

Consumo y regulación de alimentos transgénicos contaminados con Glifosato y su repercusión en la salud

Consumption and regulation of transgenic foods contaminated with Glyphosate and its impact on health

Nathalya Loriths Peña Ahues¹, Flor de María Gutiérrez Cárcamo¹, Grecia María Alvayero Henríquez¹, René Isaías González Batarse¹, Ernesto Antonio Garzona Jiménez¹

¹ Estudiantes de 6° año de la carrera de medicina Universidad Dr. José Matías Delgado

Resumen

Introducción: Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), los alimentos transgénicos son aquellos obtenidos a partir de un organismo modificado por ingeniería genética al cual se le ha incorporado genes de otras especies. Esta modificación conlleva a la acumulación de glifosato, herbicida que ocasiona daño en el cuerpo, siendo importante identificar las repercusiones de salud vinculados al consumo de alimentos transgénicos contaminados con este y su regulación en el mercado mundial. **Materiales y métodos:** Se realizó revisión bibliográfica en las bases de datos HINARI, PubMed, Cochrane y SciELO de artículos de revisión, originales y publicaciones especializadas en el tema, no mayor de 10 años, en español e inglés realizados en E.E.U.U, Latinoamérica y Europa.

Conclusión: El glifosato es el herbicida de amplio espectro más utilizado en el mundo; por consiguiente, los cultivos al ser modificados para resistir su aplicación, actúan sobre la vía del ácido shiquímico e inhibe la CYP450, provocando toxicidad en humanos, siendo importante el etiquetado con información veraz e independiente para el control de estos alimentos. Casi ninguna organización en el mundo tiene una tarea más importante que la OMS. La exposición a esta sustancia se ha relacionado con el cáncer en humanos y con la degradación de ecosistemas, lo que debería motivar más preocupación sobre el tema por parte de esta organización y sobre todo por parte de los estados miembros de la OMS.

Palabras clave:

Alimentos transgénicos, glifosato, herbicidas, regulación, riesgos en la salud y seguridad alimentaria.

Abstract

Introduction: according to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), transgenic foods are those derived from a genetically engineered organism to which genes from other species have been incorporated. This modification leads to the accumulation of glyphosate, an herbicide that causes damage to the body and it is important to identify the health impacts associated with the consumption of transgenic food contaminated with this and its regulation in the global market.

Materials and Methods: Examine original and specialized publications on the subject on the data bases: HINARI, PubMed, Cochrane and SciELO, original and specialized publications on the subject, no older than 10 years in both idioms Spanish and English, conducted in the US, Latin America and Europe.

Conclusion: Glyphosate is the most widely used herbicide in the world; therefore, the crops being modified to resist it application, act on the shikimic acid pathway and inhibits CYP450, provoking toxicity in humans. The labeling with truthful and independent information for the control of these foods. Almost no organization in the world has a more important task than WHO. The exposure to this substance has been linked to cancer in humans in the ecosystem degradation, which should motivate more concern on the subject by this organization and especially by the member states of WHO.

Keywords:

Transgenic food, glyphosate, herbicides, regulation, health risks and food security

Correspondencia a:

Nathalya Loriths Peña Ahues

E-Mail:

loriths_28@hotmail.com
(+503) 2252-6418 / 78904779

Recibido:

21 de febrero de 2017

Aceptado:

22 de abril de 2017

Publicado:

11 de junio de 2017

scientifica.umsa.bo

INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los alimentos transgénicos u organismos genéticamente modificados (OGM) son aquellos alterados artificialmente en su material genético al insertar genes seleccionados de otras entidades de la misma o diferente especie¹, utilizando tecnología de ADN recombinante² "Ingeniería genética" a través de distintos métodos, cuyo fin es obtener características específicas^{2,3}.

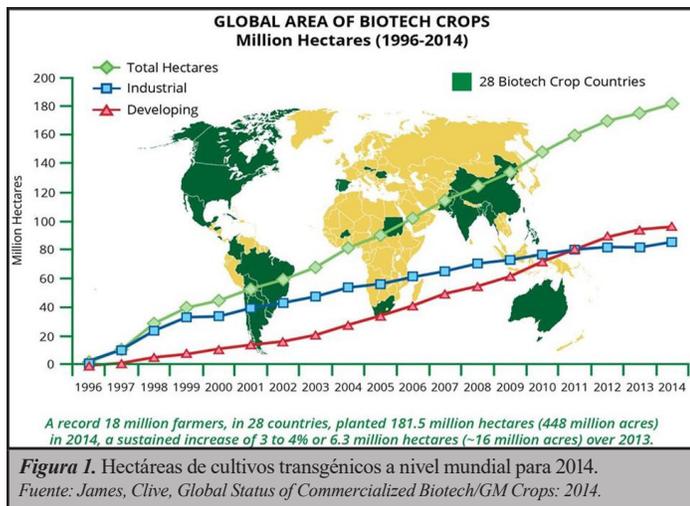
Así mismo la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO) lo define como: Alimento obtenido a partir de un organismo modificado por ingeniería genética o alimento al cual se le ha incorporado genes de otras especies, para producir una característica deseada, como aumentar su vida útil, hacerlo más resistente a plagas, reducir o aumentar su contenido en algún nutriente, etc⁴.

