

# LA BIOECONOMÍA EN ACCIÓN: EL CASO DE LAS SEMILLAS MODIFICADAS GENÉTICAMENTE

Gabriel Leandro\*

59

---

## *Resumen*

El artículo realiza un análisis del mercado de productos modificados genéticamente, lo cual implica la revisión de los principales costos de las industrias biotecnológicas, el papel de las patentes y las motivaciones de los agricultores para adoptar estas nuevas tecnologías. A continuación se estudia el papel de los consumidores como demandantes finales de estos productos. Finalmente, se señalan los principales retos que estos nuevos desarrollos tecnológicos representan para la sociedad con el fin de resolver sus problemas económicos básicos destacando la importancia de la conservación del medio ambiente y de lograr un acceso equitativo a estos nuevos productos y conocimientos.

Palabras claves: tecnología, medio ambiente, biotecnología

Clasificación JEL: O1, O16, O2.

## **Introducción**

Hasta hace unos pocos años el hablar clonación, de alimentos transgénicos, animales transgénicos, medicamentos elaborados ‘a la medida’ de quien los necesita, la posibilidad de transplantar un órgano de un animal a un ser humano, el introducir genes de una especie en otra totalmente distinta, la posibilidad de recuperar a los mamuts; eran sólo algunas de las cosas que habrían sido consideradas como ficción o locuras propias de una película o una historia

\* Profesor de Economía, Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT), Costa Rica (ggabriell@yahoo.com, www.auladeeconomia.cr.gs).

poco creíble. Pero el avance de la ingeniería genética y otras tecnologías está haciendo que todo esto sea no más que realidad.

Así se tiene que se han desarrollado nuevas variedades de plantas ‘mejoradas’, para que sean más resistentes a plagas o a sustancias químicas, o bien para mejorar su sabor o su durabilidad. También el científico Akira Iritani ha logrado desarrollar los que él mismo llamó ‘cerdos vegetales’, que son unos cerdos en los que se introdujeron algunos genes de espinacas logrando que su carne tenga menos grasas. Por otro lado, se ha encontrado que los cerdos podrían ser buenos donantes de órganos para seres humanos, los denominados ‘xenotransplantes’. La genómica y las nano-biotecnologías prometen importantes avances en los campos médico y farmacéutico, en este último la integración de materias vivas y materiales inertes podría tener consecuencias aún insospechadas. Por supuesto que no faltan quienes hablan de los posibles usos militares que esto podría tener (National Academy Press, 2001).

60

Sin duda la ciencia está desafiando al cine, pero también es todo un cuestionamiento ético, ambiental, tecnológico, social y también económico, sólo por mencionar algunas de los ámbitos más afectados. La posibilidad de crear nuevas formas de vida casi es como jugar a ser Dios, y sus consecuencias implican un profundo debate ético, ideológico y hasta religioso. El impacto de estas nuevas plantas y animales modificados genéticamente podrían tener importantes efectos (positivos y negativos) sobre el medio ambiente, el cual se encuentra altamente deteriorado por la acción humana.

Otro de los aspectos sobre los que se suscita un importante debate es el impacto social y económico de todos estos avances. La forma en que estas tecnologías podrían cambiar los métodos de producción, los bienes que se producen y las cantidades en que se producen, así como la forma en que se distribuirán en la sociedad dichos bienes y sus beneficios, implican importantes cuestionamientos para la que se ha empezado a denominar bioeconomía. Es precisamente en el impacto económico que se centra el presente artículo, por supuesto sin restar importancia en forma alguna a todos los demás puntos de discusión relacionados con el tema. Se considera que todos estos avances pueden tener un potencial comercial enorme, se ha estimado que este mercado podría alcanzar 25 millardos de dólares en 2010 y que en menos de 30 años podrían superarse 15,000, al considerar los distintos segmentos de la bioeconomía: alimentos, salud, cuidado personal y distintas manufacturas (Otaiza, 2001).

Sin duda, es necesario analizar el papel que juegan las patentes biotecnológicas y en qué manera se podrían ver beneficiados los distintos sectores de la sociedad, en especial los más pobres. Este artículo se limitará al caso de las semillas transgénicas, ya que es una de las áreas de la bioeconomía con mayor desarrollo pues su uso y consumo se ha incrementado en diversos países, y ya en diversos lugares esto desata importantes polémicas.

## I. Organismos genéticamente modificados

Desde la antigüedad, la agricultura ha sido un importante motor del desarrollo económico al facilitar la producción de alimentos y diversos materiales fundamentales en los procesos de producción. A lo largo de los años su productividad ha ido variando, ya que poco a poco el ser humano ha ido mejorando las técnicas de cultivo e incorporando diversas tecnologías químicas y mecánicas, entre otros factores que han mejorado los rendimientos de las tierras y de la mano de obra y capital empleado.

Ahora bien, durante las últimas dos o tres décadas ha existido un importante esfuerzo realizado tanto por instituciones públicas como privadas, principalmente en EUA, por desarrollar nuevas variedades de cultivos para mejorar sus propiedades y disminuir sus costos y el uso de agroquímicos. Es ahí precisamente donde ha entrado en juego la industria biotecnológica, proveyendo mediante modificaciones genéticas estos resultados deseados. El valor comercial de estos desarrollos ha motivado a varias compañías a destinar muchos millones de dólares a la investigación y desarrollo de nuevos productos que les fueran suficientemente rentables (Paarlberg, 2000).

