

# BIOTECNOLOGÍAS: PANORAMA ECONÓMICO GLOBAL

TEODORA ZAMUDIO \*

*“No es lo mismo predicar que dar trigo”*

GUSTAVO BUENO

*(El sentido de vida, 1996)*

## I. INTRODUCCIÓN

Ha concluido la Cumbre de Johannesburgo. Y nadie se ve sorprendido por los resultados que reflejan un escenario previo muy complejo <sup>1</sup>. Por ello entender el panorama exige información sobre cuestiones globales, y quizás algunos ejemplos particulares, para fundar algún juicio o proponer una legislación. A ello desea contribuir este trabajo, a informar. Bien que se reconoce que la asepsia ideológica —aunque aspirable— es improbable.

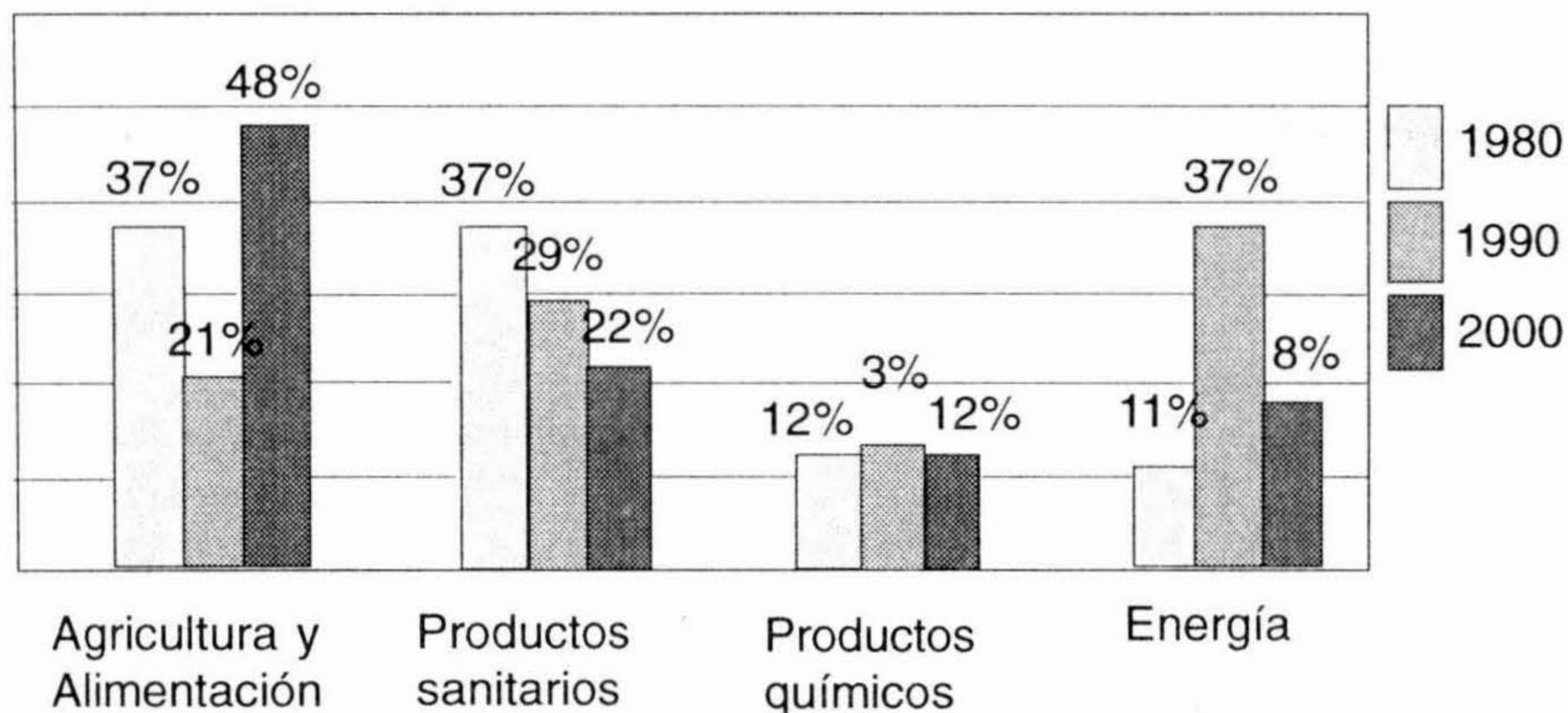
Dentro de los países de la OCDE (Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico), pueden darse algunas cifras (ver gráfico en página siguiente).

\* Profesora-Investigadora ordinaria de la Universidad de Buenos Aires, Lomas de Zamora, Museo Social Argentino y del Instituto Universitario de la Policía Federal Argentina. Titular de la cátedra “Biotecnología, biodiversidad y derecho” (UBA-Derecho).

<sup>1</sup> Si bien, casi todos los Estados Miembros participan activamente en las negociaciones, y los debates se desarrollan frecuentemente en torno a unas cuantas posiciones distintas. Esto es debido a que los países, generalmente, negocian en bloques. Los países en desarrollo están representados por el Grupo de los 77 y China, que de hecho engloba a 133 Estados miembros. El llamado G-77, generalmente, adopta una posición común sobre las principales cuestiones económicas, pero dentro del Grupo hay subgrupos regionales, particularmente para África, para Latinoamérica (El Grupo de Río) y para los países que forman la Alianza de Pequeños Estados Insulares. Actualmente, Venezuela tiene la presidencia del Grupo de los 77 y habla por todos los miembros del Grupo en las negociaciones. Los países desarrollados también han formado grupos de negociación. Los miembros de la Unión Europea, normalmente, hablan con una sola voz. Además, otros países de Europa central y oriental se asocian frecuentemente con la Unión Europea. Actualmente, Dinamarca tiene la presidencia de la Unión Europea representará a esos países en la Cumbre. Suiza, quien es todavía un Estado observador participará a título individual, como también lo hará Noruega. Otro grupo, más informal, es el de los países JUSCANZ (por sus siglas en inglés) compuesto por Japón, Estados Unidos, Canadá, Australia y Nueva Zelanda

