

**TRANSGÉNICOS**  
**Inconciencia de la ciencia**



*Alberto Acosta y Esperanza Martínez*  
(Compiladores)

# **TRANSGÉNICOS**

## **Inconciencia de la ciencia**



2014

## TRANSGÉNICOS

### Inconciencia de la ciencia

*Alberto Acosta y Esperanza Martínez (Compiladores)*

1ra. edición: Ediciones Abya-Yala  
Av. 12 de Octubre N24-22 y Wilson  
bloque A  
Casilla: 17-12-719  
Teléf.: (593-2) 2 506-267/(593-2) 3962 800  
e-mail: [editorial@abyayala.org](mailto:editorial@abyayala.org)  
[www.abyayala.org](http://www.abyayala.org)  
Quito-Ecuador

Edición: Elena Gálvez y Elizabeth Bravo

Revisión de textos: Sandra Ojeda

ISBN: 978-9942-09-180-2

Diseño, diagramación  
e impresión: Ediciones Abya-Yala  
Quito-Ecuador

Impresión: Ediciones Abya-Yala  
Quito-Ecuador

Impreso en Quito-Ecuador, Marzo de 2014

Auspiciado por la Fundación Rosa Luxemburg

Fundación  
Rosa Luxemburg



# Índice

Introducción: Los transgénicos amenazan a la Constitución de Montecristi <i>Alberto Acosta y Esperanza Martínez</i> .....	9
Prólogo Fábula del árbol y el gusano (o cómo explicar los transgénicos) <i>Gustavo Dutch</i> .....	21
Transgénicos: ¿20 años alimentando o engañando al mundo? <i>GRAIN</i> .....	25

## 1

### **Transgénicos: Devastación agraria y tecnología**

Las patentes sobre la vida <i>Isabel Bermejo</i> .....	39
Hegemonías culturales e impertinencias tecnológicas: Reflexiones en torno de la potencial introducción de transgénicos en el agro ecuatoriano <i>Nicolás Cuvi</i> .....	55
Tecnología y degradación agraria en México <i>Elena Gálvez</i> .....	87

Las nefastas consecuencias de los transgénicos para las políticas públicas <i>Edgar Isch L.</i> .....	103
---	-----

## 2

### El fracaso de los transgénicos

Cuarenta aniversario de los transgénicos <i>Ignacio Chapela</i> .....	129
--	-----

El fracaso del algodón transgénico en Colombia <i>Grupo Semillas</i> .....	135
---	-----

La rebelión de las “plagas” amenaza los cultivos transgénicos <i>Isabel Bermejo</i> .....	155
---	-----

Impacto de los cultivos genéticamente modificados: Los primeros trece años <i>Charles Benbrook</i> .....	167
--	-----

## 3

### Transgénicos: Elementos para pensar la salud de los pueblos

Cultivos transgénicos: Impactos a la salud <i>Soil Association</i> .....	185
---	-----

Problemas de la insulina de origen transgénico <i>RALLT</i> .....	217
--	-----

El jardinero infiel <i>Silvia Ribeiro</i> .....	227
--	-----

Una ciencia huérfana: Riesgos ambientales de las vacunas genéticamente manipuladas <i>Mae-Wan Ho</i> .....	233
---	-----

#### 4

### Estudios de caso

Monitoreo sobre la presencia de soya que se expende en los mercados de Ecuador <i>Richard Intriago, Bárbara Pérez y Elizabeth Bravo</i> .....	241
Canola en los Andes ecuatorianos <i>Fernanda Vallejo y Marco Cedillo</i> .....	257
Ecuador es un país libre de transgénicos <i>Elizabeth Bravo y Xavier León</i> .....	267

#### 5

### Nuevas tecnologías

“Dejar plantando”: ¿Por qué la ingeniería genética no está resolviendo el problema de la sequía en la agricultura en un mundo sediento? <i>Doug Gurian-Sherman</i> .....	285
Árboles genéticamente modificados: Panorama latinoamericano <i>Isis Álvarez</i> .....	299
Banano transgénico en el agro ecuatoriano del siglo XXI <i>Elizabeth Bravo</i> .....	309

Del Jurassic Park al Solitario George: Manipulación genética para la conservación <i>Esperanza Martínez</i> .....	331
Biología sintética: La vida descartable <i>Silvia Ribeiro</i> .....	341
Epílogo La venganza del amaranto, la pacífica <i>Ricardo Serruya</i> .....	347
Bibliografía .....	353



# Introducción

## Los transgénicos amenazan a la Constitución de Montecristi

*Alberto Acosta<sup>1</sup> y Esperanza Martínez<sup>2</sup>*

*Desde que la espada y la cruz desembarcaron en tierras americanas, la conquista europea castigó la adoración de la Naturaleza, que era pecado de idolatría, con penas de azote, horca o fuego. La comunión entre la Naturaleza y la gente, costumbre pagana, fue abolida en nombre de Dios y después en nombre de la civilización. En toda América, y en el mundo, seguimos pagando las consecuencias de ese divorcio obligatorio (Galeano, abril 2008, en línea).*

El balance de los últimos cinco años de vigencia de la Constitución deja muchos saldos negativos en materia de los derechos de la

---

1 Economista ecuatoriano. Profesor e investigador de la FLACSO. Ministro de Energía y Minas, entre enero y junio de 2007. Presidente de la Asamblea Constituyente y asambleísta, entre octubre de 2007 y julio de 2008. Candidato a la Presidencia de la República, entre septiembre 2012 y febrero 2013.

2 Presidenta de Acción Ecológica y coordinadora para Sudamérica de la red Oilwatch.

Naturaleza: el arranque de la minería a gran escala, a pesar de la resistencia de las comunidades locales; la extensión de la frontera petrolera, que incluye la decisión de explotar el crudo de los campos petroleros Ishpingo, Tambococha y Tiputini (ITT); el fomento de los agrotóxicos y de los monocultivos para la producción de agrocombustibles; y, la introducción de la tecnología para la producción de transgénicos, pese a la expresa prohibición constitucional.<sup>3</sup>

A lo anterior cabría añadir una lista cada vez más larga de atropellos, los altos niveles de deforestación existentes en el país, la apuesta de Socio Bosque atado al mercado de carbono, así como la continua destrucción de bosques, manglares y páramos.

El Gobierno no solo atropella la Constitución en este punto y en otros muchos, sino que ha roto relaciones con movimientos sociales, organizaciones indígenas y organizaciones

---

3 “Art. 401.- Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente, y sólo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrán introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales.”

ecologistas, a las que criminaliza. Cualquier expresión en defensa de la Naturaleza es calificada como “ecologismo infantil” o simple novejería y se rehúye el debate. En estas condiciones, ¿cómo puede este Gobierno erguirse como el adalid de los derechos de la Naturaleza en el mundo?

En el debate en torno del uso de los transgénicos, nuestra Constitución de Montecristi es un gran logro en contra de una de las agresiones más claras al acceso de semillas. Son muchas las preocupaciones alrededor de los transgénicos, pero la principal es que restringen y distorsionan el ciclo de la vida: que de una semilla nazca una planta que, con sol y agua, produzca una nueva semilla.

Los transgénicos son una verdadera amenaza no solo a la salud, al ambiente y al patrimonio genético de nuestra biodiversidad. Son, sobre todo, una amenaza económica para los agricultores, pues erosionan las oportunidades del país de entrar con su producción y sus ventajas comparativas a mercados internacionales diversos.

La adopción entusiasta de las semillas transgénicas, por parte de algunos agricultores, en diversos países, más bien obedece a una simplificación del manejo de las malezas, lo que disminuye el uso de mano de obra. Son los grandes hacendados quienes buscan, como objetivo, contar cada vez menos trabajadores.

Vale indicar que en países como Argentina, la motivación para el uso de los

transgénicos proviene de la expansión del área dedicada al cultivo de soja,<sup>4</sup> porque demanda menor dedicación del productor, un ahorro en mano de obra en el manejo de malezas. Tengamos presente que la mayor parte de cultivos transgénicos han sido manipulados de manera que los herbicidas no les afecten, lo que facilita las fumigaciones aéreas con sus correspondientes consecuencias.

Asimismo, conviene advertir que los transgénicos no generan un incremento de la productividad. Es una falacia asegurar que los transgénicos ayudan a los pequeños productores, o que se puede triplicar o cuadruplicar la producción agrícola. Más bien sucede todo lo contrario. Los transgénicos generan mayor concentración de la tierra, no ayudan a aumentar la producción y restan puestos de empleo en el sector rural. En este sentido, no debemos olvidar que el trabajo no es solo un medio, sino un fin en sí mismo.

Los transgénicos nada tienen que ver con la producción de alimentos como la papa o el tomate, tal y como se ha sugerido recientemente. Los transgénicos que se comercializan en la actualidad son la soja, el maíz, algodón y canola; es decir, productos que sirven como

---

4 Se utiliza indistintamente soja o soya; sin embargo, se trata del mismo producto.

insumos de alimentos procesados, alimentación animal o combustibles.

Sin embargo, el problema es aún más complejo. El uso continuo de un mismo herbicida provoca el surgimiento de malezas tolerantes a él, lo que demanda el uso de nuevos herbicidas. De esta manera, se requiere más y más inversión, que favorece un negocio redondo para las empresas productoras de estos herbicidas. Hasta el momento ya se han reportado 21 malezas diferentes resistentes al herbicida. El problema es tan grave que la transnacional Monsanto —empresa líder del mercado internacional— ha comenzado a pagar a los agricultores de algodón, en Estados Unidos, 12 dólares por hectárea, con el fin de cubrir el costo de otros herbicidas que deben utilizarse junto con el producto Roundup, marca de su propiedad, “para aumentar su eficacia”.

Esto confirma la tesis de que la biotecnología no reduce el uso de químicos en el largo plazo. Es un hecho que en las zonas con cultivos transgénicos ha incrementado el uso de herbicidas. Un caso documentado e incuestionable es el del glifosato: de una sola aplicación de tres litros por hectárea, llevada a cabo a fines de la década de los noventa, se pasó a más de tres aplicaciones superiores a 12 litros por hectárea, a mediados de la década del dos mil.

La producción de semillas transgénicas y de glifosato es un monopolio. Entre los ejercicios del 2008 y 2009, Monsanto aumentó en

16 % la tasa sobre el valor de la semilla y en 40 % el precio del glifosato. Con ello, incrementó considerablemente sus beneficios económicos en perjuicio de los agricultores.

Otro de los problemas a destacar es la contaminación de ciertos productos de exportación, cuya calidad debe estar garantizada para los consumidores. El mercado internacional prefiere productos libres de transgénicos. Los países europeos establecieron una moratoria de facto a los transgénicos desde 1998, como respuesta a una demanda generalizada por parte de los consumidores.

No hace mucho, el gobierno francés, frente a los resultados científicos derivados de experimentos realizados con ratas alimentadas con maíz transgénico, en las que se desarrollaron diversos tumores, decidió abrir un periodo de verificación de los estudios y señaló que, de confirmarse su toxicidad, podría prohibirse cualquier importación y su uso, incluso como forraje.

Cabe recordar que cuando discutíamos el tema de los transgénicos en la Asamblea Constituyente, el parlamentario europeo Helmuth Markov –presidente de la Comisión de Comercio Internacional– nos envió el 5 de junio de 2008 una misiva en la que destacaba las oportunidades económicas para el Ecuador, al mantener una producción libre de transgénicos. Es más, “la prohibición de la importación y uso de transgénicos” ya la habíamos incluido en el Plan de Gobierno

del Movimiento País 2007-2011, elaborado por cientos de personas, incluido el actual Presidente de la República, en el año 2006. Eso demuestra que, desde mucho antes, hemos estado conscientes de esta cuestión.

Nuestro país tiene inmensas oportunidades para entrar competitivamente en los mercados exigentes, dada la calidad de la que gozan nuestras semillas. Tenemos el mejor cacao, el mejor café, el mejor banano, y diferentes pisos climáticos. Estas constituyen indudables ventajas comparativas si sabemos utilizarlas inteligentemente. Contaminar con transgénicos nuestra producción sería un error imperdonable en múltiples sentidos.

Por poner un caso, a modo de ejemplo, veamos lo que sucede con la miel. La presencia de polen transgénico en la miel chilena limitó las posibilidades de nuestro país hermano para acceder al mercado europeo. Así lo señalan las conclusiones de una investigación realizada por el Centro de Genómica y Bioinformática, y el laboratorio de biotecnología de la Universidad Mayor de Chile.

Con sinceridad, cuesta entender que el actual Gobierno esté planteando una medida tan perjudicial para el Ecuador. El Presidente de la República ha considerado solicitar a la Asamblea Nacional declarar a la introducción de transgénicos una demanda de interés nacional. Dicho requerimiento es una demostración de incoherencia, por los efectos que implica en

la soberanía alimentaria, la economía del país, la salud y nuestro ambiente.

El Presidente de la República pretende justificar dicha decisión sustentado en un altamente cuestionado criterio científico; pero olvida las bases más elementales de la economía y la generación de empleo.

Los transgénicos son un claro ejemplo de la apuesta hacia una modernidad que arrasa con la cultura, en este caso, la campesina, y al uso de tecnologías riesgosas, que abren paso al modelo transnacional de enriquecimiento, a fuerza del control monopólico de la tecnología y sus productos.

Para imponer los transgénicos, se ha construido una serie de mitos que buscan influir —y de hecho lo han logrado—, en políticos deslumbrados por el desarrollo, en empresas que se dedican ya sea a la comercialización, a la producción de semillas o a los agrotóxicos, y en más de una universidad que busca financiamiento. Y este es el camino del correísmo, que está desarrollando el extractivismo del siglo XXI, de clara matriz colonial.

En este libro se analizan los impactos de los transgénicos en los diferentes ámbitos de la vida de los pueblos, fundamentalmente en la salud y la agricultura. Se presenta un conjunto de evidencias científicas, publicadas y certificadas por expertos, que demuestran que los transgénicos causan una amplia gama de graves e inesperados impactos en la salud. Los



animales que son alimentados con productos transgénicos, aun en pequeñas cantidades de substancia genéticamente modificada, presentan afectaciones.

Las vacunas genéticamente manipuladas constituyen una ruta importante de la liberación de organismos genéticamente manipulados (OGM) en el medioambiente, tal y como lo expone Mae-Wan Ho; sin embargo, sus riesgos ambientales nunca han sido contemplados. Las vacunas no solo son diseñadas para uso humano, sino también para la medicina veterinaria y la acuicultura.

El efecto sobre la agricultura es analizado por Nicolás Cuvi, quien señala que las repercusiones no solo están vinculadas con la salud y el ambiente, sino que perpetúan un modelo de colonización económica y social del Ecuador.

*Hay dos tipos de tecnología agraria, según Elena Gálvez: una que genera conocimientos y avances para la reproducción material y cultural de los pueblos y de la sociedad; y, otra que produce mercancías, cuyo fin es la reproducción de capital. En este segundo tipo de tecnología agraria están los OGM, que promueven la degradación de la vida y la cultura de los pueblos, como se evidencia en el caso del maíz en México. Gálvez plantea que los transgénicos forman parte de una matriz tecnológica para la reproducción del capital. En este sentido, entran en contradicción con las formas tecno-*

lógicas de reproducción social, que son parte de la herencia cultural de los pueblos y culturas de América.

Para Edgar Isch, las consecuencias de los transgénicos para las políticas públicas son nefastas: pasan por el desconocimiento de los derechos, de la apuesta por el Sumak Kawsay y los derechos de la Naturaleza; desconocen los derechos ciudadanos; y, generan condiciones para una mayor dependencia del país, lo que afecta incluso las posibilidades de alcanzar el objetivo de la soberanía alimentaria.

En el libro se exponen, asimismo, tres estudios de caso sobre la presencia de transgénicos en el Ecuador: soya, canola y maíz, elaborados por Elizabeth Bravo, Richard Intriago, Xavier León, Bárbara Pérez, Fernanda Vallejo y Marco Cedillo. Este equipo presenta estudios de campo y realiza su trabajo a partir de fuentes primarias.

En el caso de la soya, se monitoreó la que se vende en los mercados, tiendas de abastos y supermercados del Ecuador. Un porcentaje de la soya importada es transgénica, como se demostró con los estudios hechos sobre material recolectado en varios centros de expendio de alimentos del país. Los principales exportadores de soya son Argentina, Estados Unidos y Bolivia, donde se produce fundamentalmente soja transgénica. Las principales empresas importadoras son: Pronaca, Agripac, Pollo Favorito, Afaba, Avesca, Incubadora Anhalzer,

Integración Agrícola Oro y Promariscos; es decir, grandes emporios agroindustriales.

El libro demuestra el fracaso de los transgénicos y, para ello, toma como ejemplos el caso del maíz en México (análisis desarrollado por Ignacio Chapela), y el del algodón en Colombia (elaborado por el grupo Semillas). Luego de siete años de haber sido liberadas comercialmente las semillas de algodón transgénico, queda en evidencia su fracaso.

Para concluir, recordemos las palabras de Eduardo Galeano: “la Naturaleza no es muda”. La Naturaleza expresa ya su disconformidad con los transgénicos: el amaranto, planta sagrada para los incas, se ha vuelto resistente al herbicida glifosato y está arrasando las plantaciones de soja transgénica en EE.UU.



# Prólogo

## Fábula del árbol y el gusano (o cómo explicar los transgénicos)

*Gustavo Dutch*<sup>5</sup>

Como el genial escritor Terry Pratchett, pienso en un mundo fantástico donde conviven unos árboles mucho más viejos que las milenarias secuoyas, junto a unos gusanitos efímeros que nacen con el alba y siempre, siempre mueren mucho antes de caer el sol.

Al abrir los ojos aquel árbol “trilenario”, doscientos años después del parpadeo anterior –que ese es su ritmo normal– todo había cambiado. Por arte de magia, de birlibirloque, en un abrir y cerrar de ojos –y no es metafórico– el pueblo que divisaba desde sus ramas más altas estaba completamente arruinado, como si hubiera sufrido el peor de los bombardeos. Los huertos que le rodeaban, los molinos, los corrales de las gallinas, las niñas y niños jugando, las vacas pastando..., todo aquel último registro en su retina de madera había sido sustituido por un inmenso, monótono y verde

---

5 Coordinador de la revista *Soberanía Alimentaria, Biodiversidad y Culturas*. Autor de *Alimentos bajo sospecha*.

campo de maíz. Su estremecimiento estaba acompañado de una sensación nueva, como un pinchazo en su tronco.

Allí tenía clavado un letrero que indicaba que estaba rodeado de maíz transgénico. Rompió en lágrimas de savia clara. No, no era por la espina en su tronco. Su lloro surgió cuando descubrió —a su ritmo parsimonioso— que los hermanos del bosque con los que formaba aquella hermosa comunidad, también, en un visto y no visto, lo habían abandonado. ¿Dónde fueron? ¿Por qué no me avisaron? No quedaba rastro de ellos.

Sumergidos en ese mundo verde y aburrido, a la sombra del viejo gigante, dos gusanos efímeros en la mitad de sus vidas conversaban mientras mordisqueaban unas hojas. ¿Sabes qué me han explicado? —pregunta el más risueño de ellos—. Hace muchos años, aquí se comía maíz, pero también lechugas, acelgas, coles... y con esos alimentos vivíamos mucho más tiempo que ahora. ¡Que en esos tiempos el sol se escondía para volver a salir! Entonces, además de nosotros, vivían en este mundo otros animales parecidos a nuestros tatarabuelos. Hablan de unos gusanos que no se arrastraban por el suelo como nosotros, tenían alas de colores que les permitían volar. Otros gusanos eran ciegos y vivían comiendo tierra que luego expulsaban. Solo se les veía cuando llovía. Incluso existían unos gusanos babosos que cargaban un caparazón sobre sus espal-

das. ¡Qué cosas más espléndidas! –enumeraba, mientras sus pupilas centelleaban–. No creo en las leyendas –contesta el otro gusano–. Mira, mi padre dice que él siempre lo vio todo igual. Y lo mismo el padre de su padre. Son cuentos para gusanos chicos, para pasar el rato. ¿Cómo vas a pensar en gusanos voladores? ¿Que llevaban antenas en la cabeza? Ja, ja, ja –se burla–. Y el sol siempre está ahí quieto. ¿Lo has visto moverse? Entonces, ¿cómo quieres que se esconda para volver a salir? Y ellos siguieron con su régimen de maíz sin saber que, desde hace mucho, mucho tiempo, lleva una toxina que es la responsable de su corta vida.

¿Es un mundo ficticio? Los transgénicos están en nuestros campos y en nuestras dietas. En los campos, su expansión latifundista desplaza millones de familias campesinas, no hay duda. Como un rey Midas al revés, todo lo que toca lo convierte en pobreza. Y cuando toca cultivos de semillas autóctonas, les contagia su gen modificado, y así las marca como prisioneras. ¿Será que les cosen dos triángulos invertidos para asfixiarlas en campos de concentración? Será. Y en nuestras dietas los ingerimos de a poquito. Patatas con transgénicos, carne con transgénicos, palomitas de transgénicos y todo enriquecido con sus pesticidas asociados.

¿Y cómo lo afrontamos? Con una clase política subyugada, que pareciera abrir y cerrar los ojos al ritmo de esos viejos árboles, y cuando toman conciencia de la realidad –si lo

hacen— se quedan con cara de bobos, incapaces de reaccionar. Otras veces, la mayoría se comporta como ese gusano incrédulo y arrogante, sin perspectiva, y olvida los principios elementales del planeta prestado.

Lo que Pratchett no supo fue que el gusano curioso decidió valiente trepar por el tronco del árbol. Al llegar a la copa, le pidió permiso para probar sus hojas más frescas, sanas y nutritivas, y, sin saber cómo, se fue enrollando sobre sí mismo, hasta quedar finalmente envuelto por un suave mantel de seda.



# Transgénicos

## ¿20 años alimentando o engañando al mundo?

GRAIN<sup>6</sup>

Persisten los mitos y crecen las mentiras, vivamente alimentadas por la industria, sobre los supuestos beneficios de los cultivos transgénicos. Estos engaños se encuentran en sus cinco principales argumentos: alimentarán al mundo; producen más; eliminarán el uso de los agroquímicos; coexisten armoniosamente con otros cultivos; y, son absolutamente seguros para el medioambiente y la salud.

Desmontar estos engaños es sencillo. Basta con echar una mirada desapasionada y objetiva a lo que verdaderamente está pasando en el campo, con datos de la propia industria, para ver que después de 20 años de siembra transgénica comercial, los resultados son claros: ninguna de las promesas y enunciados antes mencionados se ha cumplido; más bien, vemos

---

6 Organización internacional cuyo objetivo es apoyar las luchas campesinas locales. A través de investigaciones en el tema de los transgénicos, GRAIN ha desarrollado posturas críticas frente a este tipo de tecnología agraria <<http://www.grain.org/es>>.

cómo sucede lo contrario en cada uno de los casos. Revisemos uno por uno.

### **Primer mito: Los cultivos transgénicos eliminarán el hambre en el mundo**

Este es probablemente el argumento favorito entre quienes promueven esta tecnología. Lo repiten en todos los escenarios: “no podemos alimentar a un mundo con cada vez más personas sin el uso de los transgénicos”. Pero hay tres constataciones fácticas que desmienten este hecho y ponen las cosas en su sitio:

- Los datos de la Organización de las Naciones para la Alimentación y la Agricultura (FAO) muestran con claridad cómo año tras año, a nivel mundial, se producen suficientes alimentos para abastecer a todo el mundo. Sin embargo, el hambre, como fenómeno de la sociedad, está estrechamente vinculada con las limitaciones que supone, para las sociedades, la falta de acceso a los recursos para producir su alimento; la principal, no poder acceder a la tierra. En este sentido, el hambre es consecuencia de la pobreza y la exclusión.
- Los cultivos transgénicos que hoy se producen a nivel comercial no están pensados para combatir el hambre presente en los países del Sur, a la alimentación de personas. Hoy, casi toda el

área plantada con transgénicos en el mundo se reduce a cuatro cultivos: soja, maíz, colza y algodón. Los tres primeros se destinan casi por completo a la producción de piensos para ganadería en EE.UU. y Europa, y a la producción de combustibles para coches y aceites industriales; el último se utiliza para fabricar ropa.

- En cambio, sí existe –y muy dolorosamente– una correlación directa entre los cultivos transgénicos y el incremento de hambre en el mundo rural. En países como Brasil y Argentina, las gigantescas plantaciones de maíz y soja transgénica –allí les llaman desiertos verdes– expulsan a las gentes de sus tierras y les privan –les roban– de su medio de subsistencia. Las consecuencias son el hambre, la miseria y las intoxicaciones para mucha gente del campo. ¡Los cultivos transgénicos ocupan millones de hectáreas de tierras agrícolas fértiles que podrían usarse para producir alimentos!

En el año del primer cultivo comercial de organismos modificados genéticamente (OMG), alrededor de 800 millones de personas sufrieron los efectos del hambre en el mundo. Ahora, con millones de hectáreas cultivadas con OMG, la cifra ha aumentado a más de mil millones. ¿Por qué?

## **Segundo mito: Los cultivos transgénicos producen más**

Esto, más que un mito, es una mentira. Genéticamente hablando, la productividad de un cultivo es demasiado compleja como para poder manipularla con la facilidad que se aparenta. Se trata de seres vivos y complejos; no jugamos con piezas de “lego”. Depende de muchos factores genéticos, pero también de muchos otros elementos. E, incluso, si “todo estuviera en los genes”, la clase científica nunca ha logrado transferir y hacer funcionar más de dos o tres genes a la vez. ¡El gen de la productividad no existe!

Esto se muestra claramente con datos obtenidos en el país donde se han sembrado transgénicos desde hace más tiempo: EE.UU. El estudio más amplio y riguroso al respecto fue elaborado por la Union of Concerned Scientist, que analizó el historial de 20 años de cultivo transgénico en este país. Su conclusión destaca que la soja y el maíz transgénicos, modificados para resistir altas dosis de herbicidas, no evidencian mayor productividad que las plantas y los métodos convencionales. Según sus cálculos, el 86 % del incremento de productividad de las cosechas de maíz, en los últimos 20 años, se ha debido a métodos y prácticas convencionales. Otros estudios com-  
prueban que la productividad de los transgé-

nicos es, actualmente, más baja que la de los cultivos convencionales.

No debemos perder de vista la realidad. Como veremos más adelante, las empresas que producen transgénicos solo han logrado llevar dos novedades de sus laboratorios al campo, en los 20 años o más que llevan investigando, y ninguna de las dos ha estado relacionada con la productividad.

### **Tercer mito: Los cultivos transgénicos eliminarán los agroquímicos**

Más bien lo contrario. Esta afirmación muchas veces viene acompañada con el ejemplo del llamado gen “Bt”, extraído de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que produce una toxina que mata a ciertos gusanos. Insertado en cultivos como el maíz y el algodón, se decía que las plantas producían dicha toxina y así se evitaba fumigarlas. Era como si la planta se “autofumigara” durante las 24 horas del día. Pero los problemas no tardan en aparecer. Con tantas toxinas en esos monocultivos, los gusanos rápidamente desarrollan resistencias. Además, apareció todo tipo de “plagas secundarias” que antes no existían, y a las que fue necesario responder con más productos químicos. En definitiva, el uso de agrotóxicos no desaparece.

Otra “innovación” que introducen las corporaciones transgénicas son plantas que con-

tienen un gen que permite fumigarlas con altas dosis de herbicidas, sin que se vean afectadas, pues son “tolerantes” a determinadas sustancias químicas. Esto permite, por ejemplo, fumigar las plantaciones a gran escala, desde el aire, con avionetas, año tras año, en el mismo sitio. Estas condiciones han facilitado la tremenda expansión del cultivo de soja a escala mundial.

En Argentina, hace 30 años, la soja casi no existía. Ahora ocupa más de la mitad de todas sus tierras agrícolas. Si en 1995 se utilizaba aproximadamente 8 millones de litros del herbicida glifosato, ahora esa cantidad sobrepasa los 200 millones de litros, para sostener la producción de soja transgénica. El uso de herbicidas se ha multiplicado por más de 20.

En EE.UU. sucede exactamente lo mismo. Los transgénicos tolerantes a herbicidas han facilitado el uso masivo de glifosato y de otros productos químicos. En 2011, en este país, los agricultores que cultivaron sus campos con estas semillas, usaron 24 % más herbicidas que sus colegas que sembraron cultivos convencionales. La razón: las malas hierbas empiezan a desarrollar resistencia al químico.

### **Cuarto mito: Se respeta el derecho a decidir, pues los transgénicos coexisten pacíficamente con los demás cultivos**

Otro argumento esgrimido por quienes promueven los transgénicos es la libertad de

decisión: que cada agricultor o agricultora decida usar o no transgénicos, sin imposición. Pero este argumento pasa por alto una ley fundamental de la biología: las plantas de la misma especie se cruzan entre ellas y, más temprano que tarde, los genes insertados artificialmente en los cultivos transgénicos aparecen en los cultivos convencionales.

En Canadá, el masivo cultivo de colza transgénica ha provocado la desaparición de colza no contaminada genéticamente y, desde luego, anuló el floreciente cultivo ecológico de esta especie. Similar situación sucede con el maíz, otro cultivo que se cruza fácilmente con sus hermanos; asimismo, se han reportado muchos casos de contaminación genética alrededor del mundo.

La introducción de semillas transgénicas es especialmente alarmante cuando contamina las variedades locales. México es centro de origen y diversificación del maíz, y desde hace algunos años, las comunidades campesinas indígenas han visto cómo sus variedades de maíz han empezado a mostrar características raras. Diversos estudios confirman que las causas están vinculadas con la contaminación del maíz transgénico de EE.UU. Si, tal como propone el gobierno de México, se permite a las empresas multinacionales sembrar hasta 2,4 millones de hectáreas de maíz transgénico, no solo enfrentaremos un atentado contra la soberanía alimentaria de estos pueblos, sino que arriesgare-

mos la biodiversidad de un cultivo que alimenta a millones de personas en todo el mundo.

En el estado español de Aragón, desde el 2005, las organizaciones campesinas y ecologistas están denunciando que más del 40 % del grano ecológico contiene trazas transgénicas, lo que imposibilita su venta como alimento libre de OMG.

Pero lo más perverso de este falso argumento de libertad sucede cuando las corporaciones transnacionales fuerzan a los agricultores a pagar por semillas que nunca han sembrado. En EE.UU., la compañía Monsanto ha llevado a centenares de agricultores a los juzgados, bajo la acusación de infringir sus derechos de propiedad intelectual. Detectives de Monsanto, como cobradores de frac, circulan por los campos de EE.UU. en búsqueda de genes “suyos”, de agricultores que hayan reproducido los granos antes comprados o, en muchos casos, de campos contaminados por cultivos transgénicos cercanos. Con esta estrategia, la compañía, además de cobrar millones de dólares, consigue amedrentar a los agricultores, quienes acaban cediendo y comprando las semillas de Monsanto para no correr “riesgos”. Así, ¡cada agricultor “escoge”... lo que a las empresas les interesa!

## **Transgénicos, una ciencia que no avanza**

Los transgénicos están en manos de muy pocas empresas: Monsanto, la más conocida,



junto con Dupont, Syngenta, BASF, Bayer y Dow, dominan la mayor parte de las investigaciones y patentes transgénicas: acaparan 60% del mercado mundial de semillas y controlan 76% del mercado mundial de agroquímicos.

La “ciencia” de tales empresas solo ha conseguido dos aplicaciones. Por un lado, los llamados cultivos tolerantes a herbicidas; y, por otro, los que llevan el gen Bt, que les dota de poder insecticida.

En 2012, 59% del área cultivada comercialmente con transgénicos en el mundo corresponde a plantaciones con tolerancia o resistencia al glifosato, un herbicida patentado originalmente por la misma multinacional Monsanto. El 26% son cultivos insecticidas con el gen Bt y 15% llevaba las dos características.

Después de más de 20 años de investigación y de inversiones equivalentes a millones de euros, ¿es posible hablar de una “revolución biotecnología” con tan solo un par de novedades? Las aplicaciones reales de los transgénicos demuestran los verdaderos intereses de la industria, e implican serios riesgos para la salud y los ecosistemas, así como relaciones de dependencia para los agricultores.

### **Quinto mito: Los transgénicos son seguros para la salud y el medioambiente**

La seguridad “sanitaria” de los cultivos transgénicos debe ser cuestionada.

Formulémonos una pregunta en esta red de agricultura industrial, donde las empresas transgénicas controlan despachos de las oficinas de seguridad alimentaria y dictan sus propias normas: ¿Les entregamos nuestra salud, así sin más? La soberanía alimentaria supone, indudablemente, que la población sea la que ejerza el control de lo que come.

En estos momentos, nuestros platos se sazonan con alimentos que han sufrido modificaciones en su ADN y con una alta carga de pesticidas, y parece que nada podemos hacer o decir. La preocupación es aún mayor a partir de algunas constataciones muy serias sobre el uso de OMG y sus herbicidas asociados. A continuación, un resumen de estas investigaciones:

- La Academia Americana de Medicina Ambiental (AAEM, 2009) señaló que “los alimentos genéticamente modificados pueden significar un serio problema para la salud”. Al citar varios estudios, concluyó “que hay más que una casual asociación entre los alimentos genéticamente modificados (GM) y los efectos adversos en la salud” y que “son un serio riesgo en las áreas de toxicología, alergias, inmunología, salud reproductiva, metabólica, fisiológica y genética”.
- Los últimos estudios realizados por el Dr. Seralini (2006), después de alimen-

tar ratas, durante dos años, a base de maíz transgénico tolerante al glifosato, demuestran mayor y más pronta mortandad, además de efectos hormonales, tumores mamarios en hembras y enfermedades hepatorrenales.

- Un reciente estudio de la Universidad de Leipzig (2011), en Alemania, encontró concentraciones importantes de glifosato, el ingrediente principal del Roundup, en las muestras de orina de la gente de la ciudad. Según los análisis, todas las muestras registraban concentraciones de glifosato de 5 a 20 veces mayores que el límite para el agua potable.
- El catedrático Andrés Carrasco, del Laboratorio de Embriología Molecular (CONICET-UBA), de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires, en Argentina, difundió resultados alarmantes a partir de sus estudios (2010). Según estos estudios, los herbicidas con glifosato causan malformaciones en los embriones de ranas y pollos, en dosis mucho más bajas que las utilizadas en la fumigación agrícola. Las malformaciones fueron de un tipo similar a las observadas en la progeñie humana expuesta a dichos herbicidas.

Finalmente, nadie puede refutarla malignidad de estos productos, luego de conocer tes-

timonios directos de muertes, abortos y enfermedades sufridas por seres humanos afectados por el glifosato, como explica la argentina Sofía Gatica, ganadora del último premio Goldman.

La salud es nuestra. La agricultura es campesina y debemos defender el planeta para las próximas generaciones. Por ello, exigimos soberanía alimentaria.

# 1

## **Transgénicos: Devastación agraria y tecnología**



# Las patentes sobre la vida

*Isabel Bermejo<sup>7</sup>*

Dicen que la ciencia anda descifrando el código informático de la vida, y que ahora las multinacionales quieren cultivarla en sus laboratorios para que no ande suelta por ahí, la loca, derrochando colores y alegrías cada primavera. Pero la vida es música. Tiene notas y ritmos, cadencias y melodías propias. Y es una magia poderosa y juguetona, que mueve el corazón, los pies y el alma. Y la vida, como la música, se hizo para desparramarse y regalar igual a los pobres y a los poderosos. Hay en el mundo múltiples canciones para quien quiera oír. Y esas canciones son un trocito del alma de los pueblos que, al igual que la vida, no pueden cultivarse en el laboratorio de una transnacional. Por eso, ahora que el capital quiere adueñarse de las notas con las que se componen las canciones diversas de la vida, es preciso pararle los pies entre todos.

---

7 Coordinadora ecologista de Cantabria. Experta en estudios sobre el agro y nuevas tecnologías. Autora de múltiples artículos académicos que abordan la agricultura sustentable, el problema de las patentes, los transgénicos, entre otros.

La imposición de una economía de libre mercado supuso, en el pasado, convertir el trabajo y la tierra en mercancía. Para ello, la teoría liberal redujo a las personas a simples “recursos humanos” y desgajó de su vida una de sus dimensiones más ricas y comunitarias: el trabajo. La tierra, sustento de fertilidad y vida, quedó reducida a “recursos naturales” apropiables, comprables y vendibles. Actualmente, el capital transnacional pretende ir más allá: introducir en el mercado las propias bases de la vida y su capacidad reproductiva, y reducir la diversidad de la Naturaleza a “recursos genéticos”, sobre los que reclama derechos de explotación exclusiva.

## **Biotecnologías de ayer, manipulación genética de hoy**

Todos los pueblos han cosechado la abundancia de la Naturaleza y se han servido de las funciones diversas de los seres vivos, para ayudarse en muchas de sus tareas productivas. Las campesinas y los campesinos llevan miles de años seleccionando, cruzando y criando múltiples variedades de plantas de cultivo y razas de ganado para alimento. Para elaborar alimentos tan básicos, caseros y universales, como el pan, el vino y el queso, utilizamos levaduras, bacterias y hongos. Y mucho antes de que las multinacionales farmacéuticas comercializaran la aspirina, se conocía el efecto calmante de la



corteza del sauce y muchos otros principios curativos presentes en la Naturaleza.

Las nuevas tecnologías de “ingeniería” o manipulación genética desarrolladas en las últimas décadas son radicalmente diferentes de esa “biotecnología” tradicional. No se trata ya de cosechar los bienes que nos regala la Naturaleza ni de servirnos de procesos y funciones naturales de los seres vivos, sino de “diseñar” en el laboratorio organismos con características nuevas. Como quien recorta revistas de colores para componer con los pedacitos una imagen más a su gusto, la biotecnología moderna busca descomponer los organismos vivos en simples segmentos genéticos, para luego recomponer en un tubo de ensayo formas de vida con funciones nuevas, a la medida de las necesidades industriales. Aunque todavía de forma muy rudimentaria, las técnicas de manipulación genética permiten aislar en el laboratorio trocitos del material que determina las funciones de un organismo vivo (los genes), copiarlo y preparar verdaderas ensaladas genéticas, al combinar genes de bacterias y virus con plantas, animales y material vivo procedente de seres humanos.

La ingeniería genética está trazando el camino para reducir la vida a trocitos de material genético, que se convierten en materia prima de futuros negocios y de dominio absoluto del mundo. Hace años se consiguió manipular organismos sencillos –bacterias– para

la producción de fármacos y sustancias de utilidad industrial. En 1996, salieron al mercado internacional las primeras cosechas de plantas manipuladas genéticamente, cultivadas en EE.UU. Para el futuro, la industria promete maravillas con la presentación de la “revolución biotecnológica”, como la solución a todos los problemas de la humanidad.

## **Cómo controlar la vida: Las patentes biotecnológicas**

Si bien las soluciones “milagrosas” prometidas no acaban de llegar, lo cierto es que las expectativas de negocio y poder despertadas por la ingeniería genética han sido enormes, y han atraído inversiones multimillonarias. El capital transnacional quiere asegurarse a toda costa el control del “material” biológico y el monopolio absoluto de la biotecnología.

Pero la vida es música y tiende a desparrarse y a fluir. Y no es posible encerrarla en una caja fuerte del banco central. Por ello, el capital transnacional ha optado por la solución más eficaz para sus pretensiones de dominio, y ha reclamado derechos de patente del material biológico que pregona haber inventado en sus laboratorios. Basta con describir la composición química o una función de un trocito de material genético, para proclamarse su “inventor” y reclamar derechos exclusivos sobre su futura utilización, y sobre todos los organis-

mos vivos portadores de la “nueva” característica genética. Las patentes otorgan privilegios exclusivos –y excluyentes– de explotación y suponen, en la práctica, la creación de monopolios absolutos que la industria transnacional utiliza para frenar el desarrollo de posibles competidores. Además, en el caso de los seres vivos, las patentes conceden a su titular derechos que se extienden también a la descendencia del organismo patentado y permiten, sobre esa base, la apropiación no solo del material biológico sino de las funciones reproductivas de la vida.

El afán de adueñarse de los fundamentos de la vida está llevando a una loca carrera por descifrar la composición genética de los organismos vivos, acaparar el mayor número posible de patentes genéticas y, con ellas, captar el monopolio de lo que constituye la base de la alimentación, de la salud y de la propia vida. En EE.UU., se han concedido multitud de patentes sobre plantas, animales y material genético o biológico procedente de seres humanos. Las patentes, en algunos casos, son tan amplias que abarcan a especies enteras de plantas y permiten a la agroindustria imponer a los agricultores todo tipo de condiciones para su cultivo, a la vez que les prohíben guardar semillas de su propia cosecha. Y los tribunales, recientemente, han sentado un precedente muy grave al desestimar la reclamación del incauto “donante” de la primera línea

celular humana patentada en EE.UU. Él pretendía recuperar los derechos sobre su propio cuerpo. El dueño de la línea celular patentada “Mo” es ahora la multinacional Sandoz, que ha pagado más de 2mil millones de pesetas por los derechos de patente concedidos, en su día, al médico del hospital que descubrió caracteres interesantes en el material biológico extirpado a un paciente.

La Convención Europea de Patentes es más restrictiva. No obstante, los grandes laboratorios se valen de mil triquiñuelas para conseguir patentar sus “inventos”. Monsanto – uno de los gigantes químicos que hizo negocio con la producción del devastador “Agente Naranja”, utilizado en la guerra del Vietnam, y que hace poco ha invertido enormes sumas en ingeniería genética– ha obtenido una patente europea que le concede derechos exclusivos sobre todas las plantas manipuladas genéticamente con resistencia a los insectos. Esta patente ha sido recurrida últimamente por organizaciones no gubernamentales (ONG) y agricultores, y se espera que sea revocada, ya que contraviene la actual normativa; de lo contrario, supondría la concesión de un monopolio absoluto sobre todas las plantas manipuladas genéticamente resistentes a los insectos, incluidos los cultivos alimentarios básicos. La primera patente europea, concedida a una industria del sector farmacéutico sobre células sanguíneas humanas, ha sido

también recurrida por varias ONG y un sector de la comunidad médica, que consideran inaceptables la apropiación y el comercio con material biológico básico para la medicina.

Sin embargo, la industria transnacional lleva años presionando a la Comisión Europea para que establezca una normativa más amplia. El Parlamento Europeo votará en julio una nueva normativa sobre invenciones biotecnológicas que, de aprobarse, aproximaría la legislación de la Unión Europea (UE) a la de EE.UU. Y las prisas por aprobar esta nueva legislación, con seguridad, no son nada casuales. En 1999, se revisó el capítulo sobre Derechos de Propiedad Intelectual, introducido en la Ronda de Uruguay del Tratado General sobre Comercio y Aranceles (GATT), ratificado por 113 países del mundo. Este capítulo obliga a todos los países a establecer derechos de patente para las “invenciones” biotecnológicas, pero permite la aplicación de sistemas alternativos (*sui generis*) eficaces para la protección de obtenciones vegetales. La mención de una opción *sui generis* ha alimentado una gran esperanza, en aquellos países que no quieren doblegarse al sistema de patentes impuesto por EE.UU. y el capital transnacional. No obstante, si la UE legisla en el mismo sentido, será difícil defender alternativas de protección más acordes con la cultura y necesidades de los pueblos, en el seno de una organización que es el mejor aliado de

los poderosos y que, además, tiene la facultad de imponer sanciones comerciales a quien se resiste a sus dictados.

Bajo el sempiterno lema de “libre” comercio y el argumento de que es preciso evitar la competencia desleal derivada del pirateo de tecnologías y productos, el capítulo de patentes del GATT legitima una nueva forma de dominio universal de las personas y la Naturaleza, a través del control de las bases mismas de la vida.

### **Biopiratería: Del libre acceso a los bienes y al saber común, a seguir creciendo y engordando**

Como suele ocurrir en estos casos, la capacidad biotecnológica no anda demasiado bien repartida por el mundo. La investigación en ingeniería genética –muy cara y especializada– está dominada, en la actualidad, por un número cada vez menor de transnacionales, cuyas sedes se encuentran en los países más ricos del mundo, encabezados por EE.UU. y Japón. En los últimos años, los gigantes de la industria química y farmacéutica han absorbido progresivamente a laboratorios independientes y casas de semillas. Hoy, un puñado de consorcios agroquímico-farmacéuticos controla casi toda la investigación en este campo. Por otra parte, en aquellos países que todavía pueden permitirse el lujo de financiar programas de

investigación pública, la mayoría de las instituciones independientes han sido literalmente tomadas por la industria que cofinancia proyectos de investigación y comparte laboratorios con universidades y centros oficiales de investigación. Esta industria determina el destino de las inversiones públicas y la orientación de la investigación, y aprovecha los resultados en beneficio propio. Con las últimas fusiones de grandes gigantes del sector, se va perfilando un panorama enormemente preocupante, en el cual una decena escasa de transnacionales –con un historial que dista un tanto de ser ejemplar, en lo que respecta al respeto por la vida– dominan la biotecnología y, a través de esta, la alimentación, la salud y el bienestar futuro de nuestro pequeño mundo vivo.

Pero la diversidad de la Naturaleza tampoco se reparte en todo el mundo por igual. Y, miren por dónde, en el reparto, esta vez le tocó la mejor parte a las regiones pobres, que hoy albergan la mayor riqueza biológica del planeta. Un altísimo porcentaje de la biodiversidad o, dicho de otro modo, de la variedad con que nos sorprende la vida, se encuentra en las zonas tropicales y subtropicales. Se calcula que más de las 4/5 partes de la riqueza biológica de la Tierra se localiza en regiones del llamado Tercer Mundo, mientras los centros de diversidad de los cultivos alimentarios, vitales no solo para la agricultura de los países ricos sino también para la seguridad alimentaria del pla-

neta, se encuentran en estas territorios. Y, en este caso, quien se refiere a la Naturaleza habla también de mujeres y de hombres, de comunidades, ya que la diversidad de ella—como la música— forma parte de la vida y de la cultura de los pueblos de estas regiones. Los pueblos campesinos e indígenas de todo el mundo han participado en la evolución y el cuidado de la diversidad. En los Andes, uno de los centros de diversidad del maíz y de la patata, los campesinos conversan con la madre tierra, con las papas y el maíz, que son sus hermanos. Y la “crianza” de la diversidad es parte de su cultura y su cosmovisión. El conocimiento de las pautas y ritmos que requiere la crianza de los bienes de la Naturaleza y su buen uso (lo que los occidentales llamaríamos ecología y gestión sostenible), constituye un impresionante legado colectivo de las comunidades locales.

Sin embargo, con el sistema de patentes, los únicos derechos y el único conocimiento que obtiene reconocimientos pertenecen al investigador de bata blanca, quien cuenta con el apoyo de un buen equipo de abogados y margina a los depositarios, cuidadores e innovadores colectivos de esa riqueza.

Las patentes son la fórmula ideal para legitimar la piratería biológica a gran escala. El capital transnacional predica el libre acceso a la riqueza genética del Tercer Mundo, conservada como patrimonio de la humanidad, a la vez que reclama protección y derechos de



explotación exclusiva para sus “invenciones”. Los buscadores de oro de antaño se han convertido hoy en grandes defensores de la diversidad biológica que rastrean zonas húmedas, selvas y rincones perdidos, en busca del material biológico que se configura como el gran negocio del futuro. La protección de islotes de la Naturaleza y la catalogación de especies raras han adquirido una nueva dimensión, como reservas de un lucrativo “capital” genético, mientras las comunidades locales sirven de guías inocentes de la Merck, Novartis, Monsanto..., con lo que facilitan su labor de prospección. La compañía Merck, por ejemplo, tiene un acuerdo especial con el Instituto de Diversidad Biológica y el gobierno de Costa Rica para explotar la biodiversidad de sus parques nacionales, lo que le permite patentar el material interesante.

En los últimos años, se han cursado múltiples patentes sobre los cultivos más importantes para la alimentación humana; casi todos, procedentes de las regiones del Sur. Solo el maíz –la cosecha dorada de los pueblos indígenas de las Américas, hoy el tercer cultivo más importante del comercio agroalimentario internacional– ha sido objeto de 138 patentes; de ellas, 60 % está en manos de 14 transnacionales agroquímicas.

Las plantas y extractos de las selvas y regiones remotas tienen, asimismo, un gran interés farmacéutico, y constituyen uno de los obje-

tivos prioritarios de equipos de etnobotánicos, que se aprovechan de los conocimientos indígenas sobre las propiedades medicinales de las especies de su entorno. El argumento de “revalorizar” la diversidad biológica para ayudar a su conservación (al ponerle precio y trasladar su tutela de las comunidades locales al mercado), ha avalado diversos acuerdos entre compañías farmacéuticas y gobiernos, o directamente con comunidades locales, lo que ha facilitado la extracción de un material biológico valioso que las transnacionales patentan, una vez analizado en sus laboratorios. La larga lista de plantas y extractos curativos procedentes del Tercer Mundo y patentados por la industria transnacional configura la bochornosa historia de un nuevo expolio de los bienes y del saber colectivo de las comunidades indígenas.

Las propias comunidades indígenas son un interesante objetivo de la avaricia biotecnológica. El “Proyecto Vampiro” (Proyecto de Diversidad del Genoma Humano), una iniciativa financiada por varios países (EE.UU., algunos de la U.E. y otros), pretende tomar muestras genéticas de alrededor de 700 comunidades indígenas de los cinco continentes. El material genético es recogido, a menudo, sin conocimiento de los “donantes” y se lo almacena en “bancos genéticos”, custodiados por los países que financian el proyecto; por

supuesto, a disposición de los grandes laboratorios y del ejército.

Dadas las cifras astronómicas que se barajan en la venta de patentes, ha surgido una multitud de empresas dedicadas a la caza y captura de genes humanos de interés, que luego revenden la patente a los grandes grupos farmacéuticos. El gigante alemán Boehringer Ingelheim es propietario de genes interesantes descubiertos en los habitantes de la isla Tristán da Cunha. La empresa le pagó 70 millones de dólares por la patente a un equipo médico de California que había estudiado esta población. De igual forma, en EE.UU. se patentaron líneas de células clonadas procedentes de una mujer del pueblo Guaymi (Panamá) y de comunidades indígenas de las islas Salomón y de Nueva Guinea, que tenían características peculiares de posible interés. Algunas de estas patentes han sido retiradas posteriormente, sin duda, gracias a la movilización de la Coordinadora de Pueblos Indígenas. No obstante, el daño a la dignidad de las personas y la cultura quizás sea irreparable.

### **Alternativas: De cómo la vida ha de seguir desparramando primaveras**

Dicen que el zorro no es buen guardián del gallinero. Asimismo, el mercado y el capital transnacional difícilmente pueden ser buenos guardianes de la música de la vida. Sin embar-

go, hoy necesitamos más que nunca que suene la música viva, para sanar a un planeta maltrecho y alentar equilibrios de la Naturaleza quebrantados por la avaricia. Necesitamos restablecer armonías de paz, solidaridad y libertad entre los pueblos y con el planeta.

No hay mucho tiempo, pero sí mucho que podemos hacer. En múltiples rincones, las comunidades han empezado a organizarse para resistir, para recuperar sus propias melodías.

Es preciso hablar de ello. Que en todas partes se sepa que nos quieren arrebatar la música de la Naturaleza y de los pueblos. Para que las gentes salgan a la calle y digan ¡NO!

Y es imperioso cuidar y cultivar nuestras canciones para que no se pierdan, y para que nuestra reserva de música nunca se agote. Recuperar nuestras semillas, nuestras variedades, nuestras tradiciones. Aquí y allá, en pequeñas experiencias, ya se está actuando también.

Es indispensable buscar alternativas. Entre todos, cada pueblo la suya, pero apoyándonos para que las fuerzas sumen y no resten, para evitar que se imponga la solución universal del liberalismo económico. Hay quienes trabajan en ello hace tiempo, y quizás puedan echarnos una manito en el camino.

Quizás también sea necesario hacerse oír allá, donde deciden por nosotros tantas cosas. Que nos escuchen quienes dicen represen-

tar al pueblo, para que defiendan las múltiples canciones de la vida en los parlamentos y en las embajadas internacionales, y hasta en la sede central del pensamiento liberal: la Organización del Libre Comercio (OLC).



# **Hegemonías culturales e impertinencias tecnológicas**

## **Reflexiones en torno de la potencial introducción de transgénicos en el agro ecuatoriano<sup>8</sup>**

*Nicolás Cuví<sup>9</sup>*

El debate sobre el uso e investigación de organismos genéticamente modificados transgénicos fue reabierto a nivel nacional por el Gobierno ecuatoriano, en septiembre de 2012. Sobre la base de ejemplos históricos del país y del análisis de opiniones a favor y en contra del uso de transgénicos, este artículo reflexiona cómo la introducción de estos

---

8 Artículo producido con el apoyo del Fondo de Desarrollo Académico (FDA) 2012-2013, de FLACSO Ecuador, en el marco del proyecto “Estudio socio técnico de la biotecnología en el Ecuador”. Este trabajo fue publicado originalmente en la revista Ecuador Debate, nº 88, de abril de 2013. Solo se ha actualizado una cita.

9 Profesor investigador, Departamento de Desarrollo, Ambiente y Territorio, FLACSO Ecuador.

organismos perpetuará un secular modelo de apuesta por modos de producir, que acentúan las inequidades e inseguridades nacionales, y generará impactos negativos de índole tecnológica, social, económica y ambiental en las zonas rurales. Se propone la agroecología como alternativa para un desarrollo tecnológico pertinente.

