

# SOJA TRANSGÉNICA

## ¿sostenible?, ¿responsable?

Resumen de evidencia científica que demuestra que la soja transgénica y el herbicida de glifosato para la que ha sido diseñada a tolerar no son sostenibles desde el punto de vista de la agricultura, el medio ambiente, las comunidades rurales, la salud de personas y animales, y de la economía.

Autores: Michael Antoniou, Paulo Brack, Andrés Carrasco, John Fagan, Mohamed Habib, Paulo Kageyama, Carlo Leifert, Rubens Onofre Nodari, Walter Pengue



das macht Sinn

GLS Gemeinschaftsbank eG



ARGE Gentechnik-frei (Arbeitsgemeinschaft für Gentechnik-frei erzeugte Lebensmittel)

Septiembre de 2010



Publicado por:



GLS Gemeinschaftsbank eG, Christstr. 9, 44789 Bochum, Germany. [www.gls.de](http://www.gls.de)



ARGE Gentechnik-frei (Arbeitsgemeinschaft für Gentechnik-frei erzeugte Lebensmittel), Schottenfeldgasse 20, 1070 Vienna, Austria. [www.gentechnikfrei.at](http://www.gentechnikfrei.at)

© 2010 Copyright by GLS Gemeinschaftsbank eG and ARGE Gentechnik-frei

Auspiciado por:



GLS Treuhand e.V.  
Bochum, Germany  
[www.gls-treuhand.de](http://www.gls-treuhand.de)

## Acerca de los autores y editores de «Soja transgénica: ¿sostenible? ¿responsable?»

Este informe fue elaborado por una coalición internacional de científicos que tenían la visión de que todo el conjunto de evidencias existente sobre la soja transgénica y el herbicida con glifosato debe ser accesible para todos: gobiernos, el sector, los medios de comunicación y la sociedad.

A continuación se brinda una breve presentación de los científicos y sus datos de contacto:

**Michael Antoniou** es profesor adjunto de genética molecular y director del Grupo de Biología Nuclear, Facultad de Medicina de King's College de Londres, Reino Unido. Celular +44 7852 979 548 Skype: michaelantoniou. Dirección de correo electrónico: michael.antoniou@genetics.kcl.ac.uk

**Paulo Brack** es profesor del Instituto de Bociencias de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil, y miembro de la CTNBio (Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad), Brasil. +55 51 9142 3220. Dirección de correo electrónico: paulo.brack@ufrgs.br

**Andrés Carrasco** es profesor y director del Laboratorio de Embriología Molecular de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires e investigador principal del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Celular +549 11 68262788; Oficina 549 11 5950 9500 ext. 2216. Dirección de correo electrónico: acarrasco@fmed.uba.ar

**John Fagan** es fundador de una de las primeras empresas de ensayos y certificación de OGM. Cofundó Earth Open Source, una fundación que utiliza la colaboración del contenido abierto para conseguir avances en la producción de alimentos sostenibles desde el punto de vista medioambiental. Anteriormente, dirigió las investigaciones sobre el cáncer en los Institutos Nacionales de Salud de EE.UU. Tiene un doctorado en bioquímica y en biología molecular y celular de la Universidad Cornell. Celular +1 312 351 2001; Fijo 44 20 3286 7156. Dirección de correo electrónico jfagan64@gmail.com

**Mohamed Ezz El-Din Mostafa Habib**, profesor y ex director del Instituto de Biología, UNICAMP de São Paulo, Brasil, y preboste de asuntos comunitarios y de educación a distancia, UNICAMP. Es un experto en ecología, entomología, plagas agrícolas, educación ambiental, sostenibilidad, control biológico y agroecología reconocido internacionalmente. +55 19 3521 4712. Dirección de correo electrónico: habib@unicamp.br

**Paulo Yoshio Kageyama** es profesor del departamento de Ciencias Forestales, Universidad de São Paulo, Brasil; miembro del Consejo

Nacional del Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil, y director anterior del Programa Nacional de conservación de la biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente, Brasil. +55 19 2105 8642. Dirección de correo electrónico: kageyama@esalq.usp.br

**Carlo Leifert** es profesor de agricultura ecológica en el Colegio de Agricultura, Alimentación y Desarrollo Rural (AFRD), Universidad de Newcastle, Reino Unido y director del Centro Tecnológico de Stockbridge (STC) del Reino Unido, una empresa sin fines de lucro que proporciona apoyo en Investigación y Desarrollo para la industria horticultural del Reino Unido. +44 1661 830222. Dirección de correo electrónico: c.leifert@ncl.ac.uk

**Rubens Onofre Nodari** es profesor de la Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil; ex gerente de recursos genéticos de las plantas, Ministerio del Medio Ambiente de Brasil, y miembro del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil. +55 48 3721 5332. Skype: rnodari. Dirección de correo electrónico: nodari@cca.ufsc.br

**Walter A. Pengue**, profesor de Agricultura y Ecología de la Universidad de Buenos Aires, Argentina, y miembro científico del IPSRM; Panel Internacional para la Gestión de Recursos Sostenibles, UNEP, Naciones Unidas, Walter A. Pengue, Argentina. Celular +54 911 3688 2549. +54 11 4469 7500 ext 7235. Skype: wapengue. Dirección de correo electrónico: walter.pengue@speedy.com.ar

Nota: las opiniones expresadas en el informe «La soja transgénica, ¿sostenible? ¿responsable?» son las opiniones individuales de los coautores. No se pretende dar a entender ni afirmar que estas representan las opiniones de las instituciones a las que los coautores están o estuvieron afiliados.

Los editores de este informe fueron inspirados por el trabajo de los científicos sobre este tema para apoyar su difusión al público. El informe completo y un resumen de los resultados principales se pueden descargar desde las páginas web del editor: GLS Gemeinschaftsbank eG [www.gls.de](http://www.gls.de) ARGE Gentechnik-frei [www.gentechnikfrei.at](http://www.gentechnikfrei.at)

Por la presente, los propietarios de los derechos de copia conceden permiso a personas e instituciones para alojar el informe en su totalidad y el resumen de los resultados fundamentales inalterados en sus sitios web y para distribuirlo libremente por otras vías, a condición de que se den a conocer tanto los autores, como los editores.

# ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	<b>4</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>5</b>
Sobre la soja transgénica RR .....	6
La experiencia norteamericana .....	6
<b>Efectos tóxicos del Glifosato y del Roundup</b> .....	<b>7</b>
Un estudio confirma la relación entre el glifosato y ciertas anomalías congénitas.....	8
Propuesta de prohibición del glifosato y fallo judicial.....	9
Informe del gobierno del Chaco .....	9
Se impide a la población escuchar a los investigadores del glifosato .....	9
Otras denuncias de daños a la salud por fumigación con glifosato.....	10
Prohibiciones judiciales de la fumigación con glifosato en todo el mundo.....	10
Estudios epidemiológicos sobre el glifosato .....	10
Efectos tóxicos indirectos del glifosato.....	11
Residuos del glifosato y los adyuvantes en la soja .....	11
<b>Peligros de los cultivos y alimentos genéticamente modificados</b> .....	<b>11</b>
Desregularización de los alimentos transgénicos.....	11
El proceso de ingeniería genética.....	12
Cambios no deseados en cultivos y alimentos transgénicos.....	12
Alimentos y cultivos transgénicos: clima de las investigaciones .....	13
Aprobación de la soja transgénica RR .....	13
Cambios no deseados en la soja transgénica RR.....	14
Peligros para la salud y efectos tóxicos de la soja transgénica RR.....	14
Efectos de la comida transgénica en los animales .....	15
Efectos en la salud humana.....	15
Valor nutritivo y potencial alergénico .....	15
<b>Repercusiones para la agronomía y el medio ambiente de la soja transgénica RR</b> .....	<b>16</b>
Rendimiento.....	16
Malezas resistentes al glifosato.....	17
Uso de pesticidas/herbicidas .....	18
Soja transgénica RR en Argentina: problemas ecológicos y agronómicos.....	20
Repercusiones de los herbicidas de amplio espectro para la biodiversidad .....	20
Empobrecimiento de suelos en Sudamérica .....	21
Efectos del glifosato en los suelos y cultivos .....	22
No se divulgan descubrimientos sobre los efectos del glifosato para los cultivos .....	23
Siembra directa con soja RR.....	23
<b>Impactos socioeconómicos de la soja transgénica RR</b> .....	<b>26</b>
Argentina: la economía de la soja .....	26
Repercusiones económicas de la soja transgénica RR en los agricultores de Estados Unidos.....	27
Aumenta el precio de las semillas RR en los Estados Unidos .....	27
Los agricultores se distancian de la soja transgénica RR.....	28
Acceso restringido de los agricultores a las semillas no transgénicas.....	28
El dominio de Monsanto en la agricultura Argentina.....	28
Contaminación transgénica y pérdidas de los mercados .....	29
<b>Violación de los derechos humanos</b> .....	<b>30</b>
Paraguay: violento desplazamiento de personas .....	30
<b>Conclusión</b> .....	<b>30</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>31</b>

## RESUMEN

Actualmente está surgiendo una mayor toma de conciencia sobre la insostenibilidad de muchas prácticas agrícolas modernas y sobre la necesidad de hallar formas alternativas de garantizar la seguridad de los alimentos. En los últimos años, distintos organismos han participado en el debate sobre la sostenibilidad tratando de declarar la producción de soja transgénica Roundup-Ready® sostenible y responsable.

Entre estos organismos se incluyen ISAAA, un grupo que recibe el respaldo del sector de los transgénicos; el centro de investigaciones Plant Research Internacional, de la Universidad de Wageningen, (Países Bajos), que ha publicado un artículo presentando argumentos a favor de la sostenibilidad de la soja transgénica RR y la Mesa Redonda sobre la Soja Responsable (RTRS, por sus siglas en inglés), un foro que abarca a numerosas partes interesadas, que incluyen ONGs como WWF y Solidaridad y empresas multinacionales como ADM, Bunge, Cargill, Monsanto, Syngenta, Shell y BP.

Este informe evalúa las pruebas científicas y otros datos documentados sobre la soja transgénica RR y cuestiona si ésta puede ser declarada sostenible y responsable.

La soja transgénica RR se modifica genéticamente para poder tolerar el herbicida Roundup®, basado en el producto químico glifosato. La modificación transgénica permite fumigar el campo con glifosato, lo que mata todas las formas de vida vegetal excepto el cultivo. La soja transgénica RR se comercializó por primera vez en los Estados Unidos en 1996. Actualmente, las variedades de soja transgénica RR dominan la producción en Norteamérica y Argentina y son ampliamente cultivadas en Brasil, Paraguay, Uruguay y Bolivia.

El glifosato es un elemento esencial del sistema de cultivo de la soja transgénica RR, por lo que la rápida expansión de la soja transgénica RR ha provocado grandes incrementos en el uso del herbicida.

El sector afirma que el glifosato es seguro para las personas y que se descompone rápidamente y no causa daños al medio ambiente. Pero existe un conjunto nutrido y creciente de investigaciones científicas que cuestionan estas afirmaciones, revelando graves repercusiones para la salud y el medio ambiente. Los adyuvantes (ingredientes añadidos) del Roundup aumentan su toxicidad. Se han identificado efectos dañinos del glifosato y del Roundup incluso en niveles más bajos de los que se utilizan en la fumigación agrícola, correspondiente, a los niveles encontrados en el medio ambiente.

La fumigación masiva con glifosato de la soja transgénica RR, generalmente realizada desde el aire, se ha relacionado en informes e investigaciones científicas, con problemas de salud graves en aldeanos y agricultores. Un estudio publicado recientemente, relaciona la exposición al glifosato con anomalías congénitas. En algunas regiones

del mundo, incluida una región de Argentina productora de soja transgénica RR, los tribunales han prohibido o restringido dicha fumigación.

Para los agricultores, la soja transgénica RR no ha estado a la altura de las afirmaciones del sector. Los estudios demuestran que la soja transgénica RR produce sistemáticamente rendimientos más bajos. Algunos estudios han demostrado que las aplicaciones de glifosato a los cultivos interfieren con la absorción de nutrientes, aumentan las plagas y las enfermedades y reducen el vigor y el rendimiento.

El problema más grave para los agricultores que cultivan soja transgénica RR es el aumento vertiginoso de las malezas resistentes al glifosato o «supermalezas». Las malezas resistentes al glifosato han obligado a los agricultores a caer en un círculo vicioso: utilizan cada vez más herbicidas y estos son cada vez más tóxicos. En algunos casos, los agricultores no han podido controlar las malezas, ni con las mayores cantidades de herbicida, y la tierra de siembra ha tenido que ser abandonada.

El modelo de siembra directa, promovido como parte integrante del paquete tecnológico de la soja transgénica RR, evita el arado con el fin de conservar el suelo. La semilla se planta directamente en el suelo y las malezas se controlan con aplicaciones de glifosato en lugar de métodos mecánicos.

Se ha descubierto que las afirmaciones sobre los beneficios medioambientales del modelo de la siembra directa y la soja transgénica RR son engañosas. El sistema ha acrecentado el problema de las malezas resistentes al glifosato y se ha demostrado que incrementa el impacto ambiental de la producción de soja cuando se toman en cuenta los herbicidas utilizados para controlar las malezas. Además, se ha descubierto que la producción de soja transgénica RR requiere más energía que la producción de la soja convencional.

Asimismo, existen apremiantes inquietudes sobre la seguridad de las modificaciones transgénicas introducidas en la soja transgénica RR. Contrariamente a lo que afirman el sector de los transgénicos y quienes lo apoyan, la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) nunca aprobó ningún alimento transgénico como seguro, sino que ha desregularizado los alimentos transgénicos a principios de los 90, determinando que son «sustancialmente equivalentes» a los alimentos no transgénicos y que no requieren ninguna evaluación especial de seguridad. La decisión de la FDA fue ampliamente considerada una decisión política sin fundamentos científicos. De hecho, el término «equivalencia sustancial» nunca ha sido definido por la ciencia ni por el derecho.

Desde entonces, una serie de estudios ha puesto de manifiesto los peligros para la salud y los efectos tóxicos

asociados con la soja transgénica RR. Entre estos se incluyen cambios celulares en órganos, signos más pronunciados de envejecimiento del hígado, alteraciones en las funciones de las enzimas y cambios en los órganos reproductores. Aunque la mayoría de estos estudios fueron realizados con animales de laboratorio, los descubrimientos sugieren que la soja transgénica RR también podría tener repercusiones para la salud humana. Esta posibilidad no se ha investigado debidamente.

Los defensores de la soja transgénica RR generalmente justifican su rápida expansión con criterios de crecimiento económicos; sostienen que el cultivo incrementa la prosperidad de los agricultores, las comunidades rurales y la economía, por lo que es irresponsable pedir una evaluación de riesgos en regla.

Sin embargo, cuando se miden las repercusiones económicas de los cultivos transgénicos sobre el terreno, los resultados suelen ser desalentadores. Por ejemplo, durante un estudio realizado para la Comisión Europea no se encontró ninguna ventaja económica para los agricultores de los Estados Unidos derivada del cultivo de la soja transgénica RR con respecto a la soja no transgénica. El beneficio de la soja transgénica RR para los agricultores que con más frecuencia se cita, la simplificación del control de las malezas, está siendo desmentido rápidamente por la propagación de las malezas resistentes al glifosato.

Argentina es ampliamente citada como ejemplo del éxito del modelo de cultivo de la soja transgénica RR. Pero la producción de soja RR en el país está vinculada con graves problemas socioeconómicos, incluidos el desplazamiento de poblaciones agrarias a ciudades, la concentración de la producción agrícola en manos de un pequeño número de operadores, la pérdida de seguridad alimentaria, una nutrición deficiente y el aumento de la pobreza y del desempleo.

Existen también inquietudes sobre el control casi monopolístico del suministro de semillas en muchos países

por empresas del sector transgénico. En los Estados Unidos, esto ha producido grandes aumentos en los costos de la semilla de la soja transgénica RR (hasta 230% en 2009 respecto a los niveles de 2000) comprometiendo la sostenibilidad económica del cultivo de soja.

Los altos costos de la semilla, los problemas de las malezas resistentes al glifosato y las primas lucrativas por las cosechas de soja no transgénica están obligando a los agricultores de Norteamérica y Sudamérica a abandonar la soja transgénica RR. La estrategia que ha aplicado el sector para contrarrestar esta tendencia ha sido tomar control del suministro de semillas y restringir a los agricultores la disponibilidad de la semilla de soja no transgénica.

Los cultivos transgénicos amenazan a los mercados de exportación debido al rechazo de los consumidores en muchos países. Los hallazgos de contaminación por transgénicos de alimentos para personas y animales han producido repetidamente retiradas masivas de productos e importantes pérdidas para el mercado. Las constantes medidas que se toman para evitar la contaminación con transgénicos cuestan millones a la industria de alimentos y agrícola.

En resumen, la mayoría de los beneficios proclamados son de corto plazo (como el control de malezas simplificado y menos tóxico) o bien ficticios (como un rendimiento mayor y el control de malezas menos tóxico). Muchos ellos no se han hecho realidad aunque muchos de los problemas previstos (como las malezas resistentes al glifosato, alteraciones de la ecología de los suelos y efectos negativos en los cultivos) se han confirmado.

El peso de la evidencia de los estudios científicos, los informes documentados y la vigilancia sobre el terreno muestra que tanto la soja transgénica RR como el herbicida de glifosato para la que ha sido diseñada para tolerar son destructivos a los sistemas agrícolas, las comunidades agrícolas, los ecosistemas y la salud de animales y humanos. La conclusión es que la soja transgénica RR no puede ser considerada sostenible ni responsable.

## INTRODUCCIÓN

Las crecientes inquietudes por la sostenibilidad de la agricultura moderna ya no son exclusivas de organizaciones marginales, sino que forma parte de la corriente dominante. Ha surgido un amplio consenso sobre la idea de que, cuando se trata de la producción agrícola y alimenticia, no se puede seguir actuando como si no ocurriera nada.

En 2008, el Banco Mundial y cuatro organismos de las Naciones Unidas completaron un estudio de cuatro años de duración sobre el futuro de la agricultura. Realizado por más de 400 científicos y expertos en desarrollo de 80 países y aprobado por 58 gobiernos, el informe Evaluación Internacional del papel del Conocimiento, la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo (IAASTD, por sus siglas en inglés)

concluía que los parches técnicos de corto plazo y costosos, incluidos los cultivos transgénicos, probablemente no puedan solucionar los complejos retos a que se enfrentan los agricultores.

El informe IAASTD recomienda, por el contrario, abordar las causas subyacentes de la pobreza. El IAASTD identificaba las prioridades de las investigaciones agrícolas futuras como prácticas «agroecológicas» y hacía un llamado a una mayor cooperación entre los agricultores y los equipos interdisciplinarios de científicos para construir sistemas de producción alimenticia apropiados desde los planos cultural y ecológico.<sup>1</sup>

Otras organizaciones han llegado a conclusiones similares. La Vía Campesina, movimiento internacional de campesinos, reúne a 148 organizaciones de 69 países. La organización promueve una agricultura de bajos insumos y sostenible ambientalmente y se opone a los sistemas de altos insumos y basados en cultivos transgénicos.<sup>2</sup> Consumers International, con más de 220 organizaciones miembros de 15 países, ha publicado informes que advierten a los consumidores y productores de alimentos sobre los riesgos de los cultivos y alimentos transgénicos<sup>3</sup> y que hacen un llamado a una producción de alimentos responsable ecológica y socialmente.<sup>4</sup>

En un intento por contrarrestar esta tendencia, algunos organismos han intentado cambiar la definición de agricultura sostenible para incluir a los cultivos transgénicos en general y a la soja Roundup Ready® genéticamente modificada (GM RR) en particular. Entre estos organismos se incluyen:

- AAPRESID (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa)<sup>5</sup>
- ISAAA, un grupo apoyado por el sector de los transgénicos<sup>6</sup>
- Asociación Nacional de Bioseguridad (ANBio), Brasil<sup>7</sup>
- El centro de investigaciones Plant Research Internacional de la Universidad de Wageningen (Países Bajos), que ha publicado un artículo presentando argumentos a favor de la sostenibilidad de la soja transgénica RR<sup>8</sup>
- La Mesa Redonda sobre la Soja Responsable (RTRS, por sus siglas en inglés),<sup>9</sup> un foro que abarca a numerosas partes interesadas entre las que se incluyen ONGs como WWF y Solidaridad, y empresas multinacionales como ADM, Bunge, Cargill, Monsanto, Syngenta, Shell y BP.
- El programa Soja Plus<sup>10</sup>, de Brasil, patrocinado por ABIOVE (Asociación Brasileña de Industrias de Aceites Vegetales), ANEC (Asociación Nacional de Exportación de Granos), APROSOJA (Asociación de Productores de Soja) y ARES (Instituto para el Agronegocio Responsable).

Con al menos dos definiciones radicalmente diferentes de sostenibilidad que pretenden ser aceptadas, es necesario examinar la soja transgénica RR más de cerca para decidir si su cultivo puede considerarse sostenible y responsable.

## Sobre la soja transgénica RR

La soja transgénica RR fue desarrollada por Monsanto y se comercializó por primera vez en los Estados Unidos en 1996. El cultivo se ha modificado genéticamente para tolerar el herbicida de superventas de Monsanto, Roundup, basado en el producto químico glifosato. Monsanto patentó la molécula del glifosato en los 70 y comercializó el Roundup desde 1976. Retuvo derechos exclusivos en los Estados Unidos hasta que su patente estadounidense expiró en septiembre de 2000. Desde entonces, también

otras empresas han fabricado el herbicida.

El gen RR permite que el cultivo sea fumigado con glifosato; mata malezas y otras plantas pero permite que el cultivo siga creciendo.

La aparente simplicidad del sistema de la soja transgénica RR ha motivado una alta aceptación entre los agricultores. En 2009, en los Estados Unidos y Argentina, más del 90% del cultivo de soja era de la variedad RR GM (transgénica).<sup>11</sup> La soja transgénica RR domina la producción en Argentina, Paraguay y algunas partes de Brasil y se está expandiendo a Bolivia y Uruguay.

Después de 15 años de producción comercial, ha surgido un amplio corpus de evidencia sobre las repercusiones de la soja transgénica RR que contiene investigaciones científicas, vigilancia sobre el terreno e informes de expertos. Las áreas de estudio incluyen los efectos en la salud y el medio ambiente de la soja transgénica RR y del herbicida glifosato que la acompaña, el rendimiento agronómico y las consecuencias económicas para agricultores y mercados. Se ha acumulado evidencia adicional sobre el modelo de siembra directa promovido como parte del paquete de soja transgénica RR.

Este informe presenta y evalúa la evidencia que se ha acumulado sobre la soja transgénica RR y su cultivo en un intento por responder a la pregunta “¿Se puede calificar la soja transgénica RR como responsable o sostenible?”

## La experiencia norteamericana

Aunque este informe se enfoca en las declaraciones de sostenibilidad del cultivo de soja transgénica RR a nivel mundial, gran parte de los datos han sido recogidos en Norteamérica. La experiencia norteamericana de los cultivos transgénicos es relevante, ya que en los Estados Unidos se han sembrado cultivos transgénicos en un área más grande y durante más tiempo que en cualquier otro país.

La tecnología ha demostrado ser atractiva para agricultores estadounidenses con granjas y campos extensos y un alto grado de mecanización, principalmente por la simplificación del sistema de control de malezas.<sup>12</sup> Asimismo, Estados Unidos cuenta con una infraestructura favorable al monocultivo de soja transgénica y con subsidios del gobierno para la siembra de cultivos transgénicos, que entraron en vigor poco después de la introducción de la soja transgénica RR en 1996.<sup>13</sup> En 2001, la revista agrícola del Reino Unido, *Farmers Weekly*, informó de que el 70% del valor de la soja procedía del gobierno de los Estados Unidos.<sup>14 15</sup>

Considerados todos estos motivos, los cultivos transgénicos de Norteamérica serían un palmario caso de éxito. Sin embargo, no es este el caso. Han surgido problemas con los cultivos transgénicos en los Estados Unidos, y Sudamérica está siguiendo la misma trayectoria. Además, han surgido problemas de salud pública y socioeconómicos en Sudamérica como resultado de la expansión de la soja transgénica RR y del uso del glifosato, al que va ligada.

# EFFECTOS TÓXICOS DEL GLIFOSATO Y DEL ROUNDUP

Más del 95% de la soja transgénica (y el 75% de otros cultivos transgénicos) se diseña para tolerar el herbicida de base glifosata cuya fórmula más común es Roundup. Monsanto patentó la molécula del glifosato en los 70 y comercializó el Roundup por primera vez en 1976.<sup>16</sup> Puesto que la patente estadounidense de Monsanto expiró en 2000, otras compañías han podido vender sus propias marcas del herbicida con glifosato<sup>17</sup> y Monsanto se ha vuelto cada vez más dependiente de su negocio de semillas transgénicas tolerantes al glifosato como fuente de ingresos.

El glifosato funciona como herbicida no selectivo de amplio espectro, inhibiendo una enzima de las plantas que no existe en las células humanas ni animales. A raíz de esa idea, los fabricantes afirman que el glifosato es seguro y no es tóxico para los humanos ni los animales. Pero un conjunto cada vez mayor de investigaciones demuestra que estas afirmaciones son engañosas. Además, se ha descubierto que los ingredientes añadidos (adyuvantes) del Roundup presentan peligros y en algunos casos aumentan la toxicidad del glifosato.

A través de estudios, se ha descubierto que las fórmulas del glifosato y del Roundup son disruptores endocrinos (sustancias que interfieren en el funcionamiento hormonal) y que son tóxicas y letales para las células humanas. En los animales, alteran las funciones de las hormonas y las enzimas, impiden el desarrollo y causan anomalías congénitas.