## GRÁFICO 1

## Impacto económico de las Biotecnologías en los países de la OCDE



Fuente: OCDE. 2001

Estos datos permiten inferir que la riqueza generada (que se estima en aproximadamente 240.000 millones de U\$S) por los productos biotecnológicos está determinada por los requerimientos en alimentación, agricultura y sanidad. El sector químico y energético representa sólo una pequeña parte. Mientras el valor estimado para productos agrícolas y alimentarios sufrió un retroceso en la estimación de 1990, el valor del sector de la energía se triplicó. Las expectativas de transformación de plantas no han dado durante este tiempo los resultados esperados. La estimación del sector energético tampoco ha sido correcta porque la producción de metano a partir de biomasa no ha podido cubrir los volúmenes esperados, debido a problemas técnicos y económicos de rendimiento, y a que ha disminuido el entusiasmo inicial en esta fuente de energía como alternativa a las fuentes fósiles.

Si se divide el impacto económico por el volumen en tonelaje de producto final, el mercado farmacológico domina la economía desde el punto de vista de valor añadido, tanto por la producción de sustancias relacionadas con la salud humana como por la repercusión de estas sustancias en la calidad y cantidad de alimentos generados a partir de fuentes animales. Esta tendencia parece que ha de ser la dinámica del futuro y que la sanidad en todas sus vertientes será el motor de una economía en progreso. Es necesario tener en cuenta que mientras los requerimientos alimentarios en una sociedad desa-

rollada pueden alcanzar su techo —como sucede en muchos países— la sanidad y la educación en estas mismas economías están en niveles deficitarios de servicio. Por esta razón, mientras que en décadas pasadas era la industria pesada y de material de equipo, junto con la agricultura, el grupo que representaba el mayor volumen de riqueza, en el futuro será la industria sanitaria y eugenésica, en su sentido positivo más amplio, la que servirá como marcador de la riqueza económico-social de las naciones desarrolladas. Desde este punto de vista podemos comprender mejor el enorme interés manifestado por los países biotecnológicamente desarrollados en controlar el mayor número posible de patentes relacionadas con la biomedicina.

Muy probablemente, los desarrollos biotecnológicos más significativos de la próxima década se concentrarán en la producción de materiales con alto valor añadido, especialmente de aquellos utilizados en el campo biomédico y agrícola. A corto plazo el avance más espectacular se realizará en el campo biomédico; a medio plazo será en el industrial, y a largo plazo lo será en el agrícola. Aunque las aplicaciones médicas parecen las concreciones más inmediatas de la tecnología genética, es probable que, a medio plazo, sea la agricultura el sustrato de mayor actividad biotecnológica en volumen de impacto económico y social.

La OCDE reconoce que en la década de los ochenta los descubrimientos que prometían un florecimiento espectacular de la agricultura fueron más rápidos de lo que se esperaba, pero que, sin embargo, la Revolución del Conocimiento no condujo inmediatamente a la Revolución Agrícola. La causa de este retraso tiene que ver con factores económicos, restricciones legales y de seguridad, actitudes públicas y políticas industriales.

Por otra parte, debido a que las nuevas tecnologías implican inversiones importantes en *I&D* de productos y dada la gran rapidez en la generación de avances científicos en la materia, el conocimiento tecnológico constituye un insumo de valor creciente en el proceso productivo. Por ello parte importante del proceso de creación de técnicas, procesos y productos asociados a las biotecnologías, tienden a concentrarse en empresas transnacionales y centros de investigación científica de países industrializados.

Los analistas de mercados parecen estar de acuerdo en que la biotecnología aplicada, v.gr. a la producción de alimentos, va a reconfigurar en gran medida los sistemas de producción (v.gr., el agropecuario) y la cadena de transformación y comercialización <sup>2</sup>, creando nuevas oportunidades de

<sup>2</sup> SHIMODA, S., "Agbiotech will vertically integrate agribusiness" en *Biotechnology*, vol. 12, 1062-1063, 1994

crecimiento y expansión industrial a base de empresas intensivas en capital y tecnología, pero amenazando a otros sectores de producción tradicional que sean incapaces de adaptarse a las nuevas condiciones.

La irrupción en los mercados de los alimentos biotecnológicos ha empujado a grandes empresas a desarrollar nuevos productos de alto valor añadido o de mejores rendimientos. Existe igualmente una tendencia importante a una creciente "expansión vertical" de los grupos empresariales, que ya venían controlando sectores importantes o estratégicos del sistema productivo. Esta tendencia se manifestará en que las compañías que posean técnicas o productos protegidos por patentes se ampliarán "hacia arriba", buscando tomar posiciones en la infraestructura agrícola, o "hacia abajo", abriéndose nuevos nichos en la dirección del usuario final (elaboración y distribución de alimentos), en un intento de captar mayores porciones de valor añadido. Todo ello obligará a nuevas alianzas estratégicas, absorción o fusión de empresas, en un marco extraordinariamente dinámico dentro del mundo de los negocios.

Durante la pasada década las compañías dedicadas al negocio biotecnológico no han cesado de aumentar sus inversiones en *I&D*, con incrementos, en muchos casos, del 100% anual. En 1993 las nuevas empresas típicamente biotecnológicas de los Estados Unidos gastaron casi 100 millones de dólares en esta área, y aunque seguirán teniendo balances negativos durante algún tiempo, la salida al mercado de los primeros productos (semillas transgénicas, frutos de maduración controlada, etc.) y las positivas expectativas han provocado una euforia inversora que muestra la fuerte apuesta de este sector. No debe olvidarse que las grandes multinacionales de las semillas y plaguicidas se llevan la mayor parte de biotecnología agraria (gastaron 4.700 millones de dólares en *I&D* en los Estados Unidos), y que su tendencia es a asociarse con (o absorber a) las inquietas pero arriesgadas empresas biotecnológicas de menor tamaño.