El sábado 8 de septiembre de 2012, durante la habitual cadena oficial, el economista Rafael Correa, presidente del Ecuador, comentó sobre la posibilidad de permitir el uso e investigación de cultivos transgénicos en el país. Semanas más tarde, añadió que se había cometido un error en la Constitución de 2008 en relación con los transgénicos y que, en ese momento, él no tuvo “la entereza” para oponerse a la cláusula que restringe estos productos en el país; que esa idea había sido impulsada por “el ecologismo infantil” de personas como Alberto Acosta, el entonces presidente de la Asamblea Constituyente (EFE/Hoy, 2011). Finalmente, tras su reelección en febrero de 2013, como Presidente del Ecuador, hasta el año 2017, junto con la mayoría absoluta obtenida por el Movimiento Alianza PAIS en la Asamblea, Correa mencionó que impulsará una reforma constitucional para liberar el uso de transgénicos en el país.

Tales declaraciones han generado críticas y adhesiones de apoyo, y han reabierto un deba-



te que parecía concluido en el Ecuador, desde las disposiciones constitucionales de 2008.

Hemos leído y escuchado mucho desde septiembre de 2012. Posiciones a favor, posiciones en contra. Los argumentos de quienes se oponen suelen estar situados en la esfera de la agricultura y sostienen, que se desempoderará y desplazará a los campesinos, porque se requerirá menos mano de obra y se concentrará la tierra y la renta; que fomentará monopolios y dependencia de tecnología (semillas, insumos); causará contaminación genética y deforestación; contaminará el suelo, el agua y los alimentos con agroquímicos; aparecerán riesgos imprevisibles por las incertidumbres epigenéticas, entre otros. Ante esto, se presenta a la *agroecología* como una alternativa; un paradigma opuesto a la homogenización de cultivos, orientado a alcanzar la soberanía tecnológica, alimentaria y energética.

Por otro lado, en relación con la promoción de los transgénicos, la figura más visible en el Ecuador ha sido la del genetista César Paz y Miño. Sus argumentos se enfocan en especial –pero no únicamente– en el potencial de estos organismos en el campo de la salud, donde son utilizados para la producción de fármacos. Paz y Miño (2012) aboga por una regulación, en vez de una prohibición (“candado constitucional” se le ha llamado). Se aduce que en el mundo entero se está realizando este tipo de investigaciones, que nos estamos quedando

do fuera del progreso tecnológico, que en el Ecuador ya consumimos productos que contienen transgénicos; y se rechazan los estudios científicos que muestran los riesgos para la salud y el ambiente. En sus conferencias, Paz y Miño ha acudido a la estrategia de exponer, en una diapositiva, cómo funciona el sistema global en torno de los transgénicos, e incluye a actores como Monsanto, el glifosato, otros agroquímicos, las patentes, los organismos; luego proyecta una cruz sobre todo el sistema y comenta: “si quitamos todo eso de la diapositiva, ¿qué queda? ¡La retórica!” (Ibíd.). A estos argumentos se suman otros, provenientes de varios sectores que sostienen que los transgénicos son más productivos y rentables.

Los transgénicos tienen otras aplicaciones, por ejemplo en el campo de la biorremediación o de la industria, que no están presentes de manera explícita y fuerte en los debates nacionales. No obstante, sí se han producido transgénicos en el país, como parte de los trabajos de remediación de contaminación, ocasionada por la explotación petrolera en la Amazonía.

Las opiniones desde una y otra perspectiva han estado informadas por las experiencias que están ocurriendo en América y Europa, contadas por quienes se oponen a estas tecnologías (academia, movimientos sociales, campesinos e indígenas) y de los interesados en fomentarlas (academia y corporaciones). En

México, Brasil y Argentina, donde los transgénicos han sido introducidos a gran escala en la agricultura, los debates son intensos.

Quienes se oponen al uso de transgénicos en la agricultura del Ecuador no cuestionan la investigación en el campo de la salud. Allí podrían obtenerse beneficios, siempre y cuando los estudios se desarrollen bajo condiciones controladas, es decir, en laboratorios confinados que cuenten con protocolos serios, sostenidos y constantemente mejorados.<sup>10</sup> Esta posición no es dual, pues existe una diferencia fundamental: en el caso agrícola, la inserción de transgénicos en el ambiente no puede ser controlada; en cambio, en el campo de la salud, las moléculas van directamente a los pacientes, sin capacidad de interferir de maneras impredecibles, estocásticas, en la dinámica de otros sistemas de soporte y reproducción de la vida. Esta diferencia no siempre es evidente para quienes debaten el tema, pero resulta inapelable a la luz de los estudios de la ciencia y la tecnología: la tecnología de transgénesis no está por encima de los campos de aplicación, sino que adquirirá diferentes características y construirá diversas historias en cada uno. Estas

---

10 Por ejemplo, las conferencias de Manuel Suquilanda y de Roberto Gortaire, en el Foro sobre Transgénicos, Pontificia Universidad Católica, Quito, 14 de noviembre de 2012.

diferencias, a su vez, se incrementarán según el territorio donde sea insertada.

Para no abundar sobre las evidencias actuales en torno de la transgénesis, en este artículo reflexionaré de modo más amplio alrededor de la inserción de paquetes biotecnológicos y sus consecuencias históricas y potenciales en la estructura rural del Ecuador. Abordaré estos temas y consideraré los productos de la tecnología como artefactos culturales que transforman las sociedades, y que pueden resultar pertinentes o impertinentes, según la capacidad que tengan o no de generar mayor o menor exclusión social, o mayor o menor hegemonía. Expondré casos de inserciones históricas de biotecnologías en el agro del Ecuador, para pensar, con cierta base, qué y quiénes hemos sido en términos de biotecnología, y si en este campo los transgénicos son gatos pardos, imágenes de lo mismo con sutiles cambios de textura. Desde allí analizaré lo que, en materia de biotecnología, podrán ser políticas pertinentes en este campo.

Antes de exponer los casos, aclaro que la palabra “biotecnología”, acuñada en 1917, ha sido el centro de disputas por su significado, según quién la usa y con qué fines. Los actores de este pleito de significado incluyen programas gubernamentales nacionales, corporaciones, academias, científicos, entre otros (Bud, 1993). Dado que el significado de la palabra es bastante maleable y relativo, aquí tendrá

como significado cualquier proceso que involucra la manipulación de organismos vivos, sea mediante técnicas de ADN recombinante (la transgénesis existente desde 1973), hasta procesos más conocidos, tradicionales y ancestrales, como la hibridación de plantas, injertos, uso de levaduras, miles de aplicaciones médicas, entre otras.

## **La tecnología y la pertinencia**

“La tecnología no es buena, ni es mala, ni es neutral”. Esta es la primera de las seis “leyes” de la tecnología, formuladas por Melvin Kranzberg (1986:544-60), como parte de su programa de investigación. Una controvertida ley, pues entonces, más que ahora, la modernidad, el positivismo, el optimismo por la ciencia y la tecnología eran certezas que existían más allá del bien y del mal. Pensada en nuestros días y contexto, esta idea tiene varios alcances. Señala, por ejemplo, que un análisis de la tecnología no puede basarse únicamente en indicadores de éxito o de fracaso, económico o productivo, de una máquina o de un artefacto tecnológico. Ese sería un enfoque demasiado simple, incluso miope, de lo que significa desarrollo y de lo que es la tecnología –un artefacto que interactúa distintiva e impredeciblemente con las personas, el ambiente, las instituciones, etcétera.

La primera ley de Kranzberg nos dice, además, que un mismo proceso tecnológico puede tener impactos inclusive opuestos, según el contexto histórico y cultural donde la tecnología sea aplicada (Nieto-Galan, 2000:203-17). Si nos atenemos a lo poco que conocemos sobre miles de años de innovación y circulación de la ciencia y de la tecnología, cuando nos referimos en particular a uno de sus productos (una idea, una semilla, una máquina), los resultados obtenidos en diferentes contextos pueden ser referentes para comparar, pero al final, inocuos. Un análisis de la tecnología debe ser realizado en el contexto donde será innovada, producida o insertada; debe ser *ad hoc* para un territorio, un tiempo y una sociedad, que debe decidir si permite o no su introducción y circulación. Es importante pensar la tecnología en contexto, en un territorio como Ecuador, construido sobre la base de relaciones de carácter colonial y perversas exclusiones que operan a distintos niveles de complejidad, mediante la construcción de hegemonías locales, estatales, nacionales, regionales, a escala internacional y global. En nuestro contexto, la ciencia y la tecnología no se insertan de manera neutral: ¿Qué tecnología se innova, produce o inserta? ¿Cuál se introduce y circula? Salvo excepciones, ha sido, por lo general, aquella de interés para quienes ejercen hegemonía; no para los subalternos, cuyas ideas son etiqueta-

das como ignorantes, atrasadas, inútiles, prehistóricas, infantiles, etcétera.

Pero, entonces, si al momento de tomar una decisión no podemos pensar simplemente si una tecnología será buena, mala o neutral, ¿qué hacer? Podemos pensar si es o no pertinente. No si es relevante, como el fantástico Bosón de Higgs, que es una explicación científica de gran relevancia, pero con casi ninguna pertinencia en nuestro contexto, lugar y actualidad. Aclaro que, en el caso de la tecnología, entiendo por pertinente aquella que sirve para lidiar con los problemas de nuestro territorio, para superar los temas conflictivos, sociales, políticos, ambientales y económicos de una sociedad. Lo que no enfrenta esos problemas, sea tecnología, política, activismo, docencia, es, como consecuencia, impertinente.

## **La biotecnología en Ecuador (siglos XIX al XXI)**

En primer lugar, me referiré a los eucaliptos. Introducidos en 1865 al Ecuador, como una solución tecnológica para los problemas de materiales y, especialmente, de energía en la Sierra (Martínez, 1944 [1880]:99-100), en efecto resolvieron dichos problemas (Acosta, 1945:149-94), pero ocasionaron otros imprevisibles, como pérdida de biodiversidad, sequía, susceptibilidad a incendios, etcétera. Visto ahora, si en lugar de eucaliptos se hubieran

sembrado plantaciones de especies nativas, no solo tendríamos energía y materiales, sino plantaciones forestales más resilientes y bonitas.

La solución del eucalipto fue considerada buena en el siglo XIX, porque así se recomendaba proceder desde París, por entonces el centro de la ciencia y de la tecnología. En la mente del ex presidente de la República Gabriel García Moreno, a quien se recuerda como un importante reformador en el campo científico, medraba la idea de que era necesario importar especies y construir jardines versallescos para integrarse al mundo; que para construir un Estado fuerte había que ser “modernos”, “progresar”, y eso se lograba mediante la copia de lo que se hacía en los centros, en las metrópolis. A García Moreno no le interesaban los conocimientos y prácticas de indígenas o campesinos, por entonces quizás aún más colonizados y sometidos que ahora. Para él, en temas científicos, el mundo comenzaba y terminaba en París.

Otro ejemplo es el cultivo de banano, fomentado con intensidad a partir de 1948 por el ex presidente de la República Galo Plaza Lasso. Este cultivo fue promovido por compañías y monopolios estadounidenses, porque el Ecuador estaba libre de las plagas que asolaban e incrementaban demasiado los costos de producción en América Central, y porque en nuestro territorio la mano de obra era más barata (Larrea, 2006; Soluri, 2004). Según el Producto



Interno Bruto (PIB), ese cuestionable indicador que en una cifra bruta parece solucionarlo todo, el banano ha sido un logro: somos el gran exportador de banano del mundo. Pero ese indicador es demasiado escueto para analizar un asunto tan complejo como el banano. Por ejemplo, no permite constatar que la estructura de distribución de la tierra, que comenzó con pequeñas y medianas propiedades, provocó décadas después la sobrevivencia de los grandes propietarios. O, como explica Carlos Larrea (2006:70), “la estructura de apropiación del excedente, en la rama vertical bananera, se ha mantenido fuertemente concentrada a favor de las empresas exportadoras. Ocho empresas exportadoras grandes y medianas se apropiaban, en 1965 de casi un 30% del valor agregado nacional”.

Tampoco está muy difundido que el Ecuador sigue siendo un importador de tecnología para la producción bananera, mucha desde Costa Rica, en forma de semillas, maquinaria, agroquímicos, etcétera. Así, la incorporación de una tecnología, como el monocultivo de banano, no necesariamente ha estado asociada con un desarrollo tecnocientífico eficiente, para quienes vivimos en el territorio donde se produce. Los que han estado a cargo no saben cómo hacerlo ni quieren hacerlo; prefieren importar la tecnología. Algo peligroso, pues, como Larrea explica, las dinámicas de largo plazo en el Ecuador dependieron y dependerán, entre

otros aspectos, de las plagas sobre las plantaciones y de las alternativas tecnológicas (como desarrollo de nuevas variedades), y que

[e]n ninguno de estos campos el Ecuador mantiene una política conducente al desarrollo de investigaciones adaptadas a las condiciones nacionales, mientras los principales productores centroamericanos lo realizan desde hace varias décadas. Obviamente, las transnacionales han basado sus ventajas en el largo plazo en programas continuos y poderosos de investigación científica y tecnológica (Ibíd.: 80).

Ha sucedido lo mismo con productos como la palma africana, cuyas semillas certificadas vienen de Costa Rica; o con el cacao, una producción que mermó drásticamente a comienzos del siglo, por plagas que, pese a las propuestas y soluciones prácticas que existían para combatirlas, muchos hacendados no enfrentaron, pues confiaban en que dichas pestes no llegarían a su hacienda (Mc Cook, 2002:223-46). Ejemplos de especies introducidas que han sido dañinas para el ambiente y la economía abundan: todos los casos en Galápagos (que no han parado desde que el ser humano llegó allí hace siglos), recientes plagas, como el kikuyo en la Sierra, o aún más recientes, como el caracol manzana, que está afectando los cultivos de arroz de la Costa y que ha requerido inversiones urgentes del Gobierno (INIAP, 2013).

La actitud y pensamiento de Gabriel García Moreno y de Galo Plaza Lasso tienen varios puntos en común, entre los cuales destaco su adscripción a la idea de que el progreso o desarrollo se basa en construir una dependencia de ciencia y tecnología proveniente del exterior; una idea de que el desarrollo se consigue por transferencias de tecnología. Esta es una postura de ingenuidad en torno de la tecnología, que parte del supuesto no comprobable de que las tecnologías son replicables en cualquier contexto con similares resultados, como si la ciencia y la tecnología fueran neutrales u objetivas y se comportaran de manera similar en cualquier lugar; como si la importación de ideas y máquinas funcionarían por sí como una varita mágica.

Gabriel García Moreno se fiaba del criterio de la ciencia parisina y lo propio hacía Galo Plaza Lasso con los Estados Unidos. Cuando este último asumió la Presidencia, hipotecó su criterio al de los técnicos estadounidenses, pues no tenía un plan. Esperaba que Stacey May, consejero económico de Nelson Rockefeller, le aconsejara. Cuando May le preguntó a Plaza sobre sus planes, el Presidente le contestó que May debía hacerlos (Conklin, 1949). Poco antes, a comienzos de la década de 1940, la operación y planificación de las estrategias agrícolas ecuatorianas ya habían sido encargadas a técnicos estadounidenses, quienes planificaron qué sembrar, dónde hacerlo,

y controlaron las estaciones agrícolas (Cuvi, 2009:69-98).

En ambos casos, a la ingenuidad científica se sumó una ingenuidad ambiental y el desconocimiento de la estructura, función y complejidad de los sistemas de soporte y reproducción de la vida.

El parecido de los dos casos expuestos con proyectos actuales, como la Ciudad del Conocimiento Yachay, es evidente. Sobre este insondable megaproyecto, Rafael Correa ha explicado que no lo pensaremos los ecuatorianos, sino que los coreanos lo planificarán: “[Yachay es] la primera ciudad planificada en la historia del Ecuador, lo estamos haciendo con asistencia coreana, ellos tienen la ciudad IFES del conocimiento [...] Después de un estudio de los coreanos, no del gobierno...” (Senplades, 2011). Es así como el mural de asesores de la política científica y tecnológica del Ecuador, fuertemente asociada con su desarrollo agrícola, está incorporando como nuevos actores a los coreanos, quienes se unen a los amigos de Rockefeller, presentes allí desde 1940, y al *Jardin des Plantes* de París, desde 1860.

Otro candidato para este mural es el multimillonario David H. Murdock, presidente de la multinacional Dole, mecenas y fundador de un centro de investigación, que podría ser otro modelo para Yachay (Pallares, 2012). En octubre de 2012, el presidente Correa viajó

a Carolina del Norte, Estados Unidos, para conocer dicho centro, tras lo cual apareció en una foto de prensa junto a Murdock.

Lo paradójico es que Correa, días antes, en un discurso pronunciado en la Feria del Libro de Chile, a propósito de la poca difusión de los escritores ecuatorianos en el mundo, manifestó que “la dominación cultural ha sido uno de los instrumentos más poderosos de sometimiento y subordinación, ha sido la voz presente y silenciosa del imperialismo” (EFE/El Comercio, 25 de octubre 2012). Por un lado, cuando el Presidente viaja al Sur, afirma que es necesario repensar las relaciones de subordinación y subalternidad que el Ecuador ha mantenido con el mundo; por el otro, cuando viaja a Estados Unidos, elogia y promueve la importación de programas de investigación, prioridades de investigación y de artefactos tecnológicos desarrollados en otros contextos y con otros intereses.

¿No es la ciencia otro artefacto cultural?  
¿No son los transgénicos un artefacto del imperialismo cultural? La respuesta es tan obvia que incluso académicos del Norte global han ilustrado cómo la biotecnología y, sobre todo, los organismos genéticamente modificados viabilizan no solamente el imperialismo cultural, sino muchas de las otras formas del imperialismo. Según Sheila Jasanoff (2006: 273):

[e]n el presente, parece que la biotecnología aumenta más el poder de los centros metropolitanos de la ciencia y la tecnología que el de aquella gente en la periferia. Se necesitarán innovaciones institucionales para poner las biociencias globales y las biotecnologías bajo efectivo control democrático.

Es necesario –parece– reiterar o aclarar, según el caso, que la producción basada en transgénicos forma parte de un sistema mundo, en el cual la tecnología es un artefacto con gran poder para construir hegemonía; un sistema en el que América Latina, por ejemplo, en su relación con los Estados Unidos, debe, desde 1940, “continuar en una nueva era. Una época en la que cientos de barcos mercantes llevarán caucho, medicamentos, fibras, aceites y hierbas, del sur al norte, y llevarán de regreso una mayor cantidad de automóviles, tractores, arados, máquinas de coser, camisas, zapatos” (Bressman, 1941). A esta lista podemos añadir ahora semillas transgénicas y su paquete asociado de pesticidas, ya presentes en la región. En algunos aspectos –sobre todo en aquellos vinculados con la construcción de soberanía económica, científica, social y alimentaria, y con garantizar la permanencia y reproducción de los sistemas de soporte de la vida– la llamada “larga noche neoliberal” no ha terminado en el Ecuador: en realidad, todo indica que apenas está anocheciendo.

Ahora bien, es importante entender que este modo de pensar la tecnología no solo llega mediado por la ingenuidad científica de los políticos. Cruciales en este proceso de alienación cultural han sido y son los científicos. Para no remontarnos hasta las expediciones científicas o a las universidades quiteñas coloniales, pensemos únicamente desde la década de 1940, cuando el gobierno estadounidense, en especial, otorga becas para que hombres y mujeres de todo el mundo vayan a formarse en sus paradigmas, en sus tecnologías. Cuando regresan a sus países, ellas y ellos se convierten en importadores de máquinas, de reactivos, de ideas, etcétera; profesionales que sostienen de manera recurrente que sus países son una *terra incógnita* de la tecnociencia, donde está todo por hacer, y que la ciencia de los “centros” es la vía para lograr el desarrollo en las “periferias”. Si algo se puede predecir con base histórica y coyuntural, es que los transgénicos son otro de esos procesos que no promueven un desarrollo a través de la innovación, de un intento de revolución en el agro, sino a través de la imitación o de inciertas transferencias de tecnología, de cajas negras que muchas veces cumplen la función de perpetuar hegemonías, con lo cual no sirven para lo que supuestamente están destinadas.<sup>11</sup>

---

11 Robert Bud, por ejemplo, ilustra cómo la percepción

## ¿Los requerimientos tecnológicos en Ecuador son los transgénicos?

A los ejemplos sobre los impactos de la introducción de ciertas biotecnologías y a la constatación de que estas son artefactos culturales que construyen hegemonía, les sigue una reflexión sobre los retos del Ecuador en la segunda década del siglo XXI, que podrían apoyarse en la ciencia y en la tecnología.

En el campo de la salud, ¿es necesario especializar los recursos humanos y/u orientar los ya capacitados al desarrollo de medicinas para la salud mundial? ¿Debe el Estado financiar el desarrollo de fármacos para tratar diferentes tipos de cáncer? ¿Y qué pasa con la salud de la gente, no la que depende de fármacos, sino de las condiciones de vida, de los estilos de vida? ¿Y qué sucede con los problemas de salud como la malaria, la enfermedad de

---

optimista de la biotecnología para el desarrollo de los países pobres, promovida en la década de 1960, ha cambiado hacia una percepción de esta como una amenaza, al no resolver los problemas hacia los que debía orientarse (p. 126). Para una visión global de las políticas científicas y tecnológicas en América Latina durante la segunda mitad del siglo XX, y las relacionadas con la biotecnología, así como las diversas posturas de los gobiernos regionales para promover desarrollos endógenos, véase: Sagasti, Francisco. *Ciencia, tecnología, innovación. Políticas para América Latina*. Fondo de Cultura Económica, Lima, 2011.



Chagas, el dengue, el ascenso de la diabetes y de la obesidad, cuya solución en el largo plazo poco tiene que ver con medicinas, sino con programas serios, sostenidos y bien financiados de salud pública, de prevención? Parece más pertinente pensar en la prevención y que el Estado enfoque sus esfuerzos a cuidar de la salud y no a curar las enfermedades. Al respecto, Elizabeth Bravo (2012, en línea) ha mencionado que “[1]a construcción de ambientes saludables, el mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo de la población [...] son prioridades y necesidades que aún no han sido resueltas y que por supuesto no son resueltas con tecnología transgénica”.

El Programa Manuela Espejo ha mostrado que en el Ecuador existe una gran cantidad de personas con discapacidades. En poco más de dos años se han localizado 294611 personas con discapacidad (Vicepresidencia de la República, 2012), lo cual corresponde al 2 % de la población nacional, y de seguro aparecerán más. ¿A qué se deben sus crónicas discapacidades? La contaminación es un factor primordial, incluida la ocasionada por agroquímicos de alto impacto. Y lo que está asociado indisolublemente con los cultivos transgénicos son ¡agroquímicos de alto impacto! Esto debería constituir una alerta para no perpetuar e incrementar paquetes que causan contaminación y enfermedad, sino formas más eficientes

y saludables de producción, que existen y que necesitan ser fortalecidas.

Otro reto del Ecuador es superar la situación de racismo, clasismo, exclusión y marginación social que padecen amplios sectores. Eso no parece ser posible si se privilegia el acceso a la producción rural, a quienes tienen capacidades de inversión de gran escala para adquirir semillas y químicos, ni fomentando que los productores pierdan soberanía sobre las semillas. Cultivos de alta renta, como las flores en la Sierra, son otro ejemplo de la asociación directa entre aplicación de una biotecnología de alta inversión y concentración de la riqueza de la producción. Con paquetes de estas características, se perpetúa lo que desde la década de 1980 varios autores han destacado como la falacia de la modernización agraria. Luciano Martínez (1984:180), por ejemplo, explica la transformación de campesinos en proletarios, una “proletarización inacabada, campesinos sin tierra y sin trabajo, monopolización de la tierra por medio de una estrategia defensiva terrateniente, tecnificación extensiva sin incremento de la productividad, etcétera”.<sup>12</sup> Los transgénicos son otro gato pardo en esa línea.

---

12 En relación con los procesos de modernización, Víctor Bretton (1997:105) ha destacado que “aumentaron la dependencia tecnológica con respecto a los países del centro; [...] estabilizaron y reforzaron –

Un argumento usado a favor de los transgénicos en el agro es su supuesta mejora de la productividad, pero en este campo ciertamente no llevan la ventaja. Como explican Miguel Altieri y Víctor M. Toledo (2011, 5 - 6), “los agroecólogos han demostrado que los sistemas agrícolas de baja escala son mucho más productivos que los grandes, si se considera la producción total y la eficiencia energética, en lugar del rendimiento de un solo cultivo”. Alberto Acosta (2012) añade que “[...] sucede todo lo contrario. Los transgénicos generan mayor concentración de la tierra, no ayudan a aumentar la producción y restan puestos de empleo en el sector rural” (Acosta, 2012). Y se podrían plantear preguntas más importantes: ¿El problema del agro ecuatoriano es de productividad o de ordenamiento del territorio y de distribución de los beneficios? ¿No son más graves las relaciones precapitalistas de trabajo que prevalecen en algunos sitios? ¿No es más importante atender, por ejemplo, la pérdida de tierras agrícolas por los procesos de urbanización e industrialización en el cantón Mejía y en el sur de Quito, consideradas entre los sue-

---

nunca transformaron— las estructuras preexistentes, capitalizando y adecuando a la agricultura latifundista a la nueva coyuntura económica [...] Actuaron, en fin, bajo la sempiterna máxima reformista de que todo debía cambiar en la superficie para que nada se transformara en el fondo”.

los más productivos del país? Los problemas de productividad –que no son los únicos– no se resuelven con transgénicos.

## **Hacia tecnologías incluyentes, pertinentes y sociales**

La identificación de los problemas que necesitamos resolver y que pueden apoyarse en la ciencia y la tecnología, no surge de un análisis inédito sino que son asuntos de sentido común; pero cuando este –en ocasiones el menos común de los sentidos– no alcanza, disponemos de una Constitución en la que constan varios principios fundamentales, como el de precaución, que dice que si no sabemos qué va a pasar, debemos evitar hacerlo; principios relacionados con la soberanía alimentaria (el tercer capítulo lleva esas palabras como título); principios relacionados con la prevención de la contaminación, que incluso considera un derecho el vivir libre de contaminación; y, uno específicamente en relación con los transgénicos, que los prohíbe.<sup>13</sup>

---

13 “Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales”; “Art. 66. [...] El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.”; “Art. 397.-

Gabriel García Moreno ignoraba principios como el de precaución, tal cual sucede con muchas personas en la actualidad, quienes intentan que vivamos como hace 130 años o más. No son, entonces, los ecologistas ni los ambientalistas ni los movimientos sociales los que proponen volver al pasado. Al contrario, son los promotores de los transgénicos quienes desean perpetuar las relaciones excluyentes y coloniales que han caracterizado al país, molestos porque mucha gente reconoce los malos resultados y los estragos de esa manera de pensar y transformar el mundo que plantea el capitalismo. Quienes buscan reformar ahora la Constitución, para permitir los transgénicos, se sienten incómodos con los que piensan más allá de la esfera de lo exclusivamente económi-

---

[...] Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales”; “Art. 401.- Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente, y solo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrán introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales.” (Asamblea Constituyente del Ecuador, Constitución de la República del Ecuador, 2008).

co, más allá del “encantamiento del crecimiento” (Cuvi, 2013:16-41). Están irritados porque hay personas que se oponen a la introducción a gran escala de una tecnología que tiene innumerables riesgos y, más bien, promueven un paradigma revolucionario de la producción agrícola, tanto en el medio rural como en las ciudades: la agroecología.

La agroecología representa una revolución, no una reforma del esquema colonial. Desde esa visión, Altieri y Toledo (2011:5-6) explican que:

los sistemas agrícolas que no cuestionan la naturaleza del cultivo, que dependen de insumos externos, que se basan en sellos de certificación extranjeros y caros, o en sistemas de comercio justo destinado solo para la agro exportación, ofrecen poco a los agricultores, volviéndolos dependientes de insumos y mercados externos.

Luego añaden que “la participación de la comunidad y el empoderamiento local son las únicas opciones viables para satisfacer las necesidades alimentarias regionales, en esta era de aumento constante de los precios del petróleo y de cambio climático global” (Ibíd.). Estas aseveraciones no son retórica ni se basan en supuestos a futuro: son el resultado de más de 30 años de investigaciones científicas.

Es necesario promover una ciencia y una tecnología que vayan de la mano con nuestra

Constitución vigente, que fomenten el desarrollo endógeno, soberano, sostenible, y no la perpetuación de la dependencia en corporaciones que controlan la tecnología y los mercados. Por eso, sería un error delegar la decisión de las prioridades de investigación en los científicos, solo porque tienen la (supuesta) capacidad de manipular los artefactos; esto no los erige como la opinión más autorizada para decidir qué hacer con dicho artefacto, ni siquiera si es necesario. Sería como encargar la decisión del transporte pesado a los transportistas.

El uso de transgénicos en diversas partes del mundo no constituye un argumento válido para asegurar que debemos introducirlos. El que algunos choferes conduzcan como mejor les parezca por las carreteras y ciudades, con una estructura que lo sostiene, no significa que debamos tolerar y promocionar esa forma de actuar. Si la lógica encaminara a esas conclusiones, deberíamos, por ejemplo, fomentar las industrias contaminantes, que son la regla –no la excepción– en el mundo. Lo revolucionario consiste en impulsar industrias no contaminantes, precisamente porque en estas radica la sostenibilidad real.

Un científico no puede legitimar con su autoridad, como el caso mencionado del genetista César Paz y Miño,<sup>14</sup> algo cuyas consecuen-

---

14 Su posición sorprende, pues el genetista ha publicado

cias desconoce; más bien, debe ser respetuoso con la sociedad. En un asunto como la introducción de una biotecnología, los científicos apenas son un actor más. No podemos, con ingenuidad científica y ambiental, considerar que la tecnología es algo ajeno a los asuntos cotidianos, que es una esfera en la que tienen acción únicamente quienes controlan ciertos lenguajes y técnicas; no podemos dejar estas reflexiones solamente en manos de ingenieros o biotecnólogos, que actúan sin conocer los contextos sociales, económicos y ambientales; en suma, sin enfoques de pertinencia.

La ciencia y la tecnología no son buenas ni malas ni neutrales; pero estoy convencido de que, aún ante esta incertidumbre, pueden (y deben) ser pertinentes para la mayoría. La

---

destacadas investigaciones sobre las consecuencias negativas del pesticida glifosato en la frontera Ecuador-Colombia, y de diversos pesticidas en la floricultura en Quito, entre otras sobre el mismo tema; por ejemplo: Paz y Miño, César, Gabriela Bustamante, María Eugenia Sánchez y Paola E. Leone. "Cytogenetic monitoring in a population occupationally exposed to pesticides in Ecuador", *Environmental Health Perspectives*, Vol. 110 n° 11, pp. 1077-1080, 2002; Paz y Miño, César, María Eugenia Sánchez, Melissa Arévalo, María José Muñoz, Tania Witte, Gabriela Oleas y Paola E. Leone. "Evaluation of DNA damage in an Ecuadorian population exposed to glyphosate" [en línea]. *Genetics and Molecular Biology*, Vol. 30, n° 2, pp. 456-460, 2007. En <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572007000300026>>



biotecnología entra en ese paquete. No se trata de rechazar la ciencia y la tecnología *per se*. Las tecnologías más antiguas que existen son la agricultura, la confección de vestido y la construcción de viviendas. Nuestra interacción material con el mundo ocurre mediante tecnología. La biotecnología no es una pistola cuyo propósito conocemos bien; la biotecnología se parece más a un martillo que puede servir para construir, pero que también puede ser usado para romper una cabeza.

Al proponer un programa de investigación, es necesario reflexionar si será pertinente. En el caso de los transgénicos, la forma del paquete que existe hoy no lo es para este contexto, en este tiempo. Hay cientos de razones para cuestionarlo y los supuestos beneficios son solo supuestos.

Está bien que el Gobierno Nacional apoye la ciencia y la tecnología, pero no los paquetes cerrados como cajas negras importadas desde Corea del Sur, Carolina del Norte u otros “centros”. Eso no ha funcionado en el pasado y es difícil creer que ahora lo hará. Está bien apoyar a los talentos científicos nacionales. Está bien que se exija investigación a las universidades, para que sean espacios donde no se memoricen y repitan los libros de texto, sino donde se realice investigación e innovación. Pero eso no significa que todo lo etiquetado como “ciencia y tecnología” deba ser acogido como conocimiento pertinente.

Lo pertinente sería fomentar –como se está haciendo en varias localidades del Sur global, incluido el Ecuador– las tecnologías sociales, entendidas como “una forma de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar tecnología orientada a resolver problemas sociales y ambientales, generando dinámicas sociales y económicas de inclusión social y de desarrollo sustentable” (Thomas, 2009:27). Esas son las tecnologías que necesitamos, las que podemos hacer y las que nos permitirán especializarnos –no homogeneizarnos– en el mundo y, sobre todo, solucionar nuestros problemas.

Una tecnología para la sustentabilidad exige un control sobre los procesos. Requiere pensar, por ejemplo, cuántas personas en el país han hecho transgénicos, o cuántas han construido las máquinas que sirven para hacerlos, o cuántas saben reparar esas máquinas; y luego, comparar con el número de personas que saben producir semillas fértiles en los campos y laboratorios. Me atrevo a pensar que la diferencia es de cien mil a uno, por lo menos.

La agricultura basada en semillas fértiles ha existido por miles de años y ha sido una de las claves para la evolución cultural. Renunciar a ello, dejar la producción en manos de quienes controlan una tecnología, es como bajar los brazos y recibir los golpes con sonrisas. Una vez golpeados, los pocos que puedan insertarse en la matriz serán apenas prácticos secuen-

ciadores, recolectores de genes en el campo y compiladores de la sabiduría ancestral, asociada con los recursos genéticos. Serán, lo que llamo, biobraceros: técnicos con preparación de calidad, cuyo brillante potencial no está enfocado ni en la innovación ni en la resolución de problemas pertinentes ni en construir teoría; su función especializada es la de proveer información a los programas de investigación de las corporaciones, Estados y universidades del Norte global.

Fijaré mi último argumento en la estética. El Ecuador es un territorio con megadiversidad biológica. Ese es el mundo que conocemos y nos gusta. No nacimos ni crecimos en extensas pampas, estepas o desiertos, ni ante mares que regalan pocos alimentos. Lo diverso y la generosidad de la Naturaleza nos construyen. Y, sin embargo, parece que, al igual que García Moreno quiso transformar la Sierra en un jardín versallesco con eucaliptos dispuestos en ordenadas hileras, hay quienes insisten en continuar con la transformación del paisaje hacia la monotonía.

Promover los transgénicos en el siglo XXI es más imperdonable que en el siglo XIX, si se consideran los convenios internacionales firmados por el Ecuador, su Constitución y las decenas de leyes, reglamentos, ordenanzas, etcétera, nacionales y locales, que han incorporado el entendimiento de que precautelar los sistemas de soporte y reproducción de la vida

es sinónimo de precautelar los intereses nacionales. A estas alturas, ya podríamos dejar atrás la ingenuidad científica y tecnológica y pensar con seriedad.

Estoy convencido de que somos capaces de generar biotecnologías que den soberanía a la gente sobre el alimento, el agua, la energía, sin depender de la masiva importación de reactivos, semillas, agroquímicos o maquinaria, y sin necesidad de pagar por decenas de patentes. Me parece un error promover la eclosión de más biobraceros, útiles para generar información, dependientes de ciertos *journals* para publicar, de las casas fabricantes de maquinaria, de los dueños de las patentes, de los importadores; biobraceros que, desde su posición de autoridad científica, demandarán permanentemente recursos del Estado sin innovar. Al contrario, transitar hacia biotecnologías sociales parece lo necesario para eludir el imperialismo tecnológico; biotecnologías que sean capaces de aprovechar el potencial de la biodiversidad, de su conocimiento asociado, sin que ello suponga rapiñar a los portadores ancestrales de ese conocimiento ni a la nación; que vuelvan los cultivos más resilientes ante el cambio climático, que al comerlos nos hagan más fuertes y sanos, que prevengan las enfermedades.

Al pensar en un mejor presente y futuro, bajo la consideración de que el Ecuador es un país privilegiado en recursos genéticos y cono-

cimiento ancestral y contemporáneo asociado con ellos, no parece pertinente oponerse al uso de organismos genéticamente modificados en investigaciones para la producción de fármacos, en condiciones controladas, bajo estrictas regulaciones, siempre y cuando estas investigaciones se orienten a solucionar problemas de salud nacionales. Tampoco sería pertinente objetar su uso en tareas de biorremediación o en aplicaciones industriales. Para el llamado “candado constitucional”, podría fabricarse una llave con múltiples seguridades.

Al contrario, es imprescindible impedir la liberación de organismos transgénicos en el agro ecuatoriano. Eso sería perpetuar un modelo de colonización económica y social del Ecuador, un viejo conocido que, durante siglos, muchas voces han insistido en dejar pasar a mejor vida. Está claro que, de eludir la perpetuación de estructuras inequitativas construidas y basadas en la introducción de tecnologías “de punta”, nadie más que nosotros puede encargarse, y con seguridad Monsanto y similares no. En este punto: piensa global, luego olvídalo; luego, piensa y actúa local.



# Tecnología y degradación agraria en México

*Elena Gálvez*<sup>15</sup>

Este artículo tiene como objetivo mostrar dos tipos de tecnología agraria que han sido utilizadas en México y Mesoamérica, a lo largo de su historia: una que produce conocimientos y avances para la reproducción material y cultural de los pueblos y de la sociedad; y, otra que produce mercancías, cuyo fin es la reproducción de capital. Para lo anterior, realizamos una breve descripción de las formas tecnológicas que se alcanzaron con la planta del maíz, por parte de los moradores de México y Mesoamérica.

El segundo tipo de tecnología agraria que tratamos en este texto es la biotecnología moderna que produce los organismos transgénicos, que fueron introducidos en México a partir de la década de 1980. Tratamos de explicar cómo esta tecnología se encuentra ligada, de manera indisoluble, con la reproducción capitalista y que, por tanto, no produce suje-

---

15 Historiadora, socióloga. Miembro de la Campaña Ecuador: libre de transgénicos.

tos, sino mercancía. Se trata de una tecnología cuyo desarrollo implica la degradación de la vida y cultura de los pueblos.

## **El maíz como productor de valor de uso y producción de sujetos**

En el contexto capitalista existen dos formas de relacionarse y producir dentro de la Naturaleza: valor de uso o forma natural, caracterizada por perseguir el goce y la satisfacción de las necesidades humanas objetivas y subjetivas, por tanto, productora de sujetos y de sociedades; y, el valor, forma que persigue, ante todo, la constante valorización de sí mismo y que solo es posible en el contexto de producción mercantil. Estas dos formas poseen un metabolismo con la Naturaleza, una forma de intercambio mismo (Echeverría, 1998: 9-17), que se expresa en las manifestaciones lúdicas, estéticas y científicas de un pueblo, en suma: su cultura.

Resulta evidente que la planta del maíz y el sistema de producción de milpa en México y Mesoamérica han servido históricamente como el sustento y la base de las culturas indígenas y campesinas. Su ejercicio garantiza la existencia del universo cultural, donde el maíz es la piedra angular. En este sentido, partimos del hecho de que el maíz es, por historia, un valor de uso para las culturas y pueblos mesoamericanos; esto implica que estas sociedades



sustentaron su reproducción, tanto material como espiritual, en el cultivo y mejoramiento de esta planta.

Este valor de uso o forma natural de la planta del maíz en los contextos mexicano y mesoamericano puede observarse en un tejido social comunitario o no mercantil, en donde “todos y cada uno de los productos son directamente bienes” (Ibíd.: 16). Esta cualidad le viene del proceso de producción en el que está inserto, pues, como afirma Echeverría (Ibíd.: 17):

el objeto en tanto que producto es el resultado de una cierta utilización de una cierta energía social con una cierta técnica. El conjunto de las dimensiones del metabolismo entre la sociedad y la naturaleza representa, por un lado, todo un sistema de capacidades de producción y por otro todo un sistema de necesidades de consumo.

Solo a través de esta afirmación es posible explicar cómo los antiguos habitantes de México y Mesoamérica lograron lo que los científicos, en distintas ramas, califican como una hazaña tecnológica: la existencia de esta planta, tal y como la conocemos desde hace siglos atrás, en su forma moderna, transitó de su antepasado silvestre, el teocinte, a un estado completamente nuevo y diferente, que sería imposible sin la intervención del ser humano.

El suroccidente de México y el área geográfica conocida como Mesoamérica<sup>16</sup> es el lugar en donde se domesticó la planta del maíz entre seis mil y nueve mil años atrás (Mann, 2005). Allí surgió la mayor diversidad de formas, colores y tamaños de muchas de las especies que hoy conocemos. Este hecho resulta interesante si tomamos en cuenta que las plantas domesticadas, como el trigo, la cebada y el arroz, entre otras, están menos diversificadas genéticamente que las especies silvestres, porque los cultivadores tratan de eliminar las características que nos les convienen. En cambio, el maíz es una de las pocas especies agrícolas que a mayor domesticación e intervención humana en su cultivo, ha mostrado mayor diversidad, lo que permite afirmar que este cereal es una creación humana, más que una adaptación natural (Ibíd.: 267).

En la actualidad se sabe que el teocinte es el pariente silvestre del maíz. No obstante, esta aseveración fue objeto de una polémica que duró décadas, pues no se parecía a lo que hoy conocemos como maíz (Ibíd.). De hecho, no existen evidencias arqueológicas de que los granos del teocinte fueran utilizados como

---

16 Espacio geográfico compuesto por tres mesetas: la central, formada por la parte central y sur del centro de México; la meridional, al sur de México; y, la del extremo sur, que abarca también Guatemala (Wolf, 1967:13).

alimento o en usos rituales, ya que son sumamente duros y no digeribles para los humanos y los animales (Ibíd.:256).

Lo anterior ha creado una especie de misticismo alrededor de esta planta, en el sentido de que pese a su importancia en la cultura mesoamericana, no se han encontrado ofrendas que contengan este grano y coincidan en forma cronológica con la fecha en la que fue domesticado por los antiguos pobladores mesoamericanos. Esto ha motivado la búsqueda de explicaciones; entre ellas, recientemente se han develado usos múltiples del maíz, que no se limitan al consumo alimenticio de los granos: en entierros funerarios, ofrendas o vestigios de uso de la planta del maíz se han encontrado tallos de la planta silvestre teocinte, que fueron triturados. Sobre esa base, el arqueólogo Michael Blake (2012:36) sugiere que los usos de la planta del maíz fueron diversos, y que en un principio fueron la base de la producción de azúcar y miel, así como de alcohol, a través de distintas tecnologías de fermentación y destilación. Al contrastar estas hipótesis con la realidad actual, el investigador citado descubrió que estos usos se mantienen vigentes en algunos pueblos de México, como el tesguino (bebida alcohólica obtenida de la caña del maíz). Entre los pueblos contemporáneos que aún mantienen esta práctica están los tarahumaras, nahuas, tarascos, huastecos, tepuztecos y tononacas (Ibíd.:38).

El autor de esta investigación también plantea que si la fecha de domesticación del maíz no corresponde con la relación de los antiguos mesoamericanos con la planta, entonces sería aún más antigua. Asimismo menciona la posibilidad de que esos usos antiguos hayan finalmente influido en la selección milenaria, que después derivó en el maíz que hoy conocemos.

En conclusión, si esta hipótesis, muy plausible, es verdadera, nos encontramos ante la novedad de que el maíz tuvo un uso ritual y que ese estatus sagrado de la planta permitió avanzar a su estadio moderno.

## **La milpa**

El maíz es una planta que, en los contextos mexicano y mesoamericano, es inseparable de un sistema tecnológico agrario para la producción de alimentos: la milpa. Este sistema agrario posibilitó el sustento alimentario de todos los pueblos mesoamericanos, y está compuesto de al menos una decena de cultivos, que coexisten en la milpa. Aunque depende de las regiones, tiene como base tres cultivos: maíz, frijol y chile (Wolf, 1967:14). Y puede incluir varios tipos de calabaza, amaranto, tubérculos, tomate, etc. (Mann, 2005:268).

Este sistema de cultivo es nutritivamente complementario, pues el maíz carece de dos aminoácidos, lisina y triptófano, que son nece-

sarios para la fabricación de proteína y niacina. Esta carencia es resuelta a través de los frijoles, que contienen los aminoácidos antes mencionados, por lo que ambos cultivos se complementan. A ello se le agrega una gran variedad de proteínas provenientes de los distintos cultivos que se encuentran en las milpas, según sea el caso. Se trata de un sistema alimentario complejo y vasto, que sostuvo a todos los pueblos mesoamericanos antes de la conquista española, se mantuvo vigente durante la colonia y, en la actualidad, sigue siendo el sustento de los pueblos indígenas y campesinos mesoamericanos. Armando Bartra (La Jornada del Campo 17 de abril, 2010) describe de esta forma la importancia del cultivo del maíz y del complejo tecnológico, llamado milpa:

[...] los mesoamericanos no sembramos maíz, los mesoamericanos hacemos milpa. Y son cosas distintas porque el maíz es una planta y la milpa un modo de vida. La milpa es matriz de la civilización mesoamericana.

Michael D. Coe (1968:26), arqueólogo de Yale, sostiene que la milpa es la clave de la civilización mesoamericana: al superponer un mapa arqueológico con el uso de la milpa se puede observar que “allí donde floreció (la milpa), también floreció la alta cultura”. Esta afirmación se basa en el hecho de que, entre los años 2000 y 1500 a.C., el cultivo de la milpa llegó a un nivel de producción cúspide: 90

kilos por hectárea. El tiempo coincide con el surgimiento de la cultura Olmeca, considerada como la matriz cultural de los pueblos mesoamericanos (Mann, 2005:271).

Desde entonces, este tipo de cultivo, con el maíz como eje central, ha creado culturas complejas. Generación tras generación han heredado los conocimientos tecnológicos que implica este sistema productivo, los han resguardado como un valor de uso que posibilita la reproducción de la vida y de la cultura, y que, por tanto, no pertenecen a nadie en particular, sino a una colectividad. Sin embargo, en las últimas décadas, este valor de uso del maíz y de la milpa ha entrado en franca contradicción con la perspectiva tecnológica capitalista que, al expropiar a los pueblos el carácter sagrado y comunitario de esta planta, así como los conocimientos científico-tecnológicos, intenta hacer de esta una mercancía que produce valor, riqueza, aún a costa de la degradación de la planta y de la cultura de los pueblos.

A continuación, mostramos en forma cronológica este proceso; primero, por medio de la introducción de la revolución verde, que desplazó y descalificó el sistema productivo de la milpa e impuso otra tecnología agraria; y, más reciente, las consecuencias nefastas que la contaminación genética del maíz ha suscitado en México, a través de la liberación de los cul-

tivos transgénicos, de forma velada y últimamente de modo explícito.

## **La degradación y sometimiento de la vida a través de la revolución verde y la biotecnología en México**

En la década de 1940 apareció la llamada revolución verde en Estados Unidos. Esta se basó en la modificación de las formas tradicionales de cultivo e introdujo el monocultivo extensivo, así como un paquete tecnológico compuesto de agroquímicos, entre fertilizantes, fungicidas e insecticidas. Lo anterior se vendió a los países del Tercer Mundo como la solución a sus problemas de déficit alimentario. Lo cierto es que décadas después, el problema más bien parece haberse intensificado y diversificado, pues esta revolución ha generado también problemas en la salud de los pueblos, ambientales y la devastación cultural de los pueblos.

México, quizá por ser frontera con los Estados Unidos, fue uno de los primeros países en experimentar con esta tecnología agraria. El gobierno, imbuido en la necesidad de que el país ingresara a un proceso de industrialización, incluido el campo, miró a la tecnificación como un importante requerimiento. En ese contexto, se observó a la milpa ya otros sistemas agrícolas de producción alimentaria autóctona, como la chinampa (sistema

intensivo de producción alimentaria, basado en el asentamiento de las tierras fértiles sobre humedales, a través de un método de construcción), como expresiones de atraso del país. La modernización es la premisa moral de la introducción de esta tecnología agraria en México.

Entre 1950 y 1970, México experimentó un incremento en la producción de alimentos, que fue atribuido al uso de la tecnología moderna y de sus paquetes tecnológicos agrarios, así como a los subsidios que el gobierno mexicano otorgaba a los campesinos. Además, el gobierno incentivaba la formación de agrónomos, que bajo la hegemonía de la perspectiva norteamericana promovían la revolución verde. Todo ello, en México y en otros países, bajo una visión nacionalista: los gobiernos tenían como sujeto de interés a su población, a la cual podrían alimentar con esas iniciativas (Veraza, 2011:207-218).

La revolución verde en México sometió al indígena y al campesinado de varios modos: en primer lugar, por medio de la desvaloración de sus conocimientos tecnológicos autóctonos, a los que deslegitimó, y con ello expropió la capacidad de los pueblos de reproducirse material y culturalmente de una forma autónoma y propia. Esto implicó, al mismo tiempo, la degradación de la cultura. En segundo lugar, degradó la calidad de los alimentos consumidos, pues desde entonces, en su gran



mayoría, estarían acompañados de productos químicos provenientes del petróleo. Ello generó problemas en la salud y en la Naturaleza, ya que la forma extensiva de monocultivo tiene fuertes consecuencias medioambientales, como la erosión de los suelos, la contaminación del agua y la erosión genética. Y, en tercer lugar, los monocultivos tendieron al acaparamiento de tierras, que es intrínseco a esta forma de producción, pues solo sobre la base de grandes extensiones puede ser rentable.

[...] el campesino estaba formalmente proletarizado al quedar sometido al banco al que debía pagar préstamos e intereses mientras que el sometimiento que ahora nos ocupa arraiga en el proceso de producción mismo. Los transgénicos promueven una proletarización técnica del campesino aunque formalmente el proceso parezca funcionar aún bajo su propiedad y control (Ibíd.).

Todo lo anterior implica, para Jorge Veraza, la degradación del valor de uso ecológico y alimentario del maíz y la subordinación formal de los agricultores, es decir, un sometimiento de la fuerza de trabajo campesino a los créditos bancarios y la dependencia a los paquetes tecnológicos agrarios, así como la degradación en la calidad de los productos agrícolas en México. No obstante, esta subordinación, a partir de la década de 1980 y sobre todo en 1990, pasaría de ser, en palabras de

Veraza, formal; esto es, de parcial a real, en definitiva, total. El tránsito cualitativo entre la subordinación parcial y total del campesinado en México se explica a través de la introducción de los cultivos genéticamente modificados al agro mexicano.

## **Los cultivos transgénicos en México**

Si bien, como hemos explicado hasta ahora, la revolución verde y la tecnología de modificación genética pertenecen a una misma matriz capitalista de producción, que se centra en la producción de mercancías y la valorización del valor, en México pertenecen a dos momentos sociales distintos. Como mencionamos, la revolución verde surge en un momento en el que los Estados nacionales capitalistas promueven esta tecnología bajo el argumento ético del hambre de la población.

Pues bien, la tecnología transgénica coincide en México con la época neoliberal, donde el Estado mexicano cede su lugar, como protagonista del desarrollo nacional y ente regulador de las relaciones sociales, al mercado. Esto coincide también con la firma y puesta en vigencia del Tratado de Libre Comercio (TLC o TLCAN, por sus siglas en inglés), que, entre otros elementos, impulsó férreamente la individualización de las tierras agrícolas, cuya propiedad, como herencia de la Revolución mexicana de principios de siglo XX, era colectiva.

En México, se introdujo la tecnología transgénica como experimental en la década de 1980. Desde entonces y hasta el 2000, aproximadamente 200 mil hectáreas, de las cuales más de 90 % corresponden a la empresa transnacional Monsanto, obtuvieron permisos para la siembra de transgénicos, en especial para el cultivo de algodón y soya transgénicos (Biodiversidad en América Latina y El Caribe, 2005). Desde finales de la década de 1990 y lo que va del siglo XXI, la sociedad civil y científicos han denunciado varias veces la contaminación genética de la planta del maíz en México. Sin embargo, el gobierno no ha dejado de impulsar esta iniciativa. En la actualidad se debate la liberalización de cientos de hectáreas para el cultivo de maíz transgénico. Los argumentos ya no son los mismos que hace 50 años, el hambre de la población. Paradójicamente, la consideración principal es que si México ya se encuentra contaminado por transgénicos en el agro, ya no tiene sentido mantener esta prohibición.

De este modo nos encontramos en un momento histórico en México, en el que el maíz ha sido sometido en todas sus formas: como planta sagrada, como el sustento de la cultura, etc. Así explica Jorge Veraza (2011:241):

Los transgénicos representan una subsumición real del consumo bajo el capital radical

y absoluta, no sólo multimodal. Es radical porque distorsiona al organismo vivo desde su código genético y absoluta porque ese organismo sigue reproduciéndose con características similares deja de aprender de su experiencia y suspende su capacidad evolutiva y adaptativa o bien pierde completamente la capacidad de reproducción, y en segundo lugar, porque su nocividad genética no se detiene en él, sino que se disemina en todos los organismos con los que ésta guarda relación alimentaria o intercambio genético.

Por tal motivo, la lucha que se da en México en torno de la posición de la liberalización de cultivos transgénicos, específicamente de maíz, debe ser entendida como una pelea por la vida y por la supervivencia de los pueblos indígenas y campesinos.

