

Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. La Habana.

ANÁLISIS DE RIESGO DE LOS PRODUCTOS BIOTECNOLÓGICOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

Lázaro Núñez Cárdenas¹.

RESUMEN

Mucho ha sido el flujo de desinformación sobre el uso de la Biotecnología y las tecnologías del ADN recombinante, como resultado de la influencia de los intereses de las compañías comercializadoras, los criterios ambientalistas y, sobre todo, la falta de conocimiento al respecto. Sin embargo, todo proceso de comercialización de un nuevo producto obtenido con estas tecnologías conlleva la aprobación del mismo para el uso y consumo seguros por el ser humano. Este proceso implica la superación de pruebas toxicológicas, ambientales y de inocuidad, así como el análisis nutricional del mismo, entre otras. En el caso referido a un producto o alimento genéticamente modificado, tiene que existir, además, una garantía que ha pasado de manera satisfactoria todas las pruebas realizadas respecto de su contraparte no transgénico; así como demostrar también que los cultivos transgénicos obtenidos son “sustancialmente equivalentes” a los cultivos tradicionales. En el presente trabajo se exponen, brevemente, las normativas y directrices orientadas a controlar el posible riesgo de los compuestos genéticamente modificados usados como alimentos para la salud humana y su interacción con el medio-ambiente. *Núñez Cárdenas L.* Análisis de riesgo de los productos biotecnológicos genéticamente modificados. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 2012; 22(1):104-112. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.

Descriptor DeCS: Organismos genéticamente modificados / Productos transgénicos / Inocuidad.

¹ Máster en Ciencias. Jefe del Proyecto “Detección de Organismos Genéticamente Modificados en alimentos”. Presidente del Comité Técnico Nacional CTN-91 de “Alimentos obtenidos por medios biotecnológicos”.

Recibido: 12 de Enero del 2012. Aceptado: 18 de Abril del 2012.

Lázaro Núñez Cárdenas. Departamento de Química y Toxicología. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Calzada de Infanta # 1158 e/t Infanta y Llinás. La Habana 10300. Cuba.

Correo electrónico: lanuca35@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una de las alternativas llevadas a cabo para la eliminación del hambre en el mundo es el empleo de la ciencia a favor de lograr un aumento en la producción global de alimentos. En este caso se puede citar el uso de la ingeniería genética para la obtención de “alimentos genéticamente modificados” o también denominados “transgénicos”. La tecnología usada para ello se basa en la inserción del material genético extraído de organismos vivos en otros de diferentes especies mediante las técnicas del ADN recombinante; lo cual permite obtener plantas que muestran una mayor resistencia a las plagas, al empleo de sustancias químicas y/o a los cambios climáticos; u obtener especies animales mejoradas genéticamente.¹⁻³ La tecnología transgénica también puede ser utilizada para modificar la composición nutricional de un alimento respecto de su contraparte natural, no transgénica, en términos de carbohidratos, aceites, proteínas, micronutrientes y otras sustancias. De esta manera, se puede realzar la calidad nutritiva de numerosos productos, por un lado; mientras que por el otro; hace posible que las personas alérgicas (o enfermas) puedan tener acceso a alimentos cuyo consumo tenían antes limitado, debido a la intolerancia hacia diversas proteínas presentes en el maní, soya, arroz, y otros cereales.³⁻⁷

Sin embargo, la introducción de un nuevo gen dentro de una célula puede alterar el equilibrio metabólico celular, y generar nuevos compuestos que resulten alergénicos, tóxicos, o que modificarían negativamente el contenido nutritivo del alimento genéticamente modificado.⁸⁻⁹ Asimismo, la información genética introducida en las especies transgénicas puede migrar e instalarse en otros organismos con la (potencial) posibilidad de causar efectos

negativos en especies que no constituyen blanco de la modificación genética. Esto puede provocar la aparición de otros efectos “no deseados”, tales como bacterias que pueden hacerse resistentes a la acción de los antibióticos, las que inicialmente fueron utilizadas en los procesos de selección de los transgénicos, y cuyo uso ha sido prohibido desde finales del año 2004.¹⁰ También se podrían generar nuevas plagas resistentes a los mismos insecticidas y/o herbicidas contra los cuales se dirige la transformación genética; o podría ocurrir el flujo de intercambio de genes entre las especies transgénicas y las contrapartes no modificadas;⁹⁻¹¹ por mencionar solo algunos de tales riesgos.

