM depende de decisiones políticas que pueden retrasar la comercialización de los nuevos productos. En este sentido será decisiva la postura que adopten en el futuro las autoridades europeas y españolas a este respecto. Efectivamente, en la actualidad la Unión Europea se encuentra en una encrucijada, sin que esté claro el sentido de las próximas decisiones, y si se optará por autorizar, promocionar o rechazar los nuevos productos que vayan apareciendo. Por ello, a la hora de estimar impactos a medio plazo y largo plazo es preciso introducir distintas hipótesis sobre la actuación de las autoridades públicas al respecto.

Así, en primer lugar se analiza el escenario que en principio resulta más probable, según el cual tanto en España como en el conjunto de la Unión Europea se autorizan los nuevos cultivos transgénicos para los que se demuestre su inocuidad, muchos de los cuales ya se están empleando en otros países. Más adelante se analizarán las posibles consecuencias asociadas al rechazo por parte de las autoridades europeas o españolas de nuevos cultivos GM.

c) *Ventajas económicas derivadas de la adopción de la biotecnología vegetal*

Por lo general, la distribución de los costes y los beneficios del cambio técnico está en función de la tasa de adopción de la innovación y el momento del tiempo transcurrido, según se muestra en la Figura 1.

FIGURA 1  
PAUTAS DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS COSTES Y LOS BENEFICIOS DEL CAMBIO TÉCNICO



Fuente: Adaptado de Buckwell, A. y otros (1998).

En un primer momento, las nuevas variedades de la biotecnología son utilizadas por una proporción reducida de agricultores, que deben emplear tiempo en aprender a utilizar las nuevas técnicas, al tiempo que las primeras versiones tienen precios elevados. Sin embargo, al poco tiempo comienzan a registrarse los beneficios que suponen para los agricultores, lo que provoca un fuerte incremento en la tasa de adopción. Una vez que el nivel de adopción comienza a ser elevado, los menores costes asociados a la nueva tecnología provocan una tendencia a la baja en los precios de la producción, momento a partir del cual el consumidor comienza a obtener los beneficios de la nueva tecnología (punto A), aunque es probable que no sea consciente de la relación entre el avance tecnológico y la caída de precios.

A partir del momento en que los precios comienzan a declinar, aumenta el incentivo y la presión sobre los agricultores para adoptar la nueva tecnología. A partir del punto B, momento en que la tecnología alcanza la madurez, el consumidor obtiene el máximo beneficio. Por su parte, el proveedor de la tecnología comienza a experimentar un retroceso del beneficio obtenido, al aumentar la competencia y vencer el período de la patente.

Siguiendo el esquema anterior, cabe esperar que los efectos económicos de las semillas GM en España recaigan en el corto plazo sobre los agricultores que las empleen, pues incrementarán sus márgenes ante la mayor producción y la menor utilización de productos químicos, energía y mano de obra. Estas ventajas deberán superar el mayor precio de la semilla modificada en relación con la convencional, si bien las ventajas económicas que ofrecen los nuevos productos GM a los agricultores se completan con otras de muy difícil cuantificación pero muy importantes, relacionadas con la mayor sencillez y comodidad de los nuevos cultivos.

En el caso del maíz Bt resistente al taladro (hasta ahora único cultivo comercial GM en España), distintos experimentos realizados en España entre 1995 y 1998 permitieron estimar unas pérdidas medias por los ataques de taladro cercanas a las 20.000 pesetas por hectárea, que se pudieron evitar mediante la utilización de las semillas transgénicas (véase Tabla 10).

TABLA 10  
PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ  
CAUSADAS POR ATAQUES DE TALADRO EN ESPAÑA

<i>Año</i>	<i>% Pérdida de producción</i>	<i>Pérdida Kg/Ha</i>	<i>Pérdida ptas./Ha</i>
1995	9,0	941	21.643
1996	6,1	735	16.905
1997	26,4	2.415	55.545
1998	9,0	nd	nd

nd: no disponible.

Fuente: Alcalde, E. (1999), p. 475; para 1998: Fernández-Anero, J., Novillo, C. y Costa, J. (1999), p. 453.

Se calcula que en nuestra geografía las hectáreas de maíz GM cultivadas durante los últimos ejercicios se aproximan a las 25.000, cantidad que representa el 6% sobre el total del cultivo de maíz. La experiencia de los agricultores españoles con este maíz es muy positiva, por lo que se han confirmado las ventajas ofrecidas por la nueva variedad respecto de la convencional, hasta el punto de que en los últimos años la expansión del maíz transgénico ha quedado limitada por la disponibilidad de semillas por parte de la empresa que las proporciona.

De esta forma, se espera que los cultivos de maíz GM se extiendan en el futuro de forma notable, especialmente una vez que se autorice la comercialización de nuevas variedades de maíz, lo que producirá una mayor competencia y concederá a los agricultores una mayor capacidad de elección.

Dado que los nuevos cultivos de maíz transgénico no han tenido efectos sobre los precios percibidos por los agricultores españoles, la mejora de productividad ha beneficiado únicamente a los productores. Sin embargo, a medio plazo, y a medida que se vayan generalizando los cultivos GM, se producirán reducciones en los precios de los productos como consecuencia de los descensos que experimentarán los costes de producción. De hecho esta situación ya se ha producido en otros países, como Argentina<sup>17</sup> y Estados Unidos<sup>18</sup>.

Otro producto transgénico del que se conocen sus efectos económicos y medioambientales en España es el algodón Bt<sup>19</sup>. En este caso, los cultivos con la variedad transgénica permitieron un incremento de la producción de fibra superior en un 12% a la obtenida con los programas de control de plagas utilizados con las variedades convencionales (véase Tabla 11). Junto a la mayor producción, su utilización permitió un importante ahorro de insecticidas, en una proporción de 15,8 litros por cada hectárea cultivada.

---

<sup>17</sup> Como consecuencia del empleo de semillas de soja transgénica resistentes a herbicidas, en Argentina se registró una importante reducción del precio de la soja y un incremento notable de los rendimientos por hectárea. Véase Leguiazamón (1999).

<sup>18</sup> Así, por ejemplo, los agricultores que tenían acuerdos para vender maíz convencional obtuvieron en Estados Unidos a finales de 1999 un precio un 8% superior al del maíz GM. Véase Comisión Europea (2000), p. 103.

<sup>19</sup> Véase Novillo, C., Soto, J. y Costa, J. (1999).

Además, mediante los cultivos de algodón Bt se evitó la necesidad de tener que vigilar de forma continua la posible aparición de plagas, así como la mano de obra necesaria para realizar las frecuentes aplicaciones de insecticidas.

TABLA 11  
EFECTOS ECONÓMICOS DEL ALGODÓN BT EN ESPAÑA

	1998	Mill. ptas.	Por hectárea -97.499 Has-
Producción	Convencional	39.053	400.955 ptas.
Con algodón Bt	Incremento de un 12%	43.739	449.070 ptas.
Ahorro	Reducción uso Insecticidas	2.308 mill. ptas. 1,5 mill. litros	23.697 ptas. 15,8 litros
Efecto global	Incremento del VAB agrario	6.994 mill. ptas.	71.374 ptas.
	25% empresa semillas	1.748 mill. ptas.	17.933 ptas.
Incremento de renta agraria		5.246 mill. ptas.	53.806 ptas.

Fuente: Elaboración propia a partir de Novillo, C., Soto, J. y Costa, J. (1999).

Por su parte, la utilización de variedades de remolacha GM resistentes a herbicidas permitiría un importante ahorro de costes<sup>20</sup>, por lo que este cultivo, que actualmente precisa de importantes subvenciones de la PAC, podría mejorar en gran medida su competitividad frente a la caña de azúcar.

