

## **ALIMENTOS TRANSGÉNICOS: INCERTIDUMBRES Y RIESGOS BASADOS EN EVIDENCIAS (+)**

*Martha R. Herbert\**  
*Jaime E. García-G.\*\**  
*Mildred García-G.\*\*\**

*“Todas las personas tienen el derecho a disponer de alimentos  
que no han sido genéticamente modificados”  
Art. 3 of the Genetic Bill of Rights (BDCRG, 2000)*

### **Resumen**

El presente artículo cuestiona varios argumentos utilizados por los promotores de la ingeniería genética con respecto a los alimentos transgénicos. Se presentan las filosofías bajo las cuales se defiende o critica la producción de alimentos transgénicos: la reduccionista y la crítica u holística, así como también aspectos relacionados con la construcción de los alimentos transgénicos, señalando su relación con la salud y algunas contradicciones que suelen ser citadas por los defensores de los alimentos transgénicos. También se destacan algunas opiniones expresadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre este particular, donde se reafirma la incertidumbre actual existente en esta materia. Además se plantean varias interrogantes alrededor de este tema concluyendo que, a la fecha, no hay evidencias claras para afirmar que los alimentos transgénicos son seguros e inocuos para la salud. Finalmente, se mencionan varias de las acciones emprendidas en el país y otras regiones del mundo tendientes a la aplicación del Principio de Precaución y a la defensa de los derechos de los consumidores.

---

(+) Dedicado a los miembros del Comité Cívico de Cañas (Guanacaste), por su pionera, vigilante y tesonera labor en defensa de la biodiversidad del país.

\* Martha R. Herbert, M.D., *Ph.D.* Pediatra Neuróloga del Hospital General de Massachussets y de la Escuela de Medicina de Harvard en Boston, Maryland, EE. UU. mherbert1@partners.org

\*\* Jaime E. García G., *Dr.sc.agr.* Catedrático del Centro de Educación Ambiental (CEA) de la Universidad Estatal a Distancia y de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica. Autor de alrededor de un centenar de artículos así como de varios libros en las temáticas de agrovenenos, agricultura orgánica, cultivos genéticamente alterados (transgénicos) y problemas ambientales. Tel. (+506) 2527-2251, 2224-6849. biodiversidadcr@gmail.com

\*\*\* Mildred García-G., *M.Sc.* Catedrática del Departamento de Fisiología de la Escuela de Medicina de la Universidad de Costa Rica. Autora de varios artículos y un libro en plantas medicinales. Tel. (+506) 2207-4486. mildred.garcia@ucr.ac.cr

## **Introducción**

Si bien los promotores de los alimentos genéticamente modificados (transgénicos) recurren al argumento de tomar decisiones con bases científicas, lo cierto es que se ha desarrollado poco conocimiento en este aspecto de forma independiente, como para evaluar objetivamente este tipo de alimentos.

La controversia actual surge por la utilización de una cantidad limitada de evidencia que apoya los supuestos ocultos que existen sobre el conocimiento, el desarrollo, la agricultura industrializada, la ciencia, la tecnología y la cultura.

La discusión en esta temática se ubica en el contexto de la agricultura industrial; ya que los alimentos transgénicos son una rama emergente de un enfoque que asume que ésta es más científica, que representa el progreso y que es la única esperanza para cubrir las necesidades alimentarias del mundo. Por otra parte, los críticos de los alimentos transgénicos sostienen que el motivo subyacente de este modelo de producción está más relacionado con el control y la dependencia que desean ejercer las corporaciones sobre la agricultura que con producir alimentos para los seres humanos; además, su puesta en práctica conlleva inevitablemente riesgos e impactos ecológicos negativos que destruyen también la cultura y el conocimiento de la agricultura rural (Fox, 1992; García, 2006; Herbert, 2005).

La diferencia entre ambos criterios refleja dos filosofías. Los proponentes de la ingeniería genética tienden a defender una visión reduccionista de la ciencia, piensan que la mejor forma de explicar las cosas es reduciéndolas a las unidades constituyentes más pequeñas. Los segundos, los críticos, tienden a promover un enfoque holístico más sensible al contexto, orientado a los sistemas, donde las interrelaciones e interdependencias son centrales (Herbert, 2003, 2005).

Este conflicto entre los enfoques precitados se refleja en los argumentos utilizados por

los defensores de la ingeniería genética, al afirmar que la modificación genética es mucho más precisa que las técnicas de cruzamiento previas, porque las secuencias genéticas insertadas están bajo control, y que –por lo tanto- todo en el organismo permanece igual excepto el gen modificado, porque los genes sólo expresan lo que tienen codificado con especificidad (Herbert, 2005).

En oposición a ello, los defensores de la perspectiva holística señalan que en realidad es muy poco lo que está bajo un verdadero control por parte del ser humano, al considerar que siendo el gen el material hereditario que ocupa un lugar definido en un cromosoma, no se ha logrado aún controlar dónde se insertarán con precisión los genes en el genoma y tampoco se ha logrado controlar la reacción sistémica del organismo modificado, o el fenómeno denominado "pleotropía" (propiedad de uno de los genes de influir en más de un carácter), de manera que pueden presentarse efectos inesperados no deseados, imposibles de conocer sin estudios previos (Herbert, 2003).

El objetivo de este artículo es dar a conocer algunos de los riesgos e incertidumbres que se asocian al consumo de los alimentos transgénicos.