Entre los descubrimientos se incluyen:

- En un estudio realizado con células humanas, se descubrió que las cuatro fórmulas de Roundup sometidas a prueba causaron la muerte total de las células en 24 horas. Estos efectos se encontraron en niveles de dilución mucho más bajos que los recomendados para uso agrícola y que corresponden a los bajos niveles de residuos encontrados en alimentos para personas o animales. Los adyuvantes del Roundup incrementan la toxicidad del glifosato porque permiten al herbicida penetrar en las células humanas más fácilmente.<sup>18</sup>
- Los herbicidas de base glifosata son disruptores endocrinos. En las células humanas, los herbicidas de base glifosata evitan la acción de los andrógenos, las hormonas masculinizantes, a niveles muy bajos (hasta 800 veces menos que los niveles residuales de glifosato permitidos en algunos cultivos transgénicos utilizados para comida de animales en los Estados Unidos). Se descubrieron daños en el ADN de las células humanas tratadas con herbicidas de base glifosata a estos niveles. Los herbicidas de base glifosata también alteran la acción y la formación de estrógenos, las hormonas feminizantes.<sup>19</sup>

- El glifosato es tóxico para las células placentarias humanas en concentraciones menores que las que se dan en el uso agrícola. El glifosato actúa como disruptor endocrino, inhibiendo una enzima que convierte los andrógenos en estrógenos. Este efecto aumenta en presencia de los adyuvantes del Roundup.<sup>20</sup>
- El glifosato y el producto formulado Roundup Bioforce dañan las células placentarias y embrionarias humanas en concentraciones mucho menores que las que se recomiendan para el uso agrícola. Los autores del estudio concluyen que el Roundup puede interferir con la reproducción humana y el desarrollo embrionario. Y lo que es más, parece que se subestiman los efectos tóxicos y hormonales de las fórmulas.<sup>21</sup>
- Los adyuvantes del Roundup hacen que la membrana celular sea más permeable al glifosato e incrementan su actividad en la célula.<sup>22,23</sup>
- El Roundup es tóxico y letal para los anfibios. Según un estudio basado en un ambiente natural, la aplicación de Roundup a la tasa recomendada por el fabricante eliminaba completamente dos especies de renacuajos y casi exterminaba una tercera, lo que acarrea una disminución del 70% de la riqueza de especies de renacuajos. La riqueza de especies de las comunidades acuáticas se redujo en un 22% con el Roundup, un efecto mayor se ha encontrado con el insecticida Sevin o el herbicida 2,4-D. A diferencia de lo que se cree popularmente, la presencia del suelo no mitiga los efectos del producto.<sup>24</sup> Monsanto presentó objeciones al estudio alegando que las tasas de aplicación se habían elevado a niveles nada realistas, que las concentraciones analizadas no se darían en el agua en condiciones reales y que la fórmula del Roundup analizada no está pensada para su aplicación en el agua.<sup>25</sup> El investigador, Dr. Rick Relyea, respondió que las tasas de aplicación correspondían a los datos del fabricante. Añadió que las concentraciones en agua estaban en el límite máximo que se puede esperar, pero que eran aun así realistas, según los propios datos de Monsanto.<sup>26</sup> Además, subrayó que la fórmula del Roundup sometida a prueba puede introducirse, y de hecho, se introduce en los hábitats acuáticos durante la fumigación aérea.<sup>27</sup> Además, Relyea realizó experimentos posteriores utilizando solo un tercio de la cantidad de Roundup que se había empleado anteriormente, pero perfectamente dentro de las concentraciones que se cree que se dan en el medio ambiente. Incluso esta concentración reducida causó una mortalidad en los anfibios del 40%.<sup>28</sup>
- Los experimentos efectuados con embriones de erizos de mar demuestran que los herbicidas de base glifosata y el metabolito principal del glifosato

(producto de la degradación medioambiental), AMPA, alteran los puntos reguladores del ciclo celular interfiriendo con los mecanismos fisiológicos de reparación del ADN. Dicha disfunción del ciclo celular se puede observar ya desde la primera división celular de los embriones de erizos de mar<sup>29 30 31 32</sup> Es sabido que la disfunción reguladora del ciclo celular produce inestabilidad genómica y el posible desarrollo de cánceres humanos. Reafirman estos datos estudios sobre el glifosato y el AMPA, que indican que el daño irreversible que causan al ADN puede incrementar el riesgo de cáncer.<sup>33 34</sup>

- El herbicida con glifosato alteró los niveles hormonales en bagres hembras y disminuyó la viabilidad de los huevos. Los resultados mostraban que la presencia de glifosato en el agua era dañina para la reproducción de los bagres.<sup>35</sup>
- Los residuos de Roundup interfieren con varios recorridos metabólicos de las células en bajas concentraciones.<sup>36</sup>
- El glifosato afecta a los niveles y el funcionamiento de varias enzimas del hígado e intestino de las ratas.<sup>37</sup>
- El Roundup es tóxico para las ratas hembras y causa malformaciones esqueléticas en los fetos.<sup>38</sup>
- El AMPA, el principal producto de la degradación medioambiental del glifosato, causa daños en el ADN de las células.<sup>39</sup>

Estos descubrimientos muestran que el glifosato y el Roundup son tóxicos para muchos organismos y para las células humanas.

## Un estudio confirma la relación entre el glifosato y ciertas anomalías congénitas

En el año 2009, el catedrático Andrés Carrasco, científico del gobierno argentino, anunció los descubrimientos de su equipo de investigadores sobre las malformaciones que causa el herbicida de base glifosata en los embriones de ranas en dosis mucho más bajas que las utilizadas en la fumigación agrícola. Además, los embriones de rana y pollo tratados con herbicida con glifosato desarrollaron malformaciones similares a las observadas en la progenie humana expuesta a dichos herbicidas.<sup>40</sup>

Entre los efectos que se hallaron repetidamente estaban: el tamaño de la cabeza reducido, alteraciones genéticas del sistema nervioso central, un aumento en la muerte de células que contribuyen a la formación del esqueleto, y deformaciones en los cartílagos. Los autores concluyeron que los resultados llevan a plantearse «inquietudes sobre los efectos clínicos en la progenie humana de las poblaciones expuestas a herbicidas de base glifosata en campos agrícolas».

En palabras de Carrasco, «los hallazgos del laboratorio

conducen con las malformaciones observadas en los seres humanos expuestos al glifosato durante el embarazo». Agregó que sus descubrimientos alertan sobre graves implicaciones para las personas porque los animales utilizados en los experimentos comparten mecanismos de desarrollo similares a los de los humanos.<sup>41</sup>

Un dato significativo es que Carrasco encontró malformaciones en los embriones de rana y pollo a los que se habían inyectado 2,03 mg/kg de glifosato. El límite de residuos máximo permitido para la soja en la Unión Europea es de 20 mg/kg, una cantidad 10 veces superior.<sup>42</sup> Se ha descubierto que la soja contiene residuos de glifosato de hasta 17 mg/kg.<sup>43</sup>

Carrasco realizó otras pruebas que demuestran que el propio glifosato, y no los adyuvantes del Roundup, era el responsable de las malformaciones.

Los autores concluyeron que tanto el herbicida de base glifosata como el glifosato puro interferían con los principales mecanismos moleculares reguladores del desarrollo temprano de los embriones de la rana y del pollo, produciendo malformaciones.

Carrasco es profesor y director del Laboratorio de Embriología Molecular de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires e investigador principal del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Los informes sobre los efectos de la fumigación con herbicida de base glifosata en humanos en áreas agrícolas lo llevaron a investigar los efectos del glifosato en ranas. Estos informes incluían un estudio epidemiológico de Paraguay que permitió descubrir que las mujeres expuestas durante el embarazo a herbicidas tenían hijos con anomalías congénitas, particularmente microcefalia (cabeza pequeña), anencefalia (ausencia de una parte del cerebro y de la cabeza) y malformaciones del cráneo.<sup>44</sup>

El equipo de Carrasco también tomó en consideración informes de Argentina sobre un incremento en las anomalías congénitas y abortos espontáneos en áreas de «agricultura basada en organismos transgénicos». Afirmaron que «estos resultados se concentraban en familias que vivían a unos metros de distancia de donde se fumigaba regularmente con herbicidas». Añadieron que esta información es preocupante debido al alto riesgo de alteraciones que se dan inducidas por el ambiente en el desarrollo humano durante las primeras ocho semanas del embarazo. Un estudio previo había demostrado que el glifosato puede atravesar la placenta humana y adentrarse en el compartimento del feto.<sup>45</sup>

Los autores comentaron que la mayoría de los datos sobre la seguridad de los herbicidas de base glifosata y la soja transgénica RR habían sido proporcionados por el sector. El problema de este planteamiento lo ponen en evidencia las investigaciones sobre los efectos disruptores endocrinos de los productos químicos. Estudios

independientes hallaron efectos nocivos en dosis bajas, mientras que los estudios del sector no hallaron ningún efecto. Por esta razón, escriben los autores, se necesita una serie de investigaciones independientes que evalúen los efectos de los agroquímicos en la salud humana.

Los investigadores criticaron la dependencia excesiva al glifosato que padece Argentina, causada por la expansión de la soja transgénica RR, que en 2009 abarcaba 19 millones de hectáreas.<sup>46 47</sup> Observaron que se utilizan 200 millones de litros de herbicida de base glifosata en el país para producir 50 millones de toneladas de soja cada año. Concluyeron que «los modelos agrícolas intensivos y extensivos basados en el paquete tecnológico de organismos genéticamente modificados se aplican actualmente sin evaluación crítica, regulaciones estrictas ni información adecuada sobre las repercusiones que tienen las dosis subletales para la salud humana y el medio ambiente ».

Los autores condenaban el hecho de que ni siquiera el peso de la evidencia científica y las observaciones clínicas fueran suficientes para hacer valer el principio cautelar y abrir una investigación sobre la «la magnitud de los efectos para la salud humana de herbicidas basados en agricultura transgénica ».

Comentando los descubrimientos de su equipo en una entrevista con Financial Times, Carrasco dijo que las personas que viven en las zonas productoras de soja de Argentina empezaron a denunciar problemas en 2002, dos años después de las primeras grandes cosechas de soja transgénica RR. Dijo: «Sospecho que la clasificación de la toxicidad del glifosato es excesivamente baja...en algunos casos este puede ser un veneno muy poderoso».<sup>48</sup>

## Propuesta de prohibición del glifosato y fallo judicial

Tras la publicación inicial de los descubrimientos de las investigaciones de Carrasco, un grupo de abogados ambientalistas solicitaron a la Corte Suprema de Argentina la prohibición de la venta y uso del glifosato. Pero Guillermo Cal, director ejecutivo de CASAFE (agrupación empresarial para la protección de los cultivos en Argentina) manifestó que una eliminación implicaría «la imposibilidad de cultivar en Argentina».<sup>49</sup>

No se efectuó dicha prohibición nacional. Pero, en marzo de 2010, solo meses después de la publicación de los descubrimientos de Carrasco, un tribunal de la provincia argentina de Santa Fe tomó la decisión de impedir a los agricultores que fumigaran agroquímicos cerca de áreas pobladas. El tribunal resolvió que los agricultores «habían usado indiscriminadamente agroquímicos como el glifosato, aplicándolos en violación flagrante de las leyes existentes [causando] daños graves al medio ambiente y a la salud y calidad de vida de los residentes». Aunque la resolución se limita al área que rodea San Jorge, hay otros

tribunales que podrían seguirle los pasos si los residentes solicitan medidas judiciales similares.<sup>50</sup>

## Informe del gobierno del Chaco

En abril de 2010, como resultado de la presión ejercida por residentes y médicos, una comisión abierta por el gobierno de la provincia argentina del Chaco completó un informe en el que se analizaban las estadísticas de salud en la localidad de La Leonesa y otras áreas donde se realizan fumigaciones abundantes de los cultivos de soja y arroz.<sup>51</sup> La comisión informó que la tasa de cáncer infantil se triplicó desde el año 2000 hasta el año 2009 en La Lenoesa. La tasa de anomalías congénitas se incrementó casi cuadruplicándose en toda la provincia del Chaco.

Este espectacular aumento de las enfermedades ocurrió en solo una década, que coincide con la expansión de la frontera agrícola hacia la provincia y el aumento correspondiente en el uso de agroquímicos.

El informe señalaba que el glifosato y muchos otros productos agroquímicos causan problemas. Se observaba que las quejas de residentes víctimas de las fumigaciones se centraban en «cultivos transgénicos, los cuales requieren fumigación aérea y del suelo con productos agroquímicos». El informe recomendaba la adopción de «medidas cautelares» hasta que se pueda realizar una evaluación de las repercusiones medioambientales.

Un miembro de la comisión que preparó el estudio, que pidió no ser identificado debido a la «tremenda presión» a la que se veía sometido, declaró que «todos aquellos que firmaron el informe cuentan con una gran experiencia en el tema estudiado, pero los plantadores de arroz y soja están ejerciendo una fuerte presión sobre el gobierno. No sabemos cómo terminará esto, ya que hay muchos intereses en juego».<sup>52</sup>

## Se impide a la población escuchar a los investigadores del glifosato

Los investigadores y residentes de Argentina se ven sometidos a una intensa presión para no hablar acerca de los peligros del glifosato y de otros productos agroquímicos. En agosto de 2010, Amnistía Internacional informó de que una multitud organizada atacó violentamente a activistas, residentes y funcionarios públicos del vecindario que se reunieron para asistir a una charla del catedrático Andrés Carrasco en La Leonesa sobre sus investigaciones acerca del glifosato. Tres personas resultaron gravemente heridas en el ataque y el evento tuvo que ser cancelado. Carrasco y un colega se encerraron en un automóvil y fueron rodeados por personas que lanzaron violentas amenazas y golpearon el vehículo durante dos horas.

Los testigos manifestaron que creían que el ataque fue organizado por funcionarios locales y por un productor

de arroz con el fin de proteger los poderosos intereses económicos que hay detrás del sector agrario local.

Las autoridades estatales no han realizado estudios epidemiológicos sistemáticos en áreas donde la fumigación con glifosato es amplia. Sin embargo, Amnistía Internacional hizo saber que desde que se anunciaron los descubrimientos de las investigaciones de Carrasco, «los activistas, abogados y trabajadores de la salud... han comenzado a realizar sus propios estudios, registrando casos de malformaciones fetales y tasas de cáncer mayores en los hospitales locales». <sup>53</sup>

## Otras denuncias de daños a la salud por fumigación con glifosato

Han surgido otras denuncias de países sudamericanos en torno a los graves efectos para la salud y el ambiente que provoca por la fumigación con glifosato y otros agroquímicos de la soja transgénica RR.

En Paraguay, en 2003, un niño de 11 años, Silvino Talavera, murió después de intoxicarse con productos agroquímicos con los que se había fumigado la soja transgénica RR. Los otros niños de la familia fueron hospitalizados y el glifosato fue uno de los tres productos químicos que se encontraron en su sangre. <sup>54</sup>

Un documental de la televisión británica sobre la producción de soja RR en Paraguay, La dolorosa cosecha de Paraguay (Paraguay's Painful Harvest), recogía acusaciones de que los productos agroquímicos con los que se fumiga la soja transgénica RR causan anomalías congénitas. Un prominente agricultor de soja brasilero entrevistado en el programa respondió que a los lugareños no les gusta que los extranjeros proclamen que el cultivo de la soja en Paraguay es un éxito y declaren que los productos utilizados no harían daño ni a un pollo. <sup>55</sup>

En 2009, el Dr. Darío Roque Gianfelici, médico rural que ejerce en una región de Argentina donde se cultiva soja, ha publicado un libro, La Soja, La Salud y La Gente, sobre los problemas de salud asociados a la fumigación de glifosato. <sup>56</sup> Estos problemas incluyen altos índices de infertilidad, muerte fetal, abortos espontáneos, anomalías congénitas, cáncer y abundancia de peces muertos en los arroyos.

En un artículo del New Scientist también se denunciaban los daños a los cultivos, las muertes del ganado y los problemas sanitarios de los humanos causados por la fumigación con glifosato. <sup>57</sup>

## Prohibiciones judiciales de la fumigación con glifosato en todo el mundo

Argentina no es el único país donde un tribunal ha prohibido la fumigación con glifosato. En Colombia, en julio de 2001, un tribunal ordenó al gobierno detener la fumigación aérea de Roundup en plantaciones de coca

ilegales de la frontera con Ecuador. <sup>58</sup>

La fumigación aérea con Roundup y otros productos químicos por parte del gobierno israelí en cultivos de agricultores beduinos en el Nagab (Negev), Israel, entre 2002 y 2004 fue suspendida por orden judicial <sup>59 60</sup> después de que una coalición de grupos árabes de derechos humanos y científicos israelíes informaran sobre altas tasas de mortalidad en el ganado y una alta incidencia de abortos espontáneos y enfermedades entre la población expuesta. <sup>61 62</sup>

## Estudios epidemiológicos sobre el glifosato

- En los estudios epidemiológicos se observa a un gran grupo de personas que han estado expuestas a una sustancia que se sospecha que hace daño. El grupo expuesto se compara con un grupo no expuesto similar en términos sociales y económicos. Se mide en cada grupo la incidencia de ciertas enfermedades u otros efectos negativos para dilucidar si la exposición a la sustancia sospechosa está asociada a un incremento.

Los estudios epidemiológicos sobre la exposición al glifosato muestran asociaciones con problemas de salud graves. Entre los descubrimientos están:

- En un estudio se descubrió un grado de daños del ADN más alto en las personas que vivían en la zona de fumigación cercana a la frontera respecto a las que vivían a 80 kilómetros. <sup>63</sup> Los daños del ADN pueden activar genes asociados al desarrollo de cáncer, según comentó el investigador César Paz y Miño, y por lo tanto puede producir abortos espontáneos o anomalías congénitas. <sup>64</sup> Este descubrimiento se añadía a los síntomas esperados de la exposición al Roundup: vómitos y diarrea, visión borrosa y dificultad para respirar.
- En un estudio sobre familias agrícolas de Ontario, Canadá, se descubrieron altos niveles de nacimientos prematuros y abortos espontáneos en las mujeres de las familias que utilizaban pesticidas, incluido el glifosato y 2,4-D <sup>65</sup> (uno de los herbicidas que utilizan los agricultores para controlar las malezas resistentes al glifosato).
- Según un estudio epidemiológico de aplicadores de pesticidas, la exposición al glifosato está asociada a una incidencia mayor del mieloma múltiple, un tipo de cáncer. <sup>66</sup>
- Según estudios realizados en Suecia, la exposición al glifosato está ligada a una mayor incidencia del linfoma no hodgkiniano, un tipo de cáncer. <sup>67 68 69</sup>
- El glifosato estimula el cáncer de piel. <sup>70</sup>

Por si mismos, estos descubrimientos epidemiológicos no pueden probar que el glifosato sea el factor causal. Los fabricantes de sustancias identificados en dichos estudios como potencialmente dañinas con frecuencia afirman que no existe evidencia de que la sustancia sea causante del daño. Es verdad que los estudios epidemiológicos

no pueden identificar la causa y el efecto, solo pueden indicar asociaciones entre un factor causal sospechoso y un problema de salud. Se deben realizar trabajos toxicológicos ulteriores para establecer la causa y efecto. Sin embargo, esta limitación de la epidemiología no invalida sus descubrimientos. Los estudios toxicológicos sobre el glifosato citados anteriormente confirman que este entraña peligros para la salud.

## Efectos tóxicos indirectos del glifosato

Los fabricantes de glifosato y los defensores de la soja transgénica RR afirman que el glifosato se degrada rápidamente descomponiéndose en sustancias no dañinas y no es nocivo para el ambiente. Pero los estudios demuestran que no es así.

En el suelo, el glifosato tiene una semivida (el tiempo que se tarda en perder la mitad de su actividad biológica) de entre 3 y 215 días, dependiendo de las condiciones del suelo y la temperatura.<sup>71 72</sup> En el agua, la semivida del glifosato es de 35 a 63 días.<sup>73</sup>

El glifosato y el Roundup tienen efectos tóxicos en el medio ambiente. Entre los hallazgos se encuentran:

- El glifosato estimula el crecimiento y desarrollo en un tipo de gasterópodo acuático que es portador de la fasciola hepática. En el estudio se llega a la conclusión de que los niveles bajos de glifosato podrían promover el incremento de las infecciones de fasciola hepática en mamíferos.<sup>74</sup>
- El glifosato aumenta la propensión de los peces a albergar parásitos.<sup>75</sup>
- Según un estudio de tres años sobre la tala rasa de abetos fumigados con glifosato, la densidad total de aves se redujo en un 36%.<sup>76</sup>
- El glifosato es tóxico para las lombrices.<sup>77 78</sup>
- Después de un único tratamiento con glifosato, el musgo necesitaba cuatro años para comenzar a recuperarse en densidad y diversidad.<sup>79</sup>
- Las afirmaciones sobre la seguridad medioambiental del Roundup han sido invalidadas en tribunales de los Estados Unidos y Francia. En Nueva York, en 1996, un tribunal dictaminó que Monsanto ya no puede etiquetar el Roundup como «biodegradable» ni «ecológico». <sup>80</sup> En Francia, en 2007, Monsanto fue obligado a retirar los avisos publicitarios en los que se afirmaba que el Roundup era biodegradable y que deja el suelo limpio después de

ser usado. El tribunal determinó que estas afirmaciones eran falsas y engañosas e impuso una multa de 15.000 euros al distribuidor francés de Monsanto.<sup>81</sup>

## Residuos del glifosato y los adyuvantes en la soja

En 1997, luego de que la soja transgénica RR fuera comercializada en Europa, el límite de los residuos de glifosato (límite máximo de residuos o LMR) permitido en la soja aumentó 200 veces, de 0,1 mg/kg a 20 mg/kg.<sup>82</sup> Este elevado límite de residuos no se permite para ningún otro pesticida en la Unión Europea ni para ningún otro producto.

De la misma forma, en Brasil, en 1998, ANVISA, una agencia del Ministerio de Salud del Gobierno de Brasil, autorizó que se aumentara 50 veces el LMR del glifosato, de 0,2 mg/kg a 10 mg/kg.

Estos aumentos del LMR han sido criticados como decisiones políticas sin base científica. En 1999, Malcolm Kane, quien acababa de abandonar su puesto de director de la seguridad de los alimentos de la cadena de supermercados del Reino Unido Sainsbury's, declaró en una entrevista de prensa que el nivel había aumentado para «satisfacer a las empresas de productos transgénicos» y allanar el camino de la soja transgénica RR para su ingreso en el mercado.<sup>83</sup>

Se han encontrado residuos de glifosato en alimentos para personas y animales. Se ha descubierto que la soja contiene residuos de glifosato en niveles de hasta 17 mg/kg.<sup>84</sup> Se han encontrado residuos de glifosato en fresas,<sup>85</sup> lechugas, zanahorias y cebada cultivadas en tierras tratadas previamente con glifosato. Se encontraron residuos de glifosato en algunos de estos alimentos aunque los alimentos fueron cultivados un año después de que se aplicara el glifosato al suelo.<sup>86</sup>

No se ha establecido ningún LMR para el principal producto o metabolito de la degradación medioambiental del glifosato, el AMPA, que se ha descubierto en la soja en niveles de hasta 25 mg/kg.<sup>87</sup> Monsanto afirma que el AMPA tiene baja toxicidad para los mamíferos y organismos no diana.<sup>88</sup> Sin embargo, según investigaciones recientes que evaluaron los efectos de las fórmulas del Roundup, tanto el AMPA como el adyuvante del Roundup POEA matan las células humanas en concentraciones extremadamente bajas.<sup>89</sup> En un estudio se descubrió que el AMPA causa daños en el ADN de las células.<sup>90</sup> El POEA es aproximadamente 30 veces más tóxico para los peces que el glifosato.<sup>91</sup>

# PELIGROS DE LOS CULTIVOS Y ALIMENTOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

Los riesgos más evidentes de la soja transgénica RR están relacionados con el herbicida con glifosato utilizado en el cultivo. Sin embargo, también se debe considerar otra serie de riesgos: los derivados de la manipulación genética.

## Desregularización de los alimentos transgénicos

La Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) permitió

el ingreso de los primeros alimentos transgénicos a los mercados mundiales a principios de la década de los 90.

Contrariamente a lo afirmado por el sector de los transgénicos y sus colaboradores, la FDA nunca aprobó ningún alimento transgénico como seguro, sino que los ha desregularizado, determinando que son sustancialmente equivalentes a sus homólogos no transgénicos y que no requieren ninguna evaluación especial de seguridad. El término «equivalencia substancial» nunca ha sido definido por la ciencia ni el derecho. Sin embargo, se suele afirmar (de forma indebida) que un alimento transgénico no es diferente de su equivalente no transgénico.

- La decisión de la FDA fue ampliamente reconocida como una decisión política convenenciera sin fundamentos científicos. Por si fuera poca la controversia, la FDA ignoró las advertencias de sus propios científicos de que los transgénicos son diferentes de los cultivos tradicionales y entrañan riesgos exclusivos para la salud humana y animal.<sup>92</sup>

Desde entonces, dentro y fuera de los Estados Unidos, las evaluaciones de seguridad de los alimentos transgénicos son un proceso voluntario, impulsado por la empresa comercializadora. La empresa elige qué información enviará a la FDA y la FDA envía a la empresa una carta recordándole que la empresa es la única responsable de garantizar la seguridad de los alimentos transgénicos en cuestión. Este proceso exime a la FDA de responsabilidades por el daños causados por un alimento transgénico.<sup>93</sup>

El precedente establecido por la FDA se ha utilizado para presionar a otros países para que autoricen la adopción de cultivos transgénicos, o al menos para importarlo como alimento para personas y animales.

## Evaluación europea sobre la seguridad de los alimentos transgénicos

Con frecuencia, se afirma que Europa tiene estándares más exigentes de evaluación de riesgos para la seguridad de los alimentos transgénicos que los Estados Unidos. Pero esto no es cierto. El organismo europeo que regula los transgénicos, la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimenticia), como la FDA, cree que los ensayos de alimentación con transgénicos son generalmente innecesarios y basa sus evaluaciones de alimentos transgénicos en la hipótesis de que estos son sustancialmente equivalentes a sus homólogos no transgénicos.<sup>94</sup>

Las plantas transgénicas se someten a pruebas mucho más superficiales que los alimentos, pesticidas, productos químicos y medicamentos expuestos a radiaciones. Para demostrar la seguridad de los alimentos sometidos a irradiaciones, por ejemplo, se realizaron ensayos de alimentación con ratones, ratas, perros, monos e incluso humanos. Se realizaron ensayos de alimentación durante muchos años para investigar el crecimiento, la carcinogénesis y los efectos en la reproducción. Las plantas transgénicas no se han sometido a dichas pruebas.<sup>95</sup>

*Soja transgénica: ¿sostenible?, ¿responsable?*

## El proceso de ingeniería genética

Los defensores de la tecnología transgénica con frecuencia afirman que esta es simplemente una prolongación del mejoramiento genético convencional de las plantas. Pero esto no es cierto. Para la tecnología transgénica se utilizan técnicas de laboratorio en las que se introducen unidades de genes artificiales en el genoma de la planta huésped, un proceso que nunca se daría en la naturaleza. Las unidades de genes artificiales se crean uniendo fragmentos de ADN de virus, bacterias, plantas y animales. Por ejemplo, el gen resistente a herbicidas de la soja transgénica RR fue construido a partir de un virus de las plantas, dos bacterias del suelo y una petunia.

El proceso de transformación transgénica es impreciso y puede causar mutaciones generalizadas, ocasionando cambios potencialmente importantes en el «borrador» del ADN de la planta.<sup>96</sup> Estas mutaciones pueden alterar directa o indirectamente el funcionamiento y la regulación no solo de uno o algunos genes, sino de cientos de ellos, produciendo efectos impredecibles y potencialmente dañinos.<sup>97</sup> Estos efectos pueden incluir la producción de compuestos tóxicos, cancerígenos, teratogénicos (causantes de anomalías congénitas) o alérgicos inesperados.<sup>98</sup>

## Cambios no deseados en cultivos y alimentos transgénicos

Muchos estudios demuestran la presencia de cambios no deseados en los cultivos transgénicos respecto a la variedad original no transgénica. Se observan cambios incluso cuando las variedades homólogas transgénica y no transgénica se cultivan juntas en condiciones idénticas y se cosechan al mismo tiempo. Esto demuestra que las diferencias no son causadas por condiciones ambientales, sino por el proceso de transformación transgénica.

En un estudio en que se aplicaba un control tan cuidadoso como el que se describe anteriormente, en el que se comparaba el arroz transgénico con su homólogo no transgénico, se demostró que las dos variedades contenían cantidades diferentes de proteínas, vitaminas, ácidos grasos, oligoelementos y aminoácidos. Los autores concluyeron que las diferencias «podrían estar relacionadas con la transformación genética».<sup>99</sup>

En otro estudio en que se comparaba el maíz transgénico Bt de Monsanto MON810 con variedades homólogas no transgénicas, también se descubrieron cambios no deseados derivados del proceso de ingeniería genética. En el estudio se descubrió que las semillas transgénicas respondían al mismo ambiente de forma diferente a como lo hacían sus homólogos no transgénicos «como resultado de la reorganización del genoma derivada de la inserción del gen».<sup>100</sup>

En algunos casos, dichos cambios sí importan, ya que pueden surgir peligros para la salud a partir de proteínas exógenas producidas en plantas transgénicas como resultado del proceso de ingeniería genética.<sup>101</sup> En un estudio, las arvejas transgénicas con las que se alimentó a los ratones causaron respuestas inmunitarias y los ratones se volvieron alérgicos

a otros alimentos, mientras que las arvejas no transgénicas no causaron tal reacción. Tampoco causaron dicha reacción los frijoles riñón que contienen de forma natural el gen que fue agregado a las arvejas transgénicas. Esto demostró que la reacción de los ratones a las arvejas GM fue causada por cambios producidos por el proceso de ingeniería genética.<sup>102</sup>

Las arvejas transgénicas no se comercializaron, pero se han encontrado efectos nocivos, incluidos efectos tóxicos y respuestas inmunes, en animales alimentados con cultivos y alimentos transgénicos que sí se han comercializado. Entre estos se incluyen el maíz<sup>103 104 105 106</sup> y la canola/colza transgénicos<sup>107</sup>, así como la soja.