Los resultados anteriores coinciden en gran medida con los estudios realizados en otros países para productos similares<sup>21</sup>. Así, en

<sup>20</sup> Estimado entre 40.000 y 90.000 ptas./ha, según información proporcionada por las propias empresas que la desarrollan.

<sup>21</sup> Los resultados de las semillas resistentes a insectos se evalúan en U. S. Environmental Protection Agency (2000): *Biopesticides Registration Action Document*. Por su parte, los efectos de la utilización de soja resistente a herbicidas pueden consultarse en Reddy, K. N. y Whiting, K. (2000): *Weed Control and Economic Comparisons of Glyphosate-*

Estados Unidos la utilización de maíz Bt ha producido en las áreas con mayores niveles de infestación un beneficio para el agricultor de entre 10.250 y 20.500 pesetas por hectárea (21,25 dólares y 42,5 dólares por acre), dependiendo de los rendimientos que la explotación obtenga en condiciones normales y del precio percibido por el maíz<sup>22</sup> (véase Tabla 12). No obstante, la utilización de semillas transgénicas puede no ser rentable en casos extremos, si las explotaciones históricamente se han visto muy poco afectadas por el taladro y los rendimientos son bajos. Es posible que esta circunstancia, y la confusión que puede generar si no se explica adecuadamente, haya sido aprovechada por los detractores de la biotecnología cuando afirman que los nuevos productos no son rentables para el agricultor y no suponen mejoras claras de productividad<sup>23</sup>.

En el caso del algodón Bt, los estudios realizados por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos muestran que su utilización reduce de forma importante el uso de pesticidas, con notables ventajas medioambientales y para la salud de los trabajadores. En cuanto al beneficio económico, se ha estimado en 1999 para los agricultores de Estados Unidos en 6.200 pesetas por hectárea, considerando un canon tecnológico de 12.300 pesetas por hectárea<sup>24</sup>. Este valor es inferior al obtenido para el caso español y puede explicarse parcialmente por la notable diferencia de precios recibidos por los productores entre ambos países, ya que en Estados Unidos el incremento medio de producción estimado por el uso de algodón Bt es del mismo orden que el calculado en el caso español: del 9,6% en Estados Unidos, frente al 12% en España.

---

Resistant, Sulfonyleurea-Tolerant, and Conventional Soybean (*Glyce max*) Systems», *Weed Technology*, vol. 14, 2000, pp. 204-211.

<sup>22</sup> Los resultados de otro estudio (Furman y Selz) cifran el beneficio obtenido por los agricultores entre las 4.076 pesetas/hectárea y las 27.200 pesetas/hectárea, según los niveles de infestación; véase Comisión Europea (2000), p. 44.

<sup>23</sup> Véase en este sentido la declaración de Ricardo Aguilar, Director de Campaña de Greenpeace España, ante la «Comisión especial sobre manipulación genética con fines de producción de alimentos», Diario de Sesiones del Senado, 27 de octubre de 1999, n.º 504, p. 24.

<sup>24</sup> Véase U. S. Environmental Protection Agency (2000).



TABLA 12  
 EFECTOS ECONÓMICOS DEL MAÍZ BT EN EE.UU.  
 (Dólares por acre)

Rendimiento (Bushel/acre)	Precio del maíz (\$/Bushel)	Número de taladros por planta				
		0	0,5	1	1,5	2
125	2,5\$	-10	-2,19	5,63	13,44	21,25
	3,0\$	-10	-0,63	8,75	18,13	27,50
150	2,5\$	-10	-0,63	8,75	18,13	27,50
	3,0\$	-10	1,25	12,50	23,75	35,00
175	2,5\$	-10	0,94	11,88	22,82	33,75
	3,0\$	-10	3,13	16,25	29,39	42,50

Fuente: U.S. Environmental Protection Agency (2000).

Por lo que se refiere a otros cultivos, como es el caso de las patatas transgénicas resistentes a distintos insectos, se ha estimado una ganancia para el productor de 4.480 pesetas por hectárea<sup>25</sup>.

A la vista de los anteriores resultados, resulta razonable estimar que la introducción de los nuevos productos de la biotecnología agraria puede llegar a suponer a medio plazo (entre cinco y ocho años) una mejora de productividad o del valor añadido agrario español próxima al 5%, ya que, aunque las ventajas ofrecidas por los nuevos productos individuales serán claramente superiores, la aparición de nuevos productos GM no será generaliza para todos los cultivos españoles. Dependiendo de si existe o no traslado a los precios de las mejoras de eficiencia, se pueden calcular bajo esta hipótesis las consecuencias para los distintos agentes españoles.

Así, en el caso de que no se produzca ningún tipo de reducción en los precios de producción, la renta agraria anual se incrementaría en una cantidad cercana a los 70.000 millones de pesetas, teniendo en cuenta que en 1999 el VAB de la producción agrícola ascendió a 1,4 billones de pesetas. Adicionalmente cabe esperar un

<sup>25</sup> Vid. *Ibidem*.

incremento de la producción agraria, como consecuencia de un proceso de sustitución de ciertas importaciones. Así, por ejemplo, en el caso del maíz, y teniendo en cuenta la ampliación de tierras en regadío prevista en el Plan Nacional de Regadíos, los mayores rendimientos obtenidos en distintas zonas de España permitirían un aumento de la producción nacional y una reducción de la dependencia de las importaciones de este producto (véase Cuadro 3).

A medio plazo los precios del sector agrario tenderán a reducirse a medida que se generalice la adopción de las nuevas tecnologías, se incrementen los rendimientos y caigan los costes de producción. Por ello, las mejoras de productividad que se consigan en la agricultura permitirán un descenso de los precios, con importantes repercusiones en los costes de producción ganaderos, de la industria

## CUADRO 3

EFECTOS DE LA BIOTECNOLOGÍA  
SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN ESPAÑA

La producción de maíz en España ha registrado desde 1985 un importante dinamismo, basado en el notable crecimiento experimentado por los rendimientos medios por hectárea. De esta forma se ha conseguido una importante reducción de las importaciones, de tal forma que el grado de autoabastecimiento de este producto se ha incrementado desde el 47% en 1985 hasta el 56% en 1999. En la actualidad, buena parte de las importaciones de maíz españolas proceden de Francia (63%) y su precio medio es de 24 pesetas/tonelada (1999), equivalente al percibido por los agricultores españoles.

Desde 1996, los rendimientos medios del cultivo de maíz en España son entre un 2% y un 7% superiores a la media de la Unión Europea. Teniendo en cuenta los nuevos regadíos que se pondrán en explotación, según el Plan Nacional de Regadíos, cabe esperar un incremento importante de las tierras dedicadas a este cultivo. En este contexto, el desarrollo y la adopción de nuevas variedades de maíz genéticamente modificado más productivo supondrían un impulso importante para este cultivo en España, hasta el punto de poder plantearse el objetivo de alcanzar la autosuficiencia a medio plazo, lo que permitiría incrementos notables de las rentas agrarias y un mantenimiento e incluso incrementos del empleo asociado a este cultivo.