No obstante la afirmación anterior, y debido a la gran diversidad de posibilidades abiertas por las biotecnologías, existe un espacio de enorme interés y utilidad para los países en desarrollo <sup>3</sup>, ya que algunas de estas nuevas tecnologías no requieren de equipamientos costosos y pueden ser emprendidas por empresas de tamaño mediano y pequeño. En muchos ca-

<sup>3</sup> La experiencia de los países de la región sugiere algunos modelos o patrones interesantes de reproducir por sus potencialidades; el caso del *interferón* en Cuba es uno de ellos. Otro tanto se podría plantear sobre las biotecnologías aplicadas a la minería como en el caso del cobre, oro y plata, o bien de las biotecnologías para el cultivo de camarones o salmones. Similares consideraciones se pueden hacer respecto de los kits de diagnóstico humano y animal, la producción forestal e incluso de la celulosa.

sos, se ha desarrollado un conocimiento propio en la región que ofrece grandes posibilidades ya que está íntimamente vinculado a la base de recursos que los países poseen, al igual que al nivel de desarrollo científico.

El esfuerzo hecho por los países latinoamericanos en la formación de recursos humanos calificados en ciencias biológicas y en la organización de sistemas nacionales de investigación y transferencia de tecnología, particularmente visible en el caso agrícola, constituye otro importante elemento que favorece el aprovechamiento eficaz de los espacios antes indicados. Los antecedentes muestran que existe una significativa dotación de recursos humanos altamente calificados, y que se dispone de una importante infraestructura. Estos esfuerzos parecen sin embargo no haber sido aprovechados en toda su potencialidad <sup>4</sup>.

Lo expuesto hasta aquí señala ya la necesidad de definir roles para el sector público y el privado. Al mismo tiempo, se requieren mecanismos adecuados para viabilizar la colaboración entre las empresas del sector privado y las instancias pertinentes del sector público. Ello reviste gran importancia debido a la posibilidad de generar economías de escala importantes en este tipo de actividades, asunto de interés para ambas instancias.

De todos estos temas se desprenden rasgos clave del proceso de desarrollo, importación, aprendizaje y difusión de biotecnologías en el escenario doméstico, así como aspectos más generales de carácter institucional que resultan de interés para avanzar en la construcción de un modelo de cambio tecnológico endógeno útil en las condiciones de países menos desarrollados, particularmente en el campo biotecnológico.

La entrada de la biotecnología en los procesos productivos se caracteriza por tres rasgos principales:

1. La redefinición de los sectores público y privado en la investigación y desarrollo (*I&D*);
2. Una creciente integración o cooperación del sector agroalimentario con el químico-farmacéutico
3. Un desplazamiento de las innovaciones desde el sustrato industrial clásico (maquinaria, productos agroquímicos) hacia el sustrato biológico, en base a una mejor comprensión y manipulación de los sistemas vivos <sup>5</sup>.

<sup>4</sup> Dadas las características de las nuevas tecnologías, la investigación básica es menos específica desde el punto de vista sectorial que en el pasado. En otros términos, ésta es de utilidad para varios sectores productivos como el agrícola, la industria química, la medicina, la minería. Ello plantea la necesidad de una política científica y tecnológica nacional y regional, capaz de atender al conjunto de los sectores productivos, lo cual abre la posibilidad de aprovechar de mejor forma los recursos humanos, físicos y financieros disponibles y de hacer importantes economías de escala.

<sup>5</sup> BIFANI, P., "Implicaciones internacionales de la biotecnología: la guerra de las patentes. Consideraciones tras la Ronda de Uruguay", en *Agricultura y Sociedad*, 64 (julio-septiembre), 193-233, 1992.

A escala nacional e internacional es preciso adoptar políticas específicas que orienten el desarrollo de procesos biotecnológicos, especialmente en el Tercer Mundo y los países en desarrollo, para suavizar los posibles conflictos que se derivan de la competitividad excesiva entre pequeños países sin necesidad de poner barreras proteccionistas (que sólo las pueden establecer los países ricos, los únicos que disfrutan de ellas, los pobres las padecen. Estas políticas deberían decidirse por alguna de las tres alternativas posibles, en función de la capacidad tecnológica disponible:

(1) Tecnologías que generen productos de alto volumen de producción, pero de bajo valor añadido, como metano, etanol, biomasa, alimento animal, purificación de aguas y tratamientos de materiales de desecho;

(2) Tecnologías que generen productos de menor volumen y de valor añadido intermedio, como aminoácidos y ácidos orgánicos, productos alimenticios, levaduras, acetona, butanol, polímeros, metales y otros similares.

(3) Los productos de bajo volumen y alto valor añadido se sitúan en otra escala de decisión política, como los antibióticos, productos farmacológicos, enzimas, vitaminas y las tecnologías de transformación genética aplicadas a la salud (terapias génicas y no génicas) y agricultura (producción de organismos genéticamente modificados).

Las actividades del tipo (3) para obtener productos finales de alto valor añadido, requieren normalmente un fuerte capital como inversión a largo plazo, plantas industriales especializadas y procesos sofisticados con altos costes de mantenimiento. Las del tipo (2) exigen inversiones moderadas y operaciones menos complejas, pero llevan a producir materiales de no muy elevado valor añadido, como alimentos y bebidas, pesticidas y enzimas no purificadas. Los productos del tipo (1), de bajo valor añadido y originados por procesos fermentativos sin alta especificidad, como biogas y proteínas microbianas obtenidas de caldos de cultivo que utilizan materiales de desecho, no requieren alta tecnología ni tampoco inversiones elevadas. La mayoría de los países no desarrollados o poco desarrollados sólo tienen acceso a esta última y, como mucho, a producciones del tipo (2).

