

# Los cultivos transgénicos y las sociedades latinoamericanas

Alejandro Chaparro Giraldo Ph.D.\*

Unidad de Genética, Biología Celular y Molecular. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Recibido: 25-09-03; Aceptado: 23-10-03

## Introducción

El advenimiento de los cultivos transgénicos desde mediados de la década de los 90 ha generado posiciones contrapuestas. Entre quienes se han manifestado en contra se encuentra una gama de sectores sociales que va desde ecologistas radicales hasta líderes religiosos, pasando por asociaciones de consumidores, algunos académicos en busca de notoriedad mediática, políticos y algún príncipe europeo, famoso por su pésimo gusto. Ejecutivos de corporaciones multinacionales, academias de ciencia, investigadores científicos del sector público y gobiernos soberanos han manifestado públicamente su apoyo al uso de organismos genéticamente modificados (OGM) en la agricultura. Suiza realizó un plebiscito para decidir el uso o la moratoria para los OGM, ganando la posición a favor del uso. Muchos de los epítetos con los que se califican los cultivos transgénicos demuestran los excesos fundamentalistas a los que se ha llegado: “Semillas de Satán”, “Alimentos Frankenstein”, “Tecnología Terminator”. La polémica toma fuerza y se cuestiona desde la “santidad” de la naturaleza hasta las motivaciones económicas de las corporaciones multinacionales. Una expresión de este fundamentalismo es la creación de una Red por una América Latina Libre de Transgénicos, mientras arden los problemas sociales y económicos que han puesto contra la pared a varios países del área.

Para una región como América Latina se hace urgente examinar los argumentos que se exponen públicamente acerca de este tema, para tomar decisiones de política científica y política económica en el camino de intentar romper la dependencia tecnológica, disminuir la brecha en el conocimiento con los países desarrollados y utilizar la biodiversidad para el desarrollo económico. La base para la realización del examen propuesto no puede ser otra que el conocimiento científicamente validado.

## ¿Qué son cultivos transgénicos?

Plantas transgénicas son el resultado de un proceso de mejoramiento genético, en el que se transfiere al genoma de especies vegetales información genética de cualquier organismo. De esta manera se han generado plantas a las que se les han introducido genes de pez, bacterias, virus, hongos, ratones, plantas no relacionadas o aún genes humanos y genes artificiales. Los propósitos para desarrollar estos OGM vegetales han sido variados. Como nuevas respuestas a viejos y actuales problemas de la agricultura, se han producido plantas resistentes a herbicidas, insectos, enfermedades, salinidad, sequía, acidez, metales pesados, etc., o plantas modificadas para que produzcan moléculas (anticuerpos, vacunas y fármacos) que se usan en terapias para el tratamiento de enfermedades humanas. El uso de la ingeniería genética de plantas, también es intensivo en la ampliación del conocimiento profundo de fenómenos biológicos, tales como el proceso de florecimiento, las

\* e-mail: chapagir@ciencias.unal.edu.co

Disponible en: <http://www.ciencias.unal.edu.co/paginas/transgenicas>

relaciones entre las plantas y los organismos (insectos, virus, hongos, bacterias), la producción de fitohormonas, el stress oxidativo, el direccionamiento de proteínas a organelas celulares, etc.