Fuentes de Financiamento
Autofinanciado

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la realización de este manuscrito.

En 1989 se realizaron pruebas de campo con soya transgénica, pero no es hasta 1994 que la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) autorizó la comercialización del primer alimento modificado, el tomate con lenta maduración⁵. Para 2014 los cultivos de transgénicos aumentaron a 181,5 millones de hectáreas mundialmente⁶, siendo los principales: maíz, soja, tomate, arroz, papas, fresas, etc. (Figura 1)



La recombinación genética puede generar cambios en los genes del alimento que conlleven a efectos negativos contra la salud como el desarrollo de alergias⁷, resistencia a antibióticos y acumulación de residuos tóxicos (herbicidas)^{8,9}.

Este último, es el efecto negativo más preocupante y estudiado actualmente debido a que el 85 % de los cultivos transgénicos a nivel mundial son resistentes al herbicida glifosato¹⁰, el cual tiene la propiedad de eliminar todo tipo de plaga sin ocasionarle ningún daño a los cultivos, debido a la modificación genética.

El glifosato inhibe a la enzima citocromo CYP450, importante en la desintoxicación de xenobióticos, ocasionando efectos de desarrollo lento como la inflamación, que daña los sistemas celulares en todo el cuerpo debido a la acumulación de residuos químicos y tóxicos, que pueden ocasionar el desarrollo de enfermedades crónicas como depresión, cardiopatías, autismo, infertilidad, cáncer, Alzheimer, etc.^{12,13}. Este daño celular vinculado al consumo de alimentos transgénicos, además de repercutir en la salud, se relaciona con la debilidad en los sistemas que regulan la bioseguridad alimentaria de las sociedades y falta de criterio científico en el establecimiento de políticas de salud^{14,15}. La exposición a esta sustancia se ha relacionado además con la preocupante y creciente degradación de ecosistemas, por lo que es importante identificar las repercusiones en la salud vinculadas al consumo de alimentos transgénicos contaminados con glifosato, su impacto en el ecosistema y si la regulación en el mercado mundial es suficientemente rigurosa.

Origen y clasificación de los alimentos transgénicos

La investigación en el campo de la genética tomó un rumbo importante desde 1953 con el descubrimiento de la doble hélice del ADN que Watson y Crick lograron descifrar y en 1972 se realizaron una serie de experimentos en Estados Unidos en los cuales se logró cortar un fragmento de ADN de una especie e integrarlo en la secuencia genética de otro¹⁶.

A raíz de estos experimentos en 1973, científicos norteamericanos incursionan en el mundo de la transferencia de genes de una bacteria a otra de distinta especie, pero hasta 1983 se crea la primera planta transgénica

obtenida del tabaco, resistente al antibiótico Kanamicina. Años después en 1994 se empieza a comercializar en Estados Unidos los primeros alimentos genéticamente modificados, los tomates de lenta maduración, soya y maíz¹⁷.

En 1996 se logran cultivar en países como Canadá y Argentina, pero es hasta 2001 que Estados Unidos y China se suman con una impresionante cifra de 52 600 000 hectáreas ocupadas por transgénicos. Para 2009 la cifra de cultivos llegó a 134 millones de hectáreas en 25 naciones², siendo los principales alimentos producidos actualmente la soya (60 %), maíz (24 %), algodón (11 %) y canola (5 %)¹⁸.

Según Fonseca, para 2007 estos transgénicos declarados en un principio como una solución a la gran escasez alimentaria en el mundo, muestran los casos más complejos de manipulación de especies, abriendo posibilidades de desarrollar alimentos más baratos y “saludables” que podrían combatir la malnutrición¹⁹.

Estos alimentos genéticamente modificados se pueden obtener utilizando diferentes métodos aplicados por la ingeniería genética²:

1. Virus genéticamente modificados: Este organismo transfiere genes de interés a su vez que insertan su genoma en el DNA celular para la replicación, logrando que se dé la expresión de los genes foráneos.

2. Agrobacterium tumefaciens: Consiste en obtener una cepa recombinante de esta bacteria, induciendo la formación de tumores dando como resultado células modificadas por la interacción las cuales se conglomeran y aíslan para formar un organismo transgénico.

