

No existe consenso científico sobre la seguridad de los OMG

Angelika Hilbeck^{1,2*}, Rosa Binimelis^{1,3}, Nicolas Defarge^{1,4,5}, Ricarda Steinbrecher^{1,6}, Andrés Székacs^{1,7}, Fern Wickson^{1,3}, Michael Antoniou⁸, Philip L Bereano⁹, Ethel Ann Clark¹⁰, Michael Hansen¹¹, Eva Novotny¹², Jack Heinemann¹³, Hartmut Meyer¹, Vandana Shiva¹⁴ and Brian Wynne^{15*}

Resumen

Un numeroso grupo de investigadores y académicos independientes pone en cuestión las afirmaciones recientes de que existe un consenso sobre la seguridad de los organismos modificados genéticamente (OMG). La siguiente declaración conjunta muestra que el supuesto consenso es un constructo artificial que ha sido perpetuado de forma falsa a través de distintos foros. Como se pone de manifiesto a continuación, la afirmación de que hoy en día existe consenso sobre la seguridad de los OMG sigue difundándose ampliamente y a menudo de forma poco crítica, independientemente de lo contradictorio de los datos de la literatura científica citada. Durante décadas, la seguridad de los OMG ha suscitado acaloradas controversias y ha sido ampliamente debatida en todo el mundo. Los datos publicados resultan contradictorios, en parte debido a las distintas metodologías utilizadas, a la insuficiencia de las técnicas disponibles y a diferencias en el análisis e interpretación de los datos. Esta falta de consenso en lo relativo a seguridad de los OMG se evidencia asimismo en el acuerdo de las autoridades reguladoras de más de 160 países -en el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad y en las Directrices del Codex Alimentarius- de autorizar una cuidadosa evaluación caso por caso de cada OMG por las autoridades nacionales para determinar si cada constructo concreto satisface los criterios nacionales de lo que se considera "seguro". El análisis riguroso de la seguridad de los OMG se ha visto dificultado por la falta de financiación independiente de intereses privados. La investigación para el bien común también se ha visto limitada por los derechos de propiedad intelectual, y por haberse negado el acceso al material necesario para investigar a quienes no aceptasen firmar un acuerdo contractual con la industria propietaria de las patentes, confiriendo a los intereses privados un control inaceptable sobre sus publicaciones.

La declaración conjunta elaborada y firmada por más de 300 investigadores independientes, y que se reproduce y publica a continuación, no se posiciona sobre si los OMG son seguros o no. Concluye más bien que los datos científicos publicados hasta la fecha son demasiado escasos y contradictorios para poder afirmar de forma concluyente la seguridad o la falta de seguridad de los OMG. Basándose en un análisis objetivo de la literatura disponible, no es posible afirmar que exista un consenso en lo relativo a la seguridad de los OMG.

* Correspondencia: angelika.hilbeck@ensser.org

1 Red Europea de Científicos por la Responsabilidad Social y Ambiental (ENSSER Board/Secretariat), Marienstrasse 19/20, 10117 Berlín, Alemania

2 Instituto de Biología Integrativa, Instituto Tecnológico Federal Suizo de Zurich, Universitätstrasse 16, 8092 Zurich, Suiza

La información de contacto de la lista completa de autores se encuentra al final del artículo



Contexto

En los últimos años se han publicado una serie de artículos científicos que revelan resultados preocupantes en estudios de alimentación con organismos modificados genéticamente (OMG) utilizando diferentes mamíferos (por ejemplo ratas [1] o cerdos [2]). Además de las agresivas reacciones habituales, estos estudios han suscitado un empeño concertado por parte de quienes desarrollan semillas modificada genéticamente y de algunos científicos, comentaristas y periodistas, para construir un discurso que sostiene que existe un "consenso científico" sobre la seguridad de los OMG [3-5] y que el debate sobre esta cuestión "ha terminado" [6].

Estas afirmaciones han llevado a unirse a un grupo más amplio de científicos e investigadores independientes, que se sentían obligados a redactar un documento que ofreciera una visión equilibrada del estado actual de desacuerdo en este campo, basándose en datos publicados en la literatura científica, tanto para el público interesado como para la comunidad científica en general. La declaración redactada fue abierta posteriormente a la adhesión de científicos de todo el mundo con experiencia relevante y capacidad para posicionarse sobre el estado actual de consenso/disenso y sobre el debate relativo a los datos publicados sobre seguridad de los OMG.

Esta declaración demuestra claramente que el supuesto consenso sobre seguridad de los OMG no existe más allá del círculo interno de partes interesadas descrito anteriormente. Las autoridades en materia de salud, medio ambiente y agricultura de la mayoría de países reconocen públicamente que no pueden hacerse declaraciones generales sobre la seguridad de todos los OMG y que deben estudiarse "caso por caso".

