

# Plantas transgénicas: de la Ciencia al Derecho

Enrique Iáñez Pareja (Coord.)

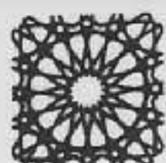
Elisa Barahona • Gary Comstock

José Ignacio Cubero • José Luis Luján

Juan Miguel Mora • Miguel Moreno

Emilio Muñoz • Albert Sasson • Oliver Todt

Biblioteca de derecho y ciencias de la vida

 EC  
EDITORIAL  
COMARES

ENRIQUE IÁÑEZ (coord.)

E. BARAHONA • G. COMSTOCK • J.I. CUBERO

J.L. LUJÁN • J.M. MORA • M. MORENO

E. MUÑOZ • A. SASSON • O. TODT

16

# PLANTAS TRANSGÉNICAS: DE LA CIENCIA AL DERECHO

GRANADA, 2002

---

**BIBLIOTECA COMARES DE DERECHO Y CIENCIAS DE LA VIDA**

*Director:*

CARLOS MARÍA ROMEO CASABONA

© LOS AUTORES

Editorial COMARES

Polígono Juncaril, parcela 208

Tlf. 958 46 53 82 • Fax 958 46 53 83

18220 Albolote (GRANADA)

E-mail: [comares@comares.com](mailto:comares@comares.com)

<http://www.comares.com>

ISBN: 84-8444-629-8 • Depósito legal: 1.795-2002

Fotocomposición, impresión y encuadernación: EDITORIAL COMARES, S.L.

# SUMARIO

PRESENTACIÓN .....	XXIII
--------------------	-------

## CAPÍTULO PRIMERO

### Mejora genética vegetal e ingeniería genética de plantas

*José Ignacio Cubero*

1. AGRICULTURA Y MEJORA .....	2
1.1. Agricultura y Mejora: etapa precientífica .....	3
1.2. Agricultura y Mejora: el método científico .....	4
1.3. La barrera del sexo .....	6
1.4. Una nueva Mejora para una nueva Agricultura .....	7
2. LO QUE SE HA CONSEGUIDO .....	9
3. LA DIMENSIÓN DE LO CONSEGUIDO .....	15
4. LAS CRÍTICAS .....	18
5. OTROS PROBLEMAS .....	23
COMENTARIOS FINALES .....	24

## CAPÍTULO SEGUNDO

### Seguridad y riesgo de las plantas transgénicas

*Enrique Iáñez Pareja*

1. INTRODUCCIÓN .....	27
2. SEGURIDAD ALIMENTARIA Y SANITARIA .....	29
2.1. Aspectos generales. Equivalencia sustancial .....	29
2.2. La cuestión de las alergias .....	36
2.3. La cuestión de la resistencia a los antibióticos .....	38
3. SEGURIDAD ECOLÓGICA .....	40
3.1. ¿Regular los productos o regular los procesos? .....	40
3.2. «Artificialidad» y salto de barreras evolutivas .....	46

3.3.	Variabilidad genética y fenotípica . . . . .	50
3.4.	«Escape» de transgenes . . . . .	51
3.5.	Posibilidad de producción de malas hierbas . . . . .	57
3.6.	Plantas resistentes a virus . . . . .	61
3.7.	Plantas Bt resistentes a insectos . . . . .	62
	3.7.1. Surgimiento de insectos resistentes a Bt . . . . .	63
	3.7.2. Efectos sobre insectos «no-diana» . . . . .	65
	3.7.3. Otros posibles efectos . . . . .	68
3.8.	Erosión genética . . . . .	69
4.	PONDERACIÓN DE RIESGOS Y BENEFICIOS: ENTRE LA CIENCIA Y LA POLÍTICA . . . . .	71

### CAPÍTULO TERCERO

#### ¿Acoso a la naturaleza? Sobre los argumentos éticos en contra de las plantas transgénicas

*Gary Comstock*

1.	LAS RESPONSABILIDADES ÉTICAS DE LOS CIENTÍFICOS . . . . .	79
2.	UN MÉTODO PARA ABORDAR CUESTIONES ÉTICAS . . . . .	81
3.	CUESTIONES ÉTICAS IMPLICADAS EN EL USO DE LA TECNOLOGÍA GENÉTICA EN LA AGRICULTURA . . . . .	83
	3.1. Implicarse en la biotecnología agrícola es representar el papel de Dios . . . . .	85
	3.2. Embarcarse en la biotecnología agrícola es inventar una tecnología para cambiar el mundo . . . . .	86
	3.3. Hacer biotecnología vegetal es saltarse ilegítimamente las barreras evo- lutivas . . . . .	87
	3.4. Realizar ingeniería genética agrícola es comercializar la vida . . . . .	89
4.	RELIGIÓN Y ÉTICA . . . . .	89
5.	IDEAS DE LOS GRUPOS MINORITARIOS . . . . .	91
6.	CONCLUSIÓN . . . . .	92
	LECTURAS RECOMENDADAS . . . . .	93
	AGRADECIMIENTOS . . . . .	93

### CAPÍTULO CUARTO

#### Argumentos, metáforas y retórica en el debate sobre los alimentos transgénicos

*Miguel Moreno Muñoz*

1.	INTRODUCCIÓN . . . . .	95
2.	LOS PROTAGONISTAS, SUS INTERESES Y PLANTEAMIENTOS . . . . .	96
3.	CONCLUSIÓN . . . . .	107
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	108

## CAPÍTULO QUINTO

**Percepción pública y biotecnología. Patrón de conflicto  
entre información, conocimiento e intereses***Emilio Muñoz*

1. LA PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EUROPA . . . . .	114
1.1. Interpretación de Gaskell . . . . .	116
1.2. Interpretación personal . . . . .	118
2. COMPARACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES SISTEMAS DE AGRICULTURA: ORGÁNICA, CONVENCIONAL Y BIOTECNOLÓGICA . . . . .	120
2.1. Percepción pública comparada sobre productos de estos sistemas . . . . .	121
2.2. Cuestiones importantes respecto a la salud y a la nutrición humana y ani- mal . . . . .	122
2.3. Comparación entre piensos procedentes de plantas obtenidas por méto- dos convencionales y por plantas procedentes de la agricultura biotecnológica . . . . .	123
2.4. Efectos sobre el medio ambiente de los diferentes sistemas de produc- ción agrícola . . . . .	123
2.6. Las enfermedades fúngicas en los vegetales y las estrategias para com- batirlas . . . . .	126
2.7. Una propiedad compartida: los beneficios ambientales de la agricultura orgánica y la biotecnológica . . . . .	127
2.8. La producción agrícola y los niveles de seguridad . . . . .	127
3. LA POLÍTICA EUROPEA EN BIOTECNOLOGÍA Y LA APLICACIÓN DE PRINCIPIOS . . . . .	128
3.1. Una «propuesta razonable» para aplicar la precaución . . . . .	129
3.2. Posición personal . . . . .	130
4. EL PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA. ETIQUETADO Y TRAZABILIDAD . . . . .	131
5. EL CUADRO DE CONSIDERACIONES FINALES . . . . .	136
REFERENCIAS . . . . .	137