Tal como se mencionó, muchos de esos desarrollos se han logrado gracias al aporte de la biotecnología. Realmente la biotecnología no es nueva, desde hace mucho tiempo ha sido posible obtener distintos productos como vino, queso, yogurt, vinagre, fermentos alcohólicos, entre otros, que pueden considerarse como resultado de procesos biotecnológicos (Fournier, 1998). Sin embargo, no es sino hasta hace relativamente pocos años que se desarrollan las técnicas que permiten la manipulación y cultivo de células vivas y de los genes, permitiendo ‘cortar y pegar’ genes de una célula a otra (FAO, 2004). El Convenio sobre la Diversidad Biológica de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) define la biotecnología como “toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos” (FAO, 2004b). Esta definición incluye las técnicas relacionadas como el manejo del ADN, la biología molecular y otras tecnologías que permiten manipular y transferir genes entre diversos organismos, e incluso su clonación.

En términos generales podría decirse que un organismo transgénico es aquel cuyo material genético ha sido modificado en forma artificial, de manera diferente a como ocurre en la naturaleza. Los genes insertados pueden provenir de un organismo emparentado o de otra especie totalmente distinta. El objetivo principal para realizar este tipo de modificación es tratar de mejorar características del organismo receptor. Un ejemplo es el caso del maíz, el cual es atacado por un parásito llamado taladro, pero el maíz Bt es una variedad que ha sido modificada genéticamente para ser resistente a dicho parásito, lo cual permitiría menor uso de insecticidas y mayor productividad. Este proceso de fitomejoramiento puede tener fines como: mayor rendimiento, mejor calidad, resistencia a plagas o enfermedades, mayor

tolerancia al calor o al frío o a sequías, mayor contenido nutritivo, entre otros (Colorado State University, 2004).

## II. Los organismos genéticamente modificados en el mundo

Según datos de la *Global Knowledge Center on Crop Biotechnology*, que es una iniciativa de *International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications* (ISAAA, por sus siglas en inglés), la mayor porción de los cultivos transgénicos se realiza en los países desarrollados, básicamente en EUA (70% en 2003). No obstante, de acuerdo con la ISAAA ([www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)) y el *Knowledge Center on Crop Biothechnology* ([www.CropBiotech.net](http://www.CropBiotech.net)), el área plantada ha crecido más rápidamente en los países en desarrollo durante los últimos seis años. En la lista de países en desarrollo que producen organismos genéticamente modificados figuran países como Argentina, México, China, Brasil, etc.

62

Por otro lado, el área total sembrada en el mundo con cultivos transgénicos ha pasado de 1.7 millones de hectáreas en 1996 a 67.7 millones de hectáreas en 2003 ([www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)). Los principales productos son soya tolerante a herbicidas, maíz Bt, canola resistente a herbicidas y algunos tipos de algodón. Se espera que pronto se tengan otros cultivos aprobados, como manzana, cebada, remolacha, zanahoria, pepino, berenjena, gladiolo, uva, lechuga, melón, guisante, maní, petunia, pimienta, frambuesa, arroz, fresa, caña de azúcar, girasol, papa dulce y el tabaco, entre otros (Barnett y Gibson, 1999).

## III. Consideraciones económicas con relación al mercado de semillas modificadas genéticamente

Esta sección del artículo tiene por objetivo introducir un análisis sobre el mercado de los productos transgénicos en general. Con este fin, primero se abordará la cuestión por el lado de la oferta y luego desde la perspectiva de la demanda. La primera parte hace referencia principalmente a las empresas biotecnológicas y a su relación con los agricultores, quienes serían sus clientes directos. Así, se tratará de considerar la importancia que juegan las patentes a la hora de funcionar como mecanismo que facilite la recuperación de los costos que afrontan las citadas empresas.

A continuación se llevan a cabo algunas consideraciones relacionadas con los consumidores, ya que son un elemento fundamental para que cualquier producto pueda tener algún grado de éxito. Se analizará cómo las diferencias en los gustos y preferencias por los productos modificados genéticamente y los no modificados crean una cierta segregación del mercado, particularidades que se basan principalmente en los temores—válidos o no— que existen acerca de su producción y consumo.

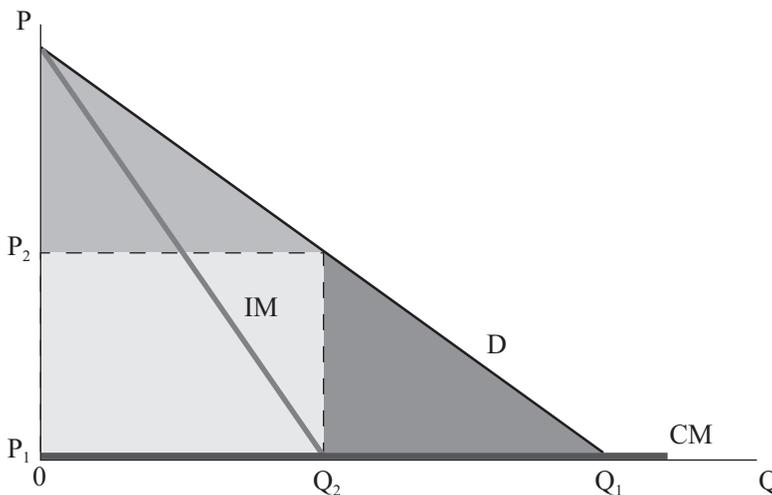
**A. Consideraciones por el lado de la oferta**

El desarrollo de nuevos productos requiere destinar una buena cantidad de recursos a la investigación, luego afrontar importantes costos al lograr la aprobación de los nuevos productos por parte de las autoridades sanitarias y económicas de las distintas naciones. Para compensar estos costos los productores deben recuperar lo que han invertido con la venta de los productos desarrollados, de otra manera no habría estímulo para continuar con este tipo de actividades pues al menos para el sector privado esto no sería rentable.