El uso de plantas transgénicas como biorreactores para producir proteínas de interés industrial o farmacológico, concepto también conocido como «granja de genes», puede ser ilustrado con el modelo de vacunas comestibles. Las razones para trabajar en esta área tienen que ver con que el 20% de los niños persiste privado de 6 vacunas: (difteria, tosferina, poliomielitis, sarampión, tétanos y tuberculosis), lo que supone 2 millones de muertes por año. Charles J. Arntzen de la Universidad A&M en Texas (USA) propuso el desarrollo de vacunas comestibles a comienzos de los años 90, basado en la introducción de genes que codifiquen para proteínas antigénicas aisladas del genoma de microorganismos patógenos. Desde entonces se han desarrollado bano, lechuga, papa y tomate conteniendo vacunas contra la Hepatitis B, papas con vacunas contra *E. coli*, *Vibrium cholerae* y el Virus de Norwalk. Con algunas de ellas se ha llegado hasta la fase de pruebas clínicas con resultados positivos. Según publica la revista *Nature* (2002) (1), experimentos en ratones han mostrado inmunización contra el sarampión al introducir en su alimentación jugo de tabaco transgénico modificado para expresar proteínas del virus. El sarampión es producido por un virus muy contagioso y se estima que provoca cada año 800.000 muertes, en su mayoría niños, principalmente en África. Tradicionalmente se vacuna a los niños contra el sarampión entre los 1 y 5 años, pero en países en desarrollo y en zonas remotas no llega esta vacuna, la cual requiere refrigeración, material aséptico y personal médico. Las ventajas de las vacunas comestibles son extremadamente interesantes para las sociedades de los países pobres: las plantas OGM pueden cultivarse in situ sin coste excesivo, con los métodos tradicionales del lugar, ahorrando inconvenien-

tes logísticos y económicos del transporte a baja temperatura y eliminando el problema del uso de jeringas (1, 2).

Una de las formas de medir la adopción de la tecnología transgénica es observar las estadísticas. Para el año 2001, se estimó un área de 52.6 millones de hectáreas de cultivos GM, laboradas por 5.5 millones de agricultores en 30 países. De esta área, 13.5 millones de hectáreas fueron cultivadas en 6 países subdesarrollados, la mayoría (11.8 millones) en Argentina. Entre USA y Canadá, Norteamérica cultivó el 74% de producción agrícola de OGM. Sumada la agricultura mundial de soya, maíz, canola y algodón, 271 millones en total, el 19% (51.49 millones) corresponde a cultivos transgénicos (3). En USA se han reportado pruebas de campo en 52 especies GM, incluyendo los mayores cultivos comerciales y cultivos forestales (4).

¿La ingeniería genética «crea» organismos nuevos?

Una de las afirmaciones más frecuentemente repetidas es que el uso de las técnicas del DNA recombinante «crea» organismos nuevos que producen efectos negativos per se y, por lo tanto, debe exigirse una moratoria en la investigación y en la liberación comercial. Algunos exaltados han quemado cultivos GM y asaltado laboratorios dedicados a la investigación en ingeniería genética. Como nuevos inquisidores, «Torquemadas posmodernos» salvan la «pureza» genética de la naturaleza y muestran de paso en lo que se convierte la acción política de las ONG supuestamente pacifistas. Sin embargo, en la comunidad científica existe el consenso fundamentado de que no son los métodos de DNA recombinante en sí mismos los que son el problema inmediato, sino los fenotipos del organismo que ellos producen. El fenotipo y no el proceso es el que debe ser examinado (5).

La Academia Nacional de Ciencias (NAS) y el Consejo Nacional de Investigación (NRC) de USA

en análisis separados llegaron a la misma conclusión: no existe diferencia conceptual entre modificación genética de plantas y microorganismos por métodos clásicos o por técnicas moleculares que modifiquen DNA o transfieran genes (6). Los fenotipos, características físicas de un organismo, están determinados por la expresión génica y no por como los genes son introducidos. Los organismos expresan genes que confieren resistencia a antibióticos, sin importar si los genes son introducidos por selección natural o fueron introducidos por manipulación del DNA. Algunos van más lejos y afirman que los métodos basados en la manipulación del DNA son más precisos que los métodos convencionales, e incluso, que sus resultados son más predecibles (6). Tal afirmación se basa en la caracterización detallada del transgene, tanto a nivel de secuencia como a nivel de producto, y en el conocimiento preciso del fenotipo de la planta transformada.

Los resultados de la investigación en genómica muestran evidencias que pueden servir para aclarar si un OGM es una novedad biológica. La comparación de secuencias entre la especie humana y diferentes organismos arroja resultados sorprendentes para algunos que quieren verse separados de la naturaleza como sujetos únicos y especiales. Más del 95% del ADN del Homo sapiens es homólogo con el ADN del Chimpancé (*Pan sp*); igual situación se presenta con el 30% del genoma de la levadura de la cerveza (*Sacharomyces cereviceae*). Entre 40 a 50 genes del genoma humano son similares a genes bacterianos. Dicho de otra manera, lo que hace a la especie humana está ampliamente distribuido en las demás especies biológicas en términos de DNA, lo que implica una relación profunda y verdadera con la naturaleza. No tiene más sentido hablar del origen de los genes, cuando es cada vez más evidente que el origen es el mismo: todos somos transgénicos.