Es más, la afirmación de que hay consenso -que los círculos anteriormente mencionados siguen intentando promover- resulta engañosa y representa erróneamente o directamente ignora la evidencia científica disponible en la actualidad, así como la enorme diversidad de opiniones científicas sobre este tema entre los investigadores. Esta afirmación alimenta, además, un clima de complacencia que podría conducir a una falta de rigor regulatorio y científico, así como de precauciones adecuadas, poniendo en peligro potencialmente la salud de las personas, de los animales y el medio ambiente.

La ciencia y la sociedad no pueden avanzar sobre la base de un consenso artificial, ya que el conocimiento debe estar siempre abierto al cuestionamiento bien fundamentado. Apoyamos la necesidad de una indagación científica independiente más profunda y de un debate público informado sobre la seguridad de los productos transgénicos.

La siguiente exposición recoge algunas de nuestras objeciones a la afirmación de que existe consenso científico en esta materia. La versión original, ratificada por 300 científicos de todo el mundo, puede encontrarse en la página web de la Red Europea de Científicos por la Responsabilidad Social y Ambiental[7].



Debate

1 *No existe consenso sobre la seguridad de los alimentos transgénicos*

En cuanto a la seguridad de los cultivos y alimentos modificados genéticamente para la salud humana y animal, una revisión exhaustiva de los estudios de alimentación en animales con variedades transgénicas revelaba "Un equilibrio en el número [de] grupos de investigación que sugerían, basándose en sus estudios, que una serie de productos modificados genéticamente (fundamentalmente maíz y soja) son tan seguros y nutritivos como su equivalente no transgénico, y aquellos que planteaban preocupaciones graves". Esta revisión también indicaba que la mayoría de los estudios que concluían que los alimentos transgénicos eran tan seguros y nutritivos como aquellos obtenidos mediante mejora convencional habían sido "llevados a cabo por empresas biotecnológicas o sus asociados, quienes son a su vez responsables de la comercialización de estas variedades MG" [8].

Otra revisión distinta de estudios de alimentación en animales, que se cita a menudo para demostrar que los alimentos transgénicos son seguros, incluía estudios que habían hallado diferencias significativas en los animales alimentados con OMG. Los autores de esta revisión descartaban estos datos por no considerarlos biológicamente significativos [9], pero la interpretación de estas diferencias es objeto de un debate científico inconcluso [8, 10-12] y en el que no se ha alcanzado un consenso.

Un estudio riguroso para investigar la seguridad de los cultivos y alimentos modificados genéticamente normalmente constaría, entre otras cosas, de ensayos de alimentación en animales en los que un grupo se alimenta con OMG y otro grupo se alimenta con una dieta equivalente pero que no contenga ingredientes modificados genéticamente. Existen pocos estudios independientes de este tipo, pero cuando se han llevado a cabo, algunos han revelado efectos tóxicos o signos de toxicidad en los animales alimentados con OMG [2, 8, 11-13]. Las preocupaciones planteadas por este tipo de estudios no han recibido un seguimiento que pudiera confirmar o refutar los resultados iniciales.

Los recientes llamamientos por parte de la Unión Europea y el gobierno francés para investigar los efectos a largo plazo sobre la salud del consumo de alimentos transgénicos, en vista de las incertidumbres planteadas por los estudios de alimentación animal [14,15], ponen de relieve la falta de consenso científico sobre la seguridad de alimentos y cultivos transgénicos. Estas declaraciones oficiales implican el reconocimiento de la insuficiencia de los protocolos científicos actuales. También ponen en cuestión la afirmación de que los estudios existentes hasta la fecha puedan considerarse concluyentes y el debate científico sobre bioseguridad cerrado.

2 *No existen estudios epidemiológicos que investiguen los efectos potenciales de los alimentos MG sobre la salud humana*

A menudo se afirma que en Estados Unidos se han consumido "billones de comidas transgénicas" sin que se hayan manifestado efectos sobre la salud.



Sin embargo, no se han llevado a cabo estudios epidemiológicos sobre poblaciones humanas que permitan establecer si el consumo de alimentos modificados genéticamente provoca o no algún tipo de efecto sobre la salud. Dado que en Norteamérica, un productor y consumidor fundamental de alimentos y otros productos transgénicos, estos no están sometidos a ningún control o etiquetado especial, es científicamente imposible realizar un seguimiento, o por supuesto estudiar, cualquier tipo de patrón de consumo y sus impactos. Por tanto, las afirmaciones de que los alimentos transgénicos son seguros para la salud humana en base a la experiencia de la población norteamericana no tienen ninguna base científica.

