

30 años de Plantas Genéticamente Modificadas - 20 años de Cultivo: Comercial en los Estados Unidos: Una Evaluación Crítica

Por Christoph Then

Estudio encargado y editado por Martin Häusling, Miembro del Parlamento Europeo
Primera edición en español: 2013 - DISTRIBUCIÓN GRATUITA
Editado por la Fundación Heinrich Böll Conosur



30 años de Plantas Genéticamente Modificadas - 20 años de Cultivo Comercial en los Estados Unidos: Una Evaluación Crítica

Autor: Christoph Then

Estudio encargado y editado por Martin Häusling,
miembro del Parlamento Europeo por el Partido Verde alemán.

Traducción: Elsa Grimaldi
Editado en español por la Fundación Heinrich Böll Cono Sur

Primera edición en español: 2013

DISTRIBUCIÓN GRATUITA

Título Original: **30 years of Genetically Engineered Plants -20 years of Commercial Cultivation in the United States: A Critical Assessment**

Primera edición en inglés: 2013

Foto de Portada: UGA College of AG CC BY-NC 2.0

EDICIONES BÖLL

30 años de Plantas Genéticamente Modificadas - 20 años de Cultivo Comercial en los Estados Unidos: Una Evaluación Crítica

©Fundación Heinrich Böll, Oficina Regional para Cono Sur / Diseño Gráfico: Emiliano Méndez / Impreso en Chile por: Jorge Luis Roque / Esta edición consta de 1000 ejemplares / Nota Editorial: Las opiniones, análisis, conclusiones o recomendaciones expresadas en el documento son responsabilidad de los autores.

Obra liberada bajo licencia Creative Commons



Licencia Creative Commons: Reconocimiento – No comercial – Compartir igual: El artículo puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se reconoce la autoría en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original. Más información en: <http://creativecommons.org>

Fundación Heinrich Böll Cono Sur

D Avenida Francisco Bilbao 882, Providencia, Santiago de Chile | T +56 2 25 84 01 72 | W www.cl.boell.org | E cl-info@cl.boell.org

TESTBIOTECH
Institute for Independent
Impact Assessment in
Biotechnology

30 años de Plantas Genéticamente Modificadas - 20 años de Cultivo Comercial en los Estados Unidos: Una Evaluación Crítica

Dr. Christoph Then, Testbiotech

Un estudio encargado y editado por Martin Häusling, miembro del Parlamento Europeo

Enero 2013

Índice

Presentación.....	7
Prefacio: La venganza del escarabajo y compañía.....	9
Resumen.....	11
1. Introducción.....	15
2. Información general de liberaciones y cultivo de organismos genéticamente modificados en los Estados Unidos.....	17
3. Impacto en los agricultores.....	20
3.1 Impacto de los cultivos tolerantes a herbicidas.....	20
3.2 Consecuencias de los cultivos productores de insecticidas.....	24
3.3 Costos y beneficios para los agricultores de los cultivos genéticamente modificados.....	29
4. Impacto en el mercado de semillas.....	34
5. Impacto en los productores de cultivos no-GM.....	37
6. Impacto en los consumidores.....	39
6.1 Nuevos riesgos: ausencia de monitoreo de los efectos en la salud.....	39
6.2 Aumento de la exposición a residuos de herbicidas.....	41
6.3 Residuos provenientes de insecticidas.....	43
6.4 Riesgo de las reacciones del sistema inmunológico.....	43
7. Impacto sobre el medio ambiente.....	45
7.1 Cultivo de cosechas resistentes a herbicidas.....	45
7.2 Cosecha de cultivos productores de insecticida.....	49
7.3 Descontrolada propagación de organismos transgénicos en el medio ambiente.....	50
8. Consecuencias para Europa.....	53
8.1 Cultivo genéticamente modificado.....	53
8.2 Importación de productos hechos de cultivos genéticamente modificados.....	54
8.3 Patentamiento de semillas.....	56
9. Recomendaciones.....	57
10. La responsabilidad de la UE frente a una agricultura multifuncional y la salvaguardia del “Derecho a la Alimentación”.....	58
11. Bibliografía.....	62

Acerca de Martin Häusling

Martin Häusling es miembro del Parlamento Europeo en el Grupo Parlamentario de los Verdes/Alianza Libre Europea por el Partido Verde alemán. Es portavoz de Agricultura y Desarrollo Rural, del grupo Parlamentario Verde, y miembro de la Comisión de Agricultura y Desarrollo Rural, como también de las comisiones parlamentarias mixtas Unión Europea-Chile y Unión Europea-América Latina por el Parlamento Europeo.

Además, es agricultor con una larga experiencia en producción orgánica, principalmente en la elaboración de leche y quesos.

En su vinculación parlamentaria con la región, Martin Häusling ha realizado una serie de viajes a América Latina, especialmente a Argentina, Chile y Paraguay, donde ha visto en terreno la realidad del avance de los monocultivos industriales, principalmente de soja transgénica. Esta realidad tiene relación directa con Europa, ya que parte de esa producción es originada por la demanda europea, lo que a su vez repercute directamente, porque una porción importante de esos cultivos terminan alimentando la producción industrial masiva de todo tipo de ganado en la EU.

Autor

Dr. Christoph Then

Dr. Christoph Then es doctor en veterinaria. Se ha dedicado desde hace aproximadamente 20 años a temáticas relacionadas con biotecnología e ingeniería genética. En la actualidad se desempeña como director ejecutivo de Testbiotech e.V (www.testbiotech.org), organización dedicada a la estimación de impactos en el ámbito de biotecnología, que demanda investigaciones independientes al respecto, que estudia impactos éticos y económicos, y evalúa riesgos para seres humanos y medioambiente.

Ha sido coordinador de la alianza internacional “No a las patentes de semillas” (www.no-patents-on-seeds.org) y es co-fundador de la iniciativa “No a las patentes sobre la vida”. Fue asesor experto del Partido Verde Alemán, en el parlamento regional de Baviera, en temáticas de agricultura y la ingeniería genética. También se desempeñó, hasta fines de 2007, como experto en estos temas para Greenpeace Alemania.

Presentación

La publicación que presentamos a continuación corresponde al estudio encargado (y editado) por Martin Häusling a TestBiotech, con el fin de aportar antecedentes para el debate europeo sobre los impactos de la agricultura transgénica en Estados Unidos, que permitan sacar lecciones y recomendaciones para los lineamientos a seguir en materia de política agraria en la Unión Europea. Estas enseñanzas también son útiles para las discusiones que se llevan adelante en América Latina, sobre todo considerando que la agricultura tiene un rol preponderante en las economías locales de la región; y que el avance de los cultivos de organismos genéticamente modificados (OGM) en los últimos años ha crecido a una velocidad acelerada, incluso más rápido que en Estados Unidos.

Las cifras que presenta el ISAAA (International Service of Acquisition of Agri-biotech Applications) en su reporte para el año 2012, reflejan un máximo histórico respecto del avance de los cultivos OGM en la región (y en el mundo). Por primera vez los países en vías de desarrollo tuvieron más cultivos GM (52%) que los países industriales (48%). A su vez, dos de los países de la región del Cono Sur, Brasil y Argentina, ocupan el segundo y tercer lugar entre los países con mayor cantidad de hectáreas cultivadas, después de los Estados Unidos. Ambos elementos tienen a la región como eje central de la dinámica de producción de cultivos OGM y, por ende, también de sus impactos.

En ese contexto, el estudio de Christoph Then sobre la situación en Estados Unidos es un excelente referente para analizar y, sobre todo, proyectar tendencias que están ocurriendo en los países productores de cultivos genéticamente modificados de la región. Al mismo tiempo, entrega recomendaciones para países que aún no han aprobado su utilización, si bien está claro que la contaminación o uso ilegal de OGM ya puede estar sucediendo.

Pero más allá de los impactos, la investigación demuestra que, contrariamente a lo que, se ha planteado como beneficio central de la tecnología genética, la producción basada en OGM no tiene mejores rendimientos que la agricultura convencional y que, incluso, la dependencia que se genera respecto de los paquetes tecnológicos, la aparición de malezas resistentes a herbicidas y el patentamiento de semillas, han llevado a una pérdida de las ventajas que en teoría tendría la implementación de esta tecnología en la agricultura.

A su vez, el estudio plantea un debate de fondo sobre la dinámica de la agricultura transgénica y su estructura comercial globalizada que traspasa las fronteras de Estados Unidos y Europa, ya que se generan interacciones complejas que obligan a analizar la agricultura con perspectiva mundial. Un ejemplo es la importación que realiza Europa de piensos para alimentar ganado, que en el caso de la soja llega a 40 millones de toneladas.

Con estas importaciones, Europa -dentro del marco de su política agraria común actual- sostiene una verdadera industria cárnica masiva, de un tamaño muy sobredimensionado en relación a los suelos disponibles en el “viejo continente” para la producción de forrajes. Una industria masiva que, gracias a la soja barata del Cono Sur, por lo general produce en condiciones ambientales y cualitativas dudosas y a precios muy inferiores a los de otras regiones, creando además distorsiones notorias en algunos mercados externos debido a sus excedentes de producción exportados. Las demandas europea y asiática, sin lugar a dudas, presionan la producción de soja en el mundo y, particularmente, en la región Cono Sur.

Por otro lado, las interrelaciones (y las responsabilidades) se extienden también a los marcos regulatorios y políticos, ya que las normativas europeas tienen efectos directos en la agricultura transgénica en la región, como queda plasmado en un ejemplo señalado por el autor en este informe: “El cultivo a menudo comienza sólo cuando la UE ha emitido una autorización para su importación. Cuando solicitó a Brasil el cultivo de su soja 8771X89788 (que es tolerante a herbicidas y productora de insecticida) Monsanto se aseguró que las condiciones de cultivo se adecuaron a los estrictos requisitos de autorización de la UE.”

Dada esta interacción, se podría esperar que una política más responsable y sustentable de directrices europeas sobre importación, etiquetado o restricciones a los cultivos transgénicos, tendría repercusiones directas en el lineamiento que siga la agricultura en la región. Aun más cuando la orientación estratégica de desarrollo en la región tiene no sólo repercusiones económicas, sino también socioambientales y, por lo tanto, políticas.

De ahí la importancia de asumir responsabilidades compartidas y generar cambios en la política y los marcos regulatorios tanto de países productores como consumidores, como también de construir las alianzas estratégicas entre actores políticos, económicos y sociales conscientes y responsables de ambos continentes.

En este sentido, la Fundación Heinrich Böll, con la traducción de este estudio, busca contribuir con antecedentes consolidados para un debate más amplio e informado en la región, y hacer un aporte para el intercambio y las alianzas entre América Latina y Europa.

Michael Álvarez Kalverkamp

Representante Regional

Fundación Heinrich Böll

Prefacio:

La venganza del escarabajo y compañía

Martin Häusling

Los efectos del cultivo comercial de plantas genéticamente modificadas en los EE. UU., recopilados aquí por el experto en ingeniería genética Christoph Then, para mí constatan sobre todo una cosa: lo demencial de una agricultura controlada por intereses financieros de corto plazo, que es víctima del delirio de la factibilidad técnica. En esta lógica, quedan relegadas a un segundo plano: la compatibilidad ecológica, la calidad de los alimentos producidos de esta forma, así como la libertad de decisión y la salud de los agricultores y consumidores.

Sin embargo, aquí no sólo juegan un rol los intereses financieros. La fascinación ejercida por las posibilidades de influir directamente en los sistemas naturales por medio de la química y la ingeniería genética se debe -en primer lugar- a la idea equivocada de que estas posibilidades son sencillas, efectivas y controlables. Puede que estos sueños High Tech sean efectivamente sencillos y precisamente por eso tan populares en comparación con la complejidad de los sistemas naturales. Transmiten una imagen sencilla de las posibilidades humanas de manipulación al pasar por alto la compleja interrelación entre los sistemas ecológicos. ¡Y precisamente por eso fracasan, como podemos ver en el estudio de Christoph Then!

Este estudio evidencia que la ingeniería genética verde, a pesar de ser proclamada como efectiva y controlable, y masivamente publicitada como la salvación de la humanidad, es un grave error de apreciación. Si una tecnología mecánica tuviera riesgos y consecuencias parecidas, es muy probable que nadie se subiría, por ejemplo, a un avión o un tren.

La tecnología genética es cualquier cosa menos sustentable o "smart" y dado que en términos ecológicos y financieros no es para nada efectiva, sólo puede ser impulsada por grandes compañías que estén dispuestas a invertir cuantiosos recursos financieros, si esto resulta rentable por vía de las patentes y el control de los mercados de semillas. En este proceso, las consecuencias ecológicas, económicas y sociales para el ser humano y la naturaleza son cargadas a las sociedades y los Estados. Los riesgos son traspasados a los productores y consumidores o a ecosistemas y paisajes completos que no son de propiedad de estas empresas, sino que constituyen un bien común. De esta forma se abusa de un bien común para fines privados. En los Estados Unidos comenzó un experimento de largo plazo que en sus efectos sobre el hombre y la naturaleza escapa

hace mucho tiempo a cualquier control. Malezas y plagas que se hicieron resistentes, como el gusano barrenador europeo, muestran que allí donde los monocultivos predominan, la propia naturaleza se encarga con fuerza de la compensación.

Pero el delirio de la factibilidad está penetrando también en Europa, en parte con pseudo-argumentos ecológicos: Es así como, por ejemplo, se proclama como ambientalmente amigable la labranza sin arado, lo que en algunos países recibe apoyo financiero a través de programas agroambientales, a pesar de que este método fomenta el uso masivo de glifosato, incluso sin tecnología genética. Pero también aquí el escarabajo contraataca. ¡Los barrenadores del maíz, la plaga más importante, se desarrollan mejor en los desolados monocultivos de maíz labrados sin arado!

También aquí queda de manifiesto que está demás (y desde el punto de vista ecológico incluso es un disparate) enfrentar el avance de las malezas y plagas, generado comprobadamente por los monocultivos y el empobrecimiento de la rotación de cosechas, con glifosato o una "resistencia a las plagas" incorporada por medio de la ingeniería genética (véase el maíz Bt). Esto es caro, crea una dependencia de los agricultores y es superado muy rápidamente por la naturaleza por la vía de una resistencia natural.

Enfrentada al mismo problema, la agricultura ecológica encuentra respuestas como una amplia rotación de cosechas, el mantenimiento del suelo y la abstención del uso de biocidas, las que producen un nivel muy superior de sustentabilidad ecológica, social y económica sin costos ni riesgos externalizados para los agricultores, la sociedad y el medio ambiente.

Se suele afirmar que la agricultura ecológica, en una actitud contra la tecnología, rechaza el aprovechamiento de los procesos biológicos. Es todo lo contrario, pues estos procesos son usados en forma mucho más sofisticada utilizando, por ejemplo, la larga tradición de búsqueda u observación antes de iniciar la construcción (presente en la biónica o en los modelos productivos indígenas con alto grado de adaptación, en los cuales se "copian" y aprovechan los patrones de acción de la naturaleza que ya han superado la fase de prueba en la evolución). Este procedimiento es mucho más sustentable en términos del balance energético global, como también de los aspectos ecológicos y de los resultados del análisis costo-beneficio para la sociedad.

Espero que este estudio contribuya a evidenciar lo que puede suceder con la agricultura de Europa si damos preferencia a los intereses de lucro cortoplacistas y que fomenta el delirio miope de la factibilidad.

La información está aquí: ¡Tenemos la posibilidad de tomar una decisión!

Resumen

Las primeras plantas genéticamente modificadas se crearon hace treinta años. En los Estados Unidos, el cultivo comercial comenzó hace veinte años. Si los comparamos con los de la Unión Europea, los avances en los Estados Unidos han logrado un alcance mucho mayor impulsado por los intereses económicos de empresas como Monsanto. No obstante, la Unión Europea (UE) ha experimentado la apertura de sus mercados a la importación de productos derivados de plantas genéticamente modificadas. En el año 2013, es dable esperar nuevas autorizaciones para cultivos en la UE.

A la luz de este desarrollo, examinamos críticamente la experiencia de los EE. UU. y hemos señalado recomendaciones para el manejo futuro de esta tecnología en la UE. Los principales resultados son:

- **Consecuencias para los agricultores**

Inicialmente, aunque los agricultores estadounidenses gozaban de ciertas ventajas por cultivar cosechas resistentes a los herbicidas (disminución de la jornada de trabajo, aplicación de menores cantidades de herbicidas para el control de malezas), estas ventajas se han revertido. Las malezas se han adaptado al cultivo de plantas transgénicas de modo que los agricultores están sufriendo un incremento sustancial, tanto en horas de trabajo como en la cantidad de herbicidas que requieren.

Aún los insectos plaga, apuntados como blanco del cultivo de plantas productoras de insecticidas, se han adaptado parcialmente. Las plagas secundarias ahora se han diseminado a través de cultivos de maíz y hemos observado un escenario donde las plantas han sido genéticamente modificadas para producir hasta seis toxinas diferentes. Resta aún saber si este tipo de "intensificación de armas en el campo" redundará en un éxito a largo plazo.

Las tecnologías agrícolas están llevando a los agricultores a una sistematización de la producción que forzará a la agricultura a una mayor industrialización y producirá incrementos masivos de los costos de las semillas, sin que esto redunde en un incremento sustancial en rendimientos o ahorros significativos en la cantidad de aplicaciones requeridas.

- **Consecuencias para los mercados de semillas**

Las empresas agroquímicas como Monsanto no son productores tradicionales. Cuando la ingeniería genética fue introducida y fue posible presentar patentes de gran alcance, estas empresas vieron la oportunidad de acceder al mercado e implementar nuevas estrategias para lograr máximas ganancias.

Mientras tanto, empresas como Monsanto, DuPont y Syngenta, han llegado a dominar el mercado internacional de semillas incluso en sectores productores convencionales. Los precios están aumentando y el número de agricultores que emplean semillas para su propia cosecha ha caído notablemente. Entre otras razones, las empresas han enviado detectives para investigar posibles violaciones a las patentes y, en los EE. UU., el rango disponible de cultivos de tipos convencionales tales como el maíz, se encuentra fuertemente reducido.

En el futuro, los desarrollos en los EE. UU. apuntan a incrementar tanto la fuerte influencia de las empresas agroquímicas, y reducir el interés por métodos alternativos de cultivo, que llevarían a una efectiva disminución en el uso de herbicidas.

- **Efectos sobre productos no genéticamente modificados**

La contaminación con plantas genéticamente modificadas no autorizadas para cultivo no está sistemáticamente registrada y hasta ahora, no hay reglamentación de co-existencia o responsabilidad civil vigente, de modo que en algunas regiones ya no es posible ejercer una forma de agricultura no transgénica y/o ecológica. El daño económico real producido a los productos no transgénicos no puede ser cuantificado.

- **Consecuencias para los consumidores**

Hasta ahora, la industria estadounidense ha impedido todo intento de introducir etiquetas en los alimentos que alerten sobre su contenido de productos transgénicos. La consecuencia es que los consumidores no tienen ninguna posibilidad real de elección y los mercados no están diferenciados así como lo están en la UE.

De este modo, la práctica agrícola se ha visto afectada. Los consumidores no tienen suficiente influencia a través de su comportamiento de compra para contrarrestar desarrollos indeseables en la agricultura.

Al mismo tiempo, los consumidores en EE. UU. están expuestos a un rango de riesgos insuficientemente investigados, relativos a sustancias no previstas provenientes del metabolismo de las plantas, de residuos de herbicidas complementarios y de las propiedades de proteínas adicionales producidas en los vegetales. Hasta el presente, no hay manera de monitorear los efectos reales que pudieran tener el consumo de estos productos.

- **Efectos sobre el medio ambiente**

El cultivo de plantas genéticamente modificadas está íntimamente ligado con incrementos sustanciales de las cantidades de herbicidas requeridas. La contaminación con ciertos insecticidas también se ha incrementado significativamente.

En particular, se ha comprobado que el cultivo de plantas resistentes a los herbicidas reduce la biodiversidad y ejerce un efecto negativo sobre la salud del suelo y las plantas. Muchos científicos advierten que existen peligros para la salud de las personas que viven en lugares donde los cultivos son regularmente fumigados con grandes cantidades de glifosato. Aún más, los efectos de los insecticidas biológicos sobre organismos que no son el objetivo de la fumigación todavía no han sido debidamente investigados.