## Alimentos y cultivos transgénicos: clima de las investigaciones

Cuando se autorizó por primera vez la comercialización de la soja transgénica RR, había pocos estudios sobre alimentos y cultivos transgénicos. Incluso a día de hoy, el corpus de datos de seguridad sobre los cultivos y alimentos transgénicos no es tan completo como debería teniendo en cuenta que han estado en el suministro de alimentos para personas y animales durante 15 años. Esto se debe en parte a que las empresas del sector transgénico utilizan su control de los cultivos basado en las patentes para restringir las investigaciones. A menudo, impiden el acceso a las semillas para los ensayos o hacen valer su derecho a negar el permiso para que un estudio se publique.<sup>108</sup>

Incluso los científicos y medios de difusión que defienden los transgénicos han pedido más libertad y transparencia en las investigaciones sobre los cultivos transgénicos. En una editorial del Scientific American, se observaba: «Lamentablemente, es imposible verificar que los cultivos genéticamente modificados rinden como se declara en la publicidad. Ello se debe a que las empresas de tecnología agrícola se han otorgado a ellas mismas el derecho de veto sobre el trabajo de investigadores independientes».<sup>109</sup>

También existe un patrón bien documentado de intentos por parte de la industria de los transgénicos de desacreditar a los científicos cuyas investigaciones revelan problemas con los cultivos transgénicos.<sup>110</sup> Por ejemplo, David Quist e Ignacio Chapela, investigadores de la Universidad de California en Berkeley, se convirtieron en el blanco de una campaña orquestada de desprestigio después de que publicaran una investigación que evidenciaba contaminación transgénica en las variedades de maíz mexicano.<sup>111</sup> Una investigación determinó el origen de la campaña en Bivings Group, una empresa de relaciones públicas contratada por Monsanto.<sup>112 113</sup>

A pesar de este clima de restricciones en las investigaciones y a veces frente a una fuerte oposición del sector, se han realizado cientos de estudios revisados por colegas sobre los alimentos y cultivos transgénicos. Muchos de ellos analizan repercusiones de largo plazo, como el aumento generalizado de malezas resistentes al glifosato en todo el mundo. Los resultados muestran que

la soja transgénica RR no es sustancialmente equivalente a la soja no transgénica, sino que difiere en sus propiedades, los efectos que produce en animales de laboratorio, las repercusiones medioambientales que provoca y rendimiento sobre el terreno que produce.

## Aprobación de la soja transgénica RR

Monsanto solicitó la autorización de la comercialización de su soja transgénica RR en 1994. Su solicitud se basaba en un conjunto de investigaciones que analizaban la composición, alergenicidad, toxicidad y elaboración de comida para animales a partir de soja transgénica con las que se pretendía demostrar la seguridad para la salud.

Las investigaciones no fueron revisadas por colegas ni publicadas en el momento de la solicitud. Algunos artículos relacionados redactados por empleados de Monsanto aparecieron solo en diarios científicos ya con posterioridad.<sup>114 115 116 117</sup>

Desde que la soja transgénica RR fue comercializada en 1996, los científicos han criticado estos estudios basándose en datos entre los que se incluyen los siguientes:<sup>118 119 120 121</sup>

- Los datos de los estudios publicados difieren de los datos de las solicitudes de aprobación.
- Son inconsistentes o inexistentes los datos importantes en los que se basan las conclusiones de los estudios.
- Se desprecian las diferencias significativas entre la composición de la soja transgénica y la soja no transgénica a la hora de formular una conclusión sobre la equivalencia sustancial.
- Se descartan injustificadamente, por considerarse carentes de relevancia biológica, las diferencias significativas encontradas en los estudios de alimentación (pesos más bajos y menor consumo de alimentos en ratas y peces machos, mayor peso del riñón y los testículos en ratas, mayor cantidad de grasa en la leche de vaca) entre los sujetos alimentados con soja transgénica RR y aquellos que recibieron la dieta de control.
- No se realizaron, o bien no se incluyeron en los datos publicados, exámenes histológicos (donde se examinan los tejidos corporales de animales de laboratorio para detectar posibles cambios y efectos tóxicos).
- No se someten a estudio los efectos de largo plazo para la salud. Este tipo de pruebas es necesario para descubrir si la soja transgénica RR tiene (por ejemplo) efectos cancerígenos o de la reproducción.
- Las dietas proporcionadas a los animales de laboratorio tienen unas características que hacen que los posibles efectos de la soja transgénica RR queden ocultos. Por ejemplo, el contenido en proteínas es tan alto, y/o los niveles de soja transgénica son tan bajos, que se reducen a un mínimo las posibilidades de encontrar diferencias al

comparar con la dieta de la soja RR transgénica.

En términos generales, los errores metodológicos de los estudios generan un sesgo a favor de las conclusiones consistentes en negar las diferencias entre la soja transgénica y la soja no transgénica.<sup>122 123 124 125</sup>

## Cambios no deseados en la soja transgénica RR

- Se aprobó la comercialización de la soja transgénica RR en 1996, pero la caracterización molecular independiente no se realizó hasta 2001. Se observaron cambios imprevistos en el ADN. El inserto transgénico había sido desmontado y apareció un fragmento transgénico extra después de que fuera caracterizado por Monsanto.<sup>126</sup>
- En otro estudio se demostraba que el transgén de la soja transgénica RR no crea ARN (un tipo de molécula) de la forma prevista originalmente. Los autores concluyen que los cultivos transgénicos pueden producir combinaciones de ARN indeseadas y antinaturales que darían origen a nuevas proteínas inesperadas.<sup>127</sup>
- Estos estudios demuestran que la soja transgénica RR, tal como la conocemos actualmente, no es igual que la soja transgénica RR que Monsanto describió inicialmente en su solicitud de aprobación a la FDA estadounidense.
- Existen dos explicaciones posibles para esto. La primera es que los datos iniciales de Monsanto fueran incorrectos. La segunda es que la composición genética de la soja transgénica RR sea inestable a lo largo del tiempo y/o que varíe entre unos lotes de semillas y otros. Cualquiera de las explicaciones plantea inquietudes sobre la seguridad de la soja transgénica RR y la competencia científica de las evaluaciones de seguridad de Monsanto.

## Peligros para la salud y efectos tóxicos de la soja transgénica RR

Desde que se aprobó la comercialización de la soja transgénica RR, los estudios han encontrado efectos nocivos en animales de laboratorio alimentados con soja transgénica RR que no fueron observados en grupos de control a los que no se suministraron los transgénicos:

- En un atípico estudio de alimentación de largo plazo, se alimentaron ratones con soja transgénica. Se observaron cambios celulares significativos en el hígado, en el páncreas y en los testículos. Los investigadores encontraron núcleos y nucléolos con formas irregulares en las células del hígado, lo que indica un metabolismo mayor y patrones de expresión genética potencialmente alterados.<sup>128 129 130</sup>

- Los ratones alimentados con la soja transgénica durante toda su vida mostraron signos más pronunciados de envejecimiento del hígado. Varias proteínas relacionadas con el metabolismo de las células del hígado, la respuesta ante el estrés, las señales de calcio (útiles para el control de las contracciones musculares) y las mitocondrias (necesarias para el metabolismo energético) se expresaron de forma diferente en ratones alimentados con transgénicos.<sup>131</sup>
- Los conejos alimentados con soja transgénica mostraron alteraciones en la función enzimática del riñón y del corazón.<sup>132</sup>
- Las ratas hembras alimentadas con soja transgénica mostraron cambios en el útero y los ovarios respecto a los sujetos de control alimentados con soja no transgénica orgánica o con una dieta sin soja.<sup>133</sup>
- En un estudio multigeneracional con hámsters, la mayoría de los sujetos alimentados con soja transgénica habían perdido la capacidad de reproducirse en la tercera generación. Los hámsters alimentados con productos transgénicos presentaban un crecimiento más lento y una mayor mortalidad entre las crías.<sup>134</sup>

Los resultados indican que la soja transgénica RR podría representar graves riesgos para la salud de los seres humanos. El hecho de que se encontraran diferencias entre los animales alimentados con productos transgénicos y los que no lo fueron contradice la hipótesis de la FDA de que la soja transgénica es sustancialmente equivalente a la soja no transgénica.

En la mayoría de los casos, no está claro si los efectos observados se deben a la ingeniería genética del genoma de la soja, a la aplicación de herbicidas de base glifosada (y a la consecuente presencia de glifosato o adyuvantes del Roundup) o al efecto combinado de ambas circunstancias. Es preciso realizar más investigaciones para identificar los posibles efectos de estos diferentes aspectos.

## Ensayo de alimentación defectuoso no descubre diferencias entre la soja transgénica y la no transgénica

Los defensores y reguladores de los transgénicos<sup>135</sup> a menudo defienden la seguridad de la soja transgénica RR basándose en un ensayo de alimentación con ratones realizado por Brake y Evenson (2004).<sup>136</sup> En el estudio no se observaron diferencias significativas entre los ratones alimentados con soja transgénica y los que recibieron soja no transgénica.

Sin embargo, el estudio se centró en un área de investigación reducida (desarrollo testicular en jóvenes ratones) y no buscó efectos tóxicos en otros órganos y sistemas. El método utilizado de aprovisionamiento de las sojas transgénica y no transgénica no era científicamente riguroso. En palabras de los autores: «se obtuvo la soja de la cosecha del año 2000 de un comerciante de

semillas que identificó un campo convencional aislado y un campo de soja transgénica en el este de Dakota del Sur». Se tomaron muestras del centro de cada campo. Los suministros de soja transgénica y no transgénica utilizados en cada una de las diferentes dietas no parecen haber sido evaluados para confirmar que realmente eran diferentes.

Las descripciones de algunos de los aspectos del estudio son incompletas. Los autores no aclaran la cantidad de soja no transgénica que se colocó en la dieta no transgénica. No especifican la cantidad de alimentos consumidos por los ratones, de ninguna de las dos dietas. No se registraron el protocolo de alimentación, los pesos de cada animal ni el patrón de crecimiento asociado a cada ingesta. Todos estos factores son relevantes para un estudio nutricional y toxicológico riguroso y sin embargo no se tienen en cuenta.

Por estas razones, no es posible formular afirmaciones sobre la seguridad de la soja transgénica que se puedan defender científicamente amparándose en este estudio.

## Efectos de la comida transgénica en los animales

En Europa se importan alrededor de 38 millones de toneladas de comida de soja al año, que en su mayoría se utilizan para comida de animales. Aproximadamente entre el 50 y el 65% es transgénica o está contaminada con transgénicos, con una cifra de entre 14 y 19 millones de toneladas de soja exenta de transgénicos.

Los productos alimenticios derivados de animales alimentados con comida transgénica están exentos de llevar la etiqueta de transgénicos. Esta exención se basa en hipótesis que incluyen:

- Que el ADN transgénico no sobrevive el proceso digestivo del animal
- Que los animales alimentados con transgénicos no se diferencian de los animales criados con comida no transgénica.
- Que la carne, el pescado, los huevos y la leche provenientes de animales criados con comida transgénica no son diferentes de los productos procedentes de los animales criados con comida no transgénica.

Sin embargo, los estudios muestran que se pueden encontrar diferencias entre los animales criados con soja transgénica RR y los que han sido criados con comida no transgénica, y que el ADN transgénico se puede detectar en la leche y los tejidos del cuerpo (la carne) de estos animales. Entre los resultados, se incluyen:

- El ADN de las plantas no se degrada por completo en el intestino, sino que se halla en los órganos, la sangre, e incluso en las crías de los ratones.<sup>137</sup> El ADN transgénico no es una excepción.

- Se halló ADN transgénico procedente del maíz y la soja transgénicos en la leche de los animales criados con estos cultivos transgénicos. El ADN transgénico no fue destruido por la pasteurización.<sup>138</sup>
- Se halló ADN transgénico de la soja en la sangre, los órganos, y la leche de las cabras. Se encontró una enzima, la deshidrogenasa láctica, en niveles significativamente elevados en el corazón, los músculos y los riñones de los chotos alimentados con soja transgénica RR.<sup>139</sup> Esta enzima emana de las células dañadas y puede indicar lesiones inflamatorias o de otros tipos en las células.

## Efectos en la salud humana

Muy pocos estudios examinan directamente los efectos de los transgénicos en los humanos. Aun así, en dos estudios en los que se examinaban las posibles repercusiones de la soja transgénica RR en la salud humana se encontraron problemas potenciales.

Ensayos de digestión simulada demuestran que el ADN transgénico de la soja transgénica RR puede sobrevivir el paso por el intestino delgado y, por lo tanto, sería susceptible de absorción por las bacterias o las células intestinales.<sup>140</sup> Otro estudio demostró que el ADN transgénico de la soja RR se había transferido a las bacterias intestinales antes de que comenzara el experimento y continuaba siendo biológicamente activo.<sup>141</sup> No se realizó seguimiento de estos estudios.

Los defensores de los transgénicos muchas veces afirman que el ADN transgénico de los alimentos se descompone y se vuelve inactivo en el tracto digestivo. Estos estudios demuestran que esto es falso.

## Valor nutritivo y potencial alergénico

- Algunos estudios muestran que es posible que la soja transgénica RR sea menos nutritiva que la soja no transgénica y que cause reacciones alérgicas:
- La soja transgénica RR tenía cantidades de isoflavonas (componentes que se ha descubierto que tienen efectos anticancerígenos) entre un 12 y un 14% menores que la soja no transgénica.<sup>142</sup>
- El nivel del inhibidor de la tripsina, un conocido alérgeno, era un 27% más alto en variedades de soja transgénica no procesada.<sup>143</sup>
- Se descubrió que la soja transgénica RR contenía una proteína diferente de la de la soja natural, lo que aumentaba las posibilidades de que presente propiedades alergénicas. Uno de los sujetos humanos del experimento mostraba una respuesta inmune a la soja transgénica pero no a la soja no transgénica.<sup>144</sup>

Estos resultados demuestran que la soja transgénica no es sustancialmente equivalente a la soja no transgénica.

# REPERCUSIONES PARA LA AGRONOMÍA Y EL MEDIO AMBIENTE DE LA SOJA TRANSGÉNICA RR

Muchos de los beneficios prometidos a los agricultores de cultivos transgénicos, incluida la soja, no se han materializado. Por otra parte, han surgido problemas inesperados.

## Rendimiento

La afirmación de que los cultivos transgénicos producen mayores rendimientos a menudo se repite en los medios de forma acrítica. Pero esta afirmación no es exacta.

En el mejor de los casos, los cultivos transgénicos no han tenido mejor rendimiento que sus homólogos no transgénicos, siendo la soja transgénica RR la que produce rendimientos sistemáticamente más bajos. Según se hace evidente en una revisión de los más de 8.200 ensayos realizados en universidades sobre distintas variedades de soja, la soja transgénica RR presenta un déficit de entre un 6 y un 10% respecto a la soja no transgénica.<sup>145</sup> Los ensayos de campo controlados en los que se compara la soja transgénica con la no transgénica indican que la mitad de la pérdida del rendimiento se debe al efecto perturbador del proceso de transformación de los genes.<sup>146</sup>

Datos de Argentina demuestran que el rendimiento de la soja transgénica RR es igual o menor que el rendimiento de la soja no transgénica.<sup>147</sup> En 2009, la organización de agricultores de Brasil FARSUL publicó los resultados de ensayos realizados con 61 variedades de soja (40 transgénicas y 21 no transgénicas), demostrando que el rendimiento promedio de la soja no transgénica era un 9% mayor que el de la soja transgénica, a un costo de producción equivalente.<sup>148</sup>

Las afirmaciones sobre los mayores rendimientos de la nueva generación de soja RR de Monsanto, RR2 Yield (Rendimiento RR2), no han sido confirmadas. En un estudio realizado en cinco estados estadounidenses que abarca a 20 operadores agrícolas que cultivaron soja RR2 en 2009, se concluyó que las nuevas variedades «no cumplieron con sus expectativas [de rendimiento]». <sup>149</sup> En junio de 2010, el estado de Virginia Occidental investigó a Monsanto por falsas declaraciones publicitarias de que la soja RR2 daba mayores rendimientos.<sup>150</sup>

Una posible explicación del rendimiento inferior de la soja transgénica RR es que la modificación transgénica altere la fisiología de la planta de manera que esta absorba los nutrientes de forma menos efectiva. En un estudio se descubrió que la soja transgénica RR absorbe el manganeso, un nutriente importante para la planta, de forma menos eficiente que la soja no transgénica.<sup>151</sup> Otra posibilidad es que sea el glifosato utilizado para la soja transgénica RR el responsable del menor rendimiento, ya que reduce la absorción de nutrientes en las plantas y las hace más vulnerables a padecer enfermedades. Una tercera

posibilidad es que la nueva función biológica añadida, que permite a la soja transgénica resistir el glifosato, implique un consumo de energía adicional para la planta. Como resultado, quedaría menos energía para la formación y maduración de los granos. El proceso de ingeniería genética permitía una nueva función, pero nunca generó energía adicional de la que se pudiera disponer.

Un informe del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos confirma el escaso rendimiento de los cultivos transgénicos; en él se afirma que «los cultivos fruto de la ingeniería genética disponibles comercialmente no aumentan el potencial de rendimiento de una variedad. De hecho, es posible que la cosecha se reduzca. Quizá el mayor reto que plantean estos resultados es cómo explicar el rápido éxito de los cultivos resultantes de la ingeniería genética cuando las repercusiones financieras para la agricultura parecen ser un arma de doble filo, cuando no netamente negativas».<sup>152</sup>

El fracaso de la industria transgénica a la hora de aumentar el potencial de rendimiento se puso de relieve en 2008 gracias al informe de las Naciones Unidas Evaluación Internacional del papel del Conocimiento, la Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo (IAASTD, por sus siglas en inglés) sobre el futuro de la agricultura.<sup>153</sup> En este documento, elaborado por 400 científicos internacionales y respaldado por 58 gobiernos, se afirma que los rendimientos de los cultivos transgénicos son «sumamente volátiles» y en algunos casos, «se redujeron». El informe destaca que «la supervisión de la tecnología está rezagada con respecto a su desarrollo, que la información disponible es anecdótica y contradictoria y que es ineludible la incertidumbre acerca de los posibles beneficios y daños».

El estudio definitivo hasta el momento sobre los transgénicos y su rendimiento es Fracaso del rendimiento: evaluaciones de los rendimientos de los cultivos producidos mediante ingeniería genética (Failure to Yield: Evaluating the performance of genetically engineered crops),<sup>154</sup> del Dr. Doug Gurian-Sherman, científico que anteriormente pertenecía a la Agencia de Protección Ambiental (EPA). En él, se utilizan datos de estudios publicados y revisados por colegas con controles experimentales bien diseñados. El estudio distingue entre rendimiento intrínseco (también denominado rendimiento potencial), definido como el rendimiento más alto que se puede lograr en condiciones ideales, y el rendimiento operativo, es decir, el rendimiento final logrado en condiciones normales sobre el terreno cuando se tienen en cuenta factores como las pérdidas de los cultivos por plagas, sequía u otros contratiempos medioambientales.

El estudio también distingue entre los efectos sobre el rendimiento que surten los métodos de mejoramiento genético convencionales y los provocados por rasgos

presentes a causa de la modificación genética. Se ha generalizado entre las empresas biotecnológicas la práctica de utilizar métodos de cultivo convencionales junto con métodos asistidos por marcadores para producir cosechas con mayores rendimientos y manipular los procesos de ingeniería para que las empresas inserten los genes de tolerancia a los herbicidas o resistencia a los insectos que tienen patentados. En tales casos, el que los rendimientos sean mayores no se deben a la ingeniería genética sino al cultivo convencional. El «fracaso del rendimiento» pone en evidencia estas diferencias y analiza las contribuciones hechas por la ingeniería genética y por el cultivo convencional para la obtención de mayores rendimientos.

En el estudio se concluye que la soja transgénica resistente al herbicida no produce rendimientos mayores y que además los cultivos transgénicos en general «no han realizado avances para elevar el rendimiento intrínseco o potencial de ningún cultivo. Por el contrario, el mejoramiento genético tradicional ha sido espectacularmente exitoso en este aspecto; los aumentos en los rendimientos intrínsecos en los Estados Unidos y otras partes del mundo que caracterizaron la agricultura del siglo xx pueden atribuirse únicamente a ese éxito».

El autor comenta: «Si vamos a progresar en la lucha contra el hambre causada por la sobrepoblación y el cambio climático, deberemos aumentar los rendimientos de los cultivos. El mejoramiento genético tradicional supera a la ingeniería genética sobradamente».<sup>155</sup>

## Malezas resistentes al glifosato

Las malezas resistentes al glifosato (supermalezas) son el mayor problema agronómico asociado al cultivo de la soja transgénica RR. Los monocultivos de soja que se basan en un solo herbicida, el glifosato, establecen las condiciones para el aumento del uso de herbicidas. A medida que las malezas adquieren resistencia al glifosato con el tiempo, se requieren más herbicidas para controlarlas. Se llega a un punto en que el glifosato ya no es eficaz, por grande que sea la cantidad aplicada, y los agricultores se ven obligados a retomar la faena de utilizar antiguos herbicidas tóxicos como el 2,4-D.<sup>156 157 158 159 160 161 162 163 164</sup> Esto incrementa los costos de producción y la degradación ambiental.

Muchos estudios confirman que el uso generalizado del glifosato en la soja RR ha producido un espectacular aumento de las malezas resistentes al glifosato (a menudo llamadas supermalezas) en Norteamérica y Sudamérica, así como en otros países.<sup>165 166 167 168 169 170</sup> Incluso en un estudio en que en líneas generales se defiende la sostenibilidad de la soja transgénica RR, se concluye: «Es muy probable que la introducción de la soja RR haya contribuido al desarrollo de biotipos de malezas resistentes al glifosato en Brasil y Argentina».<sup>171</sup>

El Herbicide Resistance Action Committee (Comité de Acción contra la Resistencia a Herbicidas, HRAC), financiado por el sector de los pesticidas, ofrece datos sobre el

desarrollo de la resistencia de las malezas a herbicidas. En su sitio web ([www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)) se enumeran 19 malezas resistentes al glifosato que se han identificado en todo el mundo. En los Estados Unidos, se han identificado malezas resistentes al glifosato en 22 estados.<sup>172</sup>

Es un hecho ampliamente reconocido que las malezas resistentes al glifosato están debilitando rápidamente la viabilidad del modelo agrícola del Roundup Ready.

En los Estados Unidos, las malezas resistentes al glifosato aparecieron primero en el sur y es aquí donde su impacto ha sido más intenso. En Georgia, decenas de miles de acres de tierra de siembra han sido abandonados después de quedar infestados de amaranto resistente al glifosato.<sup>173 174</sup>

El problema de la maleza resistente al glifosato se expandió rápidamente a zonas más septentrionales de los Estados Unidos. En un artículo titulado *Roundup's potency slips, foils farmers* (Los desaciertos de la potencia del Roundup frustran a los agricultores), el diario de la ciudad sede de Monsanto, St Louis Post-Dispatch, informó sobre malezas resistentes al glifosato en el estado de Missouri, del Medio Oeste estadounidense. El artículo citaba a Blake Hurst, productor de maíz y soja y vicepresidente de la Junta del Missouri Farm Bureau (Oficina Agrícola de Missouri), diciendo que las malezas resistentes al glifosato son ahora un «problema serio, muy serio» en dicho estado. Hurst advertía a los agricultores de los estados del norte que no cayeran en la pasividad: «Cuanto más al norte te desplazas, menos problemática es la cuestión. Los agricultores de aquí niegan que les vaya a pasar a ellos. Pero, ¡adivinen qué!, el problema se está adentrando a sus campos».<sup>175</sup>

Un artículo del *New York Times* confirmaba que en todo el Este y el Medio Oeste, así como en el Sur, los agricultores «están siendo obligados a fumigar los campos con herbicidas más tóxicos, a cortar las malezas a mano y a volver a adoptar métodos que requieren más mano de obra, como el arado de forma regular». Eddie Anderson, un agricultor que ha utilizado la siembra directa durante 15 años pero que ahora planifica volver a arar, afirma: «Estamos donde estábamos hace 20 años».

El artículo contenía el reconocimiento implícito por parte de Monsanto de que su tecnología Roundup Ready transgénica había fracasado. Además, decía que la compañía estaba «tan preocupada por el problema que iba a dar el paso extraordinario de subsidiar las compras de herbicidas competidores del Roundup por parte de los productores de algodón».<sup>176</sup> De igual manera, el artículo del St. Louis Post-Dispatch decía sobre el sistema Roundup Ready lo siguiente: «este remedio milagroso de la agricultura estadounidense está empezando a perder sus efectos».<sup>177</sup>

También en Argentina, las malezas resistentes al glifosato están causando problemas.<sup>178 179 180</sup> En un estudio se describen las repercusiones ambientales, agronómicas y económicas del sorgo de Alepo resistente al glifosato en el norte del país. La maleza fue descubierta por primera vez en 2002 y desde entonces se ha expandido hasta cubrir al

menos 10.000 hectáreas. Al igual que en Norteamérica, los agricultores han tenido que recurrir a herbicidas sin glifosato para tratar de controlar la maleza.<sup>181</sup>

Se ha generalizado entre los defensores de la tecnología transgénica la práctica de culpar a los agricultores por el problema de la maleza resistente al glifosato alegando que están abusando del herbicida. En un artículo de Nature Biotechnology, se citaba a Michael Owen, científico de la Iowa State University en Ames, quien describía la resistencia de los transgénicos al glifosato como «una tecnología extraordinaria que se está viendo amenazada por decisiones de los responsables de los cultivos».<sup>182</sup> Sin embargo, los agricultores están sembrando los cultivos transgénicos resistentes al glifosato únicamente de la forma para la que se diseñaron: rociándolos con un solo herbicida, el glifosato.

La única respuesta práctica del sector al problema de las supermalezas es usar más productos químicos. Un informe del Wall Street Journal de junio de 2010, Superweed Outbreak Triggers Arms Race (La irrupción de las supermalezas desencadena una carrera armamentística), indica que el Roundup no fracasa en su lucha contra las variedades cada vez más resistentes del amaranto, la hierba de caballo y el sorgo de Alepo en el cinturón agrícola de Estados Unidos; «las empresas de productos químicos están desempolvando los herbicidas potentes de siempre para atacar a las nuevas supermalezas».

Algunos datos del Servicio de Estadísticas Agrícolas Nacionales (NASS por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos demuestran que la expansión de malezas resistentes al glifosato ha incrementado notablemente el uso de 2,4-D. Según los datos del NASS, las aplicaciones de 2,4-D en la soja aumentaron de 1,73 millones de libras en 2005 a 3,67 millones de libras en 2006, un aumento del 112%. En Luisiana, en 2006, los productores de soja fumigaron el 36% de sus acres con Paraquat y el 19% con 2,4-D.<sup>183</sup>

Según un reporte del Wall Street Journal, las empresas de productos químicos Dow, DuPont, Bayer, BASF y Syngenta ahora están «creando variedades de cultivos que permitirán a los agricultores rociar los poderosos herbicidas de siempre libremente en lugar de tener que aplicarlos de manera precisa para que no afecten a los cultivos».<sup>184</sup>

Bayer CropScience ha patentado una soja transgénica RR con tolerancia al herbicida glufosinato amónico, la llamada LibertyLink® o soja LL. La soja LL se promueve como alternativa a la soja transgénica para los agricultores afectados por problemas de control de las malezas debidos al crecimiento de malezas resistentes al glifosato.<sup>185</sup> El glufosinato amónico es controvertido debido a investigaciones que demuestran que tiene efectos tóxicos para animales de laboratorio. Es una neurotoxina<sup>186</sup> y se ha descubierto que causa anomalías congénitas en ratones.<sup>187</sup>

*Soja transgénica: ¿sostenible?, ¿responsable?*

En algunos casos, la nueva generación de cultivos resistentes a herbicidas será creada con rasgos «apilados» para que pueda tolerar varios herbicidas. Un estudio de Plant Research International que apoya la sostenibilidad de la soja transgénica defiende la siguiente estrategia: «Se podría integrar en el sistema de producción una mezcla de variedades de cultivos con tolerancia a herbicidas diferentes al glifosato para diversificar el uso de herbicidas como estrategia de ralentización del desarrollo de la resistencia de la maleza».<sup>188</sup>

Sin embargo, los científicos que estudian la maleza han comentado que estos nuevos cultivos transgénicos solo permitirán ganar tiempo a los cultivadores hasta que las malezas desarrollen resistencia a otros herbicidas.<sup>189</sup> De hecho, ya existe una variedad de especies de maleza resistentes a la Dicamba y el 2,4-D.<sup>190 191</sup>

Es obvio que la tecnología transgénica de resistencia a herbicidas no es sostenible.