3 *Las afirmaciones de que los organismos científicos y gubernamentales apoyan la seguridad de los OMG son exageradas o imprecisas*

Las afirmaciones de que los organismos científicos y gubernamentales están de acuerdo en que los alimentos transgénicos son seguros, o que no son más peligrosos que los alimentos no modificados genéticamente [16, 17] son falsas. Por ejemplo, un comité de expertos de la Royal Society of Canada redactó un documento tremendamente crítico con el sistema de regulación de los alimentos y cultivos transgénicos en su país. El informe declaraba que es "científicamente injustificable" dar por hecho que los alimentos modificados genéticamente son seguros sin un análisis científico riguroso, y que la "predicción por defecto" para todos los alimentos de este tipo debería ser que la introducción de un gen nuevo causará "cambios imprevistos" en la expresión génica, el patrón de proteínas producidas, y/o la actividad metabólica. El documento identificaba algunos resultados posibles que podrían derivar de estos cambios, como la presencia de alérgenos nuevos o imprevistos [18].

Un informe de la British Medical Association concluía que, en relación a los efectos a largo plazo de los alimentos transgénicos sobre la salud humana y el medio ambiente, "aún quedan muchas preguntas sin contestar" y que "las preocupaciones en lo relativo a su seguridad no pueden descartarse completamente sobre la base de la información disponible en la actualidad." Este documento también señalaba la necesidad de realizar más estudios, especialmente sobre los posibles impactos sobre la salud humana y el medio ambiente [19].

Es más, las posiciones tomadas por otras organizaciones han sido a menudo bastante conservadoras, reconociendo la falta de datos y los riesgos potenciales, así como los posibles beneficios, de la ingeniería genética. Por ejemplo, una declaración del Comité sobre Ciencia y Salud Pública de la American Medical Association consideraba que existía "una pequeña probabilidad de que se den eventos adversos... debido fundamentalmente a la transferencia horizontal de genes, la alergenicidad y la toxicidad" y recomendaba que el procedimiento actual de notificación voluntaria previo a la comercialización en EEUU se volviera obligatorio [20]. Es preciso señalar que incluso "una pequeña probabilidad de que se den eventos adversos" puede suponer un impacto importante, dada la exposición generalizada de las poblaciones humanas y animales a los cultivos modificados genéticamente.

Una declaración de la junta directiva de la American Association for the Advancement of Science (AAAS) que afirmaba que los cultivos modificados genéticamente eran seguros y se oponía a su



etiquetado [21] no puede interpretarse como representativa de la visión de los miembros de la AAAS en su conjunto, y fue puesta en duda en una carta abierta por parte de un grupo de 21 científicos, algunos de los cuales habían sido durante mucho tiempo miembros de la AAAS [22]. Este suceso resalta la falta de consenso entre científicos en lo relativo a la seguridad de los OMG.

4 *Proyecto de investigación de la UE no aporta datos fiables sobre la seguridad de alimentos transgénicos*

Un proyecto de investigación de la UE [23] ha sido citado internacionalmente como prueba de la seguridad de alimentos y cultivos modificados genéticamente. Sin embargo, el documento basado en este proyecto, "Una década de Investigación sobre OMG financiada por la UE", no aporta datos procedentes de estudios de alimentación a largo plazo en animales que pudieran justificar estas conclusiones.

De hecho, el proyecto no estaba diseñado para analizar la seguridad de ningún alimento transgénico en particular, sino para centrarse en "el desarrollo de estrategias de análisis de la seguridad" [24]. En el apartado SAFOTEST de este documento, dedicado a la seguridad de los alimentos transgénicos, sólo se citan cinco estudios de alimentación en animales [25]. Ninguno de estos estudios analizaba un OMG comercializado; ninguno analizaba los efectos a largo plazo, más allá del período subcrónico de 90 días; todos ellos encontraron diferencias en los animales alimentados con transgénicos, las cuales en algunos casos eran estadísticamente significativas; y ninguno llegaba a ninguna conclusión sobre la seguridad del alimento transgénico analizado, mucho menos sobre la seguridad de los alimentos modificados genéticamente en general.

Por tanto, el proyecto de investigación de la UE no aporta datos que justifiquen tan dramáticas afirmaciones sobre la seguridad de ningún alimento transgénico en concreto o de los cultivos modificados genéticamente en general.