## **Aspectos básicos de los alimentos transgénicos**

La modificación genética implica introducir en los alimentos, genes provenientes de otras especies (u organismos), porque esta información específica que contiene el gen introducido no se transmite naturalmente por los métodos reproductivos tradicionales, por lo tanto se recurre a métodos invasivos, ya sea inyectándolos, o utilizando técnicas basadas en una acción viral o bacterial. Esta modificación implica introducir códigos genéticos de una proteína que nunca estuvo presente en ese organismo. Por lo general, el gen introducido está acompañado por secuencias, y entre ellas un promotor que

es el que controla la expresión de los genes introducidos, encargado de activar al gen en cuestión y por lo tanto el que inicia la transcripción del ácido desoxirribonucleico (ADN). Este promotor es generalmente tomado de virus de plantas. Asimismo, hay un gen marcador que permite que los ingenieros genéticos comprueben si el gen que se intenta introducir está presente y se caracteriza, por lo general, porque es resistente a algún antibiótico o herbicida (Herbert, 2003).

### **Aspectos críticos para la salud**

Gran parte de la controversia sobre los alimentos genéticamente modificados gira en torno de hasta qué punto son un riesgo y si vale la pena correrlo. Entre los riesgos y preocupaciones en esta área están los siguientes (Herbert, 2003):

- **Alergias:** los genes codifican proteínas y algunas de éstas pueden provocar alergias. Sobre este particular hay que reconocer que ningún examen puede prevenir con certeza la alergenicidad, por lo que –entre otros aspectos- son insuficientes las pruebas de equivalencia sustancial que se realizan en esta materia. Hay varias razones para que así suceda. *Primera*, la mayor parte de las proteínas que son alergénicas son estables en el calor y permanecen estables durante la digestión, pero algunos alérgenos no son estables en ambos casos, por lo que los procedimientos de prueba convencionales los pasarían por alto. *Segunda*, muchos alérgenos comparten secuencias genéticas con alérgenos que ya se conocen, pero no en todos los casos. *Tercera*, las proteínas alergénicas no tienen que estar codificadas por un solo gen introducido en una secuencia que se considera inocua, dada la posibilidad de que se hayan insertado diversas secuencias en diferentes sitios del genoma.

Son diversas las consecuencias de las alergias a los alimentos y de la especial sensibilidad a éstos. Una reacción severa es el shock anafiláctico (*anaphylactic shock*), cuyos síntomas incluyen dolor

intenso, problemas para respirar y puede incluso llegar a ser mortal. Hay consecuencias menos severas, entre las que se encuentran el salpullido, efectos de malestar generalizado o gastrointestinales, como diarrea o estreñimiento. También se puede tener la sensación de estar agripado. En cuanto a la sensibilidad a los alimentos, ésta puede durar desde horas hasta días y pasar inadvertida por los exámenes de rutina utilizados para detectar alergias.

La alergia a los alimentos es un problema particular entre los infantes y bebés, ya que puede perdurar de por vida, así como causar dificultades para el aprendizaje y en el comportamiento neuronal, entre otras (Álvarez et al., 2004; FAAA, s.f.). Las poblaciones precitadas son particularmente vulnerables porque tanto la capa que cubre su sistema digestivo como su sistema inmunológico están aún inmaduros. Además, los bebés consumen, comparativamente, una variedad limitada pero mayor (relativa a su peso corporal) y constante de alimentos; por ejemplo, la ingesta de leche de fórmula de soya transgénica.

A la fecha no se han realizado investigaciones específicas de los alimentos genéticamente modificados y sus posibles efectos en las poblaciones de alto riesgo o vulnerables, como los niños pequeños, los enfermos, las personas de la tercera edad, las mujeres embarazadas, las lactantes y las que tienen comprometido su sistema inmunológico.

Al respecto hay que considerar que los agentes alergénicos y las toxinas pueden surgir no sólo de los propios genes insertos, sino que también pueden originarse de los eventuales cambios que lleguen a darse en el comportamiento de los organismos una vez que éstos han sido genéticamente modificados. Así, por ejemplo, puede presentarse una producción mayor o menor de una sustancia que normalmente podría producirse en cantidad muy limitada podría hacerlo ahora en cantidad mayor, y

viceversa, lo que eventualmente conllevaría a riesgos en la salud de los consumidores. Además, el gen puede insertarse en medio de otros genes, interrumpiendo o variando así sus funciones originales. La producción de proteínas puede verse afectada de diversas formas, mientras que la respuesta del organismo al ser genéticamente modificado puede alterar su metabolismo de distintas maneras, como por ejemplo, originando reacciones secundarias con efectos dañinos para la salud.

- **Resistencia a antibióticos:** para probar el éxito de la modificación genética practicada, en gran parte de los casos, se utilizan genes marcadores que tienen la característica de ser resistentes a algún antibiótico; y se ha demostrado que fragmentos de ADN pueden transferirse a la flora intestinal humana nativa. Aunque esto haya sido negado por la industria es un hecho que ya no pueden sostener dicha posición, especialmente cuando se analizan a la luz de las diversas evidencias científicas compiladas y analizadas en el trabajo de Tappeser et al. (2002). Adicionalmente es importante destacar que la transferencia de resistencia antibiótica a los microorganismos que se desarrollan en el sistema intestinal es particularmente riesgoso en el caso de los grupos de alto riesgo como los infantes, las personas convalecientes, el grupo de la tercera edad, las personas con problemas de inmunodeficiencia, lactantes y embarazadas, entre otros, sin omitir que los mismos riesgos son comunes a todos los animales. Al respecto, hace poco más de un lustro la Asociación Médica Británica (BMA, 1999) advirtió sobre el uso de estos genes marcadores resistentes a los antibióticos en los alimentos transgénicos, señalando que este tipo de riesgo es del todo inaceptable.