TABLA 13

	1985	1999	Var. 1999/1985 en %
Producción (miles de t)	3.414	3.769	10,4
Rendimiento kg/ha	6.490	9.481	46,1
Importaciones (miles de t)	3.858	2.995	-22,4
Exportaciones (miles de t)	2	91	4.450,0
Consumo (miles de t)	7.270	6.673	-8,2
Grado de autoabastecimiento (en % sobre consumo)	47,0	56,5	20,2
Precios percibidos por agricultores (ptas./kg)	26,2	23,5 (a)	-10,3
<i>Origen de las importaciones españolas:</i>		<i>Mill. ptas.</i>	
Francia		33.739	
Argentina		24.106	
Hungría		3.140	
Estados Unidos		1.638	
Precios medios de las importaciones (ptas./kg)		20,5	
Precio medio de importaciones procedentes de Francia		24,3	

(a): 1998.

Fuente: Elaboración propia con datos MAPA e ICEX.

alimentaria y sectores afines. El modelo de precios, elaborado a partir de la Tabla *input-output*, permite estimar los efectos de las alteraciones en los precios de una rama de actividad sobre los costes y precios del resto de sectores, bajo los supuestos del modelo *input-output*<sup>26</sup>, a partir de la siguiente ecuación<sup>27</sup>:

<sup>26</sup> Los principales supuestos del modelo *input-output* son: 1. Correspondencia entre valores monetarios y físicos (en un sentido estricto, el modelo *input-output* mide relaciones entre productos físicos, pero se necesitan valores monetarios para obtener los totales de cada industria). 2. Las funciones de *input* son lineales, con rendimientos constantes a escala, y es imposible sustituir unos *inputs* por otros. 3. No existe producción conjunta, cada bien lo produce una industria específica que utiliza un método único de producción. 4. Supuesto de aditividad: ausencia de economías y deseconomías externas. 5. La oferta de cada bien es perfectamente elástica.

<sup>27</sup> Véase Pulido, A., y Fontela, E. (1993): *Análisis input-output. Modelos, datos y aplicaciones* (Madrid, Editorial Pirámide, 1993), pp. 87 y ss.

$$P = [I - A]^{-1} [A_{11}P_1(1+r) + V]$$

Donde:

$P$  = matriz de precios de cada rama.

$I$  = matriz identidad.

$A$  = matriz traspuesta de los coeficientes técnicos, en la que se ha eliminado la fila y la columna correspondiente a la rama 1 cuyos precios experimentan la variación inicial.

$A_{1i}$  = matriz traspuesta de los coeficientes técnicos entre la rama 1 y el resto de sectores.

$P_1$  = precios de la rama 1.

$r$  = variación de precios que experimenta la rama 1.

$V$  = matriz de coeficientes técnicos de valor añadido de cada rama.

Los resultados de este modelo, en el que se ha estimado una reducción de los precios agrarios del 5%, se muestran en la Tabla 14. Una caída de los precios agrarios produciría un efecto en cascada sobre toda una serie de sectores de actividad, especialmente sobre el sector de carne, leche y otros alimentos, de tal forma que el deflactor del consumo privado se reduciría un 0,4%. Por otra parte, el efecto contractivo de la reducción de precios agrarios sobre los precios del conjunto de la economía permitiría un ahorro para los consumidores españoles de 124.000 millones de pesetas.

El efecto de reducción de costes permitirá aumentar la competitividad internacional de las industrias del sector agroalimentario, con consecuencias favorables sobre su rentabilidad y el nivel de empleo. De esta forma se producirá una mejora del saldo de comercio agroalimentario, según las elasticidades demanda-precio de las exportaciones e importaciones. El valor de la elasticidad de las exportaciones españolas a corto plazo se ha estimado en distintos estudios en un -0,6, mientras que el valor correspondiente a las importaciones es de -0,5<sup>28</sup>. Aplicando los correspondientes coeficientes a los valores de los flujos comerciales de la industria agroalimentaria, se obtiene una mejora del saldo comercial en una cantidad superior a los 14.000 millones de pesetas (Tabla 15).

<sup>28</sup> Véase Buisán, A. y Gordo, E. (1994).

TABLA 14  
 IMPACTO DE LA BIOTECNOLOGÍA AGRARIA  
 SOBRE LOS PRECIOS DE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

<i>Ramas de actividad</i>	<i>Impacto precios (en %)</i>	<i>Consumo privado (Mill. ptas. 1994)</i>	<i>Ahorro consumidores (Mill. ptas. 1994)</i>
Productos agricultura y ganadería	-5,00	785.617	39.281
Carnes y conservas	-2,72	1.511.156	41.159
Leche y productos lácteos	-2,31	695.752	16.046
Otros alimentos	-1,32	1.904.836	25.102
Bebidas	-0,72	463.354	3.319
Pastas papel, papel y cartón	-0,46	2.651	12
Restaurantes y alojamientos	-0,35	8.565.149	29.887
Madera y muebles de madera	-0,34	357.441	1.200
Cuero, piel y calzado	-0,32	396.937	1.273
Tabacos	-0,31	654.295	2.042
Productos de caucho y plástico	-0,09	128.499	120
Productos químicos	-0,08	960.106	724
Artículos de papel, impresión	-0,07	338.326	241
Investigación y enseñanza	-0,07	557.230	394
Sanidad destinada a venta	-0,05	1.006.814	499
Product. industrias manufactureras	-0,03	297.924	85
Productos textiles: vestido	-0,03	1.344.311	339
Servicios destinados a venta	-0,02	1.827.209	395
Transporte aéreo	-0,02	218.958	45
Ferrocarriles	-0,02	91.707	16
Tierra cocida, prod. cerámicos	-0,02	23.618	4
Otros minerales y deriv. no meta.	-0,02	1.466	0
Otros sectores		20.101.413	1.173
<b>Total</b>	<b>-0,39</b>	<b>42.234.769</b>	<b>124.076</b>

Fuente: Elaboración propia.

d) *Consecuencias de la no aceptación de los nuevos productos GM*

En el caso de que durante los próximos años las autoridades europeas o españolas optaran por rechazar tanto los cultivos como la utilización de productos GM, esta decisión tendría importantes efectos económicos, y su cuantificación resulta compleja ya que entrarían en juego diversos factores, como la postura que adopten otros países del mundo, la evolución de las ayudas de la Política

TABLA 15

IMPACTO DE LA BIOTECNOLOGÍA AGRARIA SOBRE  
EL COMERCIO EXTERIOR AGROALIMENTARIO

<i>Ramas de actividad</i>	<i>Export.</i> <i>(Mill. ptas.</i> <i>1994)</i>	<i>Import.</i> <i>(Mill. ptas.</i> <i>1994)</i>	<i>Impacto de la biotecnología</i> <i>(Mill. ptas. de 1994)</i>		
			<i>Aumento</i> <i>de las</i> <i>export.</i>	<i>Reducc.</i> <i>de las</i> <i>import.</i>	<i>Mejora</i> <i>del saldo</i> <i>comercial</i>
Carnes y conservas	73.657	146.769	1.002	1.996	2.998
Leche y productos lácteos	26.660	123.920	308	1.431	1.739
Otros alimentos	566.537	688.861	3.739	4.546	8.285
Bebidas	139.068	133.701	501	481	982
Tabacos	6.804	69.810	11	108	119
<b>Total</b>	<b>812.726</b>	<b>1.163.061</b>	<b>5.560</b>	<b>8.563</b>	<b>14.123</b>

Fuente: Elaboración propia.

Agrícola Común (PAC), etc. A continuación se analizan las principales consecuencias, diferenciando los efectos para la producción agrícola y ganadera.