Si bien los gobiernos pueden aportar, y en varios países lo han hecho, la mayoría de los recursos para la investigación biotecnológica, se presenta el problema de que es difícil sostener un esfuerzo de esta naturaleza por mucho tiempo. Además, las entidades privadas que se dedican a estas actividades esperan algún rendimiento sobre los recursos aportados. Es así como también los gobiernos han respaldado la creación de mecanismos para garantizar el respeto a los derechos de propiedad intelectual.

En el caso particular de las semillas modificadas genéticamente, es necesario que sus desarrolladores y productores destinen recursos para la investigación y el desarrollo, inversiones que esperan recuperar después por medio de la venta de las semillas. Ahora bien, el problema radica en que los compradores de las semillas podrían luego reproducir los cultivos todas las veces que quieran sin necesidad de volver a comprar las semillas a su productor original de tal suerte que el Costo Marginal (CM) de las nuevas semillas obtenidas por el agricultor sería prácticamente nulo. Bajo condiciones de competencia perfecta esto llevaría a un precio igual al CM, y en consecuencia un ingreso también nulo para el productor de las semillas transgénicas. Esta situación se puede explicar gráficamente de la siguiente manera:

**Gráfica 1**



La Gráfica 1 muestra en el eje horizontal las cantidades de semillas transgénicas (supóngase de canola transgénica) por unidad de tiempo y en el eje vertical sus respectivos precios. Se representa un CM prácticamente igual a cero ante una demanda  $D$  con pendiente negativa, la cantidad será  $Q_1$  al precio  $P_1$  el cual es aproximadamente cero. En otras palabras, el ingreso de las empresas biotecnológicas sería nulo. Esta situación lleva a la necesidad, por parte de los productores, de establecer algún tipo de limitación a la reproducción de las semillas, lo cual se podría lograr en cierta forma por medio del establecimiento de derechos de propiedad.

En las economías modernas, se considera que uno de los principios básicos que debe respetarse es el de los derechos de propiedad entendidos como los “acuerdos sociales que rigen la propiedad, el uso y la disposición de recursos bienes y servicios” (Parkin, 2004). Este concepto incluye tanto la propiedad inmobiliaria –financiera–, como la propiedad intelectual. Esta última se encuentra protegida mediante la existencia de patentes, derechos de autor, etcétera. Para diversos economistas el éxito de una economía depende en gran medida de un sistema que garantice el respeto a los derechos de propiedad, y en buena proporción los de propiedad intelectual dado el relevante papel que juegan el conocimiento y la tecnología.

Así, los productores de las semillas podrán patentar sus ‘innovaciones’, concediendo un derecho exclusivo sobre sus productos, y de esa manera ‘proteger’ al propietario de la patente y evitar que las semillas sean empleadas sin compensar a su ‘creador original’. Una patente protege entonces la propiedad intelectual al conceder exclusividad sobre una cierta invención a su autor. Tanto los genes como la materia biológica no son invenciones humanas y por tanto, en principio, no podrían ser patentados. Sin embargo, la legislación ha considerado que las modificaciones que puedan realizarse a estos genes o materiales biológicos si pueden ser considerados como invenciones, razón por la cual sería posible patentarlos. Según Lesser (1997) se considera como propiedad intelectual los derechos de patentes sobre variedades de plantas, invenciones, mejoras o descubrimientos que pudieran o no ser legalmente protegidas, incluyendo todo *know-how*, secretos comerciales, planes de investigación, resultados de investigaciones y sus reportes, modelos estadísticos, programas de computadora e ideas de productos, entre otros. Si este mecanismo no existiera, se argumenta que entonces desaparecería el incentivo para crear y desarrollar nuevos productos de cualquier tipo. Por ejemplo, hasta ahora sólo unas pocas semillas han logrado tener algún éxito en el mercado, lo cual implica que todavía es necesario realizar mejoras en el ámbito de la protección de la propiedad intelectual y a la vez incrementar la inversión en biotecnología.

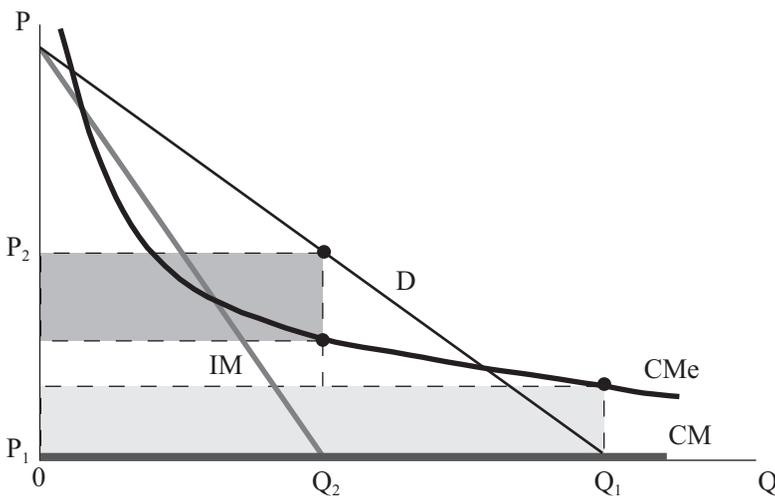
Por supuesto que no todo mundo está de acuerdo con estas afirmaciones, ya que para algunos este tipo de sistema sólo significa malas noticias para los países de menor desarrollo (Grain, 2003). La patente confiere al productor la exclusividad en la explotación de su invención, constituyéndose así en un monopolio. Este punto de vista concuerda con la hipótesis schumpeteriana, recientemente respaldada por Paul Romer, de que vale la pena fomentar la creación de monopolios si de esta manera se promueve la innovación (Samuelson, 2002).