- **Preocupaciones por el uso de virus en las modificaciones genéticas:** como es sabido, en la construcción de los alimentos genéticamente modificados se insertan también secuencias genéticas de virus para activar a los genes introducidos de interés

(conocidos como promotores); sin embargo, los efectos que éstos fragmentos de virus pueden tener para la salud de los consumidores han sido poco estudiados (GCI, 2003; Kaczewer, 2001).

Además, hay plantas modificadas genéticamente para ser resistentes a los virus, mediante la incorporación de porciones de proteínas virales en ellas. Sobre este último aspecto, tampoco se cuenta con una comprensión clara de los efectos que puede tener esta práctica en la salud humana.

- **Otros:** los efectos tóxicos de los alimentos transgénicos pueden llegar a ser severos e inclusive letales. Si bien no es muy probable que se comercialice un alimento dañino, cantidades imperceptibles de ciertas sustancias que escapan a las pruebas de rutina de laboratorio o que no se encuentran contempladas en éstas, pueden acarrear efectos negativos a partir de su presencia y eventual acumulación en el organismo humano. Este fue el caso del suplemento alimentario L-triptófano obtenido a partir de la bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* genéticamente modificada, lo cual ocasionó una condición denominada "mialgia eosinofílica", síndrome caracterizado por graves dolores musculares (mialgia) y por un incremento anormal de los leucocitos (eosinofilia) que provocó la muerte de al menos 37 personas, además de daños permanentes a 1500 individuos en los EE. UU. entre 1989 y 1991.

Este ejemplo también es un estudio de caso de la responsabilidad de las corporaciones, ya que Showa Denko, la única empresa involucrada en esta situación, no realizó mayores investigaciones, y si las hizo, no las dio a conocer (Fagan, 1997)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Este caso se presenta en uno de los capítulos de la serie de televisión *Diagnóstico desconocido* de Discovery Channel. Al lector interesado en ver este documental se le pide contactar al segundo autor de este artículo.

### - **Posibilidad de alterar el contenido**

**nutritivo:** Un estudio independiente encontró que una variedad de soya transgénica específica contenía menores cantidades de fitoestrógenos<sup>2</sup> que lo esperado (Lappé et al., 1999). Si bien es cierto que los cambios en calidad y cantidad de nutrientes en los alimentos se presentan de forma natural, es preocupante el desconocimiento o la falta de evidencia que se tiene sobre los efectos que estas variaciones puedan tener sobre los organismos, ya que la manipulación genética hace que se acumulen en mayor cantidad estas variaciones, al reducirse la posibilidad de alternar variedades que podrían subsanar las alteraciones precisadas.

### **Algunas contradicciones en torno a los alimentos genéticamente modificados**

De acuerdo con Herbert (2003), la defensa que se hace de los alimentos transgénicos, en nombre del bienestar de la humanidad, suele cambiar de acuerdo con las circunstancias. Para negar las posibilidades de que la ingesta de estos alimentos puedan ocasionar alergias, toxicidad o efectos ambientales, se afirma que el ADN y las proteínas modificadas introducidas, se descomponen y por lo tanto, no sobreviven ni pueden ser transmitidas. Por otra parte, para promover el uso de organismos vegetales como fuente de vacunas u otro tipo de medicamentos, se argumenta que

---

<sup>2</sup> La dieta humana contiene, además de los macro y micronutrientes, compuestos no nutrientes bioactivos, de origen vegetal, que pueden ser importantes para la salud, conocidos como fitoquímicos. Entre éstos, los fitoestrógenos constituyen un grupo de compuestos no esteroideos, que pueden comportarse como agonistas de los estrógenos. Los principales fitoestrógenos con importancia en nutrición y que pueden tener relevancia sobre la salud son las isoflavonas, los lignanos y los cumestanos; de éstas las primeras son especialmente activas. El consumo adecuado de alimentos que contienen fitoestrógenos se asocia con una reducción en el riesgo de padecer cáncer de mama (Garrido et al., 2003).

las proteínas modificadas son muy estables. Esto hace que surjan cuestionamientos sobre lo que se está haciendo al producir estas modificaciones genéticas en organismos cuyos productos están destinados para la población humana y animal.