(i) Producción agraria

La no autorización de los nuevos cultivos GM repercutiría sobre la competitividad de la producción agraria española, que quedaría en inferioridad de condiciones frente a los países que sí aprovechen las nuevas posibilidades. De esta forma, y asumiendo que el rechazo de OGM se realiza en el nivel de la Unión Europea, el mantenimiento de la producción y del empleo agrario español exigiría un incremento de los sistemas de protección y ayudas de la PAC. Dada la próxima ampliación de la Unión Europea, con la incorporación de distintos países del Este de Europa, resulta extremadamente improbable que se aumenten las ayudas de la PAC, por lo que, inevitablemente, se produciría un pérdida importante en las producciones y el empleo agrario en los sectores menos competitivos. A largo plazo, esta opción implicaría que el atraso actual de la Unión Europea en materia de biotecnología se agravaría en gran medida, por lo que se perpetuaría una gravosa dependencia tecnológica.

Además, los trabajadores del campo no se beneficiarían de las mejoras en las condiciones de trabajo que suponen muchos productos GM, al tiempo que continuaría el deterioro medioambiental ante la aplicación masiva de productos químicos, sin que se vislumbre una solución para resolver este problema.

Un sector que sufriría problemas importantes en un escenario de rechazo a los cultivos transgénicos es el del algodón. España es el único país productor de algodón de la Unión Europea, junto con Grecia. Dado que las nuevas variedades de algodón GM permiten ahorros importantes de los costes de producción, a lo que se unirán próximamente mejoras en la calidad de la fibra, el rechazo a la utilización de las semillas GM provocaría la inviabilidad económica de este cultivo, con pérdidas inevitables de empleos y rentas: los ingresos anuales por la producción de algodón en España se elevan a 55.000 millones de pesetas, generándose 1,5 millones de jornales al año, y el sector da trabajo a 23 fábricas desmotadoras.

## (ii) Producción ganadera

La producción de carne española ha experimentado durante los últimos años una notable expansión, basada en un importante auge exportador. Así, frente a una producción de carne en 1989 de 3,2 millones de toneladas, en 1999 se alcanzó la cifra de 4,8 millones de toneladas, lo que representa una variación del 49% (véase Tabla 16 y Gráfico 4). Por su parte, las exportaciones de carne y productos cárnicos han registrado un incremento del 145% entre 1995 y 1999, consiguiéndose en este último año un superávit comercial máximo histórico de 319.000 toneladas (véase Tabla 17 y Gráfico 5).

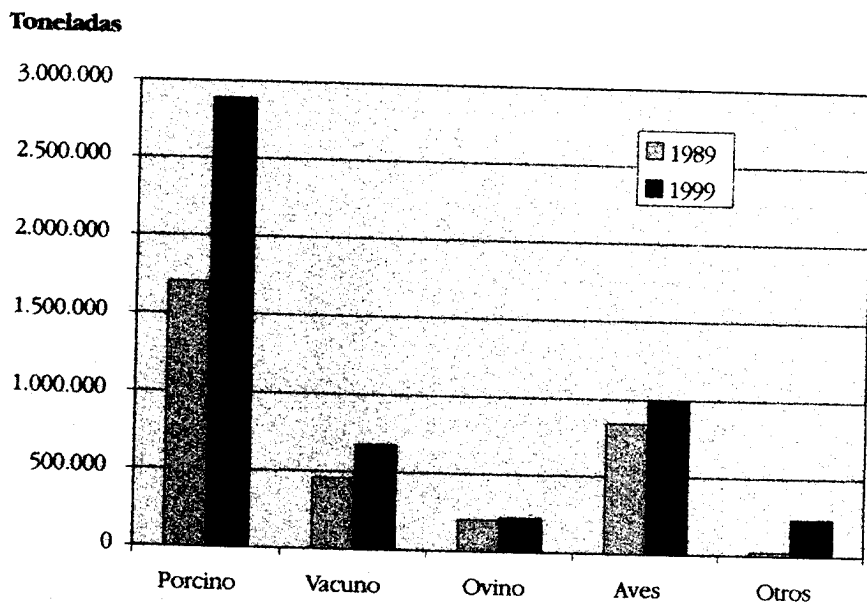
El sistema agropecuario español presenta un déficit estructural en la producción de ciertos cultivos necesarios para la alimentación animal, que es especialmente importante en los casos del maíz y la soja (véase Gráfico 6). Así, el grado de autoabastecimiento en materia de cereales es únicamente del 60%. El 70% de las importaciones de cereales provienen de otros países de la Unión Europea, destacando Francia como país suministrador, mientras que el restante 30% proviene de algunos países terceros, como Estados Unidos y Argentina.

TABLA 16  
EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE  
EN ESPAÑA, 1989-1999

Tm	Porcino	Aves	Vacuno	Ovino	Caprino	Equino	Total
1989	1.703.490	842.600	459.258	204.083	17.512	6.585	3.233.528
1999	2.892.255	1.001.000	677.573	221.327	17.463	6.279	4.815.897
Var. 1999-1989	69,8	18,8	47,5	8,4	-0,3	-4,6	48,9

Fuente: Elaboración propia con datos de la Asociación de Industrias Cárnicas (AICE).

GRÁFICO 4  
PRODUCCIÓN DE CARNE EN ESPAÑA



Fuente: Elaboración propia con datos de la tabla anterior.



TABLA 17

**COMERCIO EXTERIOR DE CARNE  
Y PRODUCTOS CÁRNICOS, 1995-1999**

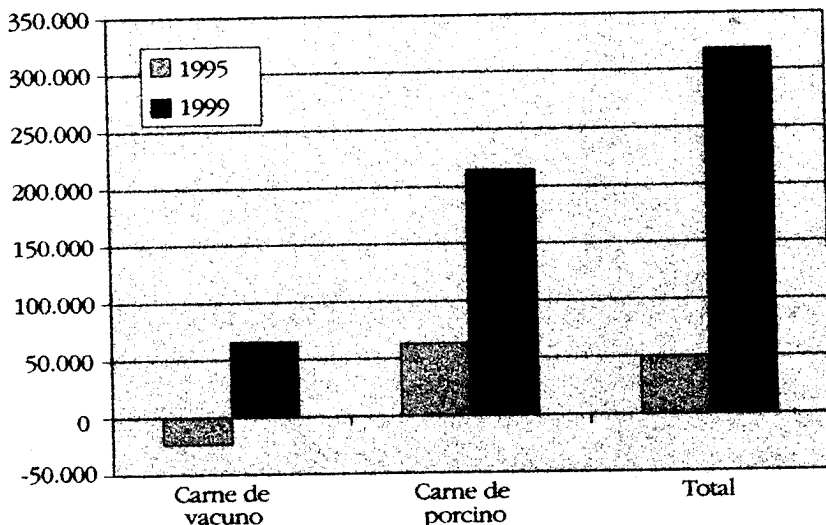
	<i>Export. en 1995</i>	<i>Export. en 1999</i>	<i>% de variación 99-95</i>	<i>Import. en 1995</i>	<i>Import. en 1999</i>	<i>% de variación 99-95</i>	<i>Saldo comerc. 1999</i>
Carne de vacuno	63.198	139.323	120,5	86.860	72.983	-16,0	66.340
Carne de porcino	105.314	289.318	174,7	41.664	74.930	79,8	214.388
Jamón serrano	5.720	14.000	144,8	1.855	960	-48,2	13.040
Embutidos	6.250	11.600	85,6	1.130	925	-18,1	10.675
Jamón y paleta coc.	3.625	8.612	137,6	4.030	2.030	-49,6	6.582
Embutidos cocidos	7.990	11.120	39,2	7.950	8.946	12,5	2.174
Otros productos	6.100	12.200	100,0	4.055	6.900	70,2	5.300
<b>Total</b>	<b>198.197</b>	<b>486.173</b>	<b>145,3</b>	<b>147.544</b>	<b>167.674</b>	<b>13,6</b>	<b>318.499</b>

Fuente: Asociación de Industrias Cárnicas Españolas (AICE).