3. Uso de protoplastos: Se aíslan las células vegetales que se han liberado de la pared celular, de esta manera se elimina la barrera principal para introducir los genes foráneos y formar el transgénico.

4. La biobalística: Bombardea las células con partículas metálicas microscópicas recubiertas con el ADN que se desea introducir en el organismo. Esta técnica al tener un componente aleatorio, trae resultados impredecibles y aumento de mutaciones celulares.

Estos procesos traen consigo consecuencias fisiológicas y bioquímicas al organismo humano por mayor transferencia de genes de lo planeado. Un riesgo importante medio-ambiental y sanitario acerca de los transgénicos es que, una vez cultivadas las semillas aparezcan híbridos entre las plantas modificadas y las que no, pero de la misma especie, resultando que esos cultivos incorporasen características no deseadas¹⁷.

Dado los diferentes enfoques o características que cada alimento transgénico obtiene en su estudio o manipulación, se pueden dividir en 3 generaciones¹:

- Primera: Enfocada en la obtención de alimentos que son resistentes a la aplicación de herbicidas para evitar su pérdida debido a plagas sin ser dañados.
- Segunda: Propone una reducción del gasto de energía para el procesamiento del alimento como el caso del tomate de lenta maduración.
- Tercera: Enfocada en cultivos mejorados que aseguran beneficiará la salud de los consumidores.

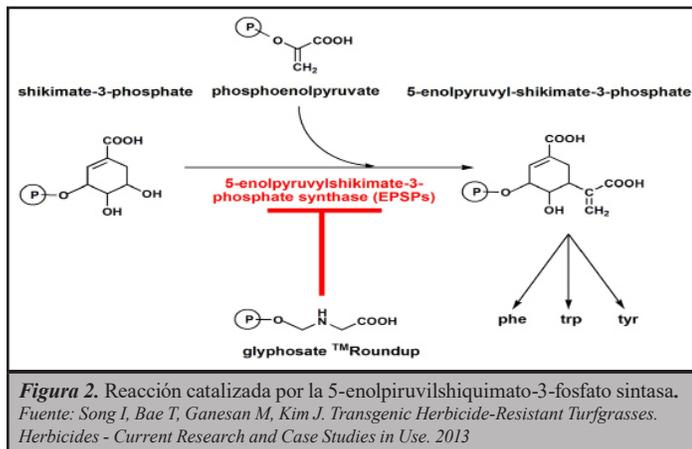
Actualmente los alimentos de la primera generación son los más estudiados debido a su alta producción a nivel mundial¹².

Alimentos transgénicos contaminados con glifosato y sus efectos en la salud

El glifosato se considera un herbicida sistémico de amplio espectro, debido a que se propaga a lo largo de la planta, desde las hojas a las raíces o viceversa.

El 80 % de los cultivos modificados genéticamente, particularmente de maíz, soya, canola, algodón y remolacha, están dirigidos específicamente a la introducción de genes resistentes al glifosato¹², permitiendo eliminar malezas sin dañar el crecimiento de los cultivos.

El mecanismo de acción del glifosato se basa en inhibir la enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintasa (EPSPS), que es la penúltima enzima en la síntesis de aminoácidos aromáticos en la ruta del ácido shiquímico (**Figura 2**), impidiendo la formación de triptófano, tirosina y fenilalanina²⁰. Se presume que éste no es dañino para los seres humanos debido a que ésta vía metabólica está ausente en ellos. Sin embargo, está presente en las bacterias del intestino, que desempeñan un papel importante en la digestión, síntesis de vitaminas, metabolismo de xenobióticos, homeostasis del sistema inmune y la permeabilidad de tracto gastrointestinal²¹.



Los residuos que se encuentran en diversos alimentos, disminuyen los niveles de citocromo P450²² en un 45 a 54 % luego de una exposición de 90 días, según el estudio realizado por Larsen²³, las cuales metabolizan sustancias tanto endógenas como exógenas.

Ambos efectos actúan sinérgicamente para el desarrollo de diversas patologías, incluyendo trastornos gastrointestinales, diabetes, depresión, autismo, infertilidad, cáncer (considerada por la OMS como sustancia probablemente carcinógena para humanos) y Alzheimer¹; cuya aparición se relaciona al tiempo de exposición.

Exposiciones prolongadas se asocian a infertilidad, al inducir modificaciones a nivel endometrial aumentando el número de células del estroma y disminuyendo los valores séricos de progesterona (Serpa et al.)²⁴. El estudio en ratas de Séralini se realizó en un periodo de dos años, utilizando dosis hasta 1500 veces inferior a las comerciales resultando en malformaciones y alteraciones neuronales y cardíacas en embriones²⁵, así como la muerte de células germinales y testiculares. Mesnage y colaboradores describen alteraciones en la expresión génica consistentes con la fibrosis, necrosis, fosfolipidosis, disfunción de la membrana mitocondrial e isquemia de tejido hepático y renal en un estudio similar²⁶.