### **Opinión de la Organización Mundial de la Salud (OMS)**

El 23 de junio del 2005, la OMS, por medio del Departamento de Inocuidad Alimentaria, dio a conocer el informe *Biotecnología moderna de los alimentos, salud y desarrollo humano: estudio basado en evidencias*, el cual señala, con respecto a la realidad acerca de la seguridad para la salud y el ambiente de estos organismos, lo siguiente:

- “La introducción de un transgén en un organismo receptor no es precisamente un proceso controlado, y puede tener varios resultados con respecto a la integración, la expresión y la estabilidad del transgén en el huésped (p. 13).
- “En el presente, no pueden generalizarse evidencias concluyentes sobre las ventajas ambientales ni sobre costos a partir del uso de cultivos GM. Las consecuencias pueden variar significativamente entre las diferentes características GM, los tipos de cultivo y las diferentes condiciones locales, incluyendo características ecológicas y agroecológicas” (p. 26).
- “En la actualidad, las diversas promesas de la biotecnología moderna que podrían tener un impacto sobre la seguridad alimentaria, todavía no se han realizado en la mayoría de los países en desarrollo” (p. 44).
- “(...), los rasgos novedosos de los organismos genéticamente modificados (OGM) también pueden acarrear potenciales riesgos directos para la salud y el desarrollo humano. Muchos de los genes y rasgos usados en los OGM agrícolas, aunque no todos, son novedosos y no se conocen antecedentes de uso alimentario inocuo” (p. 2).
- “Los OGM también pueden afectar la salud humana indirectamente mediante impactos perjudiciales sobre el medio ambiente o mediante impactos desfavorables sobre factores económicos (incluyendo el

- comercio), sociales y éticos” (p. 2).
- “(...), con la tecnología actual, en muchos casos esto produce una inserción aleatoria en el genoma huésped y en consecuencia puede tener efectos no deseados de desarrollo o fisiológicos” (p. 5).
- “(...)considerar los cambios en la composición de los alimentos no debe ser la única base para determinar la inocuidad, y que la misma sólo puede determinarse cuando los resultados de todos los aspectos comparados se toman en conjunto” (p. 14).
- “Una serie de consultas de expertos de FAO/OMS (...) reconocieron que los estudios con animales pueden ser de utilidad pero que hay dificultades prácticas para obtener información significativa de las pruebas toxicológicas convencionales, (...). Las consultas también observaron que se conoce muy poco sobre los efectos potenciales a largo plazo de cualquier alimento. En la actualidad, no hay información concluyente sobre los posibles efectos sobre la salud de las modificaciones que cambiarían significativamente las características nutricionales de cualquier alimento, como los alimentos con mejoras de nutrición” (p. 16).
- “La expresión genética de los cultivos convencionales y GM está sujeta a influencias ambientales. Las condiciones ambientales como la sequía o el calor pueden estimular a algunos genes, aumentando o reduciendo la expresión” (p. 17).
- “(...) se ha demostrado que la ingesta del ADN de los alimentos no se degrada por completo durante la digestión, y que pueden hallarse pequeños fragmentos de ADN provenientes de alimentos GM en diferentes áreas del tracto gastrointestinal. (...) las consecuencias de la transferencia horizontal de genes (THG) pueden ser significativas en algunas condiciones de salud humana, (...)” (p. 17).
- “(...) no hay una prueba definitiva para determinar el potencial de alergenicidad de una proteína nueva” (p. 19).
- “No se comprende totalmente la base celular de las respuestas inmunes, y en general se necesita un mejor entendimiento de la interacción del sistema inmune y los alimentos para descifrar si determinados alimentos GM pueden tener impactos sobre el sistema inmune aparte de alergenicidad”

(p. 20).

- “Se ha informado la inserción de vectores virales dentro de genes funcionalmente importantes de pacientes receptores en el campo de la biomedicina, y si bien dichos vectores no se usan comúnmente en la producción de alimentos, esta evidencia indica la limitada comprensión de los mecanismos que guían la inserción de constructos genéticos” (p. 21).

Adicionalmente, en este informe se puede ver que es indudable que los sistemas reguladores de seguridad en esta materia han estado y están en desacuerdo, además de ser confusos.

La incertidumbre y los cuestionamientos críticos reconocidos por la OMS han sido planteados en lo pasado tanto por organizaciones de la sociedad civil y de consumidores alrededor del mundo, como por científicos independientes (Ewen y Pusztai, 1999; Fox, 1992; Hansen, 2003; GCI, 2003; Herbert, 2005; Ho, 2001; Ho y Steinbrecher, s.f.; IRT s.f.; Kaczewer, 2001; Madeley, 2003; Podevin y du Jardin, 2012; PSRAST, s.f.; Pusztai, 2001; Pusztai y Bardocz, 2011; Pusztai et al., 2003; Riechmann y Tickner, 2002; Schubert, 2002; Séralini et al., 2007, 2012; Spendeler, 2005; Spök et al., 2005; Suzuki y Knudtson, 1991). Sobre este particular Alliance for Bio-Integrity (s.f.), Cummins (2004), Cummins y Lilliston (2004), Fox (2004), Freese y Schubert (2004), Gucciardi (2013), Lambrecht (2003), Ribeiro (2005), Robin (2008) y Smith (2006, 2007a y b) y revelan y denuncian, con ejemplos específicos, deficiencias fundamentales críticas en las regulaciones de los alimentos genéticamente alterados, así como manipulaciones, omisiones y ocultamientos de resultados de las pruebas toxicológicas practicadas con animales por parte de ciertas compañías transnacionales involucradas en esta materia.

### **Preguntas cruciales alrededor de este tema**

¿Cómo enfrentar estos problemas? ¿Será suficiente realizar procedimientos de

prueba y etiquetado para asegurar el bienestar de la población? ¿Qué sucede con el monitoreo de los efectos sobre la salud? ¿Será necesaria una declaración de moratoria a los alimentos transgénicos hasta conseguir resultados de su seguridad y eficacia? ¿Son éstos, verdaderamente, una alternativa sustentable?