## CAPÍTULO SEXTO

**Dinámica de la precaución. Sobre la influencia  
de los conflictos sociales en la regulación de los OSMs***José Luis Luján y Oliver Todt*

1. LOS CONFLICTOS EN TORNO A LA BIOTECNOLOGÍA . . . . .	141
2. RIESGO E INCERTIDUMBRE . . . . .	143
3. REGULACIÓN EUROPEA DE LOS OGMS . . . . .	145
4. COMERCIALIZACIÓN E INFLUENCIA DEL CONFLICTO SOCIAL EN LA REGULACIÓN . . . . .	146
5. UN CAMBIO FUNDAMENTAL EN LA REGULACIÓN . . . . .	149
6. EL SEGUIMIENTO DE VARIEDADES GMS COMO REDEFINICIÓN DE LA PRECAUCIÓN . . . . .	149
7. CONCLUSIONES . . . . .	151
BIBLIOGRAFÍA . . . . .	152

## CAPÍTULO SÉPTIMO

**Agrobiotecnologías en los países en desarrollo:  
el papel de la cooperación internacional***Albert Sasson*

1. INTRODUCCIÓN . . . . .	155
2. EL DESAFÍO DE LA PRODUCCIÓN ALIMENTICIA . . . . .	158
3. CONTRIBUCIÓN DE LAS AGROBIOTECNOLOGÍAS AL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTICIA EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO . . . . .	160
3.1. La producción agrícola: logros y perspectivas . . . . .	160
3.2. Contribución de las agrobiotecnologías . . . . .	164
3.3. Contribución de los centros del CGIAR y papel del sector privado . . . . .	165
3.4. Ejemplos de proyectos regionales y nacionales . . . . .	174
3.4.1. África . . . . .	174
3.4.2. China . . . . .	177
3.4.3. Cuba . . . . .	181
3.4.4. Argentina . . . . .	185
4. CONCLUSIÓN . . . . .	192

## CAPÍTULO OCTAVO

**Biotecnología vegetal: un enfoque legal***Juan Miguel Mora Sánchez*

1. INTRODUCCIÓN . . . . .	193
2. BENEFICIOS DE LAS PLANTAS TRANSGÉNICAS . . . . .	196
3. RIESGOS PARA LA SALUD HUMANA . . . . .	199
3.1. El principio de precaución . . . . .	202
3.2. La cuestión del etiquetado . . . . .	206
4. RIESGOS PARA EL MEDIO AMBIENTE . . . . .	211
5. MARCO JURÍDICO . . . . .	214
5.1. Normativa europea . . . . .	215
5.1.1. Objetivos de la Directiva . . . . .	218
5.2. Derecho español . . . . .	224
5.2.1. Real Decreto 951/1997, de 20 de junio . . . . .	229
6. POSIBLES RESPONSABILIDADES DERIVADAS DE ESTAS ACTUACIONES . . . . .	230
7. BREVES CONSIDERACIONES SOBRE LA PATENTE BIOTECNOLÓGICA . . . . .	235
8. REFLEXIONES FINALES . . . . .	240

## CAPÍTULO NOVENO

**El protocolo de Cartagena sobre bioseguridad***Elisa Barahona Nieto*

1. INTRODUCCIÓN . . . . .	245
2. ANTECEDENTES DEL PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD . . . . .	246

3. LA NEGOCIACIÓN DEL PROTOCOLO . . . . .	248
3.1. Grupos negociadores . . . . .	248
3.2. El procedimiento negociador . . . . .	250
4. ASPECTOS ESENCIALES DEL PROTOCOLO . . . . .	252
4.1. Objetivo y ámbito de aplicación . . . . .	252
4.2. Procedimiento de Acuerdo Fundamentado Previo . . . . .	254
4.3. El Principio de Precaución . . . . .	255
4.4. Identificación y etiquetado . . . . .	257
4.5. Relaciones con otros Convenios Internacionales . . . . .	259
4.6. Otras disposiciones . . . . .	261
4.7. Firma, ratificación y entrada en vigor . . . . .	262
5. PUESTA EN MARCHA DEL PROTOCOLO DE BIOSEGURIDAD . . . . .	264
6. IMPLICACIONES PARA ESPAÑA DE LA FIRMA DEL PROTOCOLO . . . . .	265
BIBLIOGRAFÍA . . . . .	267
LOS AUTORES DE ESTA OBRA . . . . .	269

## CAPÍTULO CUARTO

# ARGUMENTOS, METÁFORAS Y RETÓRICA EN EL DEBATE SOBRE LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS\*

por

MIGUEL MORENO MUÑOZ

### 1. INTRODUCCIÓN

Los alimentos transgénicos son productos e ingredientes alimentarios obtenidos a partir de cualquier organismo genéticamente modificado (planta, animal o bacteria), con el fin de mejorar alguna de sus características (valor nutritivo, sabor, maduración, etc.) o añadirle nuevas propiedades comercialmente valiosas. Se les denomina transgénicos porque el organismo del que derivan puede incorporar fragmentos de material genético procedentes de otros ejemplares de su misma especie o de especies evolutivamente lejanas. Los biotecnólogos utilizan diferentes procedimientos de ingeniería genética, más eficaces y rápidos que los cruzamientos tradicionales, para conseguir variedades vegetales o animales que incorporen genes implicados en funciones biológicas importantes y útiles para mejorar su calidad (Lacadena, 2001, Cubero 1999). Algunas de estas técnicas se aplican ya de manera rutinaria y han hecho posible la comercialización de variedades de maíz, soja, colza, melón, patata o tomate, entre otras, con nue-

\* **NOTA:** Este capítulo es una versión modificada de una comunicación presentada en las Jornadas sobre *Ciencia, Tecnología y Valores*, organizadas por la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP), la Universidad de La Laguna y la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia, Santa Cruz de Tenerife, 5-9 abril de 1999.

vas características que pueden beneficiar a productores, distribuidores, industria alimentaria o consumidores.