5 *Lista de varios cientos de estudios que no demuestra la seguridad de los alimentos transgénicos*

Una página de internet, frecuentemente citada, afirma que existen varios cientos de estudios que "documentan la seguridad general y el valor nutritivo de los alimentos modificados genéticamente para humanos y animales" [26], de forma engañosa. Al examinar más atentamente los estudios reflejados en la lista, se puede ver que la mayoría no aportan datos sobre la seguridad de los alimentos modificados genéticamente y que, de hecho, algunos aportan datos sobre posibles efectos adversos. Por ejemplo:

- Muchos de estos artículos no son estudios toxicológicos de alimentación en animales, y no pueden aportar información relevante sobre los efectos para la salud del consumo de alimentos transgénicos. La lista incluye estudios de producción animal que examinan parámetros de interés para el sector agroalimentario, como producción de leche o ganancia de peso [27,28]; estudios sobre efectos medioambientales de los cultivos



transgénicos, o estudios analíticos sobre la composición genética del cultivo.

- De entre los estudios de alimentación animal que hay en la lista, o revisiones de este tipo de estudios, una parte significativa sí que hallaba efectos tóxicos y signos de toxicidad en animales alimentados con OMG, en comparación con los controles [29-34]. Las preocupaciones planteadas por estos estudios no han sido consideradas de forma satisfactoria, y la afirmación de que este conjunto de estudios muestra un consenso sobre la seguridad de cultivos y alimentos transgénicos es falsa e irresponsable.
- Muchos de los estudios eran demasiado cortos en relación a la duración total de la vida del animal, y no pueden detectar efectos sobre la salud a largo plazo [35,36]. Concluimos que, en su conjunto, esta página web no representa adecuadamente los estudios citados, ya que estos no "documentan la seguridad general y el valor nutritivo de los alimentos transgénicos para humanos y animales". Más bien, algunos de los estudios aportan motivos serios para preocuparse, y deberían ser completados mediante investigaciones más detalladas en períodos más largos de tiempo.

6 *No existe consenso sobre los riesgos medioambientales de los cultivos MG*

Los principales riesgos medioambientales planteados por los cultivos transgénicos son, por una parte, los efectos de los cultivos insecticidas Bt (en los que se ha introducido una toxina de la bacteria *Bacillus thuringiensis*) sobre los organismos no-objetivo, y por otra los efectos de los herbicidas utilizados en combinación con cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas.

Al igual que en lo relativo a la seguridad de los alimentos modificados genéticamente, no existe un consenso científico respecto a los riesgos medioambientales de los cultivos transgénicos. Una revisión de las estrategias de evaluación del impacto ambiental de los cultivos transgénicos identificaba varios defectos en los procedimientos utilizados, y concluyó que "no existía consenso" a nivel global sobre las metodologías que debían aplicarse, y mucho menos sobre protocolos estandarizados de análisis [37]. Algunas revisiones de los datos sobre cultivos Bt publicados han concluido que pueden tener efectos adversos sobre organismos beneficiosos y no-objetivo [38-41] - efectos ampliamente ignorados en las evaluaciones de las autoridades reguladoras y por algunos comentaristas científicos. Ya han aparecido resistencias a las toxinas Bt en las plagas objetivo [42], y se han registrado problemas relacionados con plagas secundarias (no-objetivo), por ejemplo, en plantaciones de algodón Bt en China [43,44].

Los cultivos transgénicos tolerantes a herbicida han resultado ser igualmente controvertidos. Algunas revisiones y estudios individuales los han asociado con el incremento del uso de herbicidas [45, 46], la rápida propagación de malas hierbas resistentes a herbicidas [47] y efectos adversos para la salud de poblaciones humanas y animales expuestas al Roundup, el herbicida utilizado en la mayoría de cultivos modificados genéticamente [48-50].

Al igual que en el caso de la seguridad de los alimentos modificados genéticamente, el desacuerdo entre científicos en lo relativo a los riesgos medioambientales de los cultivos



transgénicos está relacionado con sus fuentes de financiación. Una encuesta revisada por pares, que estudiaba la posición de 62 biólogos sobre los riesgos medioambientales de los cultivos transgénicos, concluía que sus fuentes de financiación y su formación guardaban una relación significativa con sus opiniones. Aquellos científicos financiados por el propio sector productor de OMG, y/o aquellos con una formación relacionada con la biología molecular tenían muy frecuentemente una actitud positiva hacia los cultivos modificados genéticamente, y sostenían que no representan ningún riesgo específico, mientras que los científicos con fuentes de financiación pública que trabajaban independientemente de las empresas del sector y/o con una formación relacionada con la ecología se inclinaban más hacia una actitud "moderadamente negativa" en relación a los cultivos transgénicos, y resaltaban la incertidumbre y falta de datos que existen al respecto. Los autores del artículo concluían que "Los fuertes efectos de la formación y las fuentes de financiación podrían justificar ciertos cambios institucionales que tienen que ver con cómo organizamos la ciencia y cómo funciona la toma de decisiones públicas a la hora de evaluar nuevas tecnologías" [51].

