

# Cultivos transgénicos: una mirada desde la economía

## Transgenic cultures: from the economic viewpoint

*Mauricio Mosquera*\*

### RESUMEN

La introducción de semillas transgénicas en la actividad agrícola plantea una modificación a la función de producción de la misma, debido a la potencialidad de alcanzar características deseadas tales como mayores rendimientos, lo cual resulta fundamental en un entorno económico caracterizado por la libre competencia. Sin embargo, la aceptación de los productos de la ingeniería genética dista mucho de ser un proceso sencillo; en efecto, se ponen sobre el tapete discusiones relativas a la predominancia de los intereses del sector privado, del monopolio del conocimiento y de la seguridad de estos alimentos. Este artículo presenta los principales puntos de debate en torno a la adopción de los cultivos transgénicos y contribuye a la discusión sobre este tópico para Colombia.

**Palabras clave:** OGM, agrobiotecnología, ingeniería genética, efectos en la salud.

### ABSTRACT

The introduction of transgenic seeds for agricultural purposes poses modification to their production, due to the potential for reaching desired characteristics such as greater yield, this being fundamental in an economic environment characterised by open market conditions. However, acceptance of products resulting from genetic engineering is far from becoming a simple process; discussion relating to the predominance of private sector interests, the monopoly of knowledge and the safety of such seeds/food is currently in the spotlight. This article presents the main points of debate regarding adoption of transgenic cultures, contributing to discussion about this topic for Colombia.

**Key words:** GMO, agrobiotechnology, genetic engineering, effects in the health.

## INTRODUCCIÓN

El uso de semillas transgénicas se plantea como una solución a la problemática de malnutrición y hambre en el mundo, ya que el incremento en la población mundial hace previsible la proyección de Malthus (1798) con respecto a la inexorable llegada de la hambruna, en razón a que la tasa de crecimiento de la población es mucho mayor que la del crecimiento en la producción de alimentos. En efecto, de acuerdo con las cifras de la FAO (1999), se deduce que la actividad agrícola enfrenta el reto de alimentar 8000 millones de personas en 2020, contraponiéndose a una capacidad en el uso de los recursos tierra y agua, los cuales están llegando al límite con el uso de la actual tecnología de explotación agrícola. Sin embargo, la situación es muy diferente de la que se planteaba hace ya

más de dos siglos, puesto que la problemática se centra en los países más pobres y subdesarrollados, en los cuales las tasas de natalidad son las más altas y la capacidad de acceder a alimentos suficientes y de buena calidad muy limitada; en otras palabras, países que padecen de inseguridad alimentaria.

## ANALOGÍA CON LA REVOLUCIÓN VERDE

Hace treinta años el mundo se encontraba ante atemorizantes predicciones respecto de la escasez de alimento y el epicentro de la conmoción se ubicaba en Asia, más específicamente en sus países sobrepoblados. Tras este distractor, venía gestándose la mayor transferencia de tecnología agrícola hacia el mundo subdesarrollado por parte de los países avanzados, la cual se conoce como la Revolución Verde (1950). Dicha tecnología constituía un paquete en el cual se propagaba la utilización de los últi-

---

\* Economista de la Universidad Nacional de Colombia. E-mail: mmosquera1@contraloriagen.gov.co

mos avances del momento: pesticidas, fertilizantes, semillas híbridas y riego. Sin entrar en la discusión de los intereses implicados detrás de este *bondadoso* empeño, se llega a constatar que en efecto, hacia 1960, las cosechas de cereales en el mundo se habían doblado, al punto que la gran hambruna que atacaría al Asia entera nunca llegó. Debe entonces reconocerse que la Revolución Verde se constituyó en un factor esencial para el incremento de 2,1% en la tasa de crecimiento medio anual del volumen de cereales.

Sin embargo, el éxito de la tecnología desarrollada con la revolución verde dependió en gran medida de la disponibilidad de factores que hoy en día no se tienen en abundancia, como lo son el agua y la tierra arable. De hecho, durante los últimos 25 años se ha perdido más de un cuarto de los 8700 millones de hectáreas de tierra con vocación agrícola, forestal y ganadera, en razón a la sobreexplotación, al mal uso de las mismas, al crecimiento de la población y al proceso de urbanización (Strauss 2000). El efecto más nocivo de la Revolución Verde se deriva de la manera como se implementó, ya que se dejó de lado al agricultor pobre, y se favoreció a quienes tenían mayor cantidad de recursos. Es decir, no atacó la causa fundamental del hambre y, por el contrario, fomentó la continuidad de la situación de pobreza, al punto que hoy en día más de 1300 millones de personas alrededor del mundo se encuentran en esta situación. Otra de las consecuencias nefastas que tuvo la aplicación de estas tecnologías es la alta dependencia que generan respecto de pesticidas y de herbicidas, con las consecuencias devastadoras que esto tiene sobre los ecosistemas.