El debate sobre los alimentos transgénicos ha surgido debido a los intereses contrapuestos de productores, distribuidores e industria biotecnológica, por un lado, en abierto enfrentamiento con los de grupos ecologistas, ONGs, asociaciones de consumidores y países en desarrollo, por otro. La falta de transparencia informativa y una serie de estrategias poco afortunadas por parte de los más interesados en la rápida comercialización de estos productos han propiciado entre gran parte de la opinión pública un clima de desconfianza y rechazo hacia los alimentos transgénicos (Hagedorn, 1997, 2002; Moreno *et al.*, 1992). Sin embargo, el debate parece negativamente condicionado por factores como la escasa participación de agentes sociales en su desarrollo, el empleo frecuente de metáforas inapropiadas, la sobrecarga de contenidos retóricos y la escasez de información técnica en los argumentos. La revisión de estos aspectos constituye el objetivo de este trabajo, elaborado tras un amplio seguimiento del debate en la prensa nacional e internacional y teniendo en cuenta aportaciones relevantes de la literatura experimental.

## 2. LOS PROTAGONISTAS, SUS INTERESES Y PLANTEAMIENTOS

A. La *industria biotecnológica*, integrada por conglomerados de empresas transnacionales con gran peso en los mercados mundiales, en estrecha alianza con laboratorios y empresas de mediana o pequeña envergadura dedicadas por entero a actividades de I+D, ha encontrado un filón de oro en las múltiples aplicaciones farmacéuticas, agrícolas o industriales de las técnicas de ingeniería genética (Muñoz, 2001; Flavell, 1995). Centran sus expectativas en la obtención de nuevos productos de alto valor añadido que mejoren drásticamente tanto el rendimiento de las cosechas como la calidad de los alimentos obtenidos. Y dedican grandes esfuerzos a simplificar y abaratar el procesado de alimentos previo a su comercialización, mediante la obtención de nuevos ingredientes alimentarios (Dibner, 1995).

Las grandes inversiones en recursos materiales y humanos necesarias para desarrollar con éxito productos obtenidos mediante las nuevas biotecnologías hace de estas industrias agresivos competidores en la batalla por

los derechos de propiedad intelectual sobre cualquier innovación, incluso mucho antes de precisar con claridad su utilidad final (Bifani, 1992). Similar empeño muestran en identificar nuevas formas de vida animal o vegetal y en patentar cualquier secuencia genética responsable de rasgos o proteínas de valor comercial (lo que podríamos denominar «prospección genética»). Esto se traduce con frecuencia en derechos de patente sobre funciones biológicas exclusivas de plantas, animales o bacterias originarias de países económicamente pobres pero ricos en biodiversidad, que ven así obstaculizado el aprovechamiento de sus escasos recursos. En estos casos algunos hablan de «biopiratería», y mencionan también el *asalto* de que son objeto bases de datos, cuya información se obtuvo con fondos públicos, por parte de firmas dedicadas a la *genómica*, que terminan patentando secuencias de ADN y proteínas identificadas por otros (Froguel, 1997).

Actitudes de prepotencia política o económica, falta de transparencia informativa, desprecio de la opinión pública e incumplimientos ocasionales de directrices sobre bioseguridad en los ensayos de campo son otras cartas de presentación que acompañan a la industria biotecnológica en el debate sobre alimentos transgénicos. Esto es así a pesar de los importantes esfuerzos realizados por algunas compañías para mejorar su imagen y de las abundantes excepciones que sería obligado señalar. Los problemas de imagen y de aceptación pública podrían parecer triviales si también lo fuese su coste económico y político, pero no es el caso (MC, 1999; Nasto, 1997; Abbott, 1996).

Si en algo parece haber fracasado la industria productora de alimentos transgénicos ha sido en convencer al gran público de los enormes beneficios potenciales que las nuevas biotecnologías pueden aportar, no sólo a productores y distribuidores (que parecen obvios), sino también a los consumidores, según coinciden en señalar estudios rigurosos de prospectiva (Carrillo, 1997; Monográficos 1996 y 1995). Tampoco ha logrado convencer de que toma en serio los riesgos ecológicos y sanitarios que algunos informes libres de sospecha asocian con tales productos (Beringer, 1999) ni de su disposición sincera a dotarse de medidas de prevención que garanticen su inocuidad. Como ejemplo, baste recordar el boicot del *Grupo de Miami*, integrado por los principales países productores de semillas transgénicas, al protocolo de bioseguridad que debía haber sido aprobado en la Cumbre de Cartagena de Indias en febrero de 1999, y que finalmente se

acordó en Montreal en enero de 2000. Sumemos a esto que sus planteamientos más difundidos en los medios han sido las razones de su tenaz oposición al etiquetado de alimentos con ingredientes transgénicos, sin olvidar que parece que al menos durante un tiempo fue práctica no rara el comercializar el maíz y la soja transgénicas mezclados con semillas normales para dificultar su detección, y comprenderemos por qué suscitan tanta desconfianza entre movimientos ecologistas y asociaciones de consumidores.

Una excesiva confianza en la *política de hechos consumados* y el menosprecio de la percepción pública de los riesgos asociados a los organismos y alimentos transgénicos ha deteriorado seriamente la imagen de muchas de estas empresas y les ha granjeado la animadversión de sectores socialmente combativos, algunos con peso político y mediático suficiente para dañar seriamente sus intereses. Pero su potencial tecnológico en áreas fundamentales de la actividad humana constituye un verdadero arsenal de alternativas y opciones socialmente rentables, que requieren quizás mayor capacidad persuasiva de sus partidarios y, sobre todo, disposición a favorecer la participación social en la evaluación e implantación de nuevas biotecnologías (Moreno *et al.*, 1992; Muñoz, 2001).