Puesto que tanto la biotecnología de primera generación como, sobre todo, la de segunda generación tipo (3), estará disponible sólo en los países con alto nivel tecnológico y de conocimientos de ciencia básica, por razones económicas y técnicas la biotecnología afectará a las relaciones de intercambio comercial entre los países. Una competitividad internacional en esta área regida sólo por el móvil económico condenará al aislamiento económico y social a los países no desarrollados, relegados al nivel de productores de bienes de servicio para los países desarrollados, con un valor añadido intermedio o casi nulo.

**CUADRO 1 VALORES DE COMERCIALIZACIÓN  
DE LOS PRINCIPIOS BIOLÓGICOS ACTIVOS <sup>6</sup>**

Nombre y uso de la planta	Región de origen	Precio en Estados Unidos*	Precio en el país de origen**	Valor comercial exportado
Azadirachta indica Margosa (Neem) Plaguicida	Sudeste de India, Asia, África	US\$ 524	Precio salido de fábrica: US\$ 0,40 por kg de aceite filtrado, no refinado: hasta US\$ 69 por aceite de calidad medicinal (India)	87% - 99% (Para el productor indio de aceite: 0,08% - 13%)
Centella asiática Gotu Kola Estrés, depresión	India, Asia	US\$ 437	Precio en herboristerías: US\$ 0,75 - 1,25 (hojas, Los Baños, Filipinas)	>99% (Para el herborista, también con frecuencia cultivador: 0,23%)
Harpagophytum procumbens Harpadol, Garra del diablo Artritis	Namibia, Sudáfrica, Botswana	US\$ 702	Precio del recolector: US\$ 0,16 - 0,66 (Namibia) Precio de exportación: US\$ 2,30 - 3,28 (Namibia)	99,21% recolector: 0,06%)
Lingustizom porteri Osha	Estados Unidos -de los nativos americanos	US\$ 1.384	Precio contractual de los indios agricultores: US\$ 0,44 (planta seca, Montana, Estados Unidos)	>99,9% (captado por otros actores que no son los recolectores)
Piper methysticum Kava Bebida ceremonial	Pacífico	US\$ 253 US\$ 2.486	Precio en el mercado local: US\$ 5,95 - 6,62 (raíz, Apia)	97,5% - 99,75%
Prunus africana Pygeum Alteraciones del aparato urinario	África subsahariana, esp. Camerún	US\$ 991	Precio del recolector: US\$ 0,17 - 0,35 por la corteza (US\$ 35-72 por kg de extracto, Camerún)	94% - 96,5%
Syzygium jambolanum Jambul Diabetes	Asia del Sur, Sudeste asiático, China	US\$ 641	Precio del agricultor: US\$ 0,125 - 0,25 (fruto, Filipinas) Precio del mercado: US\$ 0,35-0,50 (Los Baños)	> 99,5% agricultor:£ 0,05%)
Tabebuia impetiginosa Palo de Arco Digestivo	América Central y del Sur, esp. Paraguay y Brasil	US\$ 1.108	Precio del mercado: US\$ 20 (corteza, Asunción - US\$ 0,20 por 10 g)	>95%
Uncaria tomentosa Uña de Gato Indicaciones varias	América del Sur, esp. Perú	US\$ 1.164	Precio del recolector: US\$ 0,24-0,35 (material vegetal, bosque peruano) Precio de venta en Perú: US\$ 14,87-20,30 (Lima, bolsa de 20 mg x 50)	

\* por kilo de ingrediente activo de muestra del producto de venta en Seattle, julio de 1999, en US\$.

\*\* por kilo de material vegetal, en US\$.

Fuente: GRAIN/GAIA; "La biotecnología en venta" en *Sustento y Cultura*, 2000.

<sup>6</sup> Este estudio de caso del *Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente* (UNEP/CBD/COP/4/Inf.25) constituye un apartamiento inusual —y encomiable— de la norma, pues ofrece detalles financieros concretos sobre la participación de los beneficios, permitiendo un análisis independiente sobre su eficacia.

La inversión para la generación de productos biotecnológicos requiere no sólo financiación de largos procesos en *I&D*, sino mayor capacitación de sus operadores que la requerida por los sistemas tradicionales, y no es difícil averiguar por qué se da un notable retraso de los países periféricos o del Tercer Mundo en este terreno. Por lo que es inevitable pensar que aumentará la ya casi insuperable distancia establecida: en 1960, el 20% de la población más rica tenía 30 veces más que el 20% de la población más pobre. En 1990 el 20% más rico tenía 60 veces más que el resto.

Además, es preciso tener en cuenta que la opción inmediata por una determinada actividad biotecnológica condicionará la economía derivada y el desarrollo de nuevas elecciones. Apostar sin planificación por actividades biotecnológicas fáciles, que requieren bajo capital inversor y baja tecnología, supone a la larga estancarse en niveles de producción de materiales de baja calidad y escaso valor añadido.

Por esta razón los países de la OCDE han optado por establecer políticas sistemáticas sobre ciencia y tecnología coordinadas y prioridades comunes, con énfasis especial en la competitividad internacional. Entre estas prioridades destaca especialmente el desarrollo de biotecnología útil para el desarrollo de la microelectrónica, *optoelectrónica*, *robótica* e informática.

De hecho, la biotecnología moderna es una tecnología típicamente transdisciplinaria, cuya velocidad de desarrollo viene dictada por el propio desarrollo de estas ciencias auxiliares. Este tipo de biotecnología, unida a la biotecnología tradicional de fermentación, recibe los frutos del avance espectacular de la electrónica y la robótica.

Interesa a cada gobierno decidir qué áreas deben recibir financiación específica, como incentivo para su desarrollo económico, pero también estratégico y en el ámbito internacional.

