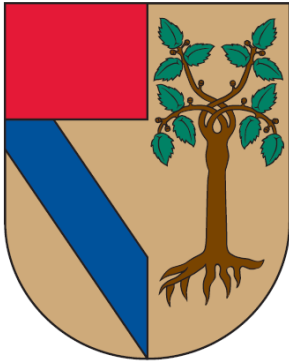


# UNIVERSIDAD PANAMERICANA



**MAESTRÍA EN BIOÉTICA**  
ESTUDIOS INCORPORADOS A LA SEP RVOE 20100494

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE BIOÉTICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESCUELA DE MEDICINA**

**“Bioética y argumentos a favor y en contra sobre el consumo humano de alimentos genéticamente modificados (GM) en la literatura científica”**

Tesis que para obtener el grado de

**Maestra en Bioética**

Sustenta

**Dra. Rosa Martha Desentis Mendoza**

Bajo la dirección del

**Dra. Ma. De la Luz Casas Martínez**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a mi directora de tesis, Dra. María de la Luz Casas Martínez, gran investigadora y maestra, su ayuda y orientación en la dirección de este trabajo, fue una brújula que me guío para llevar a cabo esta investigación y lograr juntas la culminación de esta meta.

A los miembros del jurado por el tiempo que dedicaron a la lectura de la tesis.

A la Facultad de Medicina de la Universidad Panamericana, por haberme dado la oportunidad de estudiar esta maestría.

## DEDICATORIAS

Todo trabajo de investigación lleva consigo un sinnúmero de dificultades. En el esfuerzo por sortearlas se consigue a caso lo más importante de este período de formación: la forja del carácter y el amor por la investigación.

Afrontar estos retos ha sido, una vez más, una experiencia de aprendizaje única.

Quiero manifestar mi agradecimiento a todas aquellas personas que me ayudaron a llevar a término este nuevo reto de mi vida.

A mis padres, con profundo amor, respeto y eterno agradecimiento, quienes han estado presentes con su cariño, exigencia y comprensión durante toda mi vida. Su ejemplo ha sido un acicate para no perder el rumbo y seguir adelante a pesar de las dificultades.

A todas las personas que de una u otra forma me ayudaron durante este tiempo: maestros, coordinadores, familiares, amigos, compañeros de trabajo y de estudio.

A Dios quien ha sido mi inspiración y fuerza durante toda mi vida.

# INDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>	7
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	9
1.1 Definiciones y conceptos	11
1.2 Generalidades	15
1.3 Derechos de propiedad intelectual y los OGM	17
1.4 Equivalencia Sustancial	20
1.5 Etiquetado de los alimentos GM	22
1.6 Situación actual	26
1.7 Reflexión bioética de los OGM	27
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	31
<b>3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	32
<b>4. OBJETIVOS</b>	33
4.1 Objetivos específicos	33
<b>5. METODOLOGÍA</b>	34
<b>6. RESULTADOS</b>	36
<b>7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	42
7.1 Principio de Beneficencia	42
7.2 Principio de No Maleficencia	44
7.3 Principio de Autonomía	48
7.4 Principio de Justicia	51
7.5 Organismo Genéticamente Modificado	55
7.5.1 Maíz	56
7.5.2 Soya	58
7.5.3 Algodón	60

7.6 País de la publicación	61
7.7 Sumario de resultados	66
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>68</b>
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	<b>71</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA CUADRO DE CODIFICACIÓN</b>	<b>78</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA</b>	<b>88</b>
<b>12. BIBLIOGRAFÍA COMPLETA</b>	<b>92</b>

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Cuadro de Codificación	36
Tabla 2. Resumen Cuadro de Codificación	41
Tabla 3. Países con mayor gasto I+D	62
Tabla 4. Cultivos GM mundial 2016	64
Tabla 5. Superficie mundial de cultivos biotecnológicos 2016	65

## **INDICE DE GRAFICAS**

Gráfica 1. Beneficencia, items de mayor puntuación	42
Gráfica 2. No Maleficencia, items de mayor puntuación	45
Gráfica 3. Autonomía, items de mayor puntuación	49
Gráfica 4. Justicia, items de mayor puntuación	52
Gráfica 5. OGMs con mayor puntuación	55
Gráfica 6. Producción de semillas 2014	56
Gráfica 7. Producción de maíz 2014	57
Gráfica 8. Producción de soya 2014	59
Gráfica 9. Producción de algodón 2014	61
Gráfica 10. Países con mayor número de artículos revisados	62
Gráfica 11. Sumario de Items con mayor porcentaje de artículos de las diferentes categorías del cuadro de codificación	66

## RESUMEN

En 1994 la FDA (Food and Drug Administration) aprobó el primer alimento genéticamente modificado, el tomate Flavr Savr que se introdujo en el mercado de alimentos frescos para su consumo por el público en general, sin embargo, no resultó comercialmente viable y 2 años más tarde se retiró del mercado de alimentos frescos.

Desde entonces los avances de la biotecnología moderna y los alimentos modificados genéticamente han tenido un gran crecimiento y adopción a nivel global y considerados de gran valor para la sociedad.

Sin embargo existen controversias y preocupación pública por los alimentos y cultivos transgénicos, éstos se centran en la seguridad alimentaria y la conservación del medio ambiente, en si el consumidor tiene derecho o no a la elección, si se necesitan para hacer frente al hambre en el mundo ahora o en el futuro, sobre los derechos de propiedad intelectual y la ética.

En este trabajo se hizo una revisión sistemática de la literatura científica sobre pros y contras en relación con el uso de organismos genéticamente modificados para su siembra y consumo humano, y un análisis de los hallazgos desde las perspectivas bioéticas, que nos permitió hacer una síntesis con la cual establecimos qué es lo más adecuado respecto de este tema a la luz de los principios bioéticos.

En resumen podemos decir que el 70% de los artículos revisados, ven la necesidad de regular el uso y aplicación de los OGM y el 44% de los artículos apoyan una regulación de la bioseguridad. Es decir que la mayoría de los países, (se revisaron artículos de 29 países), buscan que se sigan las mismas normas de control y prevención para el consumo de alimentos derivados de organismos genéticamente modificados para poder evitar cualquier riesgo para la salud humana o el medio ambiente.

Nuestra principal recomendación es que continúen las investigaciones científicamente fundadas en torno a los alimentos genéticamente modificados y que se evalúen a través de un Comité Internacional periódicamente, para así detectar tempranamente algún efecto negativo en la ecología, la economía y la salud humana y animal.

Las evaluaciones no deberán solamente partir de una base económica, sino del cuidado del capital más importante de la humanidad que es el producto humano y la ecología que lo sustenta.

# 1. INTRODUCCIÓN

En 1994 la empresa biotecnológica Calgene Inc., en Davis, Estados Unidos creó y distribuyó el tomate Flavr Savr que fue el primer producto alimenticio modificado genéticamente que se introdujo en el mercado de alimentos frescos para su consumo por el público en general, sin embargo, no resultó comercialmente viable. (Bruening, G., 2000; Meyer, H., 2011)

La enzima poligalacturonasa (PG), debido a su capacidad para disolver la pectina de la pared celular, fue clave para el ablandamiento de los frutos, por lo que los investigadores de Calgene propusieron suprimir la acumulación de PG en tomates de maduración introduciendo una copia de orientación inversa del gen, una copia "antisentido" diseñada para prevenir o reducir drásticamente la formación de PG. Ahora los tomates genéticamente modificados retrasaba su maduración y por consiguiente tienen un período más extenso de preservación en la cadena de abastecimiento.