Si bien hay que reconocer que los procedimientos de prueba y etiquetado para los alimentos transgénicos son necesarios, lo cierto es que hay dificultades con ambos aspectos (Ho y Steinbrecher, s.f.; Trejos, 2002).

No se trata sólo de seguridad; todas las personas tenemos el derecho a saber qué estamos consumiendo (BDCRG, 2000; Herbert, 2005; Trejos, 2002, 2008).

Dado que ni la ecología ni los métodos conocidos a disposición de la ciencia actual están en capacidad de anticipar las consecuencias de la dispersión de los alimentos transgénicos en el ambiente, la afirmación de que éstos son seguros es, de inicio, limitada (Herbert, 2003; Ho, 2001).

Como lo señala y demuestra Smith (2006, 2007b), ha sido “la influencia empresarial y no la ciencia digna de confianza, la que ha permitido la salida al mercado de esos alimentos. Más aún; si incontestables investigaciones sugieren algo, ello es que esos alimentos jamás debieron aceptarse.”

### **Conclusiones y acciones emprendidas en Costa Rica**

A la luz de los conocimientos científicos actuales, puede concluirse que en este tema son más las incertidumbres que las certezas. No hay evidencias concretas y confiables para hacer afirmaciones de que los alimentos modificados genéticamente son seguros y saludables, pues no existen programas de seguimiento de sus efectos sobre la salud humana. A pesar de que los alimentos transgénicos pueden presentar efectos nocivos a la salud, lo cierto es que no se está estudiando lo suficiente.

De cualquier forma no es posible hacer seguimiento sin etiquetado, además, es difícil vigilar los problemas de salud si sólo

se reducen a cambios en la tasa de problemas cotidianos como la diarrea o la aparición de salpullidos. A menos que un problema de salud resulte extraño, fuera de lo común, entonces el incremento en su tasa de recurrencia generará su estudio. Las corporaciones de la industria biotecnológica y su séquito de promotores entienden esto, pero también saben que tienen una “capacidad” (US\$) enorme para negar cualquier problema, incluso de manera “científica”. Más aún, no hay ningún mandato que los haga responsables legalmente por los efectos negativos que pudieran presentarse.

En Costa Rica, el Comité Cívico de Cañas (Guanacaste) y la Red de Coordinación en Biodiversidad (RCB) han sido las instancias que más se han ocupado en forma crítica y activa sobre este asunto (Sprenger, 2008). En abril del 2005, la RCB presentó formalmente al Poder Ejecutivo una solicitud de implementación de un sistema de etiquetado y trazabilidad que garantice el derecho de los consumidores a tener información oportuna, clara, completa y veraz con respecto a los alimentos que se consumen, así como otra de moratoria a la siembra comercial de cultivos transgénicos existente en el país, hasta tanto no se cuente con suficiente información (García, 2006).

Como lo reconoce la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM, 2002), la única garantía real para evitar la contaminación transgénica es la prohibición del uso de los organismos genéticamente modificados (OGM), por lo cual se está abogando fuertemente en diversos países del mundo (Altieri, 2005; CFS, 2006a y b). En Costa Rica, atendiendo a la importancia de la aplicación del Principio de Precaución en esta materia (Riechmann y Tickner, 2002), las municipalidades de Paraíso de Cartago, Moravia de San José, Talamanca de Limón, San Isidro y Barva de Heredia, y Santa Cruz, Nicoya y Abangares de Guanacaste han dado el primer paso en este campo al declarar sus territorios como

zonas libres de transgénicos (CMAG, 2008; CMBH, 2010; CMMSJ, 2009; CMPC, 2005; CMSCG, 2005; CMSIH, 2007; CMNG, 2006; CMTL, 2008), sumándose así a las regiones de poco más de 30 países que han hecho lo mismo (CFS, 2006b). Al día de hoy el número de regiones y provincias declaradas libres de transgénicos o habiendo hecho público su deseo de restringir los cultivos modificados genéticamente asciende a 164 en la Unión Europea. Asimismo, más de 4500 municipios y pequeñas zonas prohíben el uso de cultivos transgénicos, basándose en el deseo de preservar la agricultura de calidad, proteger sus cultivos de una contaminación genética irreversible y preservar el ambiente y la salud de los impactos previsibles de los cultivos y alimentos transgénicos (EcoPortal, 2005).

Los puntos tratados en este artículo se encuentran discutidos y presentados con mayor amplitud en la bibliografía adjunta, la cual está compilada, junto con otros artículos, en la antología “¿Para qué cultivos y alimentos genéticamente alterados (transgénicos)?” (García, 2011).

### **Agradecimientos**

Al Dr. Gustavo Gutiérrez E., Profesor Catedrático de la Sección de Genética de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, así como a la Dra. Rossana García G., Directora General del Ministerio de Salud, por las revisiones y sugerencias que hicieron al borrador de este trabajo.

### **Bibliografía**

Alliance for Bio-Integrity s.f. Key FDA documents. Copies of 24 of the FDA's internal memoranda on the hazards of genetically engineered foods. A. FDA scientists discuss various safety concerns (1-10); B. Specific objections to use of antibiotic-resistant marker genes (11-13); C. Safety questions raised by tests on the Flavr Savr tomato--the most thoroughly tested bioengineered food (14-17); D. Additional evidence of improprieties in the

formation of FDA policy on bioengineered foods (18-24). Alliance for Bio-Integrity, Iowa, EE. UU. <http://www.biointegrity.org/list.html>

Altieri, M.A. 2005. “The myth of coexistence: why transgenic crops are not compatible with agroecologically based systems of production”. *Bulletin of Science, Technology & Society* 25(4): 361-371.