## Uso de pesticidas/herbicidas

Reducir a un mínimo el uso de productos agroquímicos es un principio clave de la sostenibilidad. El sector de los transgénicos ha afirmado desde hace mucho tiempo que los cultivos transgénicos han disminuido el uso de pesticidas (se utiliza «pesticidas» en su sentido técnico, para incluir herbicidas, insecticidas y fungicidas. Los herbicidas son, en efecto, pesticidas).

## Norteamérica

El Dr. Charles Benbrook, agrónomo, analizó la afirmación de que los cultivos transgénicos reducen el uso de pesticidas en un informe de 2009 utilizando datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y del Servicio de Estadísticas Agrícolas Nacionales (NASS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.<sup>192</sup> Analizando los primeros trece años de cultivos transgénicos en los Estados Unidos (1996-2008), Benbrook descubrió que la afirmación era válida para los primeros tres años de uso comercial del maíz transgénico tolerante a herbicidas, del maíz Bt transgénico, de la soja transgénica RR, del algodón transgénico tolerante a herbicidas y del algodón Bt transgénico si se comparan con el maíz, la soja y el algodón no transgénicos. Pero, desde 1999, la afirmación no es válida. Al contrario, estos cultivos transgénicos, en su conjunto, incrementaron el uso de pesticidas en un 20% en 2007 y en un 27% en 2008 respecto a la cantidad de pesticida que probablemente habría sido aplicada en ausencia de semillas transgénicas. El incremento se debió a dos factores: el aumento de malezas resistentes al glifosato y la reducción gradual de la proporción de herbicidas aplicados en campos de cultivos no transgénicos.

El maíz y el algodón Bt ocasionaron unas reducciones en el uso de insecticida químico que ascendían a 64,2

millones de libras en 13 años (aunque el gen Bt convierte a la propia planta en un pesticida, factor que no se toma en cuenta en las afirmaciones de tasas de aplicación de pesticidas reducidas en los cultivos Bt). Sin embargo, los cultivos transgénicos tolerantes a los herbicidas aumentaron el uso de herbicidas a un total de 382,6 millones de libras en 13 años, contrarrestando la modesta reducción de 64,2 millones libras en el uso de insecticidas químicos atribuida al algodón y maíz Bt.

Recientemente, el uso de herbicidas en campos de transgénicos ha experimentado un abrupto aumento. Las cosechas de 2007 y 2008 representaron el 46% del incremento en el uso de herbicidas de ese período de 13 años en los tres cultivos tolerantes a herbicidas. El uso de herbicidas en cultivos transgénicos tolerantes aumentó un 31,4% de 2007 a 2008.

El informe concluye que, de forma global, los agricultores aplicaron 318 millones de libras de pesticidas más como resultado de la plantación de semillas transgénicas durante los primeros 13 años de uso comercial. En el año 2008, los campos de cultivos transgénicos requerían un 26% de libras más de pesticidas por acre (1 acre aproximadamente 0,4 hectáreas) que los campos sembrados con variedades no transgénicas.

## La soja transgénica RR y el uso de herbicidas

A partir de los datos del NASS, Benbrook calcula un aumento en el uso de herbicidas de 41,5 millones de libras en 2005 debido a la plantación de soja transgénica RR respecto a la soja no transgénica (el último estudio del NASS sobre el uso de herbicidas en la soja se realizó en 2006). Durante el período completo de los 13 años, la soja transgénica RR aumentó el uso de herbicidas en 351 millones de libras (aproximadamente 0,55 libras por acre) respecto a la cantidad que se habría aplicado en ausencia de cultivos tolerantes a herbicidas. La soja transgénica RR representaba el 92% del aumento total en el uso de herbicidas en los tres principales cultivos tolerantes a los herbicidas de Estados Unidos: la soja, el maíz y el algodón.<sup>193</sup>

## Afirmaciones sobre reducciones de herbicidas con la soja transgénica RR

En su informe, Benbrook discrepa de las afirmaciones del National Center for Food and Agricultural Policy (Centro Nacional para la Política Alimenticia y Agrícola, NCFAP), parcialmente financiado por el sector, de que la soja transgénica RR ha reducido el uso de herbicidas respecto a la soja no transgénica. Benbrook menciona que el NCFAP subestima el uso de herbicidas en los acres de productos transgénicos tolerantes a herbicidas y exagera la cantidad aplicada a acres convencionales. Estas hipótesis sesgadas supondrían una «reducción» ficticia del uso de herbicidas de 20,5 millones de libras a nivel nacional en la plantación de soja transgénica RR en 2005.

Benbrook también critica los resultados de un informe de PG Economics, empresa de comunicados de prensa con base en el Reino Unido encargada por el sector de los transgénicos. En el informe de PG Economics, se estima una reducción del 4,6% a nivel mundial en el uso de herbicidas atribuible a los cultivos transgénicos de entre 1996 y 2007 (los primeros 12 años de uso comercial). Sin embargo, Benbrook señala las «estrategias metodológicas creativas y altamente cuestionables» de PG Economics. Por ejemplo, PG Economics predice un aumento de la tasa total de aplicación de herbicidas en acres convencionales de 2004 a 2007, a pesar de la continua tendencia hacia una mayor dependencia de herbicidas de dosis baja.<sup>194</sup>

No obstante, cabe notar que el informe de PG Economics está de acuerdo con los descubrimientos de Benbrook de que la soja transgénica RR ha aumentado el uso de herbicidas en los Estados Unidos en una cantidad sustancial y cada vez mayor.

## Sudamérica

En Argentina, según Monsanto, la soja transgénica RR conforma el 98% de las plantaciones de soja.<sup>195</sup> Aquí, como en Norteamérica, la soja transgénica RR ha producido incrementos espectaculares en el consumo de productos agroquímicos.<sup>196 197</sup> Pengue (2000) predijo que aproximadamente el 42,6% de los herbicidas aplicados por agricultores a finales de los 90 se utilizarían para cultivar soja transgénica RR.<sup>198</sup>

Según informes publicados por el ministerio argentino de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, entre 1995 y 2001 (paralelamente a la expansión de la soja transgénica), el mercado de herbicidas creció de 42 a 111,7 millones de kg respectivamente, mientras que el mercado de insecticidas creció en el mismo periodo de 14,5 a 15,7 millones de kg y el mercado de fungicidas creció de 7,9 a 9,7 millones de kg.<sup>199</sup>

CASAFE (una asociación comercial para la protección de los cultivos en Argentina) recoge cifras sobre la venta de pesticidas y fertilizantes en Argentina.<sup>200</sup> CASAFE afirmó en su informe de 2000 que los productos de base glifosata representaban el 40,8% del volumen total de pesticidas vendidos. Esta cifra aumentó hasta situarse en el 44% en 2003.<sup>201</sup>

El Dr. Charles Benbrook analizó los cambios en el uso de herbicidas en Argentina provocados por la expansión de la soja transgénica RR con siembra directa entre 1996 y 2004 basándose en datos de CASAFE.<sup>202</sup> Benbrook descubrió que el área plantada con soja transgénica RR creció rápidamente de 0,4 millones de hectáreas en 1996/1997 a 14,1 millones de hectáreas en 2003/2004. Correspondientemente, el volumen de glifosato aplicado a la soja aumentó de 0,82 millones de kg en 1996/1997 a 45,86 millones de kg en 2003/2004. Entre 1999 y 2003, el volumen de glifosato aplicado a la soja se incrementó en un 145%. Tales aumentos son de esperar, dada la

expansión del área plantada con soja transgénica RR. Benbrook comentó que, durante este periodo, al igual que en la actualidad, casi toda la soja de Argentina era del tipo transgénico RR y que todo el incremento en la aplicación del glifosato tuvo lugar en acres de soja transgénica.<sup>203</sup>

Sin embargo, hay otro hallazgo que quizá no sea tan de esperar por aquellos que defienden la sostenibilidad de la soja transgénica RR. Se trata de que la expansión de la soja RR ha ocurrido en paralelo con tasas cada vez mayores de aplicaciones de glifosato a la soja por hectárea. En otras palabras, cada año, los agricultores han tenido que aplicar más glifosato por hectárea que el anterior para poder controlar las malezas. La tasa promedio de aplicación de glifosato en la soja aumentó a un ritmo constante, desde 1,14 kg / hectárea en 1996/97 hasta 1,30 kg / hectárea en 2003/04.

En Brasil, el consumo de glifosato en el estado de Rio Grande do Sul se incrementó en un 85% entre 2000 y 2005, mientras que el área recultivada con soja aumentó solo un 30,8%.<sup>204</sup>

Además, los agricultores tenían que fumigar con más frecuencia. El número promedio de aplicaciones de glifosato a la soja aumentó cada año, pasando de 1,8 en 1996-97 a 2,5 en 2003-04.<sup>205</sup> Esto se debió al aumento de las malezas resistentes al glifosato, ya que los agricultores tenían que usar cada vez más glifosato para controlar las malezas. Este es un enfoque totalmente insostenible para la producción de soja.

Generalmente se afirma que el aumento del uso del glifosato es positivo porque el glifosato es menos tóxico que los productos químicos a los que reemplaza.<sup>206</sup> Sin embargo, los descubrimientos de las investigaciones detallados anteriormente (Efectos tóxicos del glifosato y del Roundup) muestran que el glifosato es altamente tóxico.

Por añadidura, la hipótesis de que la adopción de los cultivos resistentes al glifosato reduce el uso de otros herbicidas no se ha confirmado. Algunos datos de CASAFE muestran que, en Argentina, desde 2001, los volúmenes de aplicación de otros herbicidas tóxicos no han disminuido, sino que por el contrario se han producido los siguientes aumentos:

- Dicamba: el volumen aplicado subió un 157%
- 2,4-D: el volumen aplicado subió un 10%
- Imazethapyr: aumento superior al 50% del volumen aplicado.<sup>207</sup>
- Esto es debido a que los agricultores recurren a herbicidas sin glifosato para tratar de controlar las malezas resistentes al glifosato. Benbrook descubrió que la tasa de aplicación de herbicidas sin glifosato a la soja transgénica RR subió desde menos de un 1% del uso total en 1996/1997 hasta un 8% del uso total en 2003/2004.

## Soja transgénica RR en Argentina: problemas ecológicos y agronómicos

Se han asociado graves problemas ambientales y agronómicos a la expansión de la soja transgénica RR en Sudamérica. Algunos ocurren con la intensificación agrícola de cualquier tipo. Sin embargo, Pengue (2005) identifica el paquete tecnológico vinculado con la soja RR, la siembra directa y el uso abundante de herbicidas asociados a la industria transgénica como factores de intensificación adicionales. Pengue descubrió en su estudio sobre la producción de soja transgénica RR en Argentina que esta había causado problemas ecológicos y agronómicos graves, entre ellos.<sup>208</sup>

- La propagación de malezas resistentes al glifosato
- La erosión del suelo
- La pérdida de fertilidad y nutrientes del suelo
- La dependencia a los fertilizantes sintéticos
- La deforestación
- La potencial desertificación
- La pérdida de especies y biodiversidad

Pengue afirma que el modelo de la soja transgénica RR no solo se ha expandido en las Pampas sino también en áreas ricas en biodiversidad, abriendo una nueva frontera agrícola en ecorregiones importantes como Las Yungas, El Gran Chaco y la Mesopotamia Argentina. Se ha acuñado una nueva palabra, «pampeanización», que describe el proceso por el que ecorregiones que son muy diferentes de las Pampas en términos ambientales, sociales y económicos se están transformando hasta parecerse a estas.

En un estudio se examina si la soja transgénica contribuye más a la pérdida de áreas naturales que la soja no transgénica. En él se sostiene que el método simplificado de control de malezas cuyo uso con la soja RR se defiende podía «facilitar la expansión de la soja» en áreas naturales y difíciles de cultivar. Esto se debe a que la mayor traba para el cultivo de dichas áreas es la presión de las malezas. Las malezas crecen más rápido y completan más ciclos de vida por año que en otras áreas. El control químico de las malezas hace que la conversión inicial de dichas áreas sea relativamente fácil.<sup>209</sup> Sin embargo, la inevitable expansión de las malezas resistentes al glifosato socavaría la sostenibilidad a largo plazo.

## Repercusiones de los herbicidas de amplio espectro para la biodiversidad

Se han realizado pocos estudios sobre los efectos de los herbicidas de amplio espectro aplicados a cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas en la vida salvaje y organismos situados en el interior y en los alrededores del campo. Supusieron una excepción las evaluaciones a nivel de granja del gobierno del Reino Unido, realizadas durante

tres años. En los ensayos se analizaban los efectos para la vida salvaje de la tierra de siembra de diferentes regímenes de control de malezas aplicados en cultivos transgénicos diseñados para tolerar herbicidas de amplio espectro y se comparaban con los efectos de los regímenes de control de malezas aplicados a los cultivos no transgénicos.

En los ensayos se examinaban las repercusiones de tres tipos de cultivos transgénicos: el maíz, la colza/canola (variedades de primavera y otoño) y la remolacha azucarera. Todas las plantas transgénicas estaban diseñadas para tolerar herbicidas concretos, aunque solo la remolacha estaba diseñada para tolerar el glifosato. Ello implica que los campos de transgénicos podían ser fumigados con un herbicida de amplio espectro, que mataría a todas las plantas, excepto al cultivo.

Los investigadores midieron los efectos del cultivo de transgénicos tolerantes a herbicidas en las formas de vida vegetales que crecían en los campos de ensayo y en sus márgenes. También evaluaron la abundancia de vida animal, incluyendo babosas, caracoles, insectos, arañas, aves y pequeños mamíferos. Los resultados eran que los cultivos de colza transgénica y de remolacha tolerante al glifosato dañaban la biodiversidad. Se registraron en los cultivos menos bandadas de insectos como abejas y mariposas. También eran más reducidas las especies y semillas de malezas que proporcionarían alimento a la vida salvaje.<sup>210 211 212 213 214</sup>

Se descubrió que el maíz transgénico era mejor para la vida salvaje que el maíz no transgénico, puesto que había más especies de maleza e insectos en el interior y los alrededores del campo. Sin embargo, el maíz transgénico, creado para tolerar el herbicida glufosinato amónico, fue contrastado con un control de maíz no transgénico cultivado con atrazina, un herbicida altamente tóxico que fue prohibido en Europa poco tiempo después de que terminaran los ensayos. Con tal control, no es de extrañar que el maíz transgénico resultara mejor para la vida salvaje.<sup>215 216 217 218 219</sup>

## Empobrecimiento de suelos en Sudamérica

La expansión del monocultivo de la soja en América del Sur desde los 90 ha acarreado una intensificación de la agricultura de gran escala. Altieri y Pengue (2005) informan de que esto ha provocado una disminución de la fertilidad del suelo y un aumento de la erosión de los suelos, lo que ha inutilizado algunos de ellos.<sup>220</sup> Un estudio sobre los nutrientes de los suelos argentinos predice que los nutrientes se habrán consumido en 50 años a las tasas actuales de disminución de los nutrientes y de aumento de las áreas dedicadas a la soja.<sup>221</sup>

En áreas de suelos pobres, en dos años de cultivos, se han tenido que aplicar grandes dosis de fertilizantes sintéticos de nitrógeno y minerales.<sup>222</sup>

Esta es una práctica insostenible para la gestión del suelo desde una perspectiva económica así como desde el punto de vista ecológico. En un estudio de 2003, se estimaba que si el empobrecimiento de los suelos de Argentina por el monocultivo de la soja RR fuera compensado con fertilizantes minerales, el país necesitaría aproximadamente 1.100.000 toneladas métricas de fertilizantes de fósforo a un costo de 330.000.000 dólares estadounidenses al año.<sup>223</sup>

Los presupuestos de nutrientes son un sistema de contabilidad ecológica que mide las aplicaciones de nutrientes al suelo (fertilizantes de todos los tipos), y las contrasta con la producción de nutrientes; lo que se extrae en forma de cultivos y materia orgánica. En las pampas argentinas, dos décadas atrás, los presupuestos de nutrientes eran estables. Esto se debía a la rotación de cultivos y ganado, que permitía el reciclaje de nutrientes. Pero desde la introducción de la soja RR, el país exporta una gran cantidad de nutrientes con sus granos, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio, que no se reabastecen, excepto el nitrógeno derivado de la fijación atmosférica.<sup>224</sup>

Los costos de la degradación originada en los suelos son externalizados y no son considerados por mercados ni gobiernos.<sup>225</sup> Argentina exporta anualmente aproximadamente 3.500.000 toneladas métricas de nutrientes, con lo que aumenta su «deuda ecológica».<sup>226</sup> La soja representa el 50% de esta cifra.

Según un informe del Council on Hemispheric Affairs (Consejo de Asuntos Hemisféricos, COHA), la producción de soja RR en Argentina «ha provocado desertificación, deforestación y amenazas ambientales debido al peligro de utilizar productos transgénicos y una crisis en las industrias de la carne y la leche causada por el monocultivo de la soja».<sup>227</sup>

Siguiendo un patrón que se ha vuelto familiar, Monsanto fue citado en un artículo del COHA en el que acusaba a los agricultores de los problemas causados por el modelo de cultivo de la soja RR: «Monsanto afirma que la degradación de los suelos y el uso de pesticidas no se debe al uso de soja genéticamente modificada, sino a que los agricultores no rotan con otros cultivos para permitir que el suelo se recupere».<sup>228</sup>

Sin embargo, los agricultores parecen haber abandonado la rotación para ajustarse a la rápida expansión del mercado de la soja. En un informe que analiza los impactos de la producción de soja en Argentina se observaba que se había seguido una rotación de maíz, trigo y soja en la tierra de cultivo de alta calidad de la región de las Pampas hasta fines de 1990. Los problemas asociados con el monocultivo eran, en ese tiempo, «prácticamente desconocidos». Para 2005, incluso los científicos del gobierno admitían abiertamente los efectos del empobrecimiento de los suelos. Miguel Campos, en ese entonces Secretario de Agricultura, comentaba «una soja así es peligrosa debido a la extracción de nutrientes...

este es un costo que no estamos considerando cuando medimos los resultados». <sup>229</sup>

## Efectos del glifosato en los suelos y cultivos

Han aumentado las inquietudes sobre los efectos negativos de las aplicaciones de glifosato para la absorción de nutrientes por parte de las plantas, el vigor y los rendimientos de los cultivos y las enfermedades de las plantas.

### Absorción de nutrientes y rendimientos de los cultivos

El glifosato reduce la absorción de nutrientes en las plantas, une oligoelementos como el hierro y el manganeso al suelo e impide su transporte desde las raíces a los brotes. <sup>230</sup> Como resultado, las plantas de soja transgénica tratadas con glifosato tienen niveles más bajos de manganeso y de otros nutrientes y el crecimiento de sus raíces y brotes es reducido. <sup>231</sup>

La absorción de nutrientes reducida afecta a las plantas de diversas formas. Por ejemplo, el manganeso cumple un rol importante en numerosos procesos de las plantas, como la fotosíntesis, las defensas frente a enfermedades y el metabolismo de los carbohidratos y el nitrógeno.

Los bajos niveles de nutrientes en las plantas tienen implicaciones para los seres humanos, ya que los alimentos derivados de estos cultivos pueden tener un valor nutritivo reducido.

En un intento por corregir la baja absorción de manganeso y potenciar el crecimiento y rendimiento de la soja transgénica RR, se anima a los productores a utilizar fertilizante de manganeso. <sup>232</sup> Sin embargo, si el manganeso se aplica junto con el glifosato, la soja transgénica RR presenta una resistencia al glifosato reducida. Un estudio recomienda utilizar más glifosato para intentar contrarrestar este efecto del manganeso. <sup>233</sup>

Es posible que la disminución en el rendimiento de la soja transgénica RR se deba en parte a las repercusiones negativas del glifosato para la fijación de nitrógeno, un proceso que es vital para el crecimiento de la planta. En las plantas de soja RR jóvenes, el glifosato retrasa la fijación del nitrógeno y reduce el crecimiento de las raíces y los brotes, produciendo una disminución del rendimiento. En condiciones de sequía, el rendimiento llega a disminuir un 25%. <sup>234</sup> Se puede hallar la explicación de los mecanismos de este proceso en otro estudio, en el que se descubrió que el glifosato se adentra en los nódulos de la raíz, afectando negativamente a las bacterias del suelo beneficiosas que contribuyen a la fijación del nitrógeno, este proceso inhibe el desarrollo de las raíces, reduciendo la biomasa de los nódulos de la raíz hasta en un 28%. También reduce hasta en un 10% una proteína que transporta el oxígeno, la leghemoglobina, que contribuye a la unión del nitrógeno a las raíces de la soja. <sup>235</sup>

*Soja transgénica: ¿sostenible?, ¿responsable?*

## Enfermedades de las plantas

Existe una relación bien documentada entre el glifosato y el aumento en las enfermedades de las plantas. Don Huber, fitopatólogo y profesor emérito de la Purdue University, investigó los efectos del glifosato durante casi 20 años. Manifestó: «Se ha informado de la existencia de más de 40 enfermedades asociadas al uso del glifosato, y ese número sigue en aumento a medida que se reconoce la asociación [entre el glifosato y las enfermedades]». <sup>236</sup> Esto se puede deber en parte a que la reducción de la absorción de nutrientes causada por el glifosato haga que las plantas se vuelvan más vulnerables a las enfermedades.

Entre los hallazgos del estudio sobre la relación entre el glifosato y las enfermedades de las plantas, se incluyen los siguientes:

- El glifosato aplicado a la soja transgénica RR rezuma y se adentra en la rizosfera (área de suelo alrededor de las raíces), provocando a las plantas no objetivo una inhibición de la absorción de importantes nutrientes, entre los que se incluyen algunos esenciales para la resistencia de la planta a las enfermedades (manganeso, zinc, hierro y boro). Los autores concluyen que el glifosato podría causar un aumento de las enfermedades de las plantas. Los autores recomiendan que, dado que existen inquietudes sobre la salud de las plantas y el suelo, se deberían volver a evaluar las afirmaciones de que el glifosato es fácilmente biodegradable y no es dañino para el uso agrícola. <sup>237</sup>
- Algunas enfermedades de la soja, como el mal del pie del trigo y la pudrición de la raíz por *Corynespora cassiicola*, son más severas después de la aplicación del glifosato. <sup>238 239</sup>

Muchos estudios demuestran una relación entre la aplicación de glifosato y el fusarium, un hongo que causa la marchitación y el síndrome de muerte súbita en la soja. El fusarium produce toxinas que pueden ingresar en la cadena alimenticia y dañar a humanos y animales. Huber manifestó que «el glifosato es el factor agronómico más importante entre los que predisponen a algunas plantas a padecer enfermedades y a verse afectadas por toxinas [producidas por el fusarium]. Estas toxinas pueden producir unas graves repercusiones para la salud de animales y seres humanos. Las toxinas producidas pueden infectar a las raíces y la copa de la planta y ser trasladadas al resto del organismo. Los niveles de toxinas de la paja pueden ser lo suficientemente altos como para que el ganado y los cerdos queden estériles». <sup>240</sup>

Entre los descubrimientos del estudio sobre la relación entre el glifosato y el fusarium se incluyen:

- El tratamiento con glifosato causa aumentos de las infecciones de fusarium en las raíces y del síndrome de muerte súbita en la soja transgénica RR y en la soja no transgénica con respecto a los controles (sin aplicación

de herbicidas).<sup>241</sup>

- La aplicación de glifosato aumenta la frecuencia de las colonizaciones del fusarium en las raíces en la soja transgénica RR y en el maíz RR transgénico con respecto a las variedades no transgénica y RR transgénica que no son tratadas con glifosato. Los efectos incluyen una menor cantidad de manganeso disponible para las plantas y una nodulación de las raíces reducida (un proceso esencial para la fijación de nitrógeno y el crecimiento de la planta).<sup>242 243</sup>
- El glifosato fomenta el crecimiento del fusarium en exudados de la raíz de la soja transgénica RR y no transgénica. Además, la proliferación del fusarium es mayor en los exudados de la soja transgénica RR que en los de la soja no transgénica, independientemente del tratamiento de glifosato.<sup>244</sup>
- La aplicación de glifosato entre los 18 y los 16 meses anteriores a la siembra y los sistemas de siembra directa están entre los factores más importantes fomentando los que propician enfermedades, principalmente la plaga del golpe blanco de la espiga en los cultivos de trigo y cebada.<sup>245</sup> En otro estudio aparte se demostraba que la colonización del fusarium en las raíces del trigo y la cebada estaba asociada con la aplicación de glifosato antes de la siembra.<sup>246</sup> Un aspecto interesante de estos descubrimientos es el persistente efecto del glifosato en el crecimiento de la planta dos años o más después de la aplicación.

En una revisión de las investigaciones sobre los efectos del glifosato en las enfermedades de las plantas elaborada en 2009, se concluye: «El uso generalizado del glifosato puede aumentar significativamente la gravedad de varias enfermedades [de plantas], deteriorar las defensas contra agentes patógenos y enfermedades, bloquear nutrientes del suelo y de las plantas dejándolos inhabilitados para la planta. [...] El crecimiento reducido, el deterioro de las defensas, la absorción y el desplazamiento de nutrientes reducidos y la fisiología alterada por el glifosato pueden incidir en la vulnerabilidad o tolerancia a varias enfermedades». Los autores comentaban que la toxicidad del glifosato para los organismos beneficiosos del suelo reduce aún más la disponibilidad de los nutrientes que son cruciales para la defensa de la planta contra las enfermedades.

En el estudio se concluye que la tendencia del glifosato a estimular la proliferación de hongos e incrementar la virulencia de agentes patógenos, incluido el fusarium, podría tener «consecuencias graves para la producción sostenible de una amplia gama de cultivos vulnerables» y conducir a la «pérdida funcional de resistencia genética». Los autores advierten que «ignorar los potenciales efectos secundarios perjudiciales de cualquier producto químico, especialmente si se utiliza en una abundancia como la del glifosato puede tener consecuencias directas para la agricultura, como la esterilización de los suelos,

la disminución de la productividad de los cultivos y el descenso del valor nutricional de las plantas», lo que pone en peligro la sostenibilidad agrícola y la salud de animales y humanos.

Los autores observan que «el método más prudente de reducir los efectos perjudiciales del glifosato en cultivos resistentes al glifosato será utilizar este herbicida en dosis tan pequeñas como se posible».<sup>247</sup>

## No se divulgan descubrimientos sobre los efectos del glifosato para los cultivos

Algunos estudios que han puesto de manifiesto la existencia de efectos nocivos causados por el glifosato para los cultivos han recibido poca cobertura mediática. Un investigador que descubrió que el glifosato fomentaba la proliferación del fusarium colonizador de raíces en la soja y el maíz RR transgénico<sup>248</sup> declaró que su investigación no tuvo publicidad en los EE.UU. Robert Kremer, microbiólogo del ARS (Servicio de Investigaciones Agrícolas) del USDA (Departamento de Agricultura de los EE.UU.) y profesor auxiliar de la División de Ciencias Botánicas de la Universidad de Missouri, comentaba que «estaba trabajando con el ARS del USDA para publicar un comunicado de prensa... pero este son reacios a divulgar cualquier dato, piensa que si los agricultores están usando esta tecnología (Roundup Ready), el USDA no quiere que se publique información negativa sobre ella. Así son las cosas. Creo que el comunicado de prensa aún sigue esperando en algún escritorio».<sup>249</sup>

## Siembra directa con soja RR

Con frecuencia se argumenta que la soja transgénica RR es sostenible medioambientalmente porque permite el uso de la siembra directa, un método de siembra que evita el arado con el fin de conservar el suelo. En el modelo de siembra directa y soja transgénica RR, la semilla se siembra directamente en el suelo y las malezas se controlan con aplicaciones de glifosato en lugar de utilizarse métodos mecánicos.