Ante la perspectiva de un inminente aumento de la población y las dificultades que presenta la tecnología agrícola actual para la satisfacción de la necesidad de alimento de las nuevas generaciones, es necesario acudir a alternativas de producción que aumenten los volúmenes por ofrecer, los cuales han de proceder fundamentalmente de aumentos en rendimientos. Esta posibilidad que hoy en día se presenta con la introducción de la biotecnología para la producción de alimentos, ya que pueden generarse plantas que cuenten con características deseadas por el productor, como mayor tamaño, mayor peso, nutrientes adicionales, aumento en rendimientos, etc. A lo anterior se suma que este tipo de cultivos puede disminuir los costos de producción y lograr un mejor uso de los recursos naturales, ya que se disminuye la dependencia de pesticidas y de fertilizantes.

## ¿CÓMO SE ESTÁN USANDO?

Los alimentos transgénicos son el resultado de la aplicación de la biotecnología en una de sus acepciones más modernas, ya que el conocimiento del ADN de los organismos vivos ha dado lugar a la aplicación de la ingeniería genética para manipular la información genética de los mismos, de tal manera que pueden introducirse genes de otras especies y lograr características que anteriormente no se tenían, sin modificar los procesos del organismo mejorado. Este procedimiento consiste en el cruce dirigido de un genotipo de buena calidad con un organismo que incorpore la información genética de las cualidades que se buscan; obviamente, se obtienen individuos de buena y de mala calidad. Con la investigación se espera llegar a una variedad estable, genéticamente hablando, y de buena calidad. Entre las cualidades específicas que pueden desarrollarse en las semillas se encuentran: resistencia a insectos, virus y herbicidas, retardo del periodo de maduración, tolerancia al aluminio, cambio en la composición, resistencia a sequía, resistencia a humedad, resistencia a la acidez de los suelos, entre otras (Banco Mundial 1999).

En el mundo, la implementación de este tipo de tecnología ha venido creciendo exponencialmente. Comenzó en China y posteriormente se difundió hacia otros países, como Estados Unidos y Argentina. “En 1996 había dos millones de hectáreas sembradas con semillas transgénicas, en 1997 once, en 1998 veintiocho y en 1999 casi cuarenta” (Bär 2000). Los incrementos más grandes se han dado en los Estados Unidos, Argentina y Canadá. En efecto, las compañías dedicadas al desarrollo de semillas invierten millones de dólares, para participar de un mercado que se estima alrededor de los dos mil millones de dólares y se proyecta que mueva alrededor de treinta y cuatro mil millones de dólares en 2010.

No puede ignorarse el hecho de que este mercado aún está desarrollando las semillas que se conocen como de primera generación, es decir, que hasta ahora se está limitando a aquellas semillas que poseen características que abaratan la producción, ya que evitan el uso de pesticidas e insecticidas. Sin embargo, se espera una mayor revolución de los mercados agrícolas cuando empiecen a desarrollarse semillas de productos diferenciados. El ejemplo que se cita de este tipo de productos de segunda generación es el de la soya y sus variedades: soya con alto contenido de ácido oleico, que mejora la calidad nutricional de los aceites y disminuye el riesgo coronario, así como soyas con proteína mejorada, entre otros aspectos.

## DEBATE

El debate sobre el uso de alimentos genéticamente modificados está en el orden del día. Sin embargo, la impresión clara que deja esta discusión es encuentra en el grado de desinformación bastante preocupante de quien va a ser en últimas el beneficiado ó perjudicado por el uso ellos: el consumidor. Esta desinformación parte de resultados publicados, acerca de los efectos perjudiciales que han tenido los alimentos transgénicos sobre organismos experimentales. La literatura sobre el tema destaca dos casos. El primero corresponde al científico Arpad Pustzai del Instituto Rowett (Escocia), quien publicó sus hallazgos sobre potenciales efectos nocivos de los alimentos transgénicos sobre la salud. Después de alimentar ratas con papa transgénica comprobó que ésta atrofiaba parcialmente el hígado de los animales; además de verificar que algunos órganos fundamentales del sistema inmunológico, como el bazo o el timo, se afectaban de manera frecuente. El mismo Instituto Rowett afirmó que estos resultados carecían de validez científica, lo cual se ratificó un año más tarde cuando la revista científica *The Lancet* publicó la metodología del experimento. Los datos, tan esperados por la comunidad científica, fueron considerados decepcionantes, pues no permitían concluir que los transgénicos fuesen perjudiciales para la salud.