B. Los *productores (grandes empresas o medianos agricultores dedicados a la agricultura intensiva)* figuran entre los principales beneficiarios de las aplicaciones agrícolas y alimentarias de las técnicas de ingeniería genética. La posibilidad de simplificar el laboreo, disponer de cultivos más resistentes a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas, o capaces de aprovechar mejor los nutrientes del suelo, incrementaría notablemente la productividad y sus márgenes comerciales, al tiempo que supondría un gran ahorro en agua, abonos y pesticidas (Sarhan, 1998; Schuler, 1998; Nieto *et al.*, 1999). Otras aplicaciones persiguen la mejora de características agronómicas para facilitar la adaptación de ciertas variedades a las exigencias de una agricultura altamente mecanizada. También se espera conseguir mejoras significativas en la calidad y valor nutritivo de los productos, y se abren nuevas perspectivas de llevar cultivos como el trigo a zonas con características climáticas o edafológicas extremas y de convertir en rentables algunas especies silvestres (Lacadena, 2001; Tabe *et al.*, 1998; García Olmedo, 1998).

De momento, continúa siendo un grave problema el empleo necesario de abonos, pesticidas y herbicidas en grandes cantidades para mantener el umbral de rentabilidad. Las tecnologías que posibilitaron la llamada *Revolución*

*verde* (años 60) tienen efectos irreversibles en la salud y el medio que las hacen desaconsejables a corto, medio y largo plazo. Parece lógico que los productores depositen grandes expectativas en aplicaciones mucho más seguras, limpias y ecológicamente sostenibles derivadas de las biotecnologías. Esta circunstancia ha reforzado entre la opinión pública sus elementos de afinidad y simpatía hacia los intereses de la industria biotecnológica, cuando en realidad son frecuentes las dependencias de una o muy pocas empresas agroquímicas para la obtención de semillas, pesticidas y otros productos a precios elevados. Por otra parte, los productores cargan habitualmente con la responsabilidad de los daños ecológicos por sus prácticas de cultivo intensivo pero pocos tienen en cuenta las enormes pérdidas que anualmente sufren debido a plagas, enfermedades y climatología adversa (De Maagd *et al.*, 1999). Temen añadir nuevas pérdidas derivadas de una escasa aceptación de sus productos si estos pueden ser fácilmente identificados como transgénicos por los consumidores, lo cual explica en parte su rechazo a las normativas sobre etiquetado. Pero se omite en el debate que la total sustitución de las técnicas actuales de cultivo intensivo por otras más tradicionales supondría un incremento drástico de precios que perjudicaría sobre todo a los menos favorecidos y dispararía los niveles de inflación.

No obstante, en la retórica de los movimientos ambientalistas los productores figuran al lado de las grandes compañías biotecnológicas y comparten su afán de lucro, su menosprecio de la opinión pública y su empeño en arruinar a los pequeños agricultores que todavía emplean métodos tradicionales (Greenpeace, 1996).

C. Para los *distribuidores encargados de almacenamiento o transporte* serían de gran utilidad variedades transgénicas capaces de mantener intactas sus cualidades nutritivas durante más tiempo, como algunas variedades de tomate ya comercializadas (Nieto *et al.*, 1999). Exceptuando las pérdidas por un período de almacenamiento prolongado, los distribuidores y grandes almacenes no tienen un especial interés por ofertar o dejar de vender alimentos transgénicos. Si hay demanda los venderán, pero dejarán de hacerlo si las actitudes de rechazo social perjudican su imagen comercial y les ocasionan pérdidas, como ha ocurrido ya entre algunas cadenas de comida rápida británicas y otras empresas europeas.

D. Los *consumidores y sus respectivas organizaciones* viven con mayor intensidad la confusión informativa sobre los beneficios y riesgos de

los alimentos transgénicos. Por una parte cuentan con referencias inquietantes sobre la diligencia de las autoridades autonómicas, nacionales y comunitarias en episodios recientes como la enfermedad de las vacas locas, la venta de aceite de colza desnaturalizado o la catástrofe de Aznalcóllar; por otra, son conscientes de los enormes intereses comerciales que mueven a la industria biotecnológica y de su empeño en no informar sobre el origen transgénico de sus productos; y casi a diario reciben informaciones parciales no contrastadas sobre eventuales riesgos de los OGMs (organismos genéticamente modificados). Estos factores explican las actitudes de incertidumbre, duda o desconfianza hacia los alimentos transgénicos y, por extensión, hacia la industria que los promueve, surgidas más de la prudencia que del conocimiento informado.

Sin embargo, la opinión de los consumidores (el sector mayoritario) constituye un recurso limitado y valioso, tanto comercial como políticamente, que los demás participantes en el debate intentan ganarse (Luján...). Los argumentos, metáforas y estrategias persuasivas utilizados por los demás agentes aportan pistas sobre el nivel de información que atribuyen al colectivo de consumidores y el tipo de estrategias que consideran más útiles para llegar hasta ellos. Así, algunos partidarios de estos productos apelan frecuentemente al éxito de la ingeniería genética en la obtención segura de fármacos, vacunas y sustancias de interés terapéutico (cuestión debatida también, pero limitada al círculo de especialistas) como referencia a seguir para evaluar la aceptabilidad de los alimentos transgénicos. Pero son minoría los consumidores que disponen de información sobre aplicaciones terapéuticas o farmacológicas concretas de las nuevas biotecnologías, y muchos tienden a considerar tales aplicaciones como meros desarrollos de la medicina o farmacología tradicional (Moreno *et al.*, 1992). La función retórica de estos argumentos queda de manifiesto cuando se conoce la diferencia entre los riesgos asociados a la obtención de vacunas o fármacos por ingeniería genética, a partir de ensayos en condiciones de experimentación bien controladas, y los riesgos derivados del cultivo en campo abierto de OGMs para la obtención de alimentos, mucho más difíciles de controlar y corregir en caso de error (Klinger, 1998).

Por otra parte, los consumidores no han podido apreciar reducciones significativas de precios en los alimentos transgénicos. Mientras esta situación se mantenga, seguirán teniendo más elementos para decantarse por la

cautela y por la compra de alimentos a estilo tradicional, que además está de moda.