## II. EVALUACIÓN DE RIESGOS DE TIPO SOCIOECONÓMICO

Los procedimientos de evaluación del riesgo de las plantas transgénicas corresponden a cuatro etapas secuenciales:

1. Ensayos en Contención, las cuales se llevan a cabo en invernaderos en condiciones totalmente controladas para evaluar la expresión del gen transferido y el comportamiento de la planta, impidiendo la fuga de cualquier material reproductivo;

2. Ensayos en Campo Experimental, para evaluar las plantas en cultivo y medir el posible flujo de genes, este campo debe estar adecuadamente aislado de las áreas normales de cultivo;

3. Ensayos Semicomerciales para evaluar especialmente los esquemas de producción de semillas, también se lleva a cabo en condiciones de Confinamiento, a distancia para prever el flujo de genes hacia parientes silvestres;

4. Pruebas a escala comercial, en las condiciones de campo de producción.

Los riesgos de tipo socioeconómico se derivan a su vez de los riesgos físicos ya identificados (ambientales y de salud humana), y son de dos clases:

A. los relacionados con las pérdidas que podrían ser ocasionadas directamente por los daños evaluados y con los costos de remediación/restauración de esos daños, y

B. los relacionados con la pérdida de competitividad de los sistemas de producción que no introducen los nuevos materiales. De estos dos, sólo el riesgo relacionado con los daños físicos es relevante para las regulaciones de Bioseguridad.

Las pérdidas ocasionadas directamente por los daños o accidentes evaluados se refieren a los casos cuando el cultivo presenta un comportamiento “anormal”, debido al carácter transgénico introducido, y le causa sobrecostos y/o pérdidas de producción al productor, o cuando ese cultivo transgénico causa un deterioro ambiental que se traduce en una pérdida para la sociedad y gastos al sector público para su control y remediación/restauración.

La evaluación de los riesgos socioeconómicos —entendidos como los posibles perjuicios— sin embargo no es suficiente para sustentar una decisión. Es indispensable realizar también una evaluación de los posibles beneficios que podrían generarse de la introducción del material transgénico, y analizar el balance correspondiente.

Este análisis de tipo costo—beneficio debe conducirse a varios niveles:

1. En el ámbito del sistema de producción en finca,
2. En el ámbito regional donde se propone introducir el nuevo cultivo,
3. En el ámbito sectorial con respecto al comportamiento agregado del cultivo, y
4. En el ámbito del comercio exterior por su impacto en la balanza comercial.

En cada uno de estos niveles, además de las variables relacionadas con los costos y la rentabilidad, el análisis debe tener en cuenta variables de tipo social como el empleo, la distribución de los ingresos y la capacitación de la mano de obra, e incorporar los costos ambientales que correspondan específicamente a los riesgos analizados.

Por otra parte, lo que se refiere a los riesgos relacionados con la pérdida de competitividad de los sistemas de producción que no introducen los nuevos organismos transgénicos, es otro de los temas en los que existe mayor confusión en la opinión pública. La pérdida de competitividad de un sistema de producción debido a la innovación tecnológica de los competidores es un fenómeno inherente al desarrollo económico, que ocurre independientemente de si la nueva variedad fue obtenida por medio de la biotecnología o de los métodos convencionales de mejoramiento. De hecho uno de los objetivos de las políticas de desarrollo es fomentar la innovación y estimular a los innovadores; este tipo de riesgo no es equiparable a los riesgos físicos, y por lo tanto no puede ser objeto de las regulaciones de bioseguridad, sino un problema que debe ser enfrentado a través de los instrumentos de la política económica y/o de desarrollo científico-tecnológico.

Finalmente, de aquí se deriva que si se establece una regulación de bioseguridad excesiva, es decir que propone normas que van más allá de los riesgos objetivamente identificados y razonablemente prevenidos, se corre el peligro de crear un instrumento que puede ser calificado como de obstrucción al comercio, y a la innovación tecnológica. Este tema es particularmente importante para los países periféricos o en desarrollo, los cuales dependen críticamente del acceso a tecnologías modernas generalmente desarrolladas en otros países, y en los cuales es necesario crear un clima adecuado para la transferencia real de tecnología.

En el Protocolo de Bioseguridad (Montreal, 2001) la evaluación del riesgo se propone sobre la base de datos científicos verificables, pero si se incluye dentro del análisis de riesgo el componente socioeconómico debemos tener claridad acerca de que aspectos socioeconómicos se deben incorporar en los estudios de impacto ambiental, y como se afectan las ventajas competitivas y de innovación, que influyen en los importadores, los exportadores y en los propios países.

Un ejemplo de esta última situación se da cuando se asocian compañías internacionales con compañías locales para mejorar y agregar valor a los productos desarrollados localmente mediante la ejecución de *joint ventures*. Se tipifica entonces un escenario de valor agregado para la compañía nacional, en el que es necesario determinar los porcentajes de participación en el *joint ventures* para fijar posteriormente los beneficios para cada participante.

Otras situaciones particulares pueden darse cuando el uso del material transgénico permite disminuir o eliminar las importaciones de uno o varios productos, o cuando el empleo de un material modificado genéticamente permite aumentar la producción del cultivo y a la vez disminuir costos aso-

ciados al mismo. Como ejemplo de este último caso se menciona el algodón modificado genéticamente, resistente a plagas, que cuenta con una productividad aumentada y con una disminución en el uso de productos químicos de control, factores que obviamente mejoran la rentabilidad total del cultivo.

Como impacto negativo se menciona el hecho que algunas empresas de semillas no pueden transferir nuevos materiales transgénicos a algunos países, por las presiones de grupos ecologistas radicales, lo que tiene un impacto desfavorable sobre las empresas que desarrollan estas innovaciones, y sobre la economía de los países a los cuales se transferirían los desarrollos, pues se les impide ser beneficiarios de los avances tecnológicos de la Biotecnología.