Las ventajas que se alegan de la siembra directa son que disminuye la evaporación y escorrentía del agua, la erosión del suelo y el empobrecimiento de la capa superficial.

Sin embargo, las desventajas de la siembra directa incluyen la compactación y la mayor acidez del suelo. En un informe se observa que la siembra directa ha facilitado el cultivo de tierras naturales, como las de las pampas argentinas. Esto se debe a que el control químico de las malezas aplicado a la siembra directa hace que la conversión inicial de dichas áreas sea relativamente fácil,<sup>250</sup> aunque la experiencia de las malezas resistentes al glifosato demuestra que esta simplificación se da únicamente a corto plazo.

## Plagas y enfermedades

A raíz de algunos estudios, se ha descubierto que la siembra directa fomenta mayores concentraciones de plagas y enfermedades, porque estas pasan el invierno en los residuos de la cosecha que quedan en el suelo y por lo tanto están más tiempo en las proximidades del cultivo.

<sup>251</sup> El vínculo entre la siembra directa y el aumento de los problemas de las plagas y enfermedades ha sido bien documentado en estudios realizados en América del Sur y otros lugares.<sup>252 253 254 255 256 257 258</sup>

## Repercusiones para el medio ambiente

El principal inconveniente de la siembra directa es el aumento del crecimiento de las malezas y la mayor dependencia a los productos agroquímicos, ya que no se deshierba mecánica, sino químicamente, con herbicidas.

Cuando se tienen en cuenta la energía y los combustibles fósiles utilizados en la producción de herbicidas, las afirmaciones sobre la sostenibilidad ambiental de la soja transgénica RR con sistemas de siembra directa se desmoronan.

Un informe que apoya en su mayor parte la idea de que la soja transgénica RR es sostenible analizaba el cociente de impacto ambiental (CIA) de las sojas transgénica y no transgénica en Argentina y Brasil. El CIA se calcula sobre la base de las repercusiones de los herbicidas y pesticidas para los trabajadores agrícolas, los consumidores y la ecología.

En el informe se descubrió que en Argentina el CIA de la soja transgénica es mayor que el de la soja convencional, tanto en el sistema de siembra directa como en el de labranza, debido al uso de herbicidas.<sup>259</sup> Asimismo, la adopción de la siembra directa aumenta el CIA, ya sea la soja transgénica RR o no transgénica.

Los autores concluyen que el aumento del CIA de la soja transgénica RR se debe a la propagación de malezas resistentes al glifosato, que obliga a los agricultores a aplicar el producto en cantidades mayores.<sup>260</sup>

## Uso de fertilizantes

La siembra directa está ligada a tasas mayores de aplicación de fertilizantes en Argentina. Esto se debe a que en los campos donde se hace siembra directa es más lenta la liberación de nutrientes del suelo a cultivo después de la siembra. Por lo tanto, tienen que añadirse fertilizantes para compensar.<sup>261</sup>

Aunque se añaden fertilizantes al suelo para contrarrestar el empobrecimiento de nutrientes, estos tienen sus propios efectos perjudiciales para el suelo y los cultivos. Los fertilizantes minerales inhiben los hongos beneficiosos del suelo, denominados hongos micorrízicos arbusculares (AMF, por sus siglas en inglés).<sup>262</sup> Estos organismos del suelo colonizan las raíces de las plantas cultivadas, lo que mejora la absorción de nutrientes, la resistencia a las

plagas, el consumo de agua, la agregación del suelo y el rendimiento.<sup>263</sup>

## Retención del carbono

Los defensores de la tecnología transgénica afirman que la soja transgénica RR favorece al medio ambiente porque facilita la adopción de la siembra directa, lo que a su vez permite que los suelos almacenen más carbono (retención de carbono).<sup>264</sup> De esta forma se retira el carbono de la atmósfera, lo que contribuye a la disminución del calentamiento global.

Sin embargo, la mayoría de los estudios en que se dice demostrar los beneficios de la retención del carbono que acarrearía la siembra directa solo miden el carbono almacenado en la capa superficial del suelo (20 cm). En los estudios en que se mide el carbono del suelo a niveles más profundos (hasta 60 cm), se obtienen resultados muy diferentes.

En un estudio se examinaron 11 suelos de los Estados Unidos en los que se hacían rotar el maíz y la soja. Los acres de siembra directa se compararon con acres arados. En el estudio se descubrió que los niveles de carbono del suelo varían en función del tipo de suelo y de la profundidad de la muestra. Los niveles de carbono almacenado en los sistemas de siembra directa superaban a los de los sistemas de siembra con arado en 5 de los 11 suelos, pero solo en la capa superficial (0-10 cm de profundidad). Por debajo de los 10 cm, los suelos de siembra directa presentaban niveles de carbono almacenado similares o menores que los de suelos de arado. Cuando se midieron los niveles de carbono en el suelo hasta los 60 cm de profundidad, los niveles de carbono totales del suelo en siembra directa fueron similares a los suelos de arado. En algunos casos, el nivel total de carbono del suelo con arado era un 30% mayor que el de los suelos con siembra directa.

Los autores plantean que el hecho de que los niveles de carbono en los campos arados sean más altos puede atribuirse a la incorporación de residuos de la cosecha en el subsuelo y al mayor crecimiento de las raíces. Llegaron a la conclusión de que la siembra directa incrementa las concentraciones de carbono en las capas superiores de algunos suelos, pero cuando se considera el perfil completo del suelo, el suelo de siembra directa no almacena más carbono que el suelo de arado.<sup>265 266</sup>

En otra revisión independiente a la anterior de la literatura científica también se concluye que los campos de siembra directa no retenían más carbono que los campos arados cuando se examinaron los cambios en el carbono del suelo a una profundidad superior a 30 centímetros. De hecho, en promedio, los sistemas de siembra directa pueden haber perdido algo de carbono durante el periodo de los experimentos.

Los autores explican que los estudios en que se

defienden los beneficios de la retención de carbono provenientes de la siembra directa solo se mide la retención del carbono hasta unos 30 cm y por lo tanto estos no dan una imagen exacta. Esto se debe a que las raíces de los cultivos (que depositaron carbono en el suelo) generalmente crecen hasta alcanzar profundidades mucho mayores. Cuando se examinaron las variaciones del carbono a profundidades del suelo superiores a los 30 cm, la mayoría de los estudios revisados (35 de 51) no encontraron diferencias significativas en la retención del carbono entre los suelos de arado y los de siembra directa.<sup>267</sup>

Por otro lado, hay una serie de prácticas de siembra biológicas combinadas, centradas en el suelo, que hacen que se retenga más carbono:

- A raíz de una comparación entre los sistemas convencionales de siembra directa y de siembra orgánica con arado se concluyó que los sistemas de siembra orgánica con arado retenían más carbono incluso cuando la muestra quedaba restringida a una capa de suelo somera, donde la siembra directa tiende a presentar acumulación de carbono.<sup>268</sup>
- Los sistemas más prometedores para la retención del carbono combinan la rotación de los cultivos y el uso bajo o nulo de pesticidas, herbicidas y fertilizantes sintéticos. Los estudios de largo plazo indican que dichos sistemas crean (sin limitarse a conservar) cantidades importantes de carbono orgánico del suelo gracias a una serie de factores como la mayor abundancia de hongos micorrizales.<sup>269 270 271 272</sup>
- Durante una comparación entre las rotaciones de maíz y soja en la labranza convencional y labranza mínima (una práctica de labranza de conservación en la que la mayoría de la superficie del suelo queda intacta), no se observaron beneficios derivados de la retención de carbono de la labranza de conservación. Ambos sistemas supusieron pequeñas fuentes netas de carbono durante el periodo de 2 años del estudio.<sup>273</sup>
- Se realizó un estudio sobre el intercambio de CO<sub>2</sub> entre la superficie de la tierra y la atmósfera en tres campos adyacentes, todos de siembra directa. En uno de ellos se cultivaba maíz con riego continuo; en otro, maíz y soja en rotación con riego; y en el tercero, maíz de secano. Los autores llegaron a la conclusión de que los tres eran fuentes neutrales de carbono o fuentes leves de carbono.<sup>274</sup>
- Estos estudios muestran que los supuestos beneficios de la siembra directa para el cambio climático son exagerados en el mejor de los casos y engañosos en el peor.

## Consumo energético

Con frecuencia se afirma que la siembra directa con el modelo de agricultura de soja transgénica RR ahorra energía

porque reduce el número de veces que el productor debe pasar por el campo con el tractor. Sin embargo, ciertos datos de Argentina demuestran que aunque la siembra directa redujo las operaciones agrícolas (pasadas del tractor), estos ahorros de energía se veían contrarrestados al considerarse la energía utilizada en la producción de herbicidas y pesticidas utilizados en el cultivo de la soja transgénica. Cuando se tienen en cuenta todos estos factores, se hace obvio que la producción de soja RR necesita más energía que la producción de soja convencional.<sup>275</sup>

## Conservación del suelo y del agua

Una revisión de la documentación científica y de la práctica agrícola en Brasil pone en tela de juicio incluso los beneficios más comúnmente esgrimidos en defensa de la siembra directa, a saber, la conservación del agua y del suelo. En el estudio se descubrió que la siembra directa por sí sola, sin cobertura del suelo (por ejemplo, si los residuos son quemados, comidos por los animales o retirados del campo), puede provocar una mayor degradación del suelo y una disminución de la productividad de cultivo en comparación con el arado. En algunos tipos de suelo, como los arenosos o aquellos que forman cortezas densas, el dejar la tierra sin arar implica que esta pueda perder, a causa de la escorrentía, más agua y una porción mayor de la capa superficial que si estuviera arada.<sup>276</sup> Los suelos de estos tipos no se benefician de los sistemas de siembra directa.

Resumen de los problemas del modelo de la soja transgénica y la siembra directa

La siembra directa produce sólidos beneficios agronómicos y ecológicos cuando forma parte de un sistema que abarca otros métodos de agricultura sostenible. Pero el modelo de agricultura de glifosato que acompaña a la soja transgénica RR es insostenible. Se ha descubierto lo siguiente:

- Que degrada el medio ambiente favoreciendo la conversión de tierras naturales en campos agrícolas
- Que incrementa los problemas de plagas y enfermedades
- Que causa problemas con las malezas
- Que aumenta el uso de herbicidas
- Que acentúa las repercusiones medioambientales de la producción de soja
- Que aumenta el uso de fertilizantes
- Que aumenta el consumo energético

Las afirmaciones de que la siembra directa aumenta la retención de carbono en los suelos son engañosas. Ni siquiera los beneficios atribuidos a la siembra directa respecto a la conservación del suelo y del agua son universales, sino que dependen de los suelos y de las prácticas agrícolas.

# IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA SOJA TRANSGÉNICA RR

## Argentina: la economía de la soja

Argentina es frecuentemente citada (por ejemplo, por ISAAA, un grupo apoyado por el sector de los transgénicos<sup>277</sup>) como ejemplo del éxito económico del modelo de la soja transgénica RR. Según un informe de PG Economics, una empresa de comunicados de prensa comisionada por el sector de los transgénicos, las repercusiones de la soja transgénica RR en los ingresos agrícolas han sido «sustanciales, ya que los agricultores realizan importantes ahorros de costos y obtienen importantes beneficios de ingresos agrícolas».<sup>278</sup>

No hay duda de que la rápida expansión de la soja transgénica RR en Argentina desde 1996 ha traído consigo el crecimiento económico de un país en profunda recesión. El gobierno sigue mostrándose entusiasta ante la economía de la soja, en parte porque se han aplicado impuestos de exportación a la soja del 35% en 2010.<sup>279</sup>

Sin embargo, el auge de la soja representa un tipo de éxito frágil y limitado, que depende en gran medida de las exportaciones y es vulnerable a la volatilidad de los mercados mundiales.<sup>280</sup> Más del 90% de la soja que crece en Argentina es exportada para comida de animales y aceite vegetal. Argentina es el principal exportador mundial de aceite y comida de soja.<sup>281</sup>

Y lo que es más grave aún: los críticos de la economía de la soja sostienen que esta ha traído graves repercusiones sociales y económicas para la gente común. Afirman que ha disminuido la seguridad alimenticia nacional y la capacidad adquisitiva de alimentos entre un sector importante de la población, a la vez que se han acentuado las desigualdades en la distribución de la riqueza.<sup>282 283</sup> Estas tendencias han dado lugar a predicciones de que el modelo económico es un modelo insostenible de «expansión y batacazo».<sup>284</sup>

Pengue vinculaba en un estudio de 2005 la producción de soja transgénica RR a problemas sociales en Argentina, incluidos:<sup>285</sup>

- El desplazamiento de poblaciones agrícolas a las ciudades argentinas.
- La concentración de la producción agrícola en manos de un pequeño número de operadores de agronegocios de gran escala.
- Las reducciones en la diversidad de la producción de alimentos y la pérdida del acceso de muchas personas a una dieta variada y nutritiva.

Pengue afirma que desde la introducción de la soja RR

en Argentina en 1996, la expansión del monocultivo de soja transgénica RR ha mermado la seguridad de los alimentos al sustituir a los cultivos alimenticios. En los cinco años anteriores a 2005, la producción de soja había sustituido 4.600.000 hectáreas de tierra dedicadas anteriormente a otros sistemas de producción como los lácteos, los árboles frutales, la horticultura, el ganado y los cereales.<sup>286</sup>

El gobierno argentino ofrece estadísticas sobre este proceso. La cosecha de papa cayó abruptamente de 3,4 millones de toneladas en 1997/98 a 2,1 millones en 2001/02. La producción de arvejas verdes cayó de 35.000 toneladas en 1997/98 a 11.200 toneladas en 2000/01 y la de lentejas, de 9.000 toneladas a 1.800 toneladas. Las producciones de frijoles secos, proteínas de animales, huevos y productos lácteos cayeron igualmente en picado, en una estrecha correlación con la expansión de la producción de soja.<sup>287</sup>

Las estadísticas del gobierno demuestran que entre 1996 y 2002 la cantidad de personas que no tenía acceso a una «canasta básica alimenticia» (medida que utiliza el gobierno para calcular la pobreza) aumentó de 3,7 millones a 8,7 millones, o lo que es lo mismo, hasta el 25% de la población. En la segunda mitad de 2003, más del 47% de la población se encontraba por debajo del umbral de la pobreza y no tenía acceso a una alimentación adecuada.<sup>288</sup>

Para fines de 2003, la incidencia de la indigencia en niños menores de 14 años era 2,5 veces superior a la de los adultos. La pobreza y la indigencia castigaban a las poblaciones rurales con mayor dureza, contribuyendo al desplazamiento de las poblaciones rurales a las ciudades.<sup>289</sup>

La producción de soja transgénica RR es una forma de «agricultura sin agricultores» y ha ocasionado problemas de desempleo. En los monocultivos de soja transgénica RR, los niveles de trabajo disminuyen entre un 28 y 37% respecto a los métodos convencionales de agricultura.<sup>290</sup> En Argentina, la producción de soja RR mediante alta tecnología requiere solamente dos trabajadores por cada 1.000 hectáreas al año.<sup>291</sup>

La expansión del monocultivo de la soja de siembra directa y resistente a los herbicidas ha producido un aumento en el desempleo, ya que muchos pequeños y medianos agricultores han perdido sus empleos. El desempleo aumentó del 5,3% en octubre de 1991 hasta llegar a un pico del 22% en mayo de 2002, y disminuyó en los meses siguientes hasta situarse por debajo del 20%, pero permaneció desproporcionadamente alto en áreas rurales.<sup>292</sup> La Subsecretaría de Agricultura afirmó que por

cada 500 hectáreas en las que el cultivo de soja había sustituido al anterior en Argentina, solamente se crea un empleo en fincas.<sup>293</sup>

La creciente demanda de biocombustibles ha empeorado los problemas sociales y ecológicos de Argentina creando nuevos mercados para la soja y el maíz RR transgénicos.<sup>294</sup>

El gobierno argentino reconoce que la expansión de la soja ha causado problemas sociales<sup>295</sup> y que la tendencia hacia una «agricultura sin agricultores» debe revertirse para restaurar la sostenibilidad social del sector agrícola.<sup>296</sup>

Uno de los factores más importantes para el crecimiento del mercado de exportaciones de comida para animales en América del Sur fueron las preocupaciones por la importación desde países afectados por la enfermedad de las vacas locas, que en el año 2000 puso fin repentino al uso de muchos subproductos animales de elaboración nacional y de alimentos y residuos agrícolas que se reciclaban para elaborar comida para animales.<sup>297 298</sup> Es probable que las políticas que afectan a la comida para animales cambien ante las presiones de quienes piden una mayor autosuficiencia en la producción de alimentos.

## Repercusiones económicas de la soja transgénica RR en los agricultores de Estados Unidos

En un estudio en que se utilizan datos de investigaciones nacionales de Estados Unidos, no se hallaron aumentos significativos en los beneficios sobre el terreno de la adopción de la soja transgénica RR en los Estados Unidos.<sup>299</sup>

En un informe de 2006 para la Comisión Europea sobre la adopción de cultivos transgénicos en todo el mundo se llegó a la conclusión de que los beneficios económicos de los cultivos transgénicos para los agricultores eran «variables». Se manifestaba que la adopción de la soja transgénica RR en los Estados Unidos «no había tenido ningún efecto significativo sobre los ingresos agrícolas».

A la luz de este descubrimiento, el informe plantea la pregunta: «¿Por qué cultivan los agricultores de Estados Unidos soja RR transgénica tolerante a los herbicidas y aumentan el área dedicada a esta?». Los autores concluyen que el gran éxito de la cosecha se debe a la «simplificación de la gestión de cultivos».<sup>300</sup> Esta es una referencia a la simplificación del control de las malezas mediante herbicidas de glifosato. Pero cuatro años después de la publicación del informe, el aumento vertiginoso de las malezas resistentes al glifosato ha hecho que incluso el argumento de la simplificación sea difícil de justificar.

El informe cuestiona si los menores costos del control de las malezas y de la labranza que se atribuyen

a la soja transgénica RR superan los «altos costos de la semilla y las pequeñísimas diferencias del rendimiento». En el documento se cita un estudio sobre los agricultores de EE.UU. que plantan el cultivo, en el que se demuestra que en la mayoría de los casos el costo de la tecnología era mayor que el ahorro. Por esa razón, la adopción de la soja transgénica RR tuvo un impacto económico negativo respecto al uso de semillas convencionales.<sup>301</sup>

## Aumenta el precio de las semillas RR en los Estados Unidos

En un informe de 2009<sup>302</sup> se demostraba que los precios de la semilla transgénica en los Estados Unidos habían aumentado espectacularmente respecto a los de las semillas orgánicas y no transgénicas, recortando los ingresos promedio de los agricultores estadounidenses que siembran cultivos transgénicos. En el año 2006, la prima del precio de las semillas de soja transgénica RR, con respecto al precio de la soja, alcanzó 4,5. La prima del precio de la soja para siembra convencional era de 3,2.

El informe indicaba que «los agricultores que compren el producto de semillas de soja de seguimiento más reciente en 2010 (la soja Roundup Ready (RR) 2 de Monsanto) pagarán un 42% más por bolsa que lo que pagaron por la soja RR en 2009. La proporción entre los precios de la soja y de la semilla será de aproximadamente de 7,8, tres veces más que la norma histórica.»

«En los 25 años que transcurrieron entre 1975 y 2000, los precios de las semillas de soja se elevaron apenas un 63%. Durante los diez años siguientes, a medida que la soja de ingeniería genética dominaba el mercado, el precio se elevó un 230% más. El precio por bolsa de 70 dólares estadounidenses establecido para la soja RR 2 en 2010 es dos veces el costo de la semilla convencional y refleja un aumento del 143% en el precio de la semilla transgénica desde 2001».

En el informe se llegaba a la conclusión de que «en la actualidad, hay un desencuentro abismal entre la retórica a veces pomposa de quienes defienden la biotecnología [transgénica] como el camino de eficacia demostrada hacia la seguridad alimenticia mundial y lo que está sucediendo en la práctica en las granjas de los Estados Unidos que se han hecho dependientes a las semillas transgénicas y que ahora están pagando las consecuencias».

Es razonable preguntarse por qué los agricultores pagan precios tan altos por las semillas. Los acontecimientos recientes sugieren que no tienen muchas opciones. El abrupto incremento del precio de la soja RR 2 y de las semillas de maíz SmartStax en 2010 dio lugar a una investigación antimonopolio por parte del Departamento de Justicia de los Estados Unidos sobre la consolidación

de grandes empresas agroindustriales que ha acarreado precios anticompetitivos y prácticas monopólicas. Los agricultores han proporcionado evidencia contra empresas como Monsanto.<sup>303 304</sup>

Tal vez como consecuencia de la investigación del Departamento de Justicia, Monsanto anunció en agosto de 2010 que reduciría la prima de los precios de sus semillas hasta un 75%. Solo queda observar cuánto durará este efecto, ya que algunos analistas creen que el recorte de los precios fue una «oferta estratégica para combatir las ganancias en cuota de mercado que obtenía su rival DuPont Co».<sup>305</sup>

## Los agricultores se distancian de la soja transgénica RR

En los últimos años, han surgido informes en América del Norte y del Sur que indican que los agricultores se están distanciando de la soja transgénica RR.

Interest in Non-Genetically Modified Soybeans Growing (Creciente interés en la soja no modificada genéticamente) era el título de un informe de los Servicios a Distancia de la Universidad del Estado de Ohio en 2009. En él se afirmaba que el creciente interés se debía al «precio más barato de las semillas y al mayor lucro que brindan las primas [de soja no transgénica]». Con la expectativa de este crecimiento en la demanda, los Servicios a Distancia de la Universidad del Estado de Ohio informaban de que las empresas de semillas estaban duplicando o triplicando el suministro de semillas de soja no transgénica para 2010.<sup>306</sup>

Surgieron informes similares en Missouri y Arkansas.<sup>307 308</sup> Los agrónomos señalaban tres factores como impulsores de este renovado interés por las semillas de soja convencionales:

- El precio elevado y creciente de la semilla de soja RR
- La propagación de malezas resistentes al glifosato
- El deseo de los agricultores de recuperar la libertad de guardar y volver a plantar semillas, una práctica tradicional prohibida con la soja RR patentada de Monsanto.

En el estado que más soja produce de Brasil, Mato Grosso, se informó de que los agricultores están a favor de las semillas convencionales, debido a los escasos rendimientos de las semillas transgénicas.<sup>309</sup>

Debido al constante rechazo del consumidor de los cultivos y alimentos transgénicos en Europa, la soja no transgénica todavía se cultiva en Brasil, América del Norte y la India en cantidades suficientes como para satisfacer la demanda total de la Unión Europea.

*Soja transgénica: ¿sostenible?, ¿responsable?*

## Acceso restringido de los agricultores a las semillas no transgénicas

A medida que los agricultores tratan de recuperar la potestad de elegir las semillas, Monsanto intenta impedirlo restringiendo el acceso a las variedades no transgénicas. En Brasil, la Asociación Brasileira de Produtores de Soja de Mato Grosso (APROSOJA) y la Asociación Brasileira de Produtores de Granos No Modificados Genéticamente (ABRANGE) se quejan de que Monsanto está restringiendo el acceso de los agricultores a las semillas de soja convencionales (no transgénicas) mediante la imposición de cuotas de ventas a los distribuidores de semillas, obligándoles a vender el 85% de las semillas de soja transgénica y no más del 15% de soja no transgénica.<sup>310</sup>

Esto refleja las estrategias que Monsanto ha utilizado en los Estados Unidos y otros lugares para impulsar la introducción de sus tecnologías en el mercado. Por lo general, cuando la empresa gana suficiente control del sector de las semillas a través de adquisiciones y otras estrategias, comienza a establecer cupos que impulsan las ventas de sus semillas transgénicas y reducen progresivamente el acceso a la semilla no transgénica.

## El dominio de Monsanto en la agricultura Argentina

En los últimos años, Argentina ha sido el blanco de los intentos opresores de Monsanto por dominar los suministros mundiales de semillas y glifosato. La compañía ha tratado durante varios años de cobrar regalías por la semilla de soja transgénica RR en el país, donde no tiene patente. Sus semillas fueron vendidas bajo licencia por una compañía estadounidense que posteriormente fue adquirida por el importador de semilla y grano Nidera. En vez de cobrar regalías, Monsanto ha obtenido sus ganancias en Argentina gracias a su herbicida Roundup, utilizado con la soja transgénica RR.<sup>311</sup>

En cambio, en Europa, Monsanto tiene una patente de la soja transgénica RR. En 2004, Monsanto anunció que suspendía su negocio de soja en Argentina porque «simplemente no le era rentable». Al año siguiente, Monsanto trataba de recuperar sus regalías perdidas presentando demandas contra importadores de soja europeos de los Países Bajos y Dinamarca, acusándolos de importar ilegalmente su comida de soja transgénica patentada de Argentina.<sup>312 313</sup> La maniobra de Monsanto amenazaba la agricultura, la economía y el mercado de exportaciones de soja de Argentina. Su plan se frustró cuando el Tribunal Europeo de Justicia falló en contra de la empresa.<sup>314</sup>

Monsanto dijo en un comunicado de prensa que «solo quería que se le pagara por el uso de su tecnología»,

añadiendo que dado que los agricultores que utilizan la tecnología en Argentina no la pagan, «Monsanto ha buscado [mediante este caso] medidas alternativas para cobrar por el uso de su tecnología y obtener una devolución por sus inversiones en investigación».<sup>315</sup>

El incidente muestra el peligro de permitir que una sola entidad (Monsanto) gane un control casi monopolístico de los mercados de semillas y agroquímicos.

## Contaminación transgénica y pérdidas de los mercados

Los consumidores y políticos de muchas partes del mundo rechazan los alimentos transgénicos. Como resultado, varios casos de contaminación por transgénicos han provocado graves repercusiones para el sector y los mercados.

La contaminación con organismos modificados genéticamente no autorizados amenaza a todo el sector alimenticio. Algunos ejemplos son:

2009: Se descubrió que un lino transgénico no autorizado, denominado, dato interesante, trífido CDC, había contaminado suministros de semillas de lino de Canadá. Tras el descubrimiento, el mercado de exportación de semillas de lino canadiense a Europa se hundió.<sup>316 317</sup>

2006: Se descubrió que el arroz transgénico de Bayer LL601, que se cultivó solo un año en pruebas de campo, había contaminado el suministro de arroz estadounidense y las reservas de semillas.<sup>318</sup> Se encontró arroz contaminado en lugares tan lejanos como África, Europa y América Central. En marzo de 2007, Reuters informaba de que las exportaciones de arroz estadounidense se redujeron aproximadamente un 20% con respecto al año anterior como resultado de la contaminación por transgénicos.<sup>319</sup> Un informe estimaba que los costos totales en que se había incurrido a nivel mundial como resultado de la contaminación estaban entre 741 millones y 1.285 mil millones de dólares estadounidenses.<sup>320</sup> Desde que se descubrió la contaminación, Bayer ha estado envuelta en litigios interpuestos por los productores de arroz afectados de los Estados Unidos. En julio de 2010, la empresa perdió su quinto caso judicial consecutivo frente a un agricultor de Luisiana y se le ordenó pagar una indemnización de 500.248 dólares. La empresa ya había perdido anteriormente dos juicios en los tribunales estatales y dos en un tribunal federal, que le supusieron indemnizaciones de más de 52 millones de dólares. Se enfrenta a cerca de 500 demandas adicionales en tribunales federales y estatales con querellas de 6.600 demandantes. Hasta ahora la empresa no ha ganado ningún juicio relacionado con el arroz.<sup>321</sup>

2000: Se descubrió que el maíz StarLink transgénico, producido por Aventis (ahora Bayer CropScience), había contaminado el suministro de maíz estadounidense.