## **Comentarios**

Para el caso del maíz y otros productos agrícolas indígenas, es pertinente reconocer que la investigación de sus usos sociales puede arrojar información clave sobre la historia del ser humano. Pero además, en el caso del maíz, da cuenta también de las grandes afectaciones que puede provocar el desarrollo capitalista sobre la riqueza de los pueblos.

Los transgénicos forman parte de una matriz tecnológica cuyo énfasis se encuentra en la reproducción del capital. En este sentido,

entran en contradicción con las formas tecnológicas de reproducción social, que son parte de la herencia cultural de los pueblos y culturas de América.

En segundo lugar, se puede afirmar que los transgénicos llevan no solo el signo de un tipo de economía favorable a la explotación del capital, como la que fue gestada por la revolución verde, sino que exacerbaban los aspectos nocivos del capitalismo al expropiar las semillas a los productores y generar productos perjudiciales para los consumidores.

En Ecuador se libra un debate alrededor de la pertinencia de experimentar con transgénicos. Esta discusión debe estar enmarcada en el reconocimiento de que este tipo de tecnología pone su eje rector en la reproducción capitalista y no en la reproducción social y cultural de los pueblos; y que los transgénicos atentan contra la salud de los pueblos, la biodiversidad y, a mediano plazo, contra la misma productividad capitalista.

Cabe recordar, para el caso ecuatoriano, que en México permitir la experimentación con transgénicos fue la causa de contaminación de la mayor parte de cultivos mexicanos. Y que en lugares, como los países americanos, hay realmente mucho que estudiar respecto de sus productos endémicos, sus potencialidades sociales, por ejemplo, la posibilidad de alimentar a la población del lugar, su valor a la biodiversidad, su historia, su futuro.



# Las nefastas consecuencias de los transgénicos para las políticas públicas<sup>17</sup>

*Edgar Isch L.*<sup>18</sup>

Introducir los Organismos Genéticamente Modificados (OGM), más conocidos como transgénicos, en la agricultura y alimentación ecuatoriana, se ha dicho, con sobra de argumentos científicos y experimentales, constituye un gran riesgo para la salud humana y la existencia de la biodiversidad mundial, tal como hoy la conocemos. El debate, sin embargo, crece por la presencia de científicos que defienden los transgénicos: unos ingenuamente confunden su profusión con el derecho a investigar (libertad que debe existir, pero siempre sometida a principios éticos y humanos, para no englobar en esa libertad a la investigación en la “ciencia de la tortura”, para poner un ejemplo); mientras otros forman

---

17 Este artículo es la actualización de otro publicado originalmente en [lalineadefuego.info](http://lalineadefuego.info), el 29 de octubre de 2012, bajo el título: “Lo político tras los organismos transgénicos”.

18 Edgar Isch, ex ministro de Ambiente, investigador.

parte de lo que se ha dado en llamar la “ciencia mercenaria”, que se vende al mejor postor, el cual, en el capitalismo, no puede estar sino del lado de las transnacionales.

No es la primera vez que esa ciencia mercenaria actúa. Entre las experiencias suficientemente sonoras, vale recordar la defensa del cigarrillo, bajo el argumento de que era un producto sano y que los más de dos mil químicos incorporados en su elaboración, para provocar la adicción, no presentaban ningún riesgo; lo fue también la defensa del asbesto (o amianto), producto cancerígeno con altas tasas de mortalidad, cuyo riesgo solo se admitió cuando las mismas empresas tenían el producto de reemplazo; y, más cercanas a nuestros días, están quienes trabajaron para el gobierno norteamericano con la pretensión de ocultar que el origen del cambio climático se localizaban las acciones humanas ligadas con la producción industrial. Menos sonoras, pero igual demostrativas de la ciencia mercenaria, son los resultados parciales o manipulados que favorecen a la empresa que financia esos estudios; situación que en Argentina, por ejemplo, ha llevado a un fuerte debate ético frente a las universidades que realizan investigaciones financiadas por las transnacionales mineras.

Como se puede ver, hay trampas y argucias en el debate respecto de un tema tan trascendente como es el peligro de los transgénicos para la salud humana. Se procura poner en duda



resultados comprobados y se niega la verdad científica y su método, de manera que recuerda a los opositores de las leyes de la evolución de las especies cuando fueron expuestas por Darwin. Pero tengamos claro que desviar la discusión hacia la libertad de investigación pretende evadir la discusión de fondo: quiénes ganan y quiénes pierden con la producción de transgénicos y cuál es su efecto para el ciclo vital.

En términos de política pública, más allá del debate entre ciencia con conciencia y la ciencia mercenaria, hay un cúmulo de consecuencias o disyuntivas que conlleva la introducción de los transgénicos. Aquí veremos algunas.

## **1. Transgénicos es igual a renunciar a principios universales básicos de gestión ambiental, como el principio precautorio**

Planteados estos elementos de entrada, hay que considerar otros aspectos ante la influencia creciente de empresas productoras de transgénicos. En primer lugar, hay que decir que en cualquier escenario, incluso el presentado por esas empresas, nadie puede garantizar que los transgénicos son inofensivos para la salud, aun bajo el supuesto de que no existieran evidencias de los daños que causan. Por otro lado, los riesgos crecen porque el empleo de semillas transgénicas va atado, por lo general, a un incremento del uso de herbicidas y otros agrotóxicos. En conjunto, si se diera el

caso de la falta de certeza científica sobre los daños potenciales, hay dudas razonables que obligan a aplicar el principio precautorio (o principio de prevención); es decir, que obligan a tomar medidas para evitar ese riesgo. Precisamente de eso se trata este principio, que ha llevado a importantes países de la Unión Europea a prohibir cultivos transgénicos, por los riesgos que presentan y la incertidumbre respecto de sus impactos en la salud humana.<sup>19</sup>

En el mismo terreno de la salud pública, el cinturón de seguridad es un buen ejemplo de aplicación de aquel principio. Aunque un conductor esté calificado como excelente y responsable y esté dispuesto a cumplir las normas de tránsito e ir a baja velocidad, no puede tener certeza de que no tendrá un accidente, tal vez por las maniobras de otros conductores o una distracción momentánea, de manera que está obligado a utilizar el cinturón de seguridad, sencillamente como medida de precaución, aunque no existiese evidencia previa de un desastre. En el campo industrial, se exige a las farmacéuticas realizar largas y numerosas pruebas antes de vender una medicina, con el fin de reducir los riesgos en su uso, alertar de los efectos secundarios y establecer condiciones específicas de

---

19 En Francia, Alemania, Austria, Grecia, Luxemburgo, Irlanda, Polonia, Hungría e Italia se cuenta con fuertes restricciones y prohibición de cultivar alimentos transgénicos.

consumo. Lo lógico sería que, en consecuencia, al menos eso se demande de los transgénicos, si se llegare a considerar solo el aspecto de la salud, que insistimos, a pesar de su trascendencia, no es el único a tomarse en cuenta.

La libertad de investigación en biotecnología, además, está permitida según el artículo 401 de la Constitución y prohíbe solo “aquellas riesgosas y experimentales”. Es decir, se plantea el cumplimiento del principio precautorio. Este es reforzado cuando en el artículo 395 se dispone: “En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza”.

¿Qué significa introducir los transgénicos sin más en estas condiciones? Pues renunciar al principio precautorio que está en nuestras dos últimas constituciones y sumar a la población ecuatoriana a ese porcentaje de la humanidad que casi siempre, sin saberlo, juega el papel de conejillos de indias.

## **2. Transgénicos es igual a la visión neoliberal que dice que desarrollo equivale a crecimiento, y es mentir sobre los resultados en la productividad agrícola**

Un argumento reiterado del Gobierno ecuatoriano, ahora, es que con transgénicos se cuadruplica la productividad y que, con ello, se sacará de la pobreza a miles de familias. Hasta

la fecha no se ha difundido una respuesta a una simple pregunta planteada por el movimiento internacional Vía Campesina al presidente Correa, por medio de una carta abierta (la Vía Campesina, 2012): “Sería de gran utilidad, para informar mejor el debate, si Ud. [señor Presidente] pudiera informarnos de las fuentes que aseveran que los cultivos transgénicos podrían cuadruplicar la producción”.

Al contrario, fuentes serias señalan que la productividad se reduce, tal y como sucede también con los híbridos luego de la primera cosecha. Que los rendimientos de los cultivos transgénicos no son mayores que aquellos de los cultivos convencionales es, incluso, reconocido en un informe del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), de abril de 2006 (USDA, 2006), que afirma:

los cultivos transgénicos actualmente disponibles no incrementan el rendimiento potencial de una variedad híbrida. [...] En efecto, la productividad puede incluso disminuir si las variedades utilizadas para insertar los genes tolerantes a herbicidas o resistentes a insectos no son los cultivares de mayor productividad.

Adicionalmente, en el documental y libro *El Mundo según Monsanto* (2008), la investigadora Marie-Monique Robin visita la India, donde ingenieros agrónomos explican que en el cultivo de algodón transgénico Bt existe una mala interacción entre la planta manipulada y

el gen insertado, lo que debilitó a la planta y la expuso a un hongo llamado *rhizoctonia*, que en 2006 estropeó las parcelas, apenas cuatro años después del ingreso de la variedad transgénica. No se generó más productividad ni ahorros en el uso de insecticidas, sino al contrario, el productor debía gastar en productos complementarios para fumigar a los 70 a 90 días de plantar.

En referencia a esa misma variedad, una investigación realizada por Matin Qaim y Eugenio J. Cap (2002), para el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina, señala que los beneficios netos para los agricultores son “más bien pequeños”. “Aunque la tecnología reduce significativamente la aplicación de insecticidas y aumenta los rendimientos, estos beneficios son limitados por los altos precios de la semilla de algodón Bt” (Ibíd., pág. 3.). Mientras las semillas del cultivo Bt costaban entonces 103 dólares/hectárea, las semillas convencionales costaban 25 dólares/hectárea; es decir, cuatro veces menos que el cultivo de Monsanto. “En muchos casos, este precio tan elevado neutraliza los beneficios monetarios asociados con altos rendimientos y costos más bajos de insecticidas”, señalan los autores y añaden:

El aumento en el costo total de producción, asociado con la tecnología Bt, incrementa el riesgo económico que enfrentan los productores, que gastan más y se endeudan más, y por lo mismo están más vulnerables al cam-

biente precio internacional del producto, a las políticas gubernamentales de turno, a las condiciones climáticas [...]

Respecto de la soya, los cultivos transgénicos no han registrado mejor rendimiento que sus homólogos no transgénicos. En un estudio de 1999, que revisó más de 8200 ensayos realizados en universidades sobre distintas variedades, la soya transgénica RR presenta un déficit de entre 6 y 10% respecto de la soya no transgénica (Benbrook, 1999). Otro estudio, desarrollado durante varios años por la Universidad de Nebraska, en cuatro lugares distintos de ese estado norteamericano, confirmó que la soya transgénica de Monsanto produce entre 6 y 11% menos que las variedades tradicionales (Elmore, 2001:93). Más tarde, un informe realizado, en 2006, para la Comisión Europea concluye que la adopción de la soya transgénica RR en los Estados Unidos no había tenido ningún efecto significativo sobre los ingresos agrícolas (Gómez-Barbero y Rodríguez-Cerezo, 2006).

Un siguiente estudio sobre productividad, para no abundar demasiado, ejecutado por la Unión of Concerned Scientists (UCS),<sup>20</sup> con el título “Failure to Yield” (Falta

---

20 La “Unión de Científicos Preocupados” es un grupo científico y ciudadano con sede en Estados Unidos, que incluye a más de mil integrantes y a varios ganadores de premios Nobel.

de Rendimiento), analiza los rendimientos de los cultivos transgénicos en Estados Unidos durante 20 años de experimentación y 13 años de comercialización. La conclusión a la que llegan es que, a pesar de los enormes costos, los transgénicos no han contribuido a aumentar la producción agrícola en ese país y que, comparativamente, otros enfoques convencionales y orgánicos han aumentado los rendimientos mucho más. Por cultivo, la UCS demostró que, en el caso de la soya, los transgénicos han disminuido el rendimiento; en el del maíz tolerante a herbicidas, no aumentaron nada; y, en el del maíz insecticida con la toxina Bt ha existido un ligero aumento de entre 3 y 4 % al final de los 13 años. Más aún, el aumento total del rendimiento del maíz que se ha registrado en estos años, en Estados Unidos, se debió a otras variedades y otros enfoques de producción, que no fueron transgénicos (Gurian-Sherman, 2009).

En síntesis, los transgénicos no aumentan de manera significativa los rendimientos y, aun si lo hicieran, es un retroceso pensar que el desarrollo agrario es igual a mayor producción, porque hay que preguntarse quién lleva los beneficios supuestos.<sup>21</sup>

---

21 Un estudio igualmente útil y accesible en Internet es el realizado por Amigos de la Tierra (2007): ¿Quién se beneficia con los cultivos transgénicos? Un análisis del desempeño de los cultivos transgénicos a nivel mundial (1996-2006).

### **3. Transgénicos no mejoran la alimentación**

Una de las responsabilidades del Estado es, sin duda, garantizar una alimentación sana y nutritiva a su población. Aunque algunas variedades de transgénicos han ofrecido que sus productos serán positivos para combatir el hambre y otras enfermedades, los hechos indican lo contrario.

Un ejemplo claro es el caso del “arroz dorado”, que con frecuencia es presentado como la vitrina que demuestra la existencia de transgénicos diseñados para aliviar problemas de la alimentación humana. En este caso, se anunció que podía suplir las necesidades de caroteno que tienen las poblaciones con deficiencia de vitamina A; sin embargo, se ha encontrado que este arroz tiene menos de 1% de betacaroteno de lo esperado, y que esta cantidad se pierde en 50% luego de la cocción (Then, 2009).

La creencia en un enorme poder alimentario, como resultado del uso de unas determinadas semillas, desconoce que enfrentar el hambre involucra muchos aspectos ligados con la lucha por la tierra, como el fomento de mayor trabajo agrícola, que se reduce con los transgénicos y los monocultivos, el necesario reparto de agua con equidad, y los sistemas de comercialización y soportes para que las



familias más empobrecidas puedan acceder a la alimentación suficiente y necesaria.

#### **4. Transgénicos: Es reducir intencionalmente la biodiversidad**

En Ecuador, la Constitución establece los derechos de la Naturaleza y, entre ellos, el derecho a la existencia de especies y ecosistemas. El Estado es el responsable de garantizar estos derechos y, con ello, ofrecer a las futuras generaciones vida digna y en condiciones en las cuales puedan disponer de los bienes y funciones naturales que hoy tenemos.

Pero donde ingresan los transgénicos, la biodiversidad disminuye. Ello sucede, en parte, debido al fuerte incremento en el uso de agrotóxicos, como glifosato y Roundup, que contaminan gravemente el suelo y las aguas cercanas, con inevitables efectos en insectos, microorganismos y especies mayores. Según United States Fish and Wildlife Service, una consecuencia de lo que califican como sobreutilización de químicos, como el Roundup de Monsanto, es que ya se encuentran bajo amenaza de desaparecer unas 74 especies en los Estados Unidos. Otros daños del Roundup en el ambiente y diversas especies se hallan sintetizados en el informe “Soja Transgénica: ¿sostenible? ¿responsable?”, publicado en 2010 por GLS Gemeinschaftsbank eG.

Percy Schmeiser (2013), un agricultor canadiense que ganó a Monsanto un juicio por contaminación transgénica de sus cultivos, denuncia que los sembríos de canola transgénica, en Canadá, no solo redujeron las ganancias de los agricultores, sino que condujeron al uso de agrotóxicos aún más potentes:

Inmediatamente después de que se empezaron a utilizar estas semillas las ganancias empezaron a bajar. Pero lo peor fue el aumento masivo en el uso de los químicos, porque después de unos pocos años tuvimos una supermaleza que se desarrolló en los sembrados de canola. Para eliminar esta supermaleza, que es muy resistente, se requieren los tóxicos más potentes que se hayan conocido. Monsanto salió con un tóxico, el más tóxico que se conoce en la faz de la Tierra. Hay otro químico que es el 2,4-D, que están tratando de usar para matar esta supermaleza, y este nuevo tóxico contiene un 70 por ciento del agente naranja, el que fue usado en la guerra de Vietnam, con el que miles de personas murieron de cáncer. Estos son los químicos poderosos que estamos usando hoy en Canadá, tóxicos masivos (Engles, Página 12. 4 de marzo 2013).

Unos datos más, esta vez referentes a daños ambientales por el uso de bacterias genéticamente modificadas (GM):

Científicos de Oregón hallaron que la bacteria GM (*klebsiella planticola*) usada para

descomponer astillas de madera, tallos de grano y desechos con el fin de producir etanol –usando los desechos del proceso como compost– dejó estéril el suelo. Destruyó sus nutrientes esenciales, privándolo de nitrógeno y eliminó al nitrógeno al capturar los hongos. Un resultado similar se produjo en 1997 con la bacteria GM *Rhizobium melitoli*. El profesor Guenther Stotzky de la New York University condujo la investigación demostrando que las toxinas mortales para la mariposa Monarca también eran liberadas por las raíces contaminando el suelo. La contaminación fue hecha para durar hasta 8 meses deprimiendo la actividad microbiana. Un estudio de Oregón mostró que los microbios de suelo GM en el laboratorio destruían las plantas de trigo al ser añadidos al suelo (Battalion, Nathan, ND, 2010).

Otros aspectos del daño ambiental con este tipo de productos están en la vinculación entre transgénicos y el surgimiento de supermalezas y superplagas; la intención de crear árboles que resistan a las fumigaciones aéreas que terminen con toda la vida circundante; las muertes de aves, mamíferos y anfibios por ese exacerbado uso de agrotóxicos; la perturbación de fronteras naturales y la polución genética. Lamentablemente, todavía hay poca investigación sobre los efectos de los transgénicos en otros organismos vivos, pero esto lleva a considerar que, por aplicación del principio de precaución, no se los debería emplear hasta

que investigaciones suficientes demuestren lo contrario.

Si se conocen estudios que demuestran esta realidad, no se puede decir que el uso de transgénicos reduce accidentalmente la biodiversidad, sino que es el resultado de una acción intencionada para apoyar a las empresas productoras de semillas genéticamente modificadas, a costa de los derechos de la Naturaleza.

## **5. Transgénicos: Es atacar a la soberanía alimentaria**

La producción de alimentos transgénicos, en países dependientes como el Ecuador, es destinada mayoritariamente a la exportación; hecho que acentúa la tendencia de apoyo estatal a ese tipo de producción y disminuye el interés por la producción de alimentos que garantizan la soberanía alimentaria. Para ello se emplean métodos intensivos que reducen el espacio para otros productos, tal como se registró en Argentina: “En los cinco años anteriores a 2005, la producción de soja había sustituido 4.600.000 hectáreas de tierra dedicadas anteriormente a otros sistemas de producción como los lácteos, los árboles frutales, la horticultura, el ganado y los cereales” (Pangue, 2005: 26).

Por otra parte, con los transgénicos se impone una sola variedad de un producto

en detrimento de otras. El caso del maíz en México es esclarecedor, pues allí se ha demostrado, por múltiples estudios, la contaminación transgénica que amenaza a las 62 razas y miles de variedades. Esto llevó a más de 2000 científicos mexicanos y de otros países a plantear la necesidad de mantener la moratoria, para impedir esas siembras en el país (La Jornada, 2011), pedido al que se sumó el Relator Especial de Naciones Unidas sobre el Derecho a la Alimentación, Olivier De Schutter (Greenpeace, 2012). Existe la destrucción de biodiversidad y de la producción de campesinos que pasan a ser atacados por “no tener la patente” de sus semillas (véase la película documental “Food Inc.”, que presenta la manera cómo se procura impedir en Estados Unidos que los agricultores sean dueños de sus propias semillas).

La dependencia es propia del capitalismo en su fase imperialista, de manera que no es extraña a un proceso de modernización capitalista, como el que impulsa el Gobierno del Ecuador. Pero, para las comunidades campesinas, es su muerte como tales. Su expresión se encuentra ligada con el acaparamiento de tierras y agua, que tiene connotaciones internacionales.

Las corporaciones quieren matar la agricultura para ejercer un control estrictamente mercantil sobre la producción de alimentos y sobre quienes los producen, mientras vuelven

a vaciar territorios, expulsan mano de obra e incrementan los ejércitos de obreros precarizados. Se trata de un reacomodo empresarial del espacio y control sin miramientos del esfuerzo humano. Se pretende, llanamente, erradicar la producción independiente de alimentos (Centro por la Autonomía y otros, 2012: 3).

Una producción de una sola especie destruye la soberanía alimentaria y las redes de relacionamiento y cultura, que se forjan y perviven en la agricultura campesina. El fin de una producción independiente de alimentos es lo contrario a la soberanía alimentaria, altera la dieta de un país y no resuelve el problema del hambre. La producción campesina, que es la que ha garantizado la soberanía alimentaria del país, es incompatible con el ingreso de los transgénicos.

## **6. Transgénicos: Es dependencia y dominación de las transnacionales**

La tecnología empleada entraña el control sobre las semillas, lo que convierte a las comunidades y productores en dependientes de las empresas dueñas de las patentes; fenómeno que se presenta también con los mecanismos para patentar especies vivas y de semillas híbridas. El campesino, que ha sido el guardián de las semillas, termina como mero “cliente” de la cadena de venta de semillas y otros insumos,

que otros determinan que deben ser usados de manera cotidiana.

La investigación en Colombia revela las condiciones del contrato de los campesinos con Monsanto: no guardar las semillas para el próximo año, no revenderlas, no ceder información sobre la tecnología al vecino, vender la cosecha a desmotadoras autorizadas por Monsanto, estar dispuesto a que la empresa inspeccione mi cultivo y que me demande en caso de que lo considere (Ecoagricultor, 2012).

La pérdida de independencia es real no solo para las comunidades campesinas; lo es también para los países, ya que las patentes permiten el control a seis corporaciones transnacionales: Monsanto, Sangrenta, DuPont, Dow, Bayer y Basf. La prestigiosa investigadora mexicana Silvia Ribeiro (La Jornada, México, 3 de julio de 2010) resalta que todas son:

Transnacionales químicas que se apropiaron de las compañías de granos para controlar el mercado agrícola, vendiendo semillas casadas con los agrotóxicos que ellas producen (herbicidas, insecticidas, etcétera). Todas – además de Monsanto que se ha hecho famosa como villano global– tienen un historial criminal que incluye, entre otros crímenes, graves desastres ambientales y contra la vida humana. Todas, una vez al descubierto, intentaron evadir sus culpas, tratando de deformar la realidad con mentiras y/o corrupción.

El uso de transgénicos significa, por tanto, apoyar a estas empresas, permitirles dirigir la producción de alimentos básicos en el país, poner a los campesinos a depender de ellas, y todo bajo la suposición de que ahora son candidatas a un puesto en los altares. No se debe olvidar, además, que en caso de un cambio de políticas o leyes nacionales, estas empresas podrán acudir a los tribunales de arbitraje internacionales, como el CIADI, donde la norma es que los Estados pierdan los procesos y se entreguen todos los beneficios a las transnacionales.

Tampoco hay que olvidar las denuncias fundadas por el papel cumplido por Monsanto en el golpe de Estado de Paraguay, de 2012. Ello, en acción relacionada con el gobierno de Estados Unidos:

En 2011, Estados Unidos –que controla por acuerdos a través de la USAID al poder judicial y a la policía– logró instalar un centro de operaciones en la zona norte, cercana a Curuguaty, donde no han cesado las persecuciones al movimiento campesino con el pretexto de combatir al EPP, grupo guerrillero del que nunca se ha comprobado la existencia. Es la misma región de interés de Cargill y Monsanto, que hoy impulsan un golpe de Estado para instaurar un gobierno a la medida de sus necesidades (Mejía, Pepe, 2012).

Poco después del golpe, el nuevo gobierno paraguayo decidió aprobar el uso del maíz



transgénico VT Triple Pro, desarrollado por la empresa estadounidense Monsanto, que requiere emplear altas cantidades de glifosato, también de la misma empresa.

¿Cómo puede un gobierno que se llama democrático negociar con este tipo de empresas? Los documentos liberados por Wikileaks, en un número superior a los 900 mensajes de las embajadas de Estados Unidos, entre 2005 y 2009, demostraron cómo ese gobierno utilizó grandes cantidades de recursos públicos para promover a Monsanto y a los transgénicos, a través de las mismas embajadas, el Ministerio de Agricultura (USDA) y de USAID en muchos países (Food and Water Watch, 2013). En uno de estos documentos, como ejemplo concreto, se señala que la embajada en el Ecuador planea, para 2006, “reforzar el lobbying industrial’ para oponerse a las regulaciones propuestas las cuales pueden impedir importaciones de biotecnología” (U.S. DoS, 2006). ¿Cómo puede un gobierno que se llama soberano negociar y permitir el ingreso de este tipo de empresas bajo un marco de imposición imperialista?

## **7. Transgénicos: Es negar los derechos del consumidor**

Una pregunta sencilla: Si los transgénicos son tan “seguros”, ¿por qué se esfuerzan tanto en que no los etiqueten y el consumidor sepa

qué está consumiendo? Solo para bloquear la propuesta 37 de la Ley de California (Right to Know Genetically Engineering Food Act), las transnacionales gastaron más de 40 millones de dólares en 2012 (Democracynow, 2012).

Un argumento digno de sabatina fue aquel que, más o menos, decía que al final de cuentas ya consumíamos transgénicos importados y ni lo sabíamos. Decirlo no es un argumento a favor de los transgénicos, sino la confesión de que el Gobierno no cumple ni hace cumplir con los derechos del consumidor y la ley respectiva. Y, como vemos, mantener esos productos sin etiquetas que adviertan qué se consume es una política de las transnacionales con la que no deberían estar de acuerdo los Estados.

Más allá de eso, en Europa se pide que las etiquetas indiquen también cómo y por qué fueron modificados, que no se use el engañoso calificativo de “cultivos biotecnológicos”, y que las empresas presenten los resultados de sus estudios sobre efectos a la salud. El Dr. Gilles-Eric Séralini, experto de la Comisión Europea en transgénicos e investigador en Biología Molecular (2009), declaró:

La UE ha pedido los resultados de las pruebas a las compañías para aceptar o no la comercialización de estos productos, pero las compañías dicen que son confidenciales, cuando según la ley de la UE deberían ser públicos. Ya hemos ganado algún juicio contra Monsanto

demostrando los efectos nocivos de los OGM que pudimos analizar.<sup>22</sup>

La falta de etiquetas conlleva una serie de conflictos comerciales, cuando estos transgénicos son exportados a países donde sí se realizan inspecciones para detectar e impedir el ingreso de este tipo de productos. Un caso muy reciente se refiere a la suspensión de las importaciones de trigo transgénico por parte de Japón (donde se canceló un cargamento con 25000 toneladas de trigo tipo Western White) y Corea del Sur (que aplicó medidas de cuarentena de trigo proveniente de Estados Unidos), el 31 de mayo de 2013. Se trata de una variedad no aprobada en Estados Unidos, pero que provocó alarma al ser encontrada en una zona agrícola del estado de Oregón, un mes antes, por un agricultor que halló semillas de trigo “voluntaria” no deseadas, en un campo que no había sido cultivado en ese año. Supuestamente, las pruebas en terreno con este trigo transgénico habían sido concluidas en 2005 y la cepa había sido abandonada ante la oposición mundial a su uso (La Jornada, 2013). Este y múltiples casos más evidencian que se estaría ocultando un producto que realmente se comercia a nivel internacional, con la

---

22 “Los transgénicos son peligrosos para la salud humana”. La Vanguardia, entrevista realizada a Gilles-Eric Séralini por Ima Sanchís, 8 de abril de 2009.

complicidad del gobierno de Estados Unidos, de manera particular.

Un corto listado de los derechos del consumidor afectados, reconocidos en la legislación ecuatoriana, son:

- A la seguridad para protegerse de productos, procesos de producción y servicios que puedan perjudicar la salud y afectar la vida.
- A la información necesaria para tomar una decisión informada y protegerse contra la publicidad engañosa.
- A elegir con garantías de calidad satisfactorias.
- A la educación del consumidor.
- A un medioambiente saludable.

Al hablar de la información y toma de decisiones, de manera ampliada, se advierte que las grandes plantaciones de transgénicos no respetan el derecho a la consulta previa de pueblos y nacionalidades. Esta es otra grave afectación ante la cual los sectores dominantes prefieren hacer silencio.

### **En resumen: Cumplir la Constitución o aplastarla con semillas transgénicas**

Las consideraciones planteadas anteriormente y otras que, con seguridad, faltan solo pueden llevar a concluir que la introducción de los transgénicos no implica cambiar un artí-

culo de la Constitución, sino pisotear columnas vertebrales de ella, como el Sumak Kawsay y los derechos de la Naturaleza, desconocer derechos ciudadanos y generar condiciones para una mayor dependencia del país, que afectarán incluso las posibilidades de alcanzar el objetivo de la soberanía alimentaria.

Estos aspectos son fundamentales y no pueden ocultarse bajo debates sobre otros temas, o la consabida descalificación e insultos contra quienes piensan distinto que el Gobierno. Con la pretensión de “modernizarnos” o de ponernos a la moda de otros países, se pone en juego la vida del país y, de entrada, en este caso, la del campesinado.



# **2**

## **El fracaso de los transgénicos**





# Cuarenta aniversario de los transgénicos

*Ignacio Chapela*<sup>23</sup>

Este año, la transgénesis cumple 40. Son pocos años, si se considera que la manipulación transgénica (la introducción forzada de material genético de varios organismos diversos en otro que lo recibe y lo reproduce) es una intervención en la biología del planeta sin precedente, en los miles de millones de años que ha existido la vida en esta, nuestra esquinita del cosmos.

Pero 40 años son muchos cuando se observa que esta intervención se ha visto distribuida sobre una superficie significativa del planeta. Los humanos hemos mantenido, en promedio, unos 100 millones de hectáreas de cultivos transgénicos cada año, desde su primera comercialización oficial en 1996, concentradas principalmente en cinco países. Esto, sin contar liberaciones imprevistas. Lo interesante es que ahora contamos con datos de esta experiencia de 40 años, para evaluar la transgénesis.

---

23 Ecólogo microbiólogo y micólogo de la Universidad de California, en Berkeley.

Algunos piensan que este “experimento” con el planeta demuestra de alguna manera la inocuidad de los transgénicos; argumentan que no ha habido evidencia de daño alguno asociado con la liberación o uso de estos organismos. Otros, como yo, consideramos que esto nunca fue un experimento, porque nunca hemos hecho lo mínimo necesario para que lo fuera, a saber: mantener controles y observar sistemáticamente los resultados. Los transgénicos se liberan al ambiente sin posibilidad de compararlos con algún control y sin etiquetar. ¡Ningún estudiante de secundaria pasaría la materia si cometiera el error de no incluir un control ni marcar los tubos en su experimento! Tal vez no tengamos un experimento, pero historia, sin embargo, sí tenemos.

Después de su primera generación en 1973, el doctor Paul Berg, junto con otros pioneros de la transgénesis, llamó a una reunión urgente en el centro vacacional de Asilomar, al sur de San Francisco, y pidió a todos los científicos un periodo de reflexión sobre los posibles riesgos de la transgénesis. El riesgo más importante que ellos podían vislumbrar era el posible escape al ambiente de alguna bacteria con propiedades patogénicas aumentadas, con resistencia a los antibióticos. Hoy sabemos que este riesgo se ha convertido en realidad: al muestrear seis de los ríos más importantes de China, un grupo de investigadores demostró que en todos ellos, las poblaciones nativas de

bacterias han incorporado ADN originado en laboratorios o en campos de cultivo río arriba. Además, las secuencias de ADN transgénico encontradas no son irrelevantes: las bacterias que las llevan se vuelven resistentes a antibióticos.

Esta es, en otras palabras, la demostración de que la peor pesadilla del doctor Berg es ahora una realidad ecológica innegable. Por si hiciera falta resaltar la importancia de este descubrimiento, hay que dejar en claro que sabemos ahora, a ciencia cierta, que los transgénicos no se quedan inmóviles en el sitio en el que se les libera, sino que se transfieren por mecanismos de transmisión “horizontal”, de material genético de las plantas transgénicas a las bacterias de vida libre en el ambiente, de donde pueden continuar su dispersión, ahora invisiblemente. El hecho de que las bacterias de vida libre desarrollen el fenotipo específico de la resistencia a los antibióticos significa, además, que estamos “armando”, a través de los transgénicos, a la próxima generación de bacterias patogénicas que encontraremos nosotros, nuestros animales y plantas cultivadas, sin las herramientas que el siglo XX nos dio para defendernos de sus infecciones. Hay que notar que la aparición de bacterias resistentes a los antibióticos es el tema que más preocupa a las instituciones de salud pública de todo el mundo, en estos momentos.

El escape de los transgénicos por transmisión génica horizontal se añade a los documentados ejemplos de su salida, a través de los mecanismos más conocidos de polinización y movimientos o intercambios de semillas. Sabemos, pues, que la liberación intencional o inadvertida de transgénicos al ambiente tiene consecuencias que van mucho más allá del campo de cultivo en el que se les introduce, y que esas consecuencias durarán muchísimo más tiempo del que pensábamos hace 40 años.

Sabemos más: en los últimos dos años hemos recibido información clara sobre las consecuencias del consumo de transgénicos. El material genético de los transgénicos (sobre todo el ARN) sobrevive a la digestión en el humano en suficientes cantidades como para tener un efecto importante en la salud de quien los consume. Hemos visto los resultados de estudios de alimentación en modelos animales como las ratas, gracias al trabajo de los equipos dirigidos por los doctores Pusztai, en Escocia, y recientemente Séralini, en Francia. A pesar de las campañas de descrédito en su contra, estos estudios continúan sin refutación científica e indican que, a mediano y largo plazos, el consumo de transgénicos puede tener consecuencias importantes en la salud.

Asimismo sabemos que los materiales transgénicos pueden tener comportamientos inesperados, como lo demuestran dos estudios recientes. Primero, una secuencia inusi-

tada encontrada en la mayoría de las plantas transgénicas, el llamado “gen VI”, no solo contribuye a la activación desmesurada de las regiones genómicas en las que se localiza, sino que también, sorprendentemente, parece bloquear la capacidad de defensa de la planta —o cualquier otro organismo— ante ataques de virus. Otro estudio constata que la introducción de ARN transgénico en las plantas que forman la dieta humana, puede conferir a ese ARN regulación directa sobre los tejidos del humano a varios niveles y alterar su fisiología de maneras complejas. Debe notarse que una “nueva generación” de transgénicos propone el uso del tipo de ARN en cuestión, por medio de los llamados ARN de interferencia.

Desde una perspectiva estrictamente biológica, los riesgos de la liberación de transgénicos al ambiente, que ya se podían vislumbrar hace 40 años, son ahora daños reales en la ecología del planeta: contaminación genética, generación de resistencias en malezas, plagas y patógenos, daños por el abuso de los pesticidas asociados, y muchos más. A ellos, la historia continúa agregándoles sorpresas inusitadas: la transferencia horizontal rampante, las alteraciones fisiológicas sutiles pero importantísimas, como consecuencia directa del consumo de transgénicos, la emergencia de nuevas cepas de bacterias resistentes y de cultivos con nuevas susceptibilidades. Tenemos, sin duda, evidencia de prima facies para concluir que

los transgénicos, en su 40 aniversario, merecen una nueva evaluación que confronte ya no los riesgos hipotéticos contra los beneficios a futuro, sino los daños demostrados contra las promesas incumplidas de rendimiento y seguridad.

# El fracaso del algodón transgénico en Colombia

*Grupo Semillas*<sup>24</sup>

El cultivo del algodón en Colombia tuvo su época dorada entre 1950 y 1977. En este periodo, la producción de algodón aumentó casi 25 veces. En 1977, se sembraron 380 000 hectáreas –más de 75 % del área sembrada en la costa atlántica y el resto en el interior del país–, y el cultivo generó más de 480000 empleos. Entre 1978 y 1992, se presentó una fuerte crisis en el sector algodonero, provocado por las erróneas políticas gubernamentales; la explosión de plagas en el cultivo, por el mal manejo agronómico en el uso de pesticidas; la disminución de los precios internacionales; la reducción de los aranceles para la importación; y, el aumento en los costos de los pesticidas y maquinaria agrícola, entre otros (García, 1995). El desplome de la producción nacional sucedió entre 1992 y 1999, como resultado de la apertura económica y la revaluación: el área sembrada pasó de 260 000 hectáreas en 1992, a apenas 50 000 hectáreas en 1999.

---

24 Grupo Semillas, Colombia.

A partir de 1993, el país inició la importación de fibra subsidiada desde Estados Unidos, situación que se profundizó hasta llegar, actualmente, a importar más de 65 % del consumo nacional. Para el año 2007, solo quedaban 54 497 hectáreas sembradas y se importaron más de 50 000 toneladas de fibra. Un grave problema socioeconómico tuvo lugar en estas regiones, por el empleo perdido con la crisis (Espinal, 2005; AGRONET, 2009).

La temporada de cultivo del algodón en “Costa-Meta” inicia sus siembras a mediados de cada año y recolecta la producción entre diciembre y marzo del siguiente año. Estas regiones participaron con 70% de la producción nacional. La temporada del “Interior” (Huila, Tolima y Valle del Cauca) inicia sus siembras a comienzos del año y cosecha su producción entre julio y octubre, y representa 30% de la producción restante. En Córdoba, el rendimiento es de 2,6 Tm/hectárea, mientras que en Tolima el rendimiento promedio es de 2,1 Tm/hectárea. Aunque Colombia registra costos de producción por tonelada y rendimientos del cultivo de algodón similares a los de Estados Unidos (2,1 Tm/ha, promedio), no puede competir con los actuales precios norteamericanos, debido a las cuantiosas ayudas y subsidios que se les otorga a los agricultores y exportadores de Estados Unidos. El algodón, en décadas pasadas, fue un gran generador de empleo; pero como el área cultivada ha dismi-



nuido fuertemente, el empleo ocasionado es cada vez menor. Mientras en 1991 se generaban casi 89000, en el 2008 escasamente superaron los 15000 (Espinal, 2005).

## **Llega el algodón transgénico como reductor de la crisis algodonera**

En medio de la crisis algodonera llegó al país el algodón transgénico, con la promesa por parte de las empresas semilleras de que esta tecnología iba a reactivar al sector. El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) autorizó la siembra comercial del algodón Bt desde el año 2002; en 2003, permitió el algodón Roundup Ready (RR) y, en 2006, se introdujo la tecnología conjunta de algodón Bt y RR; todas estas semillas, de propiedad de Monsanto. El área cultivada con algodón transgénico ha aumentado en los últimos años, pero no al ritmo que esperaban el ICA y las empresas semilleras. Se prevé que con el reciente fracaso de los agricultores en Tolima y Córdoba, el área total sembrada disminuya significativamente.

La aprobación de la liberación comercial del algodón Bt en Colombia se realizó a través de procedimientos irregulares por parte del ICA y de Monsanto: no se efectuaron los estudios de bioseguridad completos y necesarios para garantizar la entera seguridad de esta tecnología; tampoco se tramitó la licencia

ambiental y, adicionalmente, se presentaron irregularidades administrativas del Comité Técnico Nacional de bioseguridad (CTNbio) del ICA. Varias organizaciones de la sociedad civil interpusimos dos acciones populares, una de las cuales fue fallada por el Consejo de Estado, en febrero de 2005, que dictaminó que todas las solicitudes para cultivos transgénicos aprobados después de la Ley 740 (Protocolo de Cartagena), tienen la obligación de tramitarla “licencia ambiental” ante el Ministerio de Ambiente.

## **El fracaso del cultivo de algodón transgénico en Colombia: Los problemas de fondo**

Los fracasos que los agricultores han tenido con el cultivo de algodón Bt y Roundup Ready están relacionados, por lo menos, con los siguientes siete aspectos:

1. Las transnacionales biotecnológicas controlan el paquete tecnológico: Tienen el control monopólico de las semillas y de los insumos agrícolas, y dejan sin opciones a los agricultores, quienes finalmente no pueden obtener semillas no transgénicas. Monsanto, muy eficiente, le vende a los agricultores las “bondades de la tecnología”, que los cautiva y los amarra, mediante la firma

de contratos “leoninos” que solo benefician a las empresas. Pero cuando las semillas no funcionan y los agricultores fracasan, la empresa no pone la cara.

Los contratos entre Monsanto y el agricultor, sobre el uso de la tecnología de algodón Bt, constituyen “la soga al cuello”. Contienen cláusulas en donde el agricultor se compromete a:

- Reconocer que Monsanto es dueño de la semilla, mediante la patente.
- No guardar semillas (solo las puede utilizar para una siembra y tiene que devolver las que sobren).
- No comercializar o entregar semillas a terceras personas.
- La cosecha solo la puede entregar a desmotadoras autorizadas por Monsanto.
- Firmar cláusulas de confidencialidad sobre la tecnología, que le prohíben entregar a otras personas información sobre esta.
- Monsanto puede inspeccionar y realizar pruebas en campos sembrados con semillas transgénicas, luego de tres años de haber comprado las semillas.
- Por el incumplimiento del contrato, Monsanto llevará el caso a estrados judiciales, lo que puede conducir al agricultor a la privación de la libertad. También el agricultor se compromete a devolver las semillas, a pagar multas, y

Monsanto puede destruir el cultivo sin indemnización.

2. La tecnología Bt es más costosa: El alto costo de la semilla de algodón transgénico cuesta más de tres veces que la convencional. Para 2008-2009, mientras una bolsa de 25 kilos de algodón convencional, variedad Delta Opal, costaba 339800 pesos, la semilla transgénica DP 164 BGll - RR Flex costaba 945000 pesos y la DP 455 BG X RR, 801200 pesos. Además, para que la tecnología transgénica funcione, los agricultores deben incurrir en gastos que incrementan los costos de producción: implementación de sistemas de riego eficientes, sembradoras de precisión, adecuada fertilización del suelo y un manejo integral del cultivo (de plagas y de refugios), entre otros. Evidentemente, a los pequeños y medianos agricultores de algodón no les es posible adoptar este nuevo paquete tecnológico. Pero los agricultores, para poder acceder al crédito y a algunos subsidios del Estado mediante programas como “Agro ingreso seguro”, deben amarrarse a la reconversión tecnológica, que se basa en criterios de “eficiencia y competitividad”, lo cual excluye de entrada a la mayoría de los pequeños agricultores.

3. Plagas no controladas por el algodón Bt: Monsanto vende a los agricultores el argumento de que esta tecnología va a disminuir el uso de plaguicidas. No obstante, en la práctica, implica utilizar muchos plaguicidas para el control de plagas que no contrarresta la toxina Bt, puesto que solo reduce algunas plagas de lepidópteros. En la región Caribe, la principal plaga del algodón, el picudo (*Anthonomus grandis*) no es controlada por el Bt; para su combate, los agricultores aplican 70% de los plaguicidas que compran. En Tolima, Monsanto prometió que el Bt controlaría entre 50 y 70% de la plaga *Spodoptera spp*, pero en realidad inhibe menos de 10%. Algunos agricultores afirman que esta plaga está adquiriendo resistencia a la toxina Bt. Igual situación ocurre con el gusano rosado *Pectinophora gossypiella*, lo que obliga a los agricultores a comprar y aplicar plaguicidas adicionales para su control.
4. Resurgencia y aumento de nuevas plagas: En los últimos años, se ha presentado en el Tolima una resurgencia del picudo, plaga que anteriormente no era importante en la zona y no requería control químico. En la actualidad, un agricultor que compra semillas transgénicas Bt, de todas formas debe utili-

zar hasta seis aplicaciones de insecticidas para controlar el picudo. Además, en algunas zonas del Tolima, en 2007, resurgió la plaga mosca blanca y llegó a niveles críticos, lo que ha incrementó los costos del cultivo. Muchos agricultores resaltan la coincidencia de las siembras del algodón transgénico con la resurgencia de estas plagas, y consideran que se debe a esta tecnología introducida (López, 2007).

5. Inadecuado manejo de los refugios: En la tecnología Bt, es indispensable el uso de refugios, que son áreas cultivadas con una variedad de algodón no transgénico dentro del cultivo transgénico, para disminuir la probabilidad de aparición de resistencia en las plagas a las toxinas del Bt. El esquema utilizado en Colombia es una proporción del área de 4 % no GM frente al total (96:4). Tanto en Tolima como en el Caribe, muchos agricultores no están manejando bien los refugios, puesto que algunos toman los cultivos de los agricultores vecinos que están plantados con algodón convencional como refugios, o los establecen en áreas que presentan condiciones agronómicas limitantes para el establecimiento de cultivos (suelos de baja fertilidad, zonas de anegamiento). En ese sentido, el refugio no cumple su propó-

sito. El ICA y las empresas no efectúan un adecuado seguimiento y control de los refugios y, finalmente, las plagas se vuelven resistentes a las toxinas Bt. La tecnología se vuelve, de esta manera, inefectiva.

6. Las semillas transgénicas no son más productivas: Insistentemente, Monsanto y el ICA pregonan que estas semillas de algodón transgénico son más productivas que las convencionales; pero los resultados de las cosechas 2008-2009 de las nuevas variedades Bt/RR para el Tolima y Córdoba, muestran que tuvieron muy baja producción y grandes pérdidas económicas. En la cosecha se encontró que la cápsula no abrió bien y la fibra era muy corta y de poco peso.
7. Las comunidades indígenas son involucradas en el cultivo del algodón transgénico: En el sur de Tolima, Monsanto involucró a muchas familias indígenas en el cultivo de algodón transgénico entre los años 2004-2006, y utilizó estrategias de promoción engañosas. A través del programa “Campo Unido” ofreció incentivos para la siembra de algodón Bt en sus resguardos de los municipios de Natagaima, Coyaima y Ortega.

En general, a todos los indígenas les fue mal en la cosecha y les causó grandes pérdidas

económicas. Algunos tienen deudas impagables. Esta tecnología es inviable e incompatible con la producción tradicional indígena, la cultura y la soberanía alimentaria, y no es apta para las condiciones agroecológicas limitantes del sur de Tolima. La situación condujo a que, en el 2007, prácticamente no se sembrara algodón en los resguardos. Es muy irresponsable que Monsanto promueva estos cultivos en territorios indígenas y, sobre todo, que el ICA no haya hecho nada para impedirlo. Luego del fracaso del algodón transgénico en el sur de Tolima, las comunidades indígenas ahora son más conscientes de los riesgos e impactos que pueden tener los cultivos en sus territorios, y están alertas con la posible entrada de los maíces transgénicos. Es por ello que están pensando en declarar sus territorios libres de transgénicos.

### **El algodón Bt y RR en Tolima y en Córdoba: Un verdadero fiasco**

A pesar de la incorporación de siembras GM, el área total de cultivo de algodón en Colombia siguió disminuyendo desde 2005, cuando se sembraron 73306 hectáreas, 29 % de las cuales fueron para sembríos GM. En 2008, solo se sembraron 43000 ha, y 65 % correspondió a los transgénicos. Desde 2002, únicamente se sembró el algodón Bollgard (Bt) de Monsanto, aunque el área inicialmente



aumentó. En 2006-2007, disminuyó porque las semillas no respondieron a las expectativas de los pequeños y medianos agricultores. Por su parte, las semillas resistentes a Roundup Ready (RR) no tuvieron aceptación: en 2007 solo se sembraron 200 hectáreas. En 2008, Monsanto trajo las semillas “redentoras” prometidas, con doble tecnología (Bt y RR). Muchos agricultores compraron estas semillas en Tolima y la Costa Atlántica, y su siembra aumentó en 2008-2009. Fue entonces cuando la mayoría de los agricultores fracasó.

Pero, ¿de quién fue el fracaso? En Colombia existen 4204 agricultores de algodón, principalmente en los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar, Cesar y Tolima, organizados alrededor de las llamadas “agremiaciones”; de ellos, la mitad (2084) cultiva lotes menores a tres hectáreas y solo 134 productores tienen lotes superiores a 50 hectáreas. El gobierno, en la actualidad, promueve la siembra de algodón mediante el documento Conpes 2005, y entrega subsidios a los productores, que quedan atados a una política de modernización y aumento de productividad (Conalgodón, 2008). Ambos conceptos responden a la aceptación de las semillas GM por parte de dichos cultivadores.

El cultivo de algodón transgénico fracasó en las cosechas 2008-2009, tanto en Tolima como en la región Caribe. Sin embargo, contra toda evidencia, el ICA y las empresas semilleras presentan el cultivo del algodón transgénico-

co como un éxito. Otra cosa dicen los agricultores, los directamente afectados.

## **Miremos con más detalle qué fue lo que ocurrió en Tolima y Córdoba**

### *Tolima*

En Tolima, para el año 2008, se sembraron 8477 hectáreas de algodón, de las cuales 3902 fueron de la variedad DP 455 BG/RR, de doble característica: portadora de Bt y tolerante a herbicidas, lo que generó mucha expectativa en los agricultores. Esta semilla dio pésimo rendimiento y generó grandes pérdidas económicas. Los agricultores solo recogieron entre la mitad y una tercera parte de la cosecha del algodón. Se perdió entre 50 y 75 % de la producción. Los algodoneros estiman que fueron afectados más de mil productores y que las pérdidas ascendieron a aproximadamente 20 mil millones de pesos.

Según Monsanto, el problema se debió a condiciones climáticas, como exceso de agua y alta humedad, que afectaron el potencial productivo, y también a problemas en los cuidados agronómicos de los agricultores. Los técnicos y los agricultores rebatieron este argumento, basados en su experiencia en el cultivo de algodón en El Espinal desde hace más de 30 años, e incluso en el cultivo de algodón transgénico (Varón, 2008). Voceros de los gremios

algodoneros consideran que las causas del fracaso de la cosecha fueron otras, todas atribuidas a Monsanto.

Según los agricultores asociados en “Remolinos”, la primera razón debería ser atribuida a que la semilla DP 455 Bt/RR, sembrada en el centro de Tolima, pudo hacer parte de un lote de semillas dañadas procedente de Estados Unidos. El hecho es que muchas de las semillas llegaron partidas y presentaron baja germinación, que originó un daño en 14 % de las plantas y casos reiterados de muerte temprana de estas (marchitamiento a los 90 días). Por otra parte, la decisión de Monsanto de cambiar la semilla DP555 BG/RR por la DP455 BG/RR, y no brindar la capacitación adecuada a agrónomos y agricultores sobre el manejo de la tecnología, agravó la situación (Reyes, 2008). En una investigación adelantada por Remolinos, se encontró que las variedades de Monsanto tuvieron menor rendimiento que las variedades no transgénicas: la planta solo desarrolló cuatro de los cinco lóculos; las cápsulas de algodón no llenaron con la mota y no abrieron; la fibra fue muy corta y con poco peso (Varón, 2008).

En 2008, en Tolima se sembraron 11000 hectáreas. Para 2009, los agricultores estaban tan decepcionados y desanimados, según Remolinos, que no se sembró más de 5000 hectáreas. Luego del fracaso, los agricultores de Remolinos le pidieron a Monsanto

una indemnización por los daños en la cosecha, pero no pudieron llegar a un acuerdo y, actualmente, están estudiando la posibilidad de instaurar una demanda. Esto muestra la enorme dificultad que tienen los agricultores para enfrentar a una empresa que tiene los dientes muy afilados.

### *Córdoba*

En la temporada 2008-2009, el área total de algodón sembrado en la región Caribe fue de 32 264 hectáreas. El 63 % de ellas fueron cultivadas con semillas transgénicas. Allí se generó una gran expectativa con la llegada de las nuevas semillas de algodón GM con doble característica (Bt/RR), de la variedad DP164 BGII. Esa expectativa tuvo como contrapartida el más grande fracaso económico para los cultivadores: Córdoba, el departamento algodonero más importante de la región, tuvo una pésima cosecha y cuantiosas pérdidas, debido a que las semillas resultaron totalmente improductivas e ineficientes para el control de plagas y malezas. Según los gremios de algodoneros de Córdoba, las pérdidas, en 2008, fueron cercanas a 20 mil millones de pesos (Coronado, 2009). Allí, 2000 agricultores, que representan 57 % del total de la región, tuvieron pérdidas que se estiman en más de 14 000 millones de pesos (7 millones de dólares). Al mismo tiempo, la cosecha de las semillas tradicionales fue excelente, lo que des-

virtúa el insostenible argumento de las empresas y del ICA de que las semillas transgénicas son más productivas y mejores.

Conalgodón, en el balance de la cosecha 2008-2009 en la región Caribe, realizado en junio de 2009, concluye que, en Córdoba, la cosecha de las variedades BGII y RR presentó resultados muy pobres, al punto que se perdió 15% de la cosecha. El mismo balance de Conalgodón señala que las plántulas presentaron malformaciones y muerte temprana (marchitamiento a los 90 días), igual que lo acontecido en Tolima, y fueron frecuentes los casos en los que las cápsulas solo desarrollaron tres de los cinco lóculos en que se almacena la mota de algodón. A ello debemos agregar que, en el mismo departamento, las variedades GM obtuvieron un rendimiento promedio de 1,762 kg/ha; el algodón convencional produjo 1,802 kg/ha; y, la variedad convencional Delta Opal muestra el mejor comportamiento, con un promedio de 2,027 kg/ha. Por otra parte, el precio de la semilla transgénica fue tres veces mayor que la semilla tradicional de algodón, mientras los costos de los insumos agrícolas aumentaron exorbitantemente en el último año: el Roundup Brío aumentó su precio en 200 %.