La finalidad de este nuevo producto era ofrecer a los productores de tomates variados beneficios, ya que:

- Dejaba un período de tiempo más largo para el transporte
- Proporcionaba la oportunidad de una recolección mecánica de los tomates con pocas contusiones
- Ofrecía a los consumidores la elección de un tomate que maduraba en la planta, a diferencia de los que se recogen cuando están todavía verdes y deben ser pulverizados con etileno para que maduren. (FAO: OMG, 2001)

En 1996, los tomates Flavr Savr se retiraron del mercado de productos frescos en los Estados Unidos. La manipulación del gen de la maduración tenía al parecer consecuencias imprevistas como la piel blanda, un sabor extraño y cambios en la composición del tomate. El producto era también más costoso que los tomates no modificados. Estos tomates se utilizan todavía con éxito en la producción de tomate

elaborado. Su período más largo de conservación ofrece más posibilidades de almacenamiento y transporte entre el lugar de cultivo y las instalaciones de elaboración. (Bruening, G., 2000; FAO: OMG, 2001)

El hecho es que la evolución tecnológica abre una cantidad ilimitada de posibilidades, pero a la vez genera múltiples dudas; en el caso de las semillas transgénicas, que las ubicaremos dentro del área de la biotecnología, el debate no solo se da en el ámbito tecnológico, sino que también involucra los ámbitos social, cultural, político, económico y filosófico. (Casquier J. *et al*, 2012)

La agricultura de organismos genéticamente modificados (OGM) comenzó realmente en Estados Unidos con la siembra de algodón Bt en 1995, pero fue la introducción de soya Roundup Ready en 1996, y exportándose a nivel mundial como ingrediente básico para la industria alimentaria como inició el debate mundial sobre el uso de cultivos GM.

Hoy en día, las cuestiones agrícolas tiene gran importancia por la necesidad de alimentar a la creciente población mundial, considerando diversos temas: cambios en los patrones de consumo de alimentos y mejor acceso a ellos, así como protección del medio ambiente, recursos naturales y cambio climático. La agricultura debe hacer frente a las nuevas demandas y desafíos manteniendo la biodiversidad y evitando un gran aumento en el área de tierra cultivada.

Muchos científicos, políticos y ciudadanos están pidiendo una intensificación sostenible de la agricultura mundial, que proporcione altos rendimientos e ingresos suficientes para los agricultores y los trabajadores agrícolas, pero sin impactos ambientales adversos. En este contexto, el sector de las semillas tiene un papel importante que desempeñar. (Science 2010)

La cría de plantas, en interacción con las prácticas de cultivo y los usos de la producción, influye en la diversidad de alimentos, forraje, combustibles y fibras obtenidas, así como las características de los cultivos, los impactos ambientales y la

contribución a la seguridad alimentaria. Además, las características tecnoeconómicas de las semillas afectan su accesibilidad, precios y asequibilidad, así como algunas prácticas de cultivo y aspectos nutricionales. Por lo tanto, es útil comprender mejor el sector de las semillas, que actualmente está sujeto a debate y controversia, en particular con respecto al sector de las semillas genéticamente modificadas (GM).

## 1.1 Definiciones y conceptos

Antes de profundizar en esta investigación, empezaremos definiendo algunos nuevos conceptos para evitar dudas o preguntas que puedan surgir:

El primer concepto es el de organismo genéticamente modificado. Se define “un **organismo genéticamente modificado (OGM)** como el organismo, con excepción de los seres humanos, cuyo material genético haya sido modificado de una manera que no se produce naturalmente en el apareamiento ni en la recombinación natural”. (Directiva de la Unión Europea; 2001/18/CEE. Art. 2, n.2)

Otro concepto importante a comprender en el debate es qué es **Monsanto Company**, ésta una corporación multinacional de biotecnología agrícola estadounidense que se inició en Creve Coeur, San Luis en 1901 en el estado de Missouri y es ahora el mayor productor de semillas genéticamente modificadas en el planeta, representando más del 90% de las semillas GM sembradas globalmente. Los productos que se han desarrollado incluyen edulcorantes artificiales para uso en la producción de alimentos, el agente naranja y, en los últimos años, los productos agrícolas genéticamente modificados como las semillas y herbicidas (el más famoso de ellos es el glifosato, comercializado bajo la marca Roundup) con los que se ha convertido en líder mundial.

Monsanto informó en septiembre del 2016 la aprobación de la oferta de ser comprada por Bayer por 66.000 millones de dls; esto supondrá la ausencia de su autonomía tras más de 100 años de historia y la formación de un gigante agroquímico.

¿Qué es el glifosato? El **glifosato** (N-fosfometil glicina) es un ácido orgánico débil que consiste en una glicina y un N-fosfometilo. La fórmula empírica es  $C_3H_8NO_5P$ , se formula usualmente como una sal del ácido desprotonado de glifosato y un catión. La pureza del glifosato de grado técnico es generalmente superior al 90%, es un polvo cristalino blanco inodoro con una gravedad específica de 1,704, una presión de vapor muy baja y una alta solubilidad en agua. El coeficiente de partición octanol-agua ( $\log K_{ow}$ ) es -2,8. El glifosato es anfótero y puede existir como diferentes especies iónicas, dependiendo del pH real. (Glyphosate, 1994)

El glifosato es un herbicida de amplio espectro post-emergente, sistémico y no selectivo que se utiliza tanto en áreas agrícolas como no agrícolas en todo el mundo para la eliminación de hierbas y arbustos. Se aplica a muchos cultivos y en diversas formulaciones comerciales, sin embargo la principal formulación es el **Roundup** (nombre comercial producido por Monsanto), en la que el glifosato se formula como la sal de isopropilamina.

El Roundup o glifosato trabaja eficazmente deteniendo la vía shikimato responsable de la biosíntesis de los aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófano) rompiendo la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintasa (EPSPS) implicada en la síntesis de aminoácidos aromáticos que son necesarios en la fotosíntesis, provocando la inhibición de la proteína y como consecuencia su muerte. (Glyphosate, 1994)

El uso del glifosato es objeto de debate desde el punto de vista toxicológico y ambiental.

¿Qué es un cultivo Roundup Ready? En 1996, Monsanto introdujo soya **Roundup Ready (RR)** genéticamente modificada que era resistente a Roundup. Los primeros

cultivos introducidos fueron la soya, seguida por el maíz en 1998. La ventaja de los cultivos Roundup Ready es que mejoran la capacidad del agricultor para controlar las malas hierbas, ya que el glifosato puede ser rociado en los campos sin dañar sus cultivos, porque la semilla RR tiene una enzima derivada de una bacteria del suelo (*Agrobacterium tumefaciens* CP4) que también sintetiza aminoácidos aromáticos por lo que resisten al glifosato. Los cultivos Roundup Ready, aunque tienen la ventaja de ser resistentes a herbicidas, en realidad no producen mayores rendimientos que otras variedades no genéticamente modificadas.

¿Qué se entiende por semillas Bt? **Las Semillas Bt** son semillas modificadas genéticamente para expresar una proteína microbiana de la bacteria *Bacillus thuringiensis*. El transgén insertado en el genoma de la planta produce cristales de toxina que la planta no produciría normalmente, que cuando son ingeridos por un determinado organismo, disuelve el revestimiento intestinal, lo que conduce a la muerte del organismo.

Las Bt son una familia de proteínas procedentes de cepas de la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Hay más de 200 diferentes tipos de toxinas Bt, cada uno afecta a diferentes tipos de insectos. Por ejemplo las plantas de algodón Bt se modifican genéticamente mediante la adición de genes que codifican cristales de toxina en el grupo Cry de endotoxina. Cuando son ingeridas por insectos, las toxinas Cry son disueltas y activadas por el entorno de alto pH del sistema gastrointestinal del animal, se adhieren a su epitelio intestinal provocando la formación de poros en el tracto digestivo, alterando el equilibrio osmótico. Posteriormente, el insecto morirá de infección interna después de ingerir un cultivo Bt. (Schütte G. *et al*, 2017)

La mayoría de los pesticidas que se rocían sobre los cultivos matan a todos los insectos, incluyendo a los inofensivos y benéficos. La principal ventaja de las semillas Bt es que reduce la necesidad de utilizar insecticidas de amplio espectro, ya que estas son específicas para los insectos que son susceptibles a la toxina y sólo mata a los que han ingerido la semilla Bt.