El segundo caso, puso en tela de juicio el maíz transgénico portador del gen Bt, que lo hace resistente a algunos insectos. Un grupo de investigadores de la Universidad de Cornell publicó un trabajo en el cual se mostraban los perjuicios que provocaba en la mariposa monarca alimentada con hojas espolvoreadas con polen de maíz transgénico: comían menos, crecían más lentamente y su tasa de mortalidad era mayor que la de las larvas que se alimentaban de hojas espolvoreadas con polen de maíz normal, o con hojas sin polen. Este trabajo fue criticado por los principales productores de semillas transgénicas, Monsanto y Novartis, con el argumento de que las mariposas no se nutren exclusivamente de polen de maíz; sin embargo, el debate aún no se ha agotado.

Los dos casos recién mencionados han servido como argumento a aquellos que se oponen a los alimentos transgénicos por considerarlos perjudiciales para la salud. Incluso vale la pena destacar que escándalos como los de las vacas locas en Inglaterra, las dioxinas de los pollos de Bélgica y la Coca Cola contaminada, que han afectado a países del viejo continente, no tienen ninguna relación con los OGM, aunque han generado una reacción negativa de los consumidores hacia los

alimentos elaborados con sustancias no tradicionales y, por esta vía, hacia los alimentos transgénicos.

En este sentido, la posición francesa se limita a reconocer que ellos no han tenido problemas de alimentación, y que un acto vital como el de alimentarse no puede adolecer de la más mínima pizca de riesgo, finalizando con una oda a la comida francesa que no requiere ingredientes estandarizados (Chaumont 2000). Obviamente, la percepción del problema es muy diferente desde Europa, un continente con oferta alimentaria abundante y de primera calidad; así se le ve en donde la gente aún se muere de hambre. Parafraseando a Carter, expresidente de los Estados Unidos: "el verdadero enemigo es el hambre y no la biotecnología responsable".

## LOS DEFENSORES

La comunidad científica afirma que el intercambio de genes se ha dado siempre en forma natural. Este fenómeno fue estudiado en el siglo XIX por Gregor Mendel, quien enunció las leyes de la herencia, de las que se deriva la posibilidad de obtener el mejoramiento genético de un ser vivo mediante cruces artificiales. De esta manera, los agricultores y mejoradores de plantas usaron durante siglos las semejanzas familiares para aumentar la productividad de sus plantas y animales mediante la selección de los ejemplares más grandes, más fuertes y menos vulnerables a enfermedades. Aún cuando no lo sabían, conceptualmente estaban practicando biotecnología. Quienes defienden el uso de la biotecnología para la producción de semillas que permitan la obtención de organismos mejorados no son tan osados para afirmar que esto no representa peligro alguno para el ser humano; sin embargo, hacen énfasis en que se corren menos riesgos que con las plantas obtenidas por hibridación, ya que el segundo procedimiento equivale a mezclar la totalidad de los genes de las especies. No obstante, esto no es objeto de crítica alguna. Por supuesto, resulta más fácil controlar un procedimiento en el cual sólo se inserta un gen que se espera rinda una característica específica. Son conocidos dos casos que demuestran que el procedimiento tradicional de hibridación creó productos peligrosos: un apio que produce quemaduras en la piel de quien lo consume, el cual por fortuna nunca llegó a los mercados, y una variedad de papa que, a bajas temperaturas, acumulaba cantidades peligrosas de una sustancia tóxica (Lañez 2000). Por otro lado, se afirma que un OGM es igual en su base genética a un alimento no modificado de la misma especie, y que la diferencia está dada sólo por la presencia del gen introducido, lo cual no cambia su esencia.