GRÁFICO 5

**SALDO EXTERIOR ESPAÑOL DE CARNE  
Y PRODUCTOS CÁRNICOS, 1995 Y 1999**

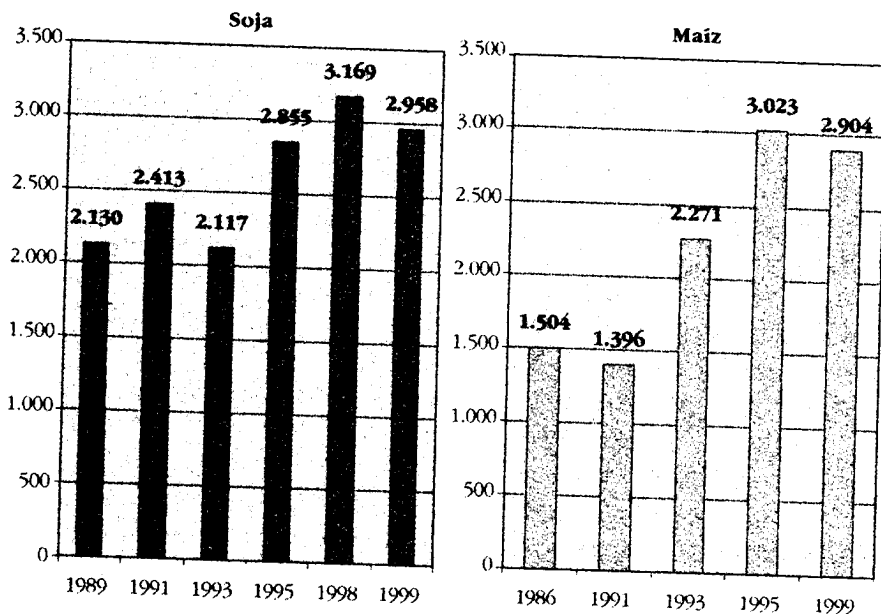
**Toneladas**



Fuente: Elaboración propia con datos de la tabla anterior.

GRÁFICO 6

IMPORTACIONES NETAS DE MATERIAS PRIMAS  
PARA LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO  
(España)



Fuente: Elaboración propia con datos MAPA e ICEX.

España, al igual que otros países de la Unión Europea, ha utilizado durante los últimos años cantidades elevadas de maíz GM, tanto para el consumo humano como, sobre todo, para la alimentación animal. Por ello, un rechazo a la utilización de productos GM supondría perder importantes fuentes de abastecimiento de maíz en el exterior y la necesidad de tener que pagar un precio considerablemente superior. En la actualidad, en Estados Unidos los agricultores que han firmado contratos para vender maíz sin GM reciben un precio entre un 8% y un 10% superior, si bien esta diferencia de precio aumentaría considerablemente en el caso de que creciera la demanda mundial de maíz no transgénico.

El mayor precio de las importaciones de maíz supondría un incremento de los costes de producción del sector cárnico de entre 5.000 y 10.000 millones de pesetas, que difícilmente se podría repercutir en su totalidad sobre los precios finales, ante la elevada presión que ejerce sobre los precios de sus proveedores del sector de la distribución alimentaria. En consecuencia, rechazar el uso de maíz GM produciría un descenso de beneficios en el sector ganadero y cárnico, y una notable pérdida de competitividad de la oferta exportadora española.

En este caso, el conjunto de la Unión Europea se encuentra en una situación distinta a la española, ya que presenta una autosuficiencia en materia de maíz cercana al 100%. Incluso, en el caso de Francia, sus exportaciones de maíz no transgénico se verían relanzadas en los mercados de países europeos importadores de maíz, como es el caso de España.

Por lo que se refiere a la soja, el problema que se presenta ante un rechazo de productos GM es de enorme envergadura, tanto para España como para el conjunto de la Unión Europea. La utilización de soja es fundamental en la elaboración de piensos para la alimentación de la ganadería española, especialmente la porcina y avícola, ya que permite un abastecimiento de proteínas en grandes cantidades, con una calidad homogénea y a precios muy competitivos. Desde este punto de vista, el suministro actual de soja es clave para la competitividad de la industria del pienso española.

Sin embargo, el nivel de autosuficiencia de soja de la Unión Europea es muy bajo, cercano al 10%, al tiempo que en España no llega al 1% (véase Tabla 18). Una parte muy elevada de la soja importada por Europa es GM, aunque no se puede conocer la cifra exacta ya que los países proveedores no segregan la producción. En conclusión, en la actualidad no existe una oferta suficiente de soja sin modificación genética capaz de cubrir la totalidad de la demanda europea.

En este contexto, las explotaciones ganaderas de Europa deberían dejar de utilizar soja en los piensos y buscar sustitutos, con un coste muy superior, lo que sin duda dificultaría en gran medida sus producciones. Sería un problema muy superior y adicional al que

TABLA 18  
 PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES, IMPORTADORES  
 Y EXPORTADORES DE SOJA  
 (Miles de toneladas, 1998)

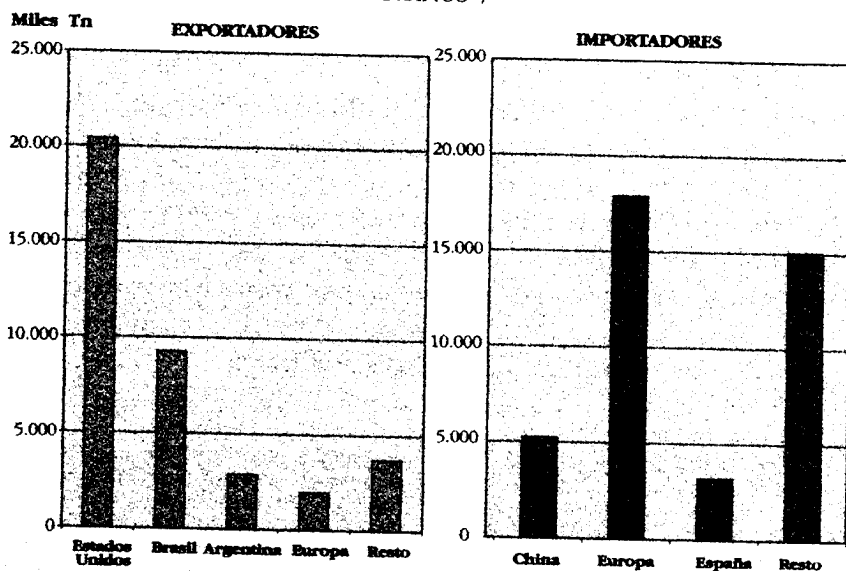
País	Producción	Exportaciones	Importaciones	Saldo comercial
Estados Unidos	74.598	20.394	185	20.209
Brasil	31.324	9.275	828	8.447
Argentina	18.732	2.843	463	2.380
China	15.001	213	5.245	-5.032
India	6.942	18	34	-16
Europa	2.423	1.982	17.907	-15.925
<b>España</b>	12	4	3.169	-3.165
Resto mundo	10.723	3.473	13.536	-10.063
Total Mundial	159.743	38.198	38.198	0

España: importaciones	1997	1998	1999
Valor (Mill. ptas.)	124.344	120.323	89.977
Toneladas (Miles de Tm)	2.775	3.169	2.958
Precio medio (ptas./kg)	44,8	38,0	30,4

Fuente: Elaboración propia con datos FAO e ICEX.