E. Han sido *los movimientos ambientalistas, ONGs y los detractores de la ingeniería genética* quienes han ganado la batalla, de momento, por convencer al gran público (eventuales consumidores) de que los alimentos transgénicos son antinaturales, perjudiciales para la salud humana o animal y ecológicamente dañinos, por lo que cualquier producto de esta naturaleza debería estar debidamente etiquetado y, a ser posible, con tipografía disuasoria, no meramente informativa (véase como ejemplo Riechmann, 2000). Su estrategia se ha centrado en pocas claves pero efectivas:

1. Desarrollar acciones limitadas pero de gran repercusión en los medios (recordemos las protestas contra la importación de soja transgénica, en diciembre de 1996, o las actividades paralelas a la cumbre sobre bioseguridad en Cartagena de Indias, Colombia y otras acciones contra firmas de biotecnología).

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

3. Otorgar la mayor importancia a cualquier estudio que ponga de manifiesto los riesgos ecológicos o sanitarios de algún OGM o semilla transgénica, incluso aunque no hayan sido contrastados ni publicados.

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

Las campañas desarrolladas por organizaciones ecologistas y de consumidores han tenido un peso importante en la adopción de medidas legislativas de alcance europeo que exigen el etiquetado obligatorio de los alimentos con organismos o ingredientes transgénicos (Lacadena, 2001) y obligan a empresas que desarrollan actividades de riesgo ambiental a suscribir obligatoriamente pólizas de seguro para afrontar posibles daños a la salud humana o el medio. En el Reino Unido consiguieron una moratoria de tres grandes empresas (Monsanto, Zeneca y Novartis) para suspender por tres años el lanzamiento de nuevos productos, y en fin, son en buena parte

los responsables de que exista una moratoria (que se sigue prolongando) en toda la Unión Europea que impide introducir nuevas variedades.

Asimismo, en el haber de estos movimientos sociales figuran los esfuerzos por concienciar a la opinión pública de los graves riesgos ecológicos que podría suponer la liberación incontrolada de OGMs con resistencia a herbicidas y plagas u otras características (Greenpeace 1995, 1996; Thomas, 1998; Schuler, 1998); los perjuicios ocasionados por las actuales técnicas de cultivo intensivo; los riesgos de agotamiento de recursos, desertización y erosión de suelos; la creciente dependencia de la agricultura mundial de semillas, híbridos, abonos y pesticidas proporcionados por unas pocas empresas, algunas de las cuales constituyen monopolios de hecho; el lento flujo de transferencias tecnológicas hacia países en desarrollo, en comparación con los rápidos beneficios obtenidos gracias a su biodiversidad; etc. (Käppeli, 1998; Klinger, 1998; Rapport, 1998; WHO, 1995; Iáñez, 1999a). De manera muy especial han contribuido a que muchos responsables de política ambiental valoren la importancia que revisite el «principio de precaución» cuando los efectos de determinadas aplicaciones tecnológicas se desconocen o apenas se intuyen (Thomas, 1998; Hoy, 1995).

Sin embargo, en los mensajes de estos agentes encontramos también otros elementos que distorsionan el debate, bien porque sólo aportan confusión, porque carecen de respaldo científico o porque su finalidad es fundamentalmente estratégica y manipuladora. Algunas consideraciones que podrían aportar precisión y rigor a estos planteamientos, reduciendo su carga metafórica, serían las siguientes:

1. *Transgénico no es sinónimo de antinatural*: Algunas propiedades incorporadas a ciertas variedades vegetales están presentes en especies evolutivamente muy cercanas y no afectan más que a funciones biológicas muy concretas de la planta, sin alterar en absoluto características naturales como el sabor, contenido en proteínas o en azúcares. De hecho, la normativa europea se enfrenta a la dificultad de desarrollar test para identificar variedades o ingredientes transgénicos presentes junto a los «naturales». La pretensión de garantizar la trazabilidad de los productos transgénicos, incluso en derivados procesados donde no existe ADN o proteínas, es una muestra de los extremos a los que puede llegar esta postura, con importantes implicaciones económicas (doble sistema de segregación y distribución,

encarecimiento de los productos transgénicos, hundimiento de las pequeñas y medianas empresas que no pueden afrontar los sobrecostes, etc).

2. *Transgénico no es sinónimo de alterado*: Una variedad vegetal puede ser resistente a ciertos insectos porque exprese en sus hojas una proteína tóxica codificada por un gen procedente de cualquier otro organismo. Pero ningún organismo complejo expresa todos sus genes por igual en sus diferentes tejidos, de manera que es perfectamente posible obtener semillas transgénicas con propiedades idénticas a las naturales, aunque el sistema defensivo de la planta haya sido reforzado mediante ingeniería genética (Schuler, 1998). Más aún: a partir de OGMs pueden obtenerse sustancias como vacunas, péptidos y hormonas con un grado de pureza imposible de obtener por procedimientos tradicionales.

3. *Transgénico no es sinónimo necesariamente de perjudicial y dañino*: Los métodos de transferencia génica permiten un notable grado de precisión a la hora de insertar genes en porciones muy concretas del genoma bacteriano, vegetal o animal. Cuando no es fácil alcanzar la precisión deseada, existen métodos indirectos para seleccionar células u organismos que expresan correctamente los genes escogidos (Nieto, 1999). De este modo se evitan muchos riesgos asociados a los procedimientos tradicionales de cruces y selecciones múltiples, mucho más caóticos e imprecisos. Por otra parte, muchas variedades naturales han tenido graves efectos ecológicos (hibridaciones indeseadas, contaminación genética entre especies, incremento de resistencia en los patógenos, etc.) por aplicaciones indebidas o siembra en lugares inadecuados (Iáñez, este volumen; Gray, 1998). Y, finalmente, no está de más recordar que las técnicas de manipulación genética son la base de los últimos tratamientos contra enfermedades multifactoriales como el SIDA, diversos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras muchas enfermedades de base genética o hereditaria. Una política nacional o comunitaria abiertamente hostil hacia las nuevas biotecnologías provocaría retrasos imperdonables en el desarrollo de tratamientos contra enfermedades que siguen devastando a la humanidad (Featherstone, 1997; Smith, 1998).

4. *Lo natural no siempre funciona mejor*: La naturaleza incluye procesos estocásticos y fenómenos complejos susceptibles de errores, cuya solución requiere años de esfuerzo e investigación además de prácticas tradicionales supuestamente respetuosas con el medio. Los métodos convencionales aplicados por pequeños agricultores para la obtención de alimen-

tos distan mucho de ser siempre respetuosos con el entorno, de ser lo bastante eficaces como para garantizar su sustento y de favorecer por defecto el presunto equilibrio natural (para un tratamiento de esta cuestión en relación con la «agricultura orgánica», véase Trewavas, 2001). Simplemente el coste del agua que necesitan haría razonable la preocupación por obtener variedades más resistentes a la sequía.