La canola genéticamente modificada ya se ha propagado desde los campos al medio ambiente, de donde no puede ser erradicada, y desde donde evade cualquier control adecuado del efecto que tiene sobre él. Las consecuencias a largo plazo de plantas genéticamente modificadas, que avanzan sobre el ámbito silvestre no pueden ser evaluadas eficazmente.

- **Consecuencias para la UE**

Hasta ahora, el maíz genéticamente modificado se cultiva solamente en muy pocas regiones de la UE. Sin embargo, en 2013 es esperable que se tomen una serie de decisiones incluyendo la de cultivar soja genéticamente modificada. Considerando el resultado que el cultivo de esas plantas tiene en los EE. UU., estas medidas pendientes deberían considerarse como decisivas para el desarrollo futuro de la agricultura en la UE.

Al importarse millones de toneladas de alimentos significa que todo un rango amplio de productos agrícolas estadounidenses está penetrando la producción europea de estos. Con tales productos, los residuos de herbicidas y/o pesticidas, que no existían o estaban presentes sólo en pequeñas cantidades, serán

continuamente absorbidos por los animales al alimentarse. Los efectos a largo plazo, sobre la salud del ganado y de los productos derivados de la ganadería no han sido investigados adecuadamente.

Las consecuencias de poseer patentes de semillas hace ya bastante tiempo que llegaron a la UE. Aunque se comenzó con patentes sobre plantas genéticamente modificadas, hoy existen patentes sobre cultivos convencionales. Son muchas las empresas productoras de semillas adquiridas. Monsanto, por ejemplo, ya tiene una porción sustancial del negocio de semillas vegetales en la UE, aunque no sólo vegetales transgénicos se producen en esta región.

- **Recomendaciones**

1. Desistir del cultivo comercial de plantas herbicida-resistentes o de insecticidas biológicos en la UE.
2. La cuestión de si las plantas pueden ser retiradas una vez liberadas debería ser crucial al considerar solicitudes de cultivo comercial.
3. Implementar medidas preventivas para proteger las semillas de la contaminación de modo de asegurar producción no genéticamente modificada a largo plazo.
4. Aumentar sustancialmente los estándares de los requisitos para evaluación de riesgo.
5. Intensificar el monitoreo de los efectos a largo plazo sobre la salud y el medio ambiente.
6. Avanzar con el etiquetado de productos derivados de animales alimentados con transgénicos para lograr una mayor diferenciación de los mercados.
7. Establecer límites efectivos al patentamiento de semillas.
8. Fomentar más investigaciones sobre las alternativas en cultivos convencionales.

1. Introducción

Los Estados Unidos han sido uno de los principales pioneros en el desarrollo y comercialización de organismos genéticamente modificados. En cooperación con Monsanto, investigadores de EE. UU. y Europa desarrollaron las primeras plantas genéticamente modificadas en 1983. En 1994, aparecieron las primeras cosechas de transgénicos en el mercado estadounidense, y dos años después, en 1996, las primeras cosechas de transgénicos a ser importadas en Europa provinieron de EE. UU. Como muestra la Tabla 1, desde entonces Estados Unidos se constituyó en un líder global en el lanzamiento, comercialización y patentamiento de organismos genéticamente modificados.

Tabla 1: Algunas fechas clave en la historia de la ingeniería genética en EE. UU.

1980	Patente otorgada para un microorganismo en EE. UU. (bacteria diseñada para romper los derrames de petróleo (marea negra), caso 'Chakrabarty').
1983	Primera planta genéticamente modificada desarrollada por investigadores en EE. UU. y Europa en cooperación con Monsanto.
1985	Primer lanzamiento de bacterias genéticamente modificadas (bacterias menos hielo ('ice-minus bacteria')) en EE. UU.
1986	Lanzamiento de tabaco transgénico en EE. UU. y Francia.
1988	Primera patente otorgada a un mamífero genéticamente modificado en EE. UU. ('Onco Mouse').
1994	Primer alimento genéticamente modificado colocado en los mercados estadounidenses. El tomate Flavr-Savr, diseñado para ser cosechado maduro y para ser conservado por mayor tiempo. Estos tomates fueron retirados del mercado muy poco después de su aparición.
1996	Cultivo comercial de soja transgénica en EE. UU. por parte de Monsanto, y primeros cargamentos exportados a Europa.

Cuando los organismos transgénicos fueron lanzados por primera vez en EE. UU., la controversia que causaron fue similar a la que se generó en Europa en la actualidad. Por ejemplo, hubo fuertes protestas contra el lanzamiento de bacterias genéticamente manipuladas denominadas ice-minus (menos hielo). Sin embargo, en EE. UU., los intereses de las empresas agrobiotécnicas lograron mucho mayor apoyo en los años posteriores a los primeros lanzamientos de lo que consiguieron en el caso europeo.

Hay un número de razones para que esto sea así. En primer lugar, el sector agrícola en los Estados Unidos en la actualidad es considerablemente más industrializado que en la mayoría de las regiones de Europa. Los cultivos transgénicos herbicida-tolerantes parecieron ofrecer una solución a los problemas de la agricultura estadounidense, que

se ha caracterizado desde hace mucho por monocultivos a gran escala. Aún en los '90, el cultivo de soja estaba siendo amenazado por malezas resistentes a muchos de los herbicidas existentes en esa época¹. La introducción de la soja Roundup Ready le dio a Monsanto la primerísima oportunidad de usar el principio activo glifosato en el cultivo de soja.

Al mismo tiempo, el cultivo de la soja Roundup Ready se transformó en un ejemplo de un nuevo modelo de negocios. Monsanto tenía la patente de una semilla transgénica y del herbicida glifosato y, por lo tanto, podía vender ambos productos en un mismo paquete. A diferencia de Europa, había empresas en EE. UU. que podían ganar dinero con la ingeniería genética en una etapa bastante temprana, aunque la comercialización del tomate Flavr-Savr en 1994/1995 había resultado un desastre económico para la empresa estadounidense Calgene. Los tomates eran demasiado blandos cuando estaban listos para ser cosechados y no gustaron a los consumidores.

Respaldada por el gobierno de EE. UU., la legislación en ese país ha sido diseñada en gran medida según los intereses de las empresas. En EE. UU. no hay ningún procedimiento de autorización específico para organismos genéticamente modificados ni regulaciones de etiquetado para alimentos, como tampoco reglamentaciones de coexistencia para los cultivos.

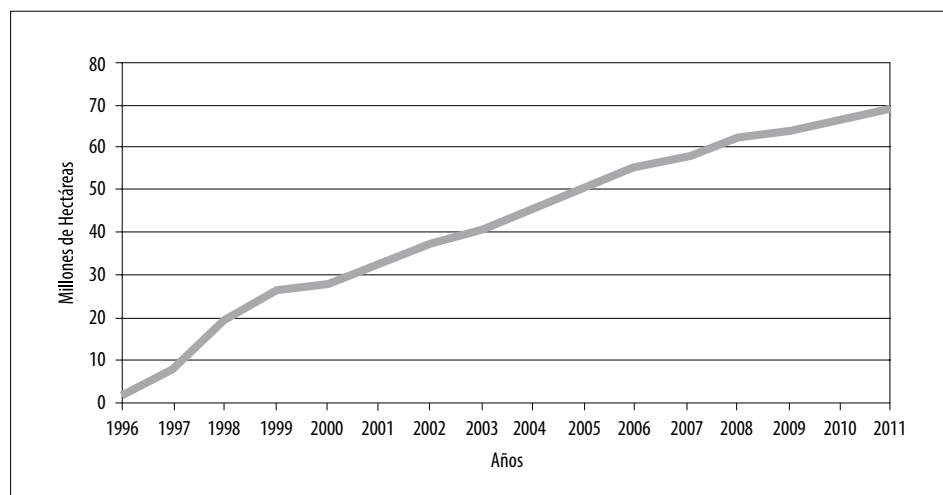
Los desarrollos en EE. UU. han tenido un efecto rebote en muchas otras partes del mundo, particularmente en América del Norte y en Sudamérica. Las repercusiones también se han sentido en los mercados de la UE – aunque en menor medida que en EE. UU.

¹ <http://www.weedscience.org>

2. Información general de liberaciones y cultivo de organismos genéticamente modificados en los Estados Unidos

Desde 1996, la superficie total de tierras aptas para la agricultura destinadas al cultivo de transgénicos en los Estados Unidos ha aumentado significativamente. De acuerdo a las cifras de la Industria del 2011 (www.isaa.org), 69 millones de hectáreas de tierra cultivable en EE. UU. fueron sembradas con transgénicos. Los cultivos autorizados fueron maíz, soja, algodón, canola, remolacha, alfalfa, papaya y calabaza. Según Benbrook (2012a), el porcentaje de soja genéticamente modificada resistente al glifosato en el mercado es del 60%.

Figura 1: Cultivos genéticamente modificados en EE. UU.

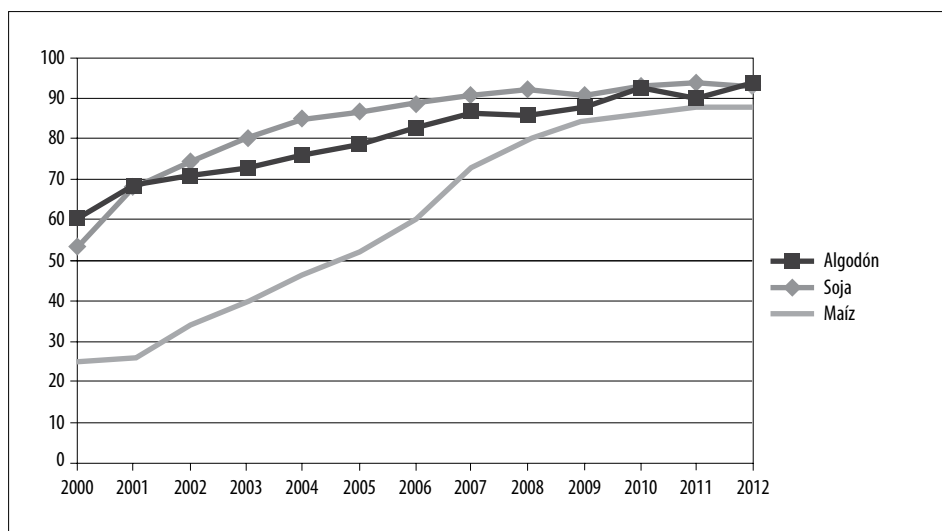


Fuente: www.isaa.org

De acuerdo a las estadísticas del Departamento de Agricultura de EE. UU. (USDA), las plantas genéticamente modificadas representan el 90% de los cultivos de algodón, soja y maíz.²

² <http://www.ers.usda.gov/data-products/adoption-of-genetically-engineered-crops-in-the-us.aspx>

Figura 2: Porcentaje de plantas genéticamente modificadas en las especies maíz, soja y algodón de 2000-2012



Fuente: <http://www.ers.usda.gov/data-products/adoption-of-genetically-engineered-crops-in-the-us.aspx>

Tanto USDA³ como Biosafety Clearinghouse⁴ dan un informe de los cultivos genéticamente modificados que están autorizados en EE. UU. De acuerdo a sus cifras, alrededor de 100 así llamados “eventos” están autorizados para cultivo y/o importación. Sin embargo, no existe registro de los denominados “stacked events” (eventos acumulados)⁵ producidos por la hibridación de plantas genéticamente modificadas.

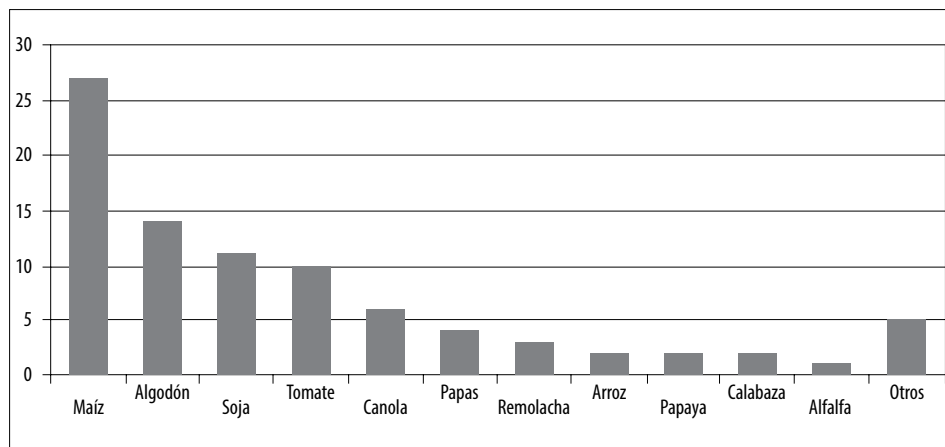
De estos datos no se pueden derivar conclusiones sobre hasta qué punto estas plantas se cultivan realmente en forma comercial. En la práctica, soja, maíz y algodón se cultivan extensivamente (véase arriba). Constituyen el 90% del número total de plantas genéticamente modificadas cultivadas en EE. UU. Además, se debe mencionar a la colza oleaginosa (canola), remolacha, calabaza, alfalfa y papaya. También en los EE. UU., el número de especies de plantas genéticamente modificadas cultivadas para uso como alimento humano (no alimento para ganado) es muy bajo. Existen papas, trigo, arroz y tomates genéticamente modificados pero no son cultivados comercialmente porque no tienen apoyo suficiente entre los minoristas y productores de alimentos.

³ http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/petitions_table_pending.shtml#not_reg, http://usbiotechreg.epa.gov/usbiotechreg/database_pub.htm.

⁴ <http://bch.cbd.int/database/results/?searchid=564348>

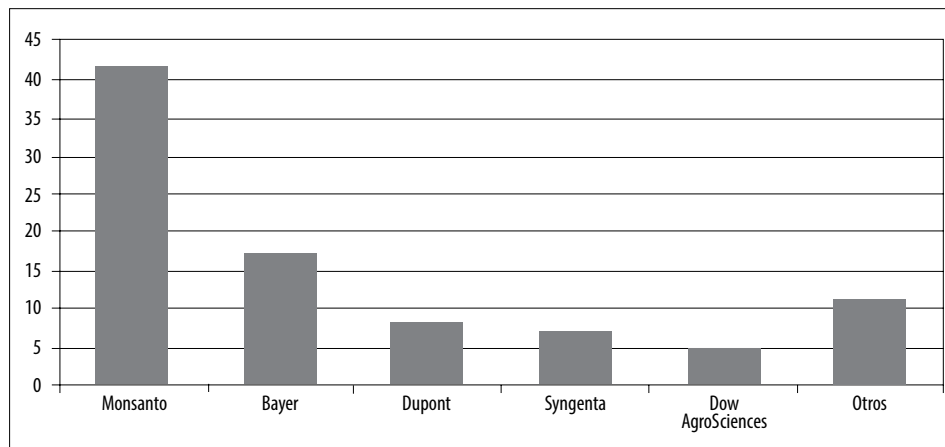
⁵ Nota del Editor: Stacked Event (evento acumulado): Modificación genética obtenida mediante la combinación de diferentes rasgos transgénicos producidos logrados en diferentes «eventos de transformación» [IATE:2203837]

Figura 3: Plantas genéticamente modificadas autorizadas en EE. UU., categorizadas por especies. Estas cifras no proveen información acerca del cultivo real de estas plantas



Fuente: USDA, http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/petitions_table_pending.shtml#not_reg

Figura 4: Plantas genéticamente modificadas autorizadas en EE. UU., categorizadas por empresas. Estas cifras no proveen información acerca del cultivo real de estas plantas



Fuente: USDA, http://www.aphis.usda.gov/biotechnology/petitions_table_pending.shtml#not_reg

3. Impacto en los agricultores

A la luz de las condiciones predominantes en la agricultura estadounidense, las plantas genéticamente modificadas inicialmente permitieron a los agricultores de ese país economizar tiempo, racionalizar aún más la agricultura y bajar costos en algunas áreas. Sin embargo, estas ventajas desaparecieron cuando se realizaron los cultivos por un período prolongado, y algunas de ellas -incluso- se convirtieron en desventajas.

3.1 Impacto de los cultivos tolerantes a herbicidas

De acuerdo a estudios llevados a cabo por Brookes & Barfoot (2012) (quienes tienen cercana relación con la industria biotecnológica y regularmente promueven el beneficio de los cultivos genéticamente modificados), los cultivos tolerantes a herbicidas tienen, entre otras, las siguientes ventajas:

- Mayor flexibilidad en la gestión. Esto no sólo libera tiempo para otras actividades agrarias sino que también permite un ámbito adicional para emprender actividades no agrarias que generen ingresos.
- En un cultivo convencional, el control de maleza post emergente depende de la aplicación de herbicida luego de que la maleza y el cultivo están establecidos. Como resultado el cultivo puede sufrir un “revés” en su crecimiento por los efectos del herbicida. En los cultivos GMTH⁶, este problema se evita porque el cultivo es tolerante al herbicida.
- Facilita la adopción de sistemas de conservación o sin labranza (...)
- Un control de maleza mejorado ha contribuido a costos reducidos de cosecha. Cultivos más limpios han dado como resultado tiempos de cosecha más reducidos (...)

En la realidad, la mayoría de los observadores están de acuerdo en que bajo las condiciones predominantes en la agricultura de EE. UU., los cultivos tolerantes a herbicidas pueden ayudar a los agricultores a ahorrar tiempo y les permite mayor flexibilidad en su uso de productos herbicidas. Ellos pueden usar herbicidas en sus campos cuando lo consideren apropiado y pueden fumigar sus cultivos desde aviones en áreas mayores (los cultivos genéticamente modificados sobreviven a esta lluvia tóxica sin sufrir daño, mientras que los cultivos no GM, mueren).

⁶ Nota del Editor: GMHT (Genetically-modified herbicide-tolerant). Organismos Genéticamente Modificados Tolerantes a Herbicidas.

Los cultivos tolerantes a herbicidas facilitan el uso de sistemas sin labranza, pueden ahorrar tiempo a los agricultores y tienen un impacto positivo en la erosión de la tierra y el balance de CO₂. Sin embargo, también hay desventajas de los sistemas sin labranza y de conservación de la tierra (incluyendo aquellos sistemas que no usan cultivos tolerantes a herbicidas), los cuales pueden llevar, bajo ciertas circunstancias, a bajos rendimientos y mayores niveles de plagas. Además, en los sistemas sin labranza la retención de carbón es mayor en las capas superiores del suelo, pero más reducida en las capas medias e inferiores. (Höper & Schäfer, 2012; Gensior *et al.*, 2012).

Las ventajas de los cultivos tolerantes a herbicidas -bajo condiciones agrícolas industriales- dependen de que el herbicida tenga un efecto de control real sobre la maleza. En el caso del Glifosato -el herbicida que más se usa en los cultivos genéticamente modificados- un gran número de malezas se han adaptado a la fumigación con herbicidas.

Hasta el 2000, la evaluación dada por Monsanto a las autoridades estadounidenses fue incorrecta. En la aplicación para el cultivo de maíz NK603 (la cual fue aceptada) Monsanto explica⁷ que:

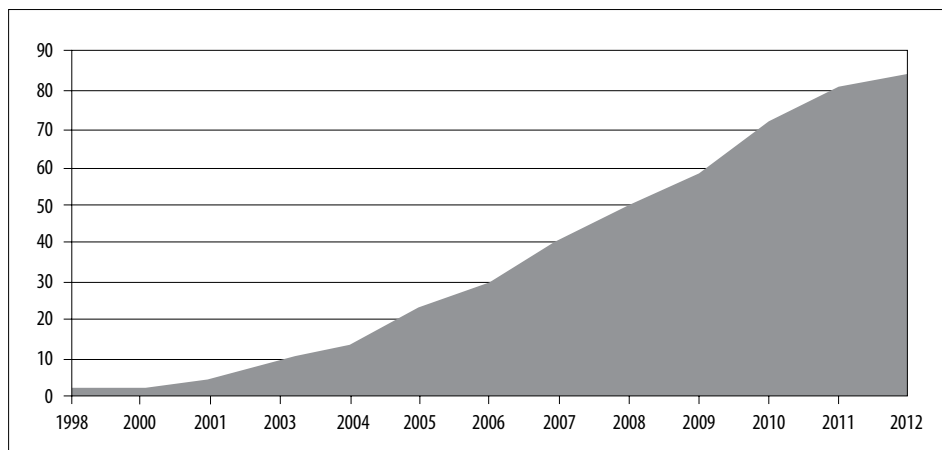
“A pesar de que no se puede afirmar que la evolución de resistencia al glifosato no ocurrirá, se espera que el desarrollo de resistencia de la maleza al glifosato sea excepcional ya que:

- 1. La maleza y los cultivos no son por naturaleza tolerantes al glifosato, y una larga historia de uso extensivo de glifosato ha resultado en pocos casos de maleza resistente;**
- 2. El glifosato tiene muchas propiedades únicas, como su modo de actuar, su estructura química, metabolismo limitado en plantas, y falta de actividad residual en el suelo, los cuales hacen que el desarrollo de resistencia sea improbable;**
- 3. La selección para resistencia de glifosato usando plantas enteras y técnicas de cultivos de tejido celular no fue exitosa y como resultado se esperaba que ocurriera de manera excepcional en condiciones normales de terreno.**

Esta evaluación fue aparentemente incorrecta. En los últimos años, la base de datos “Weedscience” (<http://www.weedscience.org>) ha registrado un surgimiento cada vez mayor de maleza a lo largo de los EE. UU. Estas malezas ya no pueden ser erradicadas usando glifosato, o mayores cantidades tienen que ser aplicadas para erradicarlas. Desde octubre del 2012, 13 malezas resistentes han sido registradas en 31 Estados. La figura de abajo muestra las cifras totales del surgimiento de malezas resistentes.