Otro concepto importante en el debate es la Tecnología Terminator. La **Tecnología Terminator** es la modificación genética de las plantas para hacerlas producir semillas estériles, también son conocidos como semillas suicidas. El nombre oficial de Terminator -utilizado por la ONU y los científicos- es **GURT** o (Genetic Use Restriction Technology Seeds), acrónimo inglés de Grupo de Tecnologías de Restricción de Uso, conocidas como "**semillas terminator**".

Esta tecnología ha sido diseñada para hacer cultivos que producen semillas estériles, de modo que los agricultores se les impide guardar semillas de sus propios cultivos y por lo tanto se ven obligados a seguir comprando semillas cada vez que replantan las cosechas. (Louv J., 2013)

Como estas semillas están GM y tienen genes patentados pertenecientes a la empresa, los agricultores deben pagar regalías cada vez que siembran, sino la empresa los demanda. Este diseño presume un gran impacto social ya que no permite a los agricultores almacenar una parte de su cosecha para sembrarla o intercambiarla, como ha sido tradicionalmente en México y en varias partes del mundo.

Como señala Shiva:

"Esto es muy grave ya que se eliminan las semillas nativas y violan el derecho a la biodiversidad; ¡si son dueños de los granos son dueños de la vida!" (Shiva V., 2011)<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Dra. Vandana Shiva. Física, filósofa, escritora y ecologista india nacida en Dehra Dum en 1952. Estudió Física en la Universidad de Punjab, y terminó su doctorado con el tema las "Variables ocultas y localidad en la teoría cuántica" en la Universidad de Western Ontario, Canadá. Después se dedicó a la investigación interdisciplinaria en tecnología, ciencia, y política ambiental, que llevó a cabo en el Instituto de Ciencia y el Instituto de Gestión en Bangalore, India.

En 1982 fundó un instituto independiente - la Fundación de Investigación para la Ciencia, la Tecnología y la Ecología en Dehra Dun - dedicado a la investigación independiente de alta calidad para abordar las cuestiones ecológicas y sociales más importantes de nuestros tiempos.

En 1991 fundó Navdanya, un movimiento nacional para proteger la diversidad y la integridad de los recursos vivos, especialmente las semillas nativas, y promover la agricultura orgánica y el comercio justo. Durante las dos últimas décadas, Navdanya ha trabajado con comunidades y organizaciones locales, sirviendo a más de 500,000 hombres y mujeres agricultoras. Los esfuerzos de Navdanya han resultado en la conservación de más de 3000 variedades de arroz de toda la India, y la organización ha establecido 60 bancos de semillas en 16 estados de todo el país. En 2004 comenzó Bija Vidyapeeth, un colegio

## 1.2 Generalidades

“Los alimentos son mezclas complejas de compuestos caracterizados por una gran variación en su composición y valor nutricional. Aunque las prioridades varían, la inocuidad de los alimentos es motivo de preocupación entre los consumidores de todos los países, ellos desean garantías de que los productos modificados genéticamente que llegan al mercado han sido sometidos a ensayos apropiados y que estos productos se vigilen para garantizar su inocuidad y determinar los problemas tan pronto como surgen”. (FAO: OMG, 2001)

La ingeniería genética es una técnica que permite detectar, aislar, multiplicar y trasplantar genes específicos en otro organismo vivo u otra especie, siendo un proceso inestable e inseguro con efectos secundarios y consecuencias difíciles de predecir sobre el genoma receptor y la interacción con el medio ambiente. No se sabe que puede pasar cuando estas nuevas especies sean incorporadas al medio ambiente o a la cadena alimenticia, lo que sí se sabe es que no hay marcha atrás. Se tendría que tener precaución en la siembra de OGM y en su uso en la alimentación ya que no conocemos las consecuencias a largo plazo que estos cultivos causarán sobre los ecosistemas y la salud humana.

La muerte de las fronteras naturales entre las especies, la impredecibilidad de los efectos a largo plazo y la irreversibilidad de las posibles consecuencias ambientales figuran entre los principales riesgos asociados con los OGM. (Arcieri M., 2016) Con esta nueva tecnología de manipulación de genes ¿cuáles son los riesgos de "manipular con la Madre Naturaleza"?, ¿qué efectos tendrá esto en el medio ambiente?, ¿cuáles son

---

internacional para la vida sostenible en Doon Valley Public School en Dehradun en colaboración con Schumacher College, U.K.

El Dr. Shiva combina la investigación intelectual aguda con el activismo valiente, y su trabajo abarca la enseñanza en universidades de todo el mundo para trabajar con campesinos en la India rural. Time Magazine identificó al Dr. Shiva como un "héroe" ambiental en 2003, y Asia Week la ha llamado uno de los cinco comunicadores más poderosos de Asia. En noviembre de 2010, la revista Forbes identificó al Dr. Shiva como una de las siete mujeres más poderosas del mundo. (Shiva V., 2016)

las preocupaciones de salud de las que los consumidores deben ser conscientes?  
(Bawa A. S. *et al*, 2013)

Las controversias y la preocupación pública por los alimentos y cultivos transgénicos se centran en la seguridad humana y ambiental, si deben ser etiquetados, si el consumidor tiene derecho o no a la elección (Zinatul, A. *et al*, 2015), si se necesitan para hacer frente al hambre en el mundo ahora o en el futuro, los derechos de propiedad intelectual, la ética, la seguridad alimentaria y la conservación del medio ambiente.  
(Bawa A. S. *et al*, 2013)

Aunque se han asociado numerosos beneficios a los alimentos genéticamente modificados, y en general a la biotecnología moderna, existen pruebas convincentes de los peligros que representan para los seres humanos, los animales, las plantas y el medio ambiente. Los alimentos genéticamente modificados pueden albergar riesgos que, basados en el estado actual del conocimiento científico, podrían permanecer oscuros y sólo se manifestarán mucho tiempo después de que se hayan causado daños irreversibles.

A la luz de estas controversias sobre la inocuidad de los alimentos GM, hay argumentos en contra de las propuestas insuficientemente fundamentadas de que son tan inocuos como las naturales, y se propone un adecuado manejo de la biotecnología moderna. Es decir un enfoque que no sólo se centra en los beneficios percibidos de la biotecnología moderna, sino que también reconoce los peligros asociados e incorpora medidas de precaución, así como otros medios adecuados para manejar tales peligros. El punto no es anular la biotecnología moderna y los alimentos genéticamente modificados, sino sólo enfatizar que en la medida en que persistan las incertidumbres sobre sus implicaciones para la salud de los seres humanos, los animales, las plantas y el medio ambiente, es aconsejable tomar algunas precauciones. (Zinatul A. *et al*, 2015, Rosso Grossman, 2016)

### 1.3 Derechos de propiedad intelectual y los OGM

La innovación del mejoramiento vegetal está amparada por los derechos de obtentor y los resultados de la aplicación de la biotecnología por los derechos de propiedad intelectual.