Además, se ha encontrado la producción de necrosis y apoptosis en células de la placenta humana, del embrión y del cordón umbilical al igual que de tejidos endocrinos, daños al ADN y a órganos que participan en la desintoxicación del organismo²⁷.

Otra de las enzimas inhibidas es la aromatasas²⁸. Ésta convierte la testosterona en estrógeno, por lo que altera el balance de testosterona-estrógeno, fundamental para el funcionamiento normal del organismo. Debido a su acción como disruptor endocrino puede imitar al estrógeno uniéndose a sus receptores, por lo que tiene la capacidad de acelerar el crecimiento de células de cáncer de mama en cultivo de tejidos^{11, 29}.

Recientemente, los científicos han encontrado restos del peligroso químico glifosato en la orina de casi una de cada dos personas³⁰.

Alimentos transgénicos contaminados con glifosato versus alimentos orgánicos

La inserción de ADN extraño en el genoma de un organismo implica responsabilidades en su elaboración, ya que una posición no deseada puede potenciar, silenciar o perturbar los procesos de producción de proteínas e incluso activar otros genes que alteren las vías metabólicas importantes para la planta, como es el caso de los alimentos transgénicos resistentes al glifosato³¹.

El aumento del uso de este herbicida asociado a los cultivos transgénicos y su manipulación genética contribuyen a incrementar los residuos de esta sustancia y evitar la muerte de la planta por tolerabilidad. Según un estudio realizado en Australia, la soja RR (resistente a glifosato) contenía 200 veces más residuos del herbicida que la soja convencional³².

La transformación de estos cultivos puede potenciar la producción de sustancias que están en pequeñas cantidades en los cultivos orgánicos y las cuales son saludables como las vitaminas y minerales, pero en dosis mayores a las habituales causan efectos tóxicos. En la soja RR se ha detectado alteraciones del nivel de fitoestrógenos producidos naturalmente por la planta; sin embargo, no se tuvo en cuenta en la evaluación de seguridad del proceso de autorización de este alimento³³. Así mismo se puede dar una pérdida de las cualidades nutritivas del alimento, al disminuir ciertos compuestos o aparecer sustancias anti-nutritivas que impidan su absorción correcta³⁴.

Regulación de los alimentos transgénicos en el mercado mundial

Desde la creación de los OGM y su introducción al mercado, se han establecidos numerosos documentos sobre su regulación. Se creó la directiva de los estados europeos en 1990 en la cual se establecían las normas de vigilancia y control que velaban por la seguridad del ser humano y el medio ambiente en relación a los nuevos productos. El primer documento que existe sobre tratados internacionales en materia de regulación de transgénicos fue el protocolo sobre bioseguridad establecido en Colombia en febrero de 1999 y firmado por ministros del medio ambiente de más de 170 países³⁶, en el cual se establecen parámetros para la producción y comercialización de estos productos basándose en normas de bioseguridad.

Este primer tratado internacional se estableció como el “Protocolo de Cartagena de Indias”, enfocado en el movimiento transfronterizo de OGM y promueve la seguridad de la biotecnología al establecer normas y procedimientos que permiten la transferencia segura, la manipulación y su uso. El 28 de enero del 2000 se adoptó en Montreal, Canadá³⁷. Existen en la actualidad dos mecanismos por los cuales se pretende regular la presencia de los organismos genéticamente modificados: la trazabilidad y el etiquetado.

La trazabilidad consiste en la capacidad de seguir el rastro de los OGM y sus derivados generados a lo largo de las cadenas de producción y distribución en todas las fases de su comercialización³⁸. Permite transmitir y almacenar información respecto al producto en cada entrega u operación que se realice con él. Esta información será en cada caso la que se requiera según el tipo de producto³⁹.

Esto conlleva a una transparencia en cada uno de los puntos de la cadena de producción y comercialización, la implementación de medidas de seguridad más adecuadas, de las que va sujeto un producto en el mercado. Se trata de un instrumento formal de gestión pública que da garantía de la información y seguridad de todos los consumidores.

El etiquetado hace referencia a la identificación en los empaques de todo aquel producto que haya sido manipulado genéticamente o que contenga un ingrediente que haya sido sometido a este tipo de procesos y de esta forma el consumidor puede decidir si adquirir el producto o no⁴⁰.

Sobre este punto existe una gran controversia ya que no todos los productos genéticamente modificados que están disponibles al consumidor se encuentran etiquetados⁴¹.