7 *Los acuerdos internacionales muestran un amplio reconocimiento de los riesgos planteados por los alimentos y cultivos modificados genéticamente*

El Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad fue fruto de una negociación de varios años, y se implementó en 2003. El Protocolo de Cartagena es un acuerdo internacional ratificado por 166 gobiernos de todo el mundo, que busca proteger la biodiversidad de los riesgos planteados por la ingeniería genética.

Este acuerdo encarna el Principio de Precaución, ya que permite que los estados que lo firman tomen medidas preventivas para protegerse de las amenazas planteadas por los cultivos y alimentos modificados genéticamente, incluso en ausencia de certeza científica [52].

Otro organismo internacional, el Codex Alimentarius de la ONU, trabajó con expertos científicos durante 7 años para desarrollar unas directrices internacionales para la evaluación de alimentos y cultivos modificados genéticamente, debido a las preocupaciones sobre los riesgos que plantean. Estas directrices fueron adoptadas por la Comisión del Codex Alimentarius, de la que son miembros 160 países, entre ellos productores de OMG muy importantes como Estados Unidos [53].

El Protocolo de Cartagena y el Codex comparten un enfoque de precaución ante los cultivos y alimentos modificados genéticamente, ya que coinciden en que la ingeniería genética es distinta de la mejora convencional, y en que deberían exigirse evaluaciones de seguridad antes de utilizarse OMG en la alimentación o liberarse al medio.

Estos acuerdos nunca habrían llegado a negociarse, y los procesos de implementación que desarrollan lo necesarios que son estos análisis de seguridad no estarían teniendo lugar, si no existiera un reconocimiento internacional generalizado sobre los riesgos planteados por los cultivos y alimentos transgénicos o si existiera consenso científico al respecto. Las dudas referentes a los riesgos de la ingeniería genética están bien fundamentadas, como ha sido



demostrado por los estudios en algunos cultivos y alimentos transgénicos que han hallado efectos adversos sobre la salud animal y de los organismos no objetivo, según se ha indicado anteriormente. Muchos de estos estudios, de hecho, se han tenido en cuenta en los procesos de negociación y/o implementación del Protocolo de Cartagena y el Codex. Apoyamos la aplicación del Principio de Precaución en lo relativo a la liberación y movimiento transfronterizo de cultivos y alimentos modificados genéticamente.

Conclusiones

En el ámbito de este documento, sólo podemos subrayar algunos ejemplos que ilustren que los resultados de la investigación científica en materia de seguridad de los OMG está llena de matices, resulta compleja y a menudo contradictoria o poco concluyente; se ve influenciado por las elecciones, suposiciones y fuentes de financiación de los investigadores; y, en general, hasta la fecha ha planteado más preguntas que las que ha respondido.

Si se debe continuar y expandir la introducción de cultivos y alimentos MG en la cadena alimentaria humana y animal, o si los riesgos identificados son aceptables o no, son decisiones que implican consideraciones socioeconómicas que exceden el ámbito de un debate científico restringido y de los planes de investigación sobre bioseguridad, aún por concluir. Estas decisiones deben implicar, por tanto, a la sociedad en general. Sin embargo, deben también verse apoyadas por datos científicos concluyentes sobre la seguridad a largo plazo de cultivos y alimentos MG para la salud animal y humana y para el medio ambiente, obtenidos de una forma honesta, ética, rigurosa, independiente, transparente y suficientemente diversificada como para compensar los sesgos.

Las decisiones en lo referente al futuro de nuestra alimentación y agricultura no deberían basarse en afirmaciones engañosas y poco representativas de un círculo interno de personas interesadas, que sostienen que existe "consenso científico" sobre la seguridad de los OMG.

Es por esto que este documento fue difundido para su ratificación por parte de científicos de todo el mundo a título personal (y no internacional), que reflejasen su opinión personal basándose en su experiencia concreta. Esto no implica, por tanto, que las opiniones expresadas en este documento representen la visión o posición de ninguna institución u organización con la que estén afiliados. Los criterios de selección para firmar este documento se establecieron deliberadamente para incluir a científicos, médicos, especialistas en ciencias sociales, académicos y expertos en aspectos legales y evaluación de riesgos de cultivos y alimentos MG. Se solicitó a los participantes científicos y académicos que aportasen títulos de doctorado o equivalentes procedentes de instituciones acreditadas. En el caso de los expertos legales, se estableció como requisito esencial disponer de un doctorado en leyes o equivalente. En diciembre de 2013, el documento había sido firmado por más de 300 personas que cumplieran con estos estrictos criterios de cualificación. El documento fue ampliamente difundido por los medios de comunicación y expuesto en diversos foros, y los datos aportados por él continúan siendo citados frecuentemente. En un momento en el que existe una enorme presión sobre la comunidad científica por parte de intereses políticos y económicos, resulta especialmente importante que los científicos que trabajan por el interés público tomen posición contra los



intentos de reducir y poner en peligro el rigor de las evaluaciones de nuevas aplicaciones en favor de la rápida comercialización de tecnologías emergentes que se espera generen crecimiento y beneficios económicos. Este documento sigue pudiéndose firmar en la página web de la organización promotora, ENSSER (European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility) en www.ensser.org.