Un análisis válido desde el punto de vista evolutivo señala que, en términos de tiempo geológico (mi-

llones de años), todas las combinaciones génicas han sido probadas; si no existe una combinación dada es porque su valor adaptativo fue muy bajo y fue eliminada por la selección natural. La ingeniería genética no puede «hacer» un organismo más «perfecto» de lo que las fuerzas evolutivas moldearon. Las poblaciones biológicas son balances dinámicos que almacenan o rechazan las novedades genéticas. Como la transgénesis se aplica sobre variedades mejoradas, que son significativamente menos adaptadas que otros genotipos de la misma especie, debido al proceso de domesticación intensiva que han sufrido, necesitan de agua, nutrientes, manejo integrado que los proteja del ataque de patógenos e insectos. Esto los hace muchísimo menos eficientes en la competencia feroz que se libra en un ecosistema natural por espacio y nutrientes.

### Alimentación humana y OGM

Los alimentos transgénicos son sometidos a una serie de evaluaciones rigurosas sobre su seguridad alimentaria y sus cualidades nutritivas antes de llegar al mercado. En este sentido, históricamente son los alimentos más bioseguros que existen y han existido. Para esta evaluación se utiliza el concepto de «equivalencia sustancial», según el cual, si un alimento procedente de la nueva biotecnología se puede caracterizar como equivalente a su predecesor convencional, se puede suponer que no plantea nuevos riesgos y, por lo tanto, que es aceptable para consumo. Los países desarrollados siguen profundizando en este enfoque, de modo que en la actualidad se están desarrollando nuevas metodologías de evaluación que incluyen la identificación de niveles de nutrientes, antinutrientes y posibles toxinas y alérgenos. Algunos críticos (7) han señalado que el enfoque de equivalencia sustancial es inadecuado para encarar los posibles riesgos de las plantas transgénicas y quisieran que dichas plantas fueran sistemáticamente analizadas en busca de cualquier diferencia cualitativa o

cuantitativa respecto de las plantas tradicionales. Usando esta misma lógica, habría que realizar carísimos y complejos ensayos con todas las nuevas variedades de plantas que se producen, independientemente del método de obtención, y las pruebas se multiplicarían al infinito si se quisiera conocer cómo afectan diversos factores ambientales a su composición a lo largo del tiempo.

Existen también preocupaciones éticas derivadas del despliegue de los OGM potencialmente usados en alimentación humana. Según un estudio realizado en 1993 en Inglaterra y citado por Aldridge (8), se consideran sensibles éticamente los siguientes casos: la transferencia de genes humanos hacia animales o plantas que son usados en la alimentación; la transferencia de genes de animales prohibidos por algunas religiones a animales que está permitido comer; y la transferencia de genes animales a cultivos alimenticios, lo que podría ser inaceptable para algunos grupos vegetarianos. El mismo estudio mostró actitudes diferentes frente a la modificación genética. Los musulmanes británicos claramente diferenciaban entre especies mejoradas de manera convencional y aquellas mejoradas por transgénesis, mientras judíos y cristianos consideraban que la especie humana tiene el poder de usar la naturaleza para su beneficio.

### Las corporaciones multinacionales

Uno de los más grandes debates en torno a la ingeniería genética es la identificación que hacen sus detractores con las corporaciones multinacionales de productos agroquímicos. Se afirma que la tecnología transgénica ha sido desarrollada por y para las multinacionales, de tal manera que no puede ser apropiada por los pequeños agricultores y los campesinos del tercer mundo, y que todos los productores agrícolas del mundo serán de esta manera encadenados a los intereses económicos y políticos de las multinacionales.