⁷ http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/00_01101p.pdf

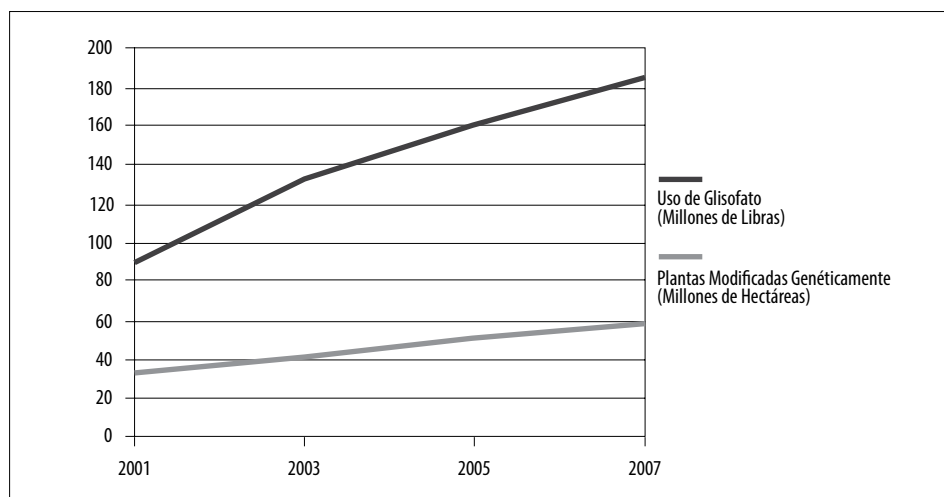
Figura 5: Número de malezas resistentes a herbicidas registradas por Estado desde 1998 hasta 2012 (cifras totales)



Como resultado, la cantidad de tiempo usado en la aplicación del herbicida y las cantidades usadas aumentan, disminuyendo las ventajas citadas por Brookes y Barfoot (2012) (ver también Bonny, 2011). Benbrook (2012a) estima que las malezas resistentes a herbicidas ya han arruinado alrededor de 20 a 25 millones de hectáreas de tierra cultivable en los EE. UU. Benbrook (2012a) muestra que tales casos requieren medidas costosas y que consumen mucho tiempo. Éstas incluyen usar mayores cantidades de glifosato, aplicar pesticidas adicionales, arado y desmalezamiento a mano más regulares. Benbrook también hace referencia a cálculos hechos por la empresa americana DowAgro, que muestran que los costos del control de maleza han aumentado hasta un 100%.

De acuerdo con las cifras publicadas por la Agencia de Protección Ambiental de los EE. UU. (EPA-siglas en Inglés) en relación a la aplicación de pesticidas, y cifras publicadas en 2011 en relación al uso de glifosato entre 2001 y 2007 (Grube *et al.*, 2011), el volumen de pesticidas usados durante este período se duplicó, mientras que la porción de cultivos genéticamente modificados aumentó un 75% (Fuente: www.isaaa.org). La comparación de estas cifras provee evidencia creíble de que en los campos donde se realizaron cultivos genéticamente modificados se utilizó mayor cantidad de glifosato por hectárea. Desde el 2007 ha habido un aumento en la cantidad de tierra cultivable afectada por malezas resistentes al glifosato y el número de malezas resistentes una vez más ha aumentado significativamente (*véase arriba*). Por lo tanto, uno debe asumir que la tendencia a aumentar la aplicación de glifosato ha continuado.

Figura 6: Comparación del aumento de la aplicación de glifosato con cifras para cultivos genéticamente modificados cultivados en los EE. UU.



Fuentes: www.ISAAA.org; Grube et al., 2011.

Según Benbrook (2012a) en el período desde 1996 hasta 2011 la aplicación de herbicidas en cultivos resistentes a herbicidas aumentó en 239 millones de kg y un 70% de este aumento se le atribuye al cultivo de soja genéticamente modificada.

Hasta ahora, la agricultura en los EE. UU. parece haber sido en gran medida incapaz de desarrollar alternativas a esta “batalla en los campos”. Hay razones estructurales para eso ya que la industria de las semillas en los EE. UU., particularmente en los sectores de soja, maíz y algodón, está controlada por la industria agro-química o, en otras palabras, empresas como Monsanto, Dupont, Syngenta y DowAgroSciences dominan el negocio en esta industria. Ellos no están interesados en encontrar alternativas. El líder del mercado, Monsanto, obtiene enormes utilidades de esta industria (entre 2010 y 2011 su total de ventas anuales aumentó un 13% a casi 12 billones de dólares estadounidenses).⁸

8 http://www.finanzen.net/bilanz_guv/Monsanto

En el futuro, los emprendimientos en los EE. UU. estarán fuertemente influenciados por empresas agro-químicas y los métodos de cultivo alternativos, que efectivamente reduzcan la cantidad de fumigación con pesticidas, continuarán siendo evitados. Empresas como Monsanto, DowAgro y Dupont están desarrollando nuevos cultivos genéticamente modificados resistentes a otros pesticidas, como Dicamba o 2,4 D (Mortensen 2012).

Como resultado, más pesticidas serán usados y las malezas desarrollarán nuevas formas de resistencia. La base de datos de Weedsience ya posee una lista de más de 200 variedades diferentes de malezas que han desarrollado resistencia a una gama completa de pesticidas.

Si se introducen productos como cultivos resistentes a Dicamba y 2,4 D, la presión en otros agricultores de alinearse con esta política incrementará. Incluso pequeñas cantidades de herbicidas que son esparcidas a los campos vecinos pueden causar daño significativo en esos campos (Mortensen *et al.*, 2012). Estas toxinas son extremadamente volátiles e incluso en pequeñas concentraciones, pueden obstaculizar el crecimiento del cultivo. Para protegerse del daño provocado por la desviación del herbicida, otros agricultores pueden sentirse presionados a cultivar también plantas que son tolerantes a 2,4 D y/o Dicamba. Según autoridades estadounidenses (AAPCO, 1999 & 2005), el daño debido a la desviación de 2,4 D ya es la razón más frecuente de responsabilidad civil entre agricultores vecinos.

Esto está llevando a la agricultura estadounidense aún más hacia una forma extrema de industrialización, que está teniendo un creciente impacto sobre la gente y el medio ambiente. El costo de cambiar el sistema se encuentra en un empinado espiral ascendente.

3.2 Consecuencias de los cultivos productores de insecticidas

Los cultivos de maíz genéticamente modificados que producen una toxina Bt han sido comercialmente introducidos desde 1996. El acrónimo Bt corresponde a *Bacillus thuringiensis*, el cual es una bacteria de la tierra que naturalmente produce una amplia gama de sustancias tóxicas (Schnepf, 1998). Algunas de estas sustancias son repelentes particularmente efectivos contra insectos como larvas de *lepidoptera* (mariposas), como también contra *hymenoptera* (por ejemplo: mosquitos) o larvas de escarabajo (*coleoptera*).

Las toxinas Bt en su forma natural son también usadas como insecticida rociado. La estructura y modo de acción de la toxina en los cultivos es parcialmente modificada en comparación con este uso tradicional de la toxina (Hilbeck & Schmidt, 2006). También está presente a lo largo de los campos y aún luego del período de vegetación. En su forma rociada, la exposición a la luz del sol rápidamente descompone la toxina.

Luego de la introducción de semillas Bt a finales de los '90, se enfrentaron problemas serios en los cultivos a gran escala. Los insectos plaga se adaptaron al cultivo de algodón y maíz. Se observó la resistencia a las toxinas y hay registros del surgimiento de nuevas pestes (resumen Then 2010a). Como resultado, más toxinas diseñadas para repeler insectos plaga fueron incorporadas a los cultivos para demorar la aparición de resistencia.

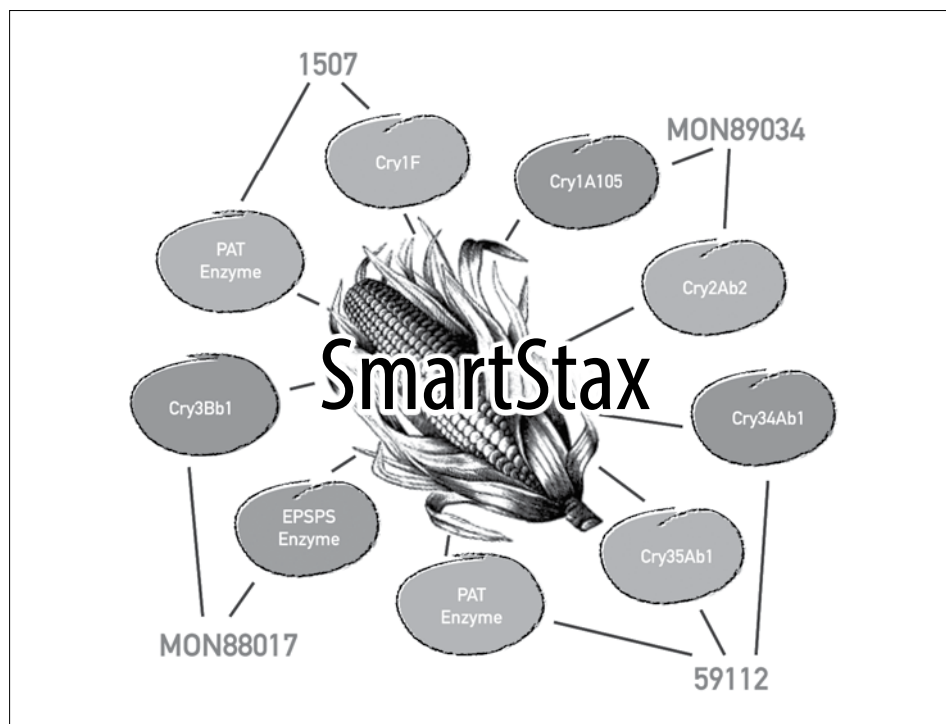
De acuerdo a cifras de la industria (Edgerton *et al.*, 2012), en los EE. UU. en 2012 alrededor de la mitad de toda la tierra en que se cultivaba maíz, es decir 17.8 millones de hectáreas, estaba plantada con maíz que producen insecticida "triple stack". Los cultivos "triple stack" se producen cruzando cultivos genéticamente modificados. Estos generalmente se conocen como "stacked events" (una combinación de características de cultivos genéticamente modificados). Un "triple stack" tiene tres características distintivas:

1. Tolerancia a herbicidas
2. Tóxico a insectos plaga que dañan el cultivo sobre el suelo
3. Tóxico para el gusano de la raíz que ataca los cultivos en el suelo

Según la industria (Edgerton *et al.*, 2012), el cultivo de maíz "triple stack" ayuda a asegurar el rendimiento de las cosechas. En particular, según este argumento, los rendimientos de los agricultores que cultivan maíz genéticamente modificado son más altos que aquellos de los agricultores convencionales en años cuando se observan mayores niveles de plagas.

El "triple stack" que actualmente contiene la mayoría de las construcciones genéticas es SmartStax, un maíz genéticamente modificado que se produce conjuntamente por Dow AgroSciences y Monsanto. Elabora seis toxinas diferentes productoras de insecticidas, una de las cuales (CryIA.105) es sintetizada artificialmente. Los cultivos son también tolerantes al herbicida glifosato y al glufosinato.

Figura 7: SmartStax, producido por Monsanto y Dow AgroSciences. Este maíz es una combinación de cuatro eventos genéticamente modificados (MON88017, MON89034, DP59122, DP1507), produce seis toxinas productoras de insecticidas (la toxina Cry se deriva de varias cepas de *Bacillus thuringiensis*, una de las cuales, Cry1A105, es fabricada artificialmente) y es tolerante a dos herbicidas (glufosinato a través de la enzima PAT y glifosato a través de la enzima EPSPS)



Fuente: Testbiotech.

El gusano cortador occidental- gusano del corazón de frijol: una plaga en ascenso

En términos generales la expresión "sustitución de plagas" es usada para designar el surgimiento de nuevas plagas en lugar de otras existentes. Este fenómeno frecuentemente ocurre en la agricultura cuando los mismos pesticidas son usados durante muchos años en un gran número de extensiones de terreno para erradicar plagas específicas, creando así nichos ecológicos para nuevas plagas. La sustitución de plagas y el desarrollo de plagas resistentes son la consecuencia de una estrategia diseñada para desplazar permanentemente o -incluso- erradicar las plagas. Es particularmente probable que ocurra este fenómeno en los cultivos de Bt, ya que la toxina está presente en el campo a lo largo del período de vegetación y, como resultado, los insectos plaga están continuamente en contacto con la toxina a lo largo del año.

El gusano cortador occidental es un ejemplo extremo de las consecuencias del cultivo de Bt. Este insecto plaga era originalmente sólo un fenómeno periférico en el cultivo de maíz. Sin embargo, desde el año 2000 se ha observado que el cultivo de maíz genéticamente modificado que produce toxinas Bt está siendo atacado particularmente por la oruga del gusano cortador occidental (*Striacosta albicosta*) (Rice, 2000, O'Rourke & Hutchison, 2000).

Desde el 2000 ha continuado propagándose a través de un número de Estados Federales del Cinturón de Maíz Estadounidense, causando considerable daño económico. Catangui & Berg (2006) han notado su propagación en Dakota del Sur. Según ellos, la plaga se propagó en una escala tan masiva en ese estado en el 2000 que causó considerable daño económico y continuó del mismo modo en años subsiguientes. Fenómenos similares también han sido observados en Iowa, Illinois y Missouri (Dorhaut & Rice, 2004).

Hasta el 2008, el daño causado por el gusano cortador occidental fue registrado en casi todos los estados en el Cinturón de Maíz Occidental. Los estados afectados incluyen Iowa, Missouri, Illinois, Minnesota, Wisconsin, Indiana, Michigan y Ohio (Eichenseer et al, 2008). Originalmente la plaga fue medianamente restringida a Nebraska. Michel et al. (2010) escriben:

“El gusano cortador occidental fue solo esporádicamente encontrado en el este de Iowa antes del 2000 y el primer daño económico en los maizales de Iowa se reportó ese año. Durante 2000-2009, la expansión hacia el este se aceleró. Desde 1999, se recolectan gusanos cortadores occidentales adultos en otros 11 Estados y provincias, esparciéndose desde el este de Iowa hacia Pennsylvania y el sur de Quebec.”

Figura 8: Propagación del gusano cortador occidental a través del cinturón de maíz occidental 2000-2009



Fuente: Testbiotech.

Varios autores han explicado detenidamente cómo el cultivo de maíz Bt genéticamente modificado ha provocado la propagación de la nueva plaga (Then 2010a). En 2010, pruebas de laboratorio demostraron que un competidor del gusano cortador occidental, el gusano elotero (*elicoperva zea*), ha sido erradicado como resultado del cultivo de maíz productor de insecticida, creando así un nicho ecológico que permite la propagación del gusano cortador occidental (Dorhout & Rice, 2010). Como resultado, el gusano cortador occidental pudo propagarse en áreas de cultivo de maíz donde se cultiva maíz Bt.

En 2011, expertos con conexiones en la industria presentaron otras explicaciones posibles para la propagación del gusano cortador occidental, como por ejemplo el cambio climático (Hutchison et al., 2011), pero aún no han proporcionado evidencia de estas teorías. En contraste, el mecanismo de sustitución de plagas ha sido bien documentado.

La contra estrategia empleada por la industria ha implicado la combinación de varias toxinas en los cultivos genéticamente modificados. SmartStax contiene tres toxinas (Cry1A105, Cry2Ab2 y Cry1F) que repelen la oruga de insectos plaga pertenecientes

a la familia de las mariposas (*Lepidoptera*), y que dañan las plantas sobre la tierra. La toxina Cry1F está diseñada particularmente para proteger los cultivos del gusano cortador occidental (*Stiacosta albicosta*), por lo menos mientras que las plagas no se adaptan a esta toxina.

Pero aún si el gusano cortador occidental pudiera ser controlado cultivando SmartStax, la agricultura estadounidense enfrentaría la propagación del gusano cortador del frijol. Habiendo encontrado un ambiente favorable para la propagación en una escala masiva en los campos de maíz, la plaga también se está propagando, en las regiones afectadas, en los campos cultivados con frijoles. Como resultado, mayores medidas deben ser tomadas en estos campos para combatir la plaga y por lo tanto más insecticidas deben ser aplicados (Michel *et al.*, 2010).

El gusano de la raíz del maíz: ¿una amenaza aún mayor como resultado del maíz Bt?

Se están encontrando problemas similares con plagas que dañan las plantas por debajo de la tierra. Diversas publicaciones muestran que el gusano de la raíz del maíz (*Diabrotica virgifera virgifera*) se está adaptando cada vez más al maíz Bt. Estos estudios han demostrado la rápida propagación del gusano de la raíz del maíz resistente al pesticida en regiones donde se cultiva maíz genéticamente modificado (Gassmann *et al.*, 2011; Gray, 2011).

Es de particular interés que las plagas podrían convertirse en una amenaza aún mayor como resultado de los cultivos genéticamente modificados. Un estudio realizado por un laboratorio estadounidense (Oswald *et al.*, 2012) ha mostrado que el maíz genéticamente modificado podría contribuir a la propagación aún más veloz de los insectos plaga. De acuerdo a los resultados del estudio, el desarrollo larvario en insectos resistentes se acelera y más insectos plaga se producen en menores espacios de tiempo. Esto puede provocar que los insectos plaga se propaguen aún más rápidamente en los campos, como resultado del cultivo de maíz Bt.

3.3 Costos y beneficios para los agricultores de los cultivos genéticamente modificados

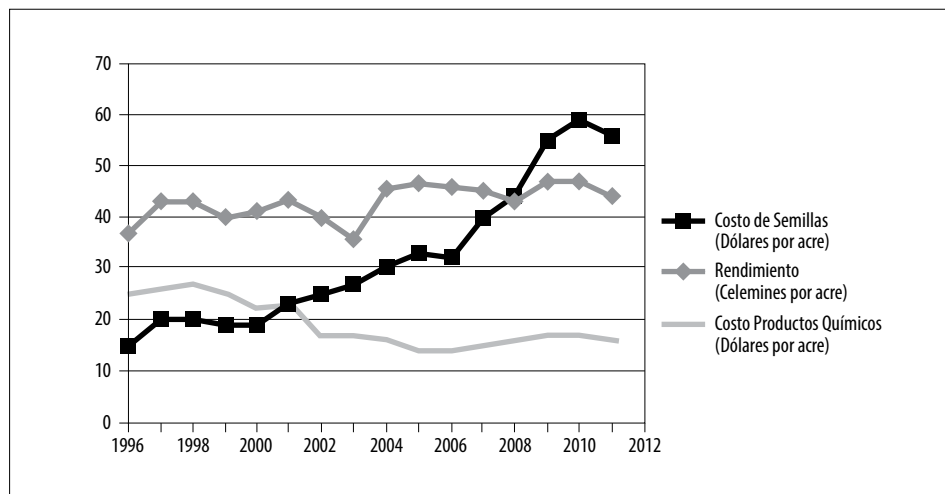
Según Brookes and Barfoot (2012), los cultivos genéticamente modificados se elaboran para asegurar cosechas significativamente mayores y rendimientos económicos más lucrativos. Sin embargo, éstas y otras percepciones son engañosas. Ellas no realizan distinción entre el aumento en rendimiento alcanzado como resultado de la manipulación genética y aquel como resultado de otras razones. En la realidad, los rendimientos agrícolas estadounidenses han aumentado en años recientes ya que los precios de las cosechas obtenidos por los agricultores se han incrementado. Estos

precios más altos se pueden atribuir a acontecimientos como mayor demanda de cultivos para fabricar agrocombustibles o menores rendimientos de cosechas globales y los resultantes incrementos en precios para materias primas agrícolas.