Otra de las justificaciones en torno a la conveniencia de implementar el cultivo de semillas transgénicas tiene que ver con la menor dependencia de estos cultivos frente a productos agroquímicos. De aquí, que decisiones como la de las transnacionales McDonald's, Gerber y Frito-Lay, de vender productos procesados sin transgénicos, son una condena al ecosistema, en razón a que se está optando por la utilización de pesticidas, herbicidas y, en general, productos agroquímicos, los cuales atentan contra la naturaleza y son monopsonios con respecto a las materias primas.

Sin embargo, el principal argumento en favor de los cultivos genéticamente modificados es el desafío que representa la alimentación de 4000 millones de personas adicionales que habrá en el mundo en el año 2050. Así mismo, existe consenso alrededor de la idea de que con la tecnología convencional no se podrá aumentar la producción de alimentos en una medida suficiente para cubrir el aumento en la demanda, por lo que se plantea la necesidad de adoptar la biotecnología.

## NECESIDAD DE INFORMAR AL CONSUMIDOR

Este tema se ha vuelto polémico en razón al manejo de comunicación que le han dado los distintos entes involucrados. Es claro que se han generado muchos mitos en torno a las empresas productoras y comercializadoras de semillas transgénicas, a las cuales se les presenta como si estuviesen impulsando sin demasiado cuidado estos productos. En realidad no parece racional que los productores de semillas, que viven del negocio y deben responder a las necesidades de los consumidores, impulsen una semilla dañina porque ello impediría que estas mercancías fuesen validadas por el mercado, lo cual redundaría en su propia quiebra.

Por otro lado, los alimentos transgénicos han llegado a denominarse alimentos Frankenstein, relacionando la manipulación genética con la tenebrosa historia del científico loco que creó vida de manera artificial. Indudablemente, este término se constituye en una argucia que resulta muy impactante en términos del lenguaje para descalificar a los transgénicos. También preocupa la conformación de grupos terroristas como el ELF Earth Liberation Front, que ataca los laboratorios donde se desarrollan investigaciones en transgénicos tal y como ellos mismos lo reconocen, pero justifican su acción como "una defensa al daño que causan los transgénicos". En efecto, sus acciones han causado inmensas pérdidas y tiene el agravante de que cada vez son más frecuentes (Llanos 2000). No nos equivoquemos, el asunto es más

serio que eso ya que estamos ante una realidad: se ha potenciado la capacidad productiva del agro.

Sin temor a errar, puede afirmarse que los ataques al uso de la biotecnología en la producción de alimentos han sido devastadores, con el agravante de que aparentemente se basan en pruebas científicas como los caos de Pustzai y el de las mariposas monarca, los cuales demeritaron los avances de los científicos en la tarea de llegar a variedades de papa y maíz genéticamente modificados. Sin embargo, las refutaciones a estas pruebas llevadas a cabo por la comunidad científica no fueron tan publicitadas en los medios de comunicación como los experimentos defectuosos (Stott 2000).

Muy dicente resulta la aplicación de una encuesta en España, la cual revela que el alto grado de desinformación del consumidor es una realidad que va más allá de los países subdesarrollados. En dicha encuesta más de dos tercios de los encuestados estaban en contra del uso de semillas transgénicas, pero la misma proporción se declaraba de acuerdo o ignorantes frente a la afirmación "los tomates normales no tienen genes y los transgénicos sí". Lo importante en este campo es permitir una confrontación honesta entre aquellos que temen al uso de la biotecnología y aquellos que la defienden, dejando atrás toda clase de dogmas alrededor del tema.

## TRANSGÉNICOS Y MODELO DE DESARROLLO

Las preocupaciones de fondo encarnadas por la introducción de semillas transgénicas en la esfera de la agricultura mundial van más allá de los efectos que tengan sobre el consumidor. Si se piensa más detenidamente en este tema, estamos enfrentando una tecnología capaz de incrementar la productividad de la actividad agrícola, lo cual no es poca cosa si se mira en términos de la situación de apertura de mercados. De hecho, la implementación de la biotecnología facilita la acción de conquista de mercados, ya que cataliza las posibilidades de inundarlos con productos de mejor calidad y más baratos, dejando al margen a aquellos que no vinculen en su función de producción estos nuevos elementos. Resulta imprescindible tener en cuenta que entrar a un mundo globalizado con una tecnología rudimentaria no permite competir y, por el contrario, lleva latente el riesgo de perder incluso el mercado interno.