Además, existen serias preocupaciones sobre las consideraciones éticas implícitas en la trasgresión de los límites de la evolución natural de las especies, y el posible impacto de los productos transgénicos sobre el medio-ambiente y la salud humana, las que se han recogido en el “Convenio sobre la Diversidad Biológica” y el “Protocolo de Cartagena”. Estos documentos, suscritos por más de 150 países hasta la fecha, reconocen los posibles riesgos potenciales que son inherentes a la aparición de los organismos modificados genéticamente o transgénicos, para la salud humana y la biodiversidad.^{4,6}

Evaluación del riesgo del consumo de los organismos genéticamente modificados para la salud humana

Muchas han sido las directrices avanzadas para el análisis de la composición química, y la determinación de los posibles riesgos sobre el consumo, de los productos genéticamente modificados. Éstas cubren los alimentos obtenidos a partir del empleo de plantas y microorganismos transgénicos, así como los que provienen de ADN recombinante. Cada una de estas directivas

presenta diversas peculiaridades, definidas por la naturaleza de origen. Sin embargo, todas ellas muestran como centro común la evaluación del riesgo del nuevo producto. Asimismo, estas directivas establecen que, independientemente de otras especificaciones, se debe garantizar la inocuidad del “nuevo” alimento destinado al consumo animal o humano.

La evaluación de riesgos en los productos alimenticios “incluye una evaluación de la inocuidad, que tiene por objeto determinar si existe algún peligro o preocupación nutricional, o de otra índole, en cuanto a la inocuidad y, en caso afirmativo, reunir información sobre su carácter y gravedad”.¹⁵ Este tipo de análisis se caracteriza por evaluar un alimento completo, o un componente del mismo, en relación con el homólogo convencional apropiado, y se centra en la determinación de las similitudes y las diferencias entre ambos. Para ello, se tienen en consideración tanto los efectos intencionales como los no intencionales; se identifican los peligros nuevos o alterados, junto con los cambios de interés para la salud humana que se producen en los nutrientes claves.¹⁶ Todas estas directrices se encuentran recogidas en el *Codex Alimentarius* (que traducido del latín sería el “Código de los Alimentos”): documento que tiene la función de reunir en un compendio las normas alimentarias aceptadas internacionalmente, y presentarlas de modo uniforme.¹⁶

Para muchos productos alimenticios el grado de inocuidad aceptado generalmente por la sociedad, está dado por el historial de “consumo seguro” de los alimentos a lo largo de los años, e incluye las precauciones tomadas durante las etapas de crecimiento, producción primaria, elaboración, almacenamiento, manipulación y preparación. Además, el análisis de riesgos de estos productos también considera los peligros químicos como, por ejemplo, los

residuos de plaguicidas, contaminantes, aditivos alimentarios y coadyuvantes en la elaboración de los mismos.¹⁶

En el caso de los alimentos derivados de una planta genéticamente modificada, el *Codex Alimentarius* regula estrictamente los requisitos que deben ser tomados en cuenta para evaluar la inocuidad de los mismos, y que son la descripción de la planta que incorpora ADN recombinante, la descripción de la planta base y su utilización como alimento, la descripción del(los) organismo(s) donante(s), la descripción y caracterización de la modificación genética, y la evaluación de la inocuidad.