Las 10 mayores compañías de semillas controlan el 30% del valor del mercado comercial de semillas que es de 24 mil millones de dólares, mientras las 10 mayores corporaciones de agroquímicos controlan el 84% del valor del mercado de agroquímicos, calculado en 30 mil millones de dólares. Después de dos décadas de rápidas fusiones y adquisiciones, cinco de los más grandes «gigantes genéticos» dominan el mundo: Pharmacia (que compró Monsanto), Dupont, Syngenta, Aventis y Dow. Estas empresas también se cuentan entre las 10 corporaciones de semillas más grandes del mundo. El 74% de las patentes en agrobiotecnología fue obtenido por el mismo grupo de empresas (9). Este resultado se percibe en los demás sectores de la economía. Sólo 10 compañías farmacéuticas controlan el 48% del valor del mercado mundial, calculado en 317 mil millones de dólares, mientras 32 de las principales cadenas de supermercados controlan el 34% del mercado global de distribución de comestibles, que tiene un valor estimado de 2.8 billones de dólares. La hegemonía corporativa está abrumando a los gobiernos y minando la soberanía nacional (9). No es exactamente el uso de la ingeniería genética el responsable de esta situación. Ésta es una característica propia del sistema económico actualmente vigente en el mundo. La ingeniería genética es un instrumento tecnológico, derivado de los desarrollos del conocimiento científico. Como tal, es utilizado por cada sector de la sociedad para su beneficio. La visión políticamente rentable, pero extremadamente simplista, de equiparar cultivos transgénicos con multinacionales, conduce a la imposición de modelos neocoloniales de la misma catadura que los que se denuncian. La alternativa para nuestras sociedades latinoamericanas no puede estar entre el imperialismo corporativista y el ecoimperialismo.

### Ingeniería genética y tercer mundo

Las dimensiones del reto que se enfrenta pueden aparecer claras en estadísticas que son dramáticas:

800 millones de personas sobre la Tierra son pobres y malnutridas; 40 mil personas mueren cada día de desnutrición y la mitad de ellos son niños. Para el 2025, existirán 8 billones de personas, 600 millones de las cuales contribuirán para el crecimiento aterrador de la pobreza (10). Además de políticas justas de distribución, cambios en el modelo económico, más democracia y menos concentración del poder, y privilegiar el trabajo sobre la especulación financiera, se necesita incrementar la producción de alimentos y el poder de compra, principalmente en los países pobres y subdesarrollados. Para el 2020, los agricultores del mundo deberán producir 40% más de granos, 200 millones de toneladas extras en los países ricos y 500 millones de toneladas adicionales en los países pobres (10). Según algunos expertos, la mera redistribución no soluciona el problema porque la capacidad de producción de los países desarrollados no es suficiente para satisfacer la demanda mundial de alimentos (11). Existe un imperativo moral para desarrollar los medios para alimentar la población mundial sin causar daño irreversible al ambiente. La aceptación de cada producto necesita ser evaluada por cada sociedad en la que va ser usado, con base en sus propios criterios morales y éticos, incorporando los estándares globales de qué es saludable o sostenible. No es ético para nadie prohibir una tecnología que puede ayudar a sustentar la seguridad alimentaria de otros (12).

Las plantas transgénicas comercializadas hasta ahora tienen un limitado efecto sobre la producción agrícola mundial. Son desarrolladas para la agricultura mecanizada intensiva, orientadas a la reducción de costos en áreas agrícolas que ya tienen altos niveles de productividad o con el propósito de incrementar el valor del producto final. La estrategia más efectiva para asegurar niveles de producción de alimentos suficientes debería ser incrementar la productividad en países pobres, en áreas de agricultura de subsistencia donde se necesita urgentemente incrementar la

producción de alimentos y donde los rendimientos de los cultivos son significativamente más bajos. En el trópico y subtropicos de los países subdesarrollados, los suelos pobres y las condiciones climáticas favorecen plagas de insectos, vectores de enfermedades, así como agentes patógenos para los cultivos, incrementando las pérdidas de postcosecha, mientras hay carencia generalizada de recursos económicos para adquirir semillas de alta calidad, fertilizantes y agroquímicos (13).