A partir de los años de 1980, Colombia adoptó una estrategia de desarrollo basada en el mercado como mecanismo asignador, bajo la óptica de que el país se vería

beneficiado de la mayor apertura del mercado mundial, de la consecuente división internacional del trabajo, de la especialización en la producción de aquellos bienes en los cuales se tuviesen ventajas comparativas (ó creadas) y de la ausencia de distorsiones que causaba la intervención del Estado. Sin embargo, fue una apertura caracterizada por la ausencia de programas que preparasen a nuestros productores para enfrentar los nuevos retos, y que compensaran en cierta medida los adversos efectos que ha generado el desempeño macroeconómico (altas tasas de interés y revaluación). Por otro lado, las instituciones de apoyo al sector agropecuario han jugado un papel pobre en lo que respecta a fomentar el desarrollo rural. Todos estos factores se han sumado para redundar en una especialización del país en aquellos renglones en donde se tenía capacidad competitiva desde antes de la apertura económica, es decir, logramos establecer un filtro por el cual sólo pasaron los productores eficientes, dejando atrás un problema de pobreza agudizado. De aquí que el problema fundamental de hambre en nuestro país no se derive de la ausencia de alimentos, sino de la imposibilidad de nuestras gentes para la generación de ingresos que les permitan obtenerlos. No puede pensarse que el uso de transgénicos sea la solución al problema de pobreza en sí, sino que sólo será efectivo si se habilita al productor nacional para que se inserte en los mercados de manera competitiva.

## TRANSGÉNICOS EN COLOMBIA

Es necesario formular varios interrogantes: ¿Los alimentos desarrollados mediante la ingeniería genética están haciendo parte de la ingesta alimenticia del consumidor nacional? ¿Entran transgénicos al país? La respuesta es más que decepcionante ya que no se tiene idea alguna acerca de las importaciones de este tipo de productos. Esto se deriva en parte de la inexistencia de normas legales que permitan al país constatar si los alimentos que se importan son obtenidos mediante esta tecnología. En efecto, sólo hasta enero de 2000 se llevó a cabo la adopción del Protocolo de Bioseguridad por parte de 133 países, los cuales se reunieron en Cartagena, donde —entre otras cosas— se decidió informar al consumidor

acerca del tipo de producto que compra. Sin embargo, éste es un mandato que debe ser aprobado por el Congreso de la República como una ley que se ajuste a las condiciones de nuestro país, lo cual se estima no se llevará a cabo en el corto plazo, es decir, que hasta ahora no se tiene certeza acerca de la importación de este tipo de productos.

Sin embargo, se dispone de información que permite suponer que en nuestro país estamos consumiendo alimentos desarrollados mediante biotecnología. Como lo demuestra la Tabla 1, el cultivo que más se está implementando mediante transgénicos es la soya, la cual alcanzó un 52% del total mundial en 1998 (excluida China), seguida por el maíz, que presenta una participación del 30%, el algodón (9%) y la canola (9%). Resulta clara la tendencia de crecimiento exponencial que presenta el área cultivada con semillas genéticamente modificadas, como ya se había mencionado.

¿En donde se están produciendo los bienes arriba mencionados? Al respecto se encuentra que Estados Unidos, que dicho sea de paso es nuestro mayor socio comercial, domina el espectro de la producción de transgénicos (véase tabla 2) con un 74% del área dedicada en el mundo a cultivar mediante semillas de este tipo, seguido por Argentina (15%) y por Canadá (7.0%). De hecho, la constatación de los porcentajes por cultivo que Estados Unidos dedica a la producción de transgénicos (véase tabla 3) muestra que el 32% de la soya que allí se produce utiliza semillas transgénicas; igualmente, la cuarta parte del maíz y el 3,5% de la papa cultivados.

**Tabla 1. Acres de tierra cultivada con semilla transgénica en el mundo 1997-1998**  
En millones de acres (excluye china)

Cultivo	Acres 1997	%	Acres 1998	%
Soya	12.08	46	36.03.00	52
Maíz	8.00	30	20.08	30
Algodón	3.05	13	6.03	9
Canola	3.00	11	6.00	9
Papa	<0.3	<1	<0.3	<1
Total	27,05	100	69,05	100

*Fuente:* Internacional Service for the Acquisition of Agri-Biotech.

**Tabla 2.** Área cultivada con semillas transgénicas por país  
1997-1998  
En millones de acres (excluye China)

País	Acres 1997	%	Acres 1998	%
E.E.U.U	20,3	74	51,3	74
Argentina	3,5	13	10,8	15
Canada	3,3	12	7,0	10

*Fuente:* Internacional Service for the Acquisition of Agri-Biotech.