Sin embargo, la información oficial del Departamento Estadounidense de Agricultura (USDA-siglas en inglés)⁹ en relación a los cultivos genéticamente modificados, no apunta ni a crecientes rendimientos en las cosechas ni a ninguna reducción significativa en el costo de los químicos para pesticidas. Por el contrario, el precio de las semillas ha crecido significativamente.

Los gráficos siguientes proveen un esquema de los rendimientos de las cosechas y precios de semillas y pesticidas para maíz, soja y algodón entre 1996 y 2011. Cuando se interpretan estas cifras, se debe tener en cuenta que los precios del glifosato han caído desde el vencimiento de una patente perteneciente a Monsanto. Los leves ahorros hechos en los costos de pesticidas no deberían ser atribuidos al uso de menores cantidades de herbicidas, sino a más bajos precios de pesticidas como Roundup.

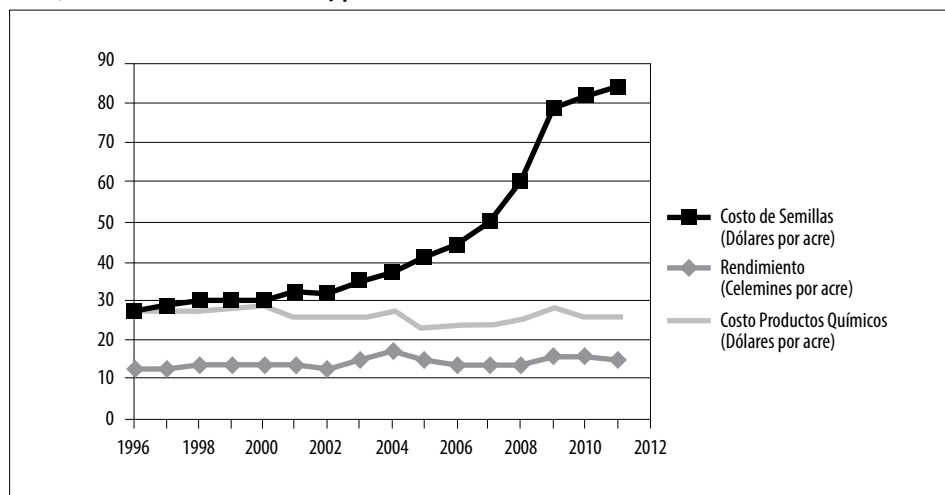
Figura 9: Evolución de costos de semillas, costos de químicos y rendimientos para cultivos de SOJA en los EE. UU. 1996-2011



Fuente: información de USDA.

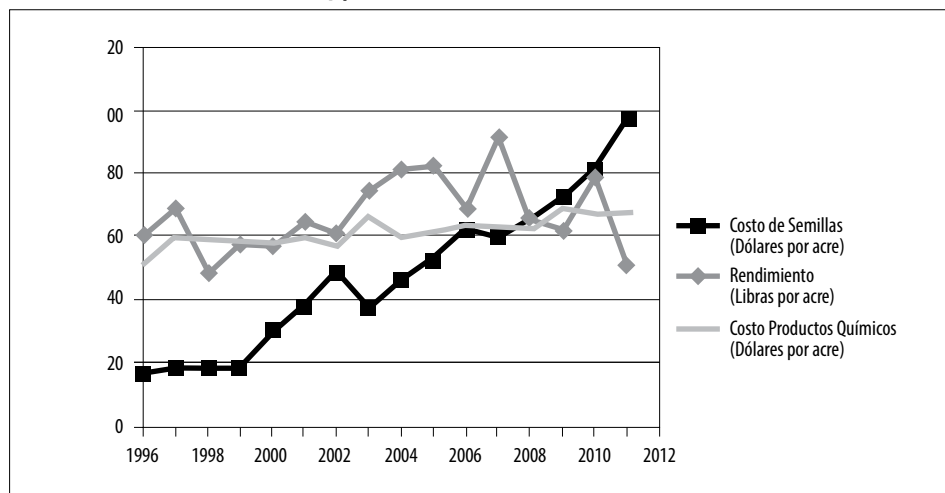
9 <http://www.ers.usda.gov/Data/CostsAndReturns/testpick.htm>

Figura 10: Evolución de costos de semillas, costos de químicos y rendimientos (valores equivalentes al 10% de los rendimientos reales) para cultivos de MAÍZ en los EE. UU. desde 1996-2011



Fuente: información de USDA

Figura 11: Evolución de costos de semillas, costos de químicos y rendimientos (valores equivalentes al 10% de los rendimientos reales) para cultivos de ALGODÓN en los EE. UU. desde 1996-2011



Fuente: información de USDA

La información no nos permite verificar que los rendimientos hayan aumentado o que se hayan producido efectos de ahorro significativos desde la introducción de semillas genéticamente modificadas. Por el contrario, sus costos han crecido significativamente.

De acuerdo con Benbrook (2010a), los costos de las semillas genéticamente modificadas han aumentado considerablemente más que los precios de las semillas convencionales:

“Al marcado aumento en el costo por hectárea de semillas resistentes a herbicidas se le debe agregar los mayores costos de herbicidas mencionados arriba, para reflejar por completo los costos agregados asociados con la tecnología RH (resistente a herbicidas). El costo del celemin de semilla de soja convencional no GM aumentó durante la era de la GM de \$14.80 en 1996 a \$33.70 en 2010, mientras que el del celemin de soja GM costaba, en promedio, \$49.60 en 2010 (toda la información de los precios de las semillas fue obtenida de la base de datos de USDA) [33] Por consiguiente, el costo de la soja GM en 2010 fue un 47% mayor por celemin que el de las semillas no GM. En el caso del maíz, los precios de las semillas convencionales escalaron de \$26.65 por acre plantado en 1996 a \$58.13 en 2010. El costo promedio de semilla de maíz GM por acre en 2010 era de \$108.50, con algunas variedades vendiéndose por arriba de los \$120 por acre plantado. Como resultado, los costos de las semillas de maíz por acre eran alrededor del doble de los costos de las semillas convencionales.”

Una publicación anterior realizada por Brookes y Barfoot (2008) muestra que el costo adicional de las semillas en cultivos productores de insecticida superó el ahorro año tras año en el costo de pesticida en el período 1996-2006, ya que en ese período el costo de la semilla había aumentado significativamente una vez más.

Apéndice 1. Ejemplos de ingreso en las explotaciones agrícolas Aplicación de la metodología

Figura 12: De acuerdo a Brookes y Barfoot (2008), los agricultores estadounidenses han hecho ahorros en los costos de insecticidas, pero esto no compensó los costos adicionales de las semillas (ver columna 5, "Ahorro en costos (neto posterior al costo en tecnología)").

Impacto del uso de maíz MG RI en los ingresos a nivel de explotaciones agrícolas en EE.UU., 1996							
Año	Precio de maíz a nivel de explotaciones agrícolas (\$/tonelada)	Rendimiento de base (toneladas/hectárea)	Ahorro en costos de insecticidas	Ahorro en costos (neto posterior al costo en tecnología)	Aumento neto en el margen bruto de ingresos en explotación	Área de maíz GM RI (millones de hectáreas)	Aumento en el ingreso en las explotaciones a nivel nacional (millones de dólares)
1996	107.0	7.18	24.71	-9.21	29.20	0.300	8.76
1997	98.6	7.52	24.71	-9.21	28.81	2.446	70.47
1998	76.0	8.38	20.30	-4.80	27.04	6.196	167.58
1999	72.0	8.42	20.30	-4.80	25.51	8.111	206.94
2000	73.0	8.51	22.24	-6.74	24.32	6.117	148.77
2001	78.0	8.59	22.24	-6.74	26.76	5.821	155.87
2002	93.0	8.06	22.24	-6.74	30.74	7.822	240.45
2003	87.0	8.80	22.24	-6.74	31.54	9.225	291.00
2004	81.1	9.91	15.88	-6.36	33.82	10.714	363.41
2005	78.7	9.13	15.88	-1.42	34.52	11.584	399.91
2006	119.3	9.59	15.88	-1.42	55.78	12.679	707.23

4. Impacto en el mercado de semillas

El aumento en el costo de las semillas se debe, por un lado, a un sobreprecio por tecnología que las empresas recargan al valor de sus semillas GM patentadas. Los mercados de semillas de maíz y soja se encuentran altamente concentrados y, por lo tanto, la mayoría de sus competidores han sido excluidos. De esta manera, las empresas de biotecnología pueden en gran medida establecer los precios de las semillas, según consideren adecuado.

De acuerdo al grupo de expertos ETC (ETC, 2011) la empresa estadounidense Monsanto, líder del mercado en la venta de semillas genéticamente modificadas, controla actualmente un 27% del mercado global de semillas (GM o no-GM). En segundo lugar se encuentra la empresa estadounidense Dupont y ambas suman una cuota de mercado del 44%. Ninguna produce semillas de manera convencional y se incorporaron al mercado semillero cuando la modificación genética comenzó a brindar nuevas oportunidades para controlar los mercados a través de las patentes (OECD, 1992).

En Estados Unidos el rubro semillero de soja y de maíz, particularmente, está controlado por unas pocas empresas. De acuerdo con Hubbard (2009), Monsanto controlaba un 60% del mercado de semillas de maíz en grano de Estados Unidos en 2008, seguida por Dupont con un 30% y la empresa suiza Syngenta en tercer lugar, con un 10% aproximadamente. Alrededor de un 80% de los campos estaban sembrados con maíz genéticamente modificado de Monsanto.

Figura 13: Las diez corporaciones semilleras más importantes del mundo

Empresa	2009 – Ventas de semillas en millones de dólares	% de cuota de mercado
1. Monsanto (EE. UU.)	7.297	27%
2. DuPont (EE. UU.)	4.641	17%
3. Syngenta (Suiza)	2.564	9%
4. Groupe Limagrian (Francia)	1.252	5%
5. Land O' Lakes/Winfield Solutions (EE. UU.)	1.100	4%
6. KWS AG (Alemania)	997	4%
7. Bayer Cropscience (Alemania)	700	3%
8. Dow Agrosciences (EE. UU.)	635	2%
9. Sakata (Japón)	491	2%
10. DLF – Trifolium A/S (Dinamarca)	385	1%
Total Top Ten	\$ 20.062	73%

Fuente: ETC, 2011

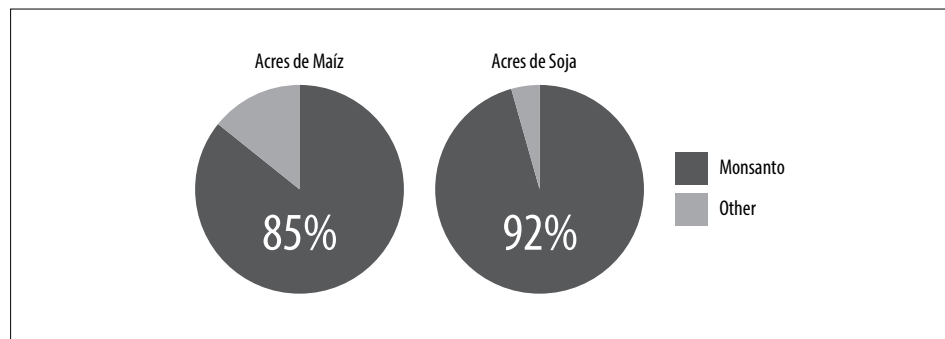
Los agricultores estadounidenses a menudo carecen de alternativas reales para la compra de semillas, debido al escaso número de proveedores. En particular, la elección de variedades de semillas no-GM ha sido mucho más limitada en los últimos años, tal cual se ha indicado en Binimelis *et al.* (2012).

Tabla 2: Número de variedades de cultivo de maíz GM y no-GM en EE. UU.

Maíz	Cantidad de variedades en 2005	Cantidad de variedades en 2010	Variación de porcentajes (2005 – 2010)
Variedades genéticamente modificadas	5.695	6.079	+ 6,7%
Variedades convencionales	3.226	1.062	- 67%

Fuente: Binimelis *et al.* (2012) / Monsanto

Figura 14. Cuotas de mercado de soja y de maíz de Monsanto en Estados Unidos y porcentaje de superficie cultivada con semillas de Monsanto en 2008 (las semillas genéticamente modificadas también se venden por otras compañías conforme a un acuerdo de licencia)

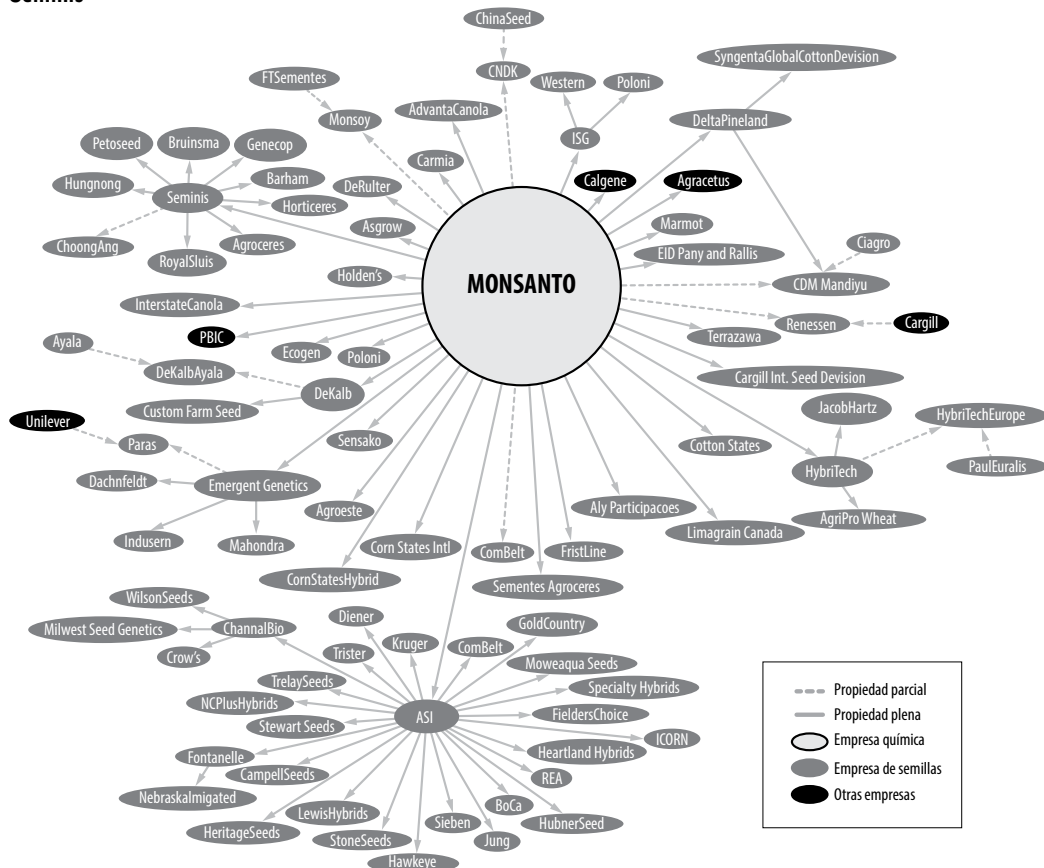


Fuente: Hubbard, 2009.

La falta de competencia entre las pocas grandes empresas que dominan el mercado, las cuales a menudo terminan realizando acuerdos de licencias entre sí (Howard, 2009), contribuye a elevar aún más los precios. El aumento en los precios de las semillas se debe también a la introducción de “stacked events” como el maíz SmartStax, debido a que los agricultores pagan montos más elevados por la combinación de rasgos técnicos.¹⁰ La superioridad de Monsanto en el mercado se debe a que ha adquirido empresas semilleras tradicionales y de biotecnología. Howard (2009) provee una descripción del imperio Monsanto, la cual indica claramente que la empresa no está interesada sólo en la soja, el maíz en grano y el algodón, sino también en la horticultura.

¹⁰ http://www.organic-center.org/reportfiles/Seeds_Final_11-30-09.pdf

Figura 15: Red de empresas de Monsanto. La empresa posee grandes productores de maíz en grano, tal como Dekalb, como así también la empresa productora de hortalizas más grande del mundo, Seminis



Fuente: Howard, 2009.

Las empresas como Monsanto también impiden que los agricultores utilicen las semillas de sus propias cosechas para replantaciones. Howard (2009) sostiene que la cantidad de semillas que los agricultores utilizan para replantar disminuyó de un 63% en 1960 a un 10% en 2001. El Centro de Seguridad Alimentaria de Estados Unidos ha documentado más de 100 casos en los cuales los agricultores son acusados por Monsanto de violar sus patentes (Center for Food Safety, 2005). Según informó la agencia de noticias Bloomberg, Dupont planea enviar detectives privados a los campos de los agricultores.¹¹

¹¹ <http://www.bloomberg.com/news/2012-11-28/dupont-sends-in-former-cops-to-enforce-seed-patents-commodities.html>

5. Impacto en los productores de cultivos no-GM

Los cultivos genéticamente modificados causan contaminación de la cadena alimenticia periódicamente en Estados Unidos. Los datos que avalan esta información se refieren principalmente a aquellos relacionados con contaminación por productos no autorizados debido a que no existe ningún requisito de etiquetado para la comida en Estados Unidos.

En un informe realizado por la Oficina de Rendición de Cuentas del Gobierno (GAO) de Estados Unidos, en noviembre de 2008, se mencionan seis casos conocidos de variedades genéticamente modificadas no autorizadas. El mismo estima los daños resultantes (para Estados Unidos únicamente) en miles de millones de dólares.

Tabla 3: Descripción de casos de contaminación por cultivos genéticamente modificados de alto impacto en EE. UU.

AÑO	PRODUCTO	CULTIVO	RASGO
2000	StarLink	Maíz en grano	Producción de insecticidas y tolerancia a herbicidas
2002	Prodigene	Maíz en grano	Proteína farmacéutica
2004	Syngenta Bt10	Maíz en grano	Producción de insecticidas
2006	Liberty Link Rice 601	Arroz	Tolerancia a herbicidas
2006	Liberty Link Rice 604	Arroz	Tolerancia a herbicidas
2008	Event 32	Maíz en grano	Producción de insecticidas

Fuente: GAO, 2008.

“StarLink” es una variedad de maíz en grano que produce un insecticida Bt (Cry9c), el cual se sospecha que es potencialmente alergénico, ya que la toxina se descompone de manera lenta durante el proceso digestivo. En el año 2000 los precios de los cultivos disminuyeron en un 6 % y se suprimieron las exportaciones a Japón, la Unión Europea, Asia y Medio Oriente, debido a la contaminación con StarLink. Esto generó pérdidas de aproximadamente quinientos millones de dólares para los productores de maíz en grano de Estados Unidos que no habían realizado los cultivos con StarLink (Carter & Smith 2003). Se estima que la contaminación con StarLink le costó alrededor de un billón de dólares a la economía estadounidense en 2001 (Macilwain 2005). Dicha contaminación también fue detectada en muchos otros países.

El daño económico que causó la contaminación por arroz genéticamente modificado producida por Bayer (Arroz Liberty Link) fue igualmente alto. Como resultado de la contaminación de semillas producida, Bayer fue forzada a pagar alrededor de 750 millones de dólares en multas a los productores de arroz estadounidenses, en 2011.