Intereses en conflicto

Los autores declaran que no tienen intereses en conflicto.

Contribución de los autores

Todos los autores contribuyeron equitativamente a la redacción del documento. Todos los autores leyeron y aprobaron el manuscrito final.

Información de los autores

EAC está jubilada.

Detalles de los autores

1. European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility (ENSSER Board/Secretariat), Marienstrasse 19/20, 10117 Berlin, Germany
2. Institute of Integrative Biology, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Universitätstrasse 16, 8092 Zurich, Switzerland
3. GenØk Centre for Biosafety, Forskningsparken, PB 6418, 9294 Tromsø, Norway
4. Comité de Recherche et d'Information Indépendantes sur le génie Génétique CRIIGEN, 40 rue Monceau, 75008 Paris, France
5. University of Caen, Institute of Biology IBFA and Network on Risks, Quality and Sustainable Environment MRSH, Esplanade de la Paix, 14032 Caen, France
6. EcoNexus, Oxford OX4 9BS, UK
7. Plant Protection Institute Department for Ecotoxicology and Environmental Analysis, Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary
8. Department of Medical and Molecular Genetics, Faculty of Life Sciences and Medicine, King's College London, Guy's Hospital, London SE1 9RT, UK
9. Technology and Public Policy, University of Washington, Seattle, Washington 98195, USA
10. Plant Agriculture, University of Guelph, K0K 3 K0 Warkworth, Ontario, Canada
11. Consumers Union, 101 Truman Avenue, Yonkers, NY 10703, USA
12. Clare Hall, University of Cambridge, Herschel Road, Cambridge CB3 9AL, UK
13. Centre for Integrated Research in Biosafety, School of Biological Sciences, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand
14. Navdanya Hauz Khas, New Delhi 110016, India
15. Centre for the Study of Environmental Change, CSEC, Lancaster University, Lancaster, UK

Recibido: 1 de octubre de 2014

Aceptado: 19 de diciembre de 2014

Publicado online: 24 de enero de 2015

Referencias

1. Séralini GE, Clair E, Mesnage R, Gress S, Defarge N, Malatesta M, et al. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environ*



- Sci Eur. 2014;26(1):1.
- Carman JA, Vlieger HR, Ver Steeg LJ, Sneller VE, Robinson GW, Clinch-Jones CA, et al. A long-term toxicology study on pigs fed a combined genetically modified (GM) soy and GM maize diet. *J Org Syst.* 2013;8(1):38–54.
 - Frewin G. (2013). The new “is GM food safe?” meme. *Axis Mundi*, 18 de julio. <http://www.axismundionline.com/blog/the-new-is-gm-food-safe-meme/>; Wikipedia (2013). Genetically modified food controversies. http://en.wikipedia.org/wiki/Genetically_modified_food_controversies
 - Lynas M: GMO pigs study – more junk science. *Marklynas.org* 12 de junio de 2013 [<http://www.marklynas.org/2013/06/gmo-pigs-study-more-junk-science/>]
 - Kloor K: Greens on the run in debate over genetically modified food. *Bloomberg* 7 de enero 2001 [<http://www.bloomberg.com/news/2013-01-07/green-activist-reverses-stance-on-genetically-modified-food.html>]
 - White M: The scientific debate about GM foods is over: they're safe. *Pacific Standard Magazine* 24 de septiembre de 2013 [<http://www.psmag.com/health/scientific-debate-gm-foods-theyre-safe-66711/>]
 - European Scientists for Social and Environmental Responsibility [www.ensser.org]
 - Domingo JL, Bordonaba JG. A literature review on the safety assessment of genetically modified plants. *Environ Int.* 2011;37:734–42.
 - Snell C, Bernheim A, Bergé JB, Kuntz M, Pascal G, Paris A, et al. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: a literature review. *Food Chem Toxicol.* 2012;50(3–4):1134–48.
 - Séralini GE, Mesnage R, Clair E, Gress S, Spiroux de Vendômois J, Cellier D. Genetically modified crops safety assessments: present limits and possible improvements. *Environ Sci Eur.* 2011;23:10.
 - Dona A, Arvanitoyannis IS. Health risks of genetically modified foods. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2009;49(2):164–75.
 - Diels J, Cunha M, Manaia C, Sabugosa-Madeira B, Silva M. Association of financial or professional conflict of interest to research outcomes on health risks or nutritional assessment studies of genetically modified products. *Food Policy.* 2011;36:197–203.
 - Séralini GE, Mesnage R, Defarge N, Gress S, Hennequin D, Clair E, et al. Answers to critics: why there is a long term toxicity due to NK603 Roundup-tolerant genetically modified maize and to a Roundup herbicide. *Food Chem Toxicol.* 2013;53:461–8.
 - EU Food Policy: Commission and EFSA agree need for two-year GMO feeding studies. 17 de diciembre de 2012
 - French Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy 2013: Programme National de Recherche: Risques environnementaux et sanitaires liés aux OGM (Risk'OGM) 12 de julio de 2013 [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/APR__Risk_OGM_rel_pbch_pbj_rs2.pdf]
 - Wikipedia: Genetically modified food controversies. [http://en.wikipedia.org/wiki/Genetically_modified_food_controversies] 2013
 - Masip G: Opinion: Don't fear GM crops, Europe! *The Scientist* 2013, May 28 [<http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/35578/title/Opinion--Don-t-Fear-GM-Crops--Europe-/>]
 - Royal Society of Canada: Elements of precaution: recommendations for the regulation of food biotechnology in Canada; An Expert Panel Report on the Future of Food Biotechnology. Enero de 2001 [http://www.rsc.ca//files/publications/expert_panels/foodbiotechnology/GMreportEN.pdf]
 - British Medical Association Board of Science and Education: Genetically modified food and health: a second interim statement. Marzo de 2004 [<http://bit.ly/19QAHSI>]
 - American Medical Association House of Delegates: Labeling of bioengineered foods. Council on Science and Public Health Report 2, 2012 [<http://www.ama->