GRÁFICO 7



Fuente: Elaboración propia con datos de la tabla anterior.

se plantea por la prohibición temporal de harinas animales para la elaboración de piensos. Ante esta situación, y dado que no es posible reconocer en la actualidad si el ganado se alimentó con soja GM o convencional, cabría esperar un importante proceso de deslocalización de las granjas porcinas y avícolas hacia otros países en los que se permita la utilización de soja GM, con la finalidad de exportar desde allí la carne a la Unión Europea. En esta situación, el consumidor europeo seguiría consumiendo carne procedente de animales alimentados con productos GM, por lo que la situación sería totalmente irracional.

En un contexto de este tipo, una oferta de carne que garantice que no se ha utilizado ningún producto GM en la alimentación animal tendría un precio prohibitivo. En consecuencia, esta situación es inaceptable y seguramente la mayor parte de los grupos que actualmente rechazan los productos transgénicos cambiarían de opinión en un escenario en el que las diferencias de precios podrían llegar a superar el 50%<sup>29</sup>. Por otra parte, en esta situación ganaría atractivo el cultivo de soja convencional en América y sería necesario utilizar un costoso sistema de segregación con normas de etiquetado que garanticen la identificación del producto (véase apartado sobre «Efectos económicos del etiquetado y las normas de control de origen»).

Además de las consecuencias anteriores, el entorno más proteccionista necesario para aislar a España de los alimentos GM, así como la elevación en los costes del maíz, la soja y otras materias primas utilizadas para la producción ganadera y el conjunto de la industria, provocaría importantes pérdidas tanto para los consumidores como para los sectores más expuestos a la competencia internacional. El Cuadro 4 resume los principales impactos económicos de la biotecnología que se han analizado.

---

<sup>29</sup> Efectivamente, en la actualidad existe un acuerdo entre el elaborador de piensos Glon Sanders y el productor avícola Bourgoin para vender carne de ave y huevos alimentados con soja francesa no transgénica y ha supuesto un incremento de los precios de esos productos en un 15%. Piénsese en el precio que podría alcanzar la soja francesa no transgénica si a partir de un determinado momento la totalidad de las explotaciones ganaderas de la Unión Europea tuvieran que utilizar soja convencional. Véase Comisión Europea (2000), p. 92.

CUADRO 4

IMPACTO DE LA BIOTECNOLOGÍA AGRARIA  
SOBRE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

		<i>Posibilidades de mejoras</i>	<i>Impacto de la biotecnología vegetal</i>	<i>Consecuencias de la no aceptación</i>
D E S T I N O S	Producción agraria y ganadera (4,61 Bill. ptas.)	Altas. Desarrollo actual muy bajo, elevado potencial	Reducción de costes. Mayores rentas para el sector. Aumento de producción por sustitución de importaciones	Aumento de los costes relativos y absolutos. Necesidad de aumentar protección y ayudas de la PAC.
	Importaciones agrarias y ganaderas (0,78 Bill. ptas.)	Actualmente España utiliza los productos GM de otros países	Menores precios de las importaciones	Importante elevación de los precios pagados. Sustitución de los actuales países proveedores
		<i>Impacto de la biotecnología vegetal</i>		<i>Consecuencias de la no aceptación</i>
D E S T I N O S	Consumo final de hogares (0,73 Bill. ptas.)	Ahorro de gasto de los consumidores		Aumento del gasto de los consumidores
	Exportaciones agrarias (0,82 Bill. ptas.)	Mejora de la capacidad exportadora		Pérdida de competitividad de las exportaciones españolas. Posibilidad de exportar a países que también rechazan los OGM
	Industria alimentaria o transformadora (3,8 Bill. ptas.)	Mejora de su competitividad, por los menores costes de las MM.PP. agrarias y la utilización de productos de mayor calidad		Pérdida de competitividad y de empleos, hasta el abandono de la actividad en algunos casos extremos (algodón)
		<i>Impacto de la biotecnología vegetal</i>		<i>Consecuencias de la no aceptación</i>
D E S T I N O S	Hostelería (2,2 Bill. ptas.)	Mejora de la competitividad vía menores precios de los alimentos		Pérdida de la competitividad (reniolacha) por el aumento de los precios de los alimentos
	Consumo final de hogares (4,44 Bill. ptas.)	Menor gasto destinado a alimentos. Se libera renta que podrá ahorrarse o destinarse a adquirir otros bienes o servicios		Incremento del gasto destinado a adquirir alimentos
	Exportaciones industria alimentaria (0,85 Bill. ptas.)	Mejora de la capacidad exportadora		Reducción de la competitividad. Posibilidad de exportar a países que también rechazan los OGM
	Usos otras industrias (2,93 Bill. ptas.)	Mejora la competitividad global, reducción de la inflación		Pérdida de competitividad, aumento de la inflación

Nota: Las cantidades están referidas a 1995.

Fuente: Elaboración propia.

*e) Efectos económicos del etiquetado y de las normas de control de origen*

En la actualidad se encuentra en proceso de reforma la normativa de la Unión Europea sobre OGM (Directiva 90/220), con el objetivo de incrementar la eficiencia y la transparencia del proceso de autorizaciones, al tiempo que se asegure un elevado nivel de protección para la salud humana y el medio ambiente. Una de las principales cuestiones que aborda la nueva normativa es la obligación que tendrán los Estados miembros de exigir el etiquetado de los alimentos GM, para que se pueda conocer el origen o la naturaleza de cada producto, y pueda ser controlado durante las distintas etapas de la cadena de producción. De este modo será factible localizar tanto el origen como el destino de las partidas con organismos GM, mediante un sistema de trazabilidad.

Entre las distintas razones para imponer el etiquetado de los OGM, la Comisión Europea señala que, ante la desconfianza y el temor actual de buen número de consumidores europeos respecto de estos productos, resulta deseable poder diferenciar a los alimentos GM, para que de este modo el consumidor tenga capacidad de elección. Además, el hecho de poder identificar, y si fuera necesario retirar del mercado un producto con riesgo, debería incrementar el grado de aceptación de estas nuevas tecnologías. Junto a ello, se alegan razones de bioseguridad, que aconsejan controlar el origen y los destinos de los cultivos GM para evitar las transferencias genéticas incontroladas que pudieran producirse. Por otra parte, los intermediarios, comercializadores y procesadores de materias primas agrarias deben someterse a normas de etiquetado que ya están en vigor impuestas por distintos países, al tiempo que existen productos GM que ya han sido aprobados en Estados Unidos pero no en la Unión Europea, que será preciso poder identificar. Por último, es evidente que, una vez que comiencen a aparecer los productos de la 2.<sup>a</sup> generación, que incorporarán mejoras en sus características nutritivas, en su sabor o de otro tipo, será necesario mantenerlos diferenciados de los convencionales.