Álvarez, C.M.; Hevia, X.; Gómez, I.M.; Castro A., R.; Rodríguez C., J. 2004. “Algunas consideraciones sobre las reacciones adversas por alimentos”. *Revista Cubana de Medicina General Integral* 20(5-6). [http://www.bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol20\\_5-6\\_04/mgi085\\_604.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol20_5-6_04/mgi085_604.htm)

BDCRG (Board of Directors of the Council for Responsible Genetics) 2000. *The Genetic Bill of Rights*. <http://www.gene-watch.org/programs/bill-of-rights/bill-of-rights-text.html>

BMA (British Medical Association) 1999. “The impact of genetic modification on agriculture, food and health. An interim statement”. Board of Science and Education. May 1999. <http://www.global-reality.com/biotech/articles/othernews012.htm>

CFS (Center for Food Safety) 2006a. “Worldwide regulation and prohibition”. [http://www.centerforfoodsafety.org/pubs/World\\_Regs\\_Chart%20\\_6-2006.pdf](http://www.centerforfoodsafety.org/pubs/World_Regs_Chart%20_6-2006.pdf)

CFS (Center for Food Safety) 2006b. “Genetically engineered crops and foods: regional regulation and prohibition”. [http://www.centerforfoodsafety.org/pubs/Regional\\_Regs\\_Chart\\_6-2006.pdf](http://www.centerforfoodsafety.org/pubs/Regional_Regs_Chart_6-2006.pdf)

CMAG (Concejo Municipal de Abangares de Guanacaste). 2008. Declaratoria del cantón de Abangares como Cantón Ecológico y Libre de Transgénicos. Acta de la Sesión del 15 de mayo. Abangares, Guanacaste, Costa Rica.

CMBH (Concejo Municipal de Barva de Heredia). 2010. Declaratoria del cantón de Barva de Heredia como Zona Libre de Transgénicos. Artículo 6 de la Sesión Ordinaria n.º 25-2010 del 21 de abril de 2010. Acuerdo n.º 545-2010.



- CMNG (Concejo Municipal de Nicoya de Guanacaste). 2006. Acta de la Sesión Ordinaria Número 033 del día jueves 14 de diciembre del 2006. Acuerdo n.º 7. Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.
- CMMSJ (Concejo Municipal de Moravia de San José) 2009. Declaratoria del cantón de Moravia como Cantón Ecológico y Libre de Transgénicos. Acuerdo n.º 1726 tomado en la Sesión Ordinaria n.º 143 del 26 de enero de 2009.
- CMPC (Concejo Municipal de Paraíso de Cartago) 2005. "Acuerdo de Declaratoria de Municipio Libre de Transgénicos". Artículo 21 del Acta n.º 254 del 21 de marzo del 2005. Municipalidad de Paraíso, Cartago, Costa Rica.
- CMSCG (Concejo Municipal de Santa Cruz de Guanacaste) 2005. "Acuerdo de Declaratoria de Territorio Libre de Cultivos Transgénicos". Artículo 2, inciso 1. Sesión extraordinaria n.º 25-2005 del 21 de octubre del 2005. Citado en oficio SM-1.198-Ext. 25-2005. Municipalidad de Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.
- CMSIH (Concejo Municipal de San Isidro de Heredia) 2007. Declaratoria del cantón de San Isidro de Heredia como territorio exclusivo para las semillas criollas y oposición a la proliferación de los cultivos transgénicos. Acuerdo n.º 586-2007 tomado en la Sesión Ordinaria n.º 31-2007, del 14 de mayo de 2007.
- CMTL (Concejo Municipal de Talamanca de Limón) 2008. Declaratoria del cantón de Talamanca como Cantón Ecológico y Libre de Transgénicos, así como del Día Talamanqueño de la Semilla Criolla. Jueves 13 de noviembre de 2008.
- Cummins, J. 2004. Bt toxins in genetically modified crops: Regulation by deceit. ISIS Press Release 23/3/2004. Institute of Science in Society (ISIS): London, United Kingdom. <http://www.i-sis.org.uk/BTTIGMC.php>
- Cummins, R.; Lilliston, B. 2004. Genetically engineered food. A self-defense guide for consumers. 2nd edition revised and updated. Marlowe & Company, New York, EE. UU. 237 p.
- EcoPortal 2005. "España. Consell de Menorca propone declarar la isla zona libre de transgénicos". Ambiente y Sociedad. Publicación Semanal de EcoPortal.net. Año 6, n.º 229 (1 de diciembre). <http://www.ecoport.net/content/view/full/54505>
- Ewen, S.W.; Pusztai, A. 1999. "Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine". The Lancet 354(October 16): 1353-1354.
- FAAA (Fundación Americana de las Alergias y el Asma) s.f. "¿Qué es la alergia alimentaria?" Hoja informativa. [http://www.schoolasthmaallergy.com/2002-2003/sections/allergy\\_sp/aafa\\_food\\_allergy.html](http://www.schoolasthmaallergy.com/2002-2003/sections/allergy_sp/aafa_food_allergy.html)
- Fox, M.W. 1992. *Superpigs and wondercorn. The brave new world of biotechnology and where it all may lead*. Lyons & Burford: New York, NY, U.S.A. 209 p.
- Fox, M.W. 2004. Killer foods. When scientists manipulate genes, better is not always best. Lyons Press, Guilford, Connecticut, EE. UU. 282 p.
- Freese, W.; Schubert, D. 2004. "Safety testing and regulation of genetically engineered foods". Biotechnology and Genetic Engineering Reviews 21(November): 299-325.
- García G., J.E. (comp.) 2011. ¿Para qué cultivos y alimentos genéticamente alterados (transgénicos)? Antología. 22ª edición. Centro de Educación Ambiental, Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 752 p. Inédito. Nota: disponible en la Fotocopiadora Rojisa (frente a Plaza Punto U, contiguo a las residencias estudiantiles de la Universidad de Costa Rica).
- Garrido G., A., De la Maza C., M.P.; Valladares B., L. 2003. "Fitoestrógenos dietarios y sus potenciales beneficios en la salud del adulto humano". Revista Médica de Chile 131(11): 1321-1328.
- GCI (Grupo de Ciencia Independiente) 2003. *En defensa de un mundo sustentable sin transgénicos*. Ho, M.-W.; Ching, L.L. (redacc.). Grupo de Ciencia Independiente. Instituto de Ciencia en Sociedad (Londres, Reino Unido) –