Durante los pasados 20 años la obtención de patentes de las empresas de los países ricos ha experimentado un crecimiento asombroso. Sin embargo para otros la protección de la propiedad intelectual no está relacionada con la inversión en investigación y desarrollo. Varios estudios econométricos en EUA y Europa parecen mostrar que no hay una relación estrecha entre patentes y gasto en en investigación y desarrollo (Nadal, 2003).

Por otro lado, estas patentes son atacadas en parte por la misma la teoría económica, la cual tiende a considerar la aparición de los monopolios como desfavorables al limitar la cantidad producida, y en consecuencia elevando los precios de los bienes y servicios, apropiándose de una parte del excedente del consumidor y generan pérdidas irrecuperables de bienestar para la sociedad.

Tomando como base la Gráfica 1, el monopolio creado por el productor que ha patentado sus semillas de soya transgénica fijaría el precio al punto donde maximizaría sus beneficios (en ausencia de regulaciones), lo cual ocurre donde su CM y su ingreso marginal se igualan, restringiendo la cantidad de  $Q_1$  a  $Q_2$ , y elevando el precio de  $P_1$  a  $P_2$ . El excedente del consumidor se reduce, lo cual implica una pérdida irrecuperable para la sociedad. A pesar de todo, esta podría ser la única manera (o al menos una de las pocas) para que el productor de las semillas recupere su inversión, con lo que también la teoría está de acuerdo. La Gráfica 2 compara los beneficios económicos obtenidos por los productores de las semillas transgénicas antes y después del establecimiento de los derechos de propiedad intelectual.

**Gráfica 2**



En la Gráfica 2, la curva de Costos totales promedio o Costos medios (CMe), muestra los elevados costos fijos en que incurren las empresas biotecnológicas. El principal costo radica

en los recursos destinados a la investigación y el desarrollo, también los costos incurridos para lograr la aprobación por parte de las distintas autoridades sanitarias y ambientales de los productos desarrollados. Así, la vida del producto debe cubrir todos estos costos, lo cual se logrará sólo si la superficie finalmente sembrada es suficiente para garantizar un volumen de ventas tal que su valor cubra los costos. Sin la protección brindada por los derechos de propiedad intelectual la cantidad vendida sería  $Q_1$ , la cual se produce a un costo más elevado que su precio  $P_1$ , dando como resultado una pérdida económica. Ahora bien, si existen los derechos de propiedad intelectual y la protección resulta efectiva, la cantidad se restringe a  $Q_2$ , donde el precio sí supera al costo pudiendo ofrecer un beneficio económico a la empresa biotecnológica.

La evidencia empírica acerca de que los monopolios conducen a mayores niveles de innovación no es contundente, ya que también se ha observado que muchas pequeñas y medianas empresas también destinan importantes proporciones de recursos a la investigación y el desarrollo (Samuelson, 2002). Aun así la industria biotecnológica considera fundamental la aplicación de una normativa efectiva de protección de la propiedad intelectual, tal como ha sido evidente en el reciente conflicto entre la empresa Monsanto y el agricultor canadiense Percy Schmeiser,<sup>1</sup> donde la compañía hizo valer sus derechos en contra del agricultor, al cual se le encontraron entre sus cultivos plantas de canola en las que se hallaron genes de una variedad desarrollada por Monsanto y resistente al herbicida *Roundup*, también producido por esta empresa.

Se espera que los costos adicionales que estas nuevas tecnologías implican para los agricultores se vean compensados, e incluso superados, por los distintos beneficios que podrían aportar. Una de las principales motivaciones por parte de los agricultores para emplear semillas modificadas genéticamente es la posibilidad de obtener mayores producciones y mejoras en la rentabilidad de sus actividades, ya que podrían disminuir sus costos gracias a la resistencia de los cultivos a plagas y a un menor uso de herbicidas y otros productos químicos. Según diversos estudios esas son las principales razones por las que el uso de las semillas modificadas genéticamente se ha difundido rápidamente en países como EUA, Canadá y Argentina, entre otros (Commission of the European Communities, 2000; Chemical Market Reporter, 2000).