Proagro, puesto que apuntan a revivir, con tecnología tradicional, productos que ya tienen sus pares transgénicos y que fracasaron con la apertura económica.

## IMPLEMENTACIÓN DE LA AGROBIOTECNOLOGÍA

El desarrollo de este tipo de cultivos requiere un alto grado de conocimiento, dominio de la ingeniería genética y montos de inversión muy superiores al 0,08% del PIB que Colombia destinó a investigación en 1999 (DNP 1999). Quizás ésta sea la principal diferencia con la Revolución Verde. Se estima que conseguir una especie modificada tiene un costo que varía entre 20 y 50 millones de dólares (Strauss 2000), es decir que el desarrollo de semillas transgénicas es una de las empresas de capital más intensivo. Esto también ha tenido importantes implicaciones en torno al tipo de agente económico que las está desarrollando. Mientras que la Revolución Verde contó con apoyo de los gobiernos, la Revolución

**Tabla 3.** Porcentaje del área cultivada con semillas transgénicas en EE.UU. por producto  
En millones de acres

Cultivo	Transgénicos	Total	% transgénicos
Soya	27	72	32
Maíz	19,6	80	25
Algodón	5,8	13	45
Papa	0,05	1,4	3,5

*Fuente:* Internacional Service for the Acquisition of Agri-Biotech.

Pasamos entonces a verificar el monto de importaciones colombianas de cultivos que han podido desarrollarse con transgénicos. Es importante aclarar que Brasil se tiene en cuenta ya que importa semillas transgénicas de Argentina de manera un tanto oscura. Así se verifica que en 1997 el país importó más de un millón y medio de toneladas de maíz de países que aplican la biotecnología a la producción agrícola. En tanto que la papa importada de estos países superó las cinco mil toneladas, la soya llegó a más de ciento noventa mil toneladas importadas de estos países en el mismo año. Ya para el año 1998 la importación de maíz llega a 1,79 millones de toneladas, la de papa a quince mil toneladas y la de soya baja a noventa y tres mil toneladas. Estos datos permiten concluir que existe una muy alta probabilidad de que los productos transgénicos estén invadiendo nuestro mercado, con las nefastas consecuencias que el inherente aumento de la competitividad de estos productos tiene sobre el productor nacional, al dejarlo desarmado en un mundo globalizado. En este sentido surgen cuestionamientos relativos a la viabilidad de programas a largo plazo como

la Revolución de los Genes se desarrolla con capital básicamente privado, encarnado en transnacionales, como Monsanto y Novartis. Desde esta perspectiva, se entiende la relevancia de temas relativos a los derechos de propiedad intelectual, ya que la inversión de una transnacional en la producción de una semilla no tendrá otro fin que recuperarla con creces. Del manejo que se dé a este tema, depende en buena medida la capacidad de acceso de los productores a esta nueva tecnología.

En otras palabras, puede ocurrir lo mismo que a la Revolución Verde, es decir que a ella sólo puedan acceder quienes sean capaces de pagar, dejando en franca desventaja a quienes no puedan hacerlo. En este sentido, en vez de terminar con las hambrunas del mundo, pueden llegar a acrecentarlas mucho más al ahondar la brecha entre ricos y pobres. Debe reiterarse que no es concebible que la biotecnología por sí sola logre terminar con la problemática de la falta de alimentos que padecen millones de personas alrededor del mundo, pues si se implementa según los parámetros del modelo de desarrollo actual, se seguirá agravando el conflicto social. La

**Tabla 4.** Importaciones de maíz, papa y soya (en Kg brutos) según país de origen.

Año	Producto	Argentina	Canadá	Estados Unidos	Brasil
1995	Maíz	77.849.065	122.600	920.645.960	22.098
	Papa		192.382		
	Soya			21.004.765	
1996	Maíz	107.417.130		1.318.357.405	128.756
	Papa			55	
	Soya			222.000.059	20.925
1997	Maíz	205.578.201	267.766	1.337.558.544	280.694
	Papa	45.346	3.946.687	1.113.472	
	Soya	3.947.000		136.716.125	53.854.780
1998	Maíz	450.833.588	128.242	1.339.453.712	388.539
	Papa	195.371	7.041.827	714.164	7.755.991
	Soya	2.625.000		88.585.599	2.202.660
1999	Maíz	83.884.934		1.597.337.475	378.288
	Papa		433.557	105.285	
	Soya			32.354.598	8.020

Fuente: DANE.

situación no es fácil de resolver: los países que más necesitan de estas tecnologías no tienen los medios para adquirirlas, ni las pueden desarrollar, y los costos en los cuales la transnacional ha incurrido para llevar a cabo la obtención de las semillas mejoradas no serán recuperados si renuncian a patentarlas. En razón a que nuestro país difícilmente podrá desarrollar semillas transgénicas, resulta más conveniente comprar los desarrollos logrados. El ideal sería manejar las técnicas, para lo cual se requiere fortalecer la posición negociadora con respecto a derechos de propiedad intelectual y recursos humanos muy capacitados.