Existen numerosas formas mediante las cuales la productividad agrícola puede ser incrementada en forma sostenida: uso de fertilizantes biológicos, mejorar el control de plagas y enfermedades, conservar el suelo y el agua, producir variedades mejoradas por métodos biotecnológicos o por métodos tradicionales. Las variedades transgénicas y el futuro producto de la genómica funcional son la más importante promesa para aumentar la producción agrícola y la productividad, cuando son apropiadamente integrados dentro de sistemas tradicionales. La tecnología transgénica puede ser aplicada al mejoramiento de diferentes caracteres y en diferentes cultivos y no requiere mayores cambios en las prácticas agrícolas de los pequeños agricultores (13).

Los problemas que afectan específicamente la agricultura en los países subdesarrollados no son adecuadamente estudiados o son desconocidos. La investigación y el desarrollado del sector privado está dirigido por consideraciones de mercado y no por consideraciones filantrópicas. Las grandes corporaciones multinacionales no trabajan en los cultivos de los pobres, tales como yuca, millo, sorgo, legumbres (diferentes a soya) y ñame (10). Centenas o miles de millones de personas en las próximas décadas van a tener urgente necesidad de alimento, pero la tecnología necesaria para producirlos no va a estar disponible para ellas. El ambiente también está en riesgo: 11 millones de hectáreas de selva tropical son

reconvertidas para la producción agrícola. La conversión indiscriminada de selva tropical en tierra agrícola va a tener rápidamente más consecuencias ecológicas que los posibles riesgos del uso de cultivos GM (13).

La producción de cultivos GM no es una tecnología extremadamente compleja y está claramente dentro de la capacidad de institutos nacionales de investigación en muchos países subdesarrollados como Argentina, México, Brasil, Colombia, China y Corea del Sur entre otros. Esta tecnología está siendo utilizada por institutos del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), tales como el CIMMYT (México), IIRRI (Filipinas), IITA (Nigeria) y CIAT (Colombia), cuyo mandato está orientado a los cultivos de los pobres (10). Pero la investigación y aplicación de la tecnología del DNA recombinante a los problemas de la agricultura de los países subdesarrollados no puede seguir el mismo modelo de los países desarrollados. La investigación debe partir de la base del estudio de las prácticas campesinas y con la participación directa de los productores agrícolas. El principal propósito de esta aproximación no es el de transferir tecnología simplemente, sino el que los agricultores se empoderen de ella para mejorar la producción y la calidad de sus vidas, mediante la sinergia entre cultivos de pancoger, cultivos comerciales, explotación pecuaria, agroforestería y acuacultura dentro de un sistema integrado de suelos, aguas y nutrientes (14). Desde luego, deben solucionarse asuntos que exceden el papel de los investigadores científicos y que son tanto o más importantes que el uso de la biotecnología agrícola: reforma agraria, políticas para el desarrollo rural y la creación de empleo; políticas que, en general, se orienten a favorecer a los agricultores y a la agricultura. Esto no parece fácil en la época de las transformaciones neoliberales, de «aperturas» contra la producción agraria nacional, de cambio del discurso sobre seguridad agroalimentaria al de búsqueda de nichos

de mercado. De todas maneras, si la armazón que soporta el desarrollo agrícola está colocada en su sitio, entonces la biotecnología puede jugar su papel.

El sector público de la investigación debe mirar aquellas aplicaciones que potencialmente contribuyen a reducir la inseguridad alimentaria, la pobreza extrema y la degradación ambiental, y que no van ser desarrolladas por las fuerzas del mercado.