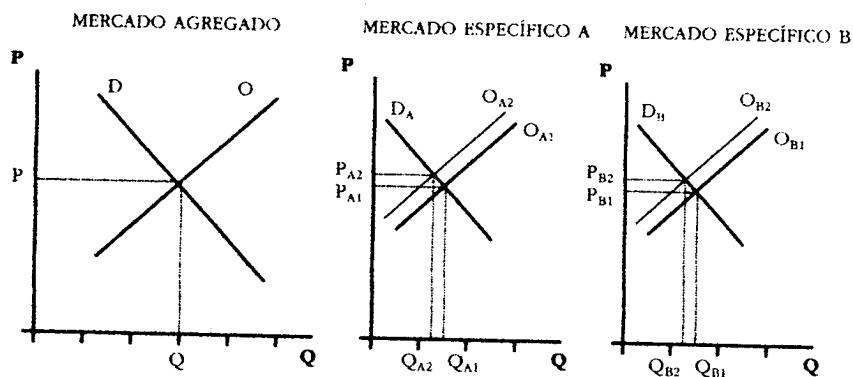
Sin embargo, el etiquetado de los productos GM y su segregación respecto de los convencionales supone importantes costes

adicionales en todas las fases de la cadena agroalimentaria hasta el consumidor final. Así, los extracostes que se producirán en los diferentes eslabones de la cadena alimentaria se han estimado entre 5 y 25 euros por tonelada, lo que representa entre el 6 y el 17% del precio del producto<sup>30</sup>. En este contexto, se espera que se puedan producir diferencias notables de precios entre los productos GM y «sin OGM», según las condiciones de la demanda.

En la Figura 2 se representa una situación en la que se divide la oferta agregada de un cierto cultivo en partes iguales entre los mercados específicos A y B, correspondientes a las variedades transgénica y convencional, respectivamente (nuevas curvas de demanda  $O_{A1}$  y  $O_{B1}$ ). Si la demanda global se divide en dos partes iguales ( $D_A = D_B$ ), ambos productos A y B tendrán el mismo precio ( $P_{A1} = P_{B1}$ ).

Sin embargo, debido a que con la segregación son menores las cantidades producidas y comercializadas, existirá una menor explotación de las economías de escala, de tal manera que se producirá un incremento en los costes unitarios de producción. Este efecto

FIGURA 2



<sup>30</sup> Vid. Comisión Europea (2000).



se traducirá en un desplazamiento hacia la izquierda de las curvas de oferta, desde  $O_{A1}$  a  $O_{A2}$  y de  $O_{B1}$  hasta  $O_{B2}$ . Y como consecuencia, se reducirá la cantidad producida en ambos mercados ( $Q_{A2}$  y  $Q_{B2}$ ), al tiempo que se producirá un incremento del precio ( $P_{A2}$  y  $P_{B2}$ ). Todo ello conlleva una pérdida de bienestar económico, al tener que asumir unos costes de producción, transporte y manipulación superiores.

No obstante, los productores de cultivos GM se benefician de una reducción en sus costes de producción como consecuencia de las mejoras que introduce la biotecnología. En la Figura 3, este efecto se representa mediante un desplazamiento hacia la derecha de la curva de oferta en el mercado A, que da lugar a una reducción del precio de A ( $P_{A3}$ ) y una mayor demanda ( $Q_{A3}$ ).

En el supuesto más realista de que la demanda no se reparte por igual entre los dos mercados, a corto plazo podrían producirse diferencias en los precios de mayor envergadura. Así, por ejemplo, si suponemos una menor demanda para los productos del mercado A con relación a los de B ( $D_{A4}$  y  $D_{B3}$ ), se produciría una reducción adicional en el precio de A, mientras que B experimentaría un incremento adicional (véase Figura 4).

FIGURA 3

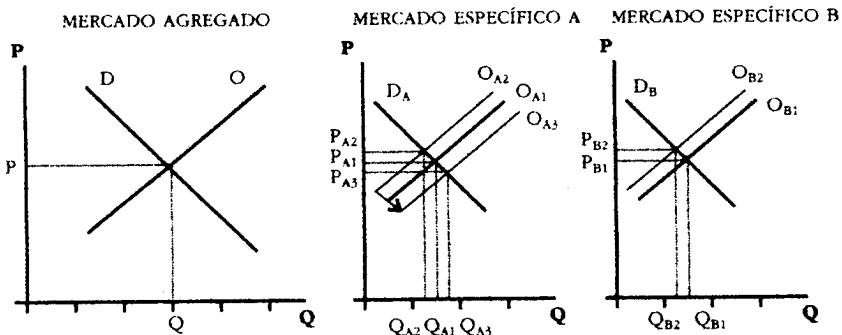
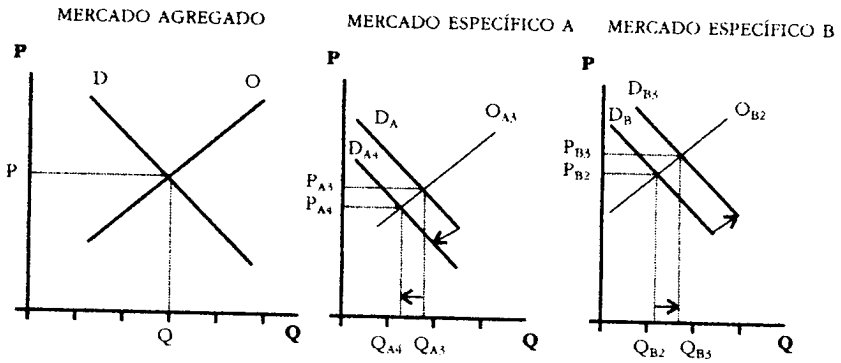


FIGURA 4



Dentro de las normas que se establecerán sobre el etiquetado se prevén tres tipos de situaciones:

- a) Etiquetado voluntario, que deberá producirse con la aparición de nuevos productos GM con mejoras de calidad, nutritivas, etc. En este caso, todos los eslabones de la cadena alimenticia tienen incentivos para etiquetar y diferenciar el producto, ya que el consumidor estará dispuesto a pagar un precio superior.
- b) Posibilidad de regular el etiquetado voluntario para productos «sin OGM», destinados a cubrir el mercado de consumidores que rechazan los productos que incorporan OGM. Teniendo en cuenta que las nuevas variedades modificadas permiten menores costes de producción, cabe esperar que el precio de los productos «sin OGM» sea siempre superior al equivalente GM.
- c) Etiquetado obligatorio para los productos OGM. En la actualidad existe el debate de si mantener el sistema actual, que no exige etiquetar ingredientes alimentarios, aditivos y aromatizantes que contengan OGM, o modificarlo para que los productos que contengan este tipo de elementos sí tengan que incluir la referencia OGM. Incluso existe otra opción, que incluiría el etiquetado de todos los alimentos para los que en algún momento de su producción se haya recurrido a la tecnología de la modificación

genética, como, por ejemplo, la carne, la leche y los huevos de animales alimentados con piensos GM. Como en las fases de producción, transporte y elaboración de los alimentos existirá siempre un cierto nivel de contaminación de OGM, resulta necesario establecer umbrales de tolerancia mínima a partir de la cual sea necesario etiquetar el producto como GM. Cuanto más estricto sea el umbral que se fije, mayores serán los costes asociados a la segregación de los productos y mayor será la diferencia de precios entre los alimentos GM y los no transgénicos. Por ejemplo, si se establece un umbral admitido de OGM del 0,0%, elevaría el precio de los productos «sin OGM» hasta niveles prohibitivos, por la enorme dificultad que supondría cumplir el requisito.

Una cuestión de gran relevancia es cómo se distribuirán los costes del etiquetado entre los diferentes eslabones de la cadena alimenticia, lo que dependerá de distintos factores. Así, la elasticidad de la demanda y de la oferta respecto al precio en cada uno de los eslabones de la cadena alimenticia determinará en qué medida los costes pueden trasladarse al siguiente escalón. En este sentido, cuanto más rígida sea la demanda en un cierto nivel, mayor parte del coste del etiquetado será absorbido por ese nivel. Otro elemento importante que influirá es la existencia o no de productos fácilmente sustituibles, ya que, en caso de existir, será difícil repercutir el mayor coste a los precios, por lo que el agricultor asumirá una parte importante de los mayores costes de la segregación. A su vez, también determinará el reparto de los costes el grado de concentración empresarial existente en cada eslabón, ya que cuanto mayor sea el nivel de concentración en un nivel, más posibilidades existen de trasladar los mayores costes a proveedores y a clientes. Por último, las actuaciones de la política agrícola en materia de precios agrarios podrían impedir el traslado de los mayores costes a los consumidores, al tiempo que, por otra parte, podrían limitar los efectos de reducción de precios ante las caídas en los costes de producción.