5. *Los genes no son «buenos» o «malos» simplemente por proceder de virus, tumores o bacterias.* Los alimentos transgénicos incorporan habitualmente uno o muy pocos genes implicados en funciones biológicas importantes, que pueden estar presentes en diferentes niveles de la escala evolutiva, y son estas funciones las que hacen a unos genes más interesantes que otros. Un mejor conocimiento de las secuencias genómicas implicadas en funciones básicas de diferentes organismos, tal y como persiguen los diversos proyectos de secuenciación en marcha, sería una ayuda inestimable para la investigación básica y aplicada de toda la biotecnología futura. Pero sobre todo serviría para corregir con precisión deficiencias manifiestas en variedades animales o vegetales. Para alcanzar este objetivo muy probablemente será preciso combinar de alguna manera los mecanismos más eficaces de organismos diferentes evolutivamente, una posibilidad que las técnicas de ingeniería genética permiten. En definitiva, las especies actuales proceden de unos pocos ancestros y el rango de funciones biológicas conservadas es limitado, aunque muy amplio.

6. *Natural no es sinónimo de inocuo, ni artificial de nocivo:* Hay productos naturales que contienen sustancias cancerígenas o mutagénicas, pág. ej. la pimienta negra (safrol), los pimientos picantes (capsaicinas), las setas comestibles (hidrazinas) o el apio (psolareno). Los conservantes autorizados no llegan a ser tan peligrosos como las bacterias u hongos que evitan (Lacadena, 2001)

Junto a enunciados de carácter metafórico encontramos otros de finalidad exclusivamente retórica, por ejemplo:

1. *Los científicos que depositan grandes expectativas en los alimentos transgénicos de origen animal y vegetal están vendidos a las multinacionales:* Las generalizaciones de este tipo son por principio falsas y es obvio que muchos expertos actúan con conocimiento de causa y sin presiones externas. Una cosa es reconocer el peso económico de las grandes compañías agroquímicas y otra bien distinta atribuirles capacidad para comprarlo todo y mani-

pularlo todo. A estas alturas, nadie que ojee literatura especializada puede ignorar las ventajas potenciales de la biotecnologías para mejorar la producción de alimentos, aunque muchos desearíamos que no se beneficien de ellas los mismos de siempre. Existen razones objetivas para pensar que los procedimientos de cultivo actuales deben ser sustituidos por otros más eficaces para permitir un desarrollo ecológicamente sostenible (Krimsky, 1996; WHO, 1995; Toenniessen, 1995; Avramovic, 1996).

2. *Experimentos que «prueban» que los alimentos transgénicos son nocivos:* Con demasiada ligereza se han emitido juicios sobre estudios parciales acerca de reacciones alérgicas y efectos en el sistema inmune asociados al consumo de alimentos transgénicos. A decir verdad, se trata de episodios muy aislados y necesitados de ulterior contrastación, que forman parte del tipo de pruebas exigidas a cualquier otro producto industrial destinado a la alimentación (Comm. Ed., 1999; Lacadena, 2001). Previsiblemente, la desconfianza entre un público creciente ante estos productos contribuirá a reforzar las medidas de precaución.

3. *Las plantas transgénicas atentan contra la biodiversidad:* Este problema no es exclusivo de los cultivos transgénicos, como sabemos (Iáñez, 2000, y este volumen). La alimentación de gran parte del mundo descansa sobre unas cuantas variedades vegetales seleccionadas con fines muy concretos pero expuestas a dificultades, en caso de alteraciones climáticas o ecológicas severas, que a menudo sólo superan sus parientes menos rentables, en muchos casos ya desaparecidos (Iáñez y Moreno, 1997).

4. *El «principio de precaución» aconseja la prohibición de estos cultivos:* Aunque la evaluación de los riesgos asociados a OGMs resulte particularmente compleja (López Cerezo y Luján, 2000; Käppeli, 1998; Kjellsson, 1997), existen más alternativas. Estados Unidos, la Unión Europea y algunos países más se han dotado de instrumentos jurídicos razonablemente eficaces para atajar los posibles riesgos derivados de una dispersión incontrolada de ejemplares transgénicos, de la transferencia del transgén a especies afines o variedades no transgénicas y de la aparición de patógenos resistentes al producto transgénico. No obstante, tras estos planteamientos late una exigencia poco realista de riesgo cero, imposible de lograr en cualquier otra intervención humana sobre la naturaleza. El riesgo debe ser evaluado por quienes tengan competencias para hacerlo y en función de los beneficios sociales (no sólo económicos) que la actividad en

cuestión pueda reportar. Pero la magnificación intencionada y artificiosa de los factores de riesgo poco ayuda a comprender su verdadero alcance y a establecer mecanismos de contención adecuados (Klinger, 1998; Thomas, 1998).

Los movimientos ecologistas constituyen, en definitiva, grupos de presión que responden a esquemas ideológicos bien definidos, capaces de aventajar a partidos políticos y grandes corporaciones en la dura competencia por ganarse la confianza del público (en nuestro caso, los consumidores). Para conseguirlo han desarrollado estrategias bastante elaboradas de imagen e impacto en los medios, acompañadas en sus discursos de elementos retóricos y metafóricos muy recurridos en la actividad política. Las distorsiones que estos últimos introducen en el debate sobre los alimentos transgénicos no deberían restar valor y consistencia a los argumentos enumerados al principio, pero tampoco minimizar el sesgo irracionalista y trivializador que le imprimen.

F. Finalmente es preciso señalar el papel desempeñado por *los responsables políticos e institucionales de industria y Medio Ambiente*, cuya contribución al debate parece a todas luces escasa y fundamentalmente tardía. Predominan en nuestro entorno las actitudes de sumisión a la normativa europea, con escasas aportaciones de relevancia. Merece atención especial la inclusión de las actividades comerciales o experimentales que hacen uso de técnicas de ingeniería genética entre las actividades de riesgo medioambiental, por lo que deberán suscribir una póliza de seguro de hasta 15.000 millones para afrontar eventuales responsabilidades civiles por daños a la salud humana o al entorno. Se trata de una medida interesante pero poco efectiva si no es adoptada por otros países del entorno, con posibles repercusiones negativas en el desarrollo de la incipiente industria biotecnológica nacional.