Los agricultores orgánicos de Estados Unidos y de Europa que realizan cultivos no-GM se encuentran afectados de igual manera por esta situación. A menudo sufren pérdidas económicas como resultado de la contaminación originada por cultivos GM. Sin embargo, los reclamos por daños no han tenido efecto alguno hasta el momento. A modo de ejemplo, en febrero de 2012 una corte de New York rechazó un reclamo por daños presentado por un agricultor orgánico¹². Además, en EE. UU. las demandas a favor de la protección de los agricultores que no cultivan plantas genéticamente modificadas son cada vez más recurrentes. En noviembre de 2012, una Comisión del Departamento de Agricultura de Estados Unidos recomendó estudiar de manera sistemática las posibilidades de realizar pagos compensatorios (USDA, Informe AC21, 2012).

12 <http://www.prwatch.org/news/2012/03/11326/rampant-gmo-contamination-unchecked-judge>

6. Impacto en los consumidores

La inserción de cultivos genéticamente modificados en el mercado violó una regla implícita de la manufactura alimenticia. En lugar de utilizar procesos de prueba y validación tradicionales, basados en los más altos estándares de seguridad posible, los campos de los agricultores se transformaron en laboratorios y los consumidores en conejillos de India.

Las etiquetas de los alimentos no informan a los consumidores acerca del uso de semillas genéticamente modificadas. En un intento por evitar cumplir con cualquier requisito específico de etiquetado de alimentos genéticamente modificados, en el año 2012 industrias como Dow Chemical, BASF, Cargill, PepsiCo, Coca Cola, Monsanto, Syngenta y Bayer invirtieron 46 millones de dólares para impedir que los ciudadanos realicen una petición para que se establezca un sistema de etiquetado.¹³

La falta de dicho sistema significa que no existe diferenciación entre los productos disponibles en el mercado. Mientras que, en la UE es un estándar no usar productos derivados de plantas genéticamente modificadas en productos alimenticios convencionales, los consumidores estadounidenses deben recurrir a productos orgánicos o regionales para evitarlos.

Esto, a su vez, afecta a la práctica agrícola. Los consumidores, mediante sus decisiones de compra no pueden entregar señales económicas para cambiar las tendencias negativas del desarrollo del sector agrícola.

6.1 Nuevos riesgos: ausencia de monitoreo de los efectos en la salud

Uno de los efectos no intencionales de la modificación genética es que las plantas pueden producir compuestos no deseados y sustancias biológicamente activas, dependiendo de las condiciones medioambientales. Es posible que sean sustancias anti-nutritivas que afecten la metabolización de los componentes alimentarios durante la digestión o metabolitos secundarios que puedan impactar de manera negativa en la salud.

¹³ http://www.nytimes.com/2012/11/08/business/california-bid-to-label-genetically-modified-crops.html?_r=0

Como resultado de la modificación genética, también ingresan a la cadena alimentaria nuevas combinaciones de ADN, las cuales pueden luego ser transmitidas a los animales a través de su alimento. Por ejemplo, se han observado dichas combinaciones en la leche de cabra (Tudisco *et al.*, 2010), en los cerdos (Mazza, *et al.*, 2005; Sharma *et al.*, 2006) y en los peces (Chainark, 2008; Ran *et al.*, 2009). Mientras que los efectos de estos fragmentos de ADN y su actividad biológica han sido ampliamente debatidos, en 2011 surgió un nuevo e inesperado riesgo. Se demostró que las llamadas moléculas de micro-ARN (miARN), las cuales son importantes en términos de la regulación de la expresión genética, se transmiten de las plantas a los animales (en los cuales pueden seguir biológicamente activos). Es decir, interfieren en la regulación natural de la expresión genética en las células de los mamíferos (Zhang *et al.*, 2011).

Los pequeños fragmentos de ARN son tan estables que incluso pueden sobrevivir en los alimentos calentados. Todavía no se ha establecido el grado de impacto que esto tiene en el análisis de riesgos de los cultivos genéticamente modificados. El consumo de alimentos transgénicos puede ocasionar la transmisión de nuevos componentes biológicamente activos (como el miARN) a los humanos y a los animales, y puede interferir en la regulación de la expresión genética.

No se puede llevar a cabo una evaluación definitiva de los múltiples riesgos de manera completa. Por lo tanto es importante examinar en detalle los efectos del consumo de alimentos GM luego de haber recibido autorización del mercado. Sin embargo, como en el mercado de alimentos de Estados Unidos no se requiere etiquetado ni se realiza trazabilidad de los productos, se anulan las posibilidades de recolectar información acerca de su impacto potencial en la salud. En el año 2005 la Comisión Europea declaró que, sobre la base de información disponible, era posible excluir la posibilidad de que exista una conexión entre el consumo de dichos productos alimenticios y los síntomas asociados con enfermedades graves, pero que era imposible asegurar hasta qué punto las mismas aumentaban el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas como el cáncer o las alergias:

“En lo que respecta a la seguridad alimentaria, si bien se ha descubierto que algunos productos GM son seguros y han sido aprobados a gran escala... la falta de control general y por ende de información de exposición y de evaluación, indica que no se dispone de ningún tipo de datos acerca del consumo de estos productos (quién ha comido qué y cuándo)... Al no haber datos de exposición de las condiciones crónicas habituales, como la alergia y el cáncer, no hay forma de asegurar si la introducción de productos GM ha tenido algún otro efecto en la salud humana”. (Comisión Europea, 2005).

6.2 Aumento de la exposición a residuos de herbicidas

Los consumidores se encuentran expuestos a otra clase de pesticidas a través de los cultivos genéticamente modificados. Los cultivos son tolerantes a ciertos herbicidas como el glifosato, y los residuos y metabolitos de dichos herbicidas son una característica permanente en el producto alimenticio final. Rara vez se encontraba este tipo específico de residuos antes de que aparecieran los alimentos genéticamente modificados. Por lo cual, la modificación genética de las plantas ha conducido a la exposición permanente de dichos alimentos a ciertos residuos de pesticidas a escala sin precedentes. Además, la adaptación de las malezas a pesticidas como el glifosato significa que en el futuro habrá una mayor cantidad de residuos en los alimentos. El nivel máximo autorizado de residuos de glifosato ya es muy elevado (en la soja puede llegar a 20 mg/kg).

Los pesticidas como Roundup a menudo contienen, además, aditivos tales como la amina de sebo polietoxilado (POE), cuyo fin es procurar que los cultivos logren una mejor absorción de las toxinas y -de esta manera- potenciar su eficacia. Las aminas de sebo son mucho más tóxicas que el glifosato y su uso ha sido restringido de manera significativa en la agricultura alemana¹⁴, no así en Estados Unidos.

A pesar del vasto uso de pesticidas en los cultivos transgénicos, es asombrosa la falta de información relacionada con el control residual. Según Kleter *et al.* (2011) no existen prácticamente datos sobre los niveles residuales en los cultivos GM:

“Si bien se ha utilizado la información referida a los niveles residuales para establecer la tolerancia de los cultivos mencionados anteriormente a los residuos de los herbicidas, sería interesante comparar este nivel de tolerancia con las mediciones que se realizan en los alimentos elaborados comercialmente. Al parecer, los programas de monitoreo de residuos de pesticidas centralizados y federales de la Unión Europea, Estados Unidos y Canadá no realizan ningún tipo de medición de los herbicidas de interés en los alimentos provenientes de los cultivos agrícolas en cuestión”.

Teniendo en cuenta que debido a la adaptación de las malezas al glifosato, éste se aplica con mayor frecuencia y hacia el final del período de vegetación, los expertos como Benbrook (2012a) estiman que en el futuro los consumidores estarán cada vez más expuestos a los residuos de pesticidas:

¹⁴ http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/05_Fachmeldungen/2010/psm_anwendungsbestimmungen_tallowamin-Mittel.html

“Se cree que habrá un aumento del riesgo de impacto en la salud pública a raíz del uso más intensivo de herbicidas, en especial las aplicaciones realizadas a fines de temporada en variedades de cultivo resistentes a herbicidas... Estas aplicaciones serán más propensas a dejar residuos en ensilados y forrajes. Como resultado, los residuos de herbicidas en la leche, en la carne y en otros productos animales podrían volverse más recurrentes”.

La Agencia de Seguridad Alimenticia Europea (EFSA) asume que ciertos residuos se pueden encontrar regularmente en el torrente sanguíneo humano, a pesar de que existen muchas otras maneras de entrar en contacto con las toxinas, además del consumo de alimentos GM (2011). En una revisión de una publicación canadiense que afirmaba que los residuos y los metabolitos de glifosato (como el MPPA) también se habían encontrado en el torrente sanguíneo de mujeres embarazadas (Aris & LeBlanc, 2011), EFSA señala que tales resultados no son inesperados:

“Desde la perspectiva de la salud del consumidor, no son inesperadas las observaciones señaladas por los científicos acerca de la presencia de glifosato y glufosinato en la sangre de mujeres no embarazadas (5% y 18% de los sujetos, respectivamente)[...] y de 3-MPPA en mujeres no embarazadas, embarazadas y en la sangre del cordón umbilical. Se sabe que por lo general el tracto gastrointestinal absorbe bien los pesticidas y que es factible una exposición a los dos herbicidas investigados mediante el consumo de productos alimentarios”.

Una exposición constante a los residuos de pesticidas (incluso en pequeñas cantidades) puede ocasionar metabolismo hormonal, obstaculizar el desarrollo embrionario e influir en la división celular y el crecimiento del cáncer. Se ha publicado toda una serie de artículos sobre glifosato y mezclas de glifosato que indican que tales efectos son posibles (ver descripción Then, 2011). Es materia de preocupación que, según el Instituto Alemán para la Evaluación de Riesgos (BfR 2012), en Francia sólo se haya realizado un único estudio a largo plazo sobre un producto Roundup que ya se encuentra disponible en el mercado (Seralini *et al.*, 2012). Las mezclas de pesticidas que están a la venta contienen un mayor número de aditivos (tal como la amina de sebo). Las pruebas de aceptación sólo analizan la sustancia en su estado puro (glifosato) cuando en la práctica nunca se aplican de esta forma. Una evaluación realista de los riesgos de salud asociados con la exposición a estas mezclas de pesticidas a largo plazo parece no ser viable en este momento. Al parecer es de extrema urgencia la realización de futuros estudios. La investigación de Seralini *et al.* (2012) destacó un riesgo de salud significativamente mayor para las ratas que estuvieron expuestas a niveles bajos de Roundup a lo largo de su vida.

La exposición constante a los residuos de herbicidas como el glifosato también puede impactar de manera indirecta en la salud. Por ejemplo, puede causar cambios en la flora intestinal de los humanos, lo cual puede aumentar el riesgo de desarrollo de enfermedades. Se cree que la aplicación de glifosato puede ocasionar cambios en la composición de la flora microbiana del suelo (ver por ejemplo EFSA, 2012). El glifosato también es efectivo contra ciertas bacterias tal como la *E. coli* (Forlani *et al.*, 1997; Carslile & Trevors, 1986), y en grandes concentraciones puede dañar la flora intestinal del ganado (Reuter *et al.*, 2007). Incluso en pequeñas dosis genera impacto en la flora microbiana del cerdo y reduce la cantidad de microbios beneficiosos. (Shebata *et al.*, 2012). Por consiguiente, es posible que la aplicación permanente de glifosato pueda producir cambios en la flora intestinal humana. Este riesgo aún no ha sido evaluado.

6.3 Residuos provenientes de insecticidas

Los residuos que persisten en los alimentos también incluyen a los insecticidas Bt. Se pueden encontrar alrededor de una docena de diferentes toxinas en los cultivos, especialmente en el maíz (*véase arriba*). Los insecticidas Bt sólo pretenden ser efectivos contra ciertos insectos en los cultivos GM y por ende son considerados inofensivos para los seres humanos y para el medio ambiente. Existen, sin embargo, algunas indicaciones de que esta toxina tiene un impacto más amplio de lo que se creía en un principio. Se han observado sus efectos en organismos en los cuales se suponía que la misma no generaría ningún impacto (Lövei *et al.*, 2012), e incluso las células humanas reaccionan a la toxina (Mesnage, 2012). También se han observado interacciones con otras sustancias, las cuales tienen como efecto aumentar la potencia del insecticida (descripción: Then, 2010b). Sin embargo, las interacciones entre los distintos insecticidas, los residuos de pesticidas y otros componentes (como las enzimas y las sustancias alergénicas) aún no han sido realmente estudiados.

La toxicidad de las toxinas Bt también puede variar ampliamente. La actividad biológica de estas sustancias puede cambiar como resultado de sólo unas pequeñas divergencias en la estructura proteica. La potencia de las toxinas Bt puede ser mucho mayor de lo esperado según el fabricante, aún cuando la actividad biológica sea la misma (Saeglitz *et al.*, 2008). No se han realizado estudios exhaustivos al respecto ni se han desarrollado métodos estandarizados para determinar, con certeza, el contenido de toxina de estas sustancias (Székács *et al.*, 2011).

6.3 Riesgo de las reacciones del sistema inmunológico

En muchas ocasiones los estudios han demostrado que los cultivos GM pueden desencadenar reacciones del sistema inmunológico, las cuales se han observado en peces (Sagstad *et al.*, 2007), cerdos (Walsh *et al.*, 2011), ratones (Finamore *et al.*, 2008, Adel-Patient *et al.*, 2011) y ratas (Kroghsbo *et al.*, 2008), sólo por mencionar algunos ejemplos. Incluso Monsanto (Monsanto, 2011) menciona en su revisión de la bibliografía actual que la toxina Bt en cultivos GM produce reacciones en el sistema

inmunológico de los ratones (Adel-Patient *et al.*, 2011) y cabe suponer que las proteínas Bt contribuyen a que esto se produzca. Es sabido que muchas proteínas bacteriales causan reacciones del sistema inmunológico. Algunas toxinas Bt (como la Cry1Ac) son utilizadas como adyuvantes en las vacunas, debido al efecto fortalecedor que poseen sobre el mismo.

Sería arriesgado incorporar también a las proteínas Bt (como la Cry1Ac) a la soja (ver Testbiotech, 2012) ya que la misma contiene por naturaleza un gran número de proteínas que pueden causar alergias. Estas reacciones alérgicas podrían ser exacerbadas si se combinan con toxinas Bt. También se han detectado sustancias alérgicas en los cultivos. Sin embargo, es posible que el efecto inmuno-fortalecedor de las toxinas Bt también impacte sobre otros componentes alimenticios que podrían ser absorbidos conjuntamente.

Para poder realizar una evaluación de riesgo alérgico, las toxinas Bt son sujetas a las llamadas pruebas de digestión. Dichas pruebas miden el tiempo en que tardan las proteínas en descomponerse en el ácido estomacal artificial. Las mismas sugieren que las toxinas Bt (como la Cry1Ac), las cuales están autorizadas para el uso en cultivos GM, se descomponen rápidamente y por lo tanto sólo permanecen en el tracto gastrointestinal por un período corto. En dicho caso el sistema inmune del cuerpo casi no tendría tiempo de reaccionar a la toxina. Sin embargo, Walsh *et al.* (2011) realizó pruebas en cerdos bajo condiciones reales y observó que un 80% de Cry1Ac permaneció en el intestino grueso de los cerdos. Esto demostró que las proteínas Bt son mucho más estables bajo condiciones reales que lo que por el contrario se asumía en función de los resultados de las pruebas de digestión. Como resultado, los riesgos relacionados con el desarrollo de enfermedades inmunes han sido evaluados de manera incorrecta. El trabajo de Walsh *et al.* no es el único que ha demostrado estos riesgos, ya que en el año 2003 Chowdhury *et al.* exhibió resultados similares.

Cuando en el año 2000 se puso de manifiesto el caso de contaminación de cultivos StarLink, las autoridades se enfrentaron con el problema de que estos cultivos producían una toxina Bt que en teoría no se descomponía rápidamente en el sistema digestivo. Con el objetivo de evitar riesgos en los consumidores, desde un primer momento sólo se autorizó el uso de estos cultivos en los alimentos para animales, pero cuando posteriormente fueron detectados en los alimentos para humanos, la industria debió lanzar una costosa operación para retirar el producto (véase arriba). En función de los estudios realizados por Chowdhury *et al.* (2003) y Walsh *et al.* (2012) se teme que el riesgo de StarLink también sea relevante para los cultivos Bt, los cuales hace muchos años que han sido autorizados para la producción alimenticia.

7. Impacto sobre el medio ambiente

Las consecuencias ambientales son múltiples. Muchas de ellas se relacionan al hecho de que el cultivo de cosechas tolerantes a los herbicidas hace posible el incremento de la aplicación de los mismos. Además, puede decirse que la descontrolada propagación de cultivos GM ya está encaminada.

7.1 Cultivo de cosechas resistentes a herbicidas

Hasta el momento, el cultivo de cosechas tolerantes a herbicidas ha tenido un nefasto impacto en el medio ambiente. Los cultivos GM hacen posible, en particular, la pulverización con glifosato a gran escala sobre amplios campos de soja, maíz, remolacha de azúcar, canola y algodón, lo que ha llevado al surgimiento y propagación de malezas resistentes a herbicidas. La ingeniería genética es una fuerza motriz detrás del desarrollo de sistemas de producción agrícola poco sustentables, que ha llevado a un incremento del impacto negativo sobre el medio ambiente. Esta afirmación es particularmente importante ya que los cultivos GM fueron introducidos inicialmente sobre la base del argumento de que ellos permitirían que la cantidad de pulverización sobre los cultivos sea reducida. Tanto los agricultores como el medio ambiente son afectados en igual medida por este fenómeno.

Dado que el herbicida que es pulverizado en proporciones importantes de las hojas se esparce hasta el tallo y, desde allí, se filtra hasta la punta de los mismos en la tierra (FAO, 2005, Cakmak *et al.*, 2009), la vida del suelo y, sobre todo, la simbiosis entre las bacterias fijadoras de nitrógeno y las raíces de los cultivos se ve alterada. Esto impacta en el suministro de nitrógeno de las plantas, (Zablotowicz & Reddy, 2007, citado por PAN AP, 2009, ver también Druille *et al.*, 2012) y en la absorción de minerales, tales como manganeso y zinc (Cakmak *et al.*, 2009; Johal & Huber 2009). Resumiendo, la fertilidad del suelo está decreciendo como resultado del incremento de la aplicación de glifosato y los cultivos se están volviendo más susceptibles a enfermedades (Johal Huber, 2009, Bott *et al.*, 2008). Esta mayor exposición puede causar enfermedades fungosas. La descomposición del glifosato en la tierra puede ser demorada como resultado del cultivo concomitante de cosechas productoras de insecticida (Accinelli *et al.*, 2004) o por la aplicación de herbicidas adicionales (Tejada, 2009, citado por PAN AP, 2009).

EFSa también cree que existe un problema en esta área. En su evaluación de cultivos de NK603, EFSa afirma (2009a):

“El glifosato también puede tener efectos en las comunidades microbianas del suelo, hongos micorrízicos y las poblaciones rizobianas que son importantes en el ciclo de nutrientes de las plantas (...) La consecuencia de esto podría ser que la aplicación de glifosato reduzca las poblaciones rizobianas, al menos temporalmente, y en consecuencia disminuyan las funciones y contribuciones microbianas del ecosistema del campo –principalmente en relación a la fijación del nitrógeno. Esto podría conducir al incremento de la aplicación de nitrógeno sintético con consecuencias para el medio ambiente, especialmente en el agua de escorrentía etc. (...) También, el uso del glifosato reduce significativamente la descomposición de los desechos del maíz aunque su efecto depende de la ubicación de los desechos.”

Este fenómeno también ha conducido a una reducción de la biodiversidad agrícola. Por ejemplo, la mariposa monarca, un ícono de la conservación de la naturaleza en EE. UU., migra entre EE. UU. y México, donde hiberna. Se ha observado que el tamaño de la población de mariposas que han llegado a México durante los últimos 10 años se ha reducido significativamente. Una razón de esto es que la presencia de cultivos forrajeros, importantes para las orugas (algunas especies de algodoncillos) ha declinado considerablemente. Los científicos estadounidenses, Pleasants & Oberhauser (2012), quienes han estudiado este fenómeno, escribieron lo siguiente:

“El tamaño de la población de invierno de mariposas monarca en México ha disminuido en la última década. Aproximadamente, la mitad de estas mariposas proviene de la región del Midwest de EE. UU. donde las larvas se alimentan de algodoncillos. Se ha producido un amplio declive de algodoncillos en los campos agrícolas del Midwest en la última década. Esta pérdida coincide con el incremento del uso de glifosato en conjunción con el aumento de las plantaciones genéticamente modificadas (GM) de maíz y soja tolerantes al glifosato. Investigamos si la disminución en el tamaño de la población de invierno puede ser atribuida al declive en la producción de monarcas, debido a la pérdida de algodoncillos en los campos agrícolas del Midwest. (...) Estimamos que ha habido una reducción de algodoncillos del 58% en el paisaje del Midwest y una reducción del 81% en la producción de monarcas en el Midwest desde 1999 hasta 2010. La producción de monarcas en el Midwest cada año se ha correlacionado efectivamente con el tamaño de la subsiguiente población de invierno en México. Todos estos resultados en conjunto sugieren fuertemente que la pérdida de algodoncillos es la causa principal de la reducción en la población de monarcas.”