Otro de los puntos álgidos de esta discusión es la bioseguridad, la cual se centra alrededor de los efectos ecosistémicos que puedan tener plantas sexualmente compatibles con otras especies pertenecientes al ámbito natural en el cual son implantadas. Son muchas las versiones que plantean que con estas especies pueden

llegar a destruirse otras, lo cual pone en riesgo la biodiversidad. Aún cuando la comunidad científica no niega que éstas son posibles consecuencias de la utilización de este tipo de semillas, afirma que son muchas las pruebas que se hacen en torno a la introducción de estas nuevas especies en ecosistemas extraños. Debe evaluarse si el riesgo para el medio ambiente es no utilizarla, dados los comprobados efectos adversos que tienen sobre el medio ambiente los productos agroquímicos con base en los que se desarrolla actualmente la actividad agrícola.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) exigen, a quienes desarrollan semillas transgénicas, pruebas en torno a la seguridad de las plantas del ecosistema en el cual se van a cultivar. Por ejemplo, si el efecto es lograr la resistencia de la planta a determinado insecto, se practica una serie de pruebas para verificar que no son nocivas para otros animales,

**Tabla 5.** Inversión en ciencia y tecnología del gobierno central  
Apropiación final en millones de pesos de 1996

	1998	1999
Inversión total	97.294	75.981
PIB 1996=0	104.431.927	100.776.809
Inversión total / PIB	0.09%	0.08%
<i>Fuente:</i> DNP.		

**Grupos que tienen desarrollos en cultivos transgénicos en Colombia**  
(actualmente todos se encuentran en el nivel de laboratorio y en pruebas de invernadero)

<b>IBUN</b> Intituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Papa resistente a virus PLRB (enrollamiento de la hoja de papa).</li> <li>• Tabaco resistente al PPT Herbicida</li> </ul>
<b>CIAT</b> Centro Internacional de Agricultura Tropical	Arroz resistente al virus de la <i>Hoja Blanca</i> (aclaramiento de la hoja, lo cual causa pérdidas en rendimiento).
<b>Corpoica</b>	Banano resistente a virus CMB.
<b>Cenicafé</b>	Plantas de café que expresan el gen de la quitinasa. Para degradar la quitina de la etapa temprana de la larva de la broca del café.
<b>CIB</b> Corporación de Investigaciones Biológicas	Papa resistente a insectos patógenos. Con gen <i>CRY1-A</i> de <i>Bacillus thuringensis</i> .

además de las pruebas que tienen que ver con el consumo humano. Se hacen pruebas para constatar que el gen a introducir no cause efectos alérgicos en mamíferos (ratas) y, una vez introducido, se realizan pruebas respecto a creación de nuevas sustancias alergénicas en el organismo resultante y a que el fruto no haya perdido sus cualidades nutricionales (proteínas, grasa, fibra, etc.). A las anteriores se les agrega un plan de seguimiento con el fin de verificar su comportamiento a largo plazo (McGloughlin 2000). "Se practican alrededor de 1400 pruebas a estas plantas antes de que salgan al mercado", afirma Dolly Montoya, Directora del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia. De nuevo surge la pregunta: ¿somos capaces de llevar a cabo este tipo de pruebas en nuestro país, dada la precaria inversión que se destina a investigación? La respuesta es que sólo ocho grupos trabajan en el país en el desarrollo de transgénicos y serían capaces de evaluar la calidad del

material genético que se está adquiriendo. Es decir, se requiere enfrentar el reto que impone el avance en la tecnología de producción agrícola, logrando implementar centros en los cuales podamos constatar si las semillas que se compran cumplen con las cualidades ofrecidas y la capacidad de realizar las pruebas de campo de la viabilidad de las mismas en nuestros ecosistemas.