Un factor clave que determinará en el corto plazo los precios de los productos «sin OGM» en comparación con los transgénicos es

el grado en el que la oferta y la demanda de productos «sin OGM» logran equilibrarse. Así, si la demanda de productos convencionales supera a la oferta, se producirá un importante incremento del precio de estos productos, que compensará los mayores costes de producción y distribución. Al tiempo, se producirán excedentes de productos GM y disminuciones en el precio de éstos, por lo que las diferencias de precios podrían ser muy elevadas. Esta situación provocaría a medio plazo una mayor demanda de productos GM por parte de los consumidores ante su menor precio.

Sin embargo, en el caso de que la demanda de productos «sin OGM» sea pequeña en relación con la oferta, se producirán excedentes de estos productos, que serán adquiridos por la cadena convencional, pero no se pagarán primas por los productos «sin OGM». De esta forma, los agricultores que opten por cultivos no transgénicos deberán asumir mayores costes de producción y transformación y, al no recibir un precio superior por su producto, saldrán perjudicados.

Ante estas nuevas situaciones, de gran complejidad, resultan necesarias actuaciones decididas de las Administraciones públicas y organizaciones de consumidores con el objetivo de informar a la población, que eviten que un número importante de consumidores adquiera alimentos «sin OGM» con el convencimiento de que el extracoste que deberán asumir está justificado, por ser estos alimentos superiores o más seguros, ya que los estudios científicos realizados sobre los productos que han sido aprobados indican lo contrario.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCALDE, E. (1999): «Resultados de los agricultores con el primer maíz resistente al taladro», en *Actas del 6.º Symposium Nacional de Sanidad Vegetal* (Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla, 1999), pp. 469-477.
- ASEBIO (2000): *Informe ASEBIO 2000* (Asociación Española de Bioempresas, Madrid).
- BUCKWELL, A., BROOKES, G., y BRADLEY, D. (1998): *Economics of Identity Preservation for Genetically Modified Crops*, Final Report of a Study for Food Biotechnology Communications Initiative (FBCI).
- BUISÁN, A. y GORDO, E. (1994): «Funciones de importación y exportación de la economía española», *Investigaciones económicas*, n.º 18, pp. 165-192.
- COMISIÓN EUROPEA (1994): *Crecimiento, competitividad y empleo. Retos y pistas para entrar en el siglo XXI*.
- (1999): *Actividades de investigación y desarrollo tecnológico en la Unión Europea. Informe Anual 1999*. COM 99/284.  
<http://europa.eu.int/comm/research/reports/1999/>
- (2000): *Economic Impacts of Genetically Modified Crops on the Agro-Food Sector. A First Review*.
- (2000): *The Europeans and Biotechnology*, Eurobarometer 2000.  
[www.europa.eu.int/comm/research/press/2000](http://www.europa.eu.int/comm/research/press/2000)
- ERNST & YOUNG (2000): *The Economic Contributions of the Biotechnology Industry to the U.S. Economy* (Biotechnology Industry Organization).
- FERNÁNDEZ-ANERO, J., NOVILLO, C. y COSTA, J. (1999): «MaisGard protección contra taladros en toda la planta, durante toda la campaña. Resultados en España 1997-1998», en *Actas del 6.º Symposium Nacional de Sanidad Vegetal* (Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla, 1999), pp. 447-455.
- FRISVOLD, G., SULLIVAN, J. y RANESES, A. (1999): «Who Gains From Genetic Improvements In U.S. Crops?», *AgBioforum*, vol. 2, n.º 3 y 4.
- HURTADO OCAÑA, I. (1997): *Efectos sobre la balanza de pagos de España de la integración en la Comunidad Europea* (Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid).
- ISAAA (1998): *Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 1998*. ISAAA Briefs, n.º 8. [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)
- (2000), *Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 2000*. ISAAA Briefs, n.º 21. [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)

- (2000): *New Partnerships for Prosperity. Building Public/Private Agri-Biotech Networks for Resource Poor Farmers in Southeast Asia and Africa*. ISAAA. Bienial Report 1997-1999. [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)
- LEGUIAZAMÓN, E. (1999): «El manejo de malezas en los cultivos extensivos de Argentina: posible impacto del uso masivo de cultivos transgénicos», *Congreso 1999 de la Sociedad Española de Malherbología*.
- MARÍN PALMA, E. (1999): «Biotecnología y nuevas oportunidades de empleo en España», *Revista del Instituto de Estudios Económicos*, n.º 3/1999, pp. 189-198.
- MIRANOWSKI, JOHN A. (2000): *Economic Perspectives on GMO Market Segregation*, Iowa State University. [www.econ.iastate.edu/research/](http://www.econ.iastate.edu/research/)
- NOVILLO, C., SOTO, J. y COSTA, J. (1999): «Resultados en España con variedades de algodón, protegidas genéticamente contra las orugas de las cápsulas», en *Boletín de Sanidad Vegetal*, vol. 25, n.º 3, pp. 383-393.
- OCDE (1993): *Biotecnología, agricultura y alimentación* (OCDE, Mundi Prensa).
- (1999): *How big is biotech?*, *OECD Observer*, abril, 1999. [www.oecdobserver.org](http://www.oecdobserver.org)
- *Bio Track Fiel Database*. [www.oecd.org/ehs](http://www.oecd.org/ehs)
- PAILLOTIN, G.: «The Impact of Biotechnology on the Agro-Food Sector», en *The Future of Food. Long Term Prospects for the Agro-food Sector*, OCDE.
- PINO, A. (2001): *Aplicaciones de la biotecnología al sector agroalimentario: la biotecnología en el horizonte del 2015*, estudio presentado en la Jornada «Nuevas oportunidades para el Sector Agroalimentario y afines a través de la Biotecnología», Instituto Tecnológico Agroalimentario (AINIA), Madrid, 18 de enero de 2001.
- PULIDO, A., y FONTELA, E. (1993): *Análisis input-output. Modelos, datos y aplicaciones* (Madrid, Editorial Pirámide).
- REDDY, K. N. y WHITING K. (2000): «Weed Control and Economic Comparisons of Glyphosate-Resistant, Sulfonylurea-Tolerant and Conventional Soybean (*Glyce max*) Systems», *Weed Technology*, vol. 14, 2000, pp.204-211.
- RUTTAN, VERNON W. (1999): «Biotechnology and Agriculture: a Skeptical Perspective», *AgBioForum*, vol. 2, n.º 1, pp. 54-60.
- SHIMODA, SANO M. (1998): «Agricultural Biotechnology - Master of the Universe?», *AgBioForum*, vol. 1, n.º 2, pp. 62-68.

- SOCIEDAD ESPAÑOLA DE BIOTECNOLOGÍA (2000): *Plantas transgénicas. Preguntas y respuestas* (Madrid, Sebiot).
- TRAXLER, G. y FALCK-ZEPEDA, J. (1999): «The Distribution of Benefits from the Introduction on Transgenic Cotton Varieties», *AgBioForum*, vol. 2, n.º 2, pp. 94-98.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2000): *Biopesticides Registration Action Document*. [www.epa.gov/scipoly/sap](http://www.epa.gov/scipoly/sap)