### Cultivos transgénicos en Colombia

En Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) estableció por medio del acuerdo 0013 del 22 de diciembre de 1998 el Comité Técnico Nacional para la introducción, comercialización, producción y liberación de OGM vegetales, constituido por los representantes de los ministerios de Agricultura, Ambiente y Salud, y de la Universidad Nacional de Colombia; los directores de las divisiones de semillas, sanidad vegetal y bioseguridad del ICA, representantes de los gremios de industriales (ANDI), productores de semilla (Acosemillas), agricultores (SAC) y campesinos (ANUC). En la misma fecha se estableció la resolución 03492 del ICA que determina las condiciones para la introducción, comercialización, producción y liberación de OGM vegetales, basada en las reglamentaciones internacionales. Sobre esta base se autorizó la liberación comercial del clavel azul, producido para exportación por la empresa Flores Colombianas, la realización de pruebas de campo a pequeña escala del algodón Bollgardä resistente a insectos (de Monsanto), el arroz resistente al virus de la hoja blanca y la yuca Bt resistente a insectos (del CIAT), además de aprobar el inicio de trabajos experimentales de transformación en *Brachiaria* y *Stiloshantespara* el CIAT, en Café para Cenicafé y en Caña de azúcar para Cenicafé.

## Conclusión

Para construir el consenso sobre el uso o no de la tecnología transgénica, las sociedades latinoamericanas necesitan entender los beneficios de los cultivos GM y los temas asociados en el terreno de la moral, la ética, la política, la economía, la cultura y lo social. Es importante que se discuta en público la información validada por la comunidad científica. La responsabilidad de la comunidad científica no es solamente realizar descubrimientos, sino asegurarse de que la toma de decisiones se haga sobre información validada (12).

La aplicación de la ingeniería genética a la agricultura no resolverá por sí misma los problemas de la producción de alimentos, contaminación, erosión y traerá una nueva época dorada para la humanidad. Sin embargo, hace parte del conjunto de herramientas que pueden y deben ser usadas para resolver los enormes problemas de las sociedades humanas en este inicio del siglo XXI. La ingeniería genética de plantas no produce monstruos que van a devorar a sus creadores y a acabar con el ambiente. Como cualquier producto de la ciencia puede ser utilizado por los actores económicos para sus intereses; no es malo o bueno por sí mismo. Es imperativo elevar el debate para evitar caer en las posiciones ideológicas de algunas ONG para delimitar y manejar los riesgos derivados del uso de los OGM y encontrar en qué contextos su uso puede ser benéfico para la sociedad en su conjunto.

## Referencias

1. Arakawa T, Chong DKX, Langridge WHR. Efficacy of food plant-based oral cholera toxin B subunit vaccine. *Nature Biotechnology* 1998;16:292-7.
2. Langridge WHR. Vacunas comestibles. *Investigación y Ciencia* 2000 Nov;57-63.
3. James C. Global review of commercialized transgenic crops: 2001. ISAAA Briefs 24. Ithaca, New York: The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA); 2002.
4. Dunwell JM. Transgenic approaches to crop improvement. *Journal of Experimental Botany* 2000;51 GMP Special Issue:487-96.
5. Hails RS. Genetically modified plants - The debate continues. *Trends in Ecology and Evolution* 2000;15(1):14-18.
6. Miller HI, Huttner SL, Beachy R. Risk assessment experiments for «Genetically Modified» plants. *Bio/technology* 1993;11:1323-4.
7. Millstone E, Brunner E, Mayer S. Beyond's substantial equivalence. *Nature* 1999;401:525-6.
8. Aldridge S. Ethically sensitive genes and the consumer. *Trends in Biotechnology* 1994;12:71-2.
9. ETC Group. Globalización S.A. Concentración del poder corporativo: la agenda olvidada. Comunicado 71. 2001 Sep 5. Disponible en: URL:<http://www.rafi.org>
10. Chrispeels MJ. Biotechnology and the poor. *Plant Physiology* 2000;124:3-6.
11. Pinstrop-Anderson P, Pandya-Lorch R, Rosegrant MW. World food prospects: critical issues for the early twenty-first century. Washington: International Food Policy Research Institute; 1999.
12. Flawell RB. Plant biotechnology: moral dilemmas. *Current Opinion in Plant Biology* 2000;3:143-6.
13. Herrera-Estrella L. Genetically modified crops and developing countries. *Plant Physiology* 2000;124:923-6.
14. Serageldin I. Biotechnology and food security in the 21st Century. *Science* 1999;285:387-9