Por otra parte, en la práctica los gobiernos y sus responsables parecen más proclives a recabar asesoramiento de Comisiones sobre Bioseguridad y organismos similares, formados en su mayor parte por expertos, cuyos planteamientos no pueden considerarse representativos de la opinión pública mayoritaria. Tienen en cuenta razones de carácter fundamentalmente técnico, por lo que consideran exagerados y demagógicos los planteamientos alarmistas frecuentes entre movimientos ecologistas. Esta dinámica fomenta la circulación restringida de informes y contra-informes oficiosos. Algunos terminan ocasionalmente en iniciativas parlamentarias más firmes,

pero siempre se escamotea a los agentes sociales eventualmente interesados la participación en las deliberaciones. Suiza, a este respecto, constituye una imitable excepción (Ibíd.).

La escasez de iniciativas públicas para establecer un marco adecuado de participación ciudadana y toma de decisiones sobre la implantación de nuevas biotecnologías ha supuesto retrasos en la adopción de medidas apropiadas y una cierta dependencia de los movimientos y propuestas realizados por los grupos más activos en el debate. La falta de transparencia informativa y el desdén hacia las preocupaciones de los consumidores, fundadas o no, explica la desconfianza de muchos ciudadanos hacia sus representantes y resta credibilidad a los mecanismos de control democrático y participación social existentes. El caso británico resulta incluso patético: repentinos cambios de posición entre los responsables políticos, filtrado de informes secretos oficiales sobre graves riesgos de los cultivos transgénicos, apoyo mediático a las principales tesis de ecologistas u organizaciones de consumidores, empresas que se autoimponen una moratoria ante la reacción social adversa y sensación de engaño entre la opinión pública, a pesar de la importancia que la industria biotecnológica tiene en ese país (Advisory Committee, 1999).

### 3. CONCLUSIÓN

De lo dicho hasta ahora se infiere que el debate sobre los alimentos transgénicos puede aportar criterios para mejorar drásticamente los procesos de participación ciudadana en la aceptación social de las nuevas biotecnologías. Cada participante debería tener la oportunidad, al menos, de informarse adecuadamente, de exponer sus preocupaciones e intereses y, llegado el caso, de contribuir con su voto y su reflexión a establecer los criterios que regulen eventuales aplicaciones tecnológicas de tal magnitud social y económica (SEBIOT, 1997). Si los responsables políticos e institucionales fracasan en crear un marco de debates que favorezca el intercambio de argumentos y conocimiento informado, es muy probable que terminen siendo la retórica manipuladora y la demagogia los verdaderos condicionantes de las decisiones e inversiones pendientes en un sector tan estratégico como las biotecnologías de alimentos.

## Referencias bibliográficas

- ABBOTT, A. (1996) «Transgenic trials under pressure in Germany». *Nature*, vol., 380, 94.
- ADVISORY COMMITTEE ON RELEASES TO THE ENVIRONMENT (2002) [Department of the Environment, Transport and the Regions, U.K.], «GMO Public Register Index: List of applications received by the Secretary of State to release Genetically Modified Organisms to the environment as part of experimental trials (since 1 February 1993) (actualizado el 23-1-02): <http://www.defra.gov.uk/environment/acre/exper.htm>.
- ARAKAWA, T., CHONG, D.K.X. and LANGRIDGE, W.H.R. (1998) «Efficacy of a food plant-based oral cholera toxin B subunit vaccine» *Nature Biotechnology* vol. 16, n.º 3, pág. 292.
- ARNTZEN, C.J., (1998) «Edible vaccines» *Public Health Reports*, vol. 112, págs. 191-197.
- AVRAMOVIC, M. (1996) *An affordable development? Biotechnology, economics and implantations for the Third World*. Londres y Nueva Jersey, Zed Books.
- BENOIT BROWAEYS, D. (1997). «El etiquetado de los «nuevos alimentos»», *Mundo Científico*, n.º 182, págs. 717-719.
- BERINGER, John (1999): «Keeping watch over genetically modified crops and foods», *The Lancet*, vol. 353, n.º 9153 (20 Feb.).
- BIFANI, P. (1992) «Implicaciones internacionales de la biotecnología: la guerra de las patentes. Consideraciones tras la Ronda de Uruguay», *Agricultura y Sociedad*, vol. 64 (jul.-sep.), págs. 193-233.
- CARRILLO, J.M. (1997) «Plantas transgénicas: ¿Beneficio o peligro?» *Rev. R. Acad. Cienc. Exact. Fís. Nat.*, vol. 91, n.º 2, págs. 121-128
- COMM. Ed. (1999) «Killer potatoes: Where's the data?», *Nature Biotechnology*, vol. 17, n.º 3, pág. 207.
- DAILY, Gretchen *et al.* (1998) «Food Production, Population Growth, and the Environment», *Science*, vol. 281 (28 Aug), págs. 1291-1292.
- CUBERO, J.I. (1999): *Introducción a la Mejora genética vegetal*, Mundi Prensa, Madrid, especialmente el capítulo 15.
- DE MAAGD, R.A., BOSCH D. and STIEKEMA, W. (1999) «Bacillus thuringiensis toxin-mediated insect resistance in plants», *Trends in Plant Science*, vol. 4, n.º 1, págs. 9-13.
- DIBNER, M.D. (1995) *Biotechnology Guide USA: Companies, Data and Analysis (3rd edn)*. Institute for Biotechnology Information.
- ENRIQUEZ, J. (1998) «Genomics and the World's Economy» *Science*, vol. 281 (14 Aug.), págs. 925-926.
- EVANS, L.T. (1998) *Feeding the Ten Billion: Plants and Population Growth*. Cambridge University Press.
- FEATHERSTONE, C. (1997) «A green revolution for the clinic?» *The Lancet*, vol. 349, n.º 9064, 24 may.
- FLAVELL, R.B. (1995) «Plant biotechnology R & D — the next ten years». *Trends in Biotechnology*, vol. 13, págs. 313-319.
- FROGUEL, Ph. y SMADJA, C. (1997) «Capitalizar en bolsa el genoma humano», *Le monde diplomatique*, abril.
- GARCÍA OLMEDO, F. (1998) *La tercera revolución verde. Plantas con luz propia*. Ed. Debate.