La propiedad intelectual (PI) es un activo intangible pero valioso que, si se utiliza estratégicamente, puede fomentar la innovación y el desarrollo de un negocio. Protege la innovación de la explotación comercial no autorizada y proporciona una exclusividad de mercado que garantiza la libertad de operar. La PI puede ser un derecho otorgado por el gobierno como patentes, marcas, diseños industriales y derechos de autor. La adquisición de los derechos de PI adecuados es crucial, ya que requiere una buena preparación y acción en las primeras etapas de la investigación, y una continua adquisición, evaluación y planificación estratégicas durante el desarrollo. (Yuen-Ting Wong A. *et al*, 2016)

Los agricultores tradicionalmente han obtenido las semillas que esparcen en sus campos, ya sea porque la compran, la intercambian o la heredan de sus antepasados, y las guardan para sus siguientes cosechas. Por eso es que ha sido difícil para las empresas transformarla en un artículo de venta, pues a diferencia de otros productos, la semilla es un ser vivo que puede reproducirse, lo que hace difícil su control monopólico. (Bravo E., 2005)

Controlar la propiedad intelectual es un mecanismo jurídico que en muchos casos es difícil de monitorear, pero las empresas han implantado métodos estratégicos para conseguirlo.

Hay dos formas de reconocer propiedad intelectual sobre las variedades vegetales:

- a) Los derechos de obtentor
- b) Las patentes

Los derechos de obtentor están controlados por la Unión de Protección de Obtentores Vegetales (UPOV). Un obtentor, de acuerdo a la Ley, “es una persona física o moral que mediante un proceso de mejoramiento obtenga y desarrolle una variedad vegetal de cualquier género y especie”. Los derechos se traducen en beneficios para el obtentor, que adquiere reconocimiento legal como el creador de una variedad vegetal; cuenta con exclusividad para aprovechar y explotar hasta por 18 años la variedad; y estos derechos son intransferibles. Los derechos de obtentor están contenidos en la Ley General de Variedades Vegetales y en su reglamento. Así como, las disposiciones administrativas, sanciones, responsabilidades, etcétera. El certificado que se emite como reconocimiento de dicho derecho, se conoce como Título de Obtentor. (Ley Federal de Variedades Vegetales. DOF 25-10-1998)

Es importante conferir derechos a los obtentores; ya que con ello, se alienta y promueve la investigación, innovación y generación de nuevos materiales que beneficiarán directamente a la sociedad en la adopción, práctica y consumo.

La patente es probablemente la herramienta esencial para proteger una invención biotecnológica. Una patente es un derecho otorgado por el gobierno para excluir a otros de hacer, usar, vender, ofrecer para la venta, o importar una invención por un período de tiempo fijo. Las patentes son territoriales y por lo tanto son únicamente válidas en el país que la concedió. Cada jurisdicción tiene su propio sistema de patentes y sus requerimientos, pero generalmente se concede al primero que presente una solicitud de patente independientemente de la fecha de la invención. El plazo de protección es generalmente de 20 años a partir de la fecha efectiva de la presentación de la solicitud. (Yuen-Ting Wong A. *et al*, 2016)

Para tener derecho a una patente, la invención debe ser producto o ser derivado del ingenio humano intelectual o manual, o de una investigación básica aplicada y debe ser útil, novedosa y no obvia. El solicitante debe presentar con todo detalle el método de mejoramiento utilizado.

Estados Unidos es una de las pocas jurisdicciones que practican un sistema de patentes de plantas, incluyendo semillas. Manejan un tipo de patente más versátil ya que puede cubrir ampliamente métodos de producción y muchas otras invenciones asociadas con la tecnología de OGM.

Un ejemplo claro es la multinacional Monsanto que posee las patentes de la tecnología Roundup que han llevado a la compañía a ganancias considerable de venta a nivel mundial. Sus patentes de semillas Bt y RR cubren también al gen RR, porque en EU, se reconocen patentes sobre los genes.

La compañía posee las patentes de esta tecnología y ha ejercido activamente su derecho de patente demandando a los agricultores por infracciones. Monsanto vende sus semillas transgénicas con acuerdos de licencia restringiendo a los agricultores que sólo pueden plantar las semillas genéticamente modificadas para una sola temporada y prohibiendo a los agricultores suministrar las semillas originales a otros, o salvar o vender a otros los cultivos resultantes para replantación. (Yuen-Ting Wong A. *et al*, 2016) Esto es muy grave, ya que se les impiden a los agricultores el derecho de almacenar las semillas de su propia recolección para después replantarlas; amenazando sus milenarias tradiciones y medio de sustento.

Los opositores a los alimentos transgénicos temen que por la patentabilidad de estos conduzca a un aumento en los precios de las semillas, empeore la difícil situación de los pequeños agricultores, así como a los pobres de los países en desarrollo, y dé lugar a la "privatización de la biodiversidad" por parte de las empresas biotecnológicas.

Otro punto importante a considerar es la contaminación de semillas GM que se encuentra en un cúmulo de dudas sin resolver. ¿Qué pasaría si un campo es contaminado con semilla Bt o RR de Monsanto? ¿Tendría que pagar las regalías o destruir su cosecha? ¿Cómo poder controlar la contaminación de semillas GM si este es un fenómeno natural incontrolable? ¿En un futuro, no muy lejano, sobrevivirá alguna semilla nativa o todas las semillas del planeta serán de semillas GM?

También se teme que las plantas transgénicas resistentes a los herbicidas puedan cruzarse con las malas hierbas y hacerlas igualmente resistentes a los herbicidas, dando lugar a "super-hierbas". Esto, a su vez, requeriría el uso de herbicidas aún más fuertes y aumentaría el riesgo de contaminación de los cultivos alimentarios y el medio ambiente. (Zinatul A. *et al*, 2015)

Sobre el tema Vandna Shiva argumenta que los OGM, como los cultivos de la tecnología Bt y RR, obligan al campesino a comprar el herbicida Roundup para combatir las hierbas y plagas, reduciendo la biodiversidad con la contaminación de semillas GM, y anulando la libertad de los agricultores con monopolios de patentes y dependencia de semillas estériles. Afirma: "Me di cuenta de que las mismas empresas que nos dieron la ingeniería genética ahora querían patentar la vida sobre la Tierra". (Shiva V., 2016)

#### **1.4 Equivalencia Sustancial**

La mayoría de los cultivos genéticamente modificados consisten en variedades de maíz, soya, papa y algodón que se han modificado mediante la introducción de uno o más genes que codifican la resistencia a insectos o enfermedades, tolerancia a herbicidas, o combinaciones de estos rasgos. Es bien sabido que la seguridad absoluta no es un objetivo alcanzable en ningún campo del esfuerzo humano, y esto es particularmente relevante con respecto a la ingestión de sustancias complejas como alimentos. Por consiguiente, la inocuidad de los alimentos derivados de esos cultivos se estableció utilizando el concepto internacionalmente aceptado de "equivalencia sustancial". Un elemento clave de esta evaluación comparativa de la inocuidad es que un alimento derivado de un cultivo modificado genéticamente es igual de seguro como su homólogo natural convencional. La aplicación del principio de equivalencia sustancial implica identificar las similitudes y las diferencias entre un producto y su contraparte

tradicional más cercana y someter las diferencias a una evaluación de seguridad rigurosa. (FAO: OMG, 2001)

La equivalencia sustancial no es una conclusión apartada de una evaluación de seguridad, sino que es un proceso para identificar diferencias que justifiquen evaluaciones de seguridad antes de la comercialización. Por lo tanto, un elemento esencial en la aplicación del concepto de equivalencia sustancial a los productos mejorados nutricionalmente es la disponibilidad de métodos y tecnologías apropiados para identificar diferencias significativas desde el punto de vista biológico y/o toxicológico que requieran una evaluación de la inocuidad.

El uso seguro de un determinado alimento ha sido establecido típicamente ya sea a través de la experiencia basada en el uso común del alimento o por expertos que determinan su seguridad basándose en procedimientos científicos establecidos. A partir de la década de los noventa, la norma aplicada a los nuevos cultivos alimentarios, especialmente GM, ha sido que deben ser tan seguros como una contraparte apropiada que tenga un historial de uso seguro. (CRFSFS, 2004)

Este proceso de evaluación comparativa o equivalencia sustancial es un método para identificar similitudes y diferencias entre el nuevo alimento desarrollado y una contraparte convencional que tiene un historial de uso seguro. “El análisis evalúa:

- 1) Las características agronómicas / morfológicas de la planta
- 2) La composición de macro y micronutrientes y el contenido de antinutrientes y tóxicos importantes
- 3) Las características moleculares y la expresión y seguridad de cualquier proteína nueva en el cultivo
- 4) Las características toxicológicas y nutricionales del nuevo producto en comparación con su contraparte convencional en modelos animales apropiados.