Figura 16: Mariposa Monarca (*Danaus plexippus*)



Fuente: <http://de.wikipedia.org/wiki/Monarchfalter>

Además, es sabido que la aplicación de glifosato tiene efectos particulares en los ecosistemas acuáticos (FAO, 2000). El uso de pesticidas, aún en concentraciones pequeñas, puede tener efectos adversos en la vida acuática. Por ejemplo, la exposición por tiempo prolongado a bajas concentraciones del caracol de agua dulce (*Pseudosuccinea columella*) ha causado problemas reproductivos, no en la primera o segunda sino en la tercera generación de descendientes (incremento en el número de embriones deformes, Tate *et al.* 1997, citado por PAN AP, 2009). Estudios en anfibios destacaron la significativa toxicidad. Los renacuajos de ranas y sapos (Relaya, 2005 a and b; Relaya 2012; Relaya & Jones, 2009) son tan sensibles a la presencia del glifosato en el agua como los embriones de las ranas (Paganelli *et al.*, 2010). De acuerdo a la información de EPA, el glifosato es una amenaza al hábitat de anfibios protegidos como la rana de patas rojas¹⁵.

Un estudio hecho por el Ministerio de Medio Ambiente en British Columbia, Canadá, llegó a la conclusión que los riesgos para los anfibios, debido a la aplicación de mezclas de glifosato, deben ser reevaluados. (Govindarajulu, 2008).

El producto Roundup y, en particular, el aditivo de amina de cebo POE, también resultaron ser tóxicos para moluscos de agua dulce (Bringolf *et al* 2007). El nivel de toxicidad de la amina de cebo POE en los peces ha sido registrado como 30 veces más alto que el nivel de glifosato presente en los mismos peces. (Servizi *et al.*, 1987, citado por PAN AP, 2009) .

¹⁵ http://www.epa.gov/oppsrrd1/registration_review/glyphosate/index.htm
www.regulations.gov/#!documentDetail;D=EPA-HQ-OPP-2009-0361-0003gov/#!documentDetail;D=EPA-HQOPP-2009-0361-0003

Una monografía de la Red de Acción Pesticida -Pesticide Action Network- PAN AP (2009) resume la amenaza al sistema acuático en los siguientes términos:

“El glifosato y/o el Roundup pueden alterar la composición de las comunidades acuáticas naturales, potencialmente desequilibrando el balance ecológico y aumentando la floración de algas dañinas. Puede tener impactos profundos en microorganismos, plancton, algas y anfibios a bajas concentraciones: Un estudio demostró una reducción del 70% en especies de renacuajos y un 40% de incremento en algas. Los insectos, crustáceos, moluscos, erizos de mar, reptiles, renacuajos y peces pueden ser todos afectados, con variaciones dramáticas en la vulnerabilidad de las especies dentro de cada grupo”

Se han observado efectos en otros niveles de la biodiversidad, como insectos, artrópodos y gusanos (PAN AP, 2009). EFSA también ha observado claros efectos ambientales cuando los cultivos resistentes a herbicidas son plantados a gran escala. Las autoridades sostienen que si el cultivo fuera autorizado en la UE, podrían aplicarse medidas apropiadas para prevenir estas repercusiones, pero no puede negarse que estos problemas existan en países donde cultivos tales como la soja Roundup Ready de Monsanto (soybean 40-3-2) es cultivada.

“El panel de EFSA GMO opina que los efectos potencialmente adversos al medio ambiente del cultivo de soja 40-3-2 están asociados con el uso complementario de regímenes de herbicidas basados en glifosato. Este potencial efecto adverso sobre el medio ambiente podría, bajo ciertas condiciones, comprender: (i) una reducción en la biodiversidad agrícola; (2) cambios en la comunidad de malezas debido a movimientos de las mismas; (3) la selección de malezas resistentes al glifosato; y (4) cambios en las comunidades microbianas del suelo.” (EFSA, 2012)

Los efectos negativos en los cultivos tolerantes al glifosato realmente afectan las áreas rurales en su conjunto, no solo la agricultura. Un estudio llevado a cabo en Mississippi e Iowa en 2007 y 2008 demostró que el glifosato estaba presente en la mayoría de las muestras tomadas de aire y agua de lluvia. (Chang *et al.*, 2011). Battaglin *et al.* (2011) identificaron glifosato en el 93 % de todas las muestras de suelo analizadas, 70 % de las muestras de agua de lluvia, 50 % de los ríos pequeños y 20 % de los lagos.

Un número de estudios establecieron un lazo entre la aplicación del glifosato y las enfermedades de los agricultores (PAN, 2009). Estudios de laboratorio en anfibios y embriones aviares condujeron a Paganelli *et al.* (2010) a advertir el posible riesgo para la salud de los seres humanos de este fenómeno.

Expertos de Estados Unidos, tales como Benbrook (2012a) y Mortensen (2012), advierten que el problema medio ambiental en áreas rurales podría empeorar drásticamente si cultivos resistentes a herbicidas, tales como el 2,4 D o Dicamba, son plantados.

7.2 Cosecha de cultivos productores de insecticida

Nunca antes en ningún lugar de la tierra tales monocultivos productores de insecticida han sido cultivados a gran escala. Pero aunque la toxina Bt natural sea considerada como significativamente más amigable para el medioambiente que el insecticida convencional, debe aplicarse el conocido principio que afirma que es la dosis lo que hace al veneno.

En realidad, los niveles de las toxinas en los campos también se incrementaron drásticamente como resultado de la presencia de cultivos tales como SmartStax. Los niveles de toxina producidos por los cultivos son muchas veces más altos que los liberados en los campos, por ejemplo, por cultivos como MON810 (que solo produce un insecticida). Mientras las hojas de los cultivos tales como MON810 normalmente contienen niveles de Bt cercanos al 30 µg/g (peso en seco) (Ver Lorch, A. & Then, C., 2007, EFSA, 2009b), los niveles de SmartStax son probablemente cercanos al 270-1600 µg/g (peso en seco) (Testbiotech, 2011). Benbrook (2012a) estima que el MON810 causa la liberación de cerca de 0.133 kg/hectárea de toxinas Bt en los campos comparado con más de 4 kg de Smartstax.

El impacto en el ecosistema, sobre y bajo tierra, como resultado de la exposición a largo plazo de la toxina no puede ser neutral. Existen discusiones sobre los efectos en orugas de mariposas protegidas, que son conocidas por ser sensibles al insecticida producido por los cultivos. Sin embargo, las consecuencias para otros organismos no-objetivo, como la vida del suelo, organismos acuáticos, insectos predadores y abejas son cuestionadas. (Lövei *et al.*, 2009; Lang & Otto, 2010).

Los asuntos pendientes respecto a los riesgos incluyen ciertos tipos de plantaciones de maíz, como su contenido de Bt, que puede fluctuar considerablemente dependiendo de las influencias medioambientales (Then & Lorch, 2008). Al evaluar la toxicidad de las toxinas Bt, se debe tener en cuenta el hecho de que su estructura es significativamente diferente de las variables naturales. Como resultado, su toxicidad puede ser mucho más alta y el espectro de la actividad más amplio (Hilbeck & Schmid, 2006; Then, 2010b). Además, aún no ha sido completamente explicada la exacta actividad de las toxinas (Pigott & Ellar, 2007). La estricta selectividad de las toxinas Bt todavía no ha sido empíricamente analizada en profundidad, por el contrario proviene de una teoría de actividad parcialmente actualizada. Los efectos negativos de la toxina Bt fueron, en cualquier caso, también observados en organismos que no pertenecen al grupo de larvas de mariposa. Resultados de estudios más recientes demuestran que las toxinas Bt están activas de maneras diferentes (Soberon *et al.*, 2009) y posiblemente también conllevan riesgos para mamíferos. Hilbeck *et al.* (2012) demostraron que la estricta selectividad de la toxina Bt en relación a organismos no-objetivo no puede ser prevista. Mesnage *et al.* (2012) fueron capaces de demostrar que al menos unas pocas toxinas Bt utilizadas en cultivos GM pueden tener efectos adversos en células humanas.

Las interacciones entre la toxina Bt y otras sustancias, como contaminantes, bacterias, enzimas de plantas o pesticidas, pueden causar un incremento en la potencia de las toxinas y un nivel bajo de selectividad (Then, 2010b). Tales efectos pueden tener impactos en el ecosistema y en la salud de humanos y animales. EFSA (2009b) también reconoce que posibles efectos combinatorios en relación a abejas, por ejemplo, conllevan riesgos.

7.3 Descontrolada propagación de organismos transgénicos en el medio ambiente

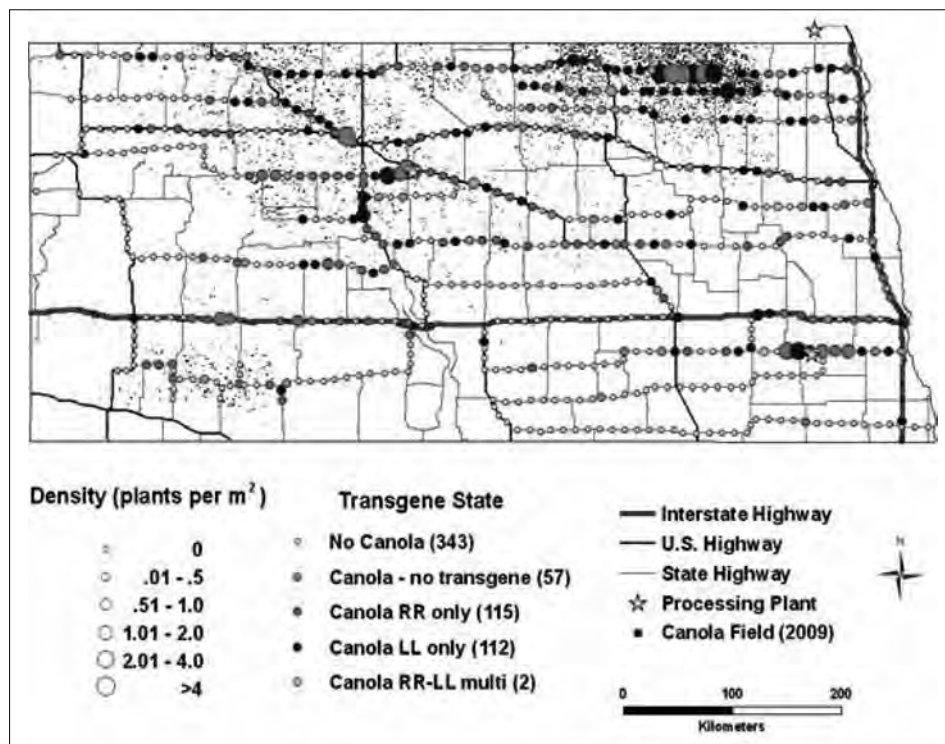
Varias regiones del mundo ya han experimentado la descontrolada propagación e irreversible liberación de cultivos GM.

En los Estados Unidos ha habido casos reportados de la descontrolada propagación de la canola. Estudios de campo conducidos por investigadores en la Universidad de Arkansas mostraron que la canola GM se ha esparcido más allá de los confines de los campos (Schafer *et al.*, 2011). La canola (especie *Brassica napus*) luego se hibrida con especies cercanas (*Brassica napa*) y se cruza con otros tipos de canola GM, dando como resultado que -fuera de los campos- nuevas y no probadas combinaciones de genes (eventos acumulados) son creadas conteniendo varias construcciones de ADN.

La canola tiene una propensión particular a propagarse descontroladamente. Sus semillas (los granos también son cosechados para la producción de aceite) pueden permanecer en la tierra por 10 años (letargo de semillas), sin perder su capacidad de germinación. El polen de los cultivos puede ser esparcido por el viento a kilómetros. La canola puede sobrevivir en el invierno en el hemisferio norte, crecer fuera de los confines de la tierra cultivable y propagarse por las rutas de transporte, tales como vías férreas o caminos de acceso a molinos de aceite, cuando los granos caen del contenedor durante el transporte.

Algunos expertos creen que la canola GM tolerante a herbicidas sólo se establecerá permanentemente en el ambiente si continúa siendo expuesta a los pesticidas que la han hecho resistente. Sin embargo, Warwick *et al.* (2008) han demostrado que la canola GM tolerante a los herbicidas se puede establecer en el ambiente por muchos años aunque los herbicidas ya no están allí para actuar como presión de selección. Más aún, la hibridación con especies relacionadas puede causar también efectos de heterosis inesperados, que llevan al incremento de la formación de semillas, por ejemplo.

Figura 17: Propagación de canola GM por las autopistas de Dakota del Norte, EE. UU. Estudios detectaron cultivos de canola transgénica que fueron tolerantes al glifosato (RR) y/o glufosinato (LL), incluyendo cultivos con combinaciones de ADN que no fueron autorizadas para la venta



Fuente: Schafer et al., 2011.

Es difícil predecir el alcance real del daño ocasionado por la propagación de los cultivos en el medio ambiente. Un cálculo posible podría hacerse sobre la base de una comparación con nuevas especies (neófitos) presentes en el medio. Existen muchos casos documentados de especies que se han propagado dentro del ecosistema durante los últimos años, sin causar ningún daño visible. Sólo un pequeño porcentaje de esas especies puede realmente sobrevivir. Sin embargo, algunas permanecen, se propagan y causan daños ambientales tangibles y -a veces-, significativos.¹⁶

A diferencia de los neófitos, los cultivos GM contienen ADN construido artificialmente, que no está sujeto a la regulación natural de la expresión de genes en las células de las plantas. Bajo la influencia del cambio climático o en su interacción con otros factores de tensión, esto puede causar efectos inesperados en los cultivo,s lo que implica riesgos completamente nuevos para el medio ambiente.

¹⁶ Muchos de esos casos están documentados en: <http://www.europe-aliens.org/>

¿Cuáles son, entonces, los riesgos que presentan los cultivos GM, dado que su esparcimiento descontrolado no puede ser prevenido en tiempo y lugar? Cualquier evaluación de riesgos debe tener en cuenta las dimensiones evolutivas. De acuerdo a Breckling¹⁷, los siguientes son ejemplos de combinaciones que deberían ser consideradas:

- *“La dinámica evolutiva combina grandes números en el nivel de la población y singularidades en la escala molecular;*
- *Aun las combinaciones con probabilidades extremadamente bajas tiene una chance razonable de ocurrir;*
- *Dependiendo de las condiciones ambientales particulares, la reproducción de los organismos posibilita la autoamplificación a través de varios órdenes de magnitud y grandes escalas de dispersión y no puede ser predicha;*
- *El cambio genético puede causar la fijación de genes de manera puramente aleatoria particularmente en poblaciones pequeñas;*
- *La adecuación de los nuevos componentes del genoma no puede calcularse en términos absolutos. Depende del medio ambiente y sus cambios futuros.”*

En función de estas dimensiones, no puede negarse que un experimento a largo plazo ha comenzado en los Estados Unidos, algo de lo que los seres humanos perdieron el control hace mucho tiempo.

¹⁷ GMLS Conference in Bremen, 2012, <http://www.gmls.eu/>

8. Consecuencias para Europa

Europa y especialmente la UE tomaron un camino diferente al de los Estados Unidos en cuanto a la introducción de cultivos GM. Aunque en ambos la tecnología se ha desarrollado paralelamente, Europa ha sido mucho más cauta en introducir dichos productos en el mercado, incluyendo los cultivos y el etiquetado de alimentos. Sin embargo, el patentamiento de semillas se ha desarrollado a un paso similar en Europa y los Estados Unidos.

8.1 Cultivo genéticamente modificado

La canola genéticamente modificada, que ha sido hecha resistente al herbicida glufosinato y que se está propagando en los Estados Unidos y Canadá de manera descontrolada, fue originalmente desarrollada por la empresa europea Plant Genetic Systems. Esta llevó sus productos a los Estados Unidos para evitar las restricciones legales de la UE (hasta ahora, el cultivo comercial de la canola GM no está permitido en la UE). La propagación de esta semilla en la UE no ha sido reportada todavía, aunque no puede descartarse que haya sucedido. Sin embargo, cultivo experimental de canola se ha realizado en la UE, en cuyos campos podría ocurrir una germinación descontrolada de esas semillas que han sobrevivido en el suelo.

La canola GM podría ser importada a la UE para su procesamiento y podría propagarse en el medio ambiente sin sembrarla sino sólo durante su transporte. Es una interrogante si la UE pueda querer autorizar, en el futuro cercano, la importación de más canola GM (Ms8 x Rf3) producida por Bayer.

Actualmente, sólo MON810, un maíz productor de insecticida, es cosechado en la UE en alrededor de 100.000 hectáreas de tierra cultivable, la mayoría en España. Si la cantidad de tierra cultivada dedicada a esta semilla fuese expandida, la experiencia no solo en los Estados Unidos, sino también en Sudáfrica, China e India sugiere que nuevas plagas de insectos podrían esparcirse y convertirse en resistentes a la toxina Bt (Then, 2010a). Como resultado, sería una mera cuestión de tiempo antes que "triple stacks", como el SmartStax, que produce varios insecticidas al mismo tiempo, empiecen a ser cultivados también en Europa. Todo parece indicar que dicho desarrollo en el sector de cultivo Bt es inevitable.

Además, la UE puede pronto ver soja y maíz resistente a herbicidas cultivados por Monsanto en Europa, la EFSA ya ha completado su evaluación de seguridad (EFSA, 2009; EFSA, 2012). Esto pondría en peligro el enfoque de la UE sobre prácticas agrícolas sustentables y allanaría el camino para el incremento de la industrialización de la agricultura, la expansión de los monocultivos y el incremento del uso de pesticidas, como ya se ha visto en los Estados Unidos. Benbrook (2012b) también advierte, en este contexto, sobre un significativo incremento en la aplicación de pesticidas en la UE.

8.2 Importación de productos hechos de cultivos genéticamente modificados

La UE ha establecido un sistema de etiquetas para productos hechos de organismos genéticamente modificados. Esto ha posibilitado la diferenciación entre productos y la creación de estabilidad en los mercados, aunque por ahora dichos productos han tenido poca relevancia en términos de la producción de alimentos en Europa. Los intereses de los consumidores han sido prioridad en esta área. Sin embargo, se han producido altos costos en la UE como resultado de la contaminación con cultivos GM. Los costos del monitoreo de estos productos y, cuando es necesario, los costos de llamadas de revisión han sido de cargo de aquellos productores que quieren generar productos no modificados genéticamente. (Then & Stolze, 2010)

Además, millones de toneladas de alimentos para animales son importadas cada año (incluyendo 40 millones de toneladas de soja únicamente), sin que existan requerimientos para etiquetarlos. Existen muy pocos productos de carne, lácteos y huevos en el mercado que provienen de animales que no han sido alimentados con granos de cultivos tolerantes a herbicidas o productores de insecticidas. En años recientes, la soja fue la principal importación, mientras que hoy en día la demanda de maíz se está incrementando también. Se espera que la UE importe hasta 10 millones de toneladas de maíz para el año 2012¹⁸, casi el doble del 2011 y la más grande cantidad importada hasta ahora. La razón de esto son las fallas de los cultivos en Europa del Este.

El incremento del volumen de importaciones coloca a los organismos facultados de la UE bajo una creciente presión. El sector internacional de alimentos de animales está presionando por la apertura de los mercados y que dicha autorización se dé simultáneamente en UE y EE. UU. Existe entonces peligro que la evaluación de riesgos se vea influenciada por intereses económicos, lo que es corroborado por varios ejemplos: Una solicitud hecha por la industria de alimentos para animales en el congreso FEAC en junio de 2011 (para que la UE autorizara la importación de maíz GM productor de insecticida MIR162), fue rápidamente considerada en octubre de 2012, allanando el camino para más importaciones desde los Estados Unidos y Brasil. MIR162 contiene un insecticida (Vip3Aa20) que pertenece a una nueva categoría de insecticidas Bt. El modo exacto de acción de esta toxina no es conocido y, por lo tanto, el prerrequisito necesario para llevar a cabo una evaluación de riesgos no existe (Testbiotech, 2012). Además, no se ha realizado una evaluación de riesgos exhaustiva, lo que claramente deja en evidencia el poder de la industria de alimentos para animales.