Existen tres modelos de etiquetado: el comprensivo, el cual cubre todos los organismos transgénicos y sus derivados; el parcial, cubre solo los productos que poseen ADN y proteínas y, por último, sin etiqueta especial, el cual omite el contenido transgénico.

El etiquetado voluntario, es promovido por el mercado, debido a que aún no existen requisitos legislativos que lo obliguen, para estos productos se utiliza el modelo sin etiqueta especial, pese a la opinión diferente de los activistas por el derecho a la salud y por el movimiento de protección de los usuarios consumidores. El etiquetado obligatorio, requiere en detalle las características dadas a un alimento mediante el proceso de tecnología genética, siendo los modelos utilizados el comprensivo y el parcial⁴².

La gestión administrativa de los riesgos de la Biotecnología exige un control continuo y suficiente de las operaciones de alteración genética, dadas las posibles afecciones ambientales y sanitarias que pueden producirse, así como una regulación coherente de estos nuevos productos³⁷.

Tanto la trazabilidad como el etiquetado se establecen como medidas dentro de un marco jurídico para seguir el rastro de productos que sean o contengan transgénicos, proporcionando un enfoque coherente que contribuirá el buen funcionamiento del nuevo mercado agroindustrial, además de permitir alcanzar el objetivo final de control y transparencia que las normativas internacionales pretenden alcanzar⁴³.

CONCLUSIONES

El tema de los alimentos transgénicos es muy discutido ya que desde hace muchos años se ha tratado de aumentar la producción de estos y al mismo tiempo su calidad; sin embargo, se estima que 10 % de los cultivos se pierden debido a la contaminación con plagas⁴⁴. En busca de disminuir estas pérdidas, los cultivos fueron modificados genéticamente⁴⁵ para ser resistentes a la aplicación de herbicidas que permitan acabar con las plagas que los afectaban^{46, 47}.

Glifosato es uno de los herbicidas de amplio espectro más empleado en todo el mundo para el control de plagas, este actúa sobre la vía del ácido shiquímico presente en las plantas, sin embargo, diversos estudios sugieren que el mecanismo de acción no se limita a éstas, si no que puede provocar efectos citotóxicos y genotóxicos en humanos^{48, 49}. Estos resultados indican la necesidad de continuar las investigaciones en células humanas con el fin de conocer el riesgo a su exposición y la evaluación del impacto epidemiológico, social y económico en la salud y en los ecosistemas⁵⁰.

Existen varios argumentos ya mencionados que impiden el cumplimiento de los acuerdos legales para regular la investigación y comercialización de estos alimentos, siendo uno de ellos, y el más importante, los conflictos de interés en la evaluación de riesgos⁵¹. Los gobiernos debieran exigir el etiquetado obligatorio de todos los transgénicos, por lo que se necesitan establecer organismos gubernamentales con capacidad técnica y económica para revisar la introducción de estos al mercado nacional y verificar la veracidad de la información contenida en los envases⁵².