StarLink había sido autorizado para comida de animales pero no para el consumo humano. Este hallazgo produjo retiradas masivas de productos alimenticios contaminados por StarLink en los Estados Unidos, que se extendieron a Europa, Japón, Canadá y otros países. El descubrimiento produjo retiradas masivas de productos alimenticios contaminados de StarLink en todo el mundo. Se estimó que el incidente hizo que los productores estadounidenses perdieran entre 26 y 288 millones de dólares en ingresos.<sup>322</sup>

La impopularidad de los alimentos transgénicos entre los consumidores europeos hace que la contaminación por transgénicos en alimentos no transgénicos amenace el mercado de productos exentos de transgénicos. Algunos ejemplos son:

En Canadá, la contaminación con colzas transgénicas ha arruinado el mercado de colza orgánica y no transgénica.<sup>323</sup>

Se ha autorizado la importación a Europa de la soja transgénica RR. La mayor parte se utiliza como comida para animales. La carne, productos lácteos y huevos de animales alimentados con transgénicos están exentos de llevar la etiqueta de transgénicos. Solo los agricultores saben con qué se alimentan sus animales (los consumidores, no). Es este «vacío en la etiquetación» lo único que permite el acceso de cultivos transgénicos al mercado europeo.

En virtud del programa alemán Ohne Gentechnik y del austriaco Gentechnik-frei erzeugt y también en el caso de minoristas como Marks & Spencer en el Reino Unido, los productos animales se venden como si fueran producidos con forraje no transgénico. La contaminación con soja transgénica RR es inaceptable para estos sectores del mercado.

Los productores y otros actores de la cadena de suministros reconocen que un hallazgo de contaminación por transgénicos puede debilitar la confianza y la buena voluntad del consumidor. Esto, en consecuencia, puede producir repercusiones económicas perjudiciales.

# VIOLACIÓN DE LOS DERECHOS HUMANOS

## Paraguay: violento desplazamiento de personas

Paraguay es uno de los principales proveedores mundiales de soja transgénica RR, con una proyección de 2,66 millones de hectáreas de la cosecha en 2008, frente a los 2,6 millones de hectáreas en 2007. Alrededor del 95% de las plantaciones totales de soja son de la variedad RR transgénica.<sup>324</sup>

La expansión de la soja en el país se ha vinculado con graves violaciones de los derechos humanos, incluidos incidentes de apropiación de tierras. Un documental para el canal británico Channel 4, *La Dolorosa Cosecha de Paraguay* (Paraguay's Painful Harvest) describía cómo la agricultura industrial de la soja transgénica RR ha ocasionado violentos enfrentamientos entre campesinos, propietarios extranjeros y la policía. Uno de los entrevistados era Pedro Silva, campesino de 71 años de edad que recibió cinco disparos por agresores desconocidos luego de que se negó a vender su parcela a un agricultor de soja.<sup>325</sup>

Según un fotorreportaje de 2009 de Evan Abramson para el Informe del Congreso de América del Norte sobre Latinoamérica (NACLA):

«El auge de la soja ha sido desastroso para los pequeños agricultores que, después de vivir durante años en tierras forestales asignadas por el gobierno, han empezado a ser desplazados a la fuerza. En la última década, el gobierno de Paraguay ha regalado o vendido ilegalmente esta tierra pública a amigos políticos que se encuentran en el negocio de la soja, expulsando a los campesinos. Actualmente, alrededor del 77% de tierra paraguaya es propiedad de un 1% de la población [...] Desde el primer auge de la soja en 1990, casi 100.000 pequeños agricultores se han visto obligados a emigrar a chabolas urbanas; cerca de 9.000 familias rurales son desalojadas por la producción de soja cada año».<sup>326</sup>

Según se informa, en algunas apropiaciones de tierras, los campesinos habrían sido expulsados por guardias armados contratados por aquellos que querían tomar la tierra. Otra estrategia es que los propietarios de las tierras plantan soja transgénica RR en las cercanías, hasta llegar a las puertas de sus casas y llevan a cabo una fumigación aérea

con glifosato y otros químicos, forzándolos a alejarse.<sup>327</sup>

Un artículo titulado *The soybean wars* (Las guerras de la soja) del Centro Pulitzer de Cobertura de Crisis hace mención a un informe del Sindicato de Periodistas del Paraguay afirmando que la prensa paraguaya se niega a cubrir muertes o enfermedades relacionadas con la fumigación agroquímica, protegiendo así la imagen de las empresas multinacionales de semillas y productos químicos.<sup>328</sup>

Abramson también afirma que existe una censura generalizada sobre los efectos para la salud de la fumigación con glifosato en los medios de comunicación: «A pesar de que los habitantes del lugar se quejan frecuentemente de dolores de cabeza, náuseas, erupciones en la piel, problemas en la visión e infecciones respiratorias, al igual que se da una incidencia sospechosamente alta de anomalías congénitas en las regiones productoras de soja, las denuncias rara vez llegan a los medios de comunicación paraguayos. En los días siguientes a la fumigación, es también común que mueran los pollos de los agricultores, que las vacas aborten y que se les seque la leche. También perecen los cultivos que no son de soja, que los agricultores producen para su propio consumo».

Abramson cuenta cómo dos hermanos agricultores vendieron sus tierras una vez que empezó la fumigación del cultivo. «Es irse, o quedarse y morir», dijo uno. Su pueblo, que en otro momento tuvo una población de varios centenares de habitantes, prácticamente había desaparecido, quedando casi todo su territorio dedicado a las plantaciones de soja.

Algunos campesinos desplazados están tratando de recuperar el control de la tierra mediante «invasiones de tierras». Abramson informa: «Las invasiones de tierras generalmente tienen un carácter tanto ecológico como social: los agricultores sin tierra no solo piden tierra para trabajar, sino que también protestan por la deforestación y el uso de agroquímicos por parte de los productores de soja».<sup>329</sup>

Según el Centro Pulitzer de Cobertura de Crisis, el gobierno de Paraguay se ha servido del ejército para reprimir las invasiones de tierras.<sup>330</sup>

## CONCLUSIÓN

El cultivo de soja transgénica RR pone en peligro la salud humana y animal, aumenta el uso de herbicidas, daña al medio ambiente, reduce la biodiversidad y tiene repercusiones negativas para las poblaciones rurales. El control monopólico de las empresas agroindustriales sobre la tecnología y producción de soja transgénica RR pone en peligro a los mercados, compromete la viabilidad económica de la agricultura y amenaza la seguridad alimenticia.

A la luz de estas consecuencias, es engañoso declarar

*Soja transgénica: ¿sostenible?, ¿responsable?*

que la producción de soja transgénica RR es sostenible y responsable. Al hacerlo, se envía un mensaje confuso a los consumidores y a toda la cadena de suministros, interfiriendo en su capacidad de identificar productos que reflejen sus necesidades y valores.

Los defensores de la soja transgénica RR quedan invitados a debatir los argumentos y hallazgos científicos de este trabajo y a participar en una investigación transparente y de base científica acerca de los principios de la sostenibilidad y la producción de la soja.

# REFERENCIAS

1. Beintema, N. et al. 2008. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development: Global Summary for Decision Makers (IAASTD). <http://www.agassessment.org/index.cfm?Page=IAASTD%20Reports&ItemID=2713>
2. La Via Campesina. 2010. GMOs – The socio-economic impacts of contamination. March 25. <http://bit.ly/caLqV1>
3. Consumers International. 2000. Our food, whose choice? Consumers take action on genetically modified foods. <http://www.consumersinternational.org/news-and-media/publications/our-food,-whose-choice-consumers-take-action-on-genetically-modified-food>
4. Muchopa, C., Munyuki-Hungwe, M., Matondi, P.B. 2006. Biotechnology, food security, trade, and the environment. Consumers International, April. [http://www.consumersinternational.org/media/300125/biotechnology,%20food%20security,%20trade%20and%20the%20environment%20\(english\).doc](http://www.consumersinternational.org/media/300125/biotechnology,%20food%20security,%20trade%20and%20the%20environment%20(english).doc)
5. Bianchini, A. 2008. Certified sustainable production. Initiatives at farm level to introduce sustainable production methods. Aapresid/RTRS powerpoint presentation. March 21.
6. ISAAA Brief 37. 2007: Global status of commercialized biotech/GM crops: 2007. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/37/executive-summary/default.html>
7. Oda, L., 2010. GM technology is delivering its promise. Brazilian Biosafety Association, June 14. <http://www.scidev.net/en/editor-letters/gm-technology-is-delivering-its-promise.html>
8. Bindraban, P.S., Franke, A.C. Ferrar, D.O., Ghersa, C.M., Lotz, L.A.P., Nepomuceno, A., Smulders, M.J.M., van de Wiel, C.C.M. 2009. GM-related sustainability: agro-ecological impacts, risks and opportunities of soy production in Argentina and Brazil, Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands, Report 259. <http://gmsoydebate.global-connections.nl/sites/gmsoydebate.global-connections.nl/files/library/2009%20WUR%20Research%20Report%20GM%20Soy.pdf>
9. Round Table on Responsible Soy Association. 2010. RTRS standard for responsible soy production. Version 1.0, June. <http://www.responsiblesoy.org/>
10. Soja Plus. 2010. Environmental and social management program for Brazilian soybeans. [http://www.abiove.com.br/english/sustent/sojaplus\\_folder\\_us\\_mai010.pdf](http://www.abiove.com.br/english/sustent/sojaplus_folder_us_mai010.pdf)
11. Gurian-Sherman, D. 2009. Failure to yield: Evaluating the performance of genetically engineered crops. Union of Concerned Scientists, April, 1. [http://www.ucsusa.org/assets/documents/food\\_and\\_agriculture/failure-to-yield.pdf](http://www.ucsusa.org/assets/documents/food_and_agriculture/failure-to-yield.pdf)
12. Benbrook, C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. AgBioTech InfoNet Technical Paper Number 8, January.
13. Edwards, C., DeHaven, T. 2001. Farm subsidies at record levels as Congress considers new farm bill. Cato Institute Briefing Paper No. 70, October 18.
14. US soya “loans” are subsidies in disguise. 2001. Farmers Weekly editorial, May 4.
15. US General Accounting Office. 2001. Farm programs: information on recipients of federal payments. GAO-01-606, June.
16. Monsanto. Company history. <http://www.monsanto.com/whoweare/Pages/monsanto-history.aspx>
17. Caldwell, J. Monsanto sued for alleged glyphosate monopoly. Agriculture Online News. September 28, 2006. <http://www.gene.ch/genet/2006/Oct/msg00023.html>
18. Benachour, N., Séralini, G-E. 2009. Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. *Chem. Res. Toxicol.* 22, 97–105.
19. Gasnier, C., Dumont, C., Benachour, N., Clair, E., Chagnon, M.C., Séralini, G-E. 2009. Glyphosate-based herbicides are toxic and endocrine disruptors in human cell lines. *Toxicology* 262, 184–191.
20. Richard, S., Moslemi, S., Sipahutar, H., Benachour, N., Séralini, G-E. 2005. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. *Environmental Health Perspectives* 113, 716–20.
21. Benachour, N., Sipahutar, H., Moslemi, S., Gasnier, C., Travert, C., Séralini, G-E. 2007. Time- and dose-dependent effects of roundup on human embryonic and placental cells. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 53, 126–33.
22. Haefs, R., Schmitz-Eiberger, M., Mainx, H.G., Mittelstaedt, W., Noga, G. 2002. Studies on a new group of biodegradable surfactants for glyphosate. *Pest Manag. Sci.* 58, 825–833.
23. Marc, J., Mulner-Lorillon, O., Boulben, S., Hureau, D., Durand, G., Bellé, R. 2002. Pesticide Roundup provokes cell division dysfunction at the level of CDK1/cyclin B activation. *Chem Res Toxicol.* 15, 326–31.
24. Relyea, R.A. 2005. The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities. *Ecol. Appl.* 15, 618–627.
25. Monsanto. 2005. Backgrounder: Response to “The impact of insecticides and herbicides on the biodiversity and productivity of aquatic communities.” April.
26. Relyea, R. 2005. Roundup is highly lethal. Dr Relyea responds to Monsanto’s concerns regarding recent published study. April 1. <http://www.mindfully.org/GE/2005/Relyea-Monsanto-Roundup1apr05.htm>
27. Meadows, R. 2005. Common herbicide lethal to wetland species. *Conservation Magazine* 6, July-September. <http://www.conservationmagazine.org/2008/07/common-herbicide-lethal-to-wetland-species/>
28. Relyea, R.A., Schoeppner, N. M., Hoverman, J.T. 2005. Pesticides and amphibians: the importance of community context. *Ecological Applications* 15, 1125–1134.
29. Marc, J., Mulner-Lorillon, O., Bellé, R. 2004. Glyphosate-based pesticides affect cell cycle regulation. *Biology of the Cell* 96, 245–249.
30. Bellé, R., Le Bouffant, R., Morales, J., Cosson, B., Cormier, P., Mulner-Lorillon, O. 2007. Sea urchin embryo, DNA-damaged cell cycle checkpoint and the mechanisms initiating cancer development. *J. Soc. Biol.* 201, 317–327.
31. Marc, J., Mulner-Lorillon, O., Boulben, S., Hureau, D., Durand, G., Bellé, R. 2002. Pesticide Roundup provokes cell division dysfunction at the level of CDK1/cyclin B activation. *Chem. Res Toxicol.* 15, 326–331.
32. Marc, J., Bellé, R., Morales, J., Cormier, P., Mulner-Lorillon, O. 2004. Formulated glyphosate activates the DNA-response checkpoint of the cell cycle leading to the prevention of G2/M transition. *Toxicological Sciences* 82, 436–442.
33. Mañas, F., Peralta, L., Raviolo, J., Garci, O.H., Weyers, A., Ugnia, L., Gonzalez, C.M., Larripa, I., Gorla, N. 2009. Genotoxicity of AMPA, the environmental metabolite of glyphosate, assessed by the Comet assay and cytogenetic tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72, 834–837.
34. Mañas, F., Peralta, L., Raviolo, J., Garcia, O.H., Weyers, A., Ugnia, L., Gonzalez, C.M., Larripa, I., Gorla, N. 2009. Genotoxicity of glyphosate assessed by the Comet assay and cytogenetic tests. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 28, 37–41.
35. Soso, A.B., Barcellos, L.J.G., Ranzani-Paiva, M.J., Kreutz, L.K., Quevedo, R.M., Anziliero, D., Lima, M., Silva, L.B., Ritter, F., Bedin, A.C., Finco, J.A. 2007. Chronic exposure to sub-lethal concentration of a glyphosate-based herbicide alters hormone profiles and affects reproduction of female Jundiá (*Rhamdia quelen*). *Environmental Toxicology and Pharmacology* 23, 308–313.
36. Malatesta, M., Perdoni, F., Santin, G., Battistelli, S., Muller, S., Biggiogerra, M. 2008. Hepatoma tissue culture (HTC) cells as a model for investigating the effects of low concentrations of herbicide on cell structure and function. *Toxicol. in Vitro* 22, 1853–1860.
37. Hietanen, E., Linnainmaa, K., Vainio, H. 1983. Effects of phenoxy herbicides and glyphosate on the hepatic and intestinal biotransformation activities in the rat. *Acta Pharm et Toxicol* 53, 103–112.
38. Dallegre, E., Mantese, F.D., Coelho, R.S., Pereira, J.D., Dalsenter, P.R., Langeloh, A. 2003. The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup in Wistar rats. *Toxicol. Lett.* 142, 45–52.
39. Mañas, F., Peralta, L., Raviolo, J., Garcia Ovando, H., Weyers, A., Ugnia, L., Gonzalez Cid, M., Larripa, I., Gorla, N. 2009. Genotoxicity of AMPA, the environmental metabolite of glyphosate, assessed by the Comet assay and cytogenetic tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72, 834–837.
40. Paganelli, A., Gnazzo, V., Acosta, H., López, S.L., Carrasco, A.E. 2010. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signalling. *Chem. Res. Toxicol.*, August 9. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/tx1001749>
41. Carrasco, A. 2010. Interview with journalist Dario Aranda, August.
42. FAO. Pesticide residues in food – 1997: Report. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues. Lyons, France, 22 September – 1 October 1997. <http://www.fao.org/docrep/w8141e/w8141e0u.htm>
43. FAO. 2005. Pesticide residues in food – 2005. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues, Geneva, Switzerland, 20–29 September. FAO Plant Production and Protection Paper 183, 7.
44. Benitez-Leite, S., Macchi, M.A., Acosta, M. 2009. Malformaciones congénitas asociadas a agrotóxicos. *Arch. Pediatr. Drug* 80, 237–247.
45. Poulsen, M.S., Rytting, E., Mose, T., Knudsen, L.E. 2000. Modeling placental transport: correlation of in vitro BeWo cell permeability and ex vivo human placental perfusion. *Toxicol. in Vitro* 23, 1380–1386.
46. Teubal, M., Domínguez, D., Sabatino, P. 2005. Transformaciones agrarias en la Argentina. Agricultura industrial y sistema agroalimentario. In: El campo argentino en la encrucijada. Estrategias y resistencias sociales, ecos en la ciudad. Giarracca, N., Teubal, M., eds., Buenos Aires: Alianza Ed.ial, 37–78.
47. Teubal, M. 2009. Expansión del modelo sojero en la Argentina. De la producción de alimentos a los commodities. In: La persistencia del campesinado en América Latina (Lizarraga, P., Vacaflores, C., eds., Comunidad de Estudios JAINA, Tarija, 161–197.
48. Webber, J., Weitzman, H. 2009. Argentina pressed to ban crop chemical after health concerns. *Financial Times*, May 29. <http://www.gene.ch/genet/2009/Jun/msg00006.html>
49. Webber, J., Weitzman, H. 2009. Argentina pressed to ban crop chemical after health concerns. *Financial Times*, May 29. <http://www.gene.ch/genet/2009/Jun/msg00006.html>
50. Romig, S. 2010. Argentina court blocks agrochemical spraying near rural town. *Dow Jones Newswires*, March 17. <http://bit.ly/cg2AgG>
51. Comisión Provincial de Investigación de Contaminantes del Agua. 2010. Primer informe. Resistencia, Chaco. April.
52. Aranda, D. 2010. La salud no es lo primero en el modelo agroindustrial. *Página12*, June 14. <http://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-147561-2010-06-14.html>
53. Amnesty International. 2010. Argentina: Threats deny community access to research. 12 August. <http://bit.ly/cIsqUR>
54. Belmonte, R.V. 2006. Victims of glyphosate. *IPS News*, March 16. <http://ipsnews.net/news.asp?idnews=32528>
55. Paraguay’s Painful Harvest. *Unreported World*. 2008. Episode 14. First broadcast on Channel 4 TV, UK, November 7. <http://www.channel4.com/programmes/unreported-world/episode-guide/series-2008/episode-14/>
56. Gianfelici, D.R. 2009. La Soja, La Salud y La Gente. <http://zatega.net/zats/libro-quotla-soja-la-salud-y-la-gente-quot-dr-dario-gianfelici-27052.htm>
57. Branford, S. 2004. Argentina’s Bitter Harvest. *New Scientist*, April 17, 40–43.

- <http://www.grain.org/research/contamination.cfm?id=95>
58. Colombian court suspends aerial spraying of Roundup on drug crops. Reuters, July 27, 2001. <http://www.mindfully.org/Pesticide/Roundup-Drug-Spray-Colombia.htm>
59. Adalah, The Legal Center for Arab Minority Rights in Israel. 2005 Annual Report. April 2006, 4. <http://www.adalah.org/eng/publications/annualrep2005.pdf>
60. H.C. 2887/04, Saleem Abu Medeghem et. al. v. Israel Lands Administration et. al. 2004.
61. Jamjoum, H. 2009. Ongoing Displacement of Palestine's Southern Bedouin. Palestine Chronicle, April 2, 2009. [http://www.palestinechronicle.com/view\\_article\\_details.php?id=14786](http://www.palestinechronicle.com/view_article_details.php?id=14786)
62. Arab Association for Human Rights. 2004. By all means possible: A report on destruction by the State of crops of Bedouin citizens in the Naqab (Negev) by aerial spraying with chemicals. July 2004. <http://www.caiaweb.org/files/aaahra-negev.pdf>
63. Paz-y-Miño, C., Sánchez, M.E., Arévalo, M., Muñoz, M.J., Witte, T., De-la-Carrera, G.O., Leone, P. E. 2007. Evaluation of DNA damage in an Ecuadorian population exposed to glyphosate. *Genetics and Molecular Biology* 30, 456-460.
64. Fog, L. 2007. Aerial spraying of herbicide "damages DNA". *SciDev.net*, May 17, 2007. <http://www.scidev.net/en/news/aerial-spraying-of-herbicide-damages-dna.html>
65. Savitz, D.A., Arbuckle, T., Kaczor, D., Curtis, K.M. 1997. Male pesticide exposure and pregnancy outcome. *Am. J. Epidemiol.* 146, 1025-1036.
66. De Roos, A.J., Blair, A., Rusiecki, J.A., Hoppin, J.A., Svec, M., Dosemeci, M., Sandler, D.P., Alavanja, M.C. 2005. Cancer incidence among glyphosate-exposed pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *Environ Health Perspect.* 113, 49-54.
67. Hardell, L., Eriksson, M. A. 1999. Case-control study of non-Hodgkin lymphoma and exposure to pesticides. *Cancer* 85, 1353-60.
68. Hardell, L., Eriksson, M., Nordstrom, M. 2002. Exposure to pesticides as risk factor for non-Hodgkin's lymphoma and hairy cell leukemia: Pooled analysis of two Swedish case-control studies. *Leuk Lymphoma* 43, 1043-9.
69. Eriksson, M., Hardell, L., Carlberg, M., Akerman, M. 2008. Pesticide exposure as risk factor for non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis. *International Journal of Cancer* 123,1657-1663.
70. George, J., Prasad, S., Mahmood, Z., Shukla, Y. 2010. Studies on glyphosate-induced carcinogenicity in mouse skin. A proteomic approach. *J. of Proteomics* 73, 951-964.
71. Viehweger, G., Danneberg, H. 2005. Glyphosat und Amphibiensterben? Darstellung und Bewertung des Sachstandes. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.
72. FAO. 2005. Pesticide residues in food – 2005. Evaluations, Part I: Residues (S. 477). <http://www.fao.org/docrep/009/a0209e/a0209e0d.htm>
73. Schuette, J. 1998. Environmental fate of glyphosate. Environmental Monitoring & Pest Management, Dept of Pesticide Regulation, Sacramento, CA. <http://www.cdpr.ca.gov/docs/empm/pubs/fatememo/glyphos.pdf>
74. 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, 286-289.
75. Kelly, D.W., Poulin, P., Tompkins, D.M., Townsend, C.R. 2010. Synergistic effects of glyphosate formulation and parasite infection on fish malformations and survival. *J. Appl. Ecology* 47, 498-504.
76. Santillo, D.J., Brown, P.W., Leslie, D.M. 1989. Response of songbirds to glyphosate-induced habitat changes on clearcuts. *J. Wildlife Management* 53, 64-71.
77. Springett, J.A., Gray, R.A.J. 1992. Effect of repeated low doses of biocides on the earthworm *Aporrectodea caliginosa* in laboratory culture. *Soil Biol. Biochem.* 24, 1739-1744.
78. World Health Organisation (WHO). 1994. Glyphosate. Environmental Health Criteria 159. The International Programme on Chemical Safety (IPCS). WHO, Geneva.
79. Newmaster, S.G., Bell, F.W., Vitt, D.H. 1999. The effects of glyphosate and triclopyr on common bryophytes and lichens in northwestern Ontario. *Can. Jour. Forest Research* 29, 1101-1111.
80. Attorney General of the State of New York, Consumer Frauds and Protection Bureau, Environmental Protection Bureau. 1996. In the matter of Monsanto Company, respondent. Assurance of discontinuance pursuant to executive law § 63(15). New York, NY, Nov. False advertising by Monsanto regarding the safety of Roundup herbicide (glyphosate). <http://www.mindfully.org/Pesticide/Monsanto-v-AGNYnov96.htm>
81. Monsanto fined in France for "false" herbicide ads. *Agence France Presse*, Jan 26, 2007. [http://www.organicconsumers.org/articles/article\\_4114.cfm](http://www.organicconsumers.org/articles/article_4114.cfm)
82. FAO. Pesticide residues in food – 1997: Report. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues. Lyons, France, 22 September – 1 October 1997. <http://www.fao.org/docrep/w8141e/w8141e0u.htm>
83. Pesticide safety limit raised by 200 times 'to suit GM industry'. *Daily Mail*, September 21, 1999. <http://www.connectotel.com/gmfood/dm210999.txt>
84. FAO. 2005. Pesticide residues in food – 2005. Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues, Geneva, Switzerland, 20-29 September. FAO Plant Production and Protection Paper 183, 7.
85. Cessna, A.J., Cain, N.P. 1992. Residues of glyphosate and its metabolite AMPA in strawberry fruit following spot and wiper applications. *Can. J. Plant Sci.* 72, 1359-1365.
86. United States Environmental Protection Agency (EPA). 1993. Glyphosate. R.E.D. Facts, EPA-738-F-93-011, EPA, Washington.
87. Sandermann, H. 2006. Plant biotechnology: ecological case studies on herbicide resistance. *Trends in Plant Science* 11, 324-328.
88. Monsanto. 2005. Background: Glyphosate and environmental fate studies. Monsanto, April.
89. Benachour, N., Séralini, G-E. 2009. Glyphosate formulations induce apoptosis and necrosis in human umbilical, embryonic, and placental cells. *Chem. Res. Toxicol.* 22, 97-105.
90. Mañas, F., Peralta, L., Raviolo, J., Garcia Ovando, H., Weyers, A., Ugnia, L., Gonzalez Cid, M., Larripa, I., Gorla, N. 2009. Genotoxicity of AMPA, the environmental metabolite of glyphosate, assessed by the Comet assay and cytogenetic tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72, 834-837.
91. Servizi, J.A., Gordon, R.W., Martens, D.W., 1987. Acute toxicity of Garlon 4 and Roundup herbicides to salmon, *Daphnia* and trout. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 39, 15-22.
92. Key FDA documents, including statements from FDA scientists on the risks of GM foods, have been obtained by the Alliance for BioIntegrity and are available at: <http://www.biointegrity.org/list.html>
93. US FDA. 1995. Biotechnology Consultation Agency Response Letter BNF No. 000001. January 27. <http://www.fda.gov/Food/Biotechnology/Submissions/ucm161129.htm>
94. Then, C., Potthof, C. 2009. Risk Reloaded: Risk analysis of genetically engineered plants within the European Union. *Testbiotech e.V., Institute for Independent Impact Assessment in Biotechnology.* [http://www.testbiotech.org/sites/default/files/risk-reloaded\\_engl.pdf](http://www.testbiotech.org/sites/default/files/risk-reloaded_engl.pdf)
95. Then, C., Potthof, C. 2009. Risk Reloaded: Risk analysis of genetically engineered plants within the European Union. *Testbiotech e.V., Institute for Independent Impact Assessment in Biotechnology.* [http://www.testbiotech.org/sites/default/files/risk-reloaded\\_engl.pdf](http://www.testbiotech.org/sites/default/files/risk-reloaded_engl.pdf)
96. Latham, J.R. Wilson, A.K., Steinbrecher, R.A. 2006. The mutational consequences of plant transformation. *J. of Biomedicine and Biotechnology* 2006, 1-7.
97. Wilson, A.K., Latham, J.R., Steinbrecher, R.A. 2006. Transformation-induced mutations in transgenic plants: Analysis and biosafety implications. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews* 23, 209-234.
98. Schubert, D. 2002. A different perspective on GM food. *Nature Biotechnology* 20, 969.
99. Jiao, Z., Si, X.X., Li, G.K., Zhang, Z.M., Xu, X.P. 2010. Unintended compositional changes in transgenic rice seeds (*Oryza sativa* L.) studied by spectral and chromatographic analysis coupled with chemometrics methods. *J. Agric. Food Chem.* 58, 1746-1754.
100. Zolla, L., Rinalducci, S., Antonioli, P., Righetti, P.G. 2008. Proteomics as a complementary tool for identifying unintended side effects occurring in transgenic maize seeds as a result of genetic modifications. *Journal of Proteome Research* 7, 1850-1861.
101. Schubert, D. 2002. A different perspective on GM food. *Nature Biotechnology* 20, 969.
102. Prescott, V.E., Campbell, P.M., Moore, A., Mattes, J., Rothenberg, M.E., Foster, P.S., Higgins, T.J., Hogan, S.P. 2005. Transgenic expression of bean  $\alpha$ -amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 9023-9030.
103. Séralini, G.-E., Cellier, D., de Vendomois, J.S. 2007. New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 52, 596-602.
104. Kilic, A., Akay, M.T. 2008. A three generation study with genetically modified Bt corn in rats: Biochemical and histopathological investigation. *Food and Chemical Toxicology* 46, 1164-1170.
105. 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. *J. Agric. Food Chem.* 56, 11533-11539.
106. Velimirov, A., Binter, C., Zentek, J. 2008. Biological effects of transgenic maize NK603xMON810 fed in long term reproduction studies in mice. *Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend Report, Forschungsberichte der Sektion IV Band 3/2008, Austria.*
107. US Food and Drug Administration. 2002. Biotechnology Consultation Note to the File BNF No 00077. Office of Food Additive Safety, Center for Food Safety and Applied Nutrition, US Food and Drug Administration, September 4.
108. Do seed companies control GM crop research? Editorial, *Scientific American*, August 2009. <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=do-seed-companies-control-gm-crop-research>
109. Do seed companies control GM crop research? Editorial, *Scientific American*, August 2009. <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=do-seed-companies-control-gm-crop-research>
110. Waltz, E. 2009. Biotech proponents aggressively attack independent research papers: GM crops: Battlefield. *Nature* 461, 27-32.
111. Quist, D., Chapela, I. 2001. Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature* 414, November 29, 541.
112. Rowell, A. 2003. Immoral maize. In: Don't Worry, It's Safe to Eat. Earthscan Ltd. Reprinted: <http://bit.ly/1pi26N>
113. Monbiot, G. 2002. The fake persuaders. *The Guardian*, May 14. <http://www.monbiot.com/archives/2002/05/14/the-fake-persuaders/>
114. Padgett, S.R., Taylor, N.B., Nida, D.L., Bailey, M.R., McDonalds, J., Holden, L.R. & Fuchs, R.L. 1996. Composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. *J. of Nutrition* 126, 702-716.
115. Burks A.W., Fuchs R.L. 1995. Assessment of the endogenous allergens in glyphosate-tolerant and commercial soybean varieties. *J. of Allergy and Clinical Immunology* 96, 1008-1010.
116. Harrison, L.A. Bailey, M.R., Naylor, M.W., Ream, J.E., Hammond, B.G., Nida, D.L., Burnette, B.L., Nickson, T.E., Mitsky, T.A., Taylor, M.L., Fuchs, R.L., Padgett, S.R. 1996. The expressed protein in glyphosate-tolerant soybean, 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase from *Agrobacterium* sp. strain CP4, is rapidly digested in vitro and is not toxic to acutely gavaged mice. *J. Nutr.* 126, 728-740.