- assn.org/resources/doc/csaph/a12-csaph2-bioengineeredfoods.pdf]
21. AAAS: Statement by the AAAS Board of Directors on labeling of genetically modified foods. 20 de octubre de 2012.
http://www.aaas.org/news/releases/2012/media/AAAS_GM_statement.pdf
 22. Hunt P, Blumberg B, Bornehag CG, Collins TJ, DeFur PL, Gilbert SG, et al. Yes: food labels would let consumers make informed choices. *Environmental Health News* 2012
[<http://www.environmentalhealthnews.org/ehs/news/2012/yes-labels-on-gm-foods>]
 23. European Commission: A decade of EU-funded GMO research (2001–2010). 2010
[http://ec.europa.eu/research/biosociety/pdf/a_decade_of_eu-funded_gmo_research.pdf]
 24. European Commission: A decade of EU-funded GMO research (2001–2010). 2010, 128.
[http://ec.europa.eu/research/biosociety/pdf/a_decade_of_eu-funded_gmo_research.pdf]
 25. European Commission: A decade of EU-funded GMO research (2001–2010). 2010, 157
[http://ec.europa.eu/research/biosociety/pdf/a_decade_of_eu-funded_gmo_research.pdf]
 26. Tribe D: 600+ published safety assessments. GMOPundit
[<http://gmopundit.blogspot.co.uk/p/450-published-safety-assessments.html>] Blog sin fecha
 27. Brouk M, Cvetkovic B, Rice DW, Smith BL, Hinds MA, Owens FN, et al. Performance of lactating dairy cows fed corn as whole plant silage and grain produced from a genetically modified event DAS-59122-7 compared to a nontransgenic, near isoline control. *J Dairy Sci.* 2011;94:1961–6.
 28. Calsamiglia S, Hernandez B, Hartnell GF, Phipps R. Effects of corn silage derived from a genetically modified variety containing two transgenes on feed intake, milk production, and composition, and the absence of detectable transgenic deoxyribonucleic acid in milk in Holstein dairy cows. *J Dairy Sci.* 2007;90:4718–23.
 29. de Vendômois JS, Roullier F, Cellier D, Séralini GE. A comparison of the effects of three GM corn varieties on mammalian health. *Int J Biol Sci.* 2010;5(7):706–26.
 30. Ewen SWB, Pusztai A. Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine. *Lancet.* 1999;354:1353–4.
 31. Fares NH, El-Sayed AK. Fine structural changes in the ileum of mice fed on delta- endotoxin-treated potatoes and transgenic potatoes. *Nat Toxins.* 1998;6:219–33.
 32. Kilic A, Akay MT. A three generation study with genetically modified Bt corn in rats: biochemical and histopathological investigation. *Food Chem Toxicol.* 2008;46(3):1164–70.
 33. Malatesta M, Caporaloni C, Gavaudan S, Rocchi MB, Serafini S, Tiberi C, et al. Ultrastructural morphometrical and immunocytochemical analyses of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean. *Cell Struct Funct.* 2002;27:173–80.
 34. Malatesta M, Biggiogera M, Manuali E, Rocchi MB, Baldelli B, Gazzanelli G. Fine structural analyses of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on genetically modified soybean. *Eur J Histochem.* 2003;47:385–8.
 35. Hammond B, Dudek R, Lemen J, Nemeth M. Results of a 13 week safety assurance study with rats fed grain from glyphosate tolerant corn. *Food Chem Toxicol.* 2004;42(6):1003–14.
 36. Hammond BG, Dudek R, Lemen J, Nemeth M. Results of a 90-day safety assurance study with rats fed grain from corn borer-protected corn. *Food Chem Toxicol.* 2006;44(7):1092–9.
 37. Hilbeck A, Meier M, Römbke J, Jänsch S, Teichmann H, Tappeser B. Environmental risk assessment of genetically modified plants - concepts and controversies. *Environ Sci Eur.* 2011;23:13.
 38. Hilbeck A, Schmidt JEU. Another view on Bt proteins – how specific are they and what else might they do? *Biopesti Int.* 2006;2(1):1–50.
 39. Székács A, Darvas B. Comparative aspects of Cry toxin usage in insect control. In: Ishaaya I, Palli SR, Horowitz AR, editors. *Advanced Technologies for Managing Insect Pests*. Dordrecht, Países Bajos: Springer; 2012. p. 195–230.
 40. Marvier M, McCreedy C, Regetz J, Kareiva P. A meta-analysis of effects of Bt cotton and maize on nontarget invertebrates. *Science.* 2007;316(5830):1475–7.
 41. Lang A, Vojtech E. The effects of pollen consumption of transgenic Bt maize on the common