Para satisfacer el apartado “Descripción de la planta de ADN recombinante”, se deberá proporcionar toda la información sobre la nueva planta transgénica cuya inocuidad se desea evaluar. Se identificará el cultivo, la transformación que debe examinarse; así como el tipo y la finalidad de la modificación.¹⁶⁻¹⁷

Respecto a la “Descripción de la planta base y de su utilización como alimento”, debe incluirse el nombre común o habitual de la planta, el nombre científico y la clasificación taxonómica de la misma. También se declarará la historia del cultivo y su evolución a través del fitomejoramiento, identificando en particular aquellos rasgos que pueden tener efectos nocivos para la salud humana. Además se incluirá información sobre el genotipo y fenotipo de la planta base que pueda guardar relación con su inocuidad, incluida toda toxicidad o alergenidad que se conozca.¹⁶⁻¹⁷

En el apartado “Descripción del o los organismo(s) donante(s)” se debe declarar el nombre habitual (común) del organismo donante, el nombre científico, y la clasificación taxonómica; así como la información sobre su evolución respecto a la inocuidad de alimentos; y el contenido de toxinas, antinutrientes y alérgenos naturales.

Si se trata de microorganismos, debe brindarse información adicional sobre la patogenicidad de los mismos, y las relaciones con agentes patógenos conocidos; así como (si existe) sobre el uso pasado y actual de ellos en el suministro alimentario, y otras vías de exposición, distintas del uso previsto, tales como la posible presencia como contaminantes.¹⁶⁻¹⁷

De igual forma, para cumplimentar la “Descripción de la modificación genética”, se debe aportar información sobre el método específico que se ha utilizado para la transformación del organismo, como podría ser la mediada por *Agrobacterium*; si procede, se debe incluir también información sobre el ADN utilizado para modificar la planta y los plásmidos auxiliares, entre otros; la fuente de origen vegetal, microbiano, vírico o sintético; la identidad y la función esperada en la planta y los organismos que actúan como huéspedes intermedios, utilizados para producir o elaborar el ADN destinado a la transformación del organismo base, como las bacterias.¹⁶⁻¹⁷ Además, deberá proporcionarse información sobre el ADN que se introduce, como los componentes genéticos (incluidos los genes marcadores, agentes reguladores y otros elementos que influyen en la función del ADN); la localización y orientación de la secuencia en el vector/construcción final; y el tamaño, la identidad y la función.¹⁶⁻¹⁷

Con la inclusión del apartado “Caracterización de las modificaciones genéticas” el *Codex Alimentarius* persigue regular la obtención de información sobre la inserción de ADN en el genoma de la planta; así como la caracterización y descripción de los materiales genéticos insertados y el número de copias; junto con datos suficientes sobre las secuencias del gen y la región circundante, lo cual permitiría la identificación de cualquier sustancia expresada como consecuencia de la

inserción. También se incluirían otros datos sobre los productos de la transcripción o la expresión genética que sirvan para identificar cualquier producto nuevo que pudiera estar presente en el alimento, y los marcos de lectura abierta dentro del nuevo ADN originado por las inserciones de ADN genómico contiguo a la planta.¹⁶⁻¹⁷ Además, el apartado establece que se deberá proporcionar información sobre todas las sustancias que se hayan expresado en la planta transgénica, con particular atención a los productos génicos: características, cantidad y función de los mismos (por ejemplo: una proteína o un ARN no transcrito); la descripción fenotípica de los nuevos rasgos; el nivel y lugar de expresión en la planta de los productos génicos expresados; y las concentraciones de los metabolitos en la planta, en especial en las partes comestibles.¹⁶⁻¹⁷

Por último, con la “Evaluación de la inocuidad” se orienta evaluar el alimento biotecnológico (ya sea en su totalidad o un componente del mismo) en relación con el homólogo convencional, tomando para ello aspectos tales como aquellas sustancias expresadas que sean diferentes a los ácidos nucleicos; el análisis de los componentes esenciales; la evaluación de los metabolitos; la elaboración del alimento; y la modificación nutricional; entre otras consideraciones.¹⁶⁻¹⁷ Todo este proceso de evaluación de la inocuidad del producto u alimento transgénico permitirá a los encargados de la gestión de riesgo de los alimentos biotecnológicos determinar, si es necesario (o no), adoptar medidas para destinar el alimento transgénico al consumo humano o animal; para lo cual es imprescindible que exista una garantía de que él mismo ha pasado de manera satisfactoria todas las pruebas realizadas respecto de su contraparte no transgénico, y demostrar que los cultivos transgénicos son “sustancialmente equivalentes” a los