117. Hammond, B.G., Vicini, J.L., Hartnell, G.F., Naylor, M.W., Knight, C.D., Robinson, E.H., Fuchs, R.L., Padgett S.R. 1996. The feeding value of soybeans fed to rats, chickens, catfish and dairy cattle is not altered by genetic incorporation of glyphosate tolerance. *J. Nutr.* 126, 717–727.
118. Müller, W. 2004. Recherche und Analyse bezüglich humantoxikologischer Risiken von gentechnisch veränderten Soja- und Maispflanzen. *Eco-risk (Buro für Ökologische Risikoforschung)*, Vienna, April 10.
119. Pusztai, A. 2001. Genetically modified foods: Are they a risk to human/animal health? *ActionBioscience.org*. <http://www.actionbioscience.org/biotech/pusztai.html>
120. Mertens, M. 2007. Roundup Ready soybean – Reapproval in the EU? Report for Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. & Friends of the Earth Europe. [http://www.gentechnikfrei-regionen.de/fileadmin/content/studien/risikobewertung/Roundup\\_Ready\\_Soybean\\_EnglishMartha\\_Mai2008.pdf](http://www.gentechnikfrei-regionen.de/fileadmin/content/studien/risikobewertung/Roundup_Ready_Soybean_EnglishMartha_Mai2008.pdf)
121. Pryme, I.F., Lembcke, R. 2003. In vivo studies of possible health consequences of genetically modified food and feed – with particular regard to ingredients consisting of genetically modified plant materials. *Nutrition and Health* 17, 1–8.
122. Padgett, S.R., Taylor, N.B., Nida, D.L., Bailey, M.R., McDonalds, J., Holden, L.R. & Fuchs, R.L. 1996. Composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. *J. of Nutrition* 126, 702–716.
123. Burks A.W., Fuchs R.L. 1995. Assessment of the endogenous allergens in glyphosate-tolerant and commercial soybean varieties. *J. of Allergy and Clinical Immunology* 96, 1008–1010.
124. Harrison, L.A. Bailey, M.R., Naylor, M.W., Ream, J.E., Hammond, B.G., Nida, D.L., Burnette, B.L., Nickson, T.E., Mitsky, T.A., Taylor, M.L., Fuchs, R.L., Padgett, S.R. 1996. The expressed protein in glyphosate-tolerant soybean, 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase from *Agrobacterium* sp. strain CP4, is rapidly digested in vitro and is not toxic to acutely gavaged mice. *J. Nutr.* 126, 728–740.
125. Hammond, B.G., Vicini, J.L., Hartnell, G.F., Naylor, M.W., Knight, C.D., Robinson, E.H., Fuchs, R.L., Padgett S.R. 1996. The feeding value of soybeans fed to rats, chickens, catfish and dairy cattle is not altered by genetic incorporation of glyphosate tolerance. *J. Nutr.* 126, 717–727.
126. Windels, P., Taverniers, I., Depicker, A., Van Bockstaele, E., De Loose, M. 2001. Characterisation of the Roundup Ready soybean insert. *Eur Food Res Technol* 213, 107–112.
127. Rang, A., Linke, B., Jansen, B. 2005. Detection of RNA variants transcribed from the transgene in Roundup Ready soybean. *Eur Food Res Technol* 220, 438–43.
128. Malatesta, M., Biggiogera, M., Manuali, E., Rocchi, M.B., Baldelli, B., Gazzanelli, G. 2003. Fine structural analysis of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on GM soybean. *Eur J Histochem.* 47, 385–8.
129. Malatesta, M., Caporaloni, C., Gavaudan, S., Rocchi, M.B., Serafini, S., Tiberi, C., Gazzanelli, G. 2002. Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean. *Cell Struct Funct.* 27, 173–180.
130. Vecchio, L., Cisterna, B., Malatesta, M., Martin, T.E., Biggiogera, M. 2004. Ultrastructural analysis of testes from mice fed on genetically modified soybean. *Eur J Histochem.* 48, 448–454.
131. Malatesta, M., Boraldi, F., Annovi, G., Baldelli, B., Battistelli, S., Biggiogera, M., Quaglio, D. 2008. A long-term study on female mice fed on a genetically modified soybean: effects on liver ageing. *Histochem Cell Biol.* 130, 967–77.
132. Tudisco, R., Lombardi, P., Bovera, F., d'Angelo, D., Cutrignelli, M. I., Mastellone, V., Terzi, V., Avallone, L., Infascelli, F. 2006. Genetically modified soybean in rabbit feeding: detection of DNA fragments and evaluation of metabolic effects by enzymatic analysis. *Animal Science* 82, 193–199.
133. Brasil, F.B., Soares, L.L., Faria, T.S., Boaventura, G.T., Sampaio, F.J., Ramos, C.F. 2009. The impact of dietary organic and transgenic soy on the reproductive system of female adult rat. *Anat Rec (Hoboken)* 292, 587–94.
134. Russia says genetically modified foods are harmful. *Voice of Russia*, April 16, 2010 (Unpublished as at August 2010). <http://english.ruvr.ru/2010/04/16/6524765.html>
135. UK Advisory Committee on Novel Foods and Processes. 2005. Statement on the effect of GM soya on newborn rats. December 5, 2005. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/acnfpngmsoya.pdf>
136. Brake, D.G., Evenson, D.P. 2004. A generational study of glyphosate-tolerant soybeans on mouse fetal, postnatal, pubertal and adult testicular development. *Food Chem. Toxicol.* 42, 29–36.
137. Schubert, R., Hohlweg, U., Renz, D., Doerfler, W. 1998. On the fate of orally ingested foreign DNA in mice: chromosomal association and placental transmission to the fetus. *Molecular Genetics and Genomics* 259, 569–76.
138. Agodi, A., Barchitta, M., Grillo, A., Sciacca, S. 2006. Detection of genetically modified DNA sequences in milk from the Italian market. *Int J Hyg Environ Health* 209, 81–88.
139. 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 offspring. *Animal*.
140. Martín-Orúe, S.M., O'Donnell, A.G., Ariño, J., Netherwood, T., Gilbert, H.J., Mathers, J.C. 2002. Degradation of transgenic DNA from genetically modified soy and maize in human intestinal simulations. *British Journal of Nutrition* 87, 533–542.
141. Netherwood, T., Martín-Orúe S.M., O'Donnell A.G., Gockling S., Graham J., Mathers J.C., Gilbert H.J. 2004. Assessing the survival of transgenic plant DNA in the human gastrointestinal tract. *Nature Biotechnology* 22, 204–209.
142. Lappe, M.A., Bailey, E.B., Childress, C., Setchell, K.D.R. 1999. Alterations in clinically important phytoestrogens in genetically modified, herbicide-tolerant soybeans. *J Med Food*, 1, 241–245.
143. Padgett, S.R., Taylor, N.B., Nida, D.L., Bailey, M.R., McDonalds, J., Holden, L.R., Fuchs, R.L. 1996. Composition of glyphosate-tolerant soybean seeds is equivalent to that of conventional soybeans. *J. of Nutrition* 126, 702–716.
144. Yum, H.Y., Lee, S.Y., Lee, K.E., Sohn, M.H., Kim, K.E. 2005. Genetically modified and wild soybeans: an immunologic comparison. *Allergy and Asthma Proc* 26, 210–6.
145. Benbrook C. 1999. Evidence of the magnitude and consequences of the Roundup Ready soybean yield drag from university-based varietal trials in 1998. *Ag BioTech InfoNet Technical Paper No 1*, Jul 13. <http://www.mindfully.org/GE/RRS-Yield-Drag.htm>
146. Elmore R.W., Roeth, F.W., Nelson, L.A., Shapiro, C.A., Klein, R.N., Knezevic, S.Z., Martin, A. 2001. Glyphosate-resistant soybean cultivar yields compared with sister lines. *Agronomy Journal* 93, 408–412.
147. Qaim, M. and G. Traxler. 2005. Roundup Ready soybeans in Argentina: farm level and aggregate welfare effects. *Agricultural Economics* 32, 73–86.
148. FARSUL. 2009. Divulgados resultados do Programa de Avaliação de Cultivares de Soja (Published results of the Program Evaluation of soybean cultivars). 17/06/2009. [http://www.farsul.org.br/pg\\_informes.php?id\\_noticia=870](http://www.farsul.org.br/pg_informes.php?id_noticia=870)
149. Kaskey, J. 2009. Monsanto facing “distrust” as it seeks to stop DuPont. *Bloomberg*, November 11.
150. Gillam, C. 2010. Virginia probing Monsanto soybean seed pricing. *West Virginia investigating Monsanto for consumer fraud*. *Reuters*, June 25. <http://www.reuters.com/article/idUSN2515475920100625>
151. Gordon, B., 2006. Manganese nutrition of glyphosate resistant and conventional soybeans. *Better Crops* 91, April. [http://www.ipni.net/ppiweb/bcrops.nsf/\\$webindex/70ABDB50A75463F085257394001B157F/\\$file/07-4p12.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/bcrops.nsf/$webindex/70ABDB50A75463F085257394001B157F/$file/07-4p12.pdf)
152. US Department of Agriculture. 2002. The adoption of bioengineered crops. <http://www.ers.usda.gov/publications/aer810/aer810.pdf>
153. Beintema, N. et al. 2008. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development: Global Summary for Decision Makers (IAASTD). <http://www.agassessment.org/index.cfm?Page=IAASTD%20Reports&ItemID=2713>
154. Gurian-Sherman, D. 2009. Failure to yield: Evaluating the performance of genetically engineered crops. *Union of Concerned Scientists*. [http://www.ucsusa.org/assets/documents/food\\_and\\_agriculture/failure-to-yield.pdf](http://www.ucsusa.org/assets/documents/food_and_agriculture/failure-to-yield.pdf)
155. Gurian-Sherman, D. 2009. Press release, Union of Concerned Scientists, April 14. [http://www.ucsusa.org/news/press\\_release/ge-fails-to-increase-yields-0219.html](http://www.ucsusa.org/news/press_release/ge-fails-to-increase-yields-0219.html)
156. Nandula V.K., Reddy, K., Duke, S. 2005. Glyphosate-resistant weeds: Current status and future outlook. *Outlooks on Pest Management* 16, 183–187.
157. Syngenta module helps manage glyphosate-resistant weeds. *Delta Farm Press*, 30 May 2008, [http://deltafarmpress.com/mag/farming\\_syngenta\\_module\\_helps/index.html](http://deltafarmpress.com/mag/farming_syngenta_module_helps/index.html)
158. Robinson, R. 2008. Resistant ryegrass populations rise in Mississippi. *Delta Farm Press*, Oct 30. <http://deltafarmpress.com/wheat/resistant-ryegrass-1030/>
159. Johnson, B. and Davis, V. 2005. Glyphosate resistant horseweed (marestalk) found in 9 more Indiana counties. *Pest & Crop*, May 13. <http://extension.entm.purdue.edu/pestcrop/2005/issue8/index.html#marestalk>
160. Nice, G., Johnson, B., Bauman, T. 2008. A little burndown madness. *Pest & Crop*, 7 March. <http://extension.entm.purdue.edu/pestcrop/2008/issue1/index.html#burndown>
161. Fall applied programs labeled in Indiana. *Pest & Crop* 23, 2006. <http://extension.entm.purdue.edu/pestcrop/2006/issue23/table1.html>
162. Randerson, J. 2002. Genetically-modified superweeds “not uncommon”. *New Scientist*, 05 February. <http://www.newscientist.com/article/dn1882-geneticallymodified-superweeds-not-uncommon.html>
163. Royal Society of Canada. 2001. Elements of precaution: Recommendations for the regulation of food biotechnology in Canada. An expert panel report on the future of food biotechnology prepared by the Royal Society of Canada at the request of Health Canada Canadian Food Inspection Agency and Environment Canada. [http://www.rsc.ca/files/publications/expert\\_panels/foodbiotechnology/GMreportEN.pdf](http://www.rsc.ca/files/publications/expert_panels/foodbiotechnology/GMreportEN.pdf)
164. Knispel A.L., McLachlan, S.M., Van Acker, R., Friesen, L.F. 2008. Gene flow and multiple herbicide resistance in escaped canola populations. *Weed Science* 56, 72–80.
165. Herbicide Resistance Action Committee. *Glycines (G/9) resistant weeds by species and country*. [www.weedscience.org/Summary/UspeciesMOA.asp?lstMOAID=12&FmHRACGroup=Go](http://www.weedscience.org/Summary/UspeciesMOA.asp?lstMOAID=12&FmHRACGroup=Go)
166. Vila-Aiub, M.M., Vidal, R.A., Balbi, M.C., Gundel, P.E., Trucco, F., Ghersa, C.M. 2007. Glyphosate-resistant weeds of South American cropping systems: an overview. *Pest Management Science*, 64, 366–371.
167. Branford S. 2004. Argentina's bitter harvest. *New Scientist*, 17 April.
168. Benbrook C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, January.
169. Benbrook, C.M. 2009. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the United States: The first thirteen years. *The Organic Center*, November. [http://www.organic-center.org/reportfiles/13Years20091126\\_FullReport.pdf](http://www.organic-center.org/reportfiles/13Years20091126_FullReport.pdf)
170. Vidal, A.R., Trezzi, M.M., Prado, R., Ruiz-Santaella, J.P., Vila-Aiub, M. 2007. Glyphosate resistant biotypes of wild poinsettia (*Euphorbia heterophylla* L.) and its risk analysis on glyphosate-tolerant soybeans. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 5, 265–269.
171. Bindraban, P.S., Franke, A.C., Ferrar, D.O., Ghersa, C.M., Lotz, L.A.P., Nepomuceno, A., Smulders, M.J.M., van de Wiel, C.C.M. 2009. GM-related sustainability: agro-ecological impacts, risks and opportunities of soy production in Argentina and Brazil. *Plant Research International*, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands, Report 259. <http://gmsoydebate.global->

- connections.nl/sites/gmsoydebate.global-connections.nl/files/library/2009%20WUR%20Research%20Report%20GM%20Soy.pdf
172. Herbicide Resistance Action Committee. Glycines (G/9) resistant weeds by species and country. [www.weedscience.org/](http://www.weedscience.org/) Summary/UspeciesMOA.asp?lstMOAID=12&FmHRACGroup=Go
173. Osunsami, S. 2009. Killer pig weeds threaten crops in the South. ABC World News, 6 October. <http://abcnews.go.com/WN/pig-weed-threatens-agriculture-industry-overtaking-fields-crops/story?id=8766404&page=1>
174. Caulcutt, C. 2009. "Superweed" explosion threatens Monsanto heartlands. France 24, 19 April. <http://www.france24.com/en/20090418-superweed-explosion-threatens-monsanto-heartlands-genetically-modified-US-crops>
175. Gustin, G. 2010. Roundup's potency slips, foils farmers. St. Louis Post-Dispatch, July 25. [http://www.soyatech.com/news\\_story.php?id=19495](http://www.soyatech.com/news_story.php?id=19495)
176. Neuman, W., Pollack, A. 2010. US farmers cope with Roundup-resistant weeds. New York Times, May 3. <http://www.nytimes.com/2010/05/04/business/energy-environment/04weed.html?pagewanted=1&hp>
177. Gustin, G. 2010. Roundup's potency slips, foils farmers. St. Louis Post-Dispatch, July 25. [http://www.soyatech.com/news\\_story.php?id=19495](http://www.soyatech.com/news_story.php?id=19495)
178. Vitta, J.I., Tuesca, D., Puricelli, E. 2004. Widespread use of glyphosate tolerant soybean and weed community richness in Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 103, 3621–624.
179. Puricelli, E., Faccini, D., Tenaglia, M., Vergara, E. 2003. Control di *Trifolium repens* con distintas dosis de herbicidas. *Siembra Directa. Aapresid*, Year 14, December, 39–40.
180. Faccini, D. 2000. Los cambios tecnológicos y las nuevas especies de malezas en soja. *Universidad de Rosario, AgroMensajes* 4, 5.
181. Binimelis, R., Pengue, W., Monterroso, I. 2009. Transgenic treadmill: Responses to the emergence and spread of glyphosate-resistant johnsongrass in Argentina. *Geoforum* 40, 623–633.
182. Waltz, E. 2010. Glyphosate resistance threatens Roundup hegemony. *Nature Biotechnology* 28, 537–538.
183. Benbrook, C.M. 2009. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the United States: The first thirteen years. *The Organic Center*, November. [http://www.organic-center.org/reportfiles/13Years20091126\\_FullReport.pdf](http://www.organic-center.org/reportfiles/13Years20091126_FullReport.pdf)
184. Kilman, S. 2010. Superweed outbreak triggers arms race. *Wall Street Journal*, 4 June. <http://online.wsj.com/article/SB1000142405274870402530457528439077746822.html>
185. Bayer CropScience. 2010. Good news for all LibertyLink crops. [http://www.bayercropscience.com/products\\_and\\_seeds/seed\\_traits/libertylink\\_trait.html](http://www.bayercropscience.com/products_and_seeds/seed_traits/libertylink_trait.html)
186. UK Ministry of Agriculture Fisheries and Food (MAFF). 1990. Evaluation No. 33, HOE 399866 (Glufosinate-ammonium). London.
187. Watanabe, T., Iwase, T. 1996. Development and dimorphogenic effects of glufosinate ammonium on mouse embryos in culture. *Teratogenesis carcinogenesis and mutagenesis* 16, 287–299.
188. Bindraban, P.S., Franke, A.C., Ferrar, D.O., Ghersa, C.M., Lotz, L.A.P., Nepomuceno, A., Smulders, M.J.M., van de Wiel, C.C.M. 2009. GM-related sustainability: agro-ecological impacts, risks and opportunities of soy production in Argentina and Brazil, *Plant Research International*, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands, Report 259. <http://gmsoydebate.global-connections.nl/sites/gmsoydebate.global-connections.nl/files/library/2009%20WUR%20Research%20Report%20GM%20Soy.pdf>
189. Waltz, E. 2010. Glyphosate resistance threatens Roundup hegemony. *Nature Biotechnology* 28, 537–538.
190. Rahman, A., James, T.K., Trollove, M.R. 2008. Chemical control options for the dicamba resistant biotype of fathen (*Chenopodium album*). *New Zealand Plant Protection* 61, 287–291. [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)
191. Herbicide Resistant Weeds Summary Table. July 26, 2010, [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org)
192. Benbrook, C.M. 2009. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the United States: The first thirteen years. *The Organic Center*, November. [http://www.organic-center.org/reportfiles/13Years20091126\\_FullReport.pdf](http://www.organic-center.org/reportfiles/13Years20091126_FullReport.pdf)
193. Benbrook, C.M. 2009. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the United States: The first thirteen years. *The Organic Center*, November. [http://www.organic-center.org/reportfiles/13Years20091126\\_FullReport.pdf](http://www.organic-center.org/reportfiles/13Years20091126_FullReport.pdf)
194. Brookes, G., Barfoot, P. 2009. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996–2007. *PG Economics*, May.
195. Monsanto. 2008. Conversations about plant biotechnology: Argentina. <http://www.monsanto.com/biotech-gmo/asp/farmers.asp?cname=Argentina&id=RodolfoTosar>
196. Benbrook C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, January.
197. Pengue, W. 2003. El glifosato y la dominación del ambiente. *Biodiversidad* 37, July. <http://www.grain.org/biodiversidad/?id=208>
198. Pengue, W. 2000. Cultivos Transgénicos. Hacia dónde vamos? Buenos Aires, Lugar.
199. MECON Argentina. Mercado argentino de fitosanitarios – Año 2001. [http://web.archive.org/web/20070419071421/http://www.sagpya.meccon.gov.ar/new/0-0/nuevositio/agricultura/insumos\\_maquinarias/fitosanitarios/index.php](http://web.archive.org/web/20070419071421/http://www.sagpya.meccon.gov.ar/new/0-0/nuevositio/agricultura/insumos_maquinarias/fitosanitarios/index.php)
200. It is assumed for the purposes of this paper, and in Benbrook's paper, "Rust, resistance, run down soils, and rising costs", that the amount of pesticides and fertilizers sold are the same as those used, as no figures are available on actual use.
201. CASAFE (Camara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes). Statistics. <http://www.casafe.org.ar/mediciodemercado.html>
202. Benbrook C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, January.
203. Personal email communication from C. Benbrook.
204. Nodari, R., 2007. In Avanzo da soja transgênica amplia uso de glifosato. *Valor Econômico*, April 23. <http://www.agrissentavel.com/trans/campanha/campa342.html>
205. Benbrook C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, January.
206. Oda, L., 2010. GM technology is delivering its promise. *Brazilian Biosafety Association*, June 14. <http://www.scidev.net/en/editor-letters/gm-technology-is-delivering-its-promise.html>
207. Benbrook C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, January. <http://www.greenpeace.org/raw/content/denmark/press/rapporter-og-dokumenter/rust-resistance-run-down-soi.pdf>
208. Pengue, W.A. 2005. Transgenic crops in Argentina: the ecological and social debt. *Bulletin of Science, Technology and Society* 25, 314–322. <http://bch.biodiv.org/database/attachedfile.aspx?id=1538>
209. Bindraban, P.S., Franke, A.C., Ferrar, D.O., Ghersa, C.M., Lotz, L.A.P., Nepomuceno, A., Smulders, M.J.M., van de Wiel, C.C.M. 2009. GM-related sustainability: agro-ecological impacts, risks and opportunities of soy production in Argentina and Brazil, *Plant Research International*, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands, Report 259. <http://gmsoydebate.global-connections.nl/sites/gmsoydebate.global-connections.nl/files/library/2009%20WUR%20Research%20Report%20GM%20Soy.pdf>
210. Hawes, C., Houghton, A.J., Osborne, J.L., Roy, D.B., Clark, S.J., Perry, J.N., Rothery, P., Bohan, D.A., Brooks, D.J., Champion, G.T., Dewar, A.M., Heard, M.S., Woiwod, I.P., Daniels, R.E., Yound, M.W., Parish, A.M., Scott, R.J., Firbank, L.G., Squire, G.R. 2003. Responses of plants and invertebrate trophic groups to contrasting herbicide regimes in the farm scale evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 358, 1899–1913.
211. Roy, D.B., Bohan, D.A., Houghton, A.J., Hill, M.O., Osborne, J.L., Clark, S.J., Perry, J.N., Rothery, P., Scott, R.J., Brooks, D.R., Champion, G.T., Hawes, C., Heard, M.S., Firbank, L.G. 2003. Invertebrates and vegetation of field margins adjacent to crops subject to contrasting herbicide regimes in the farm scale evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 358, 1899–1913.
212. Brooks, D.R., Bohan, D.A., Champion, G.T., Houghton, A.J., Hawes, C., Heard, M.S., Clark, S.J., Dewar, A.M., Firbank, L.G., Perry, J.N., Rothery, P., Scott, R.J., Woiwod, I.P., Birchall, C., Skellern, M.P., Walker, J.H., Baker, P., Bell, D., Browne, E.L., Dewar, A.J.D., Fairfax, C.M., Garner, B.H., Haylock, L.A., Horne, S.L., Hulmes, S.E., Mason, N.S., Norton, L.P., Nuttall, P., Randall, Z., Rossall, M.J., Sands, R.J.N., Singer, E.J., Walker, M.J. 2003. Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide-tolerant and conventional spring crops. I. Soil-surface-active invertebrates. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 358, 1847–1862.
213. Q&A: GM farm-scale trials. *BBC News*, March 9, 2004. <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/3194574.stm>
214. Amos, J. GM study shows potential "harm". *BBC News*, March 21, 2005. <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/4368495.stm>
215. Hawes, C., Houghton, A.J., Osborne, J.L., Roy, D.B., Clark, S.J., Perry, J.N., Rothery, P., Bohan, D.A., Brooks, D.J., Champion, G.T., Dewar, A.M., Heard, M.S., Woiwod, I.P., Daniels, R.E., Yound, M.W., Parish, A.M., Scott, R.J., Firbank, L.G., Squire, G.R. 2003. Responses of plants and invertebrate trophic groups to contrasting herbicide regimes in the farm scale evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 358, 1899–1913.
216. Roy, D.B. et al. 2003. Invertebrates and vegetation of field margins adjacent to crops subject to contrasting herbicide regimes in the farm scale evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 358, 1899–1913.
217. Brooks, D.R., Bohan, D.A., Champion, G.T., Houghton, A.J., Hawes, C., Heard, M.S., Clark, S.J., Dewar, A.M., Firbank, L.G., Perry, J.N., Rothery, P., Scott, R.J., Woiwod, I.P., Birchall, C., Skellern, M.P., Walker, J.H., Baker, P., Bell, D., Browne, E.L., Dewar, A.J.D., Fairfax, C.M., Garner, B.H., Haylock, L.A., Horne, S.L., Hulmes, S.E., Mason, N.S., Norton, L.P., Nuttall, P., Randall, Z., Rossall, M.J., Sands, R.J.N., Singer, E.J., Walker, M.J. 2003. Invertebrate responses to the management of genetically modified herbicide-tolerant and conventional spring crops. I. Soil-surface-active invertebrates. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 358, 1847–1862.
218. Q&A: GM farm-scale trials. *BBC News*, March 9, 2004. <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/3194574.stm>
219. Amos, J. GM study shows potential "harm". *BBC News*, March 21, 2005. <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/4368495.stm>
220. Altieri, M.A., Pengue, W.A. 2005. Roundup ready soybean in Latin America: a machine of hunger, deforestation and socio-ecological devastation. *RAP-AL Uruguay*. <http://webs.chasque.net/~rapaluy1/transgenicos/Prensa/Roundupready.html>
221. Ventimiglia, L. 2003. El suelo, una caja de ahorros que puede quedar sin fondos [Land, saving box that might lose its capital]. *La Nación*, October 18, 7.
222. Altieri, M.A., Pengue, W.A. 2005. Roundup ready soybean in Latin America: a machine of hunger, deforestation and socio-ecological devastation. *RAP-AL Uruguay*. <http://webs.chasque.net/~rapaluy1/transgenicos/Prensa/Roundupready.html>
223. Pengue, W. A. 2003. La economía y los subsidios ambientales: Una Deuda Ecológica en la Pampa Argentina [Economy and environmental subsidies: An ecological debt in the Argentinean Pampas]. *Fronteras*, 2, 7–8. Also in: Pengue, W. 2005. Transgenic crops in Argentina: the ecological and social debt. *Bulletin of*