- swallowtail, *Papilio machaon* L. (Lepidoptera, Papilionidae). *Basic Appl Ecol.* 2006;7:296–306.
42. Gassmann AJ, Petzold-Maxwell JL, Keweshan RS, Dunbar MW. Field-evolved resistance to Bt maize by Western corn rootworm. *PLoS One.* 2011;6(7):e22629.
 43. Zhao JH, Ho P, Azadi H. Benefits of Bt cotton counterbalanced by secondary pests? Perceptions of ecological change in China. *Environ Monit Assess.* 2010;173(1–4):985–94.
 44. Lu Y, Wu K, Jiang Y, Xia B, Li P, Feng H, et al. Mirid bug outbreaks in multiple crops correlated with wide-scale adoption of Bt cotton in China. *Science.* 2010;328(5982):1151–4.
 45. Benbrook C. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the US – the first sixteen years. *Environ Sci Eur.* 2012;24:24.
 46. Heinemann JA, Massaro M, Coray DS, Agapito-Tenfen SZ, Wen JD. Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest. *Int J Agric Sustainability.* 2013;12:71–88.
 47. Powles SB. Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. *Pest Manag Sci.* 2008;64:360–5.
 48. Székács A, Darvas B: Forty years with glyphosate. *Herbicides - properties, synthesis and control of weeds.* Hasaneen MN, InTech. 2012
 49. Benedetti D, Nunes E, Sarmiento M, Porto C, dos Santos CEI, Dias JF, et al. Genetic damage in soybean workers exposed to pesticides: evaluation with the comet and buccal micronucleus cytome assays. *Mutat Res.* 2013;752(1–2):28–33.
 50. Lopez SL, Aiassa D, Benitez-Leite S, Lajmanovich R, Manas F, Poletta G, et al. 2012: Pesticides used in South American GMO-based agriculture: a review of their effects on humans and animal models. *Advances in Molecular Toxicology.* Fishbein JC, Heilman JM. New York, Elsevier 2012, 6: 41–75.
 51. Kvakkestad V, Gillund F, Kjolberg KA, Vatn A. Scientists perspectives on the deliberate release of GM crops. *Environ Values.* 2007;16(1):79–104.
 52. Secretariat of the Convention on Biological Diversity: Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity 2000 [<http://bch.cbd.int/protocol/text/>]
 53. Codex Alimentarius: Foods derived from modern biotechnology. 2a ed. Organización Mundial de la Salud/ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 2000 [ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Biotech/Biotech_2009e.pdf]

Este artículo ha sido sometido a revisión por pares y puede ser descargado, impreso y distribuido libremente con cualquier finalidad (ver términos de la licencia más abajo).

Más información sobre cómo publicar un artículo en Environmental Sciences Europe:
<http://www.enveurope.com/authors/instructions/>

Más información sobre otras publicaciones en SpringerOpen:
<http://www.springeropen.com>