## CONCLUSIÓN

Ante la perspectiva de un inminente aumento de la población, las dificultades que presenta la tecnología agrícola actual para la satisfacción de la necesidad de alimento de las nuevas generaciones y la ardua e imperfecta competencia que reina en los mercados internacionales de alimentos, es necesario acudir a alternativas de producción

que aumenten los rendimientos del agro. Esta posibilidad hoy en día se presenta con la introducción de la biotecnología. Aun cuando se reconoce la necesidad de brindar alimento a las generaciones futuras, debe tenerse en cuenta que la biotecnología por sí sola no será capaz de solucionar los problemas derivados de un modelo de desarrollo concentrador, y que ya no habrá hambre por falta de alimento, sino por la incapacidad de los agentes de generar ingresos que les permitan obtener alimentos.

El problema radica en que enfrentamos un cambio tecnológico que aumenta los rendimientos de la actividad agrícola, (parecido en gran medida a lo que aconteció a la Revolución Verde), el cual se conoce como Revolución de los Genes. De hecho, el impacto que este tipo de productos pueda tener sobre el mercado internacional de alimentos es lo fundamental, ya que aquéllos alteran la función de producción de la agricultura al modificar la dependencia de la estacionalidad y de la ubicación geográfica pues hace tierras aptas de aquellas que antes no lo eran, aminora el riesgo y aumenta la productividad (Bejarano, 1998). Sin duda alguna este tipo de organismos tiene todo el potencial para revolucionar el mercado de *commodities*.

En consecuencia la elección es: se hace caso omiso de estos desarrollos, dejando a nuestros agricultores en una precaria condición de competir en los mercados nacional e internacional, lo cual con seguridad dejaría a nuestro sector rural aún más empobrecido de lo que está, o tratamos de desarrollar las condiciones para adoptar esta tecnología. La implementación de la biotecnología requiere aumentar la capacidad de negociación, definir las líneas en las cuales queremos ser competitivos, capacitar el recurso humano necesario y hacer una labor de transferencia de tecnología agresiva.

Resulta preocupante que en nuestro país el nivel de desinformación acerca de la problemática y oportunidades que genera la agrobiotecnología no es exclusivo del consumidor, sino que llega hasta las esferas gubernamentales, en las cuales ni siquiera se oyen voces que toquen el tema, aun cuando existe una alta probabilidad de que estemos recibiendo este tipo de productos. Sin

lugar a dudas, seguimos imbuidos en una percepción cortoplacista del agro... ojalá no sea muy tarde cuando nos demos cuenta de que llegó un cambio esencial en la función de producción de la actividad agrícola y que definitivamente debemos enfrentar el reto si queremos cumplir con el precepto que plantea nuestra estrategia de desarrollo Cambio para construir la paz, de hacer de nuestro sector agrícola uno de tipo competitivo y concebirlo como un sector capaz de generar divisas y alternativas de ingreso que conduzcan a un verdadero desarrollo rural.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bär, Nora. 2000. El desafío es aliviar el hambre. *Revista Bioplanet*. 3626.
- Bejarano, Jesús Antonio. 1998. *Economía de la agricultura*. Tercer Mundo. Bogotá.
- Chaumont, Patrice. 2000. Sécurité alimentaire. En *Paris Normandie*. Vol. 3555.
- FAO. 1999. Committee on Agriculture (COAG). Roma.
- Lañez, Enrique. 2000. *La seguridad de las plantas transgénicas*. Instituto de Biotecnología de la Universidad de Granada. España.
- Llanos, Miguel. 2000. U.S. Gets a new crop of extremists, en *MSNBC*. Vol. 3578.
- Malthus, Thomas. 1798. *Ensayo sobre el principio de la población*. Primera edición en español 1951. Fondo de Cultura Económica. México.
- McGloughlin, Martina. 2000. *Biotech crops: Rely on science*. University of California Press. Vol. 3571.
- Reportaje. Alimentos transgénicos: ¿Los frutos prometidos?. 2000, en *Revista Bioplanet*. Vol. 2825.
- Stott, Phillip. 2000. Irrational fear on the age of biotechnology, en *Bridge News*. Vol. 3613.
- Strauss, Mark. 2000. When Malthus meet Mendel, en *Foreign Policy*. Vol. 3622.
- World Bank. 1999. Workshop on agricultural biotechnology and rural Development priorities for the World Bank. Publicado en Sustainable Development. International Institute for Sustainable Development (IISD).