- Science, Technology and Society 25, 314-322.
224. Pengue, W. 2005. Transgenic crops in Argentina: the ecological and social debt. *Bulletin of Science, Technology and Society* 25: 314-322. <http://bch.biodiv.org/database/attachedfile.aspx?id=1538>
225. Pengue, W.A. 2010. Suelo Virtual y Comercio Internacional (Virtual Soils and International Markets), Realidad Económica 250. Buenos Aires, Argentina.
226. Martínez Alier, J., Oliveras, A. 2003. Deuda ecológica y deuda externa: Quién debe a quién? [The ecological debt and the external debt: Who is in debt to whom?]. Barcelona, Spain: Icaria. [http://www.icarialibreria.com/product\\_info.php/products\\_id/489](http://www.icarialibreria.com/product_info.php/products_id/489)
227. Mertnoff, A. 2010. The power of soy: Commercial relations between Argentina and China. Council on Hemispheric Affairs (COHA), August 1. <http://www.worldpress.org/Americas/3602.cfm>
228. Mertnoff, A. 2010. The power of soy: Commercial relations between Argentina and China. Council on Hemispheric Affairs (COHA), August 1. <http://www.worldpress.org/Americas/3602.cfm>
229. Benbrook C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, January.
230. Strautman, B. 2007. Manganese affected by glyphosate. *Western Producer*. [http://www.gefreebc.org/gefree\\_tmpl.php?content=manganese\\_glyphosate](http://www.gefreebc.org/gefree_tmpl.php?content=manganese_glyphosate)
231. Zobiolo L.H.S., Oliveira R.S., Visentainer J.V., Kremer R.J., Bellaloui N., Yamada T. 2010. Glyphosate affects seed composition in glyphosate-resistant soybean. *J. Agric. Food Chem.* 58, 4517–4522.
232. McLamb, A. 2007. Manganese linked to higher yields in glyphosate-resistant soybeans. *Crop Talk* 1, March.
233. Bailey, W., Poston, D.H., Wilson, H.P., Hines, T.E. 2002. Glyphosate interactions with manganese. *Weed Technology* 16, 792–799.
234. King, A.C., Purcell, L.C., Vories, E.D. 2001. Plant growth and nitrogenase activity of glyphosate-tolerant soybean in response to foliar glyphosate applications. *Agronomy Journal* 93, 179–186.
235. Reddy, K.N., Zablotowicz, R.M. 2003. Glyphosate-resistant soybean response to various salts of glyphosate and glyphosate accumulation in soybean nodules. *Weed Science* 51, 496–502.
236. Scientist warns of dire consequences with widespread use of glyphosate. *The Organic and Non-GMO Report*, May 2010. [http://www.non-gmoreport.com/articles/may10/consequenceso\\_widespread\\_glyphosate\\_use.php](http://www.non-gmoreport.com/articles/may10/consequenceso_widespread_glyphosate_use.php)
237. Neumann, G., Kohls, S., Landsberg, E., Stock-Oliveira Souza, K., Yamada, T., Romheld, V., 2006. Relevance of glyphosate transfer to non-target plants via the rhizosphere. *Journal of Plant Diseases and Protection* 20, :963–969.
238. Huber, D.M., Cheng, M.W., and Winsor, B.A. 2005. Association of severe *Corynespora* root rot of soybean with glyphosate-killed giant ragweed. *Phytopathology* 95, 545.
239. Huber, D.M., and Haneklaus, S. 2007. Managing nutrition to control plant disease. *Landbauforschung Volkenrode* 57, 313–322.
240. Scientist warns of dire consequences with widespread use of glyphosate. *The Organic and Non-GMO Report*, May 2010. [http://www.non-gmoreport.com/articles/may10/consequenceso\\_widespread\\_glyphosate\\_use.php](http://www.non-gmoreport.com/articles/may10/consequenceso_widespread_glyphosate_use.php)
241. Sanogo S, Yang, X., Scherm, H. 2000. Effects of herbicides on *Fusarium solani* f. sp. *glycines* and development of sudden death syndrome in glyphosate-tolerant soybean. *Phytopathology* 2000, 90, 57–66.
242. University of Missouri. 2000. MU researchers find fungi buildup in glyphosate-treated soybean fields. University of Missouri, 21 December. [http://www.biotech-info.net/fungi\\_buildup.html](http://www.biotech-info.net/fungi_buildup.html)
243. Kremer, R.J., Means, N.E. 2009. Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms. *European Journal of Agronomy* 31, 153–161.
244. Kremer, R.J., Means, N.E., Kim, S. 2005. Glyphosate affects soybean root exudation and rhizosphere microorganisms. *Int. J. of Analytical Environmental Chemistry* 85, 1165–1174.
245. Fernandez, M.R., Zentner, R.P., Basnyat, P., Gehl, D., Selles, F., Huber, D., 2009. Glyphosate associations with cereal diseases caused by *Fusarium* spp. in the Canadian prairies. *Eur. J. Agron.* 31, 133–143.
246. Fernandez, M.R., Zentner, R.P., DePauw, R.M., Gehl, D., Stevenson, F.C., 2007. Impacts of crop production factors on common root rot of barley in Eastern Saskatchewan. *Crop Sci.* 47, 1585–1595.
247. Johal, G.S., Huber, D.M. 2009. Glyphosate effects on diseases of plants. *Europ. J. Agronomy* 31, 144–152.
248. Kremer, R.J., Means, N.E. 2009. Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms. *European Journal of Agronomy* 31, 153–161.
249. Scientist finding many negative impacts of Roundup Ready GM crops. *The Organic and Non-GMO Report*. January 2010. [http://www.non-gmoreport.com/articles/jan10/scientists\\_find\\_negative\\_impacts\\_of\\_GM\\_crops.php](http://www.non-gmoreport.com/articles/jan10/scientists_find_negative_impacts_of_GM_crops.php)
250. Bindraban, P.S., Franke, A.C. Ferrar, D.O., Ghersa, C.M., Lotz, L.A.P., Nepomuceno, A., Smulders, M.J.M., van de Wiel, C.C.M. 2009. GM-related sustainability: agro-ecological impacts, risks and opportunities of soy production in Argentina and Brazil, Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands, Report 259. <http://gmsoydebate.global-connections.nl/sites/gmsoydebate.global-connections.nl/files/library/2009%20WUR%20Research%20Report%20GM%20Soy.pdf>
251. Bindraban, P.S., Franke, A.C. Ferrar, D.O., Ghersa, C.M., Lotz, L.A.P., Nepomuceno, A., Smulders, M.J.M., van de Wiel, C.C.M. 2009. GM-related sustainability: agro-ecological impacts, risks and opportunities of soy production in Argentina and Brazil, Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands, Report 259. <http://gmsoydebate.global-connections.nl/sites/gmsoydebate.global-connections.nl/files/library/2009%20WUR%20Research%20Report%20GM%20Soy.pdf>
252. Kfir, R., Van Hamburg, H., van Vuuren, F. 1989. Effect of stubble treatment on the post-diapause emergence of the grain sorghum stalk borer, *Chilo partellus* (Swinhoe) (Lepidoptera: Pyralidae). *Crop Protection* 8, 289–292.
253. Bianco, R. 1998. Ocorrência e manejo de pragas. In *Plantio Direto. Pequena propriedade sustentável*. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) Circular 101, Londrina, PR, Brazil, 159–172.
254. Forcella, F., Buhler, D.D. and McGiffen, M.E. 1994. Pest management and crop residues. In *Crops Residue Management*. Hatfield, J.L. and Stewart, B.A. Ann Arbor, MI, Lewis, 173–189.
255. Nazareno, N. 1998. Ocorrência e manejo de doenças. In *Plantio Direto. Pequena proprie dada sustentável*. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) Circular 101, Londrina, PR, Brasil, 173–190.
256. Scopel, E., Triomphe, B., Ribeiro, M. F. S., Ségué, L., Denardin, J. E., and Kochann, R. A. 2004. Direct seeding mulch-based cropping systems (DMC) in Latin America. In *New Directions for a Diverse Planet: Proceedings for the 4th International Crop Science Congress*, Brisbane, Australia, September 26–October 1, 2004. T. Fischer, N. Turner, J. Angus, L. McIntyre, M. Robertsen, A. Borrell, and D. Lloyd, Eds. [http://www.cropscience.org.au](http://www.cropsscience.org.au)
257. Bolliger, A., Magid, J., Carneiro, J., Amado, T., Neto, F.S., de Fatima dos Santos Ribeiro, M., Calegari, A., Ralisch, R., de Neergaard, A. 2006. Taking stock of the Brazilian “zero-till revolution”: A Review of landmark research and farmers’ practice. *Advances in Agronomy*, Vol. 91, pages 49–111.
258. Fernandez, M.R., Zentner, R.P., Basnyat, P., Gehl, D., Selles, F., Huber, D., 2009. Glyphosate associations with cereal diseases caused by *Fusarium* spp. in the Canadian prairies. *Eur. J. Agron.* 31, 133–143.
259. Bindraban, P.S., Franke, A.C. Ferrar, D.O., Ghersa, C.M., Lotz, L.A.P., Nepomuceno, A., Smulders, M.J.M., van de Wiel, C.C.M. 2009. GM-related sustainability: agro-ecological impacts, risks and opportunities of soy production in Argentina and Brazil, Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands, Report 259. <http://gmsoydebate.global-connections.nl/sites/gmsoydebate.global-connections.nl/files/library/2009%20WUR%20Research%20Report%20GM%20Soy.pdf>
260. Bindraban and colleagues acknowledge in their study that their findings run counter to those of an earlier paper by Brookes and Barfoot (Brookes, G. & Barfoot, P. 2006. GM crops: the first ten years – global socio-economic and environmental impacts. ISAAA Brief 36), which found a small decrease in field EIQ when RR soy is adopted. However, Brookes and Barfoot used different sources of data – Kynetic, AAPRESID and Monsanto Argentina, whereas Bindraban and colleagues used the agricultural journal *AGROMERCADO* as their source. Brookes and Barfoot’s data sources give lower glyphosate and 2,4-D application rates. Brookes and Barfoot are not scientists but run a PR company (PG Economics) that works for biotech companies, and their paper was written for the industry lobby group ISAAA. There is no indication that it was peer-reviewed.
261. Bindraban, P.S., Franke, A.C. Ferrar, D.O., Ghersa, C.M., Lotz, L.A.P., Nepomuceno, A., Smulders, M.J.M., van de Wiel, C.C.M. 2009. GM-related sustainability: agro-ecological impacts, risks and opportunities of soy production in Argentina and Brazil, Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands, Report 259. <http://gmsoydebate.global-connections.nl/sites/gmsoydebate.global-connections.nl/files/library/2009%20WUR%20Research%20Report%20GM%20Soy.pdf>
262. Joner, E. J. 2000. The effect of long-term fertilization with organic or inorganic fertilizers on mycorrhiza-mediated phosphorus uptake in subterranean clover. *Biology and Fertility of Soils* 32, 435–440. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&csid=870312>
263. Douds, D., Nagahashi, G., Pfeffer, P., Kayser, W., and C. Reider. 2005. On-farm production and utilization of arbuscular mycorrhizal fungus inoculum. *Canadian Journal of Plant Science* 85, 15–21.
264. Brookes, G, Barfoot, P. Global impact of biotech crops: Environmental effects, 1996–2008. *AgBioForum* 13, 76–94. <http://www.agbioforum.org/v13n1/v13n1a06-brookes.htm>
265. Blanco-Canqui, H., Lal, R. 2008. No-tillage and soil-profile carbon sequestration: An on-farm assessment. *Soil Science Society of America Journal* 72, 693–701.
266. Soil Science Society of America. 2008. Finding the real potential of no-till farming for sequestering carbon. *ScienceDaily*. May 7. <http://www.sciencedaily.com/releases/2008/05/080506103032.htm>
267. Baker J.M., Ochsner T.E., Venterea R.T., Griffis T.J. 2007. Tillage and soil carbon sequestration – What do we really know? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118, 1–5.
268. Teasdale, J.R. 2007. Potential long-term benefits of no-tillage and organic cropping systems for grain production and soil improvement. *Agronomy Journal* 99, 1297–1305.
269. Hepperly P., Seidel R., Pimentel D., Hanson J., Douds D.. 2005. Organic farming enhances soil carbon and its benefits in soil carbon sequestration policy, Rodale Institute. In: LaSalle, T., Hepperly, P. 2008. *Regenerative Organic Farming: A solution to global warming*. The Rodale Institute, Kutztown.
270. Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., Seidel, R. 2005. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *Bioscience* 55, 573–582. [http://www.bioone.org/doi/full/10.1641/0006-3568\(2005\)055%5B0573%3AEAEACO%5D2.0.CO%3B2#refernces](http://www.bioone.org/doi/full/10.1641/0006-3568(2005)055%5B0573%3AEAEACO%5D2.0.CO%3B2#refernces)
271. LaSalle, T., Hepperly, P. 2008. *Regenerative organic farming: A solution to global warming*. Rodale Institute. [http://www.rodaleinstitute.org/files/Rodale\\_Research\\_Paper-07\\_30\\_08.pdf](http://www.rodaleinstitute.org/files/Rodale_Research_Paper-07_30_08.pdf)
272. Hepperly, P. 2003. Organic farming sequesters atmospheric carbon and nutrients in soils. Rodale Institute, 15 October. [http://newfarm.rodaleinstitute.org/depts/NFfield\\_trials/1003/carbonwhitepaper.shtml](http://newfarm.rodaleinstitute.org/depts/NFfield_trials/1003/carbonwhitepaper.shtml)
273. Baker, J.M., and T.J. Griffis, 2005. Examining strategies to improve the carbon balance of corn/soybean Agriculture using eddy covariance and mass

- balance techniques. *Agric. Forest Meteorol.* 128, 163–177.
274. Verma, S.B., Dobermann, A., Cassman, K.G., Walters, D.T., Knops, J.M., Arkebauer, T.J., Suyker, A.E., Burba, G.G., Amos, B., Yang, H., Ginting, D., Hubbard, K.G., Gitelson, A.A., Walter-Shea, E.A., 2005. Annual carbon dioxide exchange in irrigated and rainfed maize-based agroecosystems. *Agric. Forest Meteorol.* 131, 77–96.
275. Bindraban, P.S., Franke, A.C., Ferrar, D.O., Ghersa, C.M., Lotz, L.A.P., Nepomuceno, A., Smulders, M.J.M., van de Wiel, C.C.M. 2009. GM-related sustainability: agro-ecological impacts, risks and opportunities of soy production in Argentina and Brazil. *Plant Research International*, Wageningen UR, Wageningen, the Netherlands, Report 259. <http://gmsoydebate.global-connections.nl/sites/gmsoydebate.global-connections.nl/files/library/2009%20WUR%20Research%20Report%20GM%20Soy.pdf>
276. Bolliger, A., Magid, J., Carneiro, J., Amado, T., Neto, F.S., de Fatima dos Santos Ribeiro, M., Calegari, A., Ralisch, R., de Neergaard, A. 2006. Taking stock of the Brazilian “zero-till revolution”: A review of landmark research and farmers’ practice. *Advances in Agronomy* 91, 49–111.
277. ISAAA Brief 37-2007: Global status of commercialized biotech/GM crops: 2007. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/37/executivesummary/default.html>
278. Brookes, G., Barfoot, P. 2010. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996-2008. PG Economics Ltd., UK.
279. Raszewski, E. 2010. Soybean invasion sparks move in Argentine Congress to cut wheat export tax. *Bloomberg*, August 18. <http://bit.ly/bvffQFQ>
280. US Department of Agriculture (USDA) Foreign Agriculture Service. 2010. China’s soybean meal and oil prices tumble on ample supplies. *Oilseeds: World Markets and Trade*. FOP 07-10, July.
281. US Department of Agriculture (USDA) Foreign Agriculture Service. 2010. Gap shrinks between global soybean production and consumption. *Oilseeds: World Markets and Trade*. FOP-05-10, May.
282. Benbrook, C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet Technical Paper Number 8*, January.
283. Raszewski, E. 2010. Soybean invasion sparks move in Argentine Congress to cut wheat export tax. *Bloomberg*, August 18. <http://bit.ly/bvffQFQ>
284. Valente, M. 2008. Soy – High profits now, hell to pay later. *IPS*, July 29. <http://ipsnews.net/news/?idnews=43353>
285. Pengue, W.A. 2005. Transgenic crops in Argentina: the ecological and social debt. *Bulletin of Science, Technology and Society* 25, 314–322. <http://bch.biodiv.org/database/attachedfile.aspx?id=1538>
286. Pengue, W. 2005. Transgenic crops in Argentina: the ecological and social debt. *Bulletin of Science, Technology and Society* 25, 314–322. <http://bch.biodiv.org/database/attachedfile.aspx?id=1538>
287. MECON (Ministerio de Economía Argentina), 2002. *Agricultural Sector Indicators*. [http://www.mecon.gov.ar/peconomica/basehome/infoeco\\_ing.html](http://www.mecon.gov.ar/peconomica/basehome/infoeco_ing.html). Cited in Benbrook C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, January.
288. INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2004. *Pobreza*. <http://www.indec.gov.ar/>. Cited in Benbrook C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, January.
289. FIAN (Food First Information and Action Network) & EED (Evangelischer Entwicklungsdienst). 2003. Report of the International Fact Finding Mission to Argentina, April 2003. Cited in Benbrook, C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, January.
290. Gudynas, E. 2007. *Perspectivas de la producción sojera 2006/07*. Montevideo: CLAES. <http://www.agropecuaria.org/observatorio/OASOGudynasReporteSoja2006a07.pdf>
291. Giarracca, N., Teubal, M. 2006. *Democracia y neoliberalismo en el campo Argentino. Una convivencia difícil*. In *La Construcción de la Democracia en el Campo Latinoamericano*. Buenos Aires: CLACSO.
292. FIAN (Food First Information and Action Network) & EED (Evangelischer Entwicklungsdienst). 2003. Report of the International Fact Finding Mission to Argentina, April 2003. Cited in Benbrook, C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, January.
293. Delatorre, R. 2004. Ver los beneficios de la sojización. *Cash Supplement*, March 21. Cited in Benbrook, C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, January.
294. Pengue, W.A. 2009. Agrofuels and agrifoods: Counting the externalities at the major crossroads of the 21st century. *Bulletin of Science, Technology & Society* 29, 167–179. <http://bst.sagepub.com/cgi/content/abstract/29/3/167>
295. Huergo, H.A. 2003. Así, la soja es peligrosa. *Clarín, Suplemento Rural*, 9 August 2003. <http://www.clarin.com/suplementos/rural/2003/08/09/r-01001.htm>. Cited in Benbrook C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet*, Technical Paper No 8, January.
296. Casas, R. 2003. Los 100 millones de toneladas al alcance de la mano. *INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Instituto de Suelos*, May. [http://www.inta.gov.ar/suelos/info/medios/La\\_Nacion\\_24-05-03.htm](http://www.inta.gov.ar/suelos/info/medios/La_Nacion_24-05-03.htm)
297. Benbrook, C.M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs – Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet Technical Paper Number 8*, January.
298. Morgan, N. 2001. Repercussions of BSE on international meat trade. *Global market analysis*. Commodities and Trade Division, Food and Agriculture Organisation. June.
299. Fernandez-Cornejo, J., Klotz-Ingram, C., Jans, S. 2002. Farm-level effects of adopting herbicide-tolerant soybeans in the USA. *Journal of Agricultural and Applied Economics* 34, 149–163.
300. Gómez-Barbero, M., Rodríguez-Cerezo, E. 2006. Economic impact of dominant GM crops worldwide: a review. *European Commission Joint Research Centre: Institute for Prospective Technological Studies*. December.
301. Bullock, D., Nitsi, E.I. 2001. GMO adoption and private cost savings: GR soybeans and Bt corn. In Gerald C. Nelson: *GMOs in agriculture: economics and politics*, Urbana, USA, Academic Press, 21–38.
302. Benbrook, C.M. 2009. The magnitude and impacts of the biotech and organic seed price premium. *The Organic Center*, December. [http://www.organic-center.org/reportfiles/Seeds\\_Final\\_11-30-09.pdf](http://www.organic-center.org/reportfiles/Seeds_Final_11-30-09.pdf)
303. Neuman, W. 2010. Rapid rise in seed prices draws US scrutiny. *New York Times*, March 11. <http://www.nytimes.com/2010/03/12/business/12seed.html>
304. Kirchgassner, S. 2010. DOJ urged to complete Monsanto case. *Financial Times*, August 9. [http://www.organicconsumers.org/articles/article\\_21384.cfm](http://www.organicconsumers.org/articles/article_21384.cfm)
305. Kasky, J. 2010. Monsanto cuts price premiums on newest seeds more than analysts estimated. *Bloomberg*, August 12. <http://bit.ly/aTe1es>
306. Pollack, C. 2009. Interest in non-genetically modified soybeans growing. *Ohio State University Extension*, April 3. <http://extension.osu.edu/~news/story.php?id=5099>
307. Jones, T. 2008. Conventional soybeans offer high yields at lower cost. *University of Missouri*, September 8. [http://agebb.missouri.edu/news/ext/showall.asp?story\\_num=4547&iln=49](http://agebb.missouri.edu/news/ext/showall.asp?story_num=4547&iln=49)
308. Medders, H. 2009. Soybean demand may rise in conventional state markets. *University of Arkansas, Division of Agriculture*, March 20. <http://www.stuttgartdailyleader.com/homepage/x599206227/Soybean-demand-may-rise-in-conventional-state-markets>
309. Biggest Brazil soy state loses taste for GMO seed. *Reuters*, March 13, 2009. [http://www.reuters.com/article/internal\\_ReutersNewsRoom\\_BehindTheScenes\\_MOLT/idUSTRE52C5AB20090313](http://www.reuters.com/article/internal_ReutersNewsRoom_BehindTheScenes_MOLT/idUSTRE52C5AB20090313)
310. Macedo, D. 2010. Agricultores reclaman que Monsanto restrinja acceso a semillas de soja convencional (Farmers complain that Monsanto restricts access to conventional soybean seeds). *Agencia Brasil*, May 18. <http://is.gd/chytl>. English translation: [http://www.gmwatch.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12237](http://www.gmwatch.org/index.php?option=com_content&view=article&id=12237)
311. García, L. 2010. Argentina wins Monsanto GM patent dispute in Europe. *SciDev.net*, July 21. <http://www.scidev.net/en/news/argentina-wins-monsanto-gm-patent-dispute-in-europe.html>
312. GRAIN. 2004. Monsanto’s royalty grab in Argentina. October. <http://www.grain.org/articles/?id=4>
313. Nellen-Stucky, R., Meienberg, F. 2006. Harvesting royalties for sowing dissent? Monsanto’s campaign against Argentina’s patent policy. *GRAIN*, October. <http://www.grain.org/research/contamination.cfm?id=379>
314. Bodoni, S. 2010. Monsanto loses EU bid to halt Argentinean soy imports. *Bloomberg Businessweek*, July 6. <http://www.businessweek.com/news/2010-07-06/monsanto-loses-eu-bid-to-halt-argentinean-soy-imports.html>
315. García, L. 2010. Argentina wins Monsanto GM patent dispute in Europe. *SciDev.net*, July 21. <http://www.scidev.net/en/news/argentina-wins-monsanto-gm-patent-dispute-in-europe.html>
316. Dawson, A. 2009. CDC Triffid flax scare threatens access to no. 1 EU market. *Manitoba Co-operator*, September 17.
317. Dawson, A. 2009. Changes likely for flax industry. *Manitoba Co-operator*, September 24.
318. Blue E.N. 2007. Risky business. Economic and regulatory impacts from the unintended release of genetically engineered rice varieties into the rice merchandising system of the US. *Greenpeace International*. <http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/risky-business.pdf>
319. Mexico halts US rice over GMO certification. *Reuters*, March 16, 2007.
320. Blue E.N. 2007. Risky business. Economic and regulatory impacts from the unintended release of genetically engineered rice varieties into the rice merchandising system of the US. *Greenpeace International*. <http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/risky-business.pdf>
321. Fisk, M.C., Whittington, J. 2010. Bayer loses fifth straight trial over US rice crops. *Bloomberg Businessweek*, July 14. <http://www.businessweek.com/news/2010-07-14/bayer-loses-fifth-straight-trial-over-u-s-rice-crops.html>
322. Schmitz, T.G., Schmitz, A., Moss, C.B. 2005. The economic impact of StarLink corn. *Agribusiness* 21, 391–407.
323. Organic Agriculture Protection Fund Committee. 2007. *Organic farmers seek Supreme Court hearing*. Press release, Saskatoon, Canada, August 1.
324. ISAAA Brief 39. *Global status of commercialized biotech/GM crops: 2008*.
325. Paraguay’s painful harvest. *Unreported World*. 2008. Episode 14. First broadcast on Channel 4 TV, UK, November 7. <http://www.channel4.com/programmes/unreported-world/episode-guide/series-2008/episode-14/>
326. Abramson, E. 2009. Soy: A hunger for land. *North American Congress on Latin America (NACLA) Report on the Americas* 42, May/June. <https://nacla.org/soyparaguay>
327. Paraguay’s painful harvest. *Unreported World*. 2008. Episode 14. First broadcast on Channel 4 TV, UK, November 7. <http://www.channel4.com/programmes/unreported-world/episode-guide/series-2008/episode-14/>
328. Bhatia, J. 2010. Soybean wars: Land rights and environmental consequences of growing demand. *Pulitzer Center on Crisis Reporting*, August 17. <http://pulitzercenter.org/blog/untold-stories/soybean-wars-then-and-now>
329. Abramson, E. 2009. Soy: A hunger for land. *North American Congress on Latin America (NACLA) Report on the Americas* 42, May/June. <https://nacla.org/soyparaguay>
330. Lane, C. 2010. Paraguay. The soybean wars. *Pulitzer Center on Crisis Reporting*. <http://pulitzergateway.org/2008/04/the-soybean-wars-overview/>