cultivos tradicionales.^{16,18} El concepto de “equivalencia sustancial” se emplea para determinar analogías y diferencias entre el alimento nuevo y el producto homólogo convencional; ayuda a identificar los posibles problemas nutricionales y de inocuidad inherentes en el uso y consumo del producto transgénico; y se considera la estrategia más apropiada disponible, hasta la fecha, para evaluar la inocuidad de los alimentos derivados de plantas con ADN recombinante.^{16,18} Además, el concepto de “equivalencia sustancial” constituye el punto de partida adoptado para organizar la evaluación de la inocuidad de un alimento nuevo en relación con su homólogo convencional.

Evaluación de la alergenicidad de la nueva proteína expresada

Si se tiene en cuenta que en muchas ocasiones el producto de las modificaciones transgénicas realizadas, puede estar presente en toda la planta o en una parte de ella, o puede depender del período estacional de la planta (por lo cual puede estar presente -o no- en el alimento final), se debe evaluar la posibilidad de que causen reacciones alérgicas en personas hipersensibles a las mismas.^{16,18} Uno de los primeros pasos para determinar la posible alergenicidad de la nueva proteína expresada consiste en analizar la homología de la secuencia de aminoácidos de la fuente de origen. Esto permite determinar, tras la conducción de algoritmos de búsqueda en bases de datos bioinformáticas tales como “Protein Families” (reconocido por el acrónimo PFAM, “Basic Local Alignment Search Tool” (BLAST), o “Protein Data Bank” (PDB), cualquier tipo de semejanza estructural de hasta un 35% de identidad en un segmento de 80 (o más) aminoácidos entre la secuencia de aminoácidos de la proteína expresada y aquella con alérgenos

conocidos sobre los que hay evidencias razonables de alergia medidas por IgE, sea la alergia oral, respiratoria, o por contacto.¹⁹ Este análisis de similitud también toma en cuenta la búsqueda progresiva de segmentos contiguos idénticos de aminoácidos, a fin de identificar secuencias que puedan representar epítomos lineales, los cuales deben ser menores de 6 aminoácidos linealmente consecutivos, entre la proteína de alergenicidad conocida y la comparada. Además, mediante este análisis también se determinan las propiedades estructurales de la proteína recombinante, dadas por la susceptibilidad a la degradación enzimática, la estabilidad térmica y la actividad biológica *in vitro* después de tratamiento ácido y degradación enzimática, entre otros.¹⁷⁻¹⁹ La ausencia de homología de secuencias indica que la nueva proteína expresada no es un alérgeno conocido, y que es poco probable que tenga una reacción cruzada con otros alérgenos ya identificados.¹⁷⁻¹⁹

Para aquellas proteínas que se originan de una fuente que se sabe que es alérgica, o tiene una homología de secuencia con un alérgeno conocido, se deben realizar ensayos inmunológicos a partir de sueros disponibles de individuos que padecen de una alergia (especificada y clínicamente validada) ante la fuente de la proteína. Estos ensayos pueden ser utilizados para demostrar la unión específica de la proteína *in vitro* a los anticuerpos del tipo IgE.¹⁷⁻¹⁹ Según el *Codex Alimentarius*, se requieren como mínimo 8 sueros pertinentes para obtener un 99% de certeza de que la nueva proteína no es un alérgeno, en el caso de alérgenos mayores. Igualmente, se requiere un mínimo de 24 sueros pertinentes para lograr el mismo nivel de certeza en el caso de los alérgenos menores.¹⁷⁻¹⁹

Efectos potenciales de los productos transgénicos sobre la salud humana por la transferencia horizontal de genes

Los experimentos recientes han demostrado que no todos los alimentos ingeridos por los seres humanos se degradan por completo durante la digestión, por lo que podrían hallarse pequeños fragmentos de ADN provenientes de alimentos genéticamente modificados en diferentes áreas del tracto gastrointestinal. Es por este motivo que se ha considerado que el efecto potencial del producto transgénico sobre el tracto gastrointestinal sea parte de la evaluación de riesgos de los alimentos genéticamente modificados.^{17, 19}