Las similitudes observadas entre los cultivos nuevos y tradicionales no están sujetas a una evaluación adicional, ya que esto demuestra que esos aspectos del cultivo recién desarrollado son tan seguros como los cultivos con antecedentes de consumo seguro.” (CRFSFS, 2004)

Las diferencias identificadas se someten a otros procedimientos científicos, según sea necesario, para aclarar si existen problemas o inquietudes de seguridad. Al seguir este proceso, las estrategias de evaluación de la inocuidad de los cultivos transgénicos han demostrado, en los últimos 10 años, ser científicamente sólidas, proporcionando un nivel de garantía de seguridad comparable o, en algunos casos, superior al disponible para los cultivos convencionales. Aproximadamente 30,000 ensayos de campo se han realizado con más de 50 cultivos GM en 45 países. Como respaldo a la robustez del proceso comparativo de evaluación de la inocuidad, más de 300 millones de hectáreas acumuladas de cultivos transgénicos han sido cultivadas comercialmente en la última década sin efectos adversos documentados para humanos o animales. (CRFSFS, 2004)

## **1.5 Etiquetado de los alimentos GM**

“Los consumidores tienen derecho a recibir información sobre los productos que van a consumir, sobre los beneficios de los que podrían gozar y los posibles daños que podrían sufrir, si es que los hay, al consumir productos que deriven de transgénicos. De esta forma, podrán optar entre consumirlos o no consumirlos, así como optar por otros tipos de cultivos. Las innovaciones tecnológicas no son buenas ni malas, solo son herramientas. Por eso se debe respetar la capacidad del ser humano para actuar de manera autónoma y responsable y esto solo se puede lograr si es que la persona recibe información veraz acerca de este tema”. (Casquier J. *et al*, 2012)

No obstante, en varios países se debate sobre si el etiquetado de los alimentos GM es o no el medio más apropiado y viable para que los consumidores puedan tomar decisiones documentadas sobre dichos productos. Diversos países han acogido políticas y maneras de etiquetado para los OMG que varían ampliamente. Los protocolos de etiquetado, desde la explotación agrícola hasta el consumidor, pueden representar dificultades insuperables para los países de en vías de desarrollo que desean obtener ingresos en los mercados internacionales. (FAO: OMG, 2001)

Los seres humanos alrededor del mundo pertenecemos todos a la misma especie, *Homo sapiens*; todos compartimos sistemas digestivos y fisiologías similares. Las sustancias tóxicas presentes en los alimentos, como el arsénico, las micotoxinas y los glicoalcaloides, son tóxicas para todos. Ninguna raza o nación es inmune a los productos químicos tóxicos o contaminantes de alimentos biológicos como *E. coli* O104, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium* o *Listeria*. Con esta concordancia de sensibilidades humanas, los sistemas reguladores para asegurar la inocuidad de los alimentos deberían ser virtualmente idénticas en todo el mundo, aunque reconociendo la variación alimenticia regional o cultural. Pero no lo son, la regulación de la bioseguridad de los alimentos transgénicos varía drásticamente, desde Estados Unidos a Europa, de Asia a América Latina, de África a Australia. (McHughen A., 2012) Por otro lado la disposición de los consumidores a comprar productos GM varía de un país a otro, así como la actitud de los expertos implicados en el proceso de toma de decisiones. (Aleksejeva I., 2014)

A partir de que los alimentos GM llegaron al mercado han ocasionado controversias en relación a si los alimentos que contienen ingredientes de cultivos GM conviene que se etiqueten o no, ya que unos consideran que es un asunto relacionado con el "derecho a conocer" y, por lo mismo, todos los productos que contengan ingredientes de cultivos GM deben etiquetarse como tales. Otros, en cambio, piensan que dado que no hay diferencia entre los ingredientes GM y los que no lo son, el etiquetado no debería requerirse. (Rzymiski P. *et al*, 2016)

Observar de cerca las principales empresas a nivel mundial que producen los OMG y que pretenden controlar los granos básicos y analizar sus intereses primordiales sería de gran utilidad, ya que parece ser que tienden más a los intereses económicos y políticos que a mejorar la salud y la vida humana; la falta de información fidedigna, el abuso en los países en vías de desarrollo hacen necesario un debate sobre este tema. (Freedman D., 2013)

Los distintos puntos de vista entre los Estados Unidos y la Unión Europea en relación al etiquetado de los alimentos GM son ilustrativos de algunas de las cuestiones debatidas.

“En Estados Unidos, la ley exige que la información sobre los productos alimenticios sea clara e inequívoca. Las etiquetas tienen por objeto proporcionar información útil, advertir a los consumidores y darles instrucciones. Se estima que toda información adicional engañosa o innecesaria está en contradicción con el derecho de los consumidores a poder realizar una elección sensata y reduce la eficacia de la información esencial de la etiqueta. Si los OMG no difieren de sus homólogos tradicionales en lo que respecta a la nutrición, la composición o la inocuidad, se considera que el etiquetado es innecesario y tal vez engañoso”. (FAO: OMG, 2001) La falta de información en los productos podría enfocarse hacia sus efectos o dilemas éticos, o bien a los aspectos éticos de las leyes que obligan a las empresas a informar a los consumidores.

Los argumentos que a menudo se fundan en oposición al sistema de etiquetado obligatorio son sustancialmente económicos y no se comprometen seriamente con los peligros amenazantes de estos alimentos. La noción de "equivalencia sustancial", que se utiliza comúnmente para oponerse al etiquetado obligatorio de los alimentos genéticamente modificados, se basa en métodos de hipótesis dudosos. (Siipi H., 2010)

En Estados Unidos, a pesar de que la mayoría del público está a favor de una política del etiquetado, no se ha implementado y es ampliamente criticada debido a los costos que puede generar, y por otro lado temen que pueda ser erigida como una razón de

precaución. Por otro lado el papel de los consumidores es vital para el éxito de cualquier iniciativa de alimentos GM: si no compran, o se les impide comprar, la tecnología, o parte de ella, fracasará en el mercado y será abandonada. (Siipi H., 2010)

Los consumidores tienen derecho a ser informados del origen de los productos que se distribuyen en el mercado y se podría incluso plantear la hipótesis de que el etiquetado de los productos genéticamente modificados puede, de hecho, desempeñar un papel en aumentar la aceptación general de los mismos a largo plazo. (Moses V., 2014)

Las políticas de la Unión Europea relativas a los alimentos GM se basan en el principio de precaución y en el requisito de respetar la autonomía de los consumidores; realmente es un medio para garantizar el derecho a conocer cualquier aspecto que consideren importante y darles la oportunidad de elegir y estar informados. Es por esto que todos los productos que contengan al menos un 0,9% de ingredientes GM deben estar etiquetados como que contienen OGM o ingredientes GM según la Directiva Europea 2001/18.

La Unión Europea trata de llegar a un procedimiento de acuerdo entre los sectores industrial, científico y público, el tema no es si se han de etiquetar los productos obtenidos por métodos biotecnológicos, sino cómo etiquetarlos.

Este etiquetado puede ayudar adicionalmente a los clientes a comprender el proceso de producción y la variedad de modificaciones genéticas utilizadas por la industria biotecnológica. También es plausible que algunos clientes puedan aceptar algunos tipos de tecnologías basadas en OMG en la industria alimentaria, mientras que otros la rechacen. (Siipi H., 2010)

En el debate entre viabilidad e inviabilidad de los OGM parecería haber una distorsión debida a los intereses económicos, que pueden estar alterando la valoración bioética de su producción y comercialización y la debida información al público consumidor.