Red del Tercer Mundo (Penang, Malasia). 186 p.

Gucciardi, A. 2013. Safety group blows lid on 'secret virus' hidden in GMO crops. The Natural Society Newsletter.  
<http://naturalsociety.com/safety-group-blows-lid-on-secret-virus-hidden-in-gmo-crops/>

Hansen, M. 2003. "Cultivos Bt: las pruebas de seguridad son inadecuadas". En: Bejarano, F.; Mata, B. (eds.). *Impactos del libre comercio, plaguicidas y transgénicos en la agricultura de América Latina*. Editorial Futura: Texcoco, Estado de México, México. p. 183-211.

Herbert, M.R. 2003. "Los efectos a la salud del consumo de alimentos transgénicos". En: Bejarano, F.; Mata, B. (eds.). *Impactos del libre comercio, plaguicidas y transgénicos en la agricultura de América Latina*. Editorial Futura: Texcoco, Estado de México, México. p. 213-218.

Herbert, M.R. 2005. "Genetically engineered food". En: Sheldon K.; Shorett, P. (eds.). *Rights and liberties in the biotech age: Why we need a Genetic Bill of Rights*. Rowman & Littlefield: Lanham, MD, U.S.A. p. 55-70.

Ho, M.W. 2001. *Ingeniería genética: ¿sueño o pesadilla?* Colección Límites de la Ciencia. Gedisa: Barcelona, España. 380 p.

Ho, M.W.; Steinbrecher, R.A. s.f. "Fallos fatales en la evaluación de seguridad de los alimentos. Una respuesta crítica al Informe Conjunto FAO/OMS sobre Biotecnología y Seguridad de los Alimentos (Informe sobre Alimentación y Nutrición 61 de la FAO)". 40 p.  
[http://www.usuarios.lycos.es/CEA\\_Mavea/Evo mg.htm](http://www.usuarios.lycos.es/CEA_Mavea/Evo mg.htm)

IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) 2002. "Position on genetic engineering and genetically modified organisms". <http://www.ifoam.org>

IRT (Institute for Responsible Technology) s.f. State of the science on the health risks of GM foods. IRT: Fairfield, IA, USA. 28 p.  
<http://www.seedsofdeception.com/DocumentFiles/145.pdf>

Kaczewer, J. 2001. *Riesgos transgénicos para*

*la salud humana*. MAPO: Buenos Aires, Argentina. 79 p.

Lambrech, B. 2003. La guerra de los alimentos transgénicos: ¿quién decidirá lo que comamos a partir de ahora y qué consecuencias tendrá para mí y para mis hijos? RBA Integral: Barcelona, España. 429 p.

Lappé, M.A.; Bailey, E.B.; Childress, C.; Setchell, K.D.R. 1999. "Alterations in clinically important phytoestrogens in genetically modified, herbicide-tolerant soybeans". *Journal of Medicinal Food* 1(4): 241-245.

Madeley, J. 2003. "Alimentos transgénicos y su impacto en la salud humana". En: *Control corporativo de la cadena de alimentos: La conexión transgénica*. Consumers International: Londres, Reino Unido. p. 46-49.  
<http://www.consumidoresint.org/biblioteca/detaileautor.asp?id=1089226299>

OMS (Organización Mundial de la Salud) 2005. "Biotecnología moderna de los alimentos, salud y desarrollo humano: estudio basado en evidencias". Departamento de Inocuidad Alimentaria de la OMS. 23 de junio del 2005. 91 p.  
[http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotech\\_sp.pdf](http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotech_sp.pdf)

Podevin, N.; du Jardin, P. 2012. Possible consequences of the overlap between the CaMV 35S promoter regions in plant transformation vectors used and the viral gene VI in transgenic plants. *GM Crops and Food: Biotechnology in Agriculture and the Food Chain* 3 (4): 296-300.  
<http://www.es.landesbioscience.com/journals/gmcrops/2012GMC0020R.pdf>

PSRAST (Physicians and Scientists for Responsible Application of Science and Technology). s.f. "Health hazards". <http://www.psrast.org/cthealth.htm>

Pusztai, A. 2001. "Genetically Modified Foods: Are They a Risk to Human/Animal Health?". <http://www.actionbioscience.org/biotech/pusztai.html>

Pusztai, A.; Bardocz, S.; Ewen, S.W.B. 2003. "Genetically modified food: potential human health effect". En: D'Mello, J.P.F. (ed.). *Food*

*safety: contaminants and toxins*. CAB International, Wallingford Oxon, UK. p. 347-372.