Es evidente que muchos agricultores de la región sembraron las semillas BGII y RR, porque en el mercado no había disponible semillas convencionales y de BGI. En la región Caribe, los algodoneros están desilusionados

con el algodón transgénico. Se esperaba que para la siembra que iniciaba en el segundo semestre de 2009, el área con semillas transgénicas sea menor a las 15 000 hectáreas.

## **La “pelea” entre Conalgodón y Monsanto**

Los algodoneros de Córdoba, afiliados a Conalgodón, anunciaron que demandarían a Monsanto por proporcionar información engañosa sobre la semilla transgénica DP 164 y realizar una transferencia tecnológica irresponsable sobre el manejo agronómico. Aseguraron que les vendieron una semilla GM supuestamente resistente a la plaga Spodoptera y a los efectos del herbicida glifosato, pero en la práctica no funcionó.

Luego de las denuncias públicas realizadas por Conalgodón, Monsanto aceptó compensar a los agricultores con 640 000 dólares (1 280 millones de pesos) —que en realidad son una compensación simbólica respecto del total de las pérdidas presentadas—, monto que sería distribuido entre todos los algodoneros afectados. Pero Monsanto condicionó este pago a la entrega de un documento de paz y salvo firmado por los productores, exigencia que no aceptó Conalgodón (El Meridiano, 2009).

Frente a este hecho, Conalgodón decidió iniciar las acciones administrativas y legales para que Monsanto restituyera a los agricultores por las pérdidas causadas y el daño a la imagen

del gremio algodonero. También solicitó al ICA aplicar sanciones por información engañosa, incompleta e inexacta, suministrada a los agricultores a través de volantes, sobre el control de *Spodoptera* por medio de la tecnología Bollgard II, que les ocasionó grandes pérdidas. El gremio anunció, en su momento, la presentación de una denuncia por el mismo hecho ante la Superintendencia de Industria y Comercio, por abuso de posición dominante en la manipulación de información, desventaja en la posición negociadora y daño por campaña de desprestigio e infamia contra Conalgodón.

Finalmente, en agosto de 2009, Monsanto y Conalgodón llegaron a un acuerdo en relación con la semilla transgénica en cultivos de Córdoba y Sucre. Monsanto entregará 1280 millones de pesos a los agricultores que sembraron en 2008-2009 la semilla DP 164 BGII RR Flex. También deberá entregar 130 millones de pesos a los agricultores para fortalecer la capacitación técnica, las publicaciones y el comité técnico de Conalgodón. De igual manera, se comprometió con los agricultores de esos departamentos a ampliar el portafolio con mejores semillas y formación técnica (Portafolio, agosto 13/09).

## **Conclusiones**

Luego de siete años de haber sido liberadas comercialmente las semillas de algodón

transgénico, queda en evidencia su fracaso. No cumplieron con las promesas de ser más productivas ni de reducir el uso de pesticidas y herbicidas, ni de disminuir los costos de producción ni de generar mayor rentabilidad para los agricultores. La tecnología transgénica la presentó Monsanto como la redención del sector algodonero; pero, en realidad, ha ayudado a llevar a los agricultores al fondo del abismo, en especial a los pequeños y medianos algodoneros de Córdoba y Tolima, quienes, en la cosecha 2008-2009, tuvieron enormes pérdidas.

Las empresas biotecnológicas, en alianza con el ICA, han promovido al unísono esta tecnología y han convencido a muchos agricultores de que estos cultivos representan el desarrollo, y que las semillas no transgénicas representan el atraso. Pero, sobre todo, han logrado que las empresas transnacionales controlen el paquete tecnológico en su conjunto, inclusive las semillas que están disponibles en el mercado, y a los agricultores, a quienes mantienen atados a los monopolios.

¿Cómo ha sido posible que los transgénicos, a pesar de estas limitaciones y graves impactos, sigan siendo atractivos para los cultivadores? La estrategia utilizada por Monsanto, para promover y enganchar principalmente a los grandes agricultores y a las asociaciones de algodoneros, es convencerles mediante publicidad engañosa, como lo afirman los agricultores de Córdoba. Además,



muchos agricultores tienen fuertes nexos con las empresas y están convencidos de que el algodón transgénico es una mejor alternativa que los algodones convencionales, a pesar del fracaso de las recientes semillas GM introducidas. Muchos insisten en que el problema no son las semillas GM, sino que las empresas semilleras no les han traído las simientes adecuadas. No obstante, a los pequeños agricultores les ha ido mal, debido a que estas semillas no están diseñadas para sus condiciones ambientales y socioeconómicas, y sus parcelas experimentan severas limitaciones productivas, tecnológicas y económicas.

El problema es que si los agricultores y los gremios de algodoneiros no se liberan del control de estas empresas, y no formulan las alternativas para salir de la profunda crisis por la que atraviesan, caerán reiteradamente en la misma situación. Lo cierto es que, a pesar del fracaso que tuvieron los algodoneiros con las variedades transgénicas que tienen doble tecnología Bt y RR, muchos siguen pensando que el problema se soluciona si les llevan una nueva semilla mágica.

En varios países del mundo existen experiencias, todavía minoritarias, que muestran que es posible y sustentable producir algodón de forma orgánica, sin el uso de agroquímicos y sin semillas transgénicas. Este es el caso de Brasil, en donde existen más de mil hectáreas de cultivos certificados o en proceso de certi-

ficación, y el área aumenta en 30 % cada año. Aunque todavía es un proceso en formación, estas experiencias evidencian que sí es posible salirse de las supuestas verdades absolutas que pregonan las transnacionales semilleras.

Quienes sí han aprendido lecciones de esta crisis son los pequeños agricultores, campesinos e indígenas. Ellos han entendido que estas semillas transgénicas no son adecuadas para sus sistemas productivos y que, además, los aniquila. Por ello, están desarrollando múltiples estrategias para enfrentarlos. Ahora, el reto de los agricultores es cómo enfrentar las amenazas a la biodiversidad y a la soberanía alimentaria que representan las semillas de maíz transgénico, que el ICA autorizó para la siembra en todo el país, desde 2007. Pero hoy, cada vez existen más agricultores que quieren defender nuestras semillas nativas y no desean que las semillas transgénicas ingresen a sus territorios, a sus sistemas productivos y a su alimentación.

# La rebelión de las “plagas” amenaza los cultivos transgénicos

*Isabel Bermejo*<sup>25</sup>

Desde hace algún tiempo, los cultivos transgénicos han empezado a preocupar no solo a ecologistas, consumidores y agricultores ecológicos, sino a los propios cultivadores de organismos modificados genéticamente (OMG), y no precisamente por el alarmante monopolio sobre las semillas que ha acompañado la “revolución” biotecnológica, sino porque la siembra a gran escala de variedades resistentes a los herbicidas (RH) ha favorecido la aparición de “súper-malas” hierbas: malezas resistentes a los herbicidas que están transformando en verdadera pesadilla la “ventaja” de estas variedades, que permiten utilizar potentes herbicidas en todo momento sin aniquilar la siembra (Thompson, 2012: 485, 430).

Aunque mucho menos extendidos que las variedades RH y, por tanto, menos suscep-

---

25 Isabel Bermejo, Coordinadora ecologista de Cantabria, Ecologistas en Acción, agosto 2012.

tibles de favorecer la proliferación de poblaciones resistentes, los cultivos transgénicos insecticidas también están pasando a ser un quebradero de cabeza para los agricultores, en zonas donde su eficacia como plaguicidas se ha visto minada por la aparición de resistencias.

Se diría que, en los últimos tiempos, asistimos a la rebelión de las plagas en los cultivos transgénicos. Pero se trata de una rebelión anunciada, puesto que la siembra de grandes extensiones de cultivos resistentes a un mismo herbicida, o de variedades insecticidas que producen la misma toxina a lo largo de todo el ciclo de cultivo, constituye la receta perfecta para generar malezas y plagas resistentes. La evolución natural de las denominadas “malas hierbas” y “plagas” hace que, tarde o temprano, aparezcan individuos resistentes, que proliferan y se propagan de manera cada vez más difícil de controlar.

Si bien la industria de los transgénicos pregona las bondades de una tecnología que, supuestamente, permitirá crear variedades más productivas, resistentes a la salinidad, a la sequía... la realidad muestra que tales afirmaciones no pasan de ser promesas incumplidas. Desde su introducción comercial en 1995, el rasgo predominante de los OMG ha sido la resistencia a los herbicidas, seguido muy de lejos por la producción de insecticidas. Es más, en estos 13 años, la superficie mundial de cultivos transgénicos RH ha aumentado de

modo considerable; en 2010, ocupó 83 % de la superficie transgénica total (121 millones de hectáreas, de un total de 148 millones), según datos de la propia industria (James, 2011).

Esta desmesurada expansión de las variedades RH está experimentando tan nefastas consecuencias, que una comisión del Congreso de EE.UU. dedicó una sesión, en 2010, para esclarecer las responsabilidades del Ministerio de Agricultura (US Department of Agriculture - USDA), por la falta de medidas preventivas. Tras escuchar el testimonio de agricultores y científicos, el presidente de la comisión concluía que:

El USDA se ha precipitado en la aprobación de nuevas variedades resistentes a los herbicidas y otros productos biotecnológicos. Ahora, más que nunca, los agricultores necesitan un Ministerio de Agricultura que se esfuerce por conservar y proteger el medio agrícola para las generaciones futuras (Southeast-farmpress, 2010).

## **Un negocio redondo para la industria agroquímica**

La inevitable aparición de malezas y plagas resistentes representa un negocio redondo para las grandes corporaciones agroquímicas, que controlan el desarrollo comercial de los transgénicos. En EE.UU., donde la mayoría de grandes monocultivos de soja, maíz y algodón

son ya variedades modificadas genéticamente, el incremento en el uso de biocidas asociado con este tipo de cultivos ha sido notable.

Se calcula que, desde su introducción en 1996 hasta 2008, la utilización de variedades RH en una superficie de 381 millones de hectáreas ha supuesto un aumento del volumen de herbicidas utilizado en unos 174 millones de kilos. Pero este aumento no ha sido lineal y se ha disparado en los últimos años, con la aparición de malas hierbas resistentes. En 2007 y 2008, el incremento en el uso de herbicidas representó 46% del total registrado en estos 13 años; aumentó más de 31% en 2008, respecto de 2007 (Benbrook, 2009).

Durante este mismo periodo, las estadísticas oficiales registran un descenso en el uso de plaguicidas de síntesis de 29,2 millones de kilos, en los 145 millones de hectáreas sembradas con variedades transgénicas insecticidas (Ibíd.). Pero estos datos obviamente no tienen en cuenta la producción constante de toxinas por las propias plantas transgénicas, que son imposibles de calcular y sus efectos imprevisibles sobre el medio. Tampoco reflejan que gran parte de las semillas de maíz transgénico, comercializadas habitualmente, han sido tratadas con neonicotinoides, insecticidas sistémicos de elevada toxicidad y gran persistencia, y solo se limitan a consignar el volumen de insecticidas utilizado en fumigar los cultivos (Antonioni, Robinson y Fagan, 2012). Por otra

parte, en los últimos años se registra la misma tendencia de disminución de la efectividad que en las variedades RH, y se han acentuado las aplicaciones de insecticidas de síntesis.<sup>26</sup>

## **Se dispara el uso de glifosato y el número de malezas resistentes**

En lo que concierne al glifosato Roundup de Monsanto, componente activo del herbicida más utilizado en los cultivos transgénicos, su aplicación en EE.UU. aumentó de 0,58 kilos a 1,49 kilos por hectárea y año, entre 1994 y 2006 (Friends of the Earth International, 2008).

Antes de la introducción de los cultivos transgénicos, las malas hierbas resistentes al glifosato eran prácticamente desconocidas. La primera “súper-maleza” resistente a este compuesto, asociada con variedades RH, la *Conyza canadensis*, se descubrió en el año 2000, en el estado de Delaware (EE.UU.). A partir de entonces, el número de malas hierbas con resistencia ha aumentado de forma alarmante. A principios de 2012, habían aparecido ya 23 especies resistentes al glifosato en todo el mundo (cinco de ellas presentes en España), así como malas hierbas resistentes al glufosinato, otro de los componentes activos de los

---

26 Véase p. ej. carta de científicos a la EPA de 5 de marzo 2012.

herbicidas asociados con las variedades RH. Y, lo que es peor, se ha documentado también la existencia de resistencias a varios herbicidas en una misma especie (International Survey of Herbicide Resistant Weeds, 2011). Solo en EE.UU., que alberga 43 % de la superficie mundial de transgénicos, han aparecido ya 13 especies de malezas resistentes, extendidas en la actualidad por millones de hectáreas, y están generando graves problemas agronómicos e importantes pérdidas económicas (FOEI, 2008). En algunos campos de algodón transgénico, por ejemplo, la invasión de malezas resistentes ha sido tan incontrolable que los agricultores se han visto obligados a abandonar las parcelas, o recurrir a viejas técnicas de control de especies invasoras a golpe de azadón.

La respuesta generalizada de los agricultores a esta situación ha consistido en aumentar el volumen de herbicida aplicado, multiplicar las aplicaciones o utilizar productos herbicidas adicionales más agresivos y dañinos para el medioambiente y la salud. La industria, por su lado, recomienda la utilización de un cóctel de herbicidas crecientemente nocivo y costoso, e incentiva su compra con interesadas bonificaciones que mitigan, en parte, las pérdidas que ello supone para el bolsillo del agricultor.<sup>27</sup>

---

27 Por ejemplo, para un agricultor de soja transgénica HR con unos ingresos brutos medios de unos 230 dólares por acre, se calcula que el aumento del coste



Pero, sobre todo, está intentando acelerar el desarrollo y autorización de nuevas variedades transgénicas resistentes a dos e incluso tres herbicidas distintos, por supuesto más caras, con mayores riesgos, y que supondrán, a mediano plazo, la profundización de la espiral suicida de una agricultura cada vez más dependiente de insumos químicos de síntesis, más dañina para la salud y el entorno, y más insostenible en todos los sentidos (International Survey of Herbicide Resistant Weeds, 2011).

### **Aprobación de variedades RH en la U.E.: ¿No escarmentaremos en cabeza ajena?**

A pesar de que las variedades RH están generando graves problemas en los países donde se cultivan a gran escala, la Unión Europea pretende actualmente aprobar los primeros OMG resistentes a herbicidas para siembra. Todos ellos contienen un gen de resistencia a productos herbicidas que, en algunos casos, constituye su principal rasgo “ventajoso” y, en otros, un mero “marcador” utilizado en el proceso de transformación genética, todavía muy burdo e impreciso, para seleccionar las células que han adquirido el gen extraño deseado.

---

de herbicidas ascendería, en 2010, a 80 dólares por acre, lo que reduciría drásticamente su margen de ganancias (Benbrook, 2009).

En un futuro próximo podrían obtener luz verde para su cultivo en la UE:

- El BT 11 de Syngenta, un maíz insecticida y con un gen marcador de resistencia al glufosinato.
- El 1507 de Pioneer Hi-Bred, un maíz insecticida y con un gen marcador de resistencia al glufosinato.
- El NK603 de Monsanto, un maíz Roundup Ready resistente al glifosato.
- El GA21 de Syngenta, uno de los primeros maíces transgénicos que salió al mercado (retirado actualmente en muchos países), resistente al glifosato.
- El MON88017 de Monsanto, un maíz insecticida y resistente al glifosato.

## **Cultivos Bt: Las plagas responden**

En lo que se refiere a los cultivos insecticidas, ni siquiera Monsanto pone en duda que la evolución de resistencias en las plagas sea solo una cuestión de tiempo, sobre todo si la superficie transgénica cultivada es muy extensa y uniforme. En 2011, se sembraron alrededor de 66 millones de hectáreas de OMG insecticidas en el mundo, portadores de versiones modificadas de un gen del *Bacillus thuringiensis* (Bt), una bacteria del suelo que produce una toxina insecticida (James, 2011). La producción de la toxina Bt en todas las partes de la planta, durante todo el ciclo de cultivo, implica una

exposición prolongada y constante de las plagas a este compuesto insecticida, lo que supone una presión selectiva muy grande a favor de los insectos resistentes, que con el tiempo tenderán a desplazar al resto de la población.

La estrategia de refugios–franjas sembradas con variedades convencionales, donde los insectos resistentes pueden aparearse con individuos no resistentes, para “diluir” así la resistencia– ha retrasado la aparición de poblaciones resistentes de insectos plaga; pero existe ya evidencia de ello en diversas regiones y cultivos. En 2007, se detectó la existencia de poblaciones resistentes al MON810, el maíz cultivado en España, en Sudáfrica (Van Rensburg, 2007: 24).

En 2010, la empresa Monsanto se vio obligada a reconocer públicamente la ineficacia de su variedad estrella de algodón Bt, comercializada en la India, debido a la aparición de resistencias (Bagla, 2010). Este mismo fenómeno amenaza la efectividad de las variedades de algodón Bt en China (Zhang et al., 2012). Y en EE.UU. una veintena de destacados científicos, en carta dirigida el pasado mes de marzo a la Agencia de Medio Ambiente,<sup>28</sup> manifestaba su preocupación por la aparición de poblaciones

---

28 Insect Experts Issue “Urgent” Warning on Using Biotech Seeds. June 30, 2012. NPR Find A Station the SALT blog. Tabashnik, B.E., Gassmann, A. J., Crowder, D. W. & Carriere, Y., 2008.

resistentes, constatada ya de forma inequívoca en el maíz Bt, y por los riesgos que entraña la excesiva dependencia de variedades insecticidas para control de plagas (plantadas incluso en zonas donde estas no representan un problema).

Por si esto fuera poco, se ha puesto en evidencia que el “nicho” de la especie plaga eliminada por la toxina Bt es ocupado, con rapidez, por plagas secundarias, lo que da al traste con la efectividad del rasgo insecticida (Wang, 2008:113-121). Pero, probablemente, lo más grave sea el descubrimiento reciente de que la resistencia de las poblaciones plaga no siempre es recesiva. Esto puede inutilizar por completo la estrategia de los refugios, acelerar la proliferación de resistencias e inutilizar por completo los cultivos insecticidas (Zhao, Ho y Azadi, 2010).

Al igual que en los cultivos RH, la respuesta a la aparición de resistencias ha sido la utilización de un volumen creciente de plaguicidas, cada vez más agresivos, y el desarrollo de nuevas variedades que producen varios compuestos insecticidas, más caras y con mayor impacto. En este caso, además de las trágicas repercusiones de la espiral de dependencia en plaguicidas cada vez más dañinos y costosos, la proliferación de insectos resistentes al Bt inutilizará un valioso plaguicida, cuya utilización está permitida de forma puntual en agricultura biológica.

Por otra parte, la proliferación de cultivos insecticidas puede tener repercusiones muy graves en los ecosistemas: no es lo mismo verter de forma controlada equis kilos de plaguicida en el entorno, que liberar plantas insecticidas cuya producción tóxica resulta incontrolada y que, en algunos casos, pueden propagar el rasgo insecticida a especies silvestres, máxime cuando ni siquiera conocemos el papel desempeñado por el *Bacillus thuringiensis* en los ciclos y equilibrios biológicos de la naturaleza, particularmente en los suelos. En resumidas cuentas, estamos jugando con fuego y con algo tan fundamental como el futuro de la alimentación de la humanidad.



# Impacto de los cultivos genéticamente modificados

## Los primeros trece años<sup>29</sup>

*Charles Benbrook*<sup>30</sup>

Entre 2006 y 2008, se han cultivado en EE.UU. 381 millones de hectáreas de maíz, soja y algodón modificados genéticamente (MG), resistentes a los herbicidas (RH). La soja RH representaba las dos terceras partes de esta superficie.

Se han cultivado, también, 145 millones de hectáreas de variedades de maíz y de algodón MG insecticida (Bt). El maíz representaba 79 % de esta superficie.

Al contabilizar la superficie sembrada de cada uno de estos rasgos, entre 1996 y 2008 se habríaplantado 526 millones de hectáreas de cultivos RH y Bt (hectáreas/rasgo); de esta superficie, los cultivos HT constituyen 72 %. La extensión real sembrada con soja, maíz y algodón MG en este periodo, no obstante, es

---

29 Traducido por Isabel Bermejo

30 Economista agrario. Profesor-investigador del Centro para la Agricultura Sustentable y Recursos Naturales (CSANR).

considerablemente inferior a los 526 millones, debido al predominio de variedades de maíz y de algodón que exhiben ambos rasgos transgénicos.

## **Impacto sobre el uso de pesticidas**

En los primeros 13 años de utilización a escala comercial, los cultivos MG han incrementado el uso total de pesticidas en 144,4 millones de kilos, respecto de la cantidad de estos productos que hubiera sido aplicada seguramente de no disponerse de semillas RH y Bt.

Este incremento de 144,4 millones de kilos representa una media de 0,28 kilos adicionales de ingrediente activo pesticida por hectárea/rasgo MG, plantado en los primeros 13 años de cultivo de variedades transgénicas a escala comercial.

Durante este mismo periodo, el maíz y el algodón Bt han conseguido reducciones en el uso de insecticidas que ascienden a un total de 29,1 millones de kilos. La utilización de maíz Bt ha reducido el uso de insecticidas en 14,8 millones de kilos, es decir alrededor de 0,1 kilos por hectárea, mientras que el algodón Bt ha reducido el uso de insecticidas en 14,3 millones de kilos, esto es alrededor de 0,4 kilos por hectárea.

Durante estos 13 años, los cultivos RH han incrementado el uso de herbicidas en 173,5 millones de kilos. De este total, la soja RH ha aumentado el uso de herbicidas en 159 millones de kilos (unos 0,62 kilos por hectárea), lo



que representa 92 % del incremento total de empleo de herbicidas en los tres cultivos RH.

La utilización de herbicidas en la superficie cultivada con variedades RH ha experimentado recientemente un aumento significativo. El uso de herbicidas en las temporadas 2007 y 2008 equivale a 46 % del aumento total de los tres cultivos en estos 13 años. De 2007 a 2008, el uso de herbicidas en los cultivos RH aumentó un significativo 31,4 %.

En los tres primeros años de cultivo a escala comercial (1996-1998), las variedades MG lograron una reducción anual de los pesticidas usados en la agricultura de 1,2 %, 2,3 % y 2,3 %; pero en 2007 habían incrementado su utilización en 20 % y 2008 en 27 %.

Esta tendencia al aumento, cada vez mayor, de la diferencia entre el volumen de herbicidas utilizado para controlar las malezas en los campos cultivados con variedades RH, respecto de los campos cultivados con semillas convencionales, se debe a dos factores principales: la aparición y rápida expansión de malezas resistentes al glifosato, y crecientes reducciones en el volumen de herbicidas aplicado en la superficie cultivada con variedades no MG.

## **Malezas resistentes**

La adopción muy extendida de algodón, maíz y soja Roundup Ready (RR) resistente al glifosato (RG) ha aumentado enormemente la

utilización de productos con este componente herbicida. La excesiva dependencia de glifosato ha generado una creciente plaga de malezas resistentes a este compuesto herbicida, al igual que un empleo excesivo de antibióticos, lo que puede provocar la proliferación de bacterias resistentes a los antibióticos.

Las malas hierbas RG eran prácticamente desconocidas antes de la introducción de los cultivos RR, en 1996. Hoy día, sin embargo, al menos nueve malezas RG infestan millones de hectáreas de la superficie agrícola estadounidense. Miles de campos albergan dos o más malas hierbas resistentes. Este problema afecta más a las comarcas del sur, aunque se está extendiendo rápidamente al medio oeste y el norte de EE.UU., hasta Minnesota, Wisconsin y Michigan.

En general, los agricultores tienen cinco opciones para responder a la aparición de malas hierbas resistentes en los campos plantados con cultivos RH:

- Aplicar herbicidas adicionales.
- Incrementar la dosificación del herbicida (o herbicidas) utilizado.
- Realizar aplicaciones múltiples de herbicidas que antes solo se utilizaban una vez.
- Incrementar el laboreo para control de malas hierbas.
- Eliminar las malas hierbas manualmente.

En el periodo cubierto por este informe, las tres primeras han sido las respuestas más comunes, con las que se ha incrementado el volumen de herbicidas aplicado en la superficie sembrada con variedades RH.

El amaranto (*Amaranthus palmeri*) resistente al glifosato se ha extendido espectacularmente por el sur de EE.UU., desde que las primeras poblaciones resistentes fueron confirmadas en 2005, y representa ya una importante amenaza para la producción de algodón estadounidense. En algunos casos, el grado de infestación es tan grave que los productores de algodón se han visto obligados a abandonar las tierras o a recurrir a la práctica preindustrial, de eliminar las malas hierbas en forma mecánica con una azada.

La coniza o erígero (*Conyza canadensis*) es la maleza más extendida resistente al glifosato. Apareció por primera vez en Delaware en 2000 y ha invadido actualmente varios millones de hectáreas en, al menos, 16 estados del sur y del medio oeste, sobre todo Illinois. La proliferación de coniza y de otras ocho malezas resistentes al glifosato no solo origina incrementos considerables en el uso de este herbicida, sino también un aumento en el empleo de herbicidas más tóxicos, incluido el paraquat y el 2,4D, un componente del Agente Naranja utilizado en la guerra de Vietnam como producto defoliante.

En un futuro previsible resulta inevitable una creciente dependencia de herbicidas más

viejos, y con mayores riesgos para el manejo de malas hierbas resistentes en los cultivos RH, que aumentará notablemente la huella ecológica y sanitaria en más de 40 millones de hectáreas de superficie agrícola en EE.UU. Esta huella se acentuará, será más diversa y abarcará un progresivo riesgo de defectos de nacimiento y de otros problemas reproductivos, así como impactos más graves en los ecosistemas acuáticos, así como daños mucho más frecuentes por herbicida en la vegetación y cultivos cercanos a campos RH, debido a la dispersión no intencionada de ese producto en el entorno.

Hay una tendencia al alza de los kilos de glifosato aplicados anualmente para cada uno de los tres cultivos RH. Los datos del Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas, del Ministerio de Agricultura de EE.UU. (USDA NASS), muestran que, desde 1996, la cantidad usada por temporada de cultivo se ha triplicado en las fincas de algodón, se ha duplicado en el caso de la soja y ha aumentado 39 % en el maíz. El incremento anual medio de kilos de glifosato empleados por hectárea en el algodón, la soja y el maíz ha sido de 18,2 %, 9,8 % y 4,3 %, respectivamente, desde la introducción de los cultivos RH.

## **Utilización de dosis menores de herbicidas en los cultivos convencionales**

El segundo factor clave que ha conducido a un creciente margen de diferencia en el uso

de herbicidas en los cultivos RH, respecto de los cultivos convencionales, es el avance de la industria de herbicidas en el descubrimiento de componentes activos más potentes, cuya eficacia permite una aplicación de cantidades cada vez menores. Como resultado de estos avances, el volumen de herbicidas por hectárea utilizado en los cultivos convencionales ha bajado a un ritmo constante, desde 1996. Al contrario, el glifosato Roundup es un herbicida que requiere manejos de dosis relativamente altas y el volumen utilizado de este producto químico en la superficie sembrada con cultivos RH ha aumentado con rapidez, como evidencian los datos del NASS expuestos anteriormente.

El volumen de herbicidas aplicado en los cultivos convencionales de soja descendió de 1,3 kilos de ingrediente activo por hectárea en 1996, a 0,55 kilos en 2008. La reducción constante del volumen de herbicida utilizado en la soja convencional representa, aproximadamente, la mitad de la diferencia en el uso de herbicida en los cultivos de soja MG. El incremento del volumen de herbicidas aplicado en los cultivos de soja RH, de 1 kilo en 1996 a 1,85 kilos en 2008, configura la otra mitad de la diferencia.

En los insecticidas se ha registrado una tendencia similar. El volumen de insecticidas empleado para el control del gusano de la raíz del maíz (*Diabrotica virgifera*) ascendía a 0,8

kilos por hectárea a mediados de la década de 1990, y a 0,2 kilos un decenio después. La excepción a esta regla de caída espectacular en el volumen de pesticidas utilizado, son los insecticidas usados para controlar el complejo del heliothis/gusano del algodón (*Helicoverpa armigera/H. zea*). En este caso, descendió de forma marginal, de 0,62 kilos a 0,53 kilos por hectárea.

## **El futuro del maíz, la soja y el algodón MG**

En 2010 la inmensa mayoría del maíz, de la soja y del algodón cultivados en EE.UU. se sembrarán con semillas MG. Esta predicción dista mucho de ser osada, pues el suministro de semilla no transgénica es actualmente tan escaso, que la mayoría de los agricultores tendrá que comprar semillas MG durante los próximos años, quiera o no quiera.

De mantenerse la tendencia actual, las semillas de maíz, de soja y de algodón MG plantadas en los próximos cinco a 10 años, llevarán incorporado un número ascendente de rasgos transgénicos (normalmente tres o más), su precio por hectárea será bastante más elevado y supondrán riesgos excepcionales de gestión de resistencias, sanidad vegetal, seguridad alimentaria y ecológicos. Los cultivos RH generarán un aumento en el uso de herbicidas, y este incremento superará, en un futuro, la

reducción del uso de insecticidas lograda en los cultivos Bt.

## **Un punto de inflexión en los cultivos Roundup Ready (RR)**

El año 2009 marcará, probablemente, varios puntos de inflexión en la tendencia de los cultivos RR. La superficie de soja RH descendió 1% respecto del año anterior y, con seguridad, volverá a descender varios puntos porcentuales adicionales en 2010. En distintos estados, la demanda de soja convencional está superando la oferta, lo que ha llevado a las universidades a trabajar con compañías semilleras regionales para intentar cubrir esta carencia.

Las razones argumentadas por los agricultores para abandonar el sistema RR incluyen el coste y los problemas inherentes al control de malas hierbas resistentes al glifosato; el rápido aumento del precio de las semillas; los ventajosos precios de venta de la soja no-MG; un rendimiento de la soja RR2 inferior al esperado y al prometido en 2009; y, la posibilidad de guardar y resembrar semillas convencionales (una práctica tradicional que la compra de semillas RH/RR convierte en ilegal).

En las regiones donde los agricultores están luchando contra malezas resistentes, en especial el amaranto (*Amaranthus palmeris*) y la coniza (*Conyza canadensis*), expertos de uni-

versidades proyectan incrementos de hasta 200 dólares por hectárea en costes asociados con los cultivos RH, en 2010. Este aumento representa un considerable 28% de los ingresos por hectárea de soja en relación con los costes, según las previsiones optimistas de la USDA, sobre el cultivo de soja en 2010 (rendimiento medio 42 bushels; precio medio, unos 9,90 dólares).

El panorama económico es mucho más sombrío para los agricultores con un rendimiento de soja (36 bushels) y precio de venta medios (6,50 dólares por bushel) medios, que tengan que combatir malezas resistentes a los herbicidas. Este tipo de condiciones medias generará alrededor de 578 dólares de renta bruta por hectárea. El incremento de costes por hectárea de 198 dólares estimado para la soja RH representaría, en este caso, una tercera parte de los ingresos brutos por hectárea. Los costes totales de funcionamiento son superiores a los 494 dólares por hectárea, lo que deja solo 84 dólares para cubrir los gastos de mano de obra, gestión, intereses, tierras y demás costes fijos. Un escenario así deja poco o ningún margen de beneficios para el agricultor.

El manejo de resistencias sigue siendo clave para mantener la eficacia de los cultivos Bt. El futuro de los cultivos transgénicos Bt es más prometedor, siempre y cuando se evite la aparición de resistencias. La industria de semillas, la Agencia de Protección Ambiental (EPA)



y científicos de las universidades han colaborado de manera eficaz durante los últimos 13 años, y se han esforzado para vigilar atentamente y evitar la aparición de poblaciones de insectos resistentes a los cultivos Bt.

No obstante, en la actualidad algunos expertos argumentan que pueden relajarse las medidas de prevención de resistencias en cultivos Bt, y han señalado que la tendencia de la industria semillera a incorporar varias toxinas Bt a una misma variedad de maíz o de algodón debería reducir el riesgo de aparición de este problema. Al parecer, este argumento ha convencido a la EPA, puesto que recién ha autorizado la comercialización de varios cultivos Bt, con unas disposiciones mucho menos estrictas sobre manejo para prevención de resistencias.

La experiencia indica que es prematuro disminuir la atención dedicada a la prevención de resistencias. Los insectos que dañan al maíz y al algodón tardaron entre 10 y 15 años en desarrollar resistencia a cada uno de los tipos nuevos de insecticida, utilizados para control de plagas.

El algodón Bt lleva ya cultivándose 14 años, pero la superficie plantada no alcanzó la tercera parte del cultivo total de algodón hasta el 2000. Además, en 2003, más o menos justo cuando los expertos habían predicho que aparecería la resistencia en campo, fueron descubiertas las primeras poblaciones del gusano del

algodón (*H. zea*) resistentes al Bt en campos de algodón en Mississippi y Arkansas.

Las variedades Bt para control del gusano de la raíz del maíz se han sembrado en una superficie importante desde hace solo tres años (2007-2009), mientras que los híbridos de maíz Bt para control del barrenador oriental ocupan todavía solo algo más de la mitad de la superficie nacional. Para ambos tipos de maíz Bt, sobre todo para control del gusano de la raíz del maíz Bt, es demasiado pronto afirmar con cierto grado de confianza que la aparición de resistencias ha dejado de ser un riesgo importante.

## **Tendencias futuras**

Hasta ahora, las empresas de biotecnología agrícola han dedicado la parte del león de sus recursos de I+D al desarrollo de solo dos rasgos biotecnológicos: la tolerancia a herbicidas y la resistencia a insectos. Los sistemas de control de plagas, basados fundamentalmente en estas dos características, están en peligro en términos biológicos y económicos, por la sencilla razón de que fomentan una dependencia casi exclusiva de estrategias apoyadas en un solo componente –temporada tras temporada, año tras año y en superficies muy extensas de cultivos–. Estas condiciones representan una “tormenta perfecta” para la evolución y propagación de resistencias.

Nadie cuestiona en forma seria que los cultivos RR hayan alcanzado una gran popularidad, que en su mayor parte hayan sido eficaces y casi neutros en términos presupuestarios para los agricultores. Pero han promovido una dependencia sin precedentes del glifosato para el control de malas hierbas. Esta sobredependencia ha generado una creciente plaga de malezas resistentes y tolerantes al glifosato.

Hoy en día, dos de los principales actores de esta industria –Monsanto y Syngenta– ofrecen a los agricultores descuentos del orden de 30 dólares por hectárea, por fumigar con herbicidas cuyos componentes actúen de modo diferente al glifosato. El programa de Monsanto incluso pagará a los agricultores por comprar herbicidas vendidos por la competencia, lo que indica hasta qué punto esa empresa percibe la gravedad de la amenaza que pende sobre sus líneas de producción más rentables.

Mientras que para los productores de maíz, soja y algodón, la expansión de malezas resistentes es una catástrofe anunciada que socava su balance económico, la industria de semillas y de plaguicidas vislumbra nuevas oportunidades de mercado y de ganancias tras la aparición de malas hierbas resistentes. Gran parte de las inversiones de la industria en I+D se destinan al desarrollo de nuevos cultivos que resistirán dosis más altas de glifosato, o tolerarán aplicaciones adicionales de herbici-

das o ambas vicisitudes. En resumen, la respuesta de la industria es más de lo mismo.

Una importante empresa biotecnológica ha presentado y conseguido una solicitud para una patente sobre cultivos RH, que pueden ser fumigados con productos de siete o más familias distintas de herbicidas químicos. Es muy probable que las próximas generaciones de cultivos RH sean fumigadas dos o tres veces más con herbicidas que las aplicadas habitualmente hoy día, en los campos sembrados con variedades RH. Ello provocará el aumento en el volumen total de herbicidas utilizados en este tipo de cultivos y su coste.

Esta forma de abordar el problema de la rápida emergencia de malezas resistentes a los herbicidas es tan disparatada como rociar gasolina en un fuego, con la esperanza de sofocar las llamas.

En lugar de fumigar más, los agricultores deberían diversificar sus tácticas de manejo de malas hierbas, modificar las rotaciones de cultivos, seguir escrupulosamente los planes de manejo de resistencia a herbicidas recomendados, y utilizar en forma más agresiva el laboreo para enterrar las semillas con tolerancia a los herbicidas a una profundidad suficiente, con el fin de evitar que germinen.

Los objetivos inmediatos más urgentes para agricultores, científicos y la industria semillera incluyen: desarrollar sistemas de manejo de malas hierbas, capaces de llevar

la delantera a las malezas resistentes; asegurar que no se dé marcha atrás al compromiso para conservar la eficacia de las toxinas Bt; y, ampliar la oferta y la calidad de las semillas convencionales de maíz, de soja y de algodón. Este último objetivo, probablemente, termine por convertirse en fundamental, puesto que la productividad de nuestro sistema agrícola y la calidad de gran parte de nuestro suministro de alimentos, empieza por y depende de las semillas.



# **3**

## **Transgénicos: Elementos para pensar la salud de los pueblos**





# Cultivos transgénicos

## Impactos a la salud

*Soil Association*<sup>31</sup>

Una de las principales preocupaciones alrededor de los cultivos transgénicos es saber si van a tener efectos negativos para la salud. Esta preocupación fue, en un inicio, meramente teórica. Sin embargo, en los últimos años ha surgido importante evidencia científica que ha desarrollado de forma sustancial nuestra comprensión, y demuestra que la ingeniería genética presenta riesgos reales para la salud. En la actualidad, existe un conjunto de evidencias científicas publicadas y certificadas por expertos, sobre estudios con animales, llevados a cabo en muchos países y por distintas entidades (gobiernos, organizaciones científicas independientes y empresas), que demuestran que los transgénicos causan una amplia gama de graves e inesperados impactos en la salud. Además, empiezan a surgir pruebas de que si

---

31 Organización británica que promueve la salud del mundo, a través de la promoción la producción y consumo de alimentos orgánicos. Web: <<http://www.soilassociation.org/>>

los animales han sido alimentados con cultivos transgénicos, pequeñas cantidades de sustancia genéticamente modificada aparecen en los productos derivados de la carne y los lácteos, lo cual no se había identificado con anterioridad.

Ambas cuestiones plantean graves preocupaciones para la salud humana y animal, por el uso de transgénicos en los alimentos, así como profundas preocupaciones éticas acerca de los alimentos procedentes de animales nutridos con transgénicos, que siguen sin ser etiquetados. Los resultados plantean también serias dudas acerca de la fiabilidad de la evaluación europea en torno de la seguridad y los procedimientos de asesoramiento. Con estas pruebas, la Soil Association considera que los cultivos transgénicos no son seguros y no deben ser utilizados para la alimentación.

### **¿La leche, los huevos y la carne de animales alimentados con transgénicos contienen sustancias genéticamente modificadas?**

A menudo, los defensores de los cultivos transgénicos sugieren que no debe haber preocupación por este tema, ya que la sustancia transgénica se degrada durante su transformación en alimento y durante la digestión. (Por ejemplo, hay secreciones importantes de nucleasas, enzimas que descomponen el ADN,

a lo largo del intestino.) (David Beever and Richard Phipps, 2002). Hasta hace un par de años, ninguno de los estudios publicados había detectado ADN genéticamente modificado en la leche, los huevos o la carne de animales alimentados con transgénicos (Phipps R.H. et al, 2033; Chowdhury E.H. et al., 2004; Einspanier R. et al., 2001; Phipps R.H. et al., 2002).

Sin embargo, varios de estos estudios encontraron que el ADN del cloroplasto de plantas que se utilizan como alimento para animales está presente en la leche, los huevos y la carne (Phipps R.H. et al, 2033; Chowdhury E.H. et al., 2004; Einspanier R. et al., 2001). Este ADN de la planta no es el ADN nuclear, es decir el ADN contenido en los núcleos de las células, que es donde los nuevos genes (“transgenes”) se insertan generalmente para hacer los cultivos transgénicos. Es el ADN que se encuentra en los cloroplastos, los “orgánulos”, que hace la fotosíntesis y está presente en grandes cantidades en las células vegetales. El ADN del cloroplasto es mucho más abundante que el ADN nuclear, ya que cada célula de la planta puede tener miles de copias de genes de los cloroplastos, pero solo dos o cuatro copias de cada gen nuclear. Por lo tanto, se piensa que el ADN vegetal del cloroplasto es más perceptible en los productos animales que el ADN nuclear, simplemente por su mayor abundancia, no porque sea menos susceptible

a la degradación durante el procesamiento o la digestión.

De hecho, es probable que muchos estudios hayan fallado en detectar el ADN genéticamente modificado (“transgénico”) en los productos animales y los tejidos, debido al nivel comparativamente bajo de su presencia y a las limitaciones en la sensibilidad de los métodos analíticos que se utilizan, y no porque el ADN transgénico no llegue a los productos y tejidos de origen animal.

No obstante, desde finales de 2005, tres estudios publicados por tres equipos científicos diferentes y un estudio inédito han detectado ADN vegetal transgénico en los tejidos y la leche animal.

Un equipo canadiense alimentó a cerdos y ovinos con colza (o canola) oleaginosa Roundup Ready y luego examinó diversos tejidos de animales. Los científicos encontraron que el hígado, el riñón y los tejidos intestinales de los cerdos y las ovejas contenían fracciones de los transgenes (Sharma R. et al., 2006). En otro estudio, científicos italianos alimentaron a lechones durante 35 días con maíz transgénico de Monsanto (MON 810). Posteriormente, encontraron fragmentos de un transgén en la sangre, el hígado, el bazo y el riñón de los animales (Mazza R. et al., 2005).

Otro equipo de investigadores italianos de la Universidad de Catania detectó secuencias de soja genéticamente modificada y secuencias

transgénicas en leche comprada en tienda, en Italia (Agodi A. et al., 2006). Un estudio inédito, efectuado en el 2000 por la Universidad de Weihenstephan, en Alemania, también encontró sustancias genéticamente modificadas (de soja y maíz transgénicos) en la leche de vacas que habían sido alimentadas con grandes cantidades de plantas transgénicas. Los resultados del estudio fueron publicados por Greenpeace en 2004.

El investigador ha sugerido que el ADN puede haber sido consecuencia de la contaminación de la leche con el polvo del forraje transgénico en los productos lácteos. Si bien esto no ha sido comprobado, apunta a una posible fuente común de contaminación con el uso de pasto transgénico, y no cambia ni socava el hecho de que el investigador encontró ADN genéticamente modificado en la leche.

La Soil Association también decidió investigar este problema. Solicitamos a los agricultores, en cuyo forraje se habían encontrado altos niveles de soja transgénica, si podían proporcionar muestras de su leche o huevos, para realizar análisis que detecten la presencia de proteínas o ADN genéticamente modificados. Dos productores de leche y un productor de huevos aceptaron facilitar muestras. Cada agricultor proporcionó dos muestras de leche (de dos vacas diferentes) y dos muestras de huevos, así como una muestra de forraje, para volver a comprobar el nivel de soja transgénica.

Todas las muestras fueron analizadas por Genetic ID, en Alemania. Se encontró que la soja en las tres muestras de forraje era 100% transgénica. Sin embargo, nuestras pruebas no detectaron ningún ADN o proteína modificados genéticamente en todas las muestras de leche o de huevos. En varias de las muestras de leche se detectó ADN vegetal, inclusive ADN de soja, lo que indica la posibilidad de que un nivel muy bajo de ADN genéticamente modificado no haya sido detectado.

Después, al conocer que la investigación italiana había detectado ADN genéticamente modificado en leche de tienda, llevamos a cabo una investigación similar, pero a menor escala. Las muestras de leche fueron recolectadas en 10 supermercados líderes o cadenas de tiendas de esquina. Todas las muestras fueron analizadas con la misma técnica aplicada por los científicos de Catania, y mediante un método propio de la casa. Una vez más, no encontramos ADN o proteína modificados, pero varias muestras contenían restos de ADN vegetal, incluso ADN de soja.

En conclusión, basados en el hecho de que el ADN del cloroplasto de cultivos se encuentra comúnmente en la leche, los huevos y los tejidos animales, y que cuatro equipos de investigación han detectado ADN de cultivos transgénicos en la leche, la sangre, el hígado, los riñones y los tejidos intestinales de animales alimentados con transgénicos, conclui-

mos que es probable que las personas estén expuestas con frecuencia a ADN genéticamente modificado, mediante el consumo de leche y carne de animales alimentados con transgénicos, aunque a niveles muy bajos. Es necesario, por lo tanto, una investigación adicional sobre este tema.

## **¿Los alimentos transgénicos impactan en la salud?**

Las empresas de biotecnología han afirmado que la ingeniería genética no es más impredecible o peligrosa que la tradicional fertilización cruzada y que, en consecuencia, los cultivos transgénicos no deberían ser sometidos a evaluaciones de seguridades especiales o extensas. En realidad, la modificación genética es fundamentalmente diferente del cruce de especies tradicional, y hay muy buenas razones científicas para sospechar de la seguridad de los cultivos transgénicos.

La ingeniería genética, en general, consiste en introducir un paquete de material genético derivado de un organismo (o varios) en el ADN de otro; a menudo, una especie totalmente diferente. Nunca se basa en los procesos normales de reproducción de la planta utilizados en el cruce tradicional. En cambio, el ADN extraño se introduce en el ADN propio de las plantas, ya sea mediante el proceso infeccioso de una bacteria de enfermedad, o el bombar-

deo de las células con partículas finas de metal recubiertas con el ADN extraño. Esta inserción de ADN artificial rompe los mecanismos biológicos naturales que mantienen la integridad genética de las especies. En diversas etapas del proceso, el número de células se incrementa a través de un método de laboratorio denominado “cultivo de tejidos”.

La técnica implica varios defectos graves; es decir, existe un gran número de riesgos inherentes a los cultivos transgénicos, que no se aplican al cruce tradicional de plantas:

- Puesto que los genes insertados, por lo general, vienen de otros organismos, tales como bacterias, o se producen sintéticamente, las proteínas de estos producen son, a menudo, nuevas para el animal o la dieta humana. La producción de la proteína puede además suponer la creación de un nuevo trayecto bioquímico en la planta, o afectar a uno ya existente, lo que puede significar la producción de otra nueva proteína o de bioquímicos derivados; algunos de ellos podrían ser alergénicos o tóxicos. Esto explica por qué los organismos genéticamente modificados están asociados con reacciones alérgicas.
- La técnica es muy perjudicial para los genes de la planta de diversas maneras. El proceso de insertar el gen es conoci-



do por provocar daño al ADN propio de la planta: el gen se puede integrar en el centro de otro gen, lo que hace que este pierda su función (New Scientist, 10 June 2006). Además, las etapas de cultivo de tejidos provocan numerosos cambios en el resto del ADN de la planta. Hay evidencias suficientemente documentadas de la Food Standards Agency (FSA) y otras, de que la ingeniería genética puede provocar, como resultado, una gran cantidad de mutaciones en todo el genoma y cambios en la actividad de muchos de los genes propios de la planta (J Biomed Biotechnol., 2006). Estos efectos genéticos a gran escala no son predecibles ni controlables.

- A diferencia de los genes de origen natural, que en general solo se activan en ciertos momentos y en determinadas células, los transgenes están habitualmente activos todo el tiempo y en todas las células. Esto significa que los productos del gen y cualquiera de sus subproductos están presentes en todos los tejidos de la planta. Así, por ejemplo, a diferencia del maíz normal no modificado genéticamente, la toxina Bt está presente en todas las células del maíz Bt, el principal grano transgénico utilizado en la alimentación animal.

- En la actualidad, sabemos que los genes no operan de manera totalmente aislada ni dictaminan por completo el desarrollo de la planta, a diferencia de la antigua concepción científica de los genes como bloques de construcción y portadores del «modelo» de la vida. Los genes son controlados por numerosos mecanismos interactivos de regulación vegetal, que incluye a otros genes y procesos celulares, en un sistema complejo que está lejos de ser bien comprendido (la ciencia de la “epigenética”). El resultado es que el mismo gen puede comportarse de 10 maneras diferentes en 10 lugares diferentes, en función de los elementos reguladores que estén junto con él (New Scientist, 2006). Debido a que los ingenieros genéticos no pueden controlar adónde llegan los genes en el ADN de la planta ni conocen los efectos en los diferentes lugares, se producen fácilmente efectos secundarios imprevistos.
- Los científicos han descubierto, hace poco, que una proteína inofensiva en un organismo puede volverse perjudicial cuando se inserta en otro, incluso si su secuencia de aminoácidos se mantiene completamente idéntica. Esto se debe a un proceso llamado “modificación después de la traslación”, en el cual, según las especies de planta y tipo de célu-

la, diferentes azúcares, lípidos u otras moléculas se unen a la proteína y modifican su función (un ejemplo es “glicosilación”). Este fenómeno fue remarcado por científicos australianos que insertaron una proteína de fréjol previamente inofensiva, en un guisante. Esto provocó reacciones alérgicas en ratones (Prescott et al., 2005; Young, 2005; Smith, 2006). Los ingenieros genéticos no han sido capaces de predecir y controlar este efecto con precisión.

Una investigación, por encargo de la FSA, y otras en seres humanos y animales ha demostrado que los transgenes insertados pueden moverse fuera de los organismos genéticamente modificados, al comerlos y entrar en la población bacteriana de la boca y el intestino, en un proceso conocido como “transferencia horizontal de genes” (Netherwood et al., 2004; Deggan et al., 2003). Preocupa la existencia de casos en los que, con el paso del tiempo, las bacterias intestinales comiencen a producir proteínas transgénicas en el intestino humano o animal, tales como la resistencia a los antibióticos o la producción de la toxina Bt, con implicaciones para la salud.

- El gen insertado es a menudo inestable y, con el tiempo, se reorganiza en el

genoma de la planta. En 2003, un laboratorio francés analizó los genes insertados en cinco variedades modificadas genéticamente, como la soja Roundup Ready de Monsanto, y encontró que en todos los casos las secuencias genéticas eran diferentes a las que habían descrito años antes las compañías de biotecnología (Collonier et al., 2003; Smith, 2006). Luego, un grupo de investigadores belgas también encontró diferencias entre las secuencias genéticas de las empresas y las encontradas por los científicos franceses (Smith, 2006; Mae-Wan Ho, 2003). Esta inestabilidad genética indica que la forma en que el gen insertado se expresa en la planta y sus efectos sobre la salud, puede cambiar con el tiempo.

## **Las evaluaciones oficiales sobre seguridad son muy limitadas**

Uno de los hechos más notables sobre el desarrollo de los cultivos transgénicos es que, a pesar de años de una gran preocupación pública, la controversia política y el desarrollo de la comprensión científica de los riesgos de los organismos genéticamente modificados (OGM), muy pocos de estos riesgos son, en realidad, controlados previa la aprobación oficial. Hay un largo proceso de reglamentación que exige a las empresas presentar una can-

tividad considerable de información; pero casi ninguno, excepto un pequeño subconjunto de los problemas mencionados, es sistemáticamente investigado.

Aquellos que se oponen a los cultivos transgénicos creen que cualquier evaluación general de la lista de riesgos indica que los cultivos transgénicos son demasiado peligrosos para ser utilizados en la alimentación humana o animal. Los gobiernos, sin embargo, han sido persuadidos a permitir los cultivos transgénicos para la alimentación humana o animal, siempre y cuando exista una evaluación de riesgos "caso por caso". El problema es que los impactos del proceso de ingeniería genética en la biología de los organismos son tan complejos, y el conocimiento científico de la bioquímica de plantas tan limitado, que es imposible para los científicos modelar y predecir los impactos reales en la salud de cada uno de los ensayos de la ingeniería genética. La única manera de que los riesgos mencionados sean objeto de una evaluación caso por caso, con algún nivel de precisión, sería mediante el uso de ensayos en alimentación animal. Es, de esta manera, cómo se evalúa la seguridad de los medicamentos y los plaguicidas.

Sin embargo, las compañías de biotecnología no están obligadas a realizar tales pruebas de alimentación animal en Europa, EE.UU. o en algún otro lugar. Pese a que los gobiernos del Reino Unido y los EE.UU. tuvieron esta

intención, el uso de pruebas de alimentación animal para la evaluación de riesgos fue abandonado rápidamente después de la primera prueba en papas y tomates transgénicos, cuyos resultados revelaron efectos adversos e inesperados en los animales (ver más adelante).

En cambio, los reguladores se basan principalmente en un proceso de evaluación que es mucho más limitado. Bajo este enfoque (por lo común conocido como “equivalencia sustancial”), se realiza un número restringido de comparaciones con la planta equivalente no modificada genéticamente. Varias de las características físicas de la nueva planta transgénica son comparadas con la variedad no transgénica. A continuación, se realiza una comparación química. Pero, aunque las plantas tienen hasta 10 000 bioquímicos diferentes, los niveles de solo un pequeño número de sustancias bioquímicas de la planta transgénica son comparadas con la planta no modificada, como los nutrientes clave y las toxinas. Si los niveles de estos dos elementos se consideran “similares”, se asume que toda la química de la planta transgénica es similar en materia de seguridad, en casi todos los demás aspectos.

Los cultivos transgénicos se consideran “sustancialmente equivalentes” a la planta no modificada genéticamente, y no se estima necesario llevar a cabo más pruebas de seguridad. La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE, 1993), por

ejemplo, sugirió que cuando se evalúa un nuevo alimento o un componente alimentario, y las pruebas revelan que es sustancialmente equivalente a los componentes de un alimento o alimentos existentes, puede ser tratado de la misma manera en materia de seguridad.