¹⁸ <http://www.reuters.com/article/2012/10/16/europe-maize-imports-idAFLSE8LCNGU20121016>

Este caso demuestra la postura que la UE tiene sobre los cultivos GM en otras partes del mundo. El cultivo a menudo comienza sólo cuando la UE ha emitido una autorización para su importación. Cuando solicitó a Brasil el cultivo de su soja 8771X89788 (que es tolerante a herbicidas y productora de insecticida), Monsanto se aseguró que las condiciones de cultivo se adecuaron a los estrictos requisitos de autorización de la UE.¹⁹

Un total de 47 eventos son autorizados actualmente en la UE para el uso de piensos y alimentos. Estos cultivos producen un total de 11 diferentes insecticidas y son resistentes a varios herbicidas. Las interacciones que afectan estos cultivos y los efectos del consumo de los mismos nunca han sido estudiados, aun cuando el monitoreo es un requerimiento obligatorio bajo las leyes de la UE. Los niveles de residuo actuales de la pulverización de cultivos no son examinados en la evaluación de riesgos y las importaciones de estos productos tampoco son monitoreadas sistemáticamente (Then, 2011).

Figura 18: Autorizaciones de la UE de cultivos genéticamente modificados, categorizados en especies, diciembre 2012

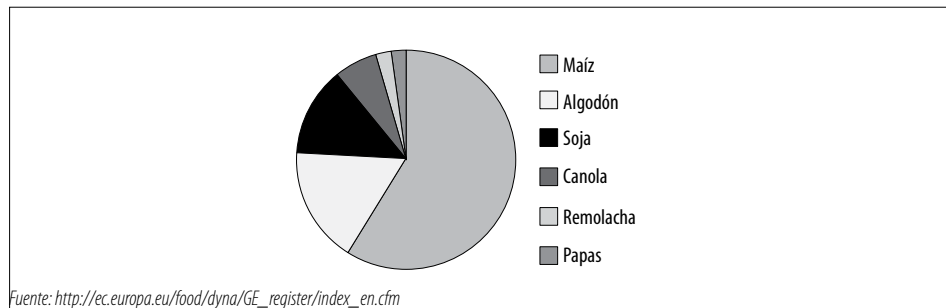
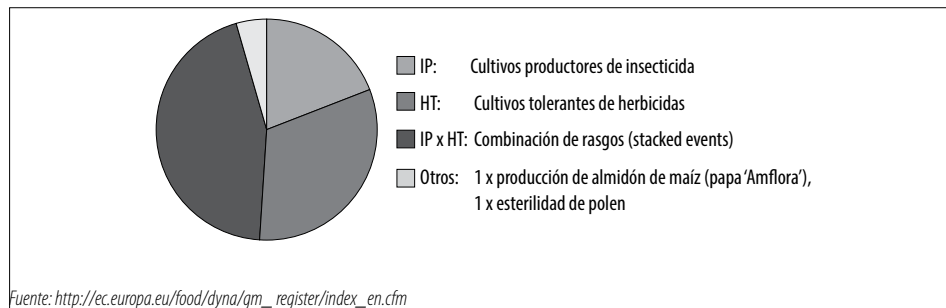


Figura 19: Autorizaciones de la UE de eventos genéticamente modificados, categorizados en rasgos, diciembre 2012.



¹⁹ http://www.europabio.org/sites/default/files/fact-sheet_for_mon_87701_x_mon_89788_soybean.pdf

8.3 Patentamiento de semillas

La continua concentración del sector semillero también está afectando a la UE. Existe todavía un amplio rango de empresas de semillas, pero algunas como Pioneer y Dekalb, cuyos dueños son DuPont y Monsanto, respectivamente, también poseen un gran porcentaje del mercado europeo de semillas de maíz.

Un reporte que fue encargado a varias organizaciones suizas²⁰ bosqueja un alarmante panorama de la situación del sector de semillas de plantas en la UE. De acuerdo al reporte, Monsanto posee el 36% de las variedades de tomate registradas en la "Plant Variety Office", así como el 32% de los tipos de ají picante y el 49% de las variedades de coliflor. La obtención de estas cuotas de mercado ha sido posible por medio de la compra de empresas productoras de vegetales como Seminis y DeRuiter.

En Europa, hay un número creciente de solicitudes de patente. Se han otorgado más de 2.000 para semillas, la mayoría de las cuales han sido modificadas genéticamente. Sin embargo, la cantidad de otorgamientos de patente para semillas convencionales también evidencia un número creciente desde hace ya varios años (Then & Tippe, 2012). Si este desarrollo no es detenido, existe el riesgo, a mediano plazo, de niveles de dependencia similares a los de Estados Unidos. Si la semilla GM se cultivara en la UE en una escala similar a la de EE. UU., el mercado semillero se estructuraría en lineamientos similares al americano. Por ejemplo, todos los cultivos GM cuyas semillas son vendidas comercialmente, han sido patentadas.

²⁰ http://www.evb.ch/cm_data/Saatgutmarkt_Juni_2012.pdf

9. Recomendaciones

A la luz de los efectos causados como resultado de la cosecha de cultivos GM en los Estados Unidos, pueden hacerse las siguientes recomendaciones:

1. No debe haber cosecha comercial de cultivos GM tolerantes a herbicidas o productores de insecticidas a gran escala. Dicho cultivo es insostenible y llevará a una carrera para aumentar su cosecha.
2. Asegúrese que toda situación potencial es recuperable: la cosecha de cultivos tales como la canola, que es extremadamente susceptible a la propagación en el medio, debería ser prohibida como principio. Un prerequisite absoluto para el lanzamiento de tales cultivos es que debe ser posible controlar su propagación y su persistencia en el ambiente.
3. Prevenir casos de contaminación: es necesaria la focalización particularmente en semillas limpias si no los agricultores perderán el control de los cultivos GM en sus campos y no podrán diferenciar adecuadamente los productos en las etapas subsiguientes de la cadena de producción de alimentos.
4. La evaluación e investigación de riesgos no debe estar orientada por los intereses económicos. Bajo la ley de la UE, la protección medioambiental y de los consumidores claramente prevalece sobre otros intereses. Esto debe ser aplicado más rígidamente en la práctica. Las directivas basadas en la evaluación de riesgos de EFSA deben ser ajustadas significativamente y las condiciones previas para la investigación de riesgos independientes deben ser específicamente promovidas.
5. Los efectos para la salud del consumo de productos derivados de cultivos GM deben ser monitoreados. Bajo la ley de la UE, el monitoreo del impacto en la salud pública y en el medio ambiente de productos autorizados para su comercio en la UE es obligatorio, pero sólo se ha implementado parcialmente.
6. Para permitir la diferenciación de los productos en los mercados alimenticios, la etiquetación debe ser extendida para incluir productos de animales. La UE debería focalizarse específicamente en la búsqueda de alternativas a la producción de alimentos existentes y mercados de importación.
7. Para prevenir la mayor concentración de los mercados semilleros, el patentamiento de semillas debe detenerse.
8. Un plan para buscar alternativas debe diseñarse: en muchas zonas el cultivo convencional es más barato, más productivo y una alternativa más segura para la producción de nuevas variedades de semillas. Este enfoque debe ser específicamente promovido en el futuro.

10. La responsabilidad de la UE frente a una agricultura multifuncional y la salvaguardia del “Derecho a la Alimentación”

Martin Häusling

En materia de introducción de plantas genéticamente modificadas la Unión Europea ha tomado otro camino que los Estados Unidos. Esto se debe, sobre todo, a la presión de organizaciones no gubernamentales y de consumidores críticas, así como de una oposición VERDE indudablemente más fuerte.

Un poderoso movimiento de organizaciones de la sociedad civil, así como una multiplicidad de informaciones, documentaciones y noticias críticas e ilustrativas han llevado a que en Europa se haya tenido que considerar más a los intereses de los consumidores a la hora de la introducción en el mercado. Ello se refiere a la autorización de plantas transgénicas para el cultivo, que al menos debe pasar por un análisis previo de riesgo, y el etiquetado de los alimentos. Por norma en la UE se deben etiquetar todos aquellos alimentos que contengan sustancias provenientes de plantas genéticamente modificadas. Sin embargo, cada año se importan millones de toneladas de alimento para animales. Sólo en el caso de la soja son 40 millones de toneladas, una gran parte proveniente de plantas transgénicas. No obstante hasta ahora no se exige etiquetar los productos de animales que fueron alimentados con forraje genéticamente modificado. ¡Desde el punto de vista del consumidor esto es inaceptable!

Además, en la UE se generan costos considerables por la separación de productos y los tests que se realizan en la producción agrícola y el comercio, para verificar si están libres de manipulación genética, así como de la contaminación con plantas modificadas genéticamente. Estos costos son asumidos por los productores, comerciantes y la sociedad que se oponen a la ingeniería genética. Esto también es inaceptable.

Y en la UE también existe el peligro de que se autorice la soja resistente a los herbicidas de Monsanto y otras variedades de maíz transgénico. La EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) ya concluyó su evaluación de seguridad con un dictamen

positivo. De esta forma la UE pondría en serio peligro su enfoque de una agricultura multifuncional, tomando un camino de creciente industrialización de la agricultura, expansión de los monocultivos y crecientes cargas de toxinas, así como de la amenaza por malezas y plagas resistentes, tal como ya se puede observar en los EE. UU. En ese escenario la libertad de elegir tanto de los agricultores como de los consumidores se acabaría rápidamente.

La presión por parte de la industria de la ingeniería genética y de sus promotores es grande. Después de que la industria de alimentos para animales exigiera en junio de 2011 la autorización de la UE para la importación del maíz MIR162, una variedad genéticamente modificada que produce insecticida, ésta también fue otorgada en octubre de 2012. De todas formas en Europa la gran mayoría de las importaciones de alimentos para animales consiste en soja transgénica. Por esta vía, a través de la leche y la carne, la tecnología genética ya aterrizó hace tiempo en el plato del consumidor. El haber levantado la tolerancia cero para contaminaciones por organismos modificados genéticamente (OMG) en los alimentos para animales en el año 2011, significa que también los alimentos para animales libres de modificaciones genéticas pueden ahora contener contaminaciones por OMG, incluso con variedades no autorizadas en la UE. ¡Una bofetada en la cara de los consumidores!

La industria de las semillas dominada por Monsanto, viene exigiendo desde hace años que también para las semillas se establezcan umbrales de contaminación con organismos genéticamente modificados. Hasta ahora, en este ámbito ha regido el principio de tolerancia cero, es decir que no se permite ningún tipo de contaminación, pero actualmente se está trabajando a nivel de la UE en una propuesta para ablandar la tolerancia cero, a pesar de que esto no sería compatible con el derecho nacional y europeo y terminaría por socavar la evaluación de seguridad europea.

Además de ello, la Comisión Europea planea incluso un umbral de tolerancia de 0,1 por ciento para organismos genéticamente modificados, no autorizados en la UE en los alimentos. Esto sería un ataque frontal al derecho de autodeterminación y la libertad de elegir de los consumidores europeos que en su mayoría rechazan la tecnología genética. Y sería una clara violación de las directrices adoptadas en 2004 por todos los miembros de la FAO (187 Estados) sobre el derecho a la alimentación que, entre otros aspectos, incluyen la elección autodeterminada del régimen alimentario.

Una subrepticia contaminación por OMG de los alimentos por la puerta trasera, acabaría definitivamente con la oportunidad de la UE de posicionarse en el mercado con productos agrícolas libres de manipulación genética. Espero que el Parlamento Europeo se oponga a ello y rehúse su aprobación.

En cambio, el proceso de patentado de semillas se está desarrollando en Europa en

un nivel similar al de los EE. UU. También en Europa se solicitan cada vez más patentes de plantas, incluyendo plantas cultivadas en forma convencional. Si no se detiene esta tendencia, en el mediano plazo los cultivadores y agricultores se verán amenazados por dependencias similares a las que afectan a sus pares en EE. UU. Cuando los grandes consorcios dominen el mercado de semillas y el cultivo, la biodiversidad en los campos disminuirá cada vez más. Esto no amenaza sólo la independencia y libertad de elegir de los agricultores, sino también nuestra seguridad alimentaria en todo el mundo.

REIVINDICACIONES

1. No a la eliminación de la tolerancia cero para alimentos y semillas. Restablecimiento de la tolerancia cero para alimentos para animales.
2. Las directrices de la EFSA para el análisis de riesgo deben ser mucho más estrictas.
3. Los reglamentos marco de la UE le dan una clara prioridad a la protección del medio ambiente y de los consumidores. Es necesario que este aspecto reciba una mayor consideración en la práctica de la evaluación de riesgo.
4. Es necesario cambiar las reglas para el nombramiento de los integrantes del Consejo de Administración de la EFSA. En el futuro, se debe garantizar mucho mejor la independencia del personal de la EFSA. El control no puede funcionar si la evaluación de riesgo está en manos de quienes están o estuvieron en la nómina de personal de los productores que se pretende controlar.
5. Se debe intensificar el monitoreo de los efectos del uso de la ingeniería genética y del glifosato para el medio ambiente, precisamente también en el caso de los alimentos para animales.
6. Etiquetado obligatorio de productos que provienen de animales que fueron alimentados con plantas genéticamente modificadas.
7. No al patentado de plantas, semillas o animales. Es importante mantener el libre acceso a los recursos genéticos para los cultivadores, criadores y agricultores. Las patentes estratégicas que refuerzan los monopolios de cultivo y de mercado, no generan innovación, por el contrario la obstaculizan.
8. No se puede seguir entregando fondos públicos destinados a la investigación para el desarrollo de productos en el interés de empresas privadas. En el futuro, la investigación en el sector agrario debe estar dirigida a investigar, generar y optimizar métodos sustentables de manejo de nuestros recursos naturales. Debemos trabajar con la naturaleza no contra ella.
9. En la agricultura sólo se podrán entregar recursos públicos para la generación de bienes públicos, y de ninguna manera cuando se aplica ingeniería genética.

10. En el largo plazo exigimos la revocación de todas las autorizaciones de plantas genéticamente modificadas destinadas al cultivo en Europa y la denegación de cualquier autorización nueva. El cultivo de estas plantas no es sustentable ni ecológica ni económicamente, y conduce a una especie de "carrera armamentista" en los campos.
11. Exigimos un fomento sustancial del cultivo local de alimentos para animales con proteaginosas (leguminosas, no sólo soja) y en el largo plazo una prohibición de la importación de plantas modificadas genéticamente para alimento animal.

Bibliografía

- **AAPCO** (1999 & 2005) 1999/2005 Pesticide Drift Enforcement Survey. Association of American Pesticide Control Officials, at <http://aapco.ceris.purdue.edu/htm/survey.htm>. Survey periods 1996-1998 and 2002-2004, respectively
- **Accinelli C, Screpanti C, Vicari A, Catizone P.** (2004) Influence of insecticidal toxins from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* on the degradation of glyphosate and glufosinate-ammonium in soil samples. *Agric Ecosys Environ* 103:497-507
- **Adel-Patient, K., Guimaraes, V., Paris, A., Drumare, M., Ah-Leung, S., Lamourette, P., Nevers, M., Canlet, C., Molina, J., Bernard, H., Creminon, C., Wal, J.** (2011) Immunological and metabolomic impacts of administration of Cry1Ab protein and MON 810 maize in mouse, *Plos One*, 6
- **Aris, A & LeBlanc, S** (2011) Maternal and fetal exposure to pesticides associated to genetically modified foods in Eastern Townships of Quebec, Canada. *Reproductive Toxicology*, 31(4):528-33.
- **Battaglin, W. A.; Meyer, M. T.; Dietze, J. E.** (2011) Widespread Occurrence of Glyphosate and its Degradation Product (AMPA) in U.S. Soils, Surface Water, Groundwater, and Precipitation, 2001-2009. American Geophysical Union, Fall Meeting 2011. <http://adsabs.harvard.edu/abs/2011AGUFM.H44A.08B>
- **Benbrook, C.M.** (2012a), Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. -- the first sixteen years *Environmental Sciences Europe* 2012, 24:24 doi:10.1186/2190-4715-24-24
- **Benbrook, C.M.** (2012b), Glyphosat tolerant crops im the EU, a forecast of impacts on herbicide use, prepared for Greenpeace international, http://www.greenpeace.org/international/Global/international/publications/agriculture/2012/GI_Herb_Use_FINAL_10-18-12.pdf
- **Bundesinstitut für Risikobewertung, BfR** (2012) Veröffentlichung von Seralini et al. zu einer Fütterungsstudie an Ratten mit gentechnisch verändertem Mais NK603 sowie einer glyphosathaltigen Formulierung, Stellungnahme Nr. 037/2012 des BfR vom 28. September 2012, <http://www.bfr.bund.de/cm/343/veroeffentlichung-vonseralini-et-al-zu-einer-fuetterungsstudie-an-ratten-mit-gentechnischveraendertem-mais-nk603-sowie-einerglyphosathaltigen-formulierung.pdf>
- **Binimelis, R., Hilbeck, A., Lebrecht T., Vogel R., Heinemann J.** (2012) Farmer's choice of seeds in five regions under different levels of seed market concentration and GM crop adoption, *GMLS Conference 2012*, <http://www.gmls.eu/>
- **Bonny, S.** (2011) Herbicide-tolerant transgenic soy-bean over 15 years of cultivation: Pesticide use, weed resistance and some economic issues. *The case of the USA. Sustainability*, 3: 1302–1322.
- **Bott, S., Tesfamariam, T., Candan, H., Ismail Cakmak, I., Römheld, V., Neumann, G.** (2008) Glyphosate induced impairment of plant growth and micronutrient status in glyphosate-resistant soybean (*Glycine max L.*), *Plant Soil* 312:185–194.
- **Bringolf R.B., Cope W.G., Mosher S., Barnhart M.C., Shea D.** (2007) Acute and chronic toxicity of glyphosate compounds to glochidia and juveniles of *Lampsilis siliquoides* (Unionidae). *Environ Toxicol Chem* 26(10):2094-100.
- **Brookes G. & Barfoot P.** (2012) The income and production effects of biotech crops globally 1996–2010 *GM Crops and Food: Biotechnology in Agriculture and the Food Chain* 3:4, 265-272