## 1.6 Situación actual

Los intereses económicos potenciales en relación con las producción OMG son considerables, el volumen de negocios anual mundial del mercado de semillas ya ha superado los 35.000 millones de euros. Hoy en día el mercado mundial está dominado por sólo un puñado de grandes operadores. Las mismas empresas multinacionales que operan en los sectores de alimentos, productos fitosanitarios, energía y farmacéutica. Esta concentración permite a un pequeño grupo de empresas ejercer un control considerable sobre toda la cadena de producción de alimentos poniendo así en peligro la libertad de elección, la accesibilidad de los precios, la innovación abierta y la diversidad genética. (Arcieri M., 2016)

En sus informes más recientes, la FAO afirma que la biotecnología no proporciona beneficios agronómicos y económicos significativos a los agricultores del tercer mundo, en particular a los pequeños agricultores.

Entre los argumentos que se utilizan con más frecuencia para apoyar el uso de OMG, se encuentra la necesidad de combatir el hambre, de asegurar el suministro de alimentos a una creciente población mundial y la lucha contra el cambio climático. Los problemas de la dificultad del suministro de alimentos a nivel mundial no surgen tanto de la producción sino de la distribución, ya que la producción global equivale a más del 150% del consumo mundial. En consecuencia, esto requiere una solución política y económica más que una innovación agrícola. (Arcieri M., 2016)

Se habla de mitigar el hambre en aquellos lugares del mundo donde hay desnutrición con la siembra de transgénicos preparados para sobrevivir a condiciones ambientales adversas como sequía, heladas, inundaciones, etc., pero la disponibilidad de alimentos GM no reduce el hambre si los agricultores no pueden ellos mismos producirlos o la población local no puede comprarlos. El diseño económico actual que tiene la producción de alimentos GM no es socialmente viable en los países en vías de

desarrollo, ya que no admite redistribuir los productos, se elimina a los agricultores y los vuelve intermediarios dependientes de las empresas que dominan el mercado, no se transfiere tecnología, no se fomentan fuentes de trabajo ni crecimiento económico. (Rodríguez Yunta E., 2013; Verma S. R., 2013)

En medios de comunicación existen muchas opiniones a favor y en contra del consumo humano de los alimentos GM sin argumentos científicos que los apoyen, aunque recientemente se han vuelto más equilibrados en algunas regiones. (Moses V., 2014)

Hay un debate público continuo sobre su seguridad, riesgos, legislación, etiquetado y restricción (McHughen A., 2012). Por lo que es importante revisar científicamente estos argumentos para que los principios de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia se respeten en las publicaciones. “La aplicación de los principios bioéticos puede ayudar a tomar medidas sobre la racionalidad del uso de transgénicos y la necesidad de regulaciones que controlen su producción en los países”. (Rodríguez Yunta E., 2010) No se ha realizado una reflexión bioética sobre estos aspectos por lo que es importante incidir sobre este aspecto.

## **1.7 Reflexión bioética de los OGM**

La introducción de OGM en el medio ambiente ha sido marcada por diferentes posiciones, ya sea a favor o en contra de su liberación. Sin embargo, el problema va mucho más allá de estas posiciones contradictorias; es necesario tener en cuenta la legislación, la ética, la bioseguridad y el medio ambiente en las consideraciones relacionadas con la liberación OGM.

La biotecnología ha ampliado el horizonte de la ética, es por ello que surge una rama de la ética que se va a encargar, mediante cuatro principios: autonomía, beneficencia, no-maleficencia y justicia; de proveer los lineamientos para una correcta conducta humana

frente a la vida, tanto del ser humano como de aquellos que no lo son. Esta es la bioética y su definición, según Van Rensselaer Potter, “el estudio sistemático de la conducta humana en el área de las ciencias humanas y de la atención sanitaria, en cuanto se examina esta conducta a la luz de valores y principios morales” (Potter V. R., 1971). Con esta idea de Potter podemos unir el ámbito de los hechos con el de los valores, o juntar, nuevamente, las ciencias con las humanidades en nuestra sociedad; frente a la fusión que se ha dado entre ciencia e industria. (Casquier J. *et al*, 2012)

Este es el problema que vamos a desarrollar en esta investigación, tema que nos plantea varias cuestiones que iremos comentando a lo largo de este estudio que nos permitirá aclarar si, a la luz de los principios bioéticos, es bueno y moral o no el desarrollo de OGM. Lo consideramos importante porque el problema de la alimentación del ser humano es vital para nuestro desarrollo. (Casquier J. *et al*, 2012)

*“El desafío de la futura bioética es que, más que nunca, poseemos conocimiento científico y capacidad tecnológica, sin embargo no tenemos la mínima noción de cómo utilizarlos, siendo que la crisis de nuestra era es la de haber adquirido un poder inesperado que debemos usar en medio del caos de un mundo postradicional, postcristiano y postmoderno”.*

*H.T. Engelhardt*

“La bioética debería ser una instancia de reflexión y de diálogo, directo y abierto, entre todas las partes involucradas, que permita reconocer diferencias de fondo que tienen que ver con la justicia, la equidad, la autonomía de los pueblos originarios y su relación con la naturaleza: diferencias culturales que hay que respetar, más allá de pensar

solamente en la rentabilidad económica de los posibles productos obtenidos”. (Rodríguez Yunta E., 2010)

“La bioética reflexiona sobre el papel de la regulación y la necesidad de regular mecanismos sociales, pero la regulación debe ser local y global. No es suficiente que en un país se regule, porque en las normas internacionales de transferencia de productos, se incumplen compromisos de liberación del mercado que favorece al de alimentos transgénicos. De nada sirve tener unas reglas muy estrictas en un país si no se negocian al mismo tiempo en el resto de las naciones. Se necesitan encontrar mejores formas de regular los desarrollos biotecnológicos para que haya un beneficio real para los distintos países, para que crezca verdaderamente la economía, para que se solucione el problema del déficit de alimentos de manera segura y eficaz”. (Rodríguez Yunta E., 2010)

En la actual ley de patentes de organismos vivos es de gran importancia tener en cuenta las consideraciones éticas y bioéticas pertinentes para poder reflexionar sobre los límites de las patentes y el alcance de la protección de variedades autóctonas para salvaguardar el interés público y los derechos de determinados grupos. Ya que estas leyes han sido desarrolladas solo para aquellas instancias científicas y técnicas que poseen capitales para demostrar uso o aplicación industrial de una invención, susceptible de explotación masiva. En estas condiciones, esta ley de patentes es discriminatoria para miles de agricultores de países en desarrollo. (Rocha Braña *et al*, 2012).