Efectos potenciales de los productos transgénicos sobre la salud humana a través del impacto ambiental

Los resultados de investigaciones sobre impacto ambiental sugieren que las prácticas agrícolas pueden tener efectos tanto directos como indirectos sobre la salud y el desarrollo socioeconómico. Los peligros pueden presentar diversas formas, sean éstas enteramente naturales en su origen, o derivados de las actividades e intervenciones humanas.¹⁷⁻¹⁹

Los peligros potenciales para el ambiente y la salud debidos a la liberación de OGM al medio-ambiente han sido discutidos en sendos informes de la OMS Organización Mundial para la Salud y la Agencia Italiana para la Protección del Medio Ambiente. En ellos, los efectos de los OGM sobre la salud se han analizado “como un índice integrador de sostenibilidad ecológica y social”.¹⁵⁻¹⁷

El cruzamiento lejano de plantas genéticamente modificadas con cultivos tradicionales, o sus parientes silvestres; así como la contaminación de los cultivos convencionales con material genéticamente

modificado, pueden tener efectos indirectos sobre la inocuidad y la seguridad alimentarias debido a la contaminación de los recursos genéticos. Es importante tener en cuenta que en muchos casos el cruzamiento lejano y la contaminación de los cultivos dependen de las características de la polinización de la planta y la distribución del polen, al igual que de la distribución de las semillas de la planta en cuestión. Un ejemplo de esto lo constituyó el uso en los EEUU del maíz “StarLink” genéticamente modificado, que no fue aprobado como alimento; pero que de manera no intencional comenzó a aparecer en productos alimenticios elaborados con este cereal. Este incidente demostró la gravedad del problema de la contaminación genética, y remarcó la posibilidad latente de impactos no deseados sobre la salud y la seguridad humanas.²⁰⁻²² En este caso particular, no se pudo lograr la segregación completa de las variedades genéticamente modificadas no destinadas al uso alimentario humano, de otras variedades del mismo tipo de cultivo.

Actualmente se discuten mejores métodos moleculares para la contención de los transgenes. También se han adoptado nuevas medidas en el manejo de los cultivos como la observación de distancias de aislamiento, la construcción de zonas amortiguadoras, el establecimiento de barreras de polen, la rotación de cultivos, y la disposición de los mismos para los distintos períodos de floración; así como el establecimiento de mejores políticas para el control de la cosecha, el almacenamiento, el transporte y el procesamiento de los alimentos genéticamente modificados.¹⁹⁻²²

Respecto de la posibilidad de que los animales genéticamente modificados ingresen al medio-ambiente, y permanezcan en él, ésta variará según los sistemas de producción, las características de las modificaciones genéticas introducidas, y el

intercambio con el entorno receptor. Un ejemplo de ello es la diseminación y permanencia en el medio-ambiente de peces, mariscos y aves de corral genéticamente modificados, entre otras especies; lo cual puede ser una vía indirecta de entrada de productos genéticamente modificados en el suministro alimentario humano, debido a especímenes (o sus descendientes) que escaparon del entorno en el que fueron liberados y que posteriormente fueron capturados mediante actividades de caza/pesca; e incluso mediante el cruzamiento genético de éstas con sus contrapartes no transgénicas.^{15,19-22}

CONCLUSIONES

Hasta el momento en que se redacta este ensayo, no han sido suficientes los estudios científicos realizados sobre la inocuidad de los OGM y la interacción de estos productos con el medio-ambiente. También ha sido prácticamente imposible dar seguimiento a los casos de seres humanos alimentados con productos transgénicos, sobre todo en aquellos países en los que dichos alimentos no se etiquetan. Los alimentos genéticamente modificados que se comercializan actualmente a nivel mundial han sido objeto de numerosas evaluaciones químicas y análisis de riesgos, y hasta este momento, es improbable que presenten nuevos riesgos para la salud humana diferentes de los inherentes al uso/consumo de las contrapartes no transgénicas. Sin embargo, respecto del cruzamiento entre las especies genéticamente modificadas y las correspondientes contrapartes naturales, es imposible, por ahora, evaluar los riesgos potenciales derivados del cruzamiento lejano, o de la contaminación no espontánea entre las diferentes especies. Otro factor importante a tomar en cuenta es el derecho de los consumidores a conocer la verdad sobre la obtención y composición de los

productos que a ellos son destinados y, sobre todo, el derecho de los agricultores a utilizar, cuando lo estimen conveniente, las semillas que ofertan las grandes transnacionales, las cuales vetan este derecho, y los acusan, a su vez, de violación de las patentes de desarrollo y producción; por las que deben pagar enormes sumas de dinero.