### III. BIOTECNOLOGÍAS; ¿INSTRUMENTOS DE DESARROLLO O DE DEPENDENCIA?

Estos cambios en los mercados se reflejarán en la aparición de “cultivos de diseño” que permitirán incorporar ciertos rasgos novedosos o mejorados en alimentos, destinados a cubrir gustos específicos, concentración de explotaciones agropecuarias (con la consiguiente quiebra de pequeñas instalaciones y granjas familiares), mayor concentración industrial alrededor de los grupos de empresas poseedoras de derechos de propiedad de las invenciones biotecnológicas, etc. Estas tendencias vienen a confirmar, en parte, las previsiones ya apuntadas en estudios prospectivos previos al actual desembarco masivo de la biotecnología en el comercio, pero de cara al futuro otros factores, aparte de los tecnológicos, van a incidir fuertemente en este sector: sustentabilidad ambiental, aceptación pública de los productos, viabilidad de la agricultura intensiva convencional, etc.

#### 1. Análisis de un ejemplo concreto: cultivos oleaginosos <sup>7</sup>

Uno de los sectores que pronto sufrirán cambios relevantes es el de los derivados de semillas oleaginosas (colza, girasol, lino). La colza —una de las plantas más empleadas actualmente en la ingeniería genética vegetal y con mayor potencial comercial— es un ejemplo. Ello se debe a dos factores, uno técnico y otro económico. La mejora biotecnológica de la colza se ha beneficiado de la puesta a punto de eficientes métodos de transformación con ADN recombinante, de los sistemas para la regeneración de plan-

<sup>7</sup> Sobre la base de los datos recogidos desde: *Libro Verde de la Biotecnología en la Agricultura: ¿Ilusión o realidad?*, Sociedad Española de Biotecnología, 1997; GARCÍA OLMEDO, *Plantas con luz propia: La tercera revolución verde*, Debate, 1997.

tas completas a partir de cultivos celulares y embrionarios, y del ingente conocimiento básico que se está obteniendo del estudio molecular de *Arabidopsis*, un pariente evolutivo de la colza. El impulso económico procede de la valoración, por parte de las industrias de transformación, de que la manipulación genética de la colza puede llevar fácilmente no sólo a un aumento de rendimientos, sino sobre todo a la elaboración de nuevos aceites y proteínas de alto valor añadido que podrían sustituir a otros productos derivados de otras materias primas. Actualmente existen decenas de nuevas variedades transgénicas de colza, algunas en avanzado estado de desarrollo y otras virtualmente ya en los mercados <sup>8</sup>.

Casi todas las variedades transgénicas de colza poseen potencial de que sus productos mermen o desplacen de los mercados (y de hecho ese es su propósito) a sustancias procedentes de otros cultivos. Por ejemplo, el origen actual para el ácido láurico está en la palmera cocotera y en la palmera aceitera, dos cultivos estratégicos en ciertos países en desarrollo. Para un futuro muy cercano se esperan variedades de alto contenido y rendimiento en ácidos grasos y aceites concretos, que podrían incluso competir con derivados que hoy se obtienen en la industria petroquímica, y con la ventaja adicional de ser biodegradables. Esta ventaja no hará sino aumentar, conforme se vayan agotando y encareciendo las reservas de hidrocarburos fósiles. Con ser importantes, los cambios no se detienen aquí: los mismos subproductos de la extracción de los aceites de semillas verán su revalorización al encontrar nuevas posibilidades industriales y comerciales <sup>9</sup>. Aún más, la reciente manipulación genética de las oleosinas (proteínas de las envueltas de los orgánulos que almacenan las grasas en las semillas) deja expedito el camino para convertir a la colza en fábricas vivas de productos de interés farmacéutico y enzimas industriales, que serían purificados a bajo coste. Cómo afectará todo esto al mercado global de derivados de semillas y frutos oleaginosos es difícil de prever, pero está claro que habrá ganadores y perdedores en esta carrera por alcanzar posiciones. El procesamiento de las semillas oleaginosas habrá de adaptarse a la era biotecnológica: probablemente se crearán complejos formados por campos de cultivo de colza o girasol transgénicos especializados, conectados geográfica y funcionalmente

<sup>8</sup> La variante de alto contenido en ácido esteárico se podrá usar en la obtención de grasas sólidas (principalmente margarinas), con el potencial de desplazar en el mercado a otras fuentes naturales de esta sustancia. La variante rica en *láurico* tiene su salida en la fabricación de jabones y detergentes, pero igualmente encontraría nichos en la elaboración de dulces y derivados lácteos.

<sup>9</sup> Hasta ahora, el residuo proteico de la colza tiene escaso valor (sólo se usa como aditivo en alimentos para animales), pero la biotecnología está en camino de eliminar las sustancias que hacen su uso inapropiado para consumo humano.

con almazaras y plantas de procesamiento igualmente especializadas en extraer y purificar los productos de alto valor añadido. Para evitar problemas de mezclas inadvertidas entre semillas destinadas a usos diferentes, así como posibles fraudes, cada fábrica habrá de contar con un departamento de control de calidad provisto de técnicas analíticas precisas pero baratas. Como se ve, todo un nuevo concepto de la producción en este sector, que supondrá nuevas oportunidades de negocios y creación de empleo, pero también amenazas a núcleos productivos tradicionales que no sepan adaptarse. Lo dicho hasta ahora se refería a las semillas oleaginosas.

Pero ¿cómo afectarán estas mutaciones al sector de frutos oleaginosos (aceituna, palmas aceitera y cocotera, aguacate)? Por supuesto, tampoco puede aseverarse, pero lo que sí está claro es que las cosas no serán igual en el futuro para los países productores respectivos. Aunque la biotecnología de estas plantas leñosas está menos desarrollada, no cabe duda que las empresas que ya dominan la mejora de la colza o del girasol pueden fácilmente intentar el “asalto” tecnológico a estos frutos, lo que combinado a su posición privilegiada en los mercados internacionales, puede suponer un auténtico vuelco a largo plazo para sectores productivos importantes en las economías de ciertos países tropicales o (en el caso de la aceituna) de muchos países.