Pusztai, A.; Bardocz, S. 2011. *Potential health effects of foods derived from genetically modified plants: what are the issues?* Third World Network: Penang, Malaysia. 39 p.

También en:  
<http://www.twinside.org.sg/title2/biosafety/pdf/bio14.pdf>

Ribeiro, S. 2005. "Las ratas de Monsanto". La Jornada (México), 11 de junio del 2005.  
<http://www.jornada.unam.mx/2005/06/11/044a1soc.php>

Riechmann, J.; Tickner, J. (coord.). 2002. *El principio de precaución en medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*. Icaria: Barcelona, España. 159 p.

Robin, M.M. 2008. El mundo según Monsanto. De la dioxina a los OGM. Una multinacional que les desea lo mejor. Ediciones Península: Barcelona, España. 521 p. También hay una versión en vídeo de esta publicación en: [video.google.com/videoplay?docid=-1552144261451760754](http://video.google.com/videoplay?docid=-1552144261451760754) (con subtítulos en español a partir del segundo minuto).

Schubert, D. 2002. "A different perspective on GM food". *Nature Biotechnology* 20(10): 969.  
[http://www.biotech-info.net/different\\_perspective.html](http://www.biotech-info.net/different_perspective.html)

Séralini, G.-E.; Clair, E.; Mesnage, R.; Gressa, S.; Defarge, N.; Malatesta, M.; Hennequin, D.; Spiroux de Vendômois, J. 2012. Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food and Chemical Toxicology* 50 (11): 4221–4231. <http://goo.gl/HPyVT> En el siguiente enlace se encuentra un resumen en vídeo de los resultados de esta investigación: <http://www.nuevoorden.es/2012/organismos-geneticamente-modificados-la-hora-de-la-verdad/>

Séralini, G.-E.; Cellier, D.; Spiroux de Vendômois, J. 2007. New analysis of a rat feeding study with a genetically modified maize reveals signs of hepatorenal toxicity. *Journal Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 52(4): 596-602.

Smith, J.M. 2006. Semillas peligrosas. Las mentiras de la industria y los gobiernos sobre lo que comemos. Colección Contrapunto. Terapias Verdes, Barcelona, España. 305 p.

Smith, J.M. 2007a. Point of view: Genetically modified foods unsafe? Evidence that links GM foods to allergic responses mounts. *GEN (Genetic Engineering & Biotechnology News)* 27(19).  
<http://www.genengnews.com/articles/chitem.aspx?aid=2252>

Smith, J.M. 2007b. Genetic roulette. The documented health risks of genetically engineered foods. Yes! Books, Fairfield, Iowa, U.S.A. 318 p. La versión en vídeo-documental del contenido de esta publicación puede verse en este enlace:  
<http://www.youtube.com/watch?v=R4Ezt4NH8aU>

Spendler, L. 2005. Organismos modificados genéticamente; una nueva amenaza para la seguridad alimentaria. *Revista Española de Salud Pública* 79(2): 271-282. También en: <http://scielo.isciii.es/pdf/resp/v79n2/colaboracion11.pdf>

Spök, A.; Hofer, H.; Lehner, P.; Valenta, R.; Stirn, S.; Gaugitsch, H. 2005. *Risk assessment of GMO products in the European Union. Toxicity assessment, allergenicity assessment and substantial equivalence in practice and proposals for improvement and standardization*. Federal Environment Agency of Austria, Wien. Berichte, Band 253. 131 p.  
[http://www.umweltbundesamt.at/publikationen/publikationssuche/publikationsdetail/?&pub\\_id=1531](http://www.umweltbundesamt.at/publikationen/publikationssuche/publikationsdetail/?&pub_id=1531)

Sprenger, U. 2008. La contaminación oculta. Semilla transgénica, bioseguridad e intervenciones de la sociedad civil en Costa Rica. Gen-Ethisches Netzwerk e.V. (GeN), Evangelischer Entwicklungsdienst e.V. (EED) y Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL). San José, Costa Rica. 40 p. También en: [www.rap-al.org/index.php?seccion=3&f=edicion.php&id\\_publicacion=7&id\\_edicion=143](http://www.rap-al.org/index.php?seccion=3&f=edicion.php&id_publicacion=7&id_edicion=143)

Suzuki, D.; Knudtson, P. 1991. *Genética*.

*Conflictos entre la ingeniería genética y los valores humanos.* Tecnos: Madrid, España. 338 p.

Tappeser, B.; Jäger, M.; Eckelkamp, C. 2002. *Survival, persistence, transfer. An update on current knowledge on GMOs and the fate of their recombinant DNA.* Third World Network (TWN). TWN Biotechnology & Biosafety Series 3. Penang, Malaysia. 44 p.

Trejos C., L.N. 2002. *Biotecnología y derechos del consumidor (énfasis en alimentos transgénicos).* Tesis de Licenciatura en Derecho. Facultad de Derecho de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 215 p.

Trejos C., L.N. 2008. Derechos de los consumidores costarricenses frente a los alimentos transgénicos. *Revista Parlamentaria* 16(2): 233-277.