En el marco del procedimiento de evaluación de la U.E., otros controles son necesarios, más allá de esta comparación básica, pero el enfoque de “equivalencia sustancial” es preponderante. Por lo tanto, la Unión Europea requiere una prueba que demuestre que la proteína producida por el gen no es tóxica o alergénica. No obstante, la seguridad de todas las nuevas proteínas y bioquímicos de los subproductos de los organismos genéticamente modificados, no suele ser revisada. De acuerdo con estos estudios, debe comprobarse la estabilidad del gen insertado, pero no la estabilidad de todo el genoma y, por lo tanto, no del organismo genéticamente modificado en su conjunto. Estos aspectos son por esencia supuestos, sin ninguna base para ser seguros. Ningún transgénico ha sido rechazado en virtud de este proceso de evaluación.

Desde que el gobierno de los EE.UU. propuso la “equivalencia sustancial” por primera vez para la aprobación de cultivos transgénicos, han existido fuertes críticas a este proceso que ha sido calificado, fundamentalmente, de no científico e inadecuado para la evaluación del aspecto securitario. En 1992, cuando el

gobierno de los EE.UU. propuso utilizar este concepto, en lugar de los ensayos con animales, los asesores científicos de la Food and Drug Administration (FDA) no apoyaron esa política, bajo el argumento de que los ensayos de alimentación animal eran necesarios para identificar efectos indeseables (Alliance for Bio-Integrity, en línea). Pese a ello, la política fue aprobada y luego adoptada en Europa y otros países.

En 2001, un estudio realizado por la Sociedad Real de Canadá para el gobierno de ese país, concluyó que: “El Panel considera que la utilización de la “equivalencia sustancial” como herramienta para eximir a los productos agrícolas genéticamente modificados, de una evaluación científica rigurosa, es científicamente injustificable”. Otros científicos que han publicado en la prestigiosa revista científica *Nature*, han descrito la equivalencia sustancial como “un concepto pseudo-científico”, que es inherentemente “anti-científico porque fue creado para proporcionar una excusa para no exigir pruebas bioquímicas o toxicológicas”. Señalan que los científicos no son capaces de predecir con certeza los efectos de un alimento modificado genéticamente a partir del conocimiento de su composición química y, por lo tanto, se requiere investigación activa sobre la seguridad y la toxicidad de los cultivos transgénicos (Millstone, Brunner y Mayer, 1999). Incluso el ex presidente del



comité asesor de la FSA, el Comité Consultivo sobre Nuevos Alimentos y Procesos (ACNFP), que hasta 2004 fue responsable de llevar a cabo evaluaciones sobre la seguridad de los alimentos modificados, afirma: “La presunción de seguridad de las nuevas plantas transgénicas, sobre la base de la equivalencia sustancial carece de credibilidad científica” (Bainbridge, 2001).

### **Débil evaluación sobre la seguridad de la soya Roundup Ready**

La soya Roundup Ready de Monsanto (soja RR) es la variedad de cultivos transgénicos más cultivada en el mundo y la más utilizada en la alimentación animal comercial. Su evaluación en materia de seguridad es, por consiguiente, de particular importancia. Las variedades Roundup Ready de soja toleran aplicaciones del herbicida de glifosato “amplio espectro” de Monsanto, el Roundup, que destruye todas las otras plantas. El resumen de los datos de seguridad utilizados en el proceso de aprobación regulatorio está disponible en el sitio web de Monsanto. Sin embargo, esta no es una lectura reconfortante, ya que demuestra que los argumentos científicos de Monsanto son bastante débiles.

La nueva proteína introducida por la modificación genética de la soja fue comparada con otras proteínas que ya están en la cade-

na alimentaria, y fueron consideradas “funcionalmente similares”. Su secuencia de aminoácidos fue comparada con toxinas de proteínas y alergénicos conocidos, y se encontró que eran diferentes. Monsanto afirmó entonces que “análisis de la composición” establecieron que la soja transgénica, en general, era sustancialmente equivalente a los cultivos transgénicos, a la variedad parental no transgénica y a otras variedades de soja.

La seguridad de la nueva proteína fue evaluada en un solo ensayo de alimentación (intenso), a corto plazo, con ratones. La seguridad de la proteína no fue probada en ninguna de las especies de animales que ahora se alimentan de ella. Las únicas pruebas de alimentación que se llevaron a cabo con la soja fueron estudios “nutricionales”, que evaluaron la tasa de crecimiento en una variedad de animales y la producción de leche en las vacas lecheras. Ningún estudio sobre alimentación animal, diseñado específicamente para determinar la seguridad de la soja transgénica, fue realizado; en particular, no se efectuaron pruebas toxicológicas. Tampoco se ejecutaron estudios de alimentación a largo plazo.

En ausencia de tales investigaciones científicas básicas, es claro que ninguna evaluación objetiva de las pruebas de Monsanto podría concluir que la seguridad de la soja RR ha sido determinada.

## **Pruebas de alimentación en animales muestran efectos negativos de cultivos transgénicos**

Las compañías de biotecnología, con frecuencia, hacen referencia a la gran cantidad de estudios publicados sobre alimentación animal, como evidencia de la seguridad de los forrajes genéticamente modificados. Sin embargo, es importante destacar que la mayoría de ellos no son estudios de seguridad; tampoco son estudios toxicológicos que implican el análisis de tejidos en los animales para verificar los efectos tóxicos, o estudios de otros aspectos de seguridad, como la tasa de transferencia horizontal de genes. Los estudios realizados son, en su mayoría, de interés comercial, diseñados para evaluar el efecto de los cultivos transgénicos comerciales en los indicadores de rendimiento de la alimentación, como tasas de crecimiento de la ganadería o la producción de leche. Al contrario, si nos fijamos en el número mucho más pequeño de verdaderos estudios de seguridad en animales, algunos de los cuales fueron llevados a cabo por las propias empresas, surge una imagen muy diferente y preocupante. A continuación, se reseñan los alarmantes resultados sobre cultivos transgénicos utilizados como alimento humano y animal.

### a. Soja transgénica

Ensayo en ratas en Rusia: La doctora Irina Ermakova (2006), científica rusa, investigó los efectos en ratas alimentadas con soja Roundup Ready. Sus resultados fueron dramáticos, incluso se encontraron aparentes efectos generacionales. Un grupo de ratas fue alimentado con soja RR antes del apareamiento, durante la gestación y la lactancia. El resultado fue que se produjeron tasas muy altas de mortalidad en las crías: 56 % murieron durante las tres primeras semanas de vida, en comparación con solo 9 % en las ratas alimentadas con soja no modificada genéticamente. Además, se observó retraso en el crecimiento de la prole sobreviviente y algunos de los órganos de los cachorros más pequeños, alimentados con transgénicos, eran diminutos en comparación con los demás. Este estudio ha sido publicado.

La doctora Ermakova se sorprendió de sus propios resultados y ha solicitado investigaciones más detalladas (2006). El *Advisory Committee on Novel Foods and Processes* (ACNFP, 2005) examinó un primer borrador del trabajo de Ermakova y afirmó que este carecía de detalles, en particular, sobre el origen geográfico de la soja transgénica y no transgénica utilizada, y sobre si estas muestras contenían micotoxinas. El ACNFP afirmó que no era posible sacar conclusiones del estudio de Ermakova. También alegó que sus resul-

tados eran incompatibles con otros ensayos de alimentación con soja RR, que no habían encontrado ningún efecto adverso, como el de Brake D.G. y Evenson D.P., en 2004. Sin embargo, los comentarios del ACNFP son vistos como parcializados, dado que este estudio no constituía una comparación válida, al haber utilizado ratones machos y no ratas preñadas. Y pese a que el ACNFP calificó al estudio de “bien controlado”, tenía menos detalles nutricionales que los del estudio de Ermakova (Pusztai, 2006).

Ensayo del ratón italiano: Uno de los pocos estudios de alimentación a largo plazo llevado a cabo en los cultivos transgénicos, fue realizado por científicos de Urbino, en Italia. Encontró que la soja Roundup Ready afecta a los órganos principales del cuerpo. Los ratones fueron alimentados con soja RR durante 24 meses. Posteriormente, una variedad de órganos y fluidos corporales fueron examinados. Los científicos encontraron importantes cambios celulares en el hígado, el páncreas y los testículos de ratones, que implicaban cambios estructurales y/o cambios funcionales (Malatesta et al., 2003; Malatesta et al., 2002 a); Malatesta et al., 2002 b); Malatesta et al., 2005; Vecchio et al., 2004).

Los cambios celulares en el hígado, órgano que metaboliza los compuestos tóxicos, sugirieron que la soja RR provoca un aumento de la tasa metabólica.

Ensayo FSA por alimentación humana: El único ensayo publicado sobre alimentos genéticamente modificados en los seres humanos fue realizado por la Universidad de Newcastle, de la Agencia de Normas Alimentarias, y publicado en 2004. El estudio fue diseñado para analizar lo que sucede con el ADN transgénico en el intestino humano, y si este podía introducir o sacar bacterias del cuerpo, una preocupación de larga data. Se encontró que el gen entero de la soja transgénica sobrevive al paso por el estómago y el intestino delgado, aunque no a través del colon. También descubrió que las porciones de ADN transgénico habían sido transferidas “horizontalmente” de los alimentos transgénicos a las bacterias intestinales de algunos de los voluntarios, lo que constituye un descubrimiento sorprendente con implicaciones a largo plazo en el consumo de alimentos genéticamente modificados (Netherwood et al., 2004; Heritage, 2004). Igualmente sorprendente fue el hecho de que la FSA haya optado por no incluir en sus comunicados este importante hallazgo del estudio; al contrario, ha dado la impresión de que el ensayo no habría detectado transferencia horizontal de genes.

### *b. Maíz transgénico*

Ensayo de Monsanto en ratas: En junio de 2005, después de un fallo de la Corte de

Alemania a favor de Greenpeace, Monsanto se vio obligada a hacer pública toda la información sobre los datos de seguridad del maíz transgénico, MON 863, que estaba siendo evaluado por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). El maíz fue genéticamente modificado para producir la toxina Bt, que mata al gusano de la raíz de la mazorca, una plaga del maíz. Los estudios de Monsanto mostraron que el maíz Bt tuvo varios efectos estadísticamente significativos en las ratas: aumento de las células blancas de la sangre, una caída de glóbulos rojos inmaduros, disminución del peso del riñón e incremento del azúcar en la sangre (Monsanto, revisado por Pusztai, 2004; Smith, 2005). La información química reveló también signos de efectos tóxicos en los sistemas de hígado y riñón. El profesor Gilles-Eric Séralini, un endocrinólogo molecular y miembro de dos comisiones del gobierno francés que evalúan los alimentos genéticamente modificados, dijo que es muy probable que las ratas hayan sufrido una reacción tóxica. Un análisis completo de los datos químicos, realizado por el profesor Séralini y su equipo, fue publicado en mayo de 2007. El científico afirma: “con los datos actuales no se puede concluir que el maíz transgénico MON 863 es un producto seguro”.

Pese a ello, el Panel EFSA aceptó los argumentos de Monsanto en cuanto a por qué las diferencias estadísticas significativas debían

ser ignoradas, al tiempo que recomendó que el maíz modificado genéticamente sea aprobado. (El Panel ha sido acusado de ser protransgénico y de tener vínculos financieros con la industria. Por ejemplo, según la organización Friends of Earth, dos de sus miembros han aparecido en videos de promoción de la industria biotecnológica.) (Smith, 2005; Friends of the Earth Europe, 2004). A pesar de la aprobación de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria (AESA), el Consejo de Ministros de la U.E. votó a favor de la no aprobación del maíz transgénico. Sin embargo, el voto requería una “mayoría cualificada”, que no se logró. Así, la Comisión tuvo la última palabra. Esta autorizó el MON 863 sobre la base de la “asesoría científica” del Panel acerca de los organismos genéticamente modificados, en enero de 2006 (Smith, 2005; Decisión de la Comisión, 2006).<sup>32</sup>

Pollo Aventis y ensayos en ratas: Aventis (ya adquirida por Bayer) llevó a cabo dos polémicos ensayos de alimentación del maíz Chardon “Liberty Link” (T25), resistente a

---

32 Decisión de la Comisión, del 13 de enero de 2006, en la que se autoriza la comercialización de alimentos e ingredientes alimentarios derivados del maíz modificado genéticamente MON 863, como nuevos alimentos o nuevo ingrediente alimentario bajo el Reglamento (EC) No. 258/97, del Parlamento Europeo y del Consejo.



los herbicidas, que fue presentado para su aprobación a finales de 1995. En un estudio de alimentación de 42 días con pollos, hubo una tasa de mortalidad de 7 % en los pollos alimentados con el maíz T25: el doble de la tasa de los pollos no alimentados con transgénicos (10 de 140 murieron, en comparación con 5 de los 140 de los alimentados con maíz no transgénico). Las pruebas de composición revelaron una diferencia significativa en el nivel de grasas e hidratos de carbono, entre el maíz modificado y el maíz no modificado genéticamente, lo que sugiere alteraciones en algunas rutas bioquímicas (Novotny, 2002; Chardon LL Hearing, 2000; CABI Publishing, 2003). Por su parte, Aventis había ensayado solo la proteína transgénica PAT, que es producida por el maíz modificado y que da resistencia al herbicida de la compañía, el glufosinato. En un estudio de 14 días sobre alimentación, los efectos de la proteína aislada fueron probados en cuatro grupos de ratas, dos de los cuales fueron alimentados con la proteína PAT, uno en un nivel bajo y el otro en un nivel alto.

El diseño de los estudios pretendía que cualquier efecto negativo que tuviera lugar permaneciera oculto, a menos de que fuera muy dramático: solo cinco machos y cinco hembras fueron parte del test en cada grupo (se restringió la posibilidad de establecer la significación estadística de los efectos); los pesos de partida variaron en +/-20 % (en lugar

del habitual  $\pm 2\%$ ); y, el grupo que recibió el alto nivel de la proteína transgénica PAT tuvo el peso más alto. A pesar de esto y de que el grupo de alta proteína PAT mostró el mayor consumo de alimento, terminó con el peso más bajo, mucho menor que el peso del grupo que recibió la dieta equivalente no transgénica y que el grupo que recibió bajo nivel de proteína PAT. Las diferencias bioquímicas y las mediciones del volumen de orina indicaron un aumento en la carga metabólica en las ratas alimentadas con el PAT proteínico (Ibíd.). Pese a esta evidencia científica, el maíz T25 fue aprobado por la U.E. para el consumo humano en abril de 1998. El maíz transgénico Liberty Link ha sido ampliamente comercializado en América del Norte, por Bayer CropScience.

Estudio del Reino Unido sobre la transferencia genética en el ganado ovino: Este estudio con ovejas, publicado en 2003, encontró que una vez que el maíz transgénico había sido ingerido por el animal, después de solo ocho minutos algunos de los transgenes insertados salían del maíz y eran transferidos “horizontalmente” a las bacterias en la boca. Uno de los genes insertados codificó la resistencia al antibiótico kanamicina. Luego de que los transgenes fueran transferidos, se encontró que la bacteria *E. coli* era resistente a los antibióticos, lo que muestra que los transgenes se habían integrado en el propio ADN de las bacterias.

Esto demostró que la “transferencia horizontal” de los genes insertados puede ocurrir de manera relativamente fácil.

*c. Semillas oleaginosas de canola genéticamente modificada*

Ensayo de Monsanto en ratas: Las semillas oleaginosas de colza o canola GT73 fueron aprobadas en Europa en 2004, aunque la documentación publicada por la FDA (2002) de los EE.UU. muestra que dos de los estudios de Monsanto, sobre alimentación de ratas, encontraron estadísticamente efectos bastante adversos. El GT73 es una variedad tolerante al glifosato Roundup Ready (RR). El primer estudio realizado con una mezcla de dos variedades de semillas de canola de Monsanto, tolerante al glifosato, que incluye la colza GT73, encontró disminuciones y aumentos estadísticamente significativos en el peso terminal del cuerpo de ratas macho alimentados con canola transgénica (pero no en las ratas hembras), en comparación con las ratas alimentadas con canola no modificada. Monsanto, sin embargo, alegó que había problemas “técnicos” en el estudio y lo repitió. Curiosamente, mientras la FDA de los EE.UU. estableció en forma clara que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el peso corporal de las ratas machos, la AESA afirmó que el estudio no halló diferencias en el peso corporal (aunque

admitió que las ratas alimentadas con transgénicos tenían una diferencia de proporción entre el peso del hígado y el peso del cuerpo) (2004).

El segundo estudio llevado a cabo exclusivamente con la variedad GT73, encontró que las ratas alimentadas con esta semilla transgénica tenían un peso relativo del hígado que se incrementó hasta en 16%, en comparación con el de las ratas alimentadas con la línea de no transgénicos. Al parecer, olvidando que había habido problemas “técnicos” en el primer estudio y que las ratas no habían sido alimentadas con la misma semilla transgénica en ambos estudios, Monsanto afirmó que los resultados del segundo estudio también debían ser ignorados, ya que los resultados de los dos ensayos eran “incompatibles”. Monsanto realizó un tercer estudio en el que no se encontró ningún problema (Office of Food Additive Safety, 2002). En agosto de 2004, el GT73 fue aprobado para su uso en alimentos y forraje en la UE.

#### *d. Guisantes transgénicos*

Ensayo con ratones en Australia: Los resultados de la investigación, recientemente publicada por científicos de Australia, sobre la seguridad de los guisantes transgénicos plantea serios interrogantes acerca de la seguridad de los cultivos transgénicos en general. Los inves-

tigadores insertaron un gen que, con normalidad, se encuentra en los frijoles, para hacer a los guisantes resistentes al gorgojo. Durante el estudio se alimentó a ratones con guisantes transgénicos durante cuatro semanas. Estos provocaron reacciones alérgicas: el tejido pulmonar se inflamó. Además, los roedores se volvieron sensibles a otras sustancias, como la clara de huevo, mientras que los alimentados con guisantes no modificados no tuvieron esta reacción. Incluso después de la cocción de los guisantes transgénicos, los ratones presentaron reacciones alérgicas (Prescott et al., 2005; Young, 2005; Smith, 2006).

Estos resultados fueron considerados sorprendentes, ya que los ratones no presentaron reacciones alérgicas a los guisantes y frijoles no modificados, y la nueva proteína manifestada por el gen introducido en los guisantes era químicamente idéntica a la proteína de los frijoles. Un examen más detenido, no obstante, reveló que a pesar de que la proteína transgénica del guisante tenía una secuencia de aminoácidos idéntica a la proteína en los frijoles, había diferencias en los azúcares, atribuidas a la proteína transgénica (debido a la glicosilación).

Los científicos concluyeron que la expresión transgénica de proteínas no nativas en plantas puede dar lugar a la síntesis de variantes estructurales que poseen inmunogenicidad alterada (Prescott, 2005). En otras palabras,

no se puede suponer que una proteína que no es tóxica en su planta nativa, siga inofensiva al transferirse y expresarse en una planta transgénica. Sin embargo, esto es precisamente lo que los reguladores han asumido hasta ahora. El enfoque de “equivalencia sustancial” no evalúa la posibilidad de que una glicosilación nociva ocurra.

### *e. Tomates genéticamente modificados*

Calgene realiza pruebas en ratones: Ensayos no publicados con tomates transgénicos Flavr Savr, solicitados por la empresa Calgene y presentados a la FDA de los EE.UU., con el fin de obtener la aprobación de los primeros alimentos transgénicos, mostraron que los ratones alimentados con los tomates transgénicos desarrollaron lesiones en la pared intestinal. En un ensayo de 28 días, grupos de 40 ratas fueron alimentados con tomates transgénicos o con una dieta controlada.

De un total de 20 ratas hembras alimentadas con tomates transgénicos, dos grupos de expertos identificaron lesiones en cuatro y siete ratas, respectivamente. No se encontraron tales efectos en las ratas con dieta controlada. La FDA pidió otro estudio. Las lesiones se produjeron de nuevo (en dos de 15 ratas) y, además, siete de cada 40 (17,5 %) de las ratas alimentadas con tomates transgénicos murieron en un periodo de dos semanas (Estudios

no publicados, CABI Publishing, 2003). Después de esto, la industria de la biotecnología y de gobierno de los EE.UU. acordaron utilizar el concepto de “equivalencia sustancial” para la aprobación de cultivos transgénicos, en lugar de ensayos de alimentación animal. Los tomates Flavr Savr de Calgene y Zeneca, una variedad similar de tomate transgénico, fueron aprobados por la FDA a mediados de 1994. También fueron aprobadas para la venta en el Reino Unido, aunque solo el producto de Zeneca (que luego se transformó en AstraZeneca) se vendió como pasta de tomate hasta junio de 1999.

#### *f. Papas transgénicas*

Ensayos con ratas en el Reino Unido: Resultados similares a los de los tomates transgénicos fueron encontrados en el primer ensayo de alimentación animal en el Reino Unido, y con las mismas consecuencias. Las papas transgénicas se volvieron famosas a causa de lesiones en la pared intestinal de ratas, en un ensayo controlado por el doctor Arpad Pusztai, del Instituto de Investigación Rowett en Escocia. Los hallazgos que se dieron a conocer en 1998 causaron gran controversia y los defensores de los cultivos transgénicos difundieron la (des)información de que las pruebas no habían sido controladas.

Los estudios de Pusztai habían sido solicitados por el gobierno del Reino Unido, con el fin de elaborar un protocolo de uso de pruebas de alimentación animal, para la evaluación de riesgos de los cultivos transgénicos, por lo que los resultados deberían haberse tomado muy en serio. Al contrario, Pusztai fue suspendido y silenciado, y con el tiempo perdió su trabajo. El gobierno del Reino Unido abandonó su plan de solicitar ensayos de alimentación animal y decidió seguir la política del gobierno de los EE.UU. de depender principalmente de la “equivalencia sustancial”. El estudio de Pusztai fue publicado en la revista médica *The Lancet* (1999), en donde el científico recomienda que el estudio se repita. Hasta el día de hoy, esto no ha sucedido.



# Problemas de la insulina de origen transgénico

*RALLT*<sup>33</sup>

Con frecuencia se dice que no podemos mantener al Ecuador libre de semillas y cultivos transgénicos, como reza el Art. 401 de la Constitución del Ecuador, porque estos han ayudado a resolver algunos problemas de salud pública, como la insulina humana en el caso de la diabetes.

Lo primero que hay que notares que este artículo no se refiere a productos farmacéuticos, sino a cultivos agrícolas, por lo que el uso de ese argumento constituye una falacia.

Pero hablemos sobre la diabetes: es una de las enfermedades que más crecen en el mundo. Se la define principalmente por el aumento del azúcar en la sangre, la glucosa en la sangre. En la actualidad, esto pasó de ser una epidemia a una pandemia. Las últimas cifras señalaban que de cada 10 personas, 3 eran diabéticos; hoy en día, escuchamos que de cada 10 personas 5 son diabéticos, o sea que la tendencia incrementa mundialmente. Por lo general, las

---

33 Red por una América Latina Libre de Transgénicos.

cifras de los diabéticos a nivel mundial incluyen a personas grandes y en nuestra provincia sucede lo mismo.

Si bien hay un componente genético, esta es una enfermedad ligada con la calidad y estilos de vida. La clasificación más general de diabetes es de tipo uno y tipo dos. Los tipo uno son los chicos, adolescentes, jóvenes menores de 30 años que hacen su debut con azúcar alta. Pero ese grupo equivale a 20 %, en tanto que en el tipo dos, se trata de adultos mayores de 30 años, y representa 80 %. La diabetes en el tipo dos es producida, por lo general, a causa de la obesidad o mala alimentación que estamos viendo y es la más común; también es hereditaria y viene de antecedentes de familia.

Esto quiere decir que con buenos hábitos alimenticios y sin una vida tan sedentaria como la que se vive en nuestras sociedades, los índices de diabetes podrían ser menores. A ello hay que sumarle la mayor presencia de contaminantes ambientales en las comunidades humanas, que aceleran el crecimiento de enfermedades como la diabetes.

Como sostiene Breilh en su crítica a la medicalización de la salud (comunicación personal), se ha abordado a la diabetes solo desde el modelo biomédico centrado en la enfermedad, el paciente y los fármacos que debe suministrársele, pero se ignora la complejidad social en la que la enfermedad está creciendo. Se mira al problema de una manera lineal,

positivista, y este abordaje beneficia, en última instancia, a la industria farmacéutica. En el caso de la diabetes, la problemática se centra en la insulina. Entonces, hablemos sobre la insulina.<sup>34</sup>

Antes de que se disponga de insulina, mucha gente moría prematuramente, aunque es necesario aclarar que este medicamento no es una cura para la diabetes. Por otro lado, muchos enfermos, aun cuando reciben su dosis diaria de insulina, sufren algunos de los efectos de la enfermedad, como daños renales y en el corazón (Diabetes, 1999:48; 2007:21).

Durante la mayor parte del siglo XX, los pacientes con diabetes mellitus insulino-dependiente (DMID) han utilizado insulina derivada naturalmente de animales, que casi siempre se deriva de cerdos o vacas. Este fármaco estaba muy regulado y sus usuarios llevaban una vida normal. Mi propio abuelo vivió más de 30 años con una inyección diaria de insulina de origen porcino.

Hace 15 años, la industria farmacéutica empezó a sintetizar un nuevo tipo de insulina. Lo que se hizo fue ingeniería genética en microorganismos, a los que se les insertó

---

34 La insulina es una hormona del aparato digestivo, cuya misión es facilitar que la glucosa que circula en la sangre penetre en las células y sea aprovechada como energía. La insulina se produce en el páncreas, concretamente en las células beta pancreáticas.

los genes humanos que sintetizan la insulina; es decir, el nuevo fármaco era una proteína humana de origen recombinante.<sup>35</sup>

A pesar de ser sintetizada en el laboratorio, varios científicos insistieron en que la nueva insulina recombinante “humana” era casi idéntica a la variedad natural que se obtenía de los animales. El avance fue más un triunfo estético que médico.

Sin embargo, la industria se apresuró a colocar en el mercado la nueva insulina sintética humana y obligó el retiro de la insulina natural de origen animal, con lo que dejó a muchos diabéticos sin otras alternativas.

No pasó mucho tiempo luego de que esta insulina de origen recombinante fuera lanzada al mercado, que se deterioró la salud de personas diabéticas que se cambiaron a este nuevo tipo de insulina.

El aspecto más preocupante de la insulina sintética humana es que los pacientes pierden la conciencia de que están a punto de sufrir un episodio de hipoglucemia, es decir, una caída extrema de los niveles de azúcar en la sangre, que requiere de una intervención médica. A comienzos de 1990, hubo reportes de pacientes que mostraban cambios de personalidad, e inclusive un aumento de los sentimientos de

---

35 Resultante de la recombinación genética de genes humanos con genes de microorganismos.

agresión. En el Reino Unido se presentaron demandas contra los fabricantes de la insulina humana (MIMS, 01 de agosto 1991:12-3). El desafío legal fracasó, pero los pacientes continuaron con su queja.

Entre 1986 y 1989, la Asociación Diabética Británica (BDA), cuyo mandato es informar, asesorar y proteger los intereses de los pacientes, recibió unas 3 000 cartas de personas que se quejaban de los efectos adversos de la insulina humana. Esto les condujo a encargar un informe independiente sobre el contenido de estas cartas. El informe concluyó e iba a ser publicado en el *British Medical Journal* en 1993, pero repentinamente fue retirado por ser “demasiado alarmista”. Seis años después de finalizado dicho informe, el documento se filtró al diario *The Guardian*, que reveló sus contenidos (9 marzo 1999).<sup>36</sup>

El informe incluye desgarradores relatos de cómo las vidas de la gente se habían deteriorado tras la conexión a la insulina sintética. El 80 % de las denuncias examinadas dijeron que ya no podían controlar sus síntomas, puesto que habían perdido las señales de advertencia de un inminente estado de coma hepático. A partir de la información contenida en esas cartas, los investigadores concluyeron que:

---

36 El informe completo puede encontrarse en: <<http://www.theguardian.com/uk/1999/mar/09/1>>

- La mitad de los pacientes no sintió que iban a perder el conocimiento durante un evento de hipoglucemia, con el nuevo medicamento.
- Una cuarta parte dijo que esos episodios eran más frecuentes.
- Uno de cada cinco señaló que eran más graves.
- El 13 % indicó que perdieron el conocimiento por la noche y 5 % que sufrió convulsiones.
- El 10 % tenía pérdida de memoria.
- El 9 % advirtió que perdió su capacidad de concentración.
- Como consecuencia de lo anterior, algunas de las personas que escribieron esas cartas perdieron sus trabajos y a otros se les negó la renovación de su permiso de conducción, ya que estuvieron involucrados en accidentes de conducción durante los eventos de hipoglucemia.

Aún más preocupante es que, en numerosos casos, cuando un paciente diabético se quejó a su médico acerca de la insulina humana, fue ignorado. Aunque alrededor de un 1/5 de los pacientes del estudio se cambiaron a la insulina animal, muchos médicos se negaron a facilitar la transición o les dijeron erróneamente que la insulina animal ya no estaba disponible. No es sorprendente que, en algunos casos, la relación entre médico y paciente se rompie-

ra debido a que este sintió que sus temores no fueron tomados en serio.

Otros expertos también han señalaron problemas con la insulina sintética. En octubre de 1997, la copresidenta de la Diabetes Insulina Dependiente Trust (IDDT) del Reino Unido, Jenny Hirst, habló en una conferencia organizada por los Consumidores por una Ética en Investigación (CERES), en la que reveló cómo el cambio de la insulina sintética a menudo se hizo sin que los pacientes lo sepan o se haya discutido con ellos sobre este cambio. Ella añadió que los doctores asumieron que “la insulina humana” sería supuestamente mejor y más barata, sin que haya evidencia de ello, excepto la información proporcionada por las compañías farmacéuticas.

La profesión médica ha prestado poca atención a estos problemas y, en la actualidad, es casi imposible obtener insulina de origen animal en cualquier lugar.

En 1998, la compañía Eli Lilly dejó de hacer su insulina mixta de cerdo. En vista del escaso seguimiento oficial de las personas que han cambiado de fármaco, es posible que nunca sepamos la medida en que los pacientes están sufriendo por esta causa.

El escándalo de la insulina humana sintética se originó porque el medicamento se introdujo masivamente sobre la base de muy poca investigación. En el primer estudio participaron 17 hombres con diabetes y se publicó

en 1980 en *Lancet* (II:398-401). Para 1982, la insulina humana fue autorizada en el mercado. Este fue un tiempo extraordinariamente corto, si se tiene en cuenta que fue el primer medicamento, producido genéticamente, utilizado en seres humanos.

Nunca ha habido ninguna prueba que demuestre que la insulina humana sintética tenga ventajas sobre la insulina animal. Los pocos estudios han sido financiados, principalmente, por los fabricantes de medicamentos y tienden a estar sesgados hacia la droga. Si se considera el número de personas que dependen de la insulina para vivir, la escasez de estudios a largo plazo y a gran escala es un tema de gran preocupación. La mayoría de estudios sobre su eficacia han utilizado muestras muy pequeñas, que probablemente no muestren los problemas descritos.<sup>37</sup>

Si bien a muchos pacientes con DMID les gustaría encontrar la manera de reducir su consumo de insulina, hay indicios de que se está ampliando la red de gente que recibe este medicamento. En Estados Unidos están en marcha pruebas, como la DPT-1, a través de las cuales se está empezando a suministrar dosis profilácticas de insulina humana a las personas con alto riesgo de desarrollar DMID,

---

37 50 personas en (*Lancet*, 1992; 339: 1432-5), y tan solo 17 (*BMJ*, 1993; 306: 167-71).



incluso antes de que muestren signos de la enfermedad. Los participantes de estos ensayos son seleccionados, en parte, por su riesgo genético, a pesar de que solo entre el 5 y 10 % de los casos de DMID tienen origen genético.

No tenemos forma de saber qué efectos secundarios provocará este medicamento elaborado a partir de la ingeniería genética, en cuerpo sano.

### **Las empresas que están en el negocio de la insulina**

El negocio de la insulina recombinante es un oligopolio formado por tres empresas: la danesa Novo Nordisk, la estadounidense Eli Lilly y la alemana Sanofi-Avantis.

De estas, Novo es la farmacéutica que más ganancias obtiene por la venta de insulina a nivel mundial. Sus ventas fueron de 7 mil millones de dólares en 2012.

Estas empresas, en el pasado, producían insulina de origen animal, porcina y bovina.

### **¿Alternativas?**

Desde 1980, la Organización Mundial de la Salud (OMS) pidió a los investigadores exami-

nar los medicamentos tradicionales relacionados con la diabetes. Aún, sin salirnos del paradigma biomédico, hay otras alternativas para enfrentar el problema de la diabetes. Antes de 1922, la diabetes era tratada con medicina herbolaria, por ejemplo, con la planta hindú *Gymnema sylvestre*. Las hojas de esta planta se han utilizado para atenderla diabetes por más de 2 000 años y han sido ampliamente estudiadas desde la década de 1930.

En dos estudios con animales, el extracto de *Gymnema* duplicó el número de islotes y las células beta en el páncreas de las ratas diabéticas<sup>38</sup> (Prakash et al. 1986). Hay que señalar sin embargo, que la investigación con animales a menudo no se aplica a los seres humanos.

La investigación botánica prometedora se ha centrado en *Momordica charantia* (melón amargo), que es muy común en China, India y África, países donde cuenta con un historial de uso medicinal. Un estudio hecho en la Universidad de Colombo - Sri Lanka muestra que el jugo de esta fruta mejoran significativamente la tolerancia a la glucosa en 73 % de los pacientes con diabetes analizados (Welihinda, et al., 1986).

Pero lo más importante es la calidad y el estilo de vida al momento de tratar enfermedades como la diabetes.

---

38 Las beta son un tipo de célula del páncreas localizadas en los islotes de Langerhans, donde se sintetiza y segrega la insulina.

# El jardinero infiel<sup>39</sup>

*Silvia Ribeiro*<sup>40</sup>

Fabrizio y Jordano, dos de los 140 bebés peruanos que fueron sometidos a un experimento de la empresa Ventria Biosciences, con sustancias derivadas de arroz transgénico, muestran alergias desde entonces, según declararon sus madres a la prensa.

Según el testimonio de Diana Canessa Garay, madre de 24 años, el año pasado llevó a su bebé de ocho meses al Hospital del Niño en Lima, con un cuadro de diarrea severa. Una médica le ofreció entonces administrarle un “suero de arroz”, que la joven aceptó ya que no tenía razones para desconfiar de la “autoridad médica” y le preocupaba lograr la pronta recuperación de su único hijo. Firmó la autorización que le pedían para poder administrarle el medicamento, sin comprender realmente las consecuencias que podría tener.

---

39 Publicado en Red UITA, 1 de agosto de 2006.

40 Silvia Ribeiro. Investigadora del Grupo ETC, cuyo trabajo gravita en el monitoreo y análisis de las tecnologías emergentes y cómo estas impactan sobre la biodiversidad y los derechos humanos.

Diana no sabía, entonces, que su hijo, que ahora tiene dos años, pasó a ser objeto de un experimento de una empresa biotecnológica estadounidense –que no estaba autorizada en el país sede de esa empresa– con sustancias no aprobadas para el consumo en ninguna parte del mundo.

Según la madre, luego de que le dieron este suero, el bebé comenzó a manifestar alergias y actualmente es “enfermizo, delicado, alérgico a todo”. Agrega: “me engañaron, solo querían experimentar con mi bebito”.

El experimento, que ahora ha sido denunciado por varias organizaciones internacionales y peruanas de derechos humanos, consumidores, ambientalistas y la Asociación Médica Peruana, consistió en administrarle a un grupo de bebés con diarrea un suero de arroz con proteínas recombinantes, lactoferrina y lisozima, producidas en Estados Unidos en arroz transgénico modificado con genes humanos sintetizados.

Justamente, la posibilidad de provocar alergias por los fármacos recombinantes, producidos en plantas transgénicas, es uno de los riesgos que varias organizaciones estadounidenses, incluido el Center for Food Safety (Centro para la Seguridad de los Alimentos), habían alertado a las autoridades de su país cuando Ventria solicitó aprobación para cultivar este tipo de arroz en California.

Según el informe de esta y otras organizaciones, sustentado con numerosas referen-

cias científicas, las proteínas recombinantes –derivadas de organismos transgénicos– no son idénticas a las producidas naturalmente. Las diferencias pueden ser tan sutiles que en laboratorio podrían ser difíciles de detectar. Sin embargo, el sistema inmunológico de los seres humanos sí es sensible a estas diferencias y puede generar anticuerpos, que en algunos casos llevan a la reacción crónica frente a muchos otros alimentos o sustancias a los que antes el paciente no era alérgico.

En la respuesta que emitió a los cuestionamientos de la Asociación Pro Derechos Humanos de Perú, el director del Instituto Especializado en la Salud del Niño, doctor Dante Figueroa Quintanilla, uno de los responsables del experimento, argumenta, entre otros aspectos, que “en la medicina moderna se emplean lícitamente proteínas recombinantes para mejorar la salud de las personas, por ejemplo insulina, hormona del crecimiento, factores de coagulación y hematopoyéticos”.

En todos los casos que cita Figueroa Quintanilla ha habido problemas de algún tipo, pero como ya es común en el tema de los transgénicos, la poderosa industria biotecnológica se ocupa de que sean escasamente difundidos y poco conocidos. Es inexcusable que un director de hospital, que firma su acuerdo para exponer a bebés a un experimento con proteínas recombinantes, no las conociera o, peor aún, no las tomara en cuenta.

Por ejemplo, la insulina recombinante, una de las referencias más usadas por los promotores de los transgénicos para señalar los supuestos beneficios de estos productos, conlleva una historia de ocultamiento y manipulación sobre sus efectos dañinos. En 1999, la Asociación Diabética Británica dio a conocer un extenso informe —que había ocultado varios años debido a las “donaciones” que reciben de empresas farmacéuticas y de edulcorantes que también contienen transgénicos—en el que admitían haber recibido quejas de casi 10% de sus miembros (equivalente a 15 mil personas), directamente asociados con el cambio de la insulina animal a la insulina transgénica.

Los daños reportados iban desde males menores hasta la ausencia de síntomas previos al coma diabético, que es muy grave porque puede llevar al paciente a la muerte al no tomar medidas para enfrentarlo. Se ha documentado también la generación de anticuerpos en el caso del uso de factores de coagulación y hormonas de crecimiento.

En un ejemplo particular, el factor de crecimiento y desarrollo megacariocítico (MGDF) fue retirado de las pruebas clínicas porque la formación de anticuerpos provocaba hemorragias. En otros casos sigue en circulación, pese a que se conocen sus efectos dañinos, en parte porque las empresas los ocultan o minimizan, o porque eliminan otras alternativas, o cuentan con poderosos cabilderos para

impedir que se conozca la verdad y se tomen acciones consecuentes.

Igual que con los transgénicos agrícolas, son abultados los expedientes ocultos de los transgénicos de uso farmacéutico, ya que si se conocieran en totalidad, no habría justificación para que estuvieran en el mercado.

En el caso de Ventria en Perú, parece que, además, están dispuestos a continuar el triste camino que han recorrido muchas empresas farmacéuticas, de usar a las poblaciones del Tercer Mundo para hacer experimentos no autorizados en su país.





# Una ciencia huérfana: Riesgos ambientales de las vacunas genéticamente manipuladas<sup>41</sup>

*Mae-Wan Ho*<sup>42</sup>

Las vacunas genéticamente manipuladas constituyen una ruta importante de la liberación de OGM en el medioambiente; sin embargo, sus riesgos ambientales nunca han sido contemplados. Las vacunas no solo son diseñadas para uso humano, sino también para el campo de la medicina veterinaria y acuicultura. Terje Traavik, genetista y virólogo que trabajó para la Dirección de Manejo Ambiental de Noruega, identificó los posibles riesgos y peligros que, de acuerdo con su punto de vista y el principio de precaución, demandan medidas preventivas.

No obstante, en la práctica se considera que, desde el enfoque médico y científico, estos riesgos son inexistentes, simplemente porque no se han llevado a cabo investigaciones que aborden estos temas.

---

41 Reporte sobre vacunas transgénicas de la Dirección de Manejo Ambiental, Noruega.

42 Genetista. Directora del Institute for Science in Society, en Reino Unido. En <[www.i\\_sis.org](http://www.i_sis.org)>

Esto es una muestra de la falta de cultura ecológica que existe en la línea de pensamiento de la mayoría de científicos y médicos, así como de desconocimiento del principio de precaución.

Traavik empieza por una descripción histórica de las vacunas, las respuestas inmunológicas y los distintos tipos de vacunas que se han desarrollado hasta el momento, así como su efectividad relativa. Luego pasa a examinar todo el rango de vacunas genéticamente manipuladas que se han desarrollado, que incluyen ADN desnudo y secuencias de ARN que contienen secuencias virales.

Él hace una revisión de la literatura sobre las pruebas que se han hecho con los diferentes tipos de vacunas en modelos de animales, y luego identifica los distintos riesgos que cada uno puede tener. En particular, son reveladores dos estudios de caso muy detallados sobre una vacuna antirrabia que ha sido utilizada ampliamente, y en torno de una campaña de inmunización en contra de la viruela.

Su conclusión es que, desde la perspectiva ecológica y ambiental, en la vida de la primera generación, las vacunas genéticamente manipuladas son de suyo impredecibles, posiblemente peligrosas y, por lo tanto, no deberían usarse a gran escala hasta que los problemas identificados hayan sido clarificados y abordados en forma adecuada.

Algunos de los problemas principales son: generación de nuevos virus por transferencia horizontal de genes y recombinación; cambios impredecibles de los virus genéticamente manipulados y genomas virales en distintos huéspedes; naturaleza infecciosa y la persistencia a largo plazo de ácidos nucleicos desnudos, que son utilizados en las vacunas; se sabe que los cambios del material genético de virus alteran su capacidad de ser infecciosos, así como su capacidad de infectar a distintos huéspedes de maneras impredecibles. Esto significa que algunas especies que antes no eran susceptibles a ser infectadas por un virus, ahora sí lo son.

Se han aislado virus recombinantes de animales silvestres y de seres humanos, como resultado de programas de inmunización masivos con vacunas contra la viruela.

Las vacunas genéticamente manipuladas antirrabia, hechas de un virus, fueron liberadas a inicios de 1990. Para el efecto se usaron carnadas de alimentos, con el fin de que sean comidas por zorros. Esto se hizo sin observar las recomendaciones realizadas por un número importante de científicos. Estas carnadas, obviamente, fueron ingeridas por muchos, si es que no lo hicieron todos los mamíferos silvestres que vivían en la zona. Todos estos animales van a ser fuentes de virus recombinantes, así como de generación de nuevos virus.

Ahora se conoce que el ADN y el ARN desnudos no son degradados en gran número

ro de ambientes, y pueden ser tomados por cualquier tipo de célula. De acuerdo con un reporte muy reciente, se ha encontrado que las secuencias virales se incorporan preferentemente en el genoma celular. Entre las células que pueden tomar el ADN se incluye a las células germinativas. Esto significa que las personas que reciben vacunas, al mismo tiempo pueden recibir modificaciones en su línea celular germinativa.

Según Traavik, las vacunas más seguras son aquellas que contienen solamente proteína viral purificada, y cree que se puede mejorar su eficacia.

Traavik reconoce que la necesidad de salvar vidas es muy importante, en especial a corto plazo. Sin embargo, los impactos ambientales negativos a largo plazo, así como los impactos a la salud, podrían no justificar los beneficios a corto plazo.

Se puede argumentar que existen otras alternativas para prevenir y disminuir la incidencia de enfermedades infecciosas; por ejemplo, ejecutar programas de nutrición, higiene, mejorar las condiciones de vida de la gente, proveer a las poblaciones de agua potable, mantener el medioambiente libre de contaminación y erradicar la pobreza.

Esta es la opinión de una autoridad mundial, un investigador de cáncer y virología, que también es sensible a la necesidad de ali-

viar el sufrimiento humano y de proteger el medioambiente.

## **Con las vacunas genéticamente manipuladas se transforman las plantas en fábricas**

Hasta el momento se han realizado experimentos con tabaco y papa para transformarlos en factorías de fármacos; pero los científicos afirman que estos no son los cultivos ideales, porque el tabaco no se come y la papa se consume solo cocinada. Entonces han pensado en el banano, que es una fruta que se la consume cruda, incluso por niños (que es la edad adecuada para recibir vacunas). Y, dado que esta es una tecnología pensada para el Tercer Mundo, el banano es ideal por ser un cultivo tropical.

Respecto de este tipo de vacunas, Traavik dice que no se han realizado estudios sobre sus riesgos, pero hay investigaciones que revelan que las raíces de estas plantas afectan a las poblaciones microbianas del suelo.

En relación con el funcionamiento de las vacunas en las plantas, él señala que se ha encontrado que la expresión del transgén varía muchísimo en diferentes tubérculos de la misma planta.

Lo más preocupante respecto de la producción a gran escala y su comercialización está relacionado con el lugar en el que el trans-

gén se inserte en el cromosoma de la planta, y cómo con la tecnología existente al momento es imposible predecir dónde se va a insertar. Los impactos de estas plantas en la salud son impredecibles.

Otro aspecto importante será el tipo de promotor que se use en la inserción del gen viral, pues muchos promotores que se usan en los cultivos transgénicos a nivel comercial, actualmente representan verdaderos peligros para la salud humana.

Y otros riesgos potenciales son la polinización cruzada entre estas plantas transgénicas y los cultivos convencionales. ¿Qué pasa si una persona que ya ha sido vacunada en contra de una enfermedad consume plantas que tienen incorporada esta misma vacuna?

# **4**

## **Estudios de caso**





# Monitoreo sobre la presencia de soja que se expende en los mercados de Ecuador

*Richard Intriago, Bárbara Pérez<sup>43</sup>  
y Elizabeth Bravo<sup>44</sup>*

La soja es el cultivo oleaginoso que más se produce y que tiene mayor participación en el mercado mundial. De un total de 402 millones de toneladas de oleaginosas producidas anualmente en el mundo, 233 millones de toneladas son de soja, es decir, 58 % de la producción mundial de oleaginosas.

La gran expansión de la soja en el mundo se debe al gran impulso que ha dado el gobierno de Estados Unidos a su sector sojero, agrupado en la ASA (Asociación Americana de Soja),<sup>45</sup> creada para promover el comercio de este producto en Estados Unidos y el resto del mundo.

---

43 Federación de Centros Agrícolas del Litoral.

44 Miembro de RALLT. Docente de la UPS.

45 Agrupa a productores y otros sectores involucrados en el negocio de la soja en Estados Unidos.

A lo largo de su historia, la ASA ha influido significativamente en la política agraria de Estados Unidos y ha impuesto un cambio en el estilo de vida de la gente, centrado en la soja: el reemplazo de carnes rojas por carne blanca, las grasas animales por las vegetales, la carne y leche de vaca por la “carne y leche de soja”. Ellos convirtieron a la soja en el símbolo de la vida sana (Bravo, 2005: 7-21).

Luego impusieron este estilo de vida en el resto del mundo. A través de misiones técnicas oficiales, convencieron a europeos y japoneses para que se dediquen a procesar grandes cantidades de soja. Con el tiempo, el auge económico de Japón fue consolidado con la capacidad de usar la soja en la producción de carne barata para su población.

Los excedentes de soja fueron exportados por medio de programas de ayuda alimentaria. En 1954 se aprueba el programa PL480 (conocido como Alimentos para la Paz), para colocar los excedentes agrícolas como ayuda alimentaria.

En 1984, se establece una oficina de la ASA en Caracas, lo que sirve de punto de expansión del mercado de la soja en América del Sur. Posteriormente se abren oficinas en otros continentes, con iguales propósitos.

Con la caída del bloque socialista, se abrió un importante mercado de soja.

Estados Unidos interpuso, en 1987, una que-rella en el Tribunal de Resolución de Disputas del GATT en contra de la Comunidad Europea, por

los subsidios que daba al sector de oleaginosas. El fallo dado en 1993 favoreció a la Comunidad Europea, por lo que la ASA se concentró en influir en las políticas de lo que más tarde sería la Organización Mundial de Comercio, con el fin de que se eliminen todas las tarifas y se creen estímulos estatales para las exportaciones de semillas oleaginosas y sus productos.

La ASA continúa influyendo en las negociaciones multilaterales y bilaterales sobre comercio para beneficiar a su sector; por ejemplo, para que el gobierno de Estados Unidos levante sanciones a Irán, Sudán, Libia, Irak, Corea del Norte y Cuba, y para la aprobación de unas normas de comercio permanente entre China y Estados Unidos (China es el primer consumidor de soja en el mundo). La ASA también incide fuertemente en las negociaciones del Protocolo de Cartagena, a través de las delegaciones oficiales de su país. Ejerce distintos tipos de presión o estímulo en delegados de países del Tercer Mundo, entre otros, con invitaciones a giras para que conozcan el éxito estadounidense de la soja transgénica.

Mediante el programa de desarrollo de mercados, que funciona sobre todo con fondos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) y la ASA, se ha logrado promover el mercado de soja estadounidense en 80 países del mundo. Otro aspecto importante del *lobby* de esta industria ha sido la promoción de las semillas transgénicas y la imposi-

ción de los derechos de propiedad intelectual (básicamente patentes) sobre las semillas.

## **¿Qué es la soya transgénica?**

Al momento, los grandes productores de soya han abandonado en su totalidad las variedades convencionales, lo que ha favorecido a la soya transgénica. Esta representa casi 50% de la superficie sembrada con semillas transgénicas en el mundo, y toda es soya con resistencia al herbicida glifosato, comercializada con el nombre de soya Roundup Ready (o soya RR).

En el año 2011, el área sembrada con semillas de soya con resistencia a glifosato fue de 75,4 millones de hectáreas, que fue cultivada principalmente en cuatro países: Estados Unidos, Brasil, Argentina y Paraguay (James, 2011).

La rápida adopción de la soya transgénica se debe a que favorece el manejo de las malezas, ya que usa aplicaciones químicas, en lugar de hacerlo en forma manual. Esto significa que rebaja sustancialmente la mano de obra rural, incrementa la presencia del glifosato en el ambiente y aumenta la cantidad de residuos de este agrotóxico en las semillas de soya.

## **¿Para qué se necesita producir tanta soya?**

El incremento del área sembrada con soya en el mundo crece de la mano con la

expansión de la industria avícola y porcícola, especialmente en el Tercer Mundo, donde muchas de las grandes firmas productoras se han trasladado con el fin de reducir los costos de producción (pues en estos países la mano de obra, la tierra y el agua son más baratas), y porque ahí no tienen que cumplir con normas ambientales y laborales estrictas, como en sus países de origen.

Por tanto, el mercado mundial de soya crece con el incremento del mercado mundial de carne producida en granjas, controladas por pocas empresas. Esto ha significado un cambio radical prácticamente en la dieta de los habitantes del planeta, quienes basan su alimentación en pollo y alimentos procesados, con alto contenido de soya y maíz transgénico.

## **Impactos en la salud de la soya transgénica**

En los últimos años, han surgido varios estudios que dan cuenta de los impactos a la salud producidos por la soya transgénica. La soya tiene un alto contenido de ácido fítico, incluido en el salvado y las cáscaras de las semillas. Esta sustancia puede bloquear la absorción de minerales esenciales como el calcio, magnesio, cobre, hierro y, especialmente, zinc, en el tracto intestinal. Si bien la soja posee alto tenor proteico, su valor biológico está limitado por deficiencia en aminoácidos

esenciales azufrados (metionina, cisteína) y por presencia de inhibidores de las proteasas (enzimas, como la tripsina, necesarias para degradar sus proteínas).

El factor inhibidor no se inactiva completamente con la cocción y los procesos industriales. Ello sucede solo con lentos procesos de fermentación, que van desde varios meses hasta tres años (miso y salsa de soja artesanales). Una dieta con alta presencia de estos inhibidores puede dar lugar a déficit de crecimiento, mala digestión, trastornos gástricos, agotamiento pancreático y carencia de vitamina B12 (anemia).

Por esto, las culturas donde se consume tradicionalmente abundante soya, la transforman en fermentados como el natto, tempeh, miso y salsa de soja.

A esto se suman los impactos propios de la modificación genética. Se han hecho algunos estudios en animales que dan cuenta que, a través de la ingeniería genética, es posible introducir nuevos compuestos alergénicos en los cultivos, aumentar la presencia de alérgenos producidos de modo natural o, incluso, alterar compuestos inocuos para dar lugar a proteínas alergénicas. La mayoría de los alérgenos alimentarios conocidos son proteínas con características peculiares, pero algunos compuestos no encajan en esta descripción y no se dispone de ninguna técnica que permita

descubrir a priori sus propiedades alergénicas, salvo la exposición directa.

En un estudio realizado en Holanda, los investigadores descubrieron que 22 de las 33 proteínas analizadas, procedentes de cultivos transgénicos, contenían secuencias de ADN idénticas a las presentes en alérgenos conocidos (Kleter GA y Peijnenburg, 2002).

En estudios histológicos de ratas y ratones alimentados con soya convencional y soya resistente al glifosato, se encontró en los alimentados con soya transgénica una alteración en la coloración de los testículos de ratas y alteraciones en las células espermáticas jóvenes de los ratones. Los embriones de ratonas preñadas alimentadas con soya transgénica mostraron cambio en la función del ADN, comparadas con el grupo control (madres alimentadas con soya convencional) (Vecchio et al., 2004).

## **Impactos del glifosato**

Estudios hechos por la Universidad del Litoral, en Argentina, demuestran que el glifosato no es totalmente metabolizado por las plantas de soya transgénica, y que este se acumula en las semillas y las raíces. Es decir, los granos de soya transgénica tienen un importante acumulado de glifosato (Arregi et al., 60 (2):163-6).