## **2. Beneficios y perjuicios: un balance difícil**

Algunas de las críticas sobre las tendencias actuales de la biotecnología agrícola se centran en la pregunta: ¿a quién beneficia? Se llama la atención sobre el hecho de que muchas de las aplicaciones comerciales están excesivamente sesgadas hacia la búsqueda de beneficios, y ahondando tendencias productoras y consumidoras superfluas o abiertamente arriesgadas. Ello, unido a la citada concentración de grandes emporios empresariales que controlan la tecnología y que deciden las aplicaciones, sería una fuente de preocupación sobre el grado en que cada sistema productivo promueve y protege auténticas aspiraciones al bienestar y al desarrollo integral de las personas<sup>10</sup>.

La mayor parte de la mejora biotecnológica de plantas se ha encaminado hasta ahora a aumentar ganancias para los industriales, transportistas y

<sup>10</sup> El éxito en la obtención de melones transgénicos que maduran de modo controlado, da la pauta de cómo la investigación comercial que privilegia mejoras en productos que de por sí ya son buenos, frente a un gran vacío de investigación básica en cultivos y alimentos que son vitales para la mayoría empobrecida de otras áreas geográficas, así como del olvido de prácticas agrícolas sencillas y respetuosas con el medio ambiente.

grandes cadenas distribuidoras, pero sin aportar más que mejoras superfluas o artículos de lujo (con sus correspondientes precios elevados) a unos consumidores habituados a ser espoleados por la publicidad y la mera novedad. El mundo rico tiene, efectivamente un problema de nutrición: exceso de calorías, dieta desequilibrada, alimentos demasiado sofisticados y elaborados. Mientras tanto, la marea de pueblos del mundo subdesarrollado sigue inmersa en el gigantesco problema de hacer frente a los mínimos indispensables para la subsistencia.

Desde antes que aparecieran en el mercado los primeros productos, se habían creado grandes expectativas en el potencial de la nueva biotecnología como herramienta clave en el suministro de alimentos a una población humana en continuo crecimiento. La ingeniería genética agropecuaria ha sido saludada como la punta de lanza de una nueva revolución capaz de mejorar la productividad reduciendo costes, de ayudar en la adopción de prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente y de servir de motor de desarrollo a los países pobres. ¿Se justifican estas esperanzas?

Un informe reciente del Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés) señala que se espera que la biotecnología logre a medio plazo un aumento de los rendimientos, un refuerzo de las defensas de los cultivos frente a plagas e incrementos en el valor nutritivo de algunos alimentos, junto con mejoras en la conservación y almacenamiento de ciertas semillas y productos vegetales. Sin embargo, a renglón seguido el Informe pone en alerta sobre la ingenuidad de creer que la biotecnología sea una panacea alimentaria. El potencial agronómico de la biotecnología tardará todavía algunos decenios en manifestarse, si bien algunos analistas apuestan a que, a largo plazo será aún más importante que la Revolución Verde de los años '60 y '70; pero al igual que ésta, puede que terminen apareciendo costes ecológicos y económicos sustanciales. Sea como fuere, lo más relevante es que si la biotecnología sigue dominada por la clásica dinámica lucrativa de las grandes empresas occidentales, la agricultura continuará su tendencia a desplazar métodos que minimizan el daño ecológico y la pérdida de suelos. A corto plazo, y si no se toman medidas correctoras, es bastante probable que perjudique a algunas economías de países en desarrollo, y nada asegura que, de hecho, resuelva el problema del hambre en el mundo.

Incluso suponiendo que los países ricos, en un acto de inteligente benevolencia, transfirieran esta tecnología al Tercer Mundo, no hay que olvidar que la productividad agrícola (y su sustrato tecnológico) no es más que un factor entre muchos en la compleja ecuación del hambre en el mundo: la

estructura del comercio mundial, los subsidios agrarios en los países ricos y las prácticas agrícolas poco respetuosas con el entorno, que llevan a la pérdida de la biodiversidad y a la erosión de los suelos son otros parámetros que, desgraciadamente, no se suelen tener demasiado en cuenta a la hora de intentar mejorar el problema.

El Banco Mundial estima que en los próximos 25 años los países en desarrollo deberían duplicar su producción de alimentos si quieren alimentar a su población. Ni los métodos que emplean ahora, ni la potenciación de la fertilización química y la irrigación serían suficientes para lograr esta meta. Por ello se está explorando la posibilidad de que la biotecnología ayude a hacer frente a este gigantesco reto, sin olvidar que ha de formar un entramado con los recursos naturales, la cultura, las tradiciones familiares y la economía general de cada país.

Uno de los factores que más inciden de modo negativo sobre la productividad en los países pobres, especialmente en el África subsahariana, es la pérdida de cosechas por plantas parásitas muy invasivas. Algunos han propuesto que este problema se podría paliar notablemente mediante dos tipos de medidas: introducción de genes de resistencia a herbicidas en las variedades locales de plantas de cultivo (de modo que permitiría sustituir la eliminación manual de malas hierbas) junto con una política de precios más altos para favorecer el empleo de técnicas "occidentales" que mejoren los rendimientos <sup>11</sup>. La medida tecnológica haría que estos países tuvieran que invertir en técnicas de rociado de las plantas con herbicidas, algo que no suele estar a su alcance. Sin embargo, se está investigando un enfoque más sencillo y barato, consistente en repartir a los agricultores semillas previamente impregnadas en el herbicida; cuando las semillas germinan se aplica una sola dosis de dicho herbicida, que elimina a las plantas parásitas. En el otro frente estarían los "verdes extremistas", que han llegado a pedir la prohibición de suministrar estas nuevas biotecnologías al mundo en desarrollo porque para ellos la ingeniería genética aliada con la aplicación de herbicidas es sinónimo del mal absoluto, pasando por alto que se podrían aliviar graves