En el principio de justicia se halla enmarcado el tema de la responsabilidad hacia generaciones futuras como desafío que necesita de reflexión bioética. “El mantener la naturaleza es la condición de sobrevivencia del hombre y en el ámbito de ese destino solidario Hans Jonas habla de dignidad propia de la naturaleza. Preservar la naturaleza significa preservar al ser humano. No se puede decir que el hombre es sin que se diga que la naturaleza también es. Así, por supuesto, el sí a la naturaleza se volvió una obligación del ser humano. Lo que el imperativo de Jonas establece, en efecto, no es

sólo que existan hombres después de nosotros, sino precisamente que sean hombres de acuerdo con la idea vigente de humanidad y que habiten este planeta con todo el medio ambiente y biodiversidad preservado". (Siqueira de J. E., 2001)

Sin embargo, la manipulación de los cultivos transgénicos han planteado desde el principio sus riesgos potenciales para la salud humana y animal, las consecuencias ambientales, el impacto socioeconómico y los efectos sobre la seguridad alimentaria y el comercio agrícola. Por razones de seguridad de la biotecnología, la introducción de cultivos transgénicos en el medio ambiente ha estado marcada por diferentes posiciones, ya sea a favor o en contra de su liberación, así como por plantear cuestiones éticas, religiosas y jurídicas. Por ejemplo, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2001) ha planteado una serie de preocupaciones sobre la ética en la biotecnología aplicada a la agricultura alimentaria. El objetivo de la FAO es compartir los conocimientos actuales sobre los productos genéticamente modificados en relación con los consumidores, incluida la inocuidad de sus alimentos y la protección de su salud y la conservación ambiental, teniendo en cuenta las posibles consecuencias de su uso en la intensificación de la producción de alimentos y los efectos no deseados e indeseables que su aplicación podría tener (Rocha Braña *et al*, 2012)

Vandana Shiva ha hecho afirmaciones fuertes que no permiten ningún espacio para cultivos transgénicos: "La contaminación genética es inevitable. La coexistencia no es posible " (Shiva V., 2016)

## 2. JUSTIFICACIÓN

Los debates persisten en todo el mundo sobre el desarrollo y el uso de organismos genéticamente modificados y de los alimentos que de ellos derivan en lo que se refiere a su seguridad, riesgos, legislación, etiquetado y restricción, y es difícil ver dónde termina la evidencia científica y comienzan los dogmas y la especulación.

En los casi 20 años desde que fueron comercializados por primera vez, las tecnologías de cultivos transgénicos han experimentado un dramático despunte y es indudable que es una de las tecnologías más controvertidas que aparecen en el mercado en las últimas décadas. Sin embargo, a pesar del creciente uso y popularidad de los OMG, todavía no hay evidencias a favor o en contra, los científicos aún no han explorado completamente los riesgos potenciales para el medio ambiente y la salud, se cuestionan sus impactos ambientales, sociales, económicos y éticos también asociadas con la tecnología genética, incluida la mercantilización de la vida y un aumento de la desigualdad.

Emplear una reflexión sobre los principios bioéticos que se aplican en la investigación de la modificación genética de los alimentos, puede propiciar una reflexión y un diálogo, directo y abierto, entre todas las partes involucradas, y de esta manera contribuir en la toma de medidas sobre la racionalidad del uso de transgénicos y en la necesidad de regulaciones que controlen su producción en los países.

### **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son los argumentos científicos en pro y en contra de los alimentos genéticamente modificados más frecuentes en la literatura científica y su impacto en los principios de la bioética?

## **4. OBJETIVOS**

Identificar los argumentos científicos más frecuentes en pro y en contra del consumo humano de alimentos GM bajo un análisis bioético.

### **4.1 Objetivos específicos:**

- a) Identificar argumentos que apoyen el principio de beneficencia en pro y en contra del consumo de los alimentos GM
- b) Identificar argumentos que apoyen el principio de no maleficencia en pro y en contra del consumo de los alimentos GM
- c) Identificar argumentos que apoyen el principio de autonomía en pro y en contra del consumo de los alimentos GM
- d) Identificar argumentos que apoyen el principio de justicia en pro y en contra del consumo de los alimentos GM
- e) Analizar y proponer medidas que apoyen los principios de la bioética referente al consumo de alimentos GM

## 5. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática de 100 artículos de las bases Springer Link y ScienceDirect entre los años 2010 al 2016 según objetivos de estudio, análisis de contenidos y codificación.

El transcurso de la investigación comprendió las siguientes etapas:

a) Definición de una pregunta de investigación para situar el proceso de búsqueda y análisis de los resultados. ¿Cuáles son los argumentos científicos en pro y en contra de los alimentos genéticamente modificados más frecuentes en la literatura científica y su impacto en los principios de la bioética?

b) Definición de los criterios de búsqueda, inclusión y exclusión:

- Criterios de búsqueda: Se realizó una revisión sistemática de 100 artículos de las bases Springer Link y ScienceDirect entre los años 2010 al 2016. Los términos booleanos fueron: *Genetically AND Modified AND Organisms AND Food AND Health* con su respectiva traducción al español; determinando que el descriptor estuviera localizado en el título del artículo para asegurar que se hablara del concepto buscado.
- Como criterios de inclusión se definieron que fueran artículos sobre semillas genéticamente modificadas, en inglés o en español abarcando los criterios de búsqueda.
- Se determinó excluir los artículos que aparecieran repetidos en diferentes revistas, los que no presentaran acceso al texto completo y que no correspondieran a los criterios de inclusión.

c) Identificación y selección de artículos

d) Caracterización de artículos seleccionados, tras la lectura de cada uno de los artículos y en coherencia con los objetivos de esta revisión se identificaron 6 categorías de estudio. Las primeras cuatro son de acuerdo con los cuatro principios clásicos de la bioética, ya que es nuestro principal objetivo de estudio.

e) Categorías para realizar el cuadro de codificación:

- Beneficencia
- No Maleficencia
- Autonomía
- Justicia
- Tipo de Organismo Genéticamente Modificado (OGM)
- País donde se realizó la investigación

f) Análisis categorial

g) Análisis global desde la perspectiva bioética









Cuadros de categorías solo con la suma total de la revisión:

INDICADORES	ITEMS	TOTAL
<b>BENEFICENCIA</b>	Cambios benéficos en el tipo de semilla mediante un desarrollo sustentable, en forma productiva y saludable	34
	Promueve su uso	31
	Reducción en el uso de herbicidas y pesticidas	25
	Creación de plantas con resistencia a enfermedades y plagas	18
	Mejoramiento en calidad nutricional o rendimiento	19
	Alteración para retardar la maduración y así contar con más tiempo para el transporte y almacenamiento	8
	Efectos positivo en el medio ambiente	15
	Regulación bioseguridad	44

INDICADORES	ITEMS	TOTAL
<b>NO MALEFICENCIA</b>	Riesgos para la salud	22
	Daños diversos a la salud	10
	Valoración alergenidad	7
	Valoración toxicidad	12
	Cáncer	5
	Herbicida (Roundup: glifosato)	15
	Hipótesis de riesgos	51

INDICADORES	ITEMS	TOTAL
<b>AUTONOMIA</b>	Etiquetado	22
	Etiqueta comprensible	11
	Equivalencia sustancial	4
	El consumidor debe poder escoger	19

INDICADORES	ITEMS	TOTAL
<b>JUSTICIA</b>	Impacto Economico. Dinero	16
	Patentes	10
	Es importante para las poblaciones pobres	22
	Asunto político	23
	Frente de discusión posiciones extremas	41
	Regulación de su uso y aplicación	70

INDICADORES	ITEMS	TOTAL
OGM	Maíz	49
	Soya	39
	Algodón	30
	Canola	19
	Tapioca	2
	Avena	1
	Girasol	1
	Arroz	15
	Amaranto	1
	Trigo	4

INDICADORES	ITEMS	TOTAL
PAIS	China	4
	Canada	3
	Polonia	3
	Filipinas	1
	Reino Unido	12
	Colombia	1
	USA	23
	Holanda	5
	Brasil	3
	Australia	4
	Francia	7
	Italia	5
	Argentina	4
	Suiza	1
	Noruega	3
	Irán	3
	Corea	1
	Dinamarca	1
	Malasia	2
	India	5
	Tailandia	1
	Alemania	4
	Letonia	2
	Finlandia	1
	Suecia	2
	Austria	1
	Rusia	1
Turquía	1	
Taiwan	1	

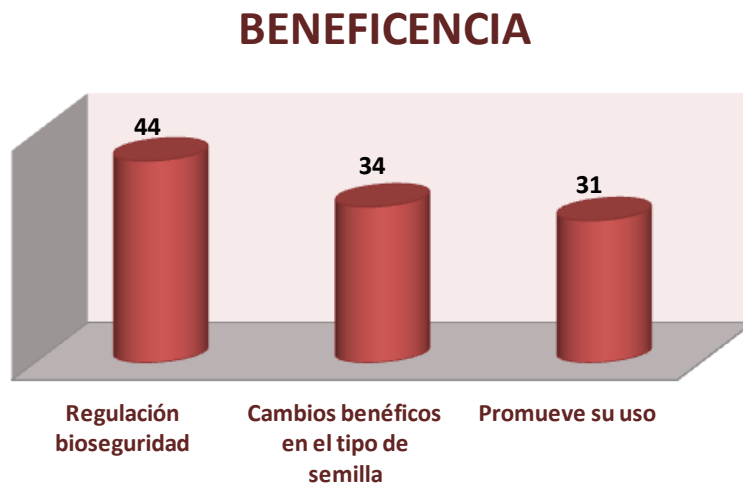
Tabla 2. Resumen Cuadro de Codificación.