En humanos, se ha encontrado que el glifosato solo o formulado (como es el caso del Roundup) produce irritaciones dérmicas y oculares, náuseas y mareos, edema pulmonar, descenso de la presión sanguínea, reacciones alérgicas, dolor abdominal, pérdida masiva de líquido gastrointestinal, vómito, pérdida de conciencia, destrucción de glóbulos rojos, electrocardiogramas anormales y daño o falla renal. En sucesivos estudios realizados desde 1979, se encontró que este herbicida incrementa la posibilidad de tumores testiculares intersticiales en ratas machos a la dosis más alta probada (30 mg/kg/día), y la frecuencia de un cáncer de tiroides en hembras. Se lo asocia, además, con el linfoma no Hodgkin (LNH) (Kaczewer, 2002).

Estudios de Carrasco et al. (2010) muestran los efectos teratogónicos del glifosato, pues actúa en los primeros mecanismos de morfogénesis en embriones de vertebrados, lo que genera preocupaciones sobre los resultados clínicos de la descendencia humana en poblaciones expuestas a los campos agrícolas de soja transgénica, y entre quienes consumen productos basados en soja.



## Importaciones de soya en Ecuador

Nuestros principales exportadores de soya son Argentina, Estados Unidos y Bolivia, donde se produce fundamentalmente soya transgénica. Las empresas importadoras más visibles son: Pronaca, Agripac, Pollo Favorito, Afaba, Avesca, Incubadora Anhalzer, Integración Agrícola Oro, Promariscos.

**Tabla 1.**  
**Importaciones ecuatorianas de soya**  
**(en forma de tora y más residuos**  
**de extracción de soya)**

<b>Año</b>	<b>Volumen en toneladas</b>	<b>FOB en dólares</b>
2012	14.229.164	23.942.129
2011	14.473.547	22.945.794
2010	13.716.470	19.278.702
2009	11.367.337	14.071.449
2008	11.579.586	17.551.929
2007	10.843.703	12.895.240
2006	10.073.930	11.266.018

Fuente: Estadísticas del Banco Central del Ecuador  
Elaboración propia

Para disminuir nuestra dependencia en las exportaciones, se pretende incrementar la soya como parte del cambio de la matriz producti-

va, pero se quiere utilizar soja transgénica con el fin de incrementar el rendimiento a 3,5 Tm/ha (MAGAP, 2013).<sup>46</sup>

Nos sorprende la propuesta formulada por el MAGAP, pues al momento ningún país alcanza rendimientos tan altos, como se demuestra en la Tabla 2.

**Tabla 2. Rendimientos promedio de soja (2005-2010)**

País	Tm/ha
Bolivia	1,82
Argentina	2,67
Brasil	2,64
Paraguay	2,18
Estados Unidos	2,86
Ecuador	2,5 (actual)
Ecuador	3,5 (aspira con semillas transgénicas)

Fuentes: IICA (Indicadores 2012). MAGAP (2013)  
Elaboración propia

Del análisis de esta tabla, es posible inferir algunas conclusiones:

1. Países como Argentina, Brasil y Estados Unidos, donde han existido extensos

---

46 Según el MAGAP, los rendimientos promedios de la soja en el Ecuador al momento son de 2,5 Tm/ha.

programas de mejoramiento genético de la soja, por ejemplo a través del *Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos* de Argentina (INTA) y la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), son los que tienen los rendimientos más altos. Estos centros de investigación han conseguido adaptar la soja a varias de las zonas fitogeográficas de sus países, y generar variedades de alto rendimiento.

2. Son en estas variedades, desarrolladas por instituciones públicas y con fondos públicos, en las que Monsanto ha insertado sus genes.
3. Por la misma razón, los rendimientos de la soja en Bolivia y Paraguay son más bajos.
4. El rendimiento de la soja no está relacionado con que sea o no transgénica, sino con los programas de mejoramiento convencional en las variedades nacionales.
5. Es imposible que el Ecuador alcance los rendimientos propuestos con o sin semillas transgénicas.
6. Países como Bolivia y Paraguay tienen rendimientos inferiores al Ecuador, a pesar del uso de semillas transgénicas.

**Tabla 3. Área plantada con soya en Ecuador**

Años	Hectáreas bajo producción	Años	Hectáreas bajo producción
2000	55.156	2005	34.146
2001	45.000	2006	29.000
2002	60.000	2007	19.500
2003	58.273	2008	32.038
2004	56.504	2009	40.306

Fuente: MAGAP / III CNA / SIGAGRO, 2012

Elaboración propia

## **Monitoreo de la soya que se expende en Ecuador**

Entre junio y agosto de 2013, se llevó a cabo un proceso de monitoreo de la soya que se vende en los mercados, tiendas de abastos y supermercados del Ecuador.

Con ese propósito, se usaron los kits para detectar la proteína transgénica CP4 EPSPS, presente en los granos de soya Roundup Ready. Para ello, los granos de soya fueron triturados y la proteína solubilizada en agua. Los resultados negativos desarrollaron una línea roja en la faja, en tanto que los resultados positivos mostraron dos líneas.

En la siguiente tabla se resumen los resultados.

**Tabla 4.**  
**Resumen de resultados de monitoreo**  
**(soya que se expende en Ecuador)**

<b>Provincia</b>	<b>Localidad</b>	<b>Resultados positivos</b>	<b>Resultados negativos</b>
Santa Elena	Santa Elena	-	2
	La Libertad	1	3
Los Ríos	Babahoyo	5	5
	Ventanas	3	3
	Vinces	1	5
	Quevedo	-	7
	Valencia	1	2
	Chilintomo	-	1
	Juan Montalvo	-	1
	Santa Lucía	1	1
	Mocache	-	1
	Buena Fe	-	1
Guayas	Milagros	-	12
	Guayaquil	4	4
	Yaguachi	-	5
	Pedro Carbo	-	10
	Lomas de Sargentillo	1	-
Manabí	Puerto López	-	1
Pichincha	Quito	2	2
Chimbo- razo	Riobamba	-	3
Loja	Loja	-	1
INIAP	INIAP	1	5

Elaboración Elaboración propia

Estos son algunos aspectos importantes que queremos destacar, a partir de los resultados registrados en la tabla:

1. En Ecuador se está vendiendo soya transgénica, sin que los consumidores tengamos conciencia de ello.
2. Al menos dos muestras provenían de empaques que tenían una etiqueta que decía que la soya no era transgénica.
3. Uno de los resultados positivos fue encontrado en un material que está siendo evaluado por INIAP como semilla.

## **Lo que dice nuestra legislación**

En el Ecuador contamos con abundante legislación que sostiene que los alimentos o componentes transgénicos deben estar etiquetados. Así, por ejemplo, el Art. 26 de la Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria sostiene que:

[...] Las materias primas que contengan insumos de origen transgénico únicamente podrán ser importadas y procesadas, siempre y cuando cumplan con los requisitos de sanidad e inocuidad, y que su capacidad de reproducción sea inhabilitada, respetando el principio de precaución, de modo que no atenten contra la salud humana, la soberanía alimentaria y los ecosistemas. Los productos elaborados en base a transgénicos serán

etiquetados de acuerdo a la ley que regula la defensa del consumidor [...].

Por su parte, la Ley de Defensa del Consumidor dice en su Art. 13:

Producción y Transgénica.- Si los productos de consumo humano o pecuario a comercializarse han sido obtenidos o mejorados mediante trasplante de genes o, en general, manipulación genética, se advertirá de tal hecho en la etiqueta del producto, en letras debidamente resaltadas.

Con los resultados obtenidos en este monitoreo, es posible apreciar que la legislación ecuatoriana sobre etiquetado de alimentos transgénicos no se está cumpliendo.<sup>47</sup>

---

47 A los pocos días de escrito este artículo, el 11 de septiembre 2013, la Superintendencia de Control del Poder de Mercado emitió una norma técnica sobre el etiquetado de los productos transgénicos, a través de la cual se establece que: “Todos los alimentos y bebidas que se produzcan o comercialicen en el Ecuador deberán incluir en el etiquetado o rotulación de cada empaque individual, y en cualquier medio que se utilice para su promoción, la indicación clara y visible ‘CONTIENE COMPONENTE TRANSGÉNICO’ o ‘NO CONTIENE COMPONENTE TRANSGÉNICO’, según sea el caso. Para cada caso, el operador económico deberá contar con las pruebas que sustenten la veracidad del mensaje contenido en su etiqueta o promoción”.

## Conclusiones

El Ecuador depende de las importaciones de soya, fundamentalmente para abastecer la agroindustria avícola y porcícola, lo que responde a un cambio en los hábitos alimenticios de los ecuatorianos que, poco a poco, están abandonando el consumo de los productos locales basados en nuestra agrobiodiversidad.

Un porcentaje de la soya importada es transgénica, como se demostró con los estudios efectuados en material recolectado en varios centros de expendio de alimentos del país.

Es urgente implementar un sistema de etiquetado de esos alimentos transgénicos, como lo demanda la legislación del Ecuador, y como un reconocimiento de los derechos de los consumidores a elegir el tipo de alimentación que deseamos.

Pero más urgente aún es que se adopten políticas que promuevan la agroecología, como el principal componente de nuestra matriz productiva agraria, en la que se haga uso intensivo de nuestra agrobiodiversidad y, de esta manera, se asegure la salud de los ecuatorianos, tanto productores como consumidores, para lograr los objetivos de la soberanía alimentaria en Ecuador, y se mantenga la condición de país libre de transgénicos.



# Canola en los Andes ecuatorianos

*Fernanda Vallejo<sup>48</sup> y Marco Cedillo<sup>49</sup>*

En la nueva matriz productiva se propone sembrar 20 mil hectáreas con canola, posiblemente transgénica, en los Andes ecuatorianos.

La canola o colza no es un cultivo propio del Ecuador. Es un cultivo oleaginoso de climas fríos, de reciente introducción a nuestro país; no se dispone de mucha información sobre el origen de las semillas, qué empresas están atrás y cuál será el destino final de la producción.

A nivel mundial, es el principal cultivo dedicado a biodiesel y Alemania es el principal consumidor. Justamente en el Ecuador se introduce este cultivo para la producción de biodiesel.

Una de las formas de promover este nuevo cultivo es mediante programas de inclusión, en los que se asocian productores y agroindustriales, con la intermediación del gobierno. El concepto nació con el nombre de “negocios

---

48 Alianza por la Biodiversidad en América Latina

49 Campaña Semillas de Identidad

inclusivos”, en 2006, como producto de la alianza Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible y SNV (una organización internacional con enfoque en desarrollo inclusivo), y son iniciativas empresariales que contribuyen a la superación de la pobreza a través de la incorporación de personas de bajos ingresos a la cadena de valor, sin que las empresas dejen de obtener ganancias.

En realidad, esta es una modalidad de agricultura bajo contrato que ata al campesino a un paquete tecnológico, sin que este pueda decidir sobre el proceso productivo (qué, para qué y cómo producir). Este tipo de producción tiene como destino final la agroindustria y aleja al campesino de la soberanía alimentaria.

Una de las empresas que participan en los negocios inclusivos relacionados con la canola es Epacem (bajo el nombre de Canola Andina), que tradicionalmente se ha dedicado al aceite de palma y que ahora está incursionando en la canola. Al respecto, la SNV dice:

Una de las principales fábricas de aceites incursiona en la producción de aceite fino de canola a través de su empresa Canolandina. Gracias al Negocio Inclusivo, se espera que las asociaciones de pequeños productores suministren el 38% de la materia prima de la empresa. Su inserción en la cadena de valor, acrecentará sus ingresos en un 25%.

A continuación, se analiza un ejemplo de un proyecto de inclusión productiva para el cultivo de canola, en la provincia de Cotopaxi.

## **Un proyecto de inclusión social a través de la canola**

El Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), a través del Instituto de Economía Social y Solidaria y el Programa “Miesfuerzo”, propuso a la Asociación Agrícola “Patria Nueva”, en la parroquia Toacazo, sembrar 90 hectáreas con canola. Para ello, les proporcionó un fondo no reembolsable de 90 mil dólares.

El objetivo era que dicha asociación siembre canola con el uso de semillas y un paquete tecnológico entregado por la empresa “Canola Andina”. De alguna manera, el MIES subsidia a Canola Andina y promovía la utilización de la cooperativa, como un campo de experimentación para evaluar el comportamiento de la canola.

Como los campesinos no contaban con muchas tierras, se juntaron varios comuneros e impulsaron el ingreso de otras personas a la asociación. Con muy pocas excepciones, casi ningún campesino utilizó todas sus tierras para producir canola, sino que mantuvieron unas hectáreas para sembrar sus productos tradicionales como papa, haba y avena.

La siembra se hizo en abril y la cosecha, en diciembre de 2010, lo que significa un periodo mucho más largo del que se reporta en la literatura para el cultivo de la canola.

En el cultivo se aplicó un paquete tecnológico que fue entregado por los técnicos de Canola Andina. Dado que muchos de los campesinos tenían ya experiencia en la agricultura orgánica, exigieron que el paquete fuera orgánico.

A continuación se describe el paquete tecnológico, según dónde se usa, desde la siembra y la cosecha.

### **Antes de la siembra (se aplica)**

1. Un herbicida llamado ALAPAC 50 CE, distribuido por Agripac. Este químico se lo conoce también como Alaclor, de acuerdo con Agrocalidad, y está conformado por la molécula 2-cloro-2',6'-dietil-N-metoximetilacetanilida, y nombre CA es 2-cloro-N-(2,6-dietilfenil)-N-(metoximetil) acetamida. Según Wikipedia, el Alaclor es un herbicida cuyo uso se encuentra prohibido en todas sus formulaciones y aplicaciones por ser dañino para la salud. Su forma de acción es por la inhibición de las elongasas y de los pirofosfatos del geranil geranil (GGPP). No es orgánico.

2. Algaenzims líquido, que es un fertilizante orgánico.

### **En la siembra**

3. Se siembra la semilla de canola de la empresa Sursem Argentina (SWE 2797). De acuerdo con información de Internet, esta es una semilla “primaveral de ciclo intermedio”. La semilla está tratada con Ritiram plus AC Captan, un fungicida que posiblemente es también un producto argentino.

### **Luego de la siembra**

4. BIOPHOS 25: fertilizante (de Global Organic)
5. Urefol AAA: fertilizante (de Global Organic)
6. Potamin Org.: fertilizante (con base en K y Mg) (de Global Organic)
7. Greenfish (bioestimulate): sello BSS (de Global Organic)
8. Pestilen: repelente de insectos de extractos vegetales (de Global Organic)
9. Xcalybor: estimulante foliar
10. Insecticida para el pulgón. De acuerdo con una persona de la zona que trabajó en Agripac por un año y medio, este es un producto que tiene dos principios activos: cipermetrina y clorpirifós.

La cipermetrina es un insecticida no sistémico, no volátil, que actúa por contacto e ingestión. Ofrece un control efectivo de insectos y baja toxicidad para los mamíferos. Tiene muy buena efectividad en lepidópteros, coleópteros y hemípteros, dentro de los cultivos.

La cipermetrina también es utilizada para controlar las moscas y demás insectos en los habitáculos de los animales domésticos, y plagas que afectan la salud pública (mosquitos y cucarachas).

Clorpirifós (nombre de la IUPAC: O, O-dietil O-3,5,6-trichloropyridin-2-il fosforotioato) es un insecticida (se utiliza para controlar las plagas de insectos) organofosforado cristalino que inhibe la acetilcolinesterasa. Se le conoce por muchos nombres comerciales. El clorpirifós es moderadamente tóxico y la exposición crónica se ha relacionado con efectos neurológicos, trastornos del desarrollo y trastornos autoinmunes.

## **Resultados obtenidos**

La siembra fue un fracaso. La producción representó menos de 25 % de lo esperado. Los comuneros dicen que esto se debió a la helada y el granizo en la parte alta, y al fuerte viento en la parte baja. El MIES pidió a los campesinos que justifiquen por qué fracasó la siembra.

En lo económico, de los 90 mil dólares que recibieron, 22 mil fueron entregados a la empresa en la compra de insumos. Los comuneros tuvieron que pagar por el insecticida para el control del pulgón (que no estaba previsto en el paquete) y a un técnico.

La empresa les iba a pagar 22 dólares por quintal de semilla, pero ellos decidieron vender las semillas en Latacunga a 60 dólares el quintal. Si la producción no hubiera fallado, ellos estaban obligados a vender la producción a Canola Andina.

Por su parte, Canola Andina vendió un kilo de semilla a 14 dólares. Los comuneros no saben qué hacer con los envases de los insumos que se usaron en la temporada de siembra, por lo que, al momento de la visita de campo, se encontró que todo este material de desechos estaban amontonados en la parte trasera de una casa.

## **Otras experiencias con la canola en Ecuador**

Se ha venido sembrando canola en otras provincias del Ecuador. Una de ellas es Chimborazo. Al respecto, Canola Andina hizo un intercambio con la gente de “Patria Nueva” a una siembra en Urbina, en la provincia de Chimborazo, para que constaten el comportamiento del cultivo. Pero, meses más tarde, se

supo que en Urbina el cultivo de canola tampoco arrojó los resultados esperados.

Por otro lado, en septiembre 2011, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca de Imbabura (MAGAP-I) firmó un convenio con la empresa Canola Andina. Roberto Conejo, director técnico de área del MAGAP-I, manifestó que una de las políticas de la institución es fortalecer al sector agrario afectado por la migración, y aseguró que el agricultor tendrá la seguridad de vender su producto a 22 dólares el quintal. Según Fidel López, gerente de Canola Andina, la provincia cuenta con 15 mil hectáreas aptas para este cultivo (La Hora, 2011).

Se espera que entre Imbabura y Carchi se logre concretar 2 000 hectáreas de producción de canola, para la implementación de una planta de procesamiento de aceite.

Según nota de prensa del diario La Hora, el aporte del MAGAP-I es de 34 mil dólares para la asistencia técnica, mientras que Canola Andina aportará con 22 mil dólares en capacitación y material informativo.

En Carchi, es la Prefectura la que está promoviendo la siembra de canola, también a través de la empresa Canola Andina (La Hora, 13 de enero 2012).

## **¿Canola transgénica?**

Casi toda la semilla de canola que circula en América es transgénica o está contaminada



con transgenes, por lo que se hicieron pruebas para demostrar que no se estaba sembrando semillas de canola genéticamente modificada, lo que está prohibido por la Constitución (Art. 401).

Para ello, se tuvo acceso a semillas de la comunidad Planchalona de Cotopaxi, de un lugar cercano al lago San Pablo, en la provincia de Imbabura, y de un programa del Consejo Provincial del Carchi, en esa jurisdicción.

Un lote de cada una de las semillas se envió para su análisis a una empresa especialista en determinar la presencia de transgénicos: Genetic ID (USA-Iowa). Se realizaron pruebas con la utilización de Canola Bayer MS8xRF3 (Real Time Quantitative); Canola Mon GT73 (Roundup Ready) (Real Time Quantitative); 35S Promoter (Real Time Quantitative); y, NPTII (Real Time Quantitative). Todas las pruebas resultaron negativas.

## **Conclusiones**

El análisis de este estudio de caso nos muestra cómo el Gobierno Nacional, a través de diversos programas, está apoyando el desarrollo de una agroindustria destinada a la producción de agrocombustibles, en este caso, el aceite de canola.

Dado que la canola es un cultivo introducido recientemente al país, se ha experimentado y se lo está haciendo en tierras comunales

y campesinas. Si la siembra no resulta, quien pierde es el productor; la empresa cobra por los insumos que vende y la paga está asegurada, pues cuenta con subsidios del Estado.

Esto nos lleva a preguntar ¿a quién benefician las políticas públicas para el agro? Es satisfactorio encontrar que las semillas no son transgénicas, lo que nos da más elementos para señalar que el Ecuador sigue siendo libre de transgénicos.

Sin embargo, en la propuesta de cambio de la matriz productiva, se propone sembrar 20 mil hectáreas de canola en varias provincias de la Sierra, y no se excluye la posibilidad de que esta sea transgénica (MAGAP: 2013).

# Ecuador es un país libre de transgénicos

*Elizabeth Bravo<sup>50</sup> y Xavier León<sup>51</sup>*

Cuando se declaró al Ecuador libre de semillas y cultivos transgénicos, a través de los Arts. 402 y 15 de la nueva Constitución del Ecuador, muchas voces provenientes de distintos sectores dijeron que esto no tenía sentido pues ya estamos inundados de transgénicos. Esto nos motivó a iniciar un proceso de monitoreo de nuestro maíz, para constatar si en nuestros campos se está sembrando maíz transgénico o no. O si estos campos están contaminados genéticamente.

Se decidió iniciar con el maíz, porque de los cuatro principales cultivos transgénicos que se siembran en el mundo (soya, maíz, algodón y colza), el maíz es el cultivo más importante en Ecuador.

Nos preocupa la presencia de transgénicos en nuestro agro, porque esto significa el control corporativo de nuestras semillas, nuestra agricultura y alimentación.

---

50 Miembro de RALLT. Docente de la UPS.

51 Miembro de Acción Ecológica.

## **El control de las semillas**

Una de las áreas de expansión del capitalismo, a partir del siglo XX, es la agricultura y los alimentos, y su dominio inicia con el control de las semillas, que es el primer eslabón de la cadena productiva. Controlar las semillas no les ha resultado fácil a las empresas, pues son seres vivos que se reproducen, que pueden ser guardadas para una nueva siembra y cuyo mejoramiento puede ser realizado por los campesinos.

Para poder controlar las semillas, la industria ha acudido a medidas legales y técnicas. Entre las medidas legales está la aplicación de derechos de propiedad intelectual a las semillas (derechos de obtentor, patentes, marcas). También presionan a los países para que dicten normas de semillas que prohíban su libre flujo e intercambio, y obliguen al campesino a comprar semillas certificadas.

El primer paso en el campo tecnológico fue el desarrollo de híbridos, sobre todo en el maíz. Los primeros maíces híbridos se expandieron a partir de la década de 1930 en el cinturón del maíz estadounidense. En 1960, el 95 % del maíz sembrado en Estados Unidos era híbrido. En 1996, se siembra por primera vez el maíz transgénico.

A nivel mundial, 10 empresas controlaban 73 % del comercio internacional de semillas. De ellas, las seis primeras controlan 58 % del

mercado global de semillas y tuvieron ventas, en 2009, de 15 mil 837 millones de dólares. Estas mismas empresas están involucradas en el sector agroquímico, donde controlaron ese año 71 % del mercado mundial, con ventas de 31 mil 744 millones de dólares. Nótese que las ventas en agroquímico superaron en casi el doble a las de las semillas, y es que las semillas se venden con el paquete tecnológico (Shand, 2012). La razón que empuja a estas empresas a expandir masivamente los cultivos transgénicos es vender el paquete tecnológico que les acompaña, pues la mayoría de semillas transgénicas están diseñadas para que puedan resistir aspersiones con herbicidas.

Las empresas biotecnológicas se han centrado en cuatro cultivos transgénicos: soya, canola, maíz y algodón, que al momento cubren un área superior a los 150 millones de hectáreas, a nivel global. De estas, 51 millones son de maíz que se siembra principalmente en Estados Unidos (33,9 millones), Brasil (9,1 millones), Argentina (3,9 millones), África del Sur (1,9 millones) y Canadá (1,3 millones); y, de manera minoritaria, en países como Uruguay, Las Filipinas, Colombia, España, Honduras y Chile.

## **El maíz transgénico en el mundo**

En el año 2010 se sembraron 37,3 millones de hectáreas con semillas de maíz manipuladas

genéticamente. En esta siembra, se había introducido una combinación de genes, para que la planta produzca sus propios insecticidas y/o que le hagan resistente a la aplicación de herbicidas (conocidos como semillas con “genes apilados”). Otros 7,7 millones de hectáreas se sembraron con semillas de maíz resistentes a un herbicida; y, 6 millones de hectáreas con maíz insecticida, conocido como maíz Bt (Clive, 2011).

Estos datos nos indican que, a nivel comercial, las empresas han jugado solo con dos tipos de transgénicos: los que producen sus propias toxinas insecticidas (Bt) y los que le dan a la planta resistencia a un herbicida (generalmente glifosato, seguido en importancia por el glufosinato de amonio).

Una vez que un país libera semillas transgénicas en sus campos, ya no es posible la coexistencia con otras formas de producción agrícola, pues el uso intensivo de herbicidas mata a los cultivos no resistentes a este agroquímico; y, por otro lado, existe el peligro de la contaminación transgénica desde un cultivo transgénico a cultivos convencionales y a variedades nativas. Esto ocurre con los cultivos de polinización abierta, como el maíz.

En el mundo, 1 mil 400 millones de personas dependen de una producción de alimentos provenientes de campesinos que guardan sus semillas. La industria considera que el precio que tendrían estas semillas campesinas que no

están en el mercado mundial, podría ser de 6 mil 100 millones de dólares, y estiman que este es un dinero que “están perdiendo”. Es por eso que las empresas presionan fuertemente a todos los países donde aún hay una producción campesina independiente, para que, por un lado, dicten normas en materia de semillas y propiedad intelectual que les favorezca, y, por otro, adopten semillas transgénicas.

## **El maíz en Ecuador**

El maíz se cultiva desde hace más de cinco mil años. Se han encontrado vestigios arqueológicos muy antiguos de maíz, provenientes de la cultura Valdivia en el sitio Real Alta, en la península de Santa Elena. Pero hay hallazgos más antiguos en algunas zonas de la Amazonía. Desde entonces, el maíz es parte consustancial de nuestra cultura en las tres regiones del país.

Se podría decir que en el Ecuador hay dos sistemas muy distintos para cultivar el maíz: uno tradicional, destinado al consumo humano, usualmente asociado con alguna leguminosa cucurbitácea y con otros cultivos. Este es por lo general un maíz blanco o de colores, y es la forma de cultivo característico de la región interandina y algunas zonas marginales de la Costa, especialmente de Manabí. Aunque este tipo de agricultura difícilmente adoptaría el maíz transgénico, no está libre de contami-

nación genética, pues el maíz es una especie de polinización abierta.

El otro es un sistema que aplica todo el paquete de la revolución verde, usa semillas industriales o híbridos de maíz amarillo duro, cuyo principal consumidor es la industria avícola y porcícola. Es, en este tipo de modelo productivo, donde podría adoptarse rápidamente el maíz transgénico. Sobre este tipo de maíz, el Index Mundi (2012) nos ofrece los siguientes datos sobre la producción en el Ecuador. Esta ha aumentado constantemente desde 1960, como se constata en la tabla 1.

En cuanto al área de producción (USDA FAS, 2013), en el 2012, la superficie cosechada de maíz pudo estar entre 290 y 315 mil hectáreas. El consumo nacional fue de 1 millón 468 mil toneladas métricas, de las cuales 850 mil fueron de producción nacional y 550 mil, de importación. El origen de las importaciones ha cambiado, desde un mercado estadounidense (que en el 2012 fue de 2 %, y en el 2001 de 50 % de las importaciones) hacia importaciones argentinas. El Ecuador importa alrededor de 4 mil Tm de maíz de Colombia para satisfacer su demanda de variedades de maíz amarillo, blanco y otras de consumo humano y animal, y exporta pequeñas cantidades de ciertas variedades a países donde hay migrantes, como España, Italia y Estados Unidos.



**Tabla 1. Producción del maíz en Ecuador  
En toneladas métricas (Tm)**

Año	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2012
Tm	95.000	140.000	224.000	286.000	516.000	680.000	870.000

Fuente: Fuente: Index Mundi

Elaboración propia

## **La problemática de la industria avícola**

¿Por qué crece el área sembrada con maíz en Ecuador?

El área sembrada de maíz duro crece en el Ecuador debido a la demanda de la agroindustria de crianza intensiva de aves y cerdos, así como de políticas públicas que benefician el encadenamiento productivo y la agricultura por contrato para la producción de maíz (León y Yumbra, 2010). Asimismo, el cambio en el patrón alimenticio de las poblaciones urbanas hacia un consumo de carnes blancas produce el aumento de las áreas sembradas con maíz duro en el Ecuador.

## **La agricultura bajo contrato y el encadenamiento productivo**

El papel de la agricultura bajo contrato en el aumento de las superficies sembradas se da a través del encadenamiento productivo de los agricultores a las agroindustrias de producción de carne. La agricultura por contrato, mediante el cual la empresa provee de todos los insumos, semillas, asistencia técnica, entre otros, al campesino y este, a su vez, le paga con su cosecha a la empresa, está destinada a garantizar el abastecimiento de la agroindustria y crear

monopolios de control de la producción. Las empresas son las que deciden qué tipo de maíz se va a sembrar la próxima vez, de acuerdo con sus intereses y necesidades. Así, el campesino pierde su capacidad para decidir qué sembrar y para quién.

### **La industria avícola en Ecuador**

La industria avícola tiene características monopólicas, ya que actualmente en el Ecuador PRONACA concentra 45 % del mercado de carne de pollo y 80 % de huevos procesados (Yumbla, 2011). Esta empresa, al mismo tiempo, controla los demás eslabones de producción de la cadena, como la producción de maíz, a través de la agricultura bajo contrato, la producción de balanceados y la distribución y venta final en los supermercados. Esto ha provocado que, en la actualidad, PRONACA sea la tercera empresa privada del país (Superintendencia de Compañías Ecuador, 2011).

### **El cambio en los hábitos alimentarios en Ecuador**

El país ha experimentado un crecimiento rápido del consumo de la carne de pollo, a partir de la década de los noventa, cuando aumentó de menos de 7 kg al año a más de 23 kg al año en 2006 (Orellana, 2007). Esto re-

fleja un cambio en la dieta alimentaria de los ecuatorianos, que privilegia el consumo de carne de pollo y sus derivados, con resultado de campañas de publicidad y promoción de esta carne, que es controlada por agroindustrias como PRONACA, en Ecuador.

### **¿Cómo se relaciona la agroindustria avícola con los transgénicos?**

El crecimiento de las superficies de maíz duro para balanceados, junto con el aumento de consumo de carnes de pollo y sus derivados, crean una enorme presión por parte de las agroindustrias –que se dedican a esta actividad– para la introducción de transgénicos y el levantamiento de la prohibición constitucional, pues según su punto de vista los transgénicos son necesarios para el mejoramiento de la producción de maíz.

Además, como el caso de PRONACA, esta empresa es una importante importadora de semillas y agroquímicos (por medio de su subsidiaria INDIA). La introducción de transgénicos le beneficiaría en este aspecto, ya que estos implican mayor demanda de agroquímicos que, finalmente, serían importados y distribuidos por ellos, a través de la agricultura bajo contrato, en los lugares donde ya esté consolidada la cadena agroindustrial y el control territorial.

Del total del maíz consumido, aproximadamente 1300 Tm se utilizan en la alimentación animal; de ellas, 70 % es para pollos; 10 %, para chanchos; y, 13 %, para acuacultura. Esto llama la atención porque el consumo de carne de pollo aumenta a un ritmo de 5 % anual, lo que se refleja, asimismo, en el incremento del consumo del maíz (este creció en 12,5 %, entre 2011 y 2012).

Al ser el Ecuador un país pluricultural y ecológicamente diverso, se ha generado en nuestro territorio una gran variabilidad de razas y variedades de maíz. Aporta también a esta diversidad la gran versatilidad de este cultivo y el hecho de que es una especie de polinización natural abierta. Pero también por esta razón, el maíz está más expuesto a la contaminación transgénica.

## **Contaminación transgénica de maíces criollos y tradicionales en América Latina**

Existen, al menos, dos reportes de contaminación del maíz criollo y nativo en América Latina: el primer reporte viene de México, en 2001, por parte de dos investigadores de la Universidad de Berkeley, quienes tomaron muestras de maíz nativo en el estado de Oaxaca (Chapela y Quist, 2001) y encontraron la presencia de secuencias transgénicas. Esta noticia causó gran conmoción en el mundo y los dos investigadores fueron inmediatamente

atacados y criticados por científicos, a causa de los resultados obtenidos. La respuesta del gobierno mexicano fue realizar sus propios análisis, a través de dos equipos de investigación. Los resultados fueron distintos. El primero fue practicado por el Instituto Nacional de Ecología y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ellos confirmaron la presencia de contaminación genética en Oaxaca; y, el otro, liderado por la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados, no encontró nada (Ortiz García, et al., 2006).

La sociedad civil también hizo su propio sistema de monitoreo, mucho más intenso y detallado que el realizado por las instancias del gobierno, y confirmó que 24 % del maíz nativo analizado, proveniente de 33 comunidades campesinas de nueve estados mexicanos, estaba contaminado (CECCAM et al., 2003).

La Universidad de la Molina, en Perú, hizo un muestreo del maíz nativo peruano en 2007: encontró contaminación transgénica en el Valle de Barranca. La investigadora líder del proyecto, Antonietta Gutiérrez, fue también objeto de críticas por parte de científicos que defienden la tecnología transgénica (Bravo, 2010).

Estos dos estudios nos motivaron para iniciar un proceso de monitoreo del maíz ecuatoriano, mediante la aplicación de una

metodología similar a la usada en México.<sup>52</sup> Participaron organizaciones de campesinos, ecologistas, consumidores, estudiantes y otras organizaciones de la sociedad civil, de las tres regiones del país. Se evaluó la presencia de tres proteínas transgénicas en el maíz nativo, criollo, híbridos y variedades de alto rendimiento vendidos en el mercado, y morochillo destinado a la alimentación animal.

El monitoreo se efectuó en 15 provincias de la Sierra, Costa y Amazonía, y se evaluaron más de 400 muestras. En ninguno de los casos se encontró contaminación transgénica.

Además del maíz, evaluamos muestras de canola con la misma metodología usada en el maíz y comprobamos los resultados con la metodología cuantitativa de PRC en tiempo real.<sup>53</sup> Tampoco encontramos trazas de transgénicos en la colza cultivada en tres provincias de la Sierra ecuatoriana: Carchi, Imbabura y Cotopaxi. Hay que señalar, sin embargo, que estas semillas provienen de programas oficiales, que intentan introducir este cultivo en los Andes ecuatorianos para la produc-

---

52 Para ello se usó un kit de la empresa Envirologix, que detecta la presencia de proteínas transgénicas y, por ser de fácil uso, permite la realización de un monitoreo participativo.

53 Estas pruebas fueron hechas por la empresa estadounidense Genetic ID.

ción de aceite, pero que hasta el momento ha fracasado.

Finalmente, realizamos una evaluación de granos de soya que se expenden en el mercado de Guayaquil, y tampoco encontramos indicios de transgénicos.

Esto nos permite proponer que el Ecuador es un país libre de cultivos y semillas transgénicas.

### **¿Por qué Ecuador debe seguir siendo libre de transgénicos?**

La gran biodiversidad del Ecuador puede dar muchas respuestas a los problemas agronómicos que enfrenta el agro de nuestro país, sin necesidad de recurrir a cultivos transgénicos.

En el mundo se comercializan solo semillas transgénicas que poseen dos características: la primera, resistencia a herbicidas que facilita el control de las malezas, aunque es una de las actividades más caras en la agricultura basada en monocultivos a gran escala, porque es intensiva en mano de obra. Con los cultivos transgénicos resistentes a herbicidas, se puede erradicar malezas a través de fumigaciones aéreas que matan todo menos el cultivo transgénico. Para ello, se necesita solo un operador aéreo, lo que ocasiona desempleo rural. La otra característica es la resistencia a cierto tipo de insectos, con lo que aparentemente



disminuiría la aplicación de insecticidas (lepidópteros y coleópteros). Pero, en realidad, lo que sucede es que el nicho que queda vacante por estas plagas es ocupado por otras que no son afectadas por las toxinas transgénicas (por ejemplo, áfidos). Esto obliga al agricultor a utilizar insecticidas, de todos modos. Además, los cultivos transgénicos son más enfermizos que los convencionales; son muy susceptibles a enfermedades fúngicas y virales, lo que obliga a utilizar más plaguicidas.

Se ha esgrimido una serie de criterios en torno de los cultivos transgénicos; por ejemplo, que van a soportar las heladas, que podrán crecer en tierras salinas, que van a ser tolerantes a varios tipos de estrés climático, que van a producir más nutrientes. Todos estos no son más que falsas promesas. Este año se conmemoraron los primeros 20 años de los cultivos transgénicos en el mundo y no hemos visto que, por lo menos, una de estas promesas se haya materializado. Muchas de las características antes mencionadas no están determinadas por un gen, sino que con frecuencia son el resultado, por un lado, del trabajo de muchos genes y, por otro, de respuestas adaptativas a las condiciones ambientales imperantes.

Sería mucho más inteligente que el Ecuador invierta en otro tipo de agricultura, como es la agroecología, la agricultura del futuro, o en la producción de semillas que importamos y que son importantes en nuestra

soberanía alimentaria, las semillas hortícolas. Es importante también potenciar la rica agrobiodiversidad que tenemos, para cubrir nuestras necesidades.

# 5

## Nuevas tecnologías



# **“Dejar plantando”**

## **¿Por qué la ingeniería genética no está resolviendo el problema de la sequía en la agricultura en un mundo sediento?<sup>54</sup>**

*Doug Gurian-Sherman<sup>55</sup>*

Las sequías o periodos de clima anormalmente secos pueden ser devastadores para los campesinos y la producción de alimentos. Por ejemplo, la sequía en Texas, en 2011, provocó la cifra récord de 5 mil 200 millones de dólares en pérdidas agrícolas, lo que constituye, hasta la fecha, la sequía más costosa de la historia. De igual forma, hace poco produjeron graves sequías alrededor del mundo, y los científicos del clima pronostican que en algunas regiones del planeta incrementará la frecuencia y severi-

---

54 Resumen del artículo “High and Dry. Why Genetic Engineering Is Not Solving Agriculture’s Drought Problem in a Thirsty World”, traducido por Fernanda Olmedo.

55 Miembro de la Unión de Científicos Preocupados (Union of Concern Scientist). Ha desarrollado trabajos en torno de biotecnología y agricultura sustentable. En: <http://www.ucsusa.org/about/staff/staff/doug-gurian-sherman.html>

dad de ellas (incluso de forma impredecible), a medida que el calentamiento global aumente.

Aunque las sequías extremas reciben la mayoría de la atención mediática, son las leves y moderadas las que afectan a un área más extensa y también causan importantes pérdidas.

La agricultura demanda aproximadamente 70 % del agua de los ríos y pozos y, por ello, se producen conflictos entre la producción de alimentos y otros usos. Además de la competencia por agua, entre algunas necesidades humanas, están los requerimientos de los organismos acuáticos como los peces, que también constituyen una fuente de dinero para las economías locales, a través de la pesca deportiva. Por consiguiente, es vital encontrar formas de proteger la producción de alimentos y los modos de vida de los campesinos, de la devastación provocada por las sequías. Asimismo, es necesario identificar mecanismos para reducir la demanda de agua del sector agrícola.

La Unión de Científicos Preocupados analizamos diferentes posibilidades de mejoramiento de las cosechas, en lo referente a la reducción del consumo total de agua y las pérdidas durante los periodos de sequía. Nos basamos en ingeniería genética, es decir, en la manipulación en el laboratorio de genes de diferentes fuentes para alterar las plantas.

Algunos defensores y otros actores han pregonado el potencial de la ingeniería genética para hacer frente a la sequía. Las compa-

ñías de biotecnología, incluido Monsanto, han prometido crear nuevas variedades con nuevos genes que permitan a las plantas sobrevivir ante esas condiciones. La industria de la biotecnología también ha señalado que la ingeniería genética puede reducir la demanda de agua de los cultivos, incluso en circunstancias normales, lo que daría como resultado “más cosechas por cada gota de agua”. Sin embargo, hemos encontrado muy poca evidencia de progreso en la creación de cultivos más eficientes en el uso del agua.

Asimismo, encontramos que las posibilidades de la ingeniería genética para hacer frente a la sequía y el uso de agua en la agricultura son, en el mejor de los casos, moderadas.

La industria de la biotecnología, hasta el momento, ha recibido la aprobación regulatoria de un solo cultivo modificado genéticamente para tolerar la sequía. Dicha aprobación se dio en diciembre de 2011.

Los datos disponibles muestran que el maíz de Monsanto, llamado Drought Gard, produce resultados moderados. Según los datos proporcionados por Monsanto y el análisis del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), esta variedad sirve solamente en condiciones de sequía moderada. De hecho, a pesar de lo que la industria esperaba, este producto y su tecnología no son la panacea a la sequía.

Las sequías presentan un reto particular para la ingeniería genética, ya que pueden tomar muchas formas. Las sequías varían en su severidad y tiempos, en relación con el crecimiento de los cultivos. Existen factores como la calidad del suelo, que afectan la habilidad de los cultivos para soportar la sequía. Estas complicaciones hacen que sea imposible tener un solo enfoque o un solo gen para crear un cultivo modificado genéticamente, que funcione para todos o casi todos los tipos de sequía. Además, no solo un gen sino varios controlan la tolerancia a la sequía en las plantas –un reto especialmente difícil para la ingeniería genética, ya que hasta la fecha solo han podido manipular unos pocos genes al mismo tiempo.

Existe muy poca evidencia de que la tecnología pueda ayudar a los cultivos y a los campesinos a utilizar el agua en forma más eficiente, en un futuro cercano. Muy pocos cultivos experimentales de ingeniería genética han sido diseñados para usar el agua eficientemente y, al momento, ninguno se acerca a ser comercializado. En esta época de reducción del gasto gubernamental, la relación costo-eficacia de las diferentes tecnologías agrícolas es muy importante, puesto que a menudo las investigaciones son apoyadas por fondos públicos.

En nuestro análisis, encontramos que aunque la ingeniería genética está mejorando la tolerancia a la sequía de cultivos como el maíz, otras tecnologías, como las formas clásicas y



nuevas de reproducción, continúan siendo más efectivas y a un costo menor. Además, es más probable que las prácticas mejoradas de cultivos sean más efectivas a la hora de mejorar la habilidad de los cultivos, para resistir a las sequías.

Las prácticas de manejo de cultivos complementan los enfoques genéticos, como la reproducción y la ingeniería genética, y deberían recibir más apoyo público para que, posteriormente, se puedan traducir en incentivos e investigación.

Un enfoque excesivo en la ingeniería genética a costa de otros enfoques crea el riesgo de “dejar plantado” al público en lo que se refiere a asegurar una producción suficiente de alimentos en los Estados Unidos y otras naciones, y suficiente agua limpia para cubrir las necesidades de todos los ciudadanos.

## **Resultados principales**

Para elaborar este informe, analizamos los estudios científicos de ingeniería genética relacionados con la tolerancia a la sequía y la reproducción de cultivos, y las bases de datos de la USDA sobre pruebas de campo en cultivos MG tolerantes a la sequía. También revisamos la petición de aprobación del maíz Drought Gard de Monsanto, de 2009, y la evaluación ambiental de la USDA basada en tal petición.

Estas fuentes mostraron que los científicos modificaron genéticamente algunos tipos de genes, en su mayoría a partir de plantas para la tolerancia a la sequía, de finales de los años noventa y principios de los dos mil. A la mitad de la década, los investigadores utilizaron genes específicos contra la sequía, llamados promotores, para controlar cuándo y cómo se activan los genes modificados genéticamente.

## Otros resultados

- El número anual de los ensayos de campo regulados por la USDA, de cultivos modificados genéticamente contra la sequía, contabilizaban menos de 20, desde 1998 hasta 2003. Este número se elevó a 82 en el 2005 y se mantuvo entre 82 y 113, durante siete años, en los que se incluyen los noventa ensayos de finales de 2011.
- Desarrollar un nuevo rasgo mediante ingeniería genética se demora alrededor de 10 a 15 años, incluidos algunos años previos a los ensayos de campo. Dado el aumento de estos ensayos desde el 2005, algunos genes tolerantes a la sequía deben estar cerca de ser aprobados y comercializados, si se comprueba en los ensayos de campo que estos cultivos son efectivos y confiables. No obstante, como se ha señalado, la USDA ha

aprobado solo un gen modificado genéticamente contra la sequía, una variedad de cultivo para uso comercial; no se han presentado otros para su aceptación.

- El maíz Drought Gard de Monsanto tiene un gen llamado cspB. Según la evaluación ambiental de la USDA y los datos disponibles, el maíz cspB no reaccionará positivamente ante una sequía severa o extrema.
- El gen de Monsanto funcionará contra una sequía moderada y es 6 % más efectivo que las variedades no modificadas usadas por esta empresa en sus ensayos, hace 5 o 6 años. Este resultado está basado únicamente en dos años de ensayos en campo, y ha tenido resultados muy disímiles. En ese sentido, no puede predecir el nivel de tolerancia a la sequía, una vez que el producto se cultive de forma más extendida.
- De acuerdo con un estudio reciente, las técnicas de reproducción clásica y las prácticas mejoradas de cultivo han incrementado la tolerancia a la sequía del maíz en Estados Unidos en, aproximadamente, 1 % al año en las últimas décadas (debido a los retos de medir la tolerancia a la sequía, este valor debe considerarse solo como una estimación). Esto significa que los métodos tradicionales para mejorar la tolerancia

a la sequía pueden haber sido de dos a tres veces más efectivos que la ingeniería genética, si se observa que, por lo general, se necesitan de 10 a 15 años para producir un cultivo transgénico. Si los enfoques tradicionales han incrementado la tolerancia del maíz a la sequía en 0,3 o 0,4 % por año, entonces han sido igual de efectivos que el maíz modificado de Monsanto en lo referente a la protección contra la sequía, tomando en cuenta el periodo de tiempo que requiere para ser desarrollado. Los campesinos plantarán el cspB en 15 % del total de acres de maíz en los Estados Unidos.

Si este maíz reduce 6 % de lo que comúnmente se pierde debido a la sequía en un área como esta (15 % de los acres totales de maíz), la productividad del maíz incrementará en el país en alrededor de 1 %. Esta mejora es casi la misma que el incremento en la tolerancia a la sequía de un solo año, lograda a través de métodos convencionales, como lo determinó el estudio mencionado; y representa la mitad de 2 % del aumento del rendimiento anual del maíz en los Estados Unidos.

- Aunque los datos sean limitados, el maíz de Monsanto cspB no parece ser superior a las recientemente reprodu-

cidas variedades clásicas de maíz tolerante a la sequía.

- Aunque Monsanto ha dicho que su meta es tener “más cultivos por cada gota de agua”, su maíz cspB no parece haber mejorado la eficiencia en el uso del agua: habilidad de un cultivo a usar menos agua para alcanzar los rendimientos normales. La compañía no ha entregado datos que muestren la medición del uso de agua del maíz cspB, que sugiera una mejorado en la eficiencia en el uso del agua. Los cultivos tolerantes a la sequía, generalmente, no requieren menos agua para producir una cantidad normal de comida o fibra.
- La USDA ha aprobado solo nueve ensayos de campo, diseñados para evaluar la eficiencia en el uso del agua de diferentes cultivos modificados genéticamente, desde 1990. Esto sugiere que el mejoramiento en la eficiencia sobre el uso del agua –independiente de la tolerancia a la sequía– no es una meta importante de la industria de la biotecnología.
- Algunos cultivos para alimentación y piensos, como el sorgo y el mijo, son por naturaleza más tolerantes a la sequía que el maíz. Estos son, a menudo, menos productivos que los cultivos más comunes en los Estados Unidos –probablemente, en parte, porque han

recibido menos atención de los reproductores de cultivos—. Muchos tienen gran potencial para mejorar sus rendimientos y otras características deseables, lo que sugiere que existen oportunidades para utilizarlos en forma extensa en regiones más secas alrededor del mundo.

En contraste con otros cultivos transgénicos que se encuentran en el mercado, como los resistentes a los insectos y los tolerantes a los herbicidas, la tolerancia a la sequía requiere la interacción de muchos genes. Y la ingeniería genética puede manipular solo unos pocos genes a la vez. Sin embargo, incluso si la ingeniería genética mejora la tolerancia a la sequía de los cultivos, puede que no sea suficiente para reducir sustancialmente las pérdidas de cosechas en el mundo real, donde la sequía puede variar en severidad y duración.

Es probable que cualquier gen manipulado pueda enfrentar solamente algunos tipos de sequía. Es difícil que los enfoques genéticos, sea la ingeniería genética o la reproducción tradicional, reduzcan sustancialmente las pérdidas por sequías severas o extremas en un futuro previsible.

Esto sucede debido a que las características que proveen una tolerancia sustancial bajo condiciones extremas de sequía reducen fuertemente las tasas de crecimiento de las plantas,

lo que limita los rendimientos de los cultivos. Por ello, la sequía severa y la sequía extrema son los problemas más graves que enfrentan los campesinos.

Según el Centro Nacional de Datos de Clima, las sequías severas a extremas afectaron cerca del 23 % de los Estados Unidos en octubre de 2011. Más aún, los genes implicados en la tolerancia a la sequía, por lo general, interactúan en formas complejas e inesperadas para alterar más de una característica. Los genetistas llaman a este fenómeno pleiotropía. Puede significar que los genes tolerantes a la sequía modificados genéticamente produzcan efectos adicionales y no deseados en el crecimiento del cultivo.

Los científicos pueden reducir la pleiotropía, al permitir que los genes modificados se activen solamente durante la sequía. No obstante, debido a que las sequías son por lo común prolongadas, este enfoque es muy difícil que elimine los efectos negativos. Los limitados ensayos en el campo y los test de los gases invernadero de los cultivos modificados para la tolerancia a la sequía, pueden pasar por alto estos efectos, que podrían aparecer luego de ser comercializados. Las variedades de cultivo tolerantes a la sequía que aparezcan en el mercado en los siguientes cinco años deberán indicar si la tecnología (en el punto de desarrollo en el que se encuentren) puede mejorar de manera significativa esta característica.

Ya que el número de ensayos en el campo de variedades modificadas para la tolerancia a la sequía se estancaron en el 2005, parece ser que el ritmo de los descubrimientos de genes tolerantes a la sequía puede haber disminuido, aunque podrían existir otras explicaciones válidas.

Algunos obstáculos pueden limitar el éxito comercial del maíz de Monsanto cspB. Primero, es probable que Drought Gard compita con otras variedades de maíz tolerantes a la sequía, producidas a través de métodos de reproducción menos caros. Los mercados para el maíz cspB y otras variedades tolerantes a la sequía dependerán también de otras características de estos, como la resistencia a las plagas y el rendimiento. Por otro lado, la expedición de licencias por dependencia de la característica cspB, por parte de otras compañías (como ya ha ocurrido previamente con otros genes modificados), puede expandir su mercado al reducir la competencia con otras variedades.

Otro reto para el maíz cspB es que los campesinos compren sus semillas mucho antes de plantarlas. Dado que la sequía no es realmente predecible, muchos campesinos podrían negarse a pagar un precio más alto por la semilla Drought Gard, puesto que les serviría solo en el caso de que la sequía ocurra. Esto puede restringir la plantación de maíz cspB, principalmente en áreas donde las sequías moderadas sean frecuentes, como las



regiones del oeste del Cinturón de Maíz, que constituyen alrededor de 15 % del total de la superficie sembrada de maíz. Por todas estas razones, los mercados para el maíz Drought Gard y cualquier otro cultivo modificado genéticamente para la tolerancia a la sequía no son seguros.



# Árboles genéticamente modificados

## Panorama latinoamericano

*Isis Álvarez*<sup>56</sup>

Hoy en día, en el mundo en desarrollo, los cambios políticos, económicos y sociales, tales como la privatización de agencias y compañías del Estado, la infraestructura, el establecimiento de mercados de capitales, los avances en los tratados de libre comercio y la implementación de reformas macroeconómicas y políticas, han ocasionado que países como Chile, Brasil y Argentina sean líderes en el desarrollo de herramientas de biotecnología, para lograr cumplir con la creciente demanda mundial por productos forestales.

El dominio de los fondos privados para financiar investigaciones en árboles genéticamente modificados (GM), así como de patentes genéticas, ha limitado la cantidad de informa-

---

56 Miembro de la Coalición Mundial por los Bosques (GFC), formada por organizaciones indígenas y ONG de distintas partes del mundo. Su objetivo es el fortalecimiento de los derechos territoriales.

En: <http://globalforestcoalition.org/about-us>

ción que se puede encontrar acerca de los experimentos que ocurren en este sector (Celestino, Hernández, Carnero y otros, 2005). El único informe que una agencia intergubernamental ha logrado publicar fue la FAO, en 2004. Este reporte identificó a países como Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Guyana, México, Uruguay y Venezuela, en investigaciones en ingeniería genética para el sector forestal. Menciona a Chile y Brasil en experimentos de campo en el sector forestal y a Argentina, en laboratorio. Sin embargo, existen registros de que en México existían experimentos de ingeniería genética de la especie *pinus sp.* desde 1997.

La mayoría de experimentaciones conocidas en Latinoamérica incluyen especies de eucaliptos, sobre todo para el uso del sector forestal, pero también como materia prima para la producción de celulosa. Además, algunas compañías realizan ensayos con especies de álamos, pinos, acacias y frutales. Los diferentes caracteres, que se conoce están siendo manipulados, incluyen la reducción de lignina, mejoramiento de la cantidad y calidad de la madera, tolerancia al frío, y resistencia a las enfermedades, insectos y hongos (para mayor información ver las tablas anexas a este documento).