Sin embargo, varios estudios realizados hasta ahora no muestran que los productores que emplean semillas modificadas genéticamente obtengan beneficios económicos superiores con relación a los que emplean las semillas no modificadas. Por ejemplo, investigadores como Alexander y Goodhue (1999) encontraron que las empresas biotecnológicas se que-

<sup>1</sup> Puede verse más información sobre este caso en las páginas web: (<http://www.percyschmeiser.com/>, [http://www.organicconsumers.org/de/seed\\_patent\\_schmeiser.cfm](http://www.organicconsumers.org/de/seed_patent_schmeiser.cfm) y <http://www.monsanto.com/monsanto/layout/media/04/05-21-04.asp>).

dan con una alta proporción de los beneficios obtenidos por el uso del maíz Bt, aunque no con la totalidad. Otros investigadores, como Benbrook (1999), o bien organizaciones como Greenpeace (2003), han concluido que los rendimientos del uso de semillas modificadas genéticamente son más bien inferiores. Cabe mencionar que otras organizaciones, como la FAO o el *National Center for Food and Agricultural Policy* (Chemical Market Reporter, 2000), han encontrado que hay mejoras en la rentabilidad y reducciones en los costos. En términos generales, podría decirse hasta ahora los resultados de las investigaciones son mixtos, sin que exista evidencia concluyente de mejoras significativas con relación al uso de las semillas modificadas genéticamente.

Otra situación importante que se ha observado es la alta concentración del mercado en unas pocas compañías biotecnológicas (Commission of the European Communities, 2000; Greenpeace, 2003), básicamente Syngenta, Bayer CropScience, Monsanto, DuPont y Dow (Spendeler, 2004). Esto significa que los agricultores disponen de pocas alternativas si desean comprar semillas modificadas genéticamente, y que serán más dependientes de ellas. Un ejemplo de esto es que los productores establecen contratos que implican importantes costos y restricciones para los agricultores, en el caso de las semillas de algodón de Monsanto se exige un contrato que establece las siguientes tres cláusulas (Barnett y Gibson, 1999):

1. El pago de una ‘cuota tecnológica’, adicional al costo de la semilla.
2. La prohibición de guardar semilla para sembrar en el futuro y para comprobar esto se debe permitir a los funcionarios de Monsanto el examinar los cultivos por un periodo de tres años.
3. Los agricultores deben cultivar un refugio de algodón que no sea Bt.

Por otra parte, los productores de las semillas han logrado desarrollar ciertas estrategias para lograr un mayor uso de las semillas modificadas genéticamente por parte de los productores, como lo son la venta de un ‘paquete tecnológico’ que incluye la semilla y el herbicida (como la soya y la canola *RoundUp Ready* de Monsanto), al igual que ciertas prácticas de discriminación de precios por países. Por ejemplo, se encontró que ciertas semillas de soya transgénica eran más caras en EUA que en Argentina, según la *American Soybean Association* (ASA) (Commission of the European Communities, 2000). Todo esto es posible gracias a su poder de mercado, por la alta concentración en mercados oligopolísticos. Otra práctica de algunas de estas empresas es la aplicación de las llamadas *terminator technologies*, las cuales consisten en que las semillas modificadas genéticamente de segunda generación se van volviendo estériles. Esto último se justifica, según las compañías biotecnológicas, en mantener el valor de la investigación implícito en las semillas y en evitar el flujo de genes hacia el ambiente.

### ***B. Consideraciones por el lado de la demanda***

Si no hay demanda no vale la pena realizar ningún esfuerzo de producción, diría cualquier empresario. Ahora toca discutir algunos puntos relacionados con las decisiones de los consumidores. Actualmente la mayor parte de los cultivos transgénicos no son para consumo humano, sino que muchos se emplean para alimentar animales o con otros fines industriales (Alcalde y López, 2004), pero la posibilidad de que los consumidores puedan reconocer cuáles alimentos han sido elaborados a partir de organismos modificados genéticamente y cuáles no, puede marcar una diferencia fundamental en su aceptación o rechazo. Ese es el fin de la “Guía Roja y Verde de los alimentos transgénicos” publicada por Greenpeace, la cual informa sobre distintos alimentos que tienen como parte de sus ingredientes organismos modificados genéticamente con el fin de que la gente seleccione aquellos que no los contienen.

68

Esa percepción que tengan los consumidores con respecto a los alimentos transgénicos y su efecto en la salud humana y en el medio ambiente son factores que podrían limitar enormemente su aceptación, o bien potenciarla, si la gente los considerara beneficiosos. Hasta ahora los principales temores con relación a su producción y consumo son (Yudell y DeSalle, 2002):

- Posibles alergias;
- Escapes de organismos modificados genéticamente al ambiente;
- Contaminación de especies no modificadas o especies nativas;
- Producción de ‘súper-hierbas’; y
- Efectos sobre especies no objetivo (como la mariposa monarca en el caso del maíz Bt).

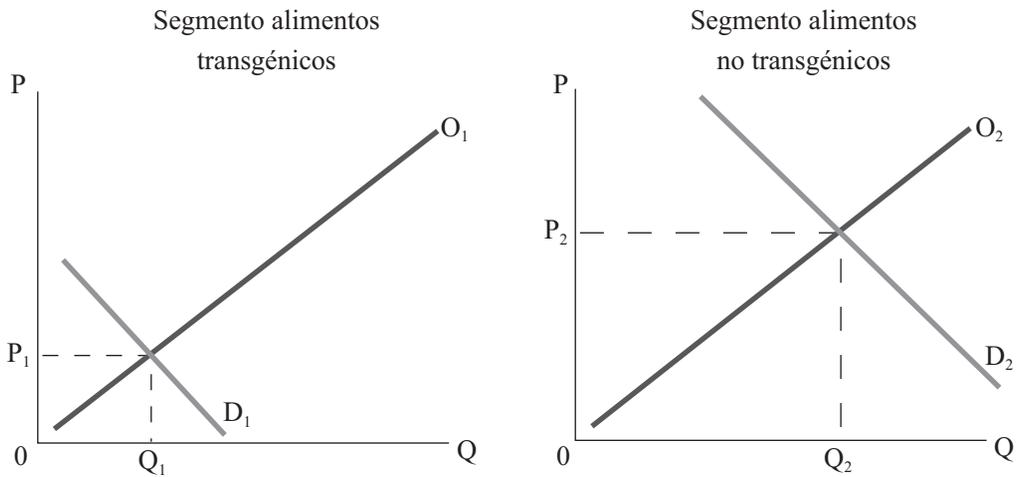
Otros investigadores y organizaciones denuncian otros factores en contra de los productos transgénicos, como:

- Incremento futuro en el uso de agroquímicos;
- Contaminación de los suelos;
- Desaparición de la biodiversidad;
- Resistencia a antibióticos; y
- Los productos transgénicos fomentan mayores desigualdades en la repartición de la riqueza.

Todas estas percepciones afectarían la cadena de comercialización completa si el consumidor final no acepta el producto, entonces los distintos intermediarios tampoco lo aceptarán hasta que el agricultor y las mismas empresas biotecnológicas vean reducidas sus ventas. Esto conduce a llegar a tener mercados segmentados o diferenciados, donde el consumidor podrá diferenciar entre los productos modificados y los no modificados. La segmentación de

mercado provocará demandas distintas para productos transgénicos y los no transgénicos, tal como se ilustra en la Gráfica 3, donde se ha supuesto que las curvas de oferta son idénticas (no existe mucha base, como se mencionó anteriormente, para afirmar que haya diferencias significativas en los costos de producción entre transgénicos y no transgénicos).

**Gráfica 3**



La demanda por los productos transgénicos  $D_1$  se supone menor que la demanda por los productos no transgénicos  $D_2$ . Si, por ejemplo, la gráfica anterior representara el mercado de la soya transgénica y la no transgénica, entonces el precio de la soya transgénica tendrá que ser inferior a la de la soya no transgénica ( $P_2 > P_1$ ), y el volumen de ésta última será superior también ( $Q_2 > Q_1$ ). En la medida en que se requieran normas de etiquetado, pruebas, preservación de la identidad del producto y trazabilidad de los productos transgénicos, entonces la oferta  $O_1$  se desplazará hacia la izquierda elevando el precio final y restringiendo aun más la cantidad finalmente vendida. Además, este proceso de determinación de cuáles productos están libres de organismos modificados genéticamente y cuáles no, contribuiría a elevar los costos tanto de unos como de otros, lo cuál sólo provocará reducciones en el bienestar de la sociedad (Lapan y Moschini, 2004).

La segmentación del mercado depende en buena medida de la posibilidad de preservar la identidad del producto, la trazabilidad y las normas de etiquetado, pues sólo así el consumidor tendrá capacidad de diferenciar los productos. En ese sentido hay diferencias importantes entre los distintos países. En EUA y Canadá los productos transgénicos tienen menos restricciones y han recibido mayor aceptación por parte de los consumidores, pero en Europa las trabas son mayores y se estima que aproximadamente 70% de los consumidores los rechazan (Commis-

sion europea, 2000). Estas diferencias pueden atribuirse a diferentes factores (culturales, históricos, políticos, etc.) que llevan al consumidor europeo a preferir los productos frescos y naturales. Además, los diferentes grupos ecologistas han realizado importantes campañas en contra de los productos transgénicos, como es el caso de Greenpeace, Amigos de la Tierra, Red por una América Latina de Transgénicos, entre otros.

En América Latina, generalmente las normativas no son muy exigentes y más bien los gobiernos han mostrado cierta anuencia a la introducción de los productos transgénicos, aunque ya se han hecho sentir algunas demandas por más regulaciones en materia de bioseguridad y algunos grupos han lanzado un mensaje de alarma y protesta ante estas situaciones, por ejemplo el sitio de Internet Biodiversidad en América Latina,<sup>2</sup> donde muchas personas (ingenieros, ecologistas, etc.) expresan su desacuerdo con la producción de plantas transgénicas principalmente en países como Argentina.

70

#### **IV. Las preguntas que aún quedan sin contestar: Los retos de la bioeconomía de cara al siglo XXI**

No cabe duda de que la bioeconomía presenta importantes y difíciles retos para la política económica actual y futura que abarcan todos los ámbitos de la actividad humana y en forma muy significativa a la economía, pues afecta la forma en la cual la sociedad responde a sus problemas económicos básicos: ¿qué y cuánto producir?, ¿cómo producir? y ¿para quién producir?

La primera pregunta plantea el reto de producir alimentos transgénicos con demanda, lo cual implica el lograr que estos productos sean aceptados por las autoridades sanitarias y los consumidores. Por lo tanto, es necesario dedicar más recursos para investigar en dos direcciones: por una, lograr presentar al consumidor una mayor variedad de productos transgénicos; y por la otra, investigar más a fondo los efectos que los productos transgénicos, actuales y futuros, puedan tener sobre el medio ambiente y el ser humano, de modo que se pueda asegurar al consumidor que lo que está comprando es seguro para sí mismo y para el ambiente.