SUMMARY

There has been an important flow of disinformation about the use of Biotechnology and DNA recombinant technology, as the result of the interests of manufacturing companies, criteria of environmentalist organizations, and above all, the lack of knowledge regarding this scientific area. However, every process for distributing a new product obtained with these technologies implies its approval for safe use and consumption by human beings. The process of approval of the "new" product goes through several toxicological, environmental, and safety tests, along with analysis of its nutritional composition, among others; which are required to pass. In the particular case of a genetically modified product or foodstuff, there has to exist also a safeguard that it has satisfactorily passed all the required tests when compared with its non-transgenic counterpart, as well as to show also that transgenic crops are "substantially equivalent" to the traditional ones. The present work presents, briefly, norms and directives aimed to control possible risk that genetically modified organisms used as foodstuffs might pose for human health, and their interaction with the environment. Núñez Cárdenas L. Risk analysis of genetically modified biotechnological products. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 2012;22(1):104-112. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.

Subject headings: Genetically Modified Organisms / Transgenic products / Food safety.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A look at the seed industry [base de datos en Internet]. Monsanto: 2008. Disponible en: <http://www.monsanto.com>. Fecha de última visita: 5 de Febrero del 2010.
2. China experiences adverse environment effects of GE cotton [página web en Internet]. Greenpeace. Disponible en: <http://archive.greenpeace.org/geneng/>. Fecha de última visita: 5 de Febrero del 2010.
3. Donald M, Morven M. Who's afraid? [página web en Internet]. Disponible en: <http://www.agbios.com/cstudies.php?book=ESA&ev=MON810>. Fecha de última visita: 5 de Enero del 2010.
4. Ammann K, Jacot Y, Kjellsson G. Methods for risk assessment of transgenic plants: Ecological risks and prospects of transgenic plants. Where do we go from here? [base de datos en Internet]. Birkhauser, Boston: 2008. Disponible en: <http://www.agbios.com/dbase.php>. Fecha de última visita: 24 de Enero del 2010.
5. Squart G. Gene flow in the environment- genetic pollution? [serie en Internet]. 2006. Disponible en: <http://www.agbios.com/cstudies.php?book=ESA&ev=MON810&chapter=Concepts&lang=EN>. Fecha de última visita: 1 de Octubre del 2010.
6. Charles D. Lords of the harvest: Biotech, big money, and the future of food [página web en Internet]. Perseus Books. London: 2009. Disponible en: <http://www.agbios.com/cstudies.php?book=ESA&ev=MON810> <http://www.biodiversidadla.org/article/articleview/3751/1/15>. Fecha de última visita: 2 de Febrero de 2010.
7. Committee on Genetically Modified Pest-Protected Plants. Genetically modified pest-protected plants: Science and regulation [serie en Internet]. Board on Agriculture and Natural Resources. National Research Council. National Academy Press. Washington DC: 2007. Disponible en: <http://www.agbios.com/cstudies.php?book=ESA&ev=MON810> <http://www.biodiversidadla.org/article/articleview/3751/1/15>. Fecha de última visita: 2 de Febrero del 2010.
8. Doerfler W. Foreign DNA in mammalian systems. Wiley-VCH. Weinheim, Germany: 2000. [serie en Internet]. Disponible en: <http://www.agbios.com/cstudies.php?book=ESA&ev=MON810> <http://www.biodiversidadla.org/article/articleview/3751/1/15>. Fecha de última visita: 2 de Febrero del 2010.
9. Grace E. Biotechnology unzipped. Joseph Henry Press. Washington DC: 2007. pp 1-4.
10. Galun E, Breiman A. Transgenic plants (with an appendix on intellectual properties and commercialization of transgenic plants by Barton J). Imperial College Press [base de datos en Internet]. London: 2007. Disponible en: <http://www.agbios.com/dbase.php>. Fecha de última visita: 1 de Noviembre del 2009.
11. Carmelo R. ABC de los Transgénicos [página web en Internet]. Disponible en: <http://archive.greenpeace.org/geneng/>. Fecha de última visita: 1 de Noviembre del 2009.
12. Kjellsson G, Simonsen V, Ammann K. Methods for risk assessment of transgenic plants. Pollination, gene-transfer, and population impacts [página web en Internet]. Birkhauser, Boston: 2007. Disponible en: <http://www.agbios.com/dbase.php>.