## **Brasil**

Actualmente, Brasil es reconocido a escala mundial como uno de los líderes en el desa-

rrollo y la implementación de innovaciones en el área de la genética forestal, en especial del eucalipto (Embrapa, 2009). El sector forestal brasilero es responsable de alrededor de 5% del PIB, según el Ministerio de Ciencia y Tecnología en 2005. Esto coloca a Brasil como productor número siete del mundo en pulpa de papel y con la proporción promedio más alta en productividad ( $40\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$ ); 10 veces mayor que otros competidores.

Brasil y EE.UU. muestran una tasa similar de aprobaciones de patentes (48 % y 53 %, respectivamente) y disfrutan del mismo promedio de utilidades por compañía de biotecnología: USD 20 millones al año (Hernández & Valenzuela, 2004); sin embargo, la decisión de último minuto de la compañía Arbor Gen, con sede en EE.UU. pero con estaciones de investigación en Brasil, de no entrar públicamente al NASDAQ en 2011, ha contribuido de manera importante en el descenso del valor de las acciones de, al menos, uno de sus dueños asociados, la compañía maderera Rubicon con sede en Nueva Zelanda (Krupp, 2012).

## **Chile**

En Chile se ha dado un rápido incremento en el número de experimentos desarrollados, pero no es solamente el sector privado el que se encuentra involucrado, sino también “consorcios” organizados entre el sector académico y

el sector privado. Mientras que en Brasil existe cooperación entre los sectores académicos y de negocios, que pareciera estar en aumento, es el sector privado el que domina las actividades en ingeniería genética en Chile. De hecho, desde 1999, ya se reconocía varias compañías de biotecnología que tuvieron su origen en proyectos de investigación en este campo.

La normatividad para la biotecnología en Chile se centra, principalmente, en el uso de tecnologías en ingeniería genética (Hernández y Valenzuela, 2004). Y es la misma Agencia de Desarrollo Económico del Ministerio de Economía (CORFO) de Chile, la que se ha encargado de proporcionar financiamiento para la ingeniería genética del eucalipto y de *pinus radiata*.

En Chile, en particular, no existe una normatividad real en cuanto a experimentos de ingeniería genética en árboles o liberaciones en el medio natural. En teoría, no podrían ser plantados comercialmente debido a las regulaciones existentes, pero a causa de la falta de información oficial e ignorancia en cuanto a las medidas de bioseguridad y auditorías, cualquier acontecimiento puede suceder (Ojeda, 2005).

El único marco regulatorio para la investigación y experimentación en campo de organismos GM consta en la Resolución del Servicio de Agricultura y Ganadería (SAG) y en las Reglas y Regulaciones para la Liberación de Transgénicos. Según esta resolución, en

Chile solamente se permite el ingreso al país de semillas transgénicas para propósitos de multiplicación de exportaciones. La liberación transgénica para el consumo no es permitida (Ríos, 2004). No obstante, el anterior director del área forestal de Monsanto expresó que los chilenos podrían ser los primeros en entrar al mercado con un árbol transgénico, ya que tienen una meta determinada, relaciones con el gobierno y la infraestructura necesaria para lograr esta meta (Ibíd.).

Estas relaciones con el gobierno no son exclusivas de Chile. En Brasil, en junio de 2010, la Organización para la Financiación de Estudios y Proyectos (FINEP), una institución pública dirigida por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, otorgó a la compañía Futura-Gen, cuyo dueño es el Grupo Suzano, USD 1,2 millones para adelantar plantaciones forestales e investigaciones en bioenergía. En 2009, Suzano, dueño de 310 000 hectáreas de plantaciones forestales en Brasil, construyó cinco plantas diseñadas para procesar la madera y convertirla en “pellets”, para venderlos como combustible a termoeléctricas de Europa. Con ello se demostró que los objetivos para la producción de árboles GM se han ampliado. Es importante destacar que Suzano es uno de los actuales patrocinadores de Rio+20.

## México

En países como México, la biotecnología para el sector forestal es un área con muy poco desarrollo, de modo que la información disponible respecto de los árboles GM es escasa, excepto por un reporte hallado en 2007, que trata sobre la situación de esas plantaciones en el estado de Guerrero (Martínez et al., 2010). Sin embargo, existen registros de la FAO (2004) que establecen que México ya realizaba experimentos de campo con árboles GM.

La Universidad Autónoma Indígena de México construyó el primer laboratorio de biotecnología en Sinaloa, en julio de 2011 (UAIM, 2011), lo cual indicaría que este país se encuentra de modo silencioso progresando en este sector, y posiblemente con planes de entrar en el “panorama” de los árboles GM.

Además, las compañías en México han aprovechado la falta de legislación en el tema de los árboles GM para obtener permisos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). No se vieron obligados a presentar estudios de impacto ambiental o subsecuentes auditorías a la Fiscalía Federal para la Protección del Medio Ambiente (PROFEPA), para propagar eucaliptos modificados genéticamente y resistentes a hongos, con contenidos de lignina y celulosa alterados y otras características relacionadas



con la calidad de la madera. Esta investigación se llevó a cabo en Costa Grande, Guerrero, en 2007 (Cisneros, 2007).

La compañía Silvicultora Saraya S.A. de C.V., una subsidiaria de Kimberly Clark México, rentó cerca de 1514 ha de tierra en diferentes ejidos en el estado de Guerrero, para la plantación de eucaliptos GM, *Pinus sp*, *Swietenia humilis*, *Tabebula rosea*, *sw-tab-cedrela* y *sw-cedrela*, lo que ha causado el descontento de los habitantes de esos terrenos.

## **Colombia**

En 2009, la industria forestal en Colombia analizó la posibilidad de que sus compañías de papel y biocombustibles utilicen árboles GM para la producción de etanol (UPI, 2009). Un artículo de abril de 2012 (Agencia de Noticias UN, 2012) señala que Colombia empezará ahora a trabajar en la modificación genética de árboles con la ayuda de expertos de la Universidad de Sao Paulo, así como del Centro Agronómico de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Nacional de Medellín, quienes se encuentran interesados en trabajar con productos madereros nativos de alta demanda, como cariniana, comino crespo; pero comenzarán pruebas con eucaliptos y álamos (Agro-Bio, 2013).

## **Perú**

En países como Perú, existe una moratoria en la entrada de organismos vivos modificados para siembra, cría, o cualquier otro objetivo relacionado con los productos transgénicos. Como respuesta, según Wikileaks, el 14 de diciembre de 2007, Craig Stapleton –antiguo embajador de los EE.UU. en Francia– habló de crear una lista de “venganza” con aquellos países que no adaptaran los transgénicos (Verdad ahora, 2011). Esto demuestra, una vez más, el poder que las corporaciones multinacionales, como Monsanto, ejercen al momento de dictar las políticas del gobierno en los EE.UU.

## **Conclusiones**

El área de los árboles GM en Latinoamérica parece estar creciendo a pasos agigantados. La falta de información en conjunto, causada por la ausencia de un buen marco regulatorio, está provocando la expansión de esta “industria” sin ninguna consideración por los impactos ambientales o sociales, y con poca o ninguna vigilancia y/o monitoreo por parte de los gobiernos. De hecho, el apoyo de los gobiernos a estas iniciativas relacionadas con los árboles GM parece ser uno de los factores que ha influenciado en la velocidad del crecimiento de esta “industria”.

Algunas de las compañías investigadas para este documento han incrementado sus actividades no solo a nivel nacional sino internacional. El propósito de algunas de estas apunta a incursionar en los mercados por toda Sudamérica. De hecho, varias de ellas, que solían estar ubicadas únicamente en los EE.UU., por ejemplo, ahora están buscando los mercados del sur, dadas las “buenas” condiciones para su expansión.

Las asociaciones con las instituciones académicas son cada vez más populares y, ante la creciente y masiva demanda por madera y productos madereros –por ejemplo, con la urgencia de abastecer los mercados de energías renovables como la “bioenergía”– las compañías esperan llegar a lograr la liberación y comercialización a gran escala de árboles GM.

No obstante, a la creciente demanda por fibra maderera le hace contrapeso la resistencia cada vez mayor hacia los árboles GM, tanto en Latinoamérica como en los EE.UU. y alrededor del mundo. Es importante destacar que Chile Sin Transgénicos es la red antitransgénicos más grande de Latinoamérica.

Nota: A pesar de que Uruguay y Argentina han sido mencionados aquí como países con un papel importante en la experimentación con árboles GM, estos no han sido incluidos por cuestiones de tiempo. Se piensa elaborar un reporte más detallado en la víspera de la

conferencia de CDB-COP10 en Hyderabad, India, en octubre.<sup>57</sup>

---

57 Mayor información en *genetically engineered trees*, en <http://nogetrees.org>

# Banano transgénico en el agro ecuatoriano del siglo XXI

*Elizabeth Bravo*<sup>58</sup>

A pesar de lo estipulado en la Constitución ecuatoriana en relación con los cultivos transgénicos, actualmente se trabaja en el país en el desarrollo de banano transgénico resistente a la enfermedad de la sigatoka negra, porque las plantaciones del Ecuador son muy susceptibles a esta enfermedad.

Esta susceptibilidad se debe al hecho de que todo el comercio internacional del banano depende de un solo clon: el Cavendish. Por reproducirse asexualmente, su diversidad genética es muy pobre, lo que le hace muy sensible a la sigatoka negra. Además, la forma de producción del banano, en forma de

---

58 Elizabeth Bravo. Docente de la UPS. Miembro de la organización Acción Ecológica y de la Red por una América Latina Libre de Transgénicos, cuyo fin es elaborar estrategias globales para hacer frente a la introducción de OGM en América Latina. En: <http://www.rallt.org/>

monocultivo, facilita la rápida dispersión de la enfermedad.

La necesidad de desarrollar un banano con resistencia a este mal responde también al excesivo uso de fungicidas que se aplican para su control.<sup>59</sup>

### **Banano transgénico: ¿La solución peor que la enfermedad?**

La investigación para el desarrollo de organismos genéticamente modificados obedece a una percepción de crecimiento, que en apariencia solucionaría los problemas causados por el paquete tecnológico de la revolución verde, con más tecnología. Las plantaciones de banano en los distintos países tropicales han sido infestadas por plagas y enfermedades, justamente por la forma cómo se las cultiva: extensos monocultivos, uniformidad genética, intenso uso de insumos químicos. Ante epidemias como la enfermedad de la sigatoka negra, se propone ahora, como solución, la ingeniería genética.<sup>60</sup>

---

59 Un informe sobre esta problemática puede encontrarse en Breilh, J., Campaña, A. y Maldonado, A., en “Peritaje a la salud. Trabajadores de aerofumigación en plantaciones de banano. Guayas, El Oro y Los Ríos (Ecuador) 2007”.

60 A través de la ingeniería genética, se obtienen organismos genéticamente modificados, conocidos también como transgénicos.

El programa de banano de la organización Biodiversity<sup>61</sup> ha desarrollado 70 mil líneas transgénicas con distintos tipos de manipulación genética. Por ejemplo, se han insertado genes que expresan proteínas quitinasas,<sup>62</sup> a las que se les añadió distintos tipos de promotores con el uso de suspensión celular. Según Swennen (2012), los resultados en el campo, cuando fueron evaluadas, no fue nada espectacular; es decir, las plantas transgénicas adquirirían la enfermedad.

Swennen considera necesario seguir secuenciando el genoma del banano y sus 150 variedades; por ejemplo, mediante el proyecto “The 150 Banana Genoma Project” o de un nuevo proyecto que podría llamarse “Banana Genoma Project”.

Sin embargo, con tan poca variabilidad genética en el banano y tan amplia variedad y mutabilidad del agente causal de la enfermedad de la sigatoka negra (como lo demuestra el desarrollo muy rápido de resistencia a fungicidas), la ingeniería genética puede resultar en una aventura que no conduzca a ningún lugar.

---

61 Biodiversity International era antes conocida como Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), y pertenece a la red de centros de investigación agrícola CGIAR.

62 La quitina es uno de los componentes principales de las paredes celulares de los hongos. Las quitinasas son enzimas que degradan quitina.

## La enfermedad de la sigatoka negra: La biología de un hongo patógeno

Las enfermedades de la sigatoka negra del banano están causadas por dos hongos ascomicetes emparentados: *Mycosphaerella fijiensis*, que causa la sigatoka negra o raya negra de la hoja; y, *M. musicola*, que ocasiona la sigatoka amarilla o sigatoka común. Estos patógenos se distinguen por las características de sus conidios y los conidióforos.<sup>63</sup>

En el caso de la sigatoka negra, el patógeno que ataca las hojas de las plantas y produce un rápido deterioro del área foliar cuando no se combate, afecta además su crecimiento y productividad, al disminuir la capacidad de fotosíntesis. También produce una reducción en la calidad de la fruta, pues acelera la maduración de los racimos.

Al momento, toda la industria platanera en América Central, Sudamérica y algunas islas de El Caribe es afectada notablemente por esta enfermedad.

El nombre científico en su fase de conidio, que es la fase asexual del hongo, es *Pseudocercospora*. Cuando *Paracercospora fijiensis* (Morelet) (anamorfo<sup>64</sup> de *M. fijiensis*) produce una infección en el banano, se obser-

---

63 Conidios son esporas asexuales y los conidióforos son estructuras donde se producen los conidios.

64 Hongo en su fase asexual, cuando produce conidios.



va un engrosamiento de las paredes celulares en la base de las conidios. Este engrosamiento está ausente cuando la infección es producida por los conidios de *P. museae* (anamorfo de *M. musicola*).

Los síntomas que se presentan en la planta también son distintas cuando es atacada por *Mycosphaerella fijiensis* por *M. musicola*. En el caso de una infección producida por *M. musicola*, el primer síntoma aparece en el haz del limbo, en forma de manchas longitudinales de un color amarillo pálido (sigatoka amarilla); cuando la infección es provocada por *M. fijiensis* hay una mancha café oscuro en el envés del limbo (sigatoka negra) de 1 a 2 mm de largo, que aumenta de tamaño y forma lesiones necróticas con halos amarillos y centro gris calor. Las lesiones pueden destruir grandes áreas de tejido foliar y provocar la maduración prematura de los frutos. La sigatoka negra es más grave porque afecta a hojas más jóvenes, provoca daños en los tejidos fotosintéticos y ataca a cultivares resistentes a la sigatoka amarilla (como los cultivares AAB). En la fase asexual se presentan las primeras lesiones de la enfermedad, donde se observa un número relativamente bajo de conidióforos, que salen de los estomas, sobre todo en la superficie inferior de la hoja.

El hongo *Mycosphaerella fijiensis* puede infectar al banano todo el año. La fase sexual es la más importante en la producción de la

enfermedad, ya que se produce un gran número de ascosporas<sup>65</sup> y son la principal fuente de inóculo, el medio de dispersión a grandes distancias y de diseminación de la enfermedad.

La recombinación, debido a la naturaleza heterotálica de este patógeno,<sup>66</sup> crea un alto potencial para que ocurran cambios genéticos dentro de las poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis*, lo que puede conducir a una rápida adaptación a las condiciones ambientales cambiantes, y podría ser la razón de su elevada variabilidad patogénica detectada (Orozco-Santos, 1998:95).

Según Pedro Crous (2012), el uso de herramientas moleculares ha demostrado que en realidad existe un complejo “*Mycosphaerella-sigatoka*”, donde se encuentran más de 20 hongos del tipo *Micospherella* que producen enfermedades en el banano. Hay, además, otras *Pseudocarcospora* que producen otras enfermedades menos importantes en el género *Musa*. Crous señala que las herramientas moleculares también han ayudado a detectar que algunas enfermedades del banano producidas por *Ramichlorodinium musae*,

---

65 Las ascosporas son las esporas sexuales.

66 Los hongos heterotálicos producen gametos masculinos y femeninos compatibles en micelios fisiológicamente distintos, contrario a un hongo homotálico que produce gametos masculinos y femeninos compatibles en un mismo micelio.

así como otros hongos géneros anamórficos, morfológicamente similares como *Periconiella*, *Veronaea* y *Rhinocladiella*, están relacionados también con el complejo “*Mycosphaerella*”.

El género *Mycosphaerella* es muy complejo y heterogéneo, y está formado por unas 3000 especies y varios miles de especies asexuales (Crous, 2011:49-64). Algunas son especies bien definidas, otras no. Los investigadores han ido a un país de origen de alguna enfermedad producida por *Mycosphaerella* y recolectan material fúngico. Luego van a otro país y encuentran la misma enfermedad, pero cuando comparan molecularmente a los hongos, estos son diferentes, por lo que se podría decir que existen tantas *Mycosphaerella* como huéspedes. Y que la misma enfermedad en Norteamérica no va a ser la misma en Sudamérica o Asia (Crous, 2007:1-32). El género *Pseudocarcospora* está presente en cualquier planta que podamos pensar, y cada especie es específica para su huésped. La mayoría de enfermedades son producidas por complejos de especies.

Los resultados de análisis de un grupo de proteínas propias de este grupo de hongos sugieren que los mayores patógenos del banana tienen una historia sexual reciente.

Según Crous (2011), el género *Mycosphaerella* es ecológicamente muy adaptable. En el caso de *M. fijiensis*, los patrones de temperatura y humedad relativa y el número de

horas que la superficie de la hoja permanezca humedecida, son importantes factores en la evolución de la enfermedad (Fouré, 1994).

Por otro lado, Rony Swennen (2012), de la Universidad de Leuven en Bélgica, sostiene que este hongo tiene una vida sexual muy activa. Es decir, en un mismo ambiente puede haber un micelio que es capaz de infectar al banano y otro que no. El micelio que no lo infecta puede entrar a la hoja y, aunque no produce infección, sí puede tener intercambio genético con el otro micelio y producir esporas sexuales, que, por ser heterocigotas, tienen la capacidad producir nuevas infecciones al banano.

Es decir, el agente causal de la sigatoka negra es un organismo muy complejo, altamente variable y diverso, con mucha capacidad de adaptabilidad ambiental, lo que hace muy difícil abordar un manejo de la enfermedad a través de la ingeniería genética; y si se logra obtener un banano que sea resistente o tolerante a la enfermedad, el hongo podría adaptarse a nuevas plantas con mucha facilidad debido a su gran versatilidad.

Para Rony Swennen, más que centrarse en la aplicación de venenos para el control del patógeno, se debería pensar en el medioambiente y las prácticas agronómicas.

Hay formas de control de la sigatoka negra, si se cultiva el banano bajo sombra. Un campesino productor planteó que la incidencia de la enfermedad es menor cuando se

siembra el banano con cultivos asociados y bajo sombra. La nutrición del suelo y el estado del tiempo también influyen en la presentación de la enfermedad. Algunos productores orgánicos han conseguido replicar las condiciones selváticas en las que se originó el banano como una planta pionera.

Por otro lado, Rony Swennen (2012), señala que debería diversificarse genéticamente a la planta; es decir, trabajar con otras variedades que no sea el clon Cavendish.

En el control biológico de la sigatoka negra se ha utilizado microorganismos quitinolíticos y glucalóníticos antagonistas, como *Serratia marcescens* y *Bacillus* sp (Narváez, Sánchez y Maldonado, 2008).

En otras estrategias de manejo de la enfermedad, como el uso de cáscara de arroz, se tuvo tres hojas infestadas. Y contra el control (sin ningún tratamiento), se obtuvo 19 hojas infestadas.

## **Los experimentos en Ecuador**

En el Instituto de Biotecnología de la Escuela Politécnica del Litoral (CIBE) se está trabajando en el desarrollo de un banano GM resistente a la sigatoka negra.

El CIBE (2012) reporta que ha estado trabajando en el desarrollo de banano transgénico con resistencia a la enfermedad de la sigatoka negra. Parte de su trabajo se ha dedicado

a la identificación de promotores para formar lo que ellos llaman banano “cisgénico”.

Puesto que se usan secuencias de ADN procedentes del banano, se habla de cisgénesis y no transgénesis. Se dice que es cisgénesis porque se usan secuencias reguladoras de la misma especie o compatibles. El término fue acuñado por Schouten y Jacobsen en 2006. A pesar de usar secuencias de ADN de la misma especie, los impactos y riesgos de los organismos resultantes son iguales a los que producen los transgénicos, porque en ambos casos se mueven genes de su posición original con técnicas moleculares, que solo es posible hacerlo en laboratorios.

### **¿A quién beneficiará el banano transgénico?**

El Ecuador es el primer exportador de banano en el mundo. Sus exportaciones representan 35 % del mercado mundial y contribuyen con 24 % al PIB agrícola. Se cultiva banano en 20 provincias del territorio continental, pero las principales plantaciones comerciales están localizadas en las provincias de El Oro, Los Ríos y Guayas. La Costa aporta con 89 % de la producción nacional; la Sierra, 10 %; y, Amazonía, 1 %.

En la Costa, las provincias de mayor producción son: Los Ríos, con 35 % de la producción total, y Guayas, con 32 %.

En la Sierra se cultiva en las regiones cálidas de las provincias de Cañar (3,8 %), Bolívar (1,8 %), Santo Domingo de los Tsáchilas (1,4 %) y Loja (0,8 %). Las demás provincias tienen una producción mínima.

De los mayores países productores de banano de Latinoamérica, el Ecuador muestra un rendimiento productivo menor con 37 Tm/ha, comparadas con las 51 Tm/ha de Colombia y las 41 Tm/ha de Costa Rica. De estas, 71 % están tecnificadas. El promedio de rendimiento en el país es de 32 Tm/ha. La productividad más alta se encuentra en la provincia de Los Ríos, con 39,2 Tm/ha, y la más baja en Manabí, con 20 Tm/ha.

En Ecuador existen diversos sistemas de producción de banano. Algunas plantaciones tienen riego, sistemas de drenaje, cable-vías y la necesidad de mano de obra es de menos de un trabajador por hectárea. Otras son de secano, utilizan pocos insumos externos, tienen sistemas de drenaje ineficaces, instalaciones rudimentarias y podrían emplear hasta cinco trabajadores por hectárea (FAO, 2004).

La producción bananera en el país es muy variable, pues va desde unidades familiares y patronales hasta agroempresariales, con distintos tipos de propietarios, a diferencia de otros países exportadores donde son las empresas transnacionales las que producen directamente de sus plantaciones.

Si consideramos a la producción bananera como un sistema abierto que tiene flujos de entrada, flujos interiores y flujos de salida, podemos tener una idea de cómo funciona el metabolismo social de esta actividad.

En el flujo de entrada, tenemos que en la industria bananera se aplican grandes cantidades de insumos químicos, especialmente plaguicidas para el control de plagas y enfermedades. El coctel de químicos utilizado está conformado por fungicidas, herbicidas, insecticidas, nematocidas, que ha generado un estado epidemiológico preocupante en las zonas aledañas a las plantaciones de banano.

Además, en las plantaciones bananeras convencionales se aplican fertilizantes químicos basados en nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre. Otro insumo importante es el plástico, que es usado para protección y embalaje de la fruta.

El agua forma también parte de los flujos exteriores asociados con la industria bananera y es una de las actividades agrícolas que más la acapara. Al respecto, Acosta (2010) dice que los campesinos arroceros del Guayas pagan 120 veces más por el acceso al agua del que paga la bananera REYBANPAC; los horticultores de Toacazo en Cotopaxi pagan 52 veces más y los de Licto en Chimborazo, 35 veces más. Un informe del Foro de Recursos Hídricos (2008) muestra que:



En banano, de las 56 272 ha con derechos para riego, los sistemas públicos cubren el 46% del área con los proyectos Pasaje-Machala, Guabo-Borbones, Ducos, Tahuin, Caluguro, Santa Rosa, Milagro y Manuel de J. Calle. Sin duda que el agua de algunos sistemas públicos de riego juegan un rol trascendental en el desarrollo de la producción del sector empresarial.

El informe, asimismo, evidencia el uso ilegal de agua de riego en la industria bananera:

Si recorremos toda el área bananera del Ecuador solo podríamos encontrar cultivos sin riego como situaciones de excepción. Pero lo novedoso por decirlo de manera coloquial, es que el número de concesiones solo representa el 1,2% de las UPA's bananeras y la superficie cultivada con agua de riego autorizada cubre apenas el 17% del total. Esto significa que hay uso del agua al margen de la Ley, es por lo menos cinco veces la superficie que cuenta con autorizaciones de riego.

Entre los flujos interiores tenemos la tierra. Como señala Zapatta (2009), el banano sigue expandiéndose territorialmente y, al momento, la superficie cultivada es de 220 000 ha. El autor citado añade que existe una relación muy cercana entre el control del agua y el control sobre la tierra, y que varios conflictos de tierra están relacionados con la calidad de los suelos en disputa por la abundancia de agua.

En el país existe cerca de cinco mil productores de banano. Como sostiene Cepeda (2011), 80 % de las unidades productivas corresponde a pequeños productores con fincas de menos de 30 hectáreas, que representan 36 % de la superficie total sembrada. El 8,5 % posee entre 30 y 50 hectáreas, que constituye 38 % del total cultivado; y, tan solo 3,5 % son unidades productivas mayores de 100 ha, pero ocupan 26 % de la superficie total sembrada. Estos datos nos hablan de una gran concentración de la tierra por parte de los medianos y grandes bananeros.

Por su parte, Martínez Alier (comunicación personal) afirma que cuando se exporta banano se exporta potasio gratuitamente, que no regresa al campo y empobrece los suelos ecuatorianos, y que debe ser repuesto con la aplicación de fertilizantes inorgánicos importados. De esa manera, estima que la sobreexplotación del banano podría ser considerada como una actividad extractiva, por la gran cantidad de este mineral que sale.

En consecuencia, entre los flujos de salida está el banano como tal más el potasio que se extrae en la fase de producción y el agua en forma de “agua virtual”. El valor del agua virtual de un producto alimenticio es inverso a la productividad del agua. Podría entenderse como la cantidad de agua por unidad de alimento, que es o podría ser consumido durante su proceso de producción; es decir, utilizada o contenida en la

creación de productos agrícolas (Pengue, 2008). Zapatta y Chiriboga (2009: 39) explican que:

[...] el comercio agrícola mundial no es sino una gigantesca transferencia de agua, en forma de *commodities*, desde regiones donde se la encuentra en forma abundante y a bajo costo, hacia otras donde escasea, es cara y su uso compite con otras prioridades.

Pengue (Ibíd.) sostiene que aproximadamente 15 % de agua utilizada en el mundo se destina a la exportación en forma de agua virtual, y que 67 % de la circulación de agua virtual está relacionada con el comercio internacional de cultivos. Es decir, que cada vez que se exporta banano ecuatoriano, se exporta también agua.

La fase final del metabolismo social es la excreción. Todos los insumos usados en la producción, transporte y consumo de la fruta se convierten eventualmente en desechos, que son los flujos externos del metabolismo social del banano; con frecuencia, estos no son considerados cuando se evalúa esta industria.

En la fase de la producción, los desechos van a parar en los cuerpos de agua, ecosistemas naturales, botaderos de basura o en las poblaciones aledañas. Un informe elaborado por Maldonado y Martínez (2007) en una comunidad rural que vive junto a plantaciones de banano en Ecuador, expuesta a fumigaciones aéreas, reporta que el porcentaje de abortos es más alto y con una tendencia creciente, si se compara con una comunidad no expuesta.

El mayor número de abortos puede estar relacionado con la exposición a ciertos pesticidas. Se registran, además, diferencias muy significativas en el número de niños con malformaciones congénitas (26 malformaciones por cada 1 000 niños en la comunidad expuesta, frente a 2 por cada 1 000 en la no expuesta). Las enfermedades más frecuentes fueron asma, diabetes, problemas hepáticos, cáncer e insuficiencia renal. Por otro lado, se encontró afectación a los cultivos de subsistencia mantenidos por los miembros de la comunidad, así como a sus animales domésticos.

Con la introducción de banano transgénico en este sistema productivo, se generarán nuevas e inesperadas complicaciones en su metabolismo social.

## **Los grupos de poder**

El mercado bananero internacional es en extremo competitivo; se encuentra dominado por un reducido número de empresas. En Ecuador, la concentración monopólica es mucho más fuerte, aún en la fase de comercialización. De las 10 principales empresas exportadoras de banano, cinco son extranjeras. La Bananera Noboa ha sido la exportadora más importante del Ecuador y ha ocupado ese lugar por más de 30 años. Sin embargo, al momento, UBESA (del grupo DOLE) es la principal exportadora, seguida por la empre-

sa rusa Pacific Crown Fruit y la Bananera Continental, que se ubica en tercer lugar.

Bananera Continental es el nuevo nombre de Bananera Noboa, luego de que el Servicio de Rentas Internas (SRI) la clausurara por un litigio tributario, que le exigía el pago de más de USD 80 millones por impuesto a la renta.

Estas empresas tienen sus propias plantaciones, pero también compran a productores nacionales. Una vez que su banano ha salido del Ecuador, esas corporaciones distribuyen en varios países. Por ejemplo, las empresas rusas venden banano en varios otros países con su propia marca. Buena parte del banano que se exporta a Bélgica y Alemania es luego reexportado por empresas europeas, las que se han convertido en importadoras y exportadoras (Ver Tabla 1).

Los principales productores de banano en el mundo son India, Filipinas y China. Su mercado interno es tan importante que no son los primeros exportadores de la fruta. Les siguen Ecuador y Brasil.

En términos del valor de las exportaciones, el primer país es Ecuador, seguido por Bélgica. En este último, las empresas importan el banano y lo reexportan a otras naciones europeas. Le siguen Filipinas, Costa Rica y Alemania, que también reexporta banano importado.

India es el primer productor, pero lo destina al mercado interno. Brasil tiene medio millón de hectáreas dedicadas al banano, también para el mercado interno.

**Tabla 1. Principales empresas exportadoras de bananoPor exportaciones (año 2010)**

Empresa	Exportaciones totales (%)	Notas
UBESA	11,55	Perteneciente al grupo DOLE (EE.UU.).
Pacific Crown Fruit	8,6	Filial de JFC en Ecuador, después de declararse en bancarrota pasó a llamarse Bagnilasa (Rusia).
Bananera Continental	7,88	Grupo Noboa (Ecuador).
Fruitstylelife	6,08	Grupo CONANA, uno de los líderes en el negocio de la fruta en Europa (Alemania).
Reybanpac	5,85	Grupo Vicente Wong (Ecuador).
Oro Banana	5,25	Grupo OBSA, que incluye empresas, servicios logísticos (aerofu- migadoras, camioneros) y de laboratorio (Ecuador).
Brundicorpi	5,24	Grupo Chiquita (EE.UU.).
Ecuagreenprodex	3,53	Grupo Banex (Rusia).
Asoagríbal	3,46	Ecuador
Sertecban	3,2	Grupo GROFAGRO, marca Derby(Ecuador).

Fuente: AEBE, 2011  
Elaboración propia

Las exportaciones de banano ecuatoriano captan 35 % de la necesidad del mercado de la Unión Europea de esta fruta. La producción ecuatoriana, según la Asociación de Exportadores de Banano de Ecuador, significa casi 1,1 millones de las 4 millones de toneladas que requiere el bloque europeo (Hoy, 2012).

A pesar de la crisis económica, las exportaciones de banano no han disminuido; al contrario, han incrementado y han beneficiado, sobre todo, a los grandes exportadores. Según algunos analistas, a medida que la población envejece en algunas regiones del mundo, incrementa el consumo de banano.

**Tabla 2. Destino de las exportaciones (%)**

Destino	2009	2010	2011
Mar del Norte/ Báltico	19,53	22,35	23,26
Rusia	21,13	20,09	22,65
Mediterráneo	21,71	19,18	17,17
Estados Unidos	21,73	21,16	17,07
Europa del Este	4,19	4,25	7,49
Cono Sur	5,99	6,87	3,81
Medio Oriente	2,09	2,63	0,79
Oceanía	0,48	0,50	0,42
África	1,94	2,05	0,33
Oriente	1,21		

Fuente: AEBE (2012)

Elaboración propia

El principal mercado del banano del Ecuador es el europeo, donde hay un sector de consumidores muy exigente en términos de calidad del producto y de las formas cómo un alimento es producido. Es por esto que aumentan los nichos de mercado para el banano orgánico y de comercio justo.

## **Banano orgánico**

En Ecuador se cultiva aproximadamente 1 000 ha de banano orgánico. Según información suministrada por empresas certificadoras, en Ecuador se producirían unas 360 000 Tm/año de banano y orito orgánico (Estrella, 2004), y unas 60 000 Tm/año se exportan bajo el esquema de comercio justo. Un ejemplo es el banano orgánico producido por la organización campesina UNORCAL, comercializado como Banafair.

Según el técnico francés Pierre Escodo, el mercado europeo está consciente de que el banano ecuatoriano es de mejor calidad. Por otro lado, Werner Nader de la firma europea de control de calidad Eurofins, sostiene que el país debería intensificar la producción del banano orgánico, que en ese continente registra un promedio anual de crecimiento de entre 10 % y 20 % en la demanda (Hoy, 1 de junio 2012).

Mucho del banano que circula en Europa es de “comercio justo”. En el Reino Unido, 95 % de las importaciones de banano son de



“comercio justo”. Gran parte de las importaciones europeas se hace ahora a través de supermercados, que tienen cada vez más poder de mercado. Por ejemplo, 80 % del banano que se vende en Sainsbury’s es de “comercio justo” (Eurofresh/distribution), y en Tesco el banano es bioecológico. El banano orgánico está creciendo en Alemania y Holanda.

## Conclusiones

1. El Ecuador ha sido declarado constitucionalmente libre de cultivos y semillas transgénicas. Entonces, ¿cuál es la necesidad de investigar el desarrollo de bananos transgénicos si estos no podrán ser sembrados en el país?
2. La Constitución de la República prohíbe, además, las tecnologías peligrosas y experimentales.
3. Si bien el texto constitucional abre una excepción a la liberación de transgénicos al ambiente cuando hay motivos de interés nacional, esta debe basarse en otros preceptos constitucionales como el Sumak Kawsay, la soberanía alimentaria y los derechos de la Naturaleza. Aunque el banano es el principal producto de exportación agrícola, hay que mencionar que el comercio internacional de esta fruta está controlado por un número pequeño de grandes empresas,

varias de ellas transnacionales, que en sus plantaciones mantienen relaciones laborales precarias. Además, estas empresas exportadoras compran el banano de agricultores independientes, no pagan con frecuencia el precio oficial de la caja o buscan subterfugios para perjudicarlos y, de esta manera, incrementar sus ganancias.

4. El comercio internacional del banano se basa en un solo clon: el Cavendish, por lo que su base genética es muy estrecha. El hongo que produce la enfermedad de la sigatoka negra, al contrario, tiene una amplia diversidad genética y ha desarrollado, a lo largo de su historia evolutiva, estrategias de adaptabilidad e infectividad a nuevos huéspedes muy grandes, por lo que con mucha facilidad va a adaptarse a cualquier cultivar transgénico que sea liberado al ambiente de manera comercial.
5. Existen diversas alternativas para el control de esta enfermedad, como la diversificación genética del cultivo, un manejo agronómico adecuado, establecer cultivos bajo sombra (replicando las condiciones selváticas en las que se originó el banano). Otra alternativa es la producción orgánica del banano. En Ecuador se produce y exporta banano orgánico, y es muy apreciado internacionalmente.

# Del Jurassic Park al Solitario George Manipulación genética para la conservación

*Esperanza Martínez<sup>67</sup>*

Ante la muerte del solitario George en Galápagos, el último ejemplar de la especie de tortugas gigantes *Kelonoides abingdoni*, científicos del Frozen Ark llegaron a Ecuador para tomar muestras y congelarlas. Con sus genes se intentaría clonarlo. Sin embargo, vale decir que en **Galápagos habitan entre 15 mil y 20 mil tortugas de 10 especies diferentes.**

El proyecto Frozen Ark pretende guardar a 80 grados bajo cero células madre de 1130 clases de mamíferos y 1183 de aves; además de semillas de las muestras de células congeladas que contienen ADN de animales en peligro de extinción, antes de que se extingan. Se han reportado varios intentos de clonación de algunas especies que están amenazadas o en peligro de extinción, con el argumento de la

---

67 Esperanza Martínez. Miembro de la organización ecologista Acción Ecológica y de Oilwatch. En: <<http://www.accionecologica.org/>, <http://www.oilwatch.org/>>

conservación. Estos clones abrían sus ojos para volver a verlos morir casi inmediatamente. Entre los esfuerzos más conocidos se incluye el programa Tauros, que intenta resucitar a los uros, toros gigantes que desaparecieron en el siglo XVII. El “Proyecto Lázaro” quiere revivir ranas extintas.

El imaginario de la desextinción está inspirado en los argumentos de *Parque Jurásico*, el famoso libro de Michael Crichton, que por cierto es un conocido detractor de los ecologistas y ambientalistas. Crichton considera que las preocupaciones sobre el calentamiento global son actitudes exageradas.

A partir de Jurassic Park, el paleontólogo Jack Horner, supervisor de las películas y descubiertos de los dinosaurios de Maiasaura, creó un proyecto con el cual se revierte la genética de las aves, particularmente de los pollos, para “resucitar” a los dinosaurios. Les denomina los pollosaurios y los presenta como posibles mascotas.

Recientemente, en una conferencia en Cambridge, se habló de revertirla extinción de especies y conservar la biodiversidad con la “biología sintética”.<sup>68</sup> El nuevo campo de experimentación son organismos genéticamente

---

68 La conferencia se denominaba: How will synthetic biology and conservation shape the future of nature, organizada por Wildlife Conservation Society y The Nature Conservancy, abril, 9-11, 2013.

modificados (OGM), que habría que llamarlos organismos modificados sintéticamente (OSM).

En el imaginario de las grandes empresas se podrán volver a ver, a finales del siglo, mamuts en las nieves del norte pastoreando en ecosistemas probablemente transgénicos, y a la sombra de las centrales nucleares (Thomas, 2012).

Vale la pena preguntarse si la presencia de esta megafauna resucitada no generará nuevos y desconocidos impactos al ambiente; si esta podrá adaptarse a las nuevas condiciones ambientales en las que tendrán que vivir, por ejemplo, nuevos microorganismos patógenos; o a la nueva composición de la flora y fauna local, y a las nuevas condiciones climáticas; si socialmente será posible que estos grandes mamuts ocupen espacios ahora destinados a otras formas de uso del territorio.

Los experimentos de desextinción, además de utilizar técnicas riesgosas, pueden provocar el abandono de estrategias de conservación local, usando tecnologías sencillas, adaptados localmente y concretas.

Casi cada día nuevas tecnologías se proponen solucionar viejos o nuevos problemas: el cambio climático, la contaminación de los ríos, la extinción de especies. Se enfrentan los problemas no desde las causas, sino desde supuestas soluciones basadas en tecnologías de

alto riesgo, en prácticas evasivas o simplemente sin el conocimiento de los problemas.

Si en algún momento de la historia de la humanidad se dijo que la ciencia había matado a Dios, ahora los científicos juegan a sustituirlo: dioses juguetones que crean figuras por una mezcla de capricho y negocio.

Los transgénicos entraron al mercado y a la investigación con el argumento de una producción de alimentos, para solucionar las carencias de los pobres. De allí saltaron a los agro y biocombustibles, para enfrentar las carencias energéticas y la dependencia petrolera. Ahora intentan abrirse camino en el campo de la conservación, con el fundamento de enfrentar la extinción de especies.

La historia reciente demuestra que el argumento utilizado no ha sido sino la declaración de guerra para empeorar justamente lo que anunciaba solucionar. Los grandes problemas del mundo como el hambre, las carencias energéticas o, ahora, los procesos de extinción de especies, son manejados para apalancar nuevas formas de hacer ganancias, no solucionar problemas.

Los transgénicos promovieron la “extinción masiva” de millares de variedades agrícolas de los campesinos. Para los biocombustibles se arrasan las selvas tropicales y se impone un modelo que aumenta la dependencia de plaguicidas, derivados del petróleo.

Los transgénicos y la ingeniería genética que los construye, se presentan como las nuevas ciencias que resolverán los problemas. Sin embargo, el hecho es que la mayor parte de la investigación en estas ramas se realiza en programas que, al pasar los filtros de la financiación, terminan en la agenda de poderes políticos y empresariales, en la que los científicos, que sí que los hay, determinan poco. Cada experimento concluye diseñado para la próxima solicitud de subvención. Pero lo más grave es que los proyectos con potencial de recibir financiación están delineados para asegurar la parálisis de cualquier política crítica y la consolidación del poder económico.

Con la ingeniería genética se ha buscado sobre todo resolver el acceso de materiales para la industria, como la elaboración de plásticos, biocombustibles y productos químicos. Se quiere, además, sustituir sabores y fragancias provenientes de la biodiversidad, que pueden tener un alto valor en cantidades pequeñas como la vainilla, el azafrán, el pachulí o el aceite de coco. Todos estos productos han sido resultado de la inventiva, descubrimientos y de uso de indígenas y de pequeños agricultores alrededor del mundo.

La vainilla, por ejemplo, es una orquídea<sup>69</sup> que quiere sombra, atención cuidadosa de los

---

69 Hay hipótesis que dicen que esta orquídea puede ser

árboles tutores y de los suelos para la fijación de nitrógeno, por lo tanto protección del bosque. Sin embargo, para el 2014, la empresa suiza Evolva comercializará su nueva vainilla con biología sintética, producida a partir de levadura sintética, y pretende ser etiquetada como “natural” (Thomas, 2012).

Pero lo importante es saber que estas empresas que se etiquetan a sí mismas como las líderes en la conservación, destruyen igualmente selvas y ecosistemas naturales para su producción, y que sus productos desplazan actividades que permitían la conservación de la Naturaleza.

Los experimentos de desextinción pueden tener efectos no solo en el abandono de estrategias locales de conservación y recreación de la biodiversidad, sino porque utiliza técnicas peligrosas.

La irrupción del mercado de los transgénicos para la conservación ha tenido una ruta construida, en los últimos años, con propuestas políticas e investigaciones financiadas por la industria.

---

originaria de los territorios que hoy pertenecen al Ecuador, y que pudo haber sido domesticada y comercializada en la fase tardía de la cultura Valdivia junto con otros pueblos de Mesoamérica. (Tierra incógnita. Historia de las Orquídeas. n° 31septiembre-octubre de 2004<<http://www.terraecuador.net/index.html>>)



Para el despojo de pueblos y el desplazamiento de prácticas cuidadosas con el ambiente, se ha utilizado más de una vez el propio discurso de la conservación. El establecimiento de las áreas protegidas, por ejemplo, casi siempre se dio sobre territorios indígenas, pues estas eran las zonas mejor conservadas, en lugar de otorgar garantías a los nativos para que los sigan conservando.

En la actualidad, la idea es construir un museo en el que se encuentren muestras representativas de biodiversidad. La “Estrategia Global para la conservación de plantas”, que es parte de los planes de acción del Convenio de Biodiversidad, se propone conservar 10 % de cada región ecológica del mundo (Bravo, 2004).

Es imposible ignorar el efecto en la extinción de especies que tiene la devastación de los diferentes ecosistemas. Los científicos han llegado a la conclusión de que se han dado cinco grandes periodos de extinción. Cada uno de estas cinco extinciones, se presume, fue resultado de consecuencias naturales, como el cambio geológico extremo, vulcanismo o impacto de un asteroide.

Dado que la tasa actual de extinción es tan alta, algunos biólogos llaman a la nuestra la sexta extinción; pero esta es diferente porque es causada por los seres humanos, como resultado de nuestro cambio del paisaje, la sobreexplotación de la fauna, la contaminación del

medioambiente y el desafío a los ambientes prístinos con especies introducidas.

A escala nacional, tenemos un claro ejemplo que revela cómo se renuncia al sentido común y se apuesta a un paradigma tecnológico basado en el riesgo.

El Parque Nacional Yasuní, considerado la zona de mayor biodiversidad del mundo, será probablemente el escenario de una avalancha petrolera para extraer 800 mil barriles de petróleo. El impacto de la carretera ya construida en el bloque 31, la construcción de infraestructura, los derrames rutinarios y accidentales, acabarán con una área en donde se desconocen muchas de las plantas y animales existentes.

De la iniciativa de conservar el lugar sin sacar el crudo, se pasó a intentar armar una propuesta de extraer el crudo e invertir en conservación. Sin mucho convencimiento se empezó con la crítica al petróleo y la lógica del carbono, pero se terminó por buscar contribuciones finalmente ligadas con el petróleo.

Cuando empezó la operación petrolera en el Yasuní, se pretendió bajar la crítica de una operación dentro de un área destinada a la conservación, con la donación de una estación científica para estudiar la biodiversidad. Adelante de las trochas que abrieron la primera carretera dentro del parque, los biólogos recogían muestras de la biodiversidad que se perdía.

En la actualidad se planea crear una ciudad del bioconocimiento en la Amazonía para realizar investigaciones científicas, que se ubicaría en Nuevo Rocafuerte. Sería un centro de experimentación, quién sabe si con transgénicos, como los propuestos en Yachay. ¿Es esta la propuesta científica frente a la biodiversidad que se perderá con la explotación petrolera del ITT?

La experimentación genética, aun cuando sea aplicada para la conservación, implica grandes riesgos, pues violenta los procesos naturales de las especies en sus escalas básicas de la vida, las células y los genes, y demanda muchos recursos que pudieran ser destinados, si el objetivo es la conservación, a actividades más sencillas y con mejores resultados.

¿No sería más fácil para la conservación proteger bosques, evitar la destrucción de la Naturaleza, respetar los ciclos naturales y los procesos evolutivos, tal y como manda la Constitución?

La verdad es que sería más sensato conservar los lugares con ecosistemas naturales bien conservados, para impedir que estos se destruyan; dejar de subsidiar el petróleo, la comida basura, los pesticidas en los alimentos y en el agua, la fiebre de carros que inundan el país; y, evitar los proyectos que, además de generar injusticias sociales y económicas en la sociedad, nos hacen perder el horizonte de un futuro “naturalmente natural”.

Con estas agendas, se están creando monstruos, como el relatado en el libro de Mary Shilley, Frankenstein, donde la amenaza del monstruo creado con pedazos de personas, obliga a su creador a buscar la manera de acabar con él.

# Biología sintética

## La vida descartable

*Silvia Ribeiro*<sup>70</sup>

La biología sintética es un nuevo rubro científico e industrial, cuyo objetivo es crear formas de vida artificiales para cumplir tareas a gusto del diseñador. No satisfechos con los problemas creados con los transgénicos –seres vivos a los que se insertan genes de otras especies–, ahora se trata de construir organismos vivos desde cero, diseñados a la carta, a partir de la fabricación de módulos de ADN artificial, programados para ensamblarse unos con otros. No es ciencia ficción, sino una realidad que se está desarrollando más allá de todo control social y responsabilidad ética.

Según una investigación del Grupo ETC (2006) existen por lo menos 39 empresas, con financiamiento privado y público, incluidos ejércitos, que se dedican a fabricar ADN

---

70 Silvia Ribeiro. Investigadora del Grupo ETC, cuyo trabajo se centra en el monitoreo y análisis de las tecnologías emergentes y cómo estas impactan sobre la biodiversidad y los derechos humanos. En: <(http://www.etcgroup.org/es)>

artificial o partes de este. Codon Devices (Cambridge, Massachussets), por ejemplo, fue fundada este año por investigadores de universidades públicas y empresas. Ofrece trozos de ADN sintetizado, que los compradores pueden ensamblarlo según lo que quieran construir.

Diferentes grupos de investigadores han sintetizado virus completos: bacteriófagos, virus de la polio y otros. Recientemente, reconstruyeron el virus que provocó la epidemia de influenza española en 1918. Aunque los “avances” son rápidos, los científicos están lejos de controlar todo lo que sucede en estos procesos. Los seres vivos creados artificialmente actúan muchas veces de manera inexplicable para ellos. La vida, pese a los esfuerzos de estos científicos, no se puede reducir a ladrillos ensamblables ni a programas de computación.

En 2004 la revista Nature afirmaba en un editorial que si los biólogos están en el umbral de sintetizar nuevas formas de vida, que ya para entonces ya lo habían hecho, podrían ser enormes las posibilidades de usos malintencionados o desastres involuntarios . El riesgo de utilizar la biología sintética para construir virus malignos, como armas biológicas, es enorme y real. Imaginen que se usa la información del mapa genómico de los mexicanos—colocado en Internet, accesible a cualquiera—en la construcción de virus sintéticos, que solo afectan a determinados grupos étnicos. Estos

problemas no parecen quitar el sueño ni impedir a los investigadores seguir adelante.

Una de las creaciones más alarmantes es la realizada por dos equipos de científicos en California y Florida, quienes tomaron el “modelo” de las cuatro bases que componen el ADN de todos los seres vivos (llamadas C, G, T, A), construyeron una quinta y luego una sexta base, y lograron que se ensamblaran con las otras cuatro y se reprodujeran. Esto abre la puerta para crear especies totalmente desconocidas, de increíble complejidad y un espectro de impactos insospechados e imprevisibles sobre la vida, la biodiversidad y sus interacciones.

Craig Venter, el magnate de la genómica, quien creó su propia empresa para competir con el mapeo público del genoma humano, fundó en 2005 Synthetics Genomics, para crear, entre otros, microorganismos artificiales que produzcan energía o absorban dióxido de carbono “para mitigar los efectos del cambio climático”. Los resultados de la interacción de los organismos vivos artificiales con el ambiente son inciertos y de potencial catastrófico si se liberaran, por ejemplo, en el mar. Pero el gobierno de Estados Unidos, que ha financiado las investigaciones de Venter mediante el Departamento de Energía, podría hacer justamente eso.

Hace algunos años, George W. Bush, en su discurso ante el Congreso en 2006 y repro-

ducido por The New York Times, declaró: “Dejemos el debate sobre si los gases de efecto invernadero son causados por la humanidad o por razones naturales; vamos a enfocarnos solamente en las tecnologías que puedan arreglar el asunto”. Se refería a la energía nuclear o cualquier otra que aparezca como solución. No importa que en el camino se creen problemas aún peores.

Para tratar de prevenir que la información pública sobre la biología sintética genere una resistencia igual o mayor a la que presentan los transgénicos, un grupo de científicos que trabaja en este campo se reunieron hace algunos años en Berkeley, California, en la conferencia Synthetic Biology 2.0. Propusieron imponer una “autorregulación” a sus actividades, a través de un código de conducta definido por ellos mismos.

El modelo es la conferencia de Asilomar, de 1975, sobre ingeniería genética. Con la historia a la vista, esta solo sirvió para dar a los científicos una falsa imagen de confiabilidad, y retrasar de manera desastrosa el involucramiento del público y cualquier control regulatorio real sobre sus actividades. Cuando comenzaron a redactarse leyes de bioseguridad, estas se hicieron para favorecer a las empresas dominantes del sector, lo que resultó ineficiente para la verdadera seguridad de la población y el ambiente. Ahora, además, son



totalmente incapaces de regular los nuevos impactos potenciales de la biología sintética.

Al menos 38 organizaciones de ambientalistas, científicos y de la sociedad civil declararon, el pasado 19 de mayo, su alerta frente a la tecnología sintética y su firme oposición a cualquier propuesta de “autorregulación”. Señalaron que lo imprescindible es un amplio debate social, más allá de la bioseguridad, y que de ninguna manera puede ser dirigido por quienes están directamente involucrados, incluso mediante intereses comerciales.

El debate social es necesario, pero antes que nada necesitamos parar a quienes en nombre de la ciencia y de sus propios intereses, sean “científicos” o empresariales, se arrojan el derecho de manipular la vida, aún a expensas de colocar en riesgo la de todos los demás.



# Epílogo

## La venganza del amaranto, la pacífica

*Ricardo Serruya*<sup>71</sup>

Efecto Bumerán en Monsanto: la venganza de la naturaleza contra los transgénicos o cómo el amaranto se hace resistente al glifosato (Can-Men, 2009).

Hay una frase en la novela “Parque Jurásico” que siempre he recordado, y es la explicación que señalaban los científicos ante las evidencias de la reproducción de dinosaurios estériles, lo que teóricamente no podía pasar nunca: la Naturaleza siempre se abre camino.

Pues bien, parece ser que esto mismo está ocurriendo, pero en la realidad con los cultivos transgénicos. La supuesta imposibilidad de hibridación de un OMG a una mala hierba ya ha tenido lugar, y el amaranto, planta sagrada para los incas, es resistente al herbicida glifosato y está arrasando las plantaciones de soja transgénica en EE.UU., donde los agricultores ya han abandonado 5 000 hectáreas y otras 50 000 están gravemente amenazadas.

---

71 Periodista santaferino.

¿Podrá una “mala hierba” ganar la batalla al gigante Monsanto, cuando no lo han podido conseguir los ecologistas ni activistas, como Vandana Shiva, ni científicos de la Comisión Europea, como el doctor Séralini, ni expertos, como Marie-Monique Robin, autora de “El mundo según Monsanto”?

Este es un resumen de los hechos que ha publicado *Rebelión*, traducidos del artículo francés de Altermonde Sans Frontières:

Monsanto convenció al mundo de que al Roundup, el herbicida a base de glifosato, “no se le resiste ninguna mala hierba”. Pero en 2004, un agricultor de Georgia (EE.UU.) ya alertó que algunos brotes de amaranto se resistían en los campos con soja transgénica Roundup Ready, que contienen un gen de resistencia al Roundup.

En julio de 2005, *The Guardian* publicó un artículo de Paul Brown, que revelaba que los genes modificados de cereales habían pasado a plantas salvajes y creado un “supergrano” resistente a los herbicidas, algo “inconcebible” para los científicos del Ministerio de Medio Ambiente y para los defensores de los OMG, que de manera optimista afirman que la hibridación entre una planta modificada genéticamente y una planta no modificada es “imposible”.