<sup>11</sup> De todas formas, el estado de la biotecnología varía mucho de unos países a otros. En África la situación es bastante deficiente. Pero otros países (India, China, Brasil, Egipto, Indonesia, Malasia) ya cuentan con programas propios de biotecnología enfocada adecuadamente a mejora vegetal de cosechas locales, y la mayoría ya emplean técnicas de marcadores moleculares que les serán muy útiles en la caracterización de su germoplasma y en el desarrollo racional de la mejora. Incluso existen auténticos centros de excelencia, como el IRRI de Filipinas (centrado en el arroz), el CIAT de Colombia o el ICGEB de Nueva Delhi (este último bajo la égida de la UNESCO, con un centro "hermano" en Trieste, Italia). Estos centros trabajan en estrecha colaboración con instituciones académicas del Primer Mundo y son capaces de incorporar y aplicar tecnologías de vanguardia.

problemas de hambre, al menos durante una fase transitoria que permitiera el “despegue” hacia otras estrategias. La verdad es que en muchas áreas la única alternativa es dejar las cosas como están, es decir, que las mujeres realicen la ímproba e ineficaz tarea de eliminar manualmente las malas hierbas, para comprobar que en la siguiente estación de cosecha el problema sigue intacto. Las secuelas están a la vista: se abandona el campo invadido por malas hierbas y se roturan territorios vírgenes (a menudo en valiosos Parques Nacionales), las mujeres siguen sin salir de su deplorable situación, y muchos hombres emigran a las ciudades, con todo lo que conlleva de problemas familiares, sociales y sanitarios.

Aunque algunos países en desarrollo poseen ya un incipiente sector biotecnológico (semillas híbridas, técnicas de micropropagación, etc.) que nutre a sus mercados internos, la mayoría de ellos son deficitarios en las sofisticadas técnicas derivadas de la biología molecular. Irónicamente, y a pesar de los buenos resultados de esta red internacional pública de *I&D* agrícola, la irrupción en escena de los intereses comerciales de las empresas del mundo desarrollado amenaza la continuidad efectiva de este loable esfuerzo.

Aparte de su contribución a un empeoramiento de las ya deterioradas relaciones económicas entre los países no industrializados y los industrializados que han establecido regulaciones muy definidas y exigentes, en cuanto a control de calidad, para la aprobación de los productos. Por otra parte, el desarrollo de los productos derivados ha sido y es más lento de lo que se esperaba.

El intercambio de productos agrícolas y, sobre todo, sanitarios indica hasta qué punto se ven alteradas las relaciones entre países industrializados y países en vías de desarrollo. En 1990, el mundo desarrollado tenía aproximadamente el 24% de la población mundial y el 85% de la actividad económica; y se calculaba que para su consumo necesitaba alrededor del 50% de la producción total de grano. Esto supone que el 76% de la población del Tercer Mundo se beneficia sólo del 15% de la actividad económica y cuenta, para su alimentación, con el otro 50% del grano <sup>12</sup>. Disparidades parecidas se dan en el consumo de energía. Si no se garantiza que los países no desarrollados puedan acceder a productos de alto valor añadido como los sanitarios, la distorsión puede ser aún mayor y conducir a una nueva modalidad de esclavitud e hipocresía, como la que refleja el interés en producir fármacos y vacunas para veterinaria porque es rentable y dejar de producir

<sup>12</sup> Pero la alimentación en el Tercer Mundo está basada sobre todo en el consumo de grano, mientras que la del mundo industrializado está mucho más diversificada.

los fármacos necesarios para preservar la vida de aquellos que simplemente no pueden pagar <sup>13</sup>, aunque pudieran alimentarse.

#### IV. CONCLUSIONES PROVISIONALES

En esta situación, parece que la única alternativa es una política de desarrollo regulada a escala mundial, para que pueda recibir el nombre de desarrollo humano. Las instituciones que contribuyen al progreso científico en este terreno no deberían someterse sin más al oportunismo de una visión mezquina de la economía, regida sólo por el principio de lucro monetario.

Los malos augurios proceden principalmente de la tendencia de las compañías occidentales a proteger sus tecnologías y productos bajo alguna forma de derecho de propiedad intelectual o sencillamente como secretos industriales. Hasta ahora, el sistema internacional se había caracterizado por el libre intercambio de materiales e informaciones, y esa era la base de su propio éxito. Cada mejora genética se realiza sobre un material biológico previo, que a su vez puede ser producto de sucesivas fases de manipulación. Con las tendencias de los intereses comerciales, los centros públicos internacionales se están encontrando con problemas, ya que a partir de ahora mucho material biológico está protegido por patentes, y hay que pagar por las licencias de uso. La ironía de todo esto es aún mayor si se piensa que buena parte de los cultivos actuales del mundo rico (maíz, arroz, patata, tomate, etc.) proceden en última instancia de centros de biodiversidad de países tropicales, y de conocimientos ancestrales de sus comunidades, y que nunca se ha “pagado” a esos países y comunidades que han sido la fuente de esta importantísima contribución a la humanidad, de la que se han beneficiado especialmente los países opulentos.

Muchos analistas dan por concluida la época del libre intercambio de material genético. Por lo tanto, habría que crear nuevos mecanismos para evitar que el sistema público internacional de *I&D* deje de ser operativo, accediendo a las ventajas de las biotecnologías avanzadas pero continuando el suministro de semillas baratas a los campesinos de los países pobres, según quedó reflejada en la Cumbre de Río de Janeiro en 1992, el Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura de 2001, la Cumbre de Johannesburgo de 2002.

<sup>13</sup> Con respecto a los productos sanitarios, podría ser irrisorio el ejemplo clásico de que los países periféricos necesitan vender varias toneladas de producto bruto de hierro para pagar una espiral de reloj.

El problema no es si un planteamiento biotecnológico a escala mundial llegará o no a ser una realidad, sino cuál ha de ser el grado de sacrificio que se ha de pedir a la humanidad antes de caer en la cuenta de que prevenir no es solamente mejor y más rentable que curar, sino que, aun en términos monetarios, produce mayores beneficios. Sería penoso, y desde luego nada humano, que la planificación y las tragedias vengan impuestas por fuerzas egoístas que se revuelven contra sus promotores, y que no sea la inteligencia colectiva la rectora de la historia.