- **Brookes, G. & Barfoot, P.** (2008) Global Impact of Biotech Crops: Socio-Economic and Environmental Effects, 1996-2006. In: *AgBioForum*, Jg. 11, H. 1, S. 21–38.
- **Cakmak I., Yazici A., Tutus Y., Ozturk L.** (2009) Glyphosate reduced seed and leaf concentrations of calcium, manganese, magnesium, and iron in non-glyphosate resistant soybean. *Eur J Agron* 31(3):114-9.
- **Carlisle S.M. & Trevors, J.T.** (1988) Glyphosate in the environment, *Water, Air and Soil Pollution* 39, 409-420
- **Carter, C. A. & Smith, A.** (2003) StarLink Contamination and Impact on Corn Prices. Contributed paper presented at the International Conference Agricultural policy reform and the WTO: where are we heading? Capri (Italy), June 23-26, 2003. <http://www.ecostat.unical.it/2003agtradeconf/Contributed%20papers/Carter%20and%20Smith.pdf>
- **Catangui, M.A. & Berg, R.K.** (2006) Western bean cutworm, *Striacosta albicosta* (Smith) (*Lepidoptera: Noctuidae*), as a potential pest of transgenic Cry1Ab *Bacillus thuringiensis* corn hybrids in South Dakota, *Environmental Entomology* 35: 1439–1452
- **Chainark, P.** (2008) Availability of genetically modified feed ingredient II: investigations of ingested foreign DNA in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Fisheries Science*, 74(2):380-390.
- **Chang F.-C., Simcik M.F., Capel P.D.** (2011) Occurrence and fate of the herbicide glyphosate and its degradate aminomethylphosphonic acid in the atmosphere. *Environ Tox and Chem* 2011, 30:548–555. doi:10.1002/35c.431.
- **Chowdhury, E. H., Kuribara, H., Hino, A., Sultana, P., Mikami, O., Shimada, N., Guruge, K.S., Saito M., Nakajima Y.,** (2003) Detection of corn intrinsic and recombinant DNA fragments and Cry1Ab protein in the gastrointestinal contents of pigs fed genetically modified corn Bt11, *J ANIM SCI* 2003, 81:2546-2551
- **Center for Food Safety,** (2005), Monsanto vrs US Farmers, www.centerforfoodsafety.org
- **Dorhout, D.L., Rice, M.E.** (2004) First report of western bean cutworm, *Richia albicosta* (Noctuidae) in Illinois and Missouri. *Crop Management*. <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/brief/2004/cutworm>
- **Druille, M., Cabello, M.N., Omacini, M., Golluscio, R.A.** (2013) Glyphosate reduces spore viability and root colonization of arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied Soil Ecology*, 64: 99–103. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.10.007>
- **Edgerton et al.** (2012) Transgenic insect resistance traits increase corn yield and yield stability *Nature biotechnology*, 30: page 493-496
- **EFSA** (2009a) Scientific Opinion of the Panel on Genetically Modified Organisms on applications (EFSAGMO-NL-2005-22 and EFSAGMO-RX-NK603) for the placing on the market of the genetically modified glyphosate tolerant maize NK603 for cultivation, food and feed uses and import and processing, and for renewal of the authorisation of maize NK603 as existing product. *The EFSA Journal* (2009) 1137, 1-50.
- **EFSA**, (2009b), Scientific Opinion of the Panel on Genetically Modified Organisms on applications (EFSAGMO- RX-MON810) for the renewal of authorisation for the continued marketing of (1) existing food and food ingredients produced from genetically modified insect resistant maize MON810; (2) feed consisting of and/or containing maize MON810, including the use of seed for cultivation; and of (3) food and feed additives, and feed materials produced from maize MON810, all under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto. *The EFSA Journal* (2009) 1149: 1–84, http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1211902628240.htm

- **EFSA** (2011) Letter to DG Sanco, 19. August 2011, Ref PB/HF/AFD/mt (2011) 5863329 Request for advice from DG Sanco to analyse the articles on residues associated with GMO/ maternal and fetal exposure in relation to a previous statement from 2007 ..."
- **EFSA** (2012) Scientific Opinion on an application (EFSA-GMO-NL-2005-24) for the placing on the market of the herbicide tolerant genetically modified soybean 40-3-2 for cultivation under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto www.efsa.europa.eu/efsajournal
- **Eichenseer, H., Strohbehn, R., Burks, J.** (2008) Frequency and Severity of Western Bean Cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) Ear Damage in Transgenic Corn Hybrids Expressing Different *Bacillus thuringiensis* Cry Toxins, *Journal of Economic Entomology*, Volume 101, 2: 555-563
- **ETC Group** (2011) Who will control the Green Economy?, <http://www.etcgroup.org/content/who-will-control-green-economy-0>
- **European Communities** (2005) Measures affecting the approval and marketing of biotech products (DS291,DS292, DS293). Comments by the European Communities on the scientific and technical advice to the panel, http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2004/june/tradoc_117687.pdf
- **FAO** (2000) FAO Specifications and Evaluations for Plant Protection Products: Glyphosate N-(phosphonomethyl) glycine. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- **FAO** (2005) Pesticide Residues in Food, FAO Plant Production and Protection Paper 183, <http://www.fao.org/docrep/009/a0209e/a0209e00.htm>
- **Forlani, G., Kafarski P., Lejczak B., Wieczorek P.** (1997) Mode of Action of Herbicidal Derivatives of Aminomethylenebisphosphonic Acid. Part II. Reversal of Herbicidal Action by Aromatic Amino Acids *J Plant Growth Regul* (1997) 16:147–152
- **Finamore, A., Roselli, M., Britti, S., Monastra, G., Ambra, R., Turrini, A. & Mengheri, E.** (2008) Intestinal and peripheral immune response to MON810 maize ingestion in weaning and old mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 11533–11539
- **GAO, United States Government Accountability Office** (2008) Genetically Engineered Crops. Agencies Are Proposing Changes to Improve Oversight, but Could Take Additional Steps to Enhance Coordination and Monitoring. Report to the Committee on Agriculture, Nutrition, and Forestry U.S. Senate, <http://www.gao.gov/new.items/d0960.pdf>
- **Gassmann A.J., Petzold-Maxwell J.L., Keweshan R.S., Dunbar M.W.** (2011) Field evolved resistance to Bt maize by Western corn rootworm. *PLoS ONE* 6, e22629.
- **Gensior A., Roth G., Well R.,** (2012): Landwirtschaftliche Bodennutzung. In *Bodenschutz* 3/12
- **Govindarajulu, P.P.** (2008) Literature review of impacts of glyphosate herbicide on amphibians: What risks can the silvicultural use of this herbicide pose for amphibians in B.C.?, Province of British Columbia, Ministry of Environment, Canada <http://stopthespraybc.com/wp-content/uploads/2011/07/Literature-Review-of-Impactsof-Glyphosate-Herbicide1.pdf>
- **Gray, M.** (2011) Severe root damage to Bt corn observed in northwestern Illinois. *The Bulletin*, No. 20, August 26, 2011 <http://bulletin.ipm.illinois.edu/article.php?id=1555>
- **Grube, A., Donaldson, D., Kiely, T., Wu, L,** (2011), Pesticides industry sales and usage. 2006 and 2007 market estimates. EPA, Washington, D.C., http://www.epa.gov/opp00001/pestsales/07pestsales/market_estimates2007.pdf

- **Hilbeck, A. & Schmidt, J.E.U.** (2006) Another view on Bt proteins – How specific are they and what else might they do?: *Biopesticides International* 2(1): 1–50
- **Hilbeck, A., McMillan, J.M., Meier, M., Humbel, A., Schlaepfer-Miller, J., Trtikova, M.** (2012) A controversy re-visited: Is the coccinellid *Adalia bipunctata* adversely affected by Bt toxins, *Environmental Sciences Europe* 24(10), doi:10.1186/2190-4715-24-10.
- **Höper H. & Schäfer W.** (2012) Die Bedeutung der organischen Substanz von Mineralboden für den Klimaschutz. In *Bodenschutz* 3/12
- **Howard, P.H.** (2009). Visualizing Consolidation in the Global Seed Industry: 1996–2008, *Sustainability* 2009, 1, 1266–1287; doi:10.3390/su1041266
- **Hubbard, K.** (2009) Out of Hand, Farmers Face the Consequences of a Consolidated Seed Industry, National Family Farm Coalition, <http://farmertofarmercampaign.com>
- **Hutchison W.D., Hunt, T.E., Hein, G.L., Steffey, K.L., Pilcher C.D., Rice, M. E.,** (2011), Genetically Engineered Bt Corn and Range Expansion of the Western Bean Cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) in the United States: A Response to Greenpeace Germany, *J. Integ. Pest Mngmt.* 2(3): 2011; DOI:<http://dx.doi.org/10.1603/IPM11016>
- **Johal G.S., Huber D.M.** (2009) Glyphosate effects on diseases of plants. *Eur J Agron* 31(3):144-52.
- **Kleiter, G.A., Unsworth, J.B., Harris, C.A.** (2011) The impact of altered herbicide residues in transgenic herbicide-resistant crops on standard setting for herbicide residues, *Pest Management Science* 67, 10: 1193–1210. DOI 10.1002/ps.2128
- **Kroghsbo, S., Madsen, C., Poulsen, M., Schröder, M., Kvist, P.H., Taylor, M., Gatehouse, A., Shu, Q., Knudsen, I.** (2008) Immunotoxicological studies of genetically modified rice expressing PHA-E lectin or Bt toxin in Wistar rats. *Toxicology*. 245, 24-34
- **Lang, A., & Otto, M.** (2010) A synthesis of laboratory and field studies on the effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize on non-target Lepidoptera, *Entomologia Experimentalis et Applicata* 135: 121–134, 2010
- **Lövei, G. L., Andow D.A., Arpaia, S.** (2009) Transgenic insecticidal crops and natural enemies: a detailed review of laboratory studies. *Environmental Entomology* 38(2): 293-306
- **Lorch, A. & Then, C.** (2007) How much Bt toxin do GE MON810 maize plants actually produce, Greenpeace-Report, www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/gentechnik/greenpeace_bt_maize_engl.pdf
- **Macilwain, C.** (2005) US launches probe into sales of unapproved transgenic corn. In: *Nature*, Jg. 434, H. 7032, S. 423
- **Mazza, R., Soave, M., Morlacchini, M., Piva, G., Marocco, A.** (2005) Assessing the transfer of genetically modified DNA from feed to animal tissues. *Transgenic Res.* 14: 775-784.
- **Mesnage R., Clair E., Gress S., Then C., Székács A., Séralini G.-E.** (2012) Cytotoxicity on human cells of Cry1Ab and Cry1Ac Bt insecticidal toxins alone or with a glyphosate-based herbicide, *Journal of Applied Toxicology*, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jat.2712/abstract>
- **Michel, A.P., Krupke C.H., Baute, T.S., Difonzo C.D.** (2010) Ecology and Management of the Western Bean Cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) in Corn and Dry Beans, *J. Integ. Pest Mngmt.* 1(1): 2010; DOI: 10.1603/IPM10003

- **Monsanto** (2010) Request for Extension of Determination of Nonregulated Status to the Additional Regulated Article: Roundup Ready Corn Line NK603, http://www.aphis.usda.gov/brs/aphisdocs/00_01101p.pdf
- **Monsanto** (2011) Annual monitoring report on the cultivation of MON 810 in 2010, http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/docs/report_mon_810_en.pdf
- **Mortensen D.A., Egan J.T., Maxwell B.D., Ryan M.R., Smith R.G.** (2012) Navigating a critical juncture for sustainable weed management. *BioScience* 2012, 62:75–84
- **OECD** (1992) *Biotechnology, Agriculture and Food, 1992*, Published by OECD Publishing, Publication, 28 July 1992, OECD Code: 931992031P1, ISBN 92-64-13725-4
- **O'Rourke, P. K., Hutchinson, W. D.,** (2000) First report of the western bean cutworm, *Richia albicosta* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), in Minnesota corn. *J. Agric. Urban. Entomol.* 17: 213-217.
- **Oswald, K. J., French, B.W., Nielson, C., Bagley, M.** (2012) Assessment of fitness costs in Cry3Bb1-resistant and susceptible western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) laboratory colonies. *Journal of Applied Entomology*, DOI: 10.1111/j.1439-0418.2012.01704.x
- **Paganelli, A., Gnazzo, V., Acosta, H., Lopez, S.L., Carrasco, A.E.** (2010) Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signalling. *Chem. Res. Toxicol.*, August 9. pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/tx1001749
- **PAN AP, Pesticide Action Network Asian Pacific** (2009) Monograph on Glyphosate, www.panap.net/en/p/post/pesticidesinfo-database/115
- **Pigott, C.R. & Ellar, D.J.** (2007) Role of Receptors in *Bacillus thuringiensis* Crystal Toxin Activity: *Microbiol Mol Biol Rev* 71 (2): 255–281
- **Pleasants, J.M & Oberhauser K.S.** (2012) Milkweed loss in agricultural fields due to herbicide use: Effect on the Monarch Butterfly population. *Insect Conservation and Diversity*, DOI: 10.1111/j.1752-4598.2012.00196.x
- **Ran, T., Mei, L., Lei, W., Aihua, L., Ru, H., Jie, S.** (2009) Detection of transgenic DNA in tilapias (*Oreochromis niloticus*, GIFT strain) fed genetically modified soybeans (Roundup Ready), *Aquaculture Research*, 40 (12): 1350-1357.
- **Relyea R.A.** (2005a). The lethal impact of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. *Ecol Applic* 15(4):1118-24.
- **Relyea R.A.** (2005b) The lethal impacts of Roundup and predatory stress on six species of North American tadpoles. *Arch Environ Contam Toxicol* 48:351-7.
- **Relyea, R.A.** (2012) New effects of Roundup on amphibians: Predators reduce herbicide mortality; herbicides induce antipredator morphology. *Ecological Applications* 22: 634-647. <http://dx.doi.org/10.1890/11-0189>
- **Relyea R.A. & Jones D.K.** (2009) The toxicity of Roundup Original Max to 13 species of larval amphibians. *Environ Toxicol Chem* 28(9):2004-8.
- **Reuter, T., Alexander T.W., Martinez. T.F., McAllister T.A.** (2007) The effect of glyphosate on digestion and horizontal gene transfer during in vitro ruminal fermentation of genetically modified canola, *J Sci Food Agri* 87:2837-2843

- **Rice, M. E.,** (2000) Western bean cutworm hits northwest Iowa. Integrated Crop Manage. IC-484, 22, 163, Iowa State University Extension, Ames, IA.
- **Saeglitz, C., Bartsch, D., Eber, A., Gathmann, K., Priesnitz, K.U., Schuphan, I.** (2006) Monitoring the Cry- 1Ab Susceptibility of European Corn Borer in Germany, *J. Econ. Entomol.*, 99(5): 1768-1773.
- **Sagstad, A., Sanden, M., Haugland, O., Hansen A.C., Olsvik P.A., Hemre G.I.** (2007) Evaluation of stress and immune-response biomarkers in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed different levels of genetically modified maize (Bt maize), compared with its near-isogenic parental line and a commercial suprex maize, *Journal of Fish Diseases*, 30: 201–212
- **Schafer, M.G., Ross, A.A., Londo, J.P., Burdick, C.A., Lee, E.H., et al.** (2011) The Establishment of Genetically Engineered Canola Populations in the U.S.. *PLoS ONE* 6(10): e25736. doi:10.1371/journal.pone.0025736 <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0025736>
- **Schnepf, E., Crickmore, N., van Rie, J., Lereclus, D., Baum, J., Feitelson, J., Zeigler, D.R. & Dean, D.H.** (1998) *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins, *Microbiol Mol Biol Rev.* 62 (3): 775–806
- **Seralini, G-E., E. Clair, R. Mesnage, S. Gress, N. Defarge, M. Malatesta, D. Hennequin, J. Spiroux de Vendomois** (2012) Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize, *Food Chem. Toxicol.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2012.08.005>
- **Servizi J., Gordon R., Martens D.** (1987) Acute toxicity of Garlon 4 and Roundup herbicides to salmon, *Daphnia* and trout. *Bull Environ Contamin Toxicol* 39:15-22.
- **Sharma, R., Damgaard, D., Alexander, T.W., Dugan, M.E.R., Aalhus, J.L., Stanford, K., McAllister, T.A.** (2006) Detection of transgenic and endogenous plant DNA in tissues of sheep and pigs fed Roundup Ready canola meal. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 54: 1699–1709
- **Shehata A.A., Schrödl, W., Aldin A., A., Hafez H.M., Krüger M.** (2012) The Effect of Glyphosate on Potential Pathogens and Beneficial Members of Poultry Microbiota In Vitro, *Curr Microbiol* DOI 10.1007/s00284-012-0277-2
- **Soberón, A., Gill, S.S., Bravo, A.** (2009) Signaling versus punching hole: How do *Bacillus thuringiensis* toxins kill insect midgut cells? *Cell. Mol. Life Sci.* 66: 1337-1349.
- **Székács, A., Weiss G., Quist, D., Takács, E., Darvas, B., Meier, M., Swain T., Hilbeck A.** (2011) Interlaboratory comparison of Cry1Ab toxin quantification in MON 810 maize by enzyme-immunoassay, *Food and Agricultural Immunology*, DOI:10.1080/09540105.2011.604773.
- **Tate T.M., Spurlock J.O., Christian F.A.** (1997) Effect of glyphosate on the development of *Pseudosuccinea columella* snails. *Arch Environ Contam Toxicol* 33:286-9.
- **Tejada M.** (2009) Evolution of soil biological properties after addition of glyphosate, diflufenican and glyphosate+diflufenican herbicides. *Chemosphere* 76:365-73.
- **TESTBIOTECH** (2011) Expression of Bt toxins in 'SmartStax', Analyses of Stilwell & Silvanovich, 2007 and Phillips, 2008 Report number MSL0021070 and Sub-Report ID: 61026.05
- **TESTBIOTECH** (2012) Technical background for a complaint under Article 10 of Regulation (EC) N° 1367/2006 against decision of EU Commission to give market authorisation to stacked soy MON87701 x MON89788, <http://www.testbiotech.de/node/691>



Heinrich Böll Stiftung
Conosur

Av. Francisco Bilbao 882, Providencia, Santiago, Chile
T (+56-2) 2584 0172 **E** cl-info@cl.boell.org **W** www.cl.boell.org

La Fundación Política Verde



- **Then, C.,** (2010a), New pest in crop caused by large scale cultivation of Bt corn, in: Breckling, B. & Verhoeven, R. (2010) Implications of GM-Crop Cultivation at Large Spatial Scales, Theorie in der Ökologie, Frankfurt, Peter Lang.
- **Then, C.,** (2010b), Risk assessment of toxins derived from *Bacillus thuringiensis*-synergism, efficacy, and selectivity. Environ Sci Pollut Res Int; 17(3):791-7
- **Then, C.** (2011) Vorsicht "Giftmischer": Gentechnisch veränderte Pflanzen in Futter-und Lebensmitteln, ein Testbiotech-Report. http://www.testbiotech.de/sites/default/files/Testbiotech_Giftmischer_April_2011.pdf
- **Then, C. & Lorch, A.** (2008) A simple question in a complex environment: How much Bt toxin do genetically engineered MON810 maize plants actually produce?, in: Breckling, B., Reuter, H. & Verhoeven, R. (eds), 2008, Implications of GM-Crop Cultivation at Large Spatial Scales, Theorie in der Ökologie 14. Frankfurt, Peter Lang, <http://www.mapserver.uni-vechta.de/generisk/gmls2008/index.php?proceedings=ja&call=ja>
- **Then C. & Stolze M.** (2010) Economic impacts of labelling thresholds for the adventitious presence of genetically engineered organisms in conventional and organic seeds, Report prepared for IFOAM, <http://www.testbiotech.de/node/373>
- **Then, C. & Tippe R.** (2012): Europäisches Patentamt am Scheideweg – Patente auf Pflanzen und Tiere aus dem Jahr 2011, www.no-patents-on-seeds.org.
- **Tudisco, R., Mastellone, V., Cutrignelli, M.I., Lombardi, P., Bovera, F., Mirabella, N., Piccolo, G., Calabro, S., Avallone, L., Infascelli, F.** (2010) Fate of transgenic DNA and evaluation of metabolic effects in goats fed genetically modified soybean and in their offsprings. Animal, 4(10): 1662-1671.
- **USDA Advisory Committee on Biotechnology and 21st Century Agriculture, AC21** (2012), Enhancing Coexistence: A Report of the AC21 to the Secretary of Agriculture, http://www.usda.gov/documents/ac21_report-enhancing-coexistence.pdf
- **Walsh, M.C., Buzoianu, S.G., Gardiner, G.E., Rea M.C., Gelencsér, E., Jánosi A., Epstein M.M., Ross, R.P., Lawlor, P.G.** (2011) Fate of Transgenic DNA from orally administered Bt MON810 maize and effects on immune response and growth in pigs. PLoS ONE 6(11): e27177, doi:10.1371/journal.pone.0027177.
- **Warwick, S.I., Legere, A., Simard, M.J., James, T.** (2008) Do escaped transgenes persist in nature? The case of an herbicide resistance transgene in a weedy Brassica rapa population. Molecular Ecology, 17: 1387–1395. <http://www.ask-force.org/web/Geneflow/Warwick-Escaped-Transgenes-2007.pdf>
- **Zablotowicz R.M., Reddy K.N.** (2007) Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. Crop Prot 26:370-6
- **Zhang, L., Hou, D., Chen, X., Li, D., Zhu, L., Zhang, Y., Li, J., Bian, Z., Liang, X., Cai, X., Yin, Y., Wang, C., Zhang, T., Zhu, D., Zhang, D., Xu, J., Chen, Qu., Ba, Y., Liu, J., Wang, Q., Chen, J., Wang, J., Wang, M., Zhang, Q., Zhang, J., Zen, K., Zhang, C.Y.** (2011) Exogenous plant MIR168a specifically targets mammalian LDLRAP1: evidence of cross-kingdom regulation by microRNA, Cell Research: 1-10