La segunda interrogante establece un reto principalmente en dos puntos. El primero es cómo lograr financiar una industria liderada hasta ahora por el sector privado, de manera que no se presente una estructura monopólica u oligopólica tanto en la producción de los alimentos transgénicos como en la generación del conocimiento que permite su desarrollo. Entra en juego definir cuál debe ser la participación de los gobiernos y en general de las diversas entidades públicas interesadas en la investigación y en el empleo de los resultados de estas investigaciones. Esto implica determinar si los gobiernos estarán en disposición de destinar recursos con estos fines, o de establecer alianzas con el sector privado, o bien otorgar beneficios

<sup>2</sup> ([www.biodiversidadla.org](http://www.biodiversidadla.org)).

fiscales, o de otros tipos, a las empresas que destinen recursos a la investigación de productos que luego puedan tener un impacto social significativo. El segundo aspecto se relaciona con cómo lograr que la producción de los alimentos transgénicos no dañe el medio ambiente y, que en el mejor de los casos logre sus principales fines: mejorar la productividad agrícola a la vez que se transformaría en un factor ambiental favorable, principalmente al reducir el empleo de agroquímicos por su resistencia a plagas y enfermedades. El poder crear semillas transgénicas que no desarrollen ningún tipo de contaminación genética y que no afecten la biodiversidad se constituye en un todo un reto para la biotecnología, ya que de otra manera el futuro de esta industria estaría fuertemente limitado. A su vez los distintos países deben crear marcos regulatorios eficientes, tanto en el fomento de la industria biotecnológica como en la protección de su medio ambiente y de la salud de su población.

La tercer pregunta significa otro importante reto relacionado con la equidad. Por un lado se argumentan los diferentes beneficios que las biotecnologías ofrecen, pero por otro lado parece ser que esos eventuales beneficios no están al alcance de todos. La compra de semillas transgénicas más caras, los pagos y cuotas tecnológicas y otros costos que anteriormente se mencionaron podrían hacer que no todos los agricultores de los países en desarrollo tengan suficiente capacidad de pago para producir con las nuevas tecnologías. Luego, los productos al consumidor también reflejarían dichos costos, provocando que el efecto se extienda al resto de la población. Tal como lo manifiesta la FAO en su página web, los alimentos transgénicos no son una panacea y los problemas de los pobres requieren ser atendidos con mayor prioridad, considerando desarrollar productos que sean demandados por los pobres así como que logren tener acceso en cantidad suficiente y a un costo favorable. Ello se traduce en una transformación del modelo hasta ahora seguido donde es el sector privado lidera la investigación y los beneficios, por otro que facilite la transferencia tecnológica y donde el sector público tenga un papel más activo procurando un acceso más equitativo a los beneficios de los transgénicos. Es necesario ahondar más en el rol que juegan los derechos de propiedad intelectual y fomentar un esquema en el que haya fomento a la investigación pero también acceso al conocimiento.

## **Conclusiones**

El desarrollo del presente artículo se puede llegar a las siguientes conclusiones principales. En primera instancia los recientes desarrollos tecnológicos, y los que están por venir, plantean todo un reto para las sociedades y economías actuales al aparecer nuevos bienes y servicios, cambios en la productividad, nuevas industrias con enormes potenciales comerciales e importantes desafíos en materia ambiental. En esta tendencia se encuentra el desarrollo de las semillas modificadas genéticamente, las cuales son una de las áreas en que la biotecnología ha avanzado más, tanto en desarrollo técnico como comercial.

A pesar de que la biotecnología no es tan nueva en sí, no es sino hasta hace unas dos décadas que la manipulación a nivel celular viene a dar un mayor impulso a esta área científica, abriendo las puertas para el desarrollo de semillas y alimentos modificados genéticamente, los cuales se espera que tengan mayor rendimiento en el cultivo, mejor calidad, resistencia a plagas o enfermedades, mayor tolerancia al calor o al frío o a sequías, mayor contenido nutritivo, entre otros beneficios.

El cultivo de productos modificados genéticamente ha venido creciendo en forma acelerada durante los últimos seis años, principalmente en algunos países en desarrollo.

Las industrias biotecnológicas primero enfrentan importantes costos de investigación y desarrollo, y luego un elevado costo por lograr la aprobación de los productos que han desarrollado.

Las empresas biotecnológicas argumentan que el establecimiento de patentes biotecnológicas (derechos de propiedad intelectual) es esencial para poder continuar fomentando sus actividades de investigación, ya que de otra manera no les sería posible recuperar sus inversiones.

El otorgamiento de estas patentes otorga al productor la posibilidad de obtener beneficios monopólicos sobre sus productos, lo cual eleva el precio y restringe la cantidad reduciendo el bienestar de la sociedad.

Las principales motivaciones de los agricultores para emplear semillas transgénicas son poder incrementar su producción, reducir sus costos y hacer frente a plagas y enfermedades. Sin embargo, los estudios no demuestran que los rendimientos de los agricultores que emplean semillas modificadas genéticamente sean mayores en comparación a los que emplean semillas no modificadas.

El mercado está altamente concentrado en unas cinco firmas, lo cual genera una dependencia de los agricultores hacia esas empresas al tener que aceptar contratos con un conjunto de cláusulas que imponen costos adicionales y otras restricciones.

La posibilidad de que los consumidores logren diferenciar los productos transgénicos de los no transgénicos genera un mercado segregado, donde hasta el momento las condiciones parecen concluir que la demanda por los últimos sería mayor.