- Fecha de última visita: 24 de Enero del 2010.
13. Sujatha S, Edgard B. Impacts on US agriculture of biotechnology-derived crops planted in October 2004- An Update of Eleven Case Studies [página web en Internet]. Disponible en: <http://www.agbios.com/dbase.php>. Fecha de última visita: 1 de Enero del 2010.
 14. Luana M, Marlene K. O consumidor e o direito à informação frente às incertezas que envolvem os alimentos geneticamente modificados. São Paulo: 2009. 3(35).
 15. Lean M, Geoffrey T. Milho transgênico causa alteração o em rato. Folha de São Paulo. São Paulo: 2005. Folha Ciencia. pp A11.
 16. *Codex Alimentarius*. Alimentos obtenidos por medios biotecnológicos. Roma: 2003 [página web en Internet]. Disponible en: [http://www.cena.usp.br/apostilas/tsai/CEN5769%20Gen%C3%B4mica%20Funcional%20e%20Bioinform%C3%A1tica/Dia%207%20\(19%20abr\)/Pedro%20Bisnsfeld/CodexFoodsDerivedfromBiotech2004%5B1%5D.pdf](http://www.cena.usp.br/apostilas/tsai/CEN5769%20Gen%C3%B4mica%20Funcional%20e%20Bioinform%C3%A1tica/Dia%207%20(19%20abr)/Pedro%20Bisnsfeld/CodexFoodsDerivedfromBiotech2004%5B1%5D.pdf). Fecha de última visita: 4 de Febrero del 2011.
 17. *Codex Alimentarius*. Sobre los peligros potenciales para el ambiente y la salud debidos a la liberación de organismos genéticamente modificados al medio-ambiente [página web en Internet]. Roma: 2004. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/009/y5817s/y5817s00.htm>. Fecha de última visita: 4 de Febrero del 2011.
 18. Anónimo. Principales riesgos potenciales del uso de los microorganismos transgénicos [página web en Internet]. Disponible en: http://www.cursosparamedicos.com/newsite/pags/ac_cient/monos/microorganismos.pdf. Fecha de última visita: 4 de Febrero del 2011.
 19. Anónimo. Biotecnología moderna de los alimentos, salud y desarrollo humano: estudio basado en las evidencias [página web en Internet]. Disponible en: http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotech_sp.pdf. Fecha de última visita: 4 de Febrero del 2011.
 20. Transgénicos nos amenazan en mercados. El Nuevo Diario [página web en Internet]. Managua, Nicaragua: 2001. Disponible en: <http://archivo.elnuevodiario.com.ni/2001/febrero/24-2001/nacional/nacional7.html>. Fecha de última visita: 4 de Febrero del 2011.
 21. Starlink y otros transgénicos prohibidos son enviados a América Latina como ayuda [página web en Internet]. Buenos Aires, República Argentina: 2002. Disponible en: <http://argentina.indymedia.org/news/2002/06/30602.php>. Fecha de última visita: 4 de Febrero del 2011.
 22. Maíz, contaminación transgénica y resistencia [página web en Internet]. Disponible en: http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Transgenicos/Maiz_contaminacion_transgenica_y_resistencia.htm. Fecha de última visita: 4 de Febrero del 2011.