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gutiérrez I, García J, Trujillo T. Los alimentos transgénicos y la salud humana. MEDICIEGO [Revista en Internet] 2012. [citado el 2 de Septiembre de 2015]; 18: 2. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/mciego/vol_18noespc_2012/pdf/T36.pdf
- Ramírez M. Los alimentos transgénicos, impacto de una realidad peligrosa y principio de una muerte lenta a largo plazo. Rev. Enferm. Vanguard [Revista en Internet] 2013. [citado el 2 de Septiembre de 2015]; 1(2): 71-85. Disponible en: www.unica.edu.pe/alavanguardia/index.php/revan/article/download/13/13+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=sv
- Onofre R. Calidad de los análisis de riesgo e inseguridad de los transgénicos para la salud ambiental y humana. Rev Peru Med Exp Salud Pública [Revista en Internet] 2009. [citado el 2 de Septiembre de 2015]; 26(1): 74-82. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/medicina_experimental/v26_n1/pdf/a15v26n1.pdf
- FAO. Glosario de Términos. [citado el 5 de Mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s07.pdf>
- Bawa A, Anilakumar K. Genetically modified foods: safety, risks and public Concerns, a review. J Food Sci Technol [online] november-december 2013. [citado el 4 de Septiembre de 2015]; 50(6):1035-46. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3791249/>
- James, Clive. 2014. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. ISAAA Brief No. 49. ISAAA: Ithaca, NY. [citado el 8 de Septiembre de 2015]. Available: <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/49/default.asp>
- Acosta O, Guerrero C. Alimentos transgénicos y alergenicidad. Rev.Fac.Med [Revista en Internet] 2007. [citado el 8 de Septiembre de 2015]; 55: 251-269. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-00112007000400004&script=sci_abstract&tlng=es
- Fernández M. Alimentos transgénicos: ¿Qué tan seguro es su consume? Revista digital Universitaria UNAM [Revista en Internet] 2009. [citado el 12 de Septiembre de 2015]; 10(4). ISSN 1067-6079. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num4/art24/art24.pdf>
- Greenpeace. Eating in the Dark: How Australia's food regulator is failing us on genetically engineered food (online). October 2008. [citado el 12 de Septiembre de 2015] Available: <http://www.greenpeace.org/australia/en/what-we-do/Food/resources/reports/rep-eatindark-211008/>
- Duke S. Comparing conventional and biotechnology-based pest management. J Agric Food Chem [Revista online]. 2011. [citado el 12 de Septiembre de 2015]; 59(11): 5793-5798. Available: http://www.researchgate.net/publication/51085370_Comparing_Conventional_and_Biotechnology-Based_Pest_Management
- Ritterman J, Katz C, Galindo M, Monteón H, Riquelme G y Martínez J. América Latina y Monsanto. Mundo Siglo XXI CIECAS-IPN 2015. [citado el 15 de Septiembre de 2015]; X(35): 5-20. Available: <http://repositorio.flacoandes.edu.ec/bitstream/10469/7000/1/REXTN-MS35-01-Ritterman.pdf>
- Swanson N, Leu A, Abrahamson J, Wallet B. Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America. Journal of Organic Systems [Online] 2014. [citado el 18 de Septiembre de 2015]; 9(2): 6-37. Available: <http://www.organic-systems.org/journal/92/abstracts/Swanson-et-al.html>
- Samsel A, Seneff S. Glyphosate's Suppression of Cytochrome P450 Enzymes and Amino Acid Biosynthesis by the Gut Microbiome: Pathways to Modern Diseases. Entropy [Online] 2013. [citado el 18 de Septiembre de 2015]; 15: 1415-63. Available: <http://www.mdpi.com/1099-4300/15/4/1416>
- European Food Safety Authority. Scientific Opinion on a Request from the European Commission related to the emergency measure notified by France on genetically modified maize MON 810 according to Article 34 of Regulation (EC) No 1829/2003. EFSA J. 2012. [citado el 21 de Septiembre de 2015]; 10(5):2705. Available: <http://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/doc/2705.pdf>
- De Vendômois J, Cellier D, Vêlot C, Clair E, Mesnage R, & Séralini G. Debate on GMOs Health Risks after Statistical Findings in Regulatory Tests. International Journal of Biological Sciences [Online] 2012. [citado el 20 de Septiembre de 2015]; 6(6), 590-8. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2952409/>
- Barros Fernández, P. Organismos modificados genéticamente en la alimentación humana 2014. [citado el 21 de Septiembre de 2015]. Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/6721/1/TFG-M142.pdf>
- Baltá A, Baró J, Blanco V. Alimentos transgénicos: la realidad no siempre supera a la ficción. Universidad Autónoma de Barcelona 2013. [citado el 21 de Septiembre de 2015]. Disponible en: <http://ddd.uab.cat/record/103201>
- Gil J. El consumidor español y los alimentos modificados genéticamente. 2007. [citado el 25 de Septiembre de 2015]; VOL. 103: 127-128. Disponible en: http://aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2007/103-3/127-155 ITEA_103-3.pdf