Ahora, un grupo de científicos del Centro Británico para la Ecología y la Hidrología confirma que sí se ha producido una transferencia

de genes, entre la planta transgénica y algunas “hierbas indeseables”, como el amaranto.

Además, el genetista británico especializado en agricultura, Brian Johnson, explica que el potente herbicida ha ejercido tal presión sobre las plantas que ha aumentado aún más la velocidad de adaptación, y así ha nacido “una planta híbrida surgida de un salto entre el grano que se supone protege y el amaranto, que se vuelve imposible de eliminar”.

La única solución es arrancar a mano las malas hierbas, como se hacía antes; pero esto es inviable dadas las dimensiones de los cultivos y porque estas hierbas son muy difíciles de arrancar con lo que, simplemente, se han abandonado 5 000 hectáreas.

Ante esta situación, muchos cultivadores se plantean renunciar a los OMG y volver a la agricultura tradicional.

Mas “la venganza” de la Naturaleza no concluye ahí, porque el amaranto, al que los genetistas temen ahora como una planta “diabólica”, es uno de los alimentos más antiguos del mundo, más productivos y comparte con la quinoa muchas de sus propiedades nutritivas y culinarias. Es rico en proteínas, hierro, magnesio y calcio y era considerado una planta sagrada para los incas.

Sylvie Simon, articulista de Altermonde Sans Frontières, deduce lo siguiente:

Así este bumerán, devuelto por la Naturaleza a Monsanto, no solo neutrali-

za a este predador, sino que instala en sus dominios una planta que podría alimentar a la humanidad en caso de hambre. Soporta la mayoría de los climas, tanto las regiones secas como las zonas de monzón y las tierras altas tropicales, y no tiene problemas ni con los insectos ni con las enfermedades, con lo que nunca necesitará productos químicos.

Así el amaranto se enfrenta al muy poderoso Monsanto como David se opuso a Goliat. ¡Y todo el mundo sabe cómo acabó el combate, sin embargo muy desigual! Si estos problemas se producen en cantidad suficiente, lo que parece que va a ocurrir, pronto a Monsanto no le quedará más remedio que echar el cierre. Aparte de sus empleados, ¿quién se compadecerá verdaderamente de esta fúnebre empresa?

El glifosato es muy tóxico para los seres humanos y el medioambiente. Se han suicidado más de 200 000 campesinos indios como consecuencia de haberse arruinado con los cultivos transgénicos, y ahora resulta que su eficacia no era tal. ¿Qué más hay que esperar para un rechazo oficial?

Estamos próximos a asistir al fracaso del simplismo de una parte de la ciencia que reduce todo “a un gen, una solución”, sin tener en cuenta que en todos los organismos vivos el funcionamiento de un gen no solo está regulado por él mismo, sino que es el resultado de la interacción del conjunto de genes, del organismo y del medioambiente.

Y oficialmente habrá que admitir la sabiduría de la agricultura ancestral y ecológica que no guerrea contra los insectos ni las plantas, sino que entiende que cada uno cumple un papel y lo utiliza en su beneficio. Comprender y respetar, en lugar de luchar y matar. Masanori Fukuoka, en vez de Monsanto.

El grupo musical Pachamama Crew ya lo advirtió en su rap antitransgénicos: solo la Pachamama tiene el poder y lo está demostrando con el súperamaranto.

Porque la Naturaleza siempre, siempre se abre camino...





# Bibliografía

## A

Acosta, Alberto

- 2010 “El agua, un derecho humano no un negocio” [en línea]. Rebelión, Ecuador, 12 de mayo de 2010. <<http://www.rebelion.org/noticia.php?id=105741>>

Acosta, Alberto

- 2012 “Los transgénicos no solo son una amenaza para la vida, son un mal negocio para el país” [en línea]. Rebelión, Ecuador, 28 de septiembre. <<http://www.rebelion.org/noticia.php?id=156721>>

Acosta, Misael

- 1945 *El eucalipto en el Ecuador*. Flora 6 n° 15-16, pp. 149-94.

Agodi A., M. Barchitta M., A. Grillo A. and S. Sciacca.

- 2006 “Detection of genetically modified DNA sequences in milk from the Italian market”, *Int J Hyg Environ Health*, vol. 209, pp. 81-88.

Agro-Bio

- 2013 “Bangladesh aprueba berenjena Bt”. *Bionoticias*, (act.). <<http://www.agrobio.org/news/>>

Alliance for Bio-Integrity.

- <[www.biointegrity.org](http://www.biointegrity.org)>

Altieri, Miguel y Víctor M. Toledo

- 2011 *La revolución agroecológica en Latinoamérica* [en línea]. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología, pp. 5-6. <[rio20.net/propuestas/la-revolucion-agroecologica-de-america-latina](http://rio20.net/propuestas/la-revolucion-agroecologica-de-america-latina)>

Antoniou, M., C. Robinson y J. Fagan.

- 2012 *GMO Myths and Truths. An evidence-based examination of the claims made for the safety and efficacy of genetically modified crops* [en línea]. Earth Open Source, Londres. <[http://earthopensource.org/files/pdfs/GMO\\_Myths\\_and\\_Truths/GMO\\_Myths\\_and\\_Truths\\_1.3b.pdf](http://earthopensource.org/files/pdfs/GMO_Myths_and_Truths/GMO_Myths_and_Truths_1.3b.pdf)>

Agencia de Noticias UN.

- 2012 “Se impulsará transformación genética de árboles” [en línea]. Agencia de Noticias UN, Colombia, 23 de abril. <<http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/se-impulsara-transformacion-genetica-de-arboles.html>>

## B

Bagla, P.

- 2010 “Hardy Cotton-Munching Pests Are Latest Blow to GM Crops”. *Science* Vol. nº 327, March.

Bainbridge, Janet

- 2001 “The use of substantial equivalence in the risk assessment of GM food”. May. <[www.royalsoc.ac.uk](http://www.royalsoc.ac.uk)>

Bartra, Armando

- 2010 “De milpas, mujeres y otros mitotes” [en línea]. La Jornada del Campo, México,

17 de abril. <<http://www.jornada.unam.mx/2010/04/17/milpas.html>>

Battalion, ND, Nathan

2010 “50 efectos perjudiciales de los alimentos genéticamente modificados” [en línea]. Raw Wisdom.  
<[http://www.raw-wisdom.com/gen%C3%A9ticamente\\_modificados](http://www.raw-wisdom.com/gen%C3%A9ticamente_modificados)>

BCE

2013 “Comercio Exterior” [en línea]. Banco Central del Ecuador, Ecuador.  
<[http://www.portal.bce.fin.ec/vto\\_bueno/ComercioExterior.jsp](http://www.portal.bce.fin.ec/vto_bueno/ComercioExterior.jsp)>

Beever David y Richard Phipps

2002 “GMOs: should they be fed to farm livestock?”, in *The Chemical Engineer*, Issue 746, by, Centre for Dairy Research, University of Reading.

Benbrook, C.

1999 “Evidence of the magnitude and consequences of the Roundup Ready soybean yield drag from university-based varietal trials in 1998” [en línea]. Ag BioTech InfoNet Technical Paper nº 1.  
<<http://www.mindfully.org/GE/RRS-Yield-Drag.htm>>

Benbrook, C. M.

2009 “Impacts of Genetically Engineered Crops on Pesticide Use in the United States: The First Thirteen Years” [en línea]. The Organic Center.  
<<http://www.organic-center.org/reportfiles/GE13YearsReport.pdf>>

## Biodiversidad en América Latina y El Caribe

2005 “Historia de los cultivos transgénicos en México” [en línea]. Diario Impacto, México.

⟨[http://www.biodiversidadla.org/Menu\\_Derecha/Prensa/Historia\\_de\\_los\\_cultivos\\_transgenicos\\_en\\_Mexico](http://www.biodiversidadla.org/Menu_Derecha/Prensa/Historia_de_los_cultivos_transgenicos_en_Mexico)⟩

Blake, Michael

2012 “Azúcar, alcohol y la domesticación inicial del Maíz”. *Revista Arqueología mexicana* Vol. XIX, n° 114, p. 36, México, Mayo.

Brake D.G. and D. P. Evenson D.P.

2004 “A generational study of glyphosate-tolerant soybeans on mouse fetal, postnatal, pubertal and adult testicular development”, *Food Chem. Toxicol.*, vol. 42, pp. 29-36.

Bravo, Elizabeth

2010 “La mordaza de la ciencia mercenaria”. *Revista Biodiversidad, Sustentos y Culturas*, Julio.

Bravo, Elizabeth

2004 “Las áreas protegidas y la privatización de la vida”. *Revista Biodiversidad, Grain Biodiversidad*, Julio.

Bravo, Elizabeth

2012 “Los transgénicos en la consulta del SENACYT” [en línea]. *Rebelión*, Ecuador, 11 de diciembre. ⟨<http://www.rebelion.org/noticia.php?id=160604>⟩

Bressman, Earl N.

“Agriculture in the Americas”. Interview with Dr. Earl N. Bressman, Assistant Director, Office of Foreign Agricultural Relations, Presented Thursday, September

ber 11, 1941, 11:39-11:49, over Stations Associated with the Blue Network of the National Broadcasting Company. Transcrito. Record Group 229, Records of the Office of Inter-American Affairs, Carpeta "Las Series # 1"; Caja 1479; Records of the Division of Agriculture General Correspondence (E-136), National Archives at College Park.

Breton, Víctor.

1997 *Capitalismo, reforma agraria y organización comunal en los Andes. Una introducción al caso ecuatoriano*, Universitat de Lleida, Lleida.

Bud, Robert

1993 *The uses of life. A history of biotechnology*. Canada (s/c), Cambridge University Press.

## C

CABI Publishing

2003 "Food safety – contaminants and toxins".

Calgene, Estudios no publicados realizados a petición de la FDA en la década de 1990, revisado por "Food safety - contaminantes y toxinas", CABI Publishing, 2003.

Carrasco, Andrés

2010 "Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling" [en línea]. American Chemical Society, Argentina, 9 de agosto. <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/tx1001749>>

Castro, Juan

2009 “Tres acciones contra Monsanto” [en línea]. *Diario El Universal*, Colombia, 2 de julio. <<http://www.eluniversal.com.co/monteria-y-sincelejo/economica/3-acciones-contra-monsanto>>

CECCAM, CENAMI, Grupo ETC, CASIFOP, UNOSJO y AJAGI.

2003 *La contaminación transgénica del maíz campesino en México* [en línea]. México. <<http://www.bio-nica.info/biblioteca/TransgenicosMexico2003.pdf>>

Celestino, Hernández, Carnero y otros.

2005 *La embriogénesis somática como elemento central de la biotecnología forestal* [en línea]. IMIDRA, España, 16 de julio. <[https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:ApNL-GvRt-A4J:www.inia.es/gcontrec/pub/CELESTINO-HERNANDEZ-CARNEROS\\_%28y\\_otros%29\\_%28SRF14-3%29\\_1162282779875.pdf+&hl=engl=us&pid=bl&srcid=ADGEESg37-USnR4c-2KMcBMYk\\_YoaJFFxVCBtyIzxTo7qJr-NPh9KWwW9t7ROmIVDkkdkO2uYuh-GQkmP9mg-ChnyiUtS6kWb2T7hxbPD-5wc8fgcRMiGDLJP9tUcT97SZiz-m5Q-JoCmUTWa&sig=AHIEtbRyfA2SUD-70Yah9ouQ99tN9E-4naw](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:ApNL-GvRt-A4J:www.inia.es/gcontrec/pub/CELESTINO-HERNANDEZ-CARNEROS_%28y_otros%29_%28SRF14-3%29_1162282779875.pdf+&hl=engl=us&pid=bl&srcid=ADGEESg37-USnR4c-2KMcBMYk_YoaJFFxVCBtyIzxTo7qJr-NPh9KWwW9t7ROmIVDkkdkO2uYuh-GQkmP9mg-ChnyiUtS6kWb2T7hxbPD-5wc8fgcRMiGDLJP9tUcT97SZiz-m5Q-JoCmUTWa&sig=AHIEtbRyfA2SUD-70Yah9ouQ99tN9E-4naw)>

Centro de Investigación Weihenstephan de la leche y los alimentos, de la Universidad Técnica de Munich-Freising, Ralf Einspanier.

2000 “Report on examination to determine plant and Bt-maize residues in cow milk”.

Trabajo realizado entre el 20 de octubre de 2000 y 20 de diciembre.

Centro por la Autonomía y otros.

- 2012 *El maíz no es una cosa: es un centro de origen* [en línea]. Red en Defensa del Maíz, México D.F. <<http://redendefensadelmaiz.net/materiales-para-compartir/el-maiz-no-es-una-cosa-es-un-centro-de-origen/>>

Cepeda, Darío

- 2011 “Cuando las manos hacen el racimo: condiciones de producción y trabajo del banano en Ecuador”. ¿Agroindustria y Soberanía Alimentaria? Hacia una Ley de Agroindustria y Empleo Rural. Quito, SI-PAE.

Chowdhury E.H., Mikami O., Murata H., Sultana P., Shimada N., Yoshioka M., Guruge K.S., Yamamoto S., Miyazaki S., Yamanaka N. and Nakajima Y.

- 2004 “Fate of maize intrinsic and recombinant genes in calves fed genetically modified maize Bt11”, vol. 67, pp. 365–370. J Food Prot.

CIBE,

- 2012 Memorias 1er. Congreso Internacional de Biotecnología y Biodiversidad y IX Foro Internacional del Banano. Guayaquil, 28-31 de mayo.

Cisneros, N.

- 2007 *Informe Siembra de árboles transgénicos en Guerrero.*

Collonier C., G. Berthier, F. Boyer, M.-N. Duplan, S. Fernandez, N. Kebdani, A. Kobilinsky, M. Romanuk and Y. Bertheau.

2003 “Characterization of commercial GMO inserts: a source of useful material to study genome fluidity”, Poster presented at ICPMB: International Congress for Plant Molecular Biology (n° VII), Barcelona, 23-28 June.

Comisión Coordinadora Internacional de la Vía Campesina Internacional

2012 “Transgénicos: Carta de La Vía Campesina a Rafael Correa, presidente de Ecuador” [en línea]. La Vía Campesina, México, 30 de septiembre. <<http://viacampesina.org/es/index.php/temas-principales-mainmenu-27/biodiversidad-y-recursos-geneticos-mainmenu-37/1475-transgenicos-carta-abierta-de-la-via-campesina-a-rafael-correa-presidente-de-ecuador>>

Conalgodón

2009 *Evaluación de la cosecha de la costa 2008/2009*. Valledupar, junio.

Conklin, Franklin

“Informe de Franklin Conklin 3rd, Commercial Attaché, a The Secretary of State, Quito, 21 de abril de 1949”. Records of the Foreign Agricultural Service (Record Group 166), Carpeta “Ecuador Experimental Station”; Caja 14, Cuba Experimental Station to Guatemala Experimental Station; Foreign Agricultural Service Reports from Agricultural Attaches relating to international agriculture confe-



- rences and congress 1931-1950, Entry 4A, National Archives at College Park.
- Asamblea Nacional Constituyente  
 2008 *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi.
- Coronado, Carolina  
 2009 “Algodón transgénico en 2008 en el Toli-  
 ma, Fracaso para los indígenas...”. *El Uni-  
 versal*, Montería.
- Correa, Rafael  
 2011 “Exposición oral en la Cadena Sabatina”  
 [video en línea]. SENPLADES, Quito.  
 <[http://www.youtube.com/watch?v=U-  
 vG0-jzTvqA&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=U-vG0-jzTvqA&feature=related)>
- Crous, Pedro et al.  
 2011 “Additions to the Mycosphaerella com-  
 plex”. *IMA Fungus*. Vol. 2, nº 1, pp. 49-64.
- Crous, Pedro et al.  
 2007 “Mycosphaerella is polyphyletic” [en lí-  
 nea]. EE.UU.: *Studies in Mycology*.  
 <[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/arti-  
 cles/PMC2104738/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2104738/)>
- Crous, Pedro,  
 2012 Notas de la ponencia “Sigatoka negra:  
 avances científicos y alternativas de mane-  
 jo”, presentada en el IX Foro Internacional  
 del Banano y 1er. Congreso Internacional  
 de Biotecnología y Biodiversidad. Guaya-  
 quil. Mayo.
- Cuvi, Nicolás  
 2009 “Las semillas del imperialismo agrícola  
 estadounidense en el Ecuador”. *Procesos*.  
*Revista Ecuatoriana de Historia*, nº 30, pp.  
 69-98.

Cuvi, Nicolás

- 2013 “Big Science and the Growth Enchantment in Latin America”, *Global Environment. A Journal of History and Natural and Social Sciences*, nº 10, pp. 16-41, .

## D

Democracynow.org

- 2012 “Iniciativa popular en California: ¿etiquetar o no etiquetar a los alimentos transgénicos?” [en línea]. Democracy Now, EE.UU. 26 de octubre. <[http://www.democracynow.org/es/blog/2012/10/26/iniciativa\\_popular\\_en\\_california\\_etiquetar\\_o\\_no\\_etiquetar\\_a\\_los\\_alimentos\\_transgénicos](http://www.democracynow.org/es/blog/2012/10/26/iniciativa_popular_en_california_etiquetar_o_no_etiquetar_a_los_alimentos_transgénicos)>

Department of Animal and Poultry Sciences, University of Guelph. Chardon LL Hearing: Analysis of “The Chicken Study”. The effect of glufosinate resistant corn on growth of male broiler chickens. November 2000.

Diario Hoy

- 2012 “El banano ecuatoriano debe crear una marca de origen” [en línea]. Ecuador, 1 de junio. <[hoy.com.ec](http://hoy.com.ec)>

Diario La Hora

- 2012 “La canola una alternativa de cultivo” [en línea]. Ecuador, 10 de septiembre. <[http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101202606/1/La\\_canola\\_una\\_alternativa\\_de\\_cultivo\\_.html#.UWgf5hndCWg](http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101202606/1/La_canola_una_alternativa_de_cultivo_.html#.UWgf5hndCWg)>

Diario La Hora

- 2011 “Nuevas alternativas de cultivo en la provincia” [en línea]. Ecuador, 16 de agosto. <[http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101189568/1/Nuevas\\_alternativas\\_de\\_cultivo\\_en\\_la\\_provincia.html#.UWgglBndCWg](http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101189568/1/Nuevas_alternativas_de_cultivo_en_la_provincia.html#.UWgglBndCWg)>

Diario La Jornada

- 2011 “Piden científicos la prohibición total a la liberación de maíz transgénico” [en línea]. México, 14 de diciembre. <<http://www.jornada.unam.mx/2011/12/14/index.php?section=sociedad&article=046n2soc&partner=rss>>

Dictamen del Comité científico sobre organismos genéticamente modificados, a petición de la Comisión relativa a la notificación (referencia C/NL/98/11) para la puesta en el mercado de las semillas oleaginosas de canola GT73, tolerante a los herbicidas, para la importación y transformación, en el Título C de la Directiva 2001/18/CE del Monsanto1 (Pregunta n ° EFSA-Q-2003-078) Dictamen aprobado el 11 de febrero 2004.

Duggan et al.

- 2003 “Fate of genetically modified maize DNA in the oral cavity and rumen of sheep”, *British Journal of Nutrition*, 89(2): 159-166.

E

Ecoagricultor.net.

- 2012 “¿Cómo les fue a los agricultores que adoptaron el algodón BT de Monsanto?” [en

línea]. Ecoagricultor, España, 23 de agosto. <<http://www.ecoagricultor.com/2012/08/como-les-fue-a-agricultores-de-otros-paises-que-adoptaron-el-algodon-bt-de-monsanto/>>

#### Ecoportal.net

- 2003 “Contaminación Transgénica del Maíz en México: Mucho más Grave” [en línea]. Ecoportal.net, España, 23 de octubre. <[http://www.ecoportal.net/Eco-Noticias/Contaminacion\\_Transgenica\\_del\\_Maiz\\_en\\_Mexico\\_Mucho\\_mas\\_Grave](http://www.ecoportal.net/Eco-Noticias/Contaminacion_Transgenica_del_Maiz_en_Mexico_Mucho_mas_Grave)>

#### Echeverría, Bolívar

- 1998 *La Contradicción del valor y el valor de uso en el capital de Karl Marx*. Ítaca.

#### EFE

- 2012 “Rafael Correa dice que prohibición constitucional de transgénicos es un ‘error’” [en línea, *Diario Hoy*]. Ecuador, 27 de septiembre. <<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/rafael-correa-dice-que-prohibicion-constitucional-de-transgenicos-es-un-error-562511.html>>

#### EFE

- 2012 “Rafael Correa denuncia la dominación cultural en apertura de Feria de Libro en Chile” [en línea]. *Diario El Comercio*, Ecuador, 25 de octubre. <[http://www.elcomercio.com/politica/Feria\\_de\\_Libro\\_en\\_Chile-Rafael\\_Correa-Sebastian\\_Piñera\\_0\\_798520346.html](http://www.elcomercio.com/politica/Feria_de_Libro_en_Chile-Rafael_Correa-Sebastian_Piñera_0_798520346.html)>

#### EFSA

“13-Week Dietary Subchronic Comparison Study with MON 863 Corn in Rats Preceded by a 1-Week Baseline Food

Consumption Determination with PMI Certified Rodent Diet #5002”, Informe de Monsanto sobre su ensayo con ratas de 90 días de alimentación con maíz MON 863, presentado a EFSA, organismo europeo que aprueba los OMG, como parte de su solicitud de aprobación del maíz (1 139 páginas), el 17 de diciembre de 2002, [www.monsanto.com](http://www.monsanto.com). Revisado por el Dr. Arpad Pusztai para la Agencia alemana de Medio Ambiente (BfN), en septiembre y noviembre de 2004, disponible en: [www.gmwatch.org](http://www.gmwatch.org)

Einspanier R., Klotz A., Kraft J., Aulrich K., Poser R., Schwagele F., Jahreis G. and Flachowsky G.

2001 “The fate of forage plant DNA in farm animals: a collaborative case-study investigating cattle and chicken fed recombinant plant material”. *European food research and technology*, vol. 212, pp. 129–134.

Elmore, R. W. et al.

2001 “Glyphosate-Resistant Soybean Cultivar Yields Compared with Sister Lines”. *Agronomy Journal*, Vol. 93, Marzo.

El Meridiano

2009 “Algodoneros colombianos demandarán a Monsanto por semilla transgénica”. 9 de junio.

Embrapa

2009 “Genômica do eucalipto no Congresso de Florestas Energéticas” [en línea]. Brasil: Embrapa, 5 de junio. <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2009/junho/1a-semana/genomica-do-eucalipto-no>

congresso-de-florestas-energeticas/?searchterm=eucalyptus»

Engles, Verónica

- 2013 “Los transgénicos están destruyendo el tejido social”. Entrevista a Percy Schmeisser, Página 12, Argentina, 4 de marzo.

Ermakova I.V.

- 2006 “Genetically modified organisms and biological risks”, *Proceedings of the International Disaster Reduction Conference*, Davos, Switzerland, August–September, pp. 168–171.

Ermakova IV

- 2005 “Genetically modified soy leads to the decrease of weight and high mortality of rat pups of the first generation”, preliminary studies. *Ecos Inform* 2006, 1, 4-9 (in Russian), Ermakova IV. A fuller paper is in press: “Genetics and ecology”, in: “Actual problems of science”, pp.53–59 (in Russian). Moscow.

Ermakova, Irina

- 2006 “Reply to ACNFP from Dr Irina Ermakova”. 28 September. <[www.gmwatch.org](http://www.gmwatch.org)>

Espinal, Carlos, Héctor Martínez, Nidyan Pinzón y Camilo Barrios.

- 2005 *La cadena de algodón en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica, 1991-2005*. Minagricultura, Bogotá.

Estrella, Liggia

- 2004 *Agricultura Orgánica en el Ecuador*. Veco.

ETC Group

- 2006 Backgrounder: Open Letter on Synthetic Biology Synthetic Biology - Global Societal Review Urgent!

⟨<http://www.etcgroup.org/content/background-er-open-letter-synthetic-biology>⟩

Eurofresh

- 2007 “Sainsbury’s gana cuota de mercado con Comercio Justo” [en línea]. Ecuafresh distribution, España, February/March. ⟨[http://www.eurofresh-distribution.com/upload/magazine/eurofresh\\_88.pdf](http://www.eurofresh-distribution.com/upload/magazine/eurofresh_88.pdf)⟩

Ewen S.W. and A. Pusztai

- 1999 “Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine”, vol. 354, pp. 1353–1354.

F

FAO

- 2004 “Países exportadores de banano” [en línea]. *La economía mundial del banano 1985-2002*. Ecuador. ⟨<http://www.fao.org/docrep/007/y5102s/y5102s05.htm>⟩

Friends of the Earth Europe

- 2004 “Throwing caution to the wind”, November.

Friends of the Earth International

- 2008 “Who Benefits from GM Crops? The rise of pesticide use” [en línea]. FOEI, Holanda. ⟨[http://www.foe.co.uk/resource/briefings/who\\_benefits\\_summary.pdf](http://www.foe.co.uk/resource/briefings/who_benefits_summary.pdf)⟩

Friends of the Earth International (FOEI) (Amigos de la Tierra)

- 2008 “Who benefits from GM Crops? 2008: The rise in pesticide use” [en línea]. Holanda, junio. ⟨<http://www.foei.org/en/resources/>⟩

publications/pdfs/2008/gmcrops2008full.pdf/view»

Food and Water Watch

- 2013 “Biotech Ambassadors: How the U.S. State Department Promotes the Seed Industry’s Global Agenda” [en línea]. Washington. <<http://www.foodandwaterwatch.org/reports/biotech-ambassadors/>>

Foro de Recursos Hídricos

- 2008 “El despojo del agua y la necesidad de una transformación urgente” [en línea]. Ponencia presentada en *V Encuentro Nacional del Foro de Recursos Hídricos*. <<http://www.laredvida.org/im/bolentines/despojo.pdf>>

Fouré, E.

- 1994 “Leaf spot disease of banana and plantain cause by *Mycosphaerella fijiensis* and *Mycosphaerella musicola*”. pp. 37-46in *The improvement and testing of Musa: A global partnership. Proceedings of the First Global Conference of the International Musa Testing*. INIBAP, Montpellier.

G

Galeano, Eduardo

- 2008 “La Naturaleza no es muda” [en línea]. Opinión: Rebelión. <<http://www.rebelion.org/noticia.php?id=66335>>

García, Jorge

- 1995 *El cultivo de algodón en Colombia entre 1953 y 1978: una evaluación de las políticas gubernamentales*.



#### GeneWatch UK y Greenpeace

- 2001 “Mexico - imported GM maize from USA caused contamination of local landraces of maize” [en línea]. Nature, Oaxaca.  
〈[http://www.gmcontaminationregister.org/index.php?content=re\\_detail&gw\\_id=10](http://www.gmcontaminationregister.org/index.php?content=re_detail&gw_id=10)〉

#### Greenpeace México

- 2012 “ONU, la máxima organización mundial, pide a México moratoria a la siembra de maíz transgénico” [en línea]. Greenpeace, México, 7 de marzo.  
〈<http://www.greenpeace.org/mexico/es/Blogs/Blog-de-Greenpeace-Verde/onu-la-mxima-organizacin-mundial-pide-a-mxico/blog/39426/>〉

#### Gómez-Barbero, M. y E. Rodríguez-Cerezo

- 2006 “Economic impact of dominant GM crops worldwide: a review”. *European Commission Joint Research Centre: Institute for Prospective Technological Studies*, December.

#### Greenpeace

- 2004 “How do genes get into milk?”  
2009 Gurian-Sherman, Doug. Failure to yield, Evaluating the Performance of Genetically Engineered Crops”. *Union of Concerned Scientists*.

## H

#### Heritage J.

- 2004 “The fate of transgenes in the human gut”. *Nature Biotechnology*, vol. 22, pp. 170-172.

Hernández Cuevas C. & Valenzuela. P.

2004 “Strategies to Capture Biotechnology Opportunities in Chile” *Electronic Journal of Biotechnology*. Vol. 7, No 2. August.

Ho, Mae-Wan

2003 “Unstable transgenic lines illegal”, *Institute of Science in Society*, 3 December.

## I

Index Mundi

2013 “Ecuador Corn Production by Year” [en línea]. Index Mundi. <<http://www.indexmundi.com/agriculture/?country=ec&commodity=corn&graph=production>>

INIAP

2013 “Recomendaciones para el control del caracol en el cultivo de arroz difunde el INIAP” [en línea]. Prociatrópicos, Quito. <<http://www.prociatropicos.org.br/portal/conteudo/item.php?itemid=2159&keywords=iniap>>

International Survey of Herbicide Resistant Weeds [en línea]

2011 <[www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)>

## J

James, Clive

2011 “Situación global de los cultivos transgénicos/GM 2011”. *ISAAA Brief* n° 43, ISAAA, Ithaca, Nueva York.

Jasanoff, Sheila

2006 “Biotechnology and Empire: The Global Power of Seeds and Science”. *Osiris* n° 21, pp. 273-292.

## K

Kaczewer, J.

- 2002 “Toxicología del Glifosato: Riesgos para la salud humana” [en línea]. Ecoportal.net, Buenos Aires, 18 de diciembre.  
〈[http://www.ecoportal.net/Temas\\_Especiales/Salud/Toxicologia\\_del\\_Glifosato\\_Riesgos\\_para\\_la\\_salud\\_humana](http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Salud/Toxicologia_del_Glifosato_Riesgos_para_la_salud_humana)〉

Kerna, Get.

- 2012 Notas de la ponencia “Sigatoka negra: avances científicos y alternativas de manejo”, presentada en el IX Foro Internacional del Banano y 1er. Congreso Internacional de Biotecnología y Biodiversidad. Guayaquil. Mayo.

Kleter, GA y Peijnenburg Ad ACM

“Screening of transgenic proteins expressed in transgenic food crops for the presence of short amino acid sequences identical to potential IgE-binding linear epitopes of allergens”. *BMC Structural Biology*. 2002: 2 -8

Kranzberg, Melvin

- 1986 “Technology and History: ‘Kranzberg’s Laws’”. *Technology and Culture*, Vol. 27, n° 3, pp. 544-60.

## L

Larrea, Carlos

- 2006 *Hacia una historia ecológica del Ecuador. Propuestas para el debate*. Universidad Andina Simón Bolívar, Corporación Editora Nacional y Eco Ciencia, Quito.

Larrea, Carlos

2006 *Hacia una historia ecológica del Ecuador. Propuestas para el debate*. Quito, Universidad Andina Simón Bolívar, Corporación Editora Nacional y Eco Ciencia.

Latham, J.R., A.K. Wilson, R. A. Steinbrecher

2006 “Food Standards Agency news”, No. 48, June 2005. “The mutational consequences of plant transformation”, *J Biomed Biotechnol.*, 2006(2):25376.

León, Xavier y María Yumbla

2010 *El Agronegocio en Ecuador: el caso del Maíz*. Acción Ecológica, Quito.

Ley de Defensa del Consumidor

2001

Ley Orgánica de la Salud

2006

López G. Reyes, Jaime Eduardo

2008 “Evaluación de la cosecha de algodón 2008. Base para la cosecha 2009”. *El Nuevo Día*.

López, Elizabeth

2007 “El fracaso del algodón transgénico en el campo Colombiano” [en línea]. Grupo Semillas, Bogotá. <<http://www.semillas.org.co/sitio.shtml?apc=c1a1--&x=20155139>>

## M

MAGAP

2013 “El sector agropecuario, acuícola y pesquero en el cambio de la matriz productiva del Ecuador”. Presentación Power Point.

Malatesta M., C. Caporaloni, S. Gavaudan, M.B.L. Rocchi, C. Tiberi and G. Gazzanelli

2002 “Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean”. *Cell Struct. Funct.*, vol. 27, pp. 73-180.

Malatesta M., C. Caporaloni, L. Rossi, S. Battistelli, M.B.L. Rocchi, F. Tonucci F. and G. Gazzanelli.

2002 “Ultrastructural analysis of pancreatic acinar cells from mice fed on genetically modified soybean”. *J. Anat.*, vol. 201, pp. 409-416.

Malatesta M., C. Tiberi, B. Baldelli, S. Battistelli, E. Manuali and B. Biggiogera

2005 “Reversibility of hepatocyte nuclear modifications in mice fed on genetically modified soybean”, *Eur. J. Histochem.*, vol. 49, pp. 237-242.

Malatesta M., M. Biggiogera, E. Manuali, M.B.L. Rocchi, B. Baldelli and G. Gazzanelli.

2003 “Fine structural analyses of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on GM soybean”. *Eur. J. Histochem.*, vol. 47, pp. 385-388.

Maldonado, Adolfo y Ana María Martínez

2007 *Impacto de las fumigaciones aéreas en las bananeras de las Ramas-Salitre-Guayas* [en línea]. Acción Ecológica, Fedeso, Red Juvenil de Salitre, enero. <[http://www.rap-l.org/db\\_files/PlaguiAL\\_InfoPa\\_Ecuador\\_Fumig\\_Aereas\\_Banan\\_07.pdf](http://www.rap-l.org/db_files/PlaguiAL_InfoPa_Ecuador_Fumig_Aereas_Banan_07.pdf)>

Mann, Charles C.

2005 *1491 una nueva historia de las Américas antes de Colón*. Taurus, España.

Mapuexpress

2005 “Árboles Genéticamente Modificados en Chile: El Nuevo Conflicto (Por Lorena Ojeda)” [en línea]. Informativo Mapuche, Chile, 1 de febrero. <<http://mapuexpress.org/arboles-geneticamente-modificados-en-chile-el-nuevo-conflicto-por-lorena-orejeda/>>

Martínez, Luciano

1984 *De campesinos a proletarios*. El Conejo, Quito.

Martínez, Nicolás

1944 “Los primeros eucaliptos aclimatados en el Ecuador”. *Flora* 4 n° 11-12, pp. 99-100, [1880].

Martínez Ruiz, Rosa et al.

2010 *Biotecnología Aplicada a los Recursos Forestales* [en línea]. En José Luis Rodríguez et al. (coordinadores), *Libros Técnicos: Serie Forestal*. Universidad Autónoma Indígena de México, Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados. Campus Puebla, México, <<http://www.scribd.com/doc/34503478/BIOTECNOLOGIA-Aplicada-a-los-Recursos-Forestales>>

Mazza R., M. Soave, M. Morlacchini, G. Piva and A. Marocco

2005 “Assessing the transfer of genetically modified DNA from feed to animal tissues”, *Transgenic Res.*, vol. 14, pp. 775–784.

Mc Cook, Stuart

2002 “Las epidemias liberales: Agricultura, ambiente y globalización en Ecuador (1790-1930)”, En: Bernardo García Martínez y María del Rosario Prieto (comps.), *Estu-*

*dios sobre historia y ambiente en América. Norteamérica, Sudamérica y El Pacífico.* Instituto Panamericano de Geografía e Historia y El Colegio de México, México.

Mejía, Pepe

2012 “El golpe paraguayo beneficia a las multinacionales de EE.UU.” [en línea]. Público.es, España, 26 de junio. <<http://blogs.publico.es/dominiopublico/5378/el-golpe-paraguayo-responde-a-los-intereses-de-las-multinacionales-estadounidenses/>>

Michel Le Page

2006 “Tools you can trust”, *New Scientist*, 10 June.

Millstone E., E. Brunner and S. Mayer

1999 “Beyond substantial equivalence”, *Nature*, vol. 401, pp. 525–526.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

2009 *AGRONET* [en línea].  
<[www.agronet.gov.co](http://www.agronet.gov.co)>

Ministerio de Inclusión Económica y Social

2011 *Mi Esfuerzo: catálogo de actores, productos y servicios de la economía popular y solidaria.* MIES, Quito.

Monsanto

“Safety assessment of Roundup Ready soybean event 40–3–2”, Monsanto. <[www.monsanto.com](http://www.monsanto.com)>

N

Narváez, Sánchez y Maldonado

2008 *Nueva Alternativa contra la sigatoka negra en Banano Orgánico* [en línea]. ECUAQUÍMICA, Ecuador, Febrero. <<http://www.ecuaquimica.com.ec/infoagricola3.html>>

Netherwood T., S.M. Martin- Orúe, A.G.O. O'Donnell, S. Gockling, J. Graham, J. C. Mathers and H. J. Gilbert

- 2004 "Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract", *Nature Biotechnology*, vol. 22, pp. 204–209.

Nieto-Galan, Agustí

- 2000 "¿Cómo escribir la historia de la tecnología en España?" [en línea]. *Revista de Historia Industrial* nº 18, pp. 203-17, España. <<http://www.raco.cat/index.php/HistoriaIndustrial/article/view/63480/85019>>

Novotny, Eva

- 2002 "Non-suitability of genetically engineered feed for animals", Report for the Chardon LL Hearing, Scientists for Global Responsibility, May.

Núñez, Sandra

- 2004 "Cultivos transgénicos en Chile" [en línea]. Observatorio de la Economía Latinoamericana, España. <<http://www.eumed.net/coursecon/ecolat/cl/srn-transg.htm>>

## O

OECD

- 1993 "Safety evaluation of foods derived by modern biotechnology".

Office of Food Additive Safety, Center for Food Safety and Applied Nutrition, U.S. Food and Drug Administration

- 2002 "Biotechnology Consultation Note to the File BNF No. 000077", September 4.



Oliveri et al.

- 2006 “Temporary Depression of Transcription in Mouse Pre-implantation Embryos from Mice Fed on Genetically Modified Soybean”. *48th Symposium of the Society for Histochemistry*, Italy, september.

Orellana, J.

- 2007 *El gremio avícola nacional sus acciones, incidencias de las mismas y la necesidad del fortalecimiento gremial*. CONAVE, Quito.

Orozco-Santos, M.

- 1998 *Manejo integrado de la sigatoka negra del plátano*. SAGAR, INIFAP, CIPAC. *Campo experimental Tecomán, Colima*. Folleto técnico nº 1, División Agrícola, México.

## P

Pallares, Martín

- 2012 “Las obsesiones de un magnate podrían definir el futuro de Yachay” [en línea]. *Diario El Comercio*, Ecuador, 3 de noviembre. <[http://www.elcomercio.com/politica/obsesiones-magnate-podrian-definir-Yachay\\_0\\_803319760.html](http://www.elcomercio.com/politica/obsesiones-magnate-podrian-definir-Yachay_0_803319760.html)>

Paz y Miño, César

- 2012 Conferencia dictada en el Foro sobre Transgénicos, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 14 de noviembre.

Pengue, Walter

- 2005 “Transgenic crops in Argentina: the ecological and social debt. Bulletin of Science” [en línea]. *Technology and Society* Vol. 25, pp. 314-322. <<http://bch.biodiv.org/database/attachedfile.aspx?id=1538>>

Pengue, Walter

- 2008 “Curso de Ecología Política. Clase 7. Deuda Ecológica y Agua Virtual. Grupo de Ecología y Paisaje”. Universidad de Buenos Aires.

Phipps R.H., D. E. Beever and D. J. Humphries.

- 2002 “Detection of transgenic DNA in milk from cows receiving herbicide tolerant (CP4EPSPS) soybean meal”, *Livestock Production Science*, vol. 74, pp. 269–273.

Phipps R.H., Deaville E.R. and Maddison B.C.

- 2003 “Detection of transgenic and endogenous plant DNA in rumen fluid, duodenal digesta, milk, blood, and feces of lactating dairy cows”, vol. 86, pp. 4070–4078, *J Dairy Sci*.

Prakash AO, Mathur S, Mathur R. Effect of feeding

- 1986 *Gymnema sylvestre* leaves on blood glucose in beryllium nitrate treated rats. *J Ethnopharmacol* 1986;18:143

Prescott V.E., P.M. Campbell, A. Moore, J. Mattes, M. E. Rothenberg, P. S. Foster, T. J. Higgins and S. P. Hogan

- 2005 “Transgenic expression of bean alpha-amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity”, *J Agric Food Chem.*, vol 53, pp. 9023–9030.

Pusztai, Arpad

- 2006 “Pusztai responds to ACNFP over Er-makova”. 19 January. <[www.gmwatch.org](http://www.gmwatch.org)>

## Q

Qaim, Matin y Eugenio J. Cap

- 2002 “Algodón BT en Argentina: un análisis de su adopción y la disposición a pagar de

los productores”. INTA-Instituto de Economía y Sociología, Buenos Aires.

## R

Ribeiro, Silvia

- 2010 “Transgénicos y crimen organizado” [en línea]. La Jornada, México, 3 de julio. <<http://www.jornada.unam.mx/2010/07/03/index.php?section=opinion&article=025a1eco>>

Rocha, Pedro

- 2009 *Situación y perspectiva de los transgénicos en Colombia*. IICA, Bogotá.

## S

Sagasti, Francisco

- 2011 *Ciencia, tecnología, innovación. Políticas para América Latina*. Fondo de Cultura Económica, Lima.

Séralini GE, D. Cellier, JS de Vendomois

- 2007 “New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity”, *Arch Environ Contam Toxicol*. 52(4): 596-602, May.

Shand, Hope

- 2012 “The Big Six: A Profile of Corporate Power in Seeds Agrochemicals & Biotech”. *The Heritage Farm Companion*, Summer, pp. 10-15.

Sharma R., D. Damgaard, T.W. Alexander, M.E.R. Dugan, J.L. Aalhus, K. Stanford and T.A. McAllister

- 2006 “Detection of Transgenic and Endogenous Plant DNA in Digesta and Tissues

of Sheep and Pigs Fed Roundup Ready Canola Meal”, *J. Agric. Food Chem.*, vol. 54, pp. 1699–1709.

**Shiva, Vandana**

2011 “OGM: mitos, falsedades, supersticiones” [en línea]. 10 de enero <<http://iniciativaciudadanaii.blogspot.com/2011/01/ogm-mitos-falsedades-supersticiones.html>>

**SINAGAP**

2012 “Principales cultivos del Ecuador” [en línea]. Ecuador: Ecuador ama la vida. <<http://servicios.agricultura.gob.ec/sinagap/index.php/site-map/2-produccion/Cacao?view=application>>

**Smith, Jeffrey**

2006 “Frankenstein peas”, *Ecologist*, Marc.

**Smith, Jeffrey**

2006 “Dead babies”, *Ecologist*. December/January.

**Smith, Jeffrey**

2005 “Cause for concern”, *Ecologist*, October.

**SNV Latinoamérica**

2008 “Estrategia de impacto. Producción, ingreso y empleo” [en línea]. <<http://www.snvworld.org/es/countries/ecuador>>

**Sociedad Real de Canadá**

2001 “Elements of precaution: recommendations for the regulation of food biotechnology in Canada”. Informe del Panel de Expertos sobre el Futuro de la Biotecnología, preparado a petición del Ministerio de Salud, la Agencia Canadiense de Inspección Alimentaria de Canadá y el Me-

dio Ambiente y la Sociedad Real de Canadá, enero.

Swennen, Notas de la ponencia

- 2012 “Sigatoka negra: avances científicos y alternativas de manejo”, presentada en el IX Foro Internacional del Banano y 1er. Congreso Internacional de Biotecnología y Biodiversidad. Guayaquil, Mayo.

Soluri, John

- 2004 “Bananas, Biodiversity and the Paradox of Commodification”. En: Christian Brannstrom (editor) *Territories, Commodities and Knowledges. Latin American Environmental Histories in the Nineteenth and Twentieth Centuries*, pp. 195-217. Institute for the Study of the Americas, Londres.

Southeastfarmpress

- 2010 “Super weeds put USDA on hotseat” [en línea]. Farmpress, EE.UU., 19 de agosto. <<http://southeastfarmpress.com/management/super-weeds-put-usda-hotseat>>

Superintendencia de Compañías del Ecuador

- 2011 “Ranking empresarial del año 2011” [en línea]. <<http://www.supercias.gob.ec/home.php?blue=c4ca4238a0b923820dcc509a6f75849b&modal=1&ubc=Inicio>>

## T

The Guardian

- 1999 “Diabetics not told of insulin risk” [en línea]. Inglaterra, 9 de marzo. <<http://www.theguardian.com/uk/1999/mar/09/1>>

The Advisory Committee on Novel Foods and Processes (ACNFP)

- 2005 “Statement on the effect of GM soya on new-born rats”.

Then, Christop

- 2013 *The campaign for genetically modified rice is at the crossroads. A critical look at Golden Rice after nearly 10 years of development.* 2009. Citado por: B, Elisabeth. “Los transgénicos en el segundo informe de la FAO sobre recursos fitogenéticos”. En *Biodiversidad, Sustento y Culturas*, Número 76.

Thomas, Hernán E.

- 2009 “Tecnologías para inclusão social e políticas públicas na América Latina” [en línea]. *Tecnologias sociais. Caminhos para a sustentabilidade*, pp. 25-81. Rede de Tecnologia Social, Brasilia. <[http://www.conicet.gov.ar/new\\_scp/detalle.php?keywords=&id=22812&capitulos=yes&detalles=yes&capit\\_id=1206393](http://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=22812&capitulos=yes&detalles=yes&capit_id=1206393)>

Thomas, Jim, ETC Group (Montreal)

- 2012 “El despliegue de geoingeniería más grande del mundo en Columbia Británica, en la costa de Canadá” [en línea]. ETC Group, 18 de octubre. <<http://www.etcgroup.org/es/content/el-despliegue-de-geoingenier%C3%ADa-m%C3%A1s-grande-del-mundo-en-columbia-brit%C3%A1nica-en-la-costa-de>>

Thomas, Jim

- 2013 “A Mammoth Distraction - Syn Bio and ‘De-extinction’” [en línea]. ETC Group, 10 de abril.

〈<http://www.etcgroup.org/content/mammoth-distraction-syn-bio-and-de-extinction>〉

Thompson, H.

2012 “War on weeds loses ground. The rise of herbicide-resistant varieties drives a search for fresh methods of control”. *Nature* Vol. 485, pp. 430.

## U

UAIM

2011 “La UAIM, construye el primer laboratorio de Biotecnología Forestal en Sinaloa” [en línea]. México. 〈[http://www.uaim.edu.mx/joomla15/index.php?option=com\\_content&view=article&id=108:la-uaim-construye-el-primer-laboratorio-de-biotecnologia-forestal-en-sinaloa&catid=36:boletines&Itemid=58](http://www.uaim.edu.mx/joomla15/index.php?option=com_content&view=article&id=108:la-uaim-construye-el-primer-laboratorio-de-biotecnologia-forestal-en-sinaloa&catid=36:boletines&Itemid=58)〉

United States Department of Agriculture

1954 “Public Law 480, Title I” [en línea]. EE.UU. 〈<http://www.fas.usda.gov/excredits/foodaid/pl480/pl480.asp>〉

UPI

2009 “En Colombia analizan experimentar con árboles transgénicos” [en línea]. UPI español, Washington D.C., 9 de noviembre. 〈<http://espanol.upi.com/Curiosidades/2009/11/09/En-Colombia-analizan-experimentar-con-%C3%A1rboles-transg%C3%A9nicos/UPI-57611257761940/>〉

USDA

2007 *Argentina's Soybean Complex Competitiveness. International Trade Report*. 2006.

Citado en: Amigos de la Tierra 2007, *Agricultura y alimentación ¿quién se beneficia con los cultivos transgénicos? Un análisis del desempeño de los cultivos transgénicos a nivel mundial (1996-2006)*, Resumen ejecutivo, enero.

USDA/FAS

2013 “Ecuador Wheat Corn Rice Production Consumption Exports Imports Forecast 2013”. *GAIN Report*, Global Agricultural Information Network n° 13004.

V

Van Rensburg, J.B.J.

2007 “First report of field resistance by the stem borer, *Busseola fusca* (Fuller) to Bt-transgenic maize” [en línea]. *S. Afr. J. Plant Soil*. <[http://www.galizasentransxenic.org/sites/default/files/09\\_OGM\\_european-info.pdf](http://www.galizasentransxenic.org/sites/default/files/09_OGM_european-info.pdf)>

Varón, Óscar

2008 “Crisis algodonera de Espinal sin responsables por ahora”. *El Nuevo Día*, Ibagué, 19 de agosto.

Varón, Óscar

2008 “Monsanto exorciza crisis algodonera en espinal”. *El Nuevo Día*, Ibagué, 21 de noviembre.

Vecchio L., B. Cisterna, M. Malatesta, T.E. Martin and B. Biggiogera B.

2004 “Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean”, *Eur. J. Histochem.*, vol. 48, pp. 449-45.



Vecchio, L. et al.

- 2004 “Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean” [en línea]. *European Journal of Histochemistry*, Vol. 48 issue 4 (Oct-Dec): pp. 449-454. <<http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CDUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ejh.it%2Findex.php%2Fejh%2Farticle%2Fdownload%2F920%2F1038&ei=-TVVwUvzzJofqkQfkt4CgAQ&usg=AFQjCNFGF5cZVYeIzpJxlDRPeeEbkO-05MA&bvm=bv.55123115,d.eW0>>

Veraza, Jorge

- 2011 “Del reencuentro de Marx con América Latina en la época de la degradación civilizatoria mundial” [en línea]. Vicepresidencia de la República de Bolivia, Oxfam, La Paz, agosto. <<http://cepcritico.files.wordpress.com/2013/01/del-reencuentro-de-marx-con-amc3a9rica-latina-veraza.pdf>>

Verdadahora

- 2011 “Wikileaks y transgénicos: EE.UU. hizo lobby por la propiedad intelectual en Chile” [en línea]. 6 de julio. <[http://verdadahora.cl/wikileaks\\_y\\_transgenicos\\_ee\\_uu\\_hizo\\_lobby\\_por\\_la\\_propiedad\\_intelectual\\_en\\_chile.html](http://verdadahora.cl/wikileaks_y_transgenicos_ee_uu_hizo_lobby_por_la_propiedad_intelectual_en_chile.html)>

Vicepresidencia de la República del Ecuador

- 2012 “Misión Solidaria Manuela Espejo” [en línea]. Vicepresidencia de la República del Ecuador. <<http://www.vicepresidencia.gob.ec/informacion-programas-2/>>

## W

- Wang, S., D.R. Just y P. Pinstrup-Andersen  
2008 “Bt-cotton and secondary pests”. *International Journal of Biotechnology*, Vol. 10, nº 2-3, pp. 113-121, 18 de mayo.
- Welihinda, J., Karunanayakea, E.H., Sheriffb, M.H.H., Jayasinghea, K.S.A.,  
1986 Effect of *Momordica charantia* on the glucose tolerance in maturity onset diabetes. *Journal of Ethnopharmacology*. Volume 17, Issue 3, September, Pages 277–28
- What Doctors Don't Tell You  
“The Scandal of Human Insulin” [en línea]. Vol. 11, Issue 8. <<http://www.healthy.net/scr/article.aspx?Id=2826>>
- Wikileaks  
2006 “Draft Ecuadorian health law requires approval and labeling of biotech food” [en línea]. *Cable No. 06 QUITO2698*, November 7. <<http://wikileaks.org/cable/2006/11/06QUITO2698.html>>
- Wolf, Eric  
1967 *Los pueblos y culturas de Mesoamérica*. ERA, México.

## Y

- Young, Emma  
2005 “GM pea causes allergic damage in mice”, *New Scientists.com*, 21 November.
- Yumbla, María Rosa  
2011 “Encadenamiento agroalimentario: ¿Solución sustentable de desarrollo rural o consolidación del poder agroindustrial?”

*Revista Eutopía* n° 2, pp. 115-134, Flacso, Ecuador.

## Z

Zapatta, Alex y Chiriboga, Roberto

2009 “¿Mediación para la producción de alimentos o, mecanismo de acumulación?: En Tierra y Agua: interrelaciones de un acceso inequitativo SIPAE . Quito, pp. 36 – 49.

Zhang, H. et al.

2012 “Diverse genetic basis of field-evolved resistance to Bt cotton in cotton bollworm from China” [en línea]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, EE.UU. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3387040/>>

Zhao, J.H., P. Ho y H. Azadi

2010 “Benefits of Bt cotton counterbalanced by secondary pests? Perception of ecological change in China” [en línea]. Environ Monit Assess, 2 de mayo. <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10661-010-1439-y#page-1>>

Zapatta, Alex

2009 “Ecuador: Consumo de agua en la agroindustria ecuatoriana” [en línea]. México: Gloobal n° 22, 10 de diciembre. <[http://www.gloobal.net/iepala/gloobal/fichas/ficha.php?entidad=Textos&id=11543&opcion=documento#ficha\\_gloobal](http://www.gloobal.net/iepala/gloobal/fichas/ficha.php?entidad=Textos&id=11543&opcion=documento#ficha_gloobal)>

La prohibición del uso de transgénicos de nuestra Constitución de Montecristi es un gran logro en contra de una de las agresiones más claras al acceso a semillas. Son muchas las preocupaciones alrededor de los transgénicos, pero la mayor de ellas es que restringen y distorsionan el ciclo de la vida: que de una semilla nazca una planta que, con sol y agua, produzca una nueva semilla.

Los transgénicos son una verdadera amenaza no solo a la salud, el ambiente, y el patrimonio genético de nuestra biodiversidad. Son sobre todo una amenaza económica para los agricultores.

No es verdad que se genere a través de los transgénicos un incremento de la productividad. Es una falacia que los transgénicos ayuden a los pequeños productores, o que con ellos se pueda triplicar o cuadruplicar la producción agrícola. Más bien sucede todo lo contrario. Los transgénicos generan mayor concentración de la tierra, no ayudan a aumentar la producción y restan puestos de empleo en el sector rural.



ISBN: 978-9942-09-180-2