- GRAY, A. (1998), «Be careful what you wish...» *Nature* (debates), 15 oct.
- GREENPEACE (1996) *Perils amid promises of genetically modified foods*. Report prepared by Dr Mae-Wan Ho (Open University, U.K.) for Greenpeace International. November.
- (1996) *Introduction and use of genetically engineered organisms in Guatemala*. Report prepared by Greenpeace Central America, June.
- (1995) *The transfer of genetically modified organisms (GMOs). A Greenpeace investigation*. Report prepared by Greenpeace International, Genetic Engineering Campaign. May.
- HAGEDORN, Ch. - ALLENDER-HAGEDORN, S. (1997) «Public perceptions in agricultural and environmental biotechnology: A study of public concerns», en *Public Understanding of Science*, vol. 6, págs. 233-245.
- (2002) Sitio web sobre aspectos técnicos, sociales y legales relacionados con los cultivos transgénicos: <http://www.vt.edu:10021/cals/cses/chagedor/crops.html> (30-1-02).
- HOY, M.A. (1995) «Impact of risk analyses on pest-management programs employing transgenic arthropods». *Parasitology Today*, vol. 11, págs. 229-232.
- LAÑEZ, E. (2000): «Biotecnología global, bioseguridad y biodiversidad», en *Luces y sombras de la globalización* (A. Blanch, ed.), Universidad P. Comillas, Madrid, págs. 281-298.
- LAÑEZ, E., MORENO, M. (1997) «Biotecnología agrícola: Promesas y conflictos», en Rodríguez, F.J., Medina, R.M. y Sánchez, J.A. (eds.), *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Contribuciones para una cultura de la paz*. Univ. de Granada/Instituto de la Paz y los Conflictos, págs. 315-348.
- KÄPPELI, O., AUBERSON, L. (1998) «How safe is safe enough in plant genetic engineering?», *Trends in Plant Science*, vol. 3, n.º 7, págs. 276-281.
- KJELLSSON, G., SIMONSEN, V. and AMMANN, K. [eds.] (1997) *Methods for Risk Assessment of Transgenic Plants. II. Pollination, Gene Transfer and Population Impacts*. Birkhäuser.
- KLINGER, T. (1998) «Biosafety assessment of genetically engineered organisms in the environment», *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 13, n.º 1, págs. 5-6.
- KRIMSKY, S., WRUBEL, R. (1996) «Agricultural Biotechnology and the environment. Science, Policy and Social Issues». Urbana y Chicago, University of Illinois Press.
- LACADENA, J. R. (2001): «Plantas y alimentos transgénicos», en *Aspectos científicos, jurídicos y éticos de los transgénicos* (J. Gafo, ed.), Universidad P. Comillas, Madrid, págs. 15-47.
- LÓPEZ CEREZO, J.A., LUJÁN, J.L. (2000): *Ciencia y política del riesgo*, Alianza Editorial, Madrid.
- MC (1999) «Biotecnología a debate abierto», *Mundo Científico*, n.º 198 (feb.), pág. 8.
- MONOGRÁFICOS (1996, 1995) sobre biotecnología vegetal de las revistas *Current opinion in biotechnology*, vol. 7 (n.º 2), de 1996; y *Trends in Biotechnology*, vol. 13, n.º 9, sep. 1995 (esp. las págs. 313-40 sobre «Plant-product and crop biotechnology»).
- MORENO, L., LEMKOW, L., LIZÓN, A. (1992) *Biotecnología y sociedad: percepción y actitudes públicas*. Madrid, Monografías de la Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- MUÑOZ, E. (2001): *Biotecnología y Sociedad. Encuentros y desencuentros*, Cambridge University Press-OEI, Madrid.

- NASTO, B. and LEHRER, J. (1997) «Antibiotech week raises tension over transgenic food» *Nature Biotechnology*, vol. 15, n.º 6, pág. 499.
- NIETO-JACOBO, M.F., GUEVARA-GARCÍA, A. y HERRERA-ESTRELLA, L. (1999) «Plantas transgénicas», *Investigación y Ciencia*, n.º 268 (enero), págs. 70-80.
- RAPPORT, D.J., COSTANZA, R., MCMICHAEL, A.J. (1998) «Assessing ecosystem health», *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 13, n.º 10, págs. 397-402.
- RIBEIRO, C. (1998) «Keeping the public informed about science — lessons from the Swiss Gene Protection Initiative», *Molecular Medicine Today*, jan., pág. 14.
- RIECHMANN, J. (2000): *Cultivos y alimentos transgénicos. Una guía crítica*, Los Libros de la Catarata, Madrid.
- SARHAN, F., DANYLUK, J. (1998) «Engineering cold-tolerant crops —throwing the master switch», *Trends in Plant Science*, vol. 3, n.º 8, págs. 289-290.
- SCHULER, T.H., POPPY, G.M., KERRY, B.R. and DENHOLM, I. (1998) «Insect-resistant transgenic plants», *Trends in Biotechnology*, vol. 16, n.º 4, págs. 168-175.
- Smith, A. (1998) «Oral vaccines from plants», *Pharmaceutical Science and Technology Today*, vol. 1, n.º 2, págs. 47-49.
- SEBIOT (Sociedad Española de Biotecnología, 1997) *Libro Verde de la Biotecnología en la Agricultura: ¿Ilusión o realidad?*, Madrid.
- TABE, L., HIGGINS, T.J.V. (1998) «Engineering plant protein composition for improved nutrition», *Trends in Plant Science*, vol. 3, n.º 7, págs. 282-286.
- THOMAS, M.B., WILLIS, A.J. (1998) «Biocontrol—risky but necessary?» *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 13, n.º 8, págs. 325-329.
- TOENNIESSEN, G.H. (1995) «Plant biotechnology and developing countries». *Trends in Biotechnology*, vol. 13, págs. 404-409.
- TREWAVAS, A. (2001): «Urban myths of organic farming», *Nature* 410: 409-410
- WHO (1995) *Bridging the Gaps*, World Health Organization.
- WILLIAMS, N. (1998) «Agricultural Biotech Faces Backlash in Europe», *Science*, vol. 281, págs. 768-771.