- ¹⁹ Fonseca, C.A. Losada, O.A. Alimentos transgénicos y alergenicidad. *Rev.Fac.Med [Online]*. 2007; 55:251-269. [citado el 25 de Septiembre de 2015]. Disponible en : <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v55n4/v55n4a04.pdf>
- ²⁰ Clavijo J. Acción de los herbicidas: Modo y mecanismo. En: Degiovanni, V., Marínez, C. Producción eco-eficiente del arroz en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia: 2010.[citado el 2 de Octubre de 2015] Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/2010_Degiovanni-Produccion_eco_eficiente_del_arroz.pdf#page=455
- ²¹ Gómez M, Acero F. Composición y funciones de la flora bacteriana intestinal. *Repertorio de Medicina y Cirugía [Revista en Internet]*. 2011; 20 (2): 74-82. [citado el 2 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://repertorio.fucsalud.edu.co/pdf/vol20-02-2011/1-COMPOSICION.pdf>
- ²² Campbell, A. Glyphosate: its effects on humans. *Alternative Therapies [Online]*. 2014; 20 (3): 9-11. [citado el 2 de Octubre de 2015]. Disponible en: http://www.researchgate.net/publication/261800913_Glyphosate_Its_Effects_on_Humans
- ²³ Larsen K, Najle R, Lifschitz A, Maté ML, Lanusse C, Virkel GL. Effects of sublethal exposure to a glyphosate-based herbicide formulation on metabolic activities of different xenobiotic-metabolizing enzymes in rats. *Int J Toxicol [Online]*. 2014. 33: 307-18. [citado el 4 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24985121>
- ²⁴ Serpa, I. et al. Efectos del glifosato sobre el endometrio de ratas hembras. *Reproducción [Revista en Internet]* 2015; 30:14-25. [citado el 5 de Octubre de 2015]. Disponible en: http://www.samer.org.ar/revista/numeros/2015/Numero_1/6_7_8.pdf
- ²⁵ Séralini G-E., et al. Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food and Chemical Toxicology [Online]*. 2012; 50: 4221-31. [citado el 5 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.gmoseralini.org/wp-content/uploads/2012/11/GES-final-study-19.9.121.pdf>
- ²⁶ Mesnage R, Arno M, Costanzo M, Malatesta M, Séralini G-E, Antoniou MN. Transcriptome profile analysis reflects rat liver and kidney damage following chronic ultra-low dose Roundup exposure. *Environmental Health [Online]*. 2015;14: 70. [citado el 5 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4549093/>
- ²⁷ Mesnage R, Bernay B, Séralini G-E. Ethoxylated adjuvants of glyphosate-based herbicides are active principles of human cell toxicity. *Toxicology [Online]*. 2013 Nov 16;313(2-3). [citado el 10 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.gmoseralini.org/wp-content/uploads/2012/11/2012.-Mesnage-et-al.-Ethoxylated-adjuvants-of-glyphosate-based-herbicides-are-active-principles-of-human-cell-toxicity.pdf>
- ²⁸ Richard S, Moslemi S, Sipahutar H, Benachour N, Seralini G. Differential Effects of Glyphosate and Roundup on Human Placental Cells and Aromatase. *Environmental Health Perspectives [Online]*. 2005; 113 (6):716-720. [citado el 11 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1257596/>
- ²⁹ Thongprakaisang S, Thiantanawat A, Rangkadilok N, Suriyo T, Satayavivad J. Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food Chem Toxicol [Online]*. 2013; 59:129-36. [citado el 9 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691513003633>
- ³⁰ We Move Europe | 2015 -Encuentran glifosato en la orina de las personas en toda Europa. [citado el 5 de Mayo de 2017]. Disponible en: <https://www.foeeurope.org/weed-killer-glyphosate-found-human-urine-across-Europe-130613>
- ³¹ European Commission. 2005. Measures Affecting the Approval and Marketing of Biotech Products. (DS291, DS292, DS293). First Written Submission: 14-15. [citado el 20 de Octubre de 2015]. Disponible en: https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/greenpeace_eu_commission_arguments_on_wto_0.pdf
- ³² Motta R, Alasino N. Medios y políticas en la Argentina: Las disputas interpretativas sobre la soja transgénica y el glifosato 2013; 1(38). [citado el 25 de octubre de 2015]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/29701/Documento_completo.pdf?sequence=1
- ³³ Parra P. Soja: verdades, mitos y leyendas. *MYS 31*. 2010. [citado el 25 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.grupagata.org/images/docs/noticias/MYS30-31%20Soja%20verdades,%20mitos%20y%20leyendas.pdf>
- ³⁴ Valle B. Isoflavonas en soja y productos derivados: contenido de Daidzeina y Genisteina. Universidad Nacional del Litoral Argentina 2006. [citado el 27 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/64/caratagrad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ³⁵ Técnico, V. G. C., & Presidente, J. 2005. Breve informe sobre zonas libres de transgénicos y leyes de coexistencia en Europa. [citado el 27 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.agroecologia.net/recursos/posicionamientos/transgenicos/informe%20SEAE%20ZLT%20y%20coexistencia%20en%20UE%20febrero%2005.pdf>