Los principales riesgos que los consumidores consideran como relevantes son: posibles alergias, escapes de organismos modificados genéticamente al ambiente, la contaminación de especies no modificadas o especies nativas, la producción de ‘súper-hierbas’ y los posibles efectos sobre especies no objetivo.

En términos generales, la bioeconomía enfrenta toda una serie de retos, entre los que destacan: lograr la aceptación de los productos transgénicos tanto por las autoridades sanitarias como por los consumidores; desarrollar productos transgénicos variados y seguros para las personas y el ambiente; permitir el financiamiento de la investigación biotecnológica en un esquema que no concentre los beneficios ni el conocimiento, sino que facilite una mejor

distribución y acceso de los productos y la transferencia tecnológica; y lograr que el desarrollo biotecnológico también contribuya a satisfacer las necesidades de los pobres, lo cual implica redefinir el papel de los sectores público y privado a la vez que será necesario ajustar los mecanismos de protección de la propiedad intelectual y la legislación tanto para fomentar la industria biotecnológica como para lograr una mayor equidad.

## Bibliografía

- Alcalde y López (2004). "Alimentos transgénicos", *MUY Interesante*, año XXI, núm. 5, mayo.
- Alexander, Corinne y Rachael E. Goodhue (1999). "Production System Competition and the Pricing of Innovations: An Application to Biotechnology and Seed Corn", paper presentado en la 1999 *AAEA Annual Meetings*.
- Alston, Julian (2004). "Horticultural biotechnology faces significant economic and market barriers", *California Agriculture*, abril-junio, vol. 58, núm. 2.
- Barnett Barry J. y O. Gibson (1999), "Economic Challenges of *Transgenic Crops*: The Case of Bt Cotton", *Journal of Economic Issues*, otoño, vol. 33, núm. 3.
- Benbrook, Charles (1999). "Evidence of the Magnitude and Consequences of the RoundUp Ready Soybean Yield Drag from University-Based Varietal Trials in 1998", *AgBiotech InfoNet Technical 1*, julio.
- Chemical Market Reporter (2000). "Biotechnology Lowers Agricultural Costs", 05/01/2000, vol. 257, núm. 18.
- Commission européenne (2000). "Les Européens et la Biotechnologie", *Eurobaromètre*.
- Commission of the European Communities (2000). *Economic Impacts of Genetically Modified Crops on the Agri-Food Sector*.
- Flores-Estrada (2004). "TLC afectará nutrición", *Semanario Universidad*, Costa Rica, 17 al 23 de junio núm. 1577.
- Fournier Origgi, Luis Alberto (1998). *Recursos Naturales*, San José, Costa Rica: EUNED.
- Global Knowledge Center on Crop Biotechnology (2004). "FAO: Biotech can meet the needs of the poor", *K-sheet*, núm. 6.
- Greenpeace (2003). *Al Grano: Impacto del maíz transgénico en España*, agosto.
- (?). *Guía Roja y Verde de alimentos transgénicos*.
- Lapan y Moschini (2004). "Innovation and Trade with Endogenous Market Failure: The Case of Genetically Modified Products", *American Journal of Agricultural Economics*, agosto, vol. 86, núm. 3.
- Lesser (1997). "The Role of Intellectual Property Rights in Biotechnology Transfer Under the Convention on Biological Diversity", *ISAAA Briefs*, núm. 3.
- National Academy Press (2001). *Opportunities in Biotechnology for Future Army Applications*, Washington, D.C.
- Paarlberg, Robert (2000). "The Global Food Fight", *Foreign Affairs*, mayo-junio, vol. 79, núm. 3.
- Parkin (2004). *Economía*, Pearson Education.
- Pomareda (2004). "Persisten dudas por semillas transgénicas", *Semanario Universidad*, Costa Rica, 8 al 14 de julio, núm. 1580, p. 3.
- Samuelson, Nordhaus (2002). *Economía*. España: McGraw Hill.
- Spendeler, Liliane (2004). *Situación Global de los cultivos transgénicos: una visión distinta a la de la industria biotecnológica*, Amigos de la Tierra, marzo.
- Yudell y DeSalle. *The Genomic Revolution: Unveiling the Unity of Life*, Washington D.C.: Joseph Henry Press.

### Recursos electrónicos

Colorado State University (2004). *¿Que son las Plantas Transgénicas?* (<http://www.colostate.edu/programs/lifesciences/CultivosTransgenicos/>), consultada el 14 de junio de 2004.

FAO (2004). *¿Se ocupa la biotecnología de las necesidades de los pobres?* ([www.fao.org](http://www.fao.org)), consultada el 21 de junio de 2004.

——— (2004b) *Declaración de la FAO sobre biotecnología* ([www.fao.org](http://www.fao.org)), consultada el 21 de junio de 2004.

Grain (2003). *¿Un sistema mundial de patentes? El Tratado sobre el Derecho Sustantivo de Patentes de la OMPÍ* (<http://biodiversidadla.org>), consultada el 17 de junio de 2004.

Internet biodiversidad (<http://www.biodiversidadla.org>).

Nadal, Alejandro (2003). *Del chocolate fundido y el sistema de patentes* (<http://www.biodiversidadla.org>), consultada el 17 de junio de 2004.

Otaiza Vásquez, Edgar (2001). *Entre lo convencional y lo bioético: La bioeconomía del siglo 21*, (<http://analitica.com/cyberanalitica/enegocios/>) consultada el 28 de junio de 2004.