- ³⁶ Spinosa, M. 2010. EL DEBATE JURÍDICO Y MORAL DE LOS TRANSGÉNICOS. Centro Argentino de Estudios Internacionales (CAEI). [citado el 28 de Octubre de 2015]. Disponible en: http://www.caei.com.ar/sites/default/files/59_0.pdf
- ³⁷ Pérez, J. E. R. 2014. Derecho y alimentos transgénicos. *Revista de Ciencias Jurídicas*, (132). [citado el 28 de Octubre de 2015] Disponible en: <http://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/juridicas/article/viewFile/15237/14535>
- ³⁸ Gómez, M. 2009. Guía para la aplicación del sistema de trazabilidad en la empresa agroalimentaria. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición Alcalá, 56 - 28071 Madrid. [citado el 28 de Octubre de 2015] Disponible en: http://aesan.mssi.gob.es/AESAN/docs/docs/publicaciones_estudios/seguridad/Trazabilidad1.pdf
- ³⁹ Peña, R. Hernández, S. 2006. Guía básica de gestión de trazabilidad en el sector alimentario de navarra. [citado el 29 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.navarra.es/nr/rdonlyres/a89d5ba-59b7-4216-909d-5b57fc8bd54c/197374/gtanimal.pdf>
- ⁴⁰ Ponce M, Valero J, Berghe C. Los usuarios ante los alimentos genéticamente modificados y su información en el etiquetado. *Rev Saúde Pública [Revista en Internet]* 2014; 48 (1): 154-69. [citado el 29 de Octubre de 2015] Disponible en: <http://www.scielo.org/pdf/rsp/v48n1/0034-8910-rsp-48-01-0154.pdf>
- ⁴¹ Galperin, C., Fernández, L., & Doporto, I. 2010. El comercio exterior argentino y el etiquetado de transgénicos: una evaluación de la fragilidad del complejo sojero. [citado el 29 de Octubre de 2015] Disponible en: <http://repositorio.ub.edu.ar:8080/xmlui/handle/123456789/337>
- ⁴² Escalante, S. 2008. Propuesta de norma de etiquetado de los alimentos procesados provenientes de organismos genéticamente modificados (OGM) en El Salvador. [citado el 29 de Octubre de 2015] Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/2962/1/16100248.pdf>
- ⁴³ Rodríguez E, Temas éticos en investigación internacional con alimentos transgénicos. *Acta bioeth*. 2013; 19 (2): 209-18. [citado el 29 de Octubre de 2015]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-569X2013000200005&lng=es&nrm=iso
- ⁴⁴ Cabañas SD, Alimentación y OGM: Los Alimentos Transgénicos [tesis]. Valladolid (España): Universidad de Valladolid 2015. [citado el 30 de Octubre de 2015]: 36. Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/14063>
- ⁴⁵ Pengue W. El glifosato y la dominación del ambiente. *GRAIN Biodiversidad Julio 2005*; 37: 1-7. [citado el 30 de Octubre de 2015]. Disponible en: <https://www.grain.org/article/entries/1019-el-glifosato-y-la-dominacion-del-ambiente>
- ⁴⁶ Vargas M. Propuesta de modelo de control para el etiquetado de alimentos de origen transgénico en Ecuador [tesis]. Quito (Ecuador): pontifica universidad católica del Ecuador 2015: 229. [citado el 30 de Octubre de 2015]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/8832>
- ⁴⁷ Villalba A. Resistencia a herbicidas: Glifosato. *Cienc. docencia tecnol*. 2009; (39): 169-86. [citado el 30 de Octubre de 2015]. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17162009000200010&lng=es&nrm=iso
- ⁴⁸ Monroy C, Cortés A. Citotoxicidad y genotoxicidad en células humanas expuestas in vitro a glifosato. *Biomédica [Revista en Internet]*. 2005; 25: 335-45. [citado el 30 de Octubre de 2015]. Disponible en la World Wide Web en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v25n3/v25n3a09.pdf>
- ⁴⁹ Torres F. et al. La genotoxicidad del herbicida glifosato evaluada por el ensayo cometa y por la formación de micronúcleos en ratones tratados. *Theoria*. 2006; 15(2): 53-60. [citado el 3 de Noviembre de 2015]. Disponible en: http://www.researchgate.net/publication/242245195_LA_GENOTOXICIDAD_DEL_HERBICIDA_GLIPOSATO_EVALUADA_POR_EL_ENSAYO_COMETA_Y_POR_LA_FORMACION_DE_MICRONUCLEOS_EN_RATONES_TRATADOS_EVALUATION_OF_GENOTOXICITY_OF_THE_HERBICIDE_GLYPHOSATE_QUANTITATIVELY_MEASURED_BY_THE_COMET_ASSAY_AND_MICRONUCLEIUS_FORMATION_IN_TREATED_MICE
- ⁵⁰ Martínez A, Reyes I, Reyes. Citotoxicidad del glifosato en células mononucleares de sangre periférica humana. *Biomédica [Revista en Internet]*. 2007; 27: 594-604. [citado el 3 de Noviembre de 2015] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v27n4/v27n4a14.pdf>
- ⁵¹ Olarte, S. Los alimentos transgénicos como bienes públicos globales. *Suma de Negocios [Revista en Internet]* 2014; 5(10), 59-66. [citado el 10 de Noviembre de 2015] Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-suma-negocios-208-articulo-los-alimentos-transgenicos-como-bienes-90359874>
- ⁵² García M y Lacouture H. Implicaciones jurídicas de los alimentos transgénicos en Colombia. *Revista de Derecho [Revista en Internet]* 2011, 20(20). [citado el 10 de Noviembre de 2015] Disponible en: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/derecho/article/viewArticle/2895>