## 7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En cada indicador centraremos la atención en los items de mayor puntuación.

### 7.1 Principio de Beneficencia

“Bajo el principio de beneficencia (hacer el bien sin esperar nada a cambio), se debe buscar activamente la producción de OGM principalmente para alimentar al mundo que pasa hambre y mediante un desarrollo sustentable, en forma productiva y saludable con precios accesibles para las personas sin recursos”. (Rodríguez Yunta E, 2010.)



Gráfica 1. Beneficencia, ítems de mayor puntuación.

El 44% de los artículos revisados entre ellos Myhr A. I. (2010), Solli A. *et al*, (2014) y Arulandhu A., *et al*, (2016), están a favor de una regulación de la bioseguridad de los OGM, la cual tendría por objeto "regular las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial,

comercialización, importación y exportación de OGM, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que estas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal y acuícola." (Ley de bioseguridad OGM, México 2005)

En octubre de 2011, 41 científicos suecos, de siete universidades, dirigieron una carta abierta a políticos y ambientalistas que alentaba a una revisión de la legislación europea basada en evaluaciones científicas de la tecnología de OGM. Afirman que este enfoque fomentará el desarrollo y los posibles beneficios de los cultivos transgénicos. (Solli A. *et al*, 2014) Más de 450 científicos de Europa han respaldado la carta sueca. Los defensores argumentan que los cultivos transgénicos podrían resolver los futuros problemas de una población creciente proporcionando el abastecimiento de alimentos con una comida más barata, saludable y más noble con el medio ambiente. Los opositores afirman una variedad de argumentos tales como riesgos de salud y ambientales, derechos de propiedad intelectual y asuntos de justicia global.

Otra característica importante son los cambios benéficos en el tipo de semilla, ya que esto ayudará a la aceptación de OGM a nivel mundial. (Nicolia A., 2014; Verma S. R, 2013; Aldemita R. R. *et al*, 2015) También hay evidencia de beneficios ambientales, por ejemplo mediante la reducción del uso de pesticidas (Scott P., 2016). Hefferon K. L. (2015) concluye su investigación poniendo las directrices de la investigación y desarrollo futuro para los OGM nutricionalmente mejorados.

En China Du Li *et al*, (2012) promueven su uso ya que según sus estudios los OGM no tienen efectos negativos, tienen un gran desarrollo tecnológico de algodón siendo los mayores productores de algodón genéticamente modificado en el mundo.

Los expertos de la UE apoyan el uso de OGM en los alimentos y muchos de ellos consideran que los alimentos genéticamente modificados son tan seguros como los productos convencionales o más seguros que inseguros. Por lo que los consumidores deben sentirse confiados que los cultivos transgénicos aprobados son tan seguros

como los cultivos tradicionales. (Kershen D. L, 2014; Rojas C. A. *et al*, 2010; Aleksejeva I., 2014) Las pruebas actuales demuestran que los OGM son nutricionalmente equivalentes a sus contrapartes no GM y pueden utilizarse con seguridad para la alimentación humana y animal. (Snell C. *et al*, 2011)

Moses V., (2014) comenta que hay gran cantidad de evidencias, en la literatura revisada y resumida que cuantifica los impactos económicos positivos de la biotecnología de cultivos. Por lo tanto, esta información brinda las razones por las que tantos agricultores de todo el mundo han adoptado y siguen utilizando esta tecnología, y por otro lado tiene económicamente un gran impacto. (Brookes G. *et al*, 2015 y Brookes G., 2015)

No se han reportado evidencias de consecuencias adversas para la salud humana por el consumo de productos de cultivos desarrollados con tecnología GM. (World Health Organization 2014.) Por otro lado Goodman R. *et al* (2011) afirman que no se han publicado pruebas de reacciones alérgicas a ninguna proteína genéticamente modificada ni reacciones adversas a la salud humana asociadas con el consumo de alimentos de cultivos transgénicos durante los últimos 14 años.

## **7.2 Principio de No Maleficencia**

“De acuerdo al principio de no maleficencia el agente moral tiene el deber de no causar daño a terceros. Este principio se relaciona con el imperativo de respetar a todo ser vivo, incluido el ser humano, que pueda resultar dañado por las acciones humanas. Es importante analizar los posibles riesgos de organismos genéticamente modificados antes de ser liberados para uso comercial, como la valoración de toxicidad o alergenicidad. Se debe tener en cuenta la ignorancia sobre las consecuencias que puede suponer en ecología la introducción no controlada de organismos genéticamente

modificados, por lo que se está obligado a establecer políticas ambientales y regulaciones sobre el uso de transgénicos”. (Rodríguez Yunta E., 2010)



Gráfica 2. No Maleficencia, ítems de mayor puntuación.

Actualmente hay muchas deficiencias en las legislaciones de los países, sobre todo los de Latinoamérica con relación al uso y la investigación de OGM. Algunos transgénicos se introducen al mercado sin haber evaluado su seguridad, posibles riesgos a la salud o la eventualidad de que se transfieran genes a poblaciones silvestres. Bawa A. S. *et al*, (2013) comenta que es inaceptable someter 500 millones de europeos y varios miles de millones de consumidores en todo el mundo a los nuevos alimentos con plaguicidas derivados de OGM, ya esto se hace sin más controles que los únicos 3 meses de pruebas toxicológicas y utilizando solamente una especie de mamífero (ratas) para realizar las pruebas. (Séralini G. E. *et al*, 2011)

Tratando de balancear el riesgo, se ha consensado que no se necesita la certeza científica del daño, aunque si la detección de peligros potenciales para el medio ambiente por medio de la investigación multidisciplinaria en que se mida causa-efecto, la experiencia es todavía limitada y envuelta en una incertidumbre considerable. (Meyer H., 2011; Meyer H. *et al*, 2013; Arcieri M., 2016) Para prohibir su comercialización es

suficiente que un país tenga dudas de que un producto pueda causar daños a la población, aunque no esté científicamente probado, afirma el protocolo de bioseguridad de Cartagena del año 2000.

El tema principal en los debates se centra en la seguridad de los OGM para la salud humana y el medio ambiente. Los posibles riesgos de los cultivos transgénicos pueden resumirse como "el riesgo para la salud humana y animal a través del consumo de alimentos genéticamente modificados". (Gerasimova K., 2016)

En relación al debate sobre seguridad el francés Gilles-Eric Seralini en su investigación encontró deterioro severo al riñón e hígado, así como desajustes hormonales en ratas alimentadas con el maíz transgénico NK603 de Monsanto y bajos niveles del herbicida a base de glifosato, Roundup. Se analizaron por separado el maíz transgénico NK603, el Roundup y el maíz transgénico NK603 con Roundup y en todos se encontraron efectos tóxicos. Otros hallazgos adicionales insospechados fueron el alto porcentaje de tumores de gran tamaño y mortalidad en la mayoría de grupos de tratamiento. El estudio se publicó originalmente en septiembre del 2012 en la revista *Food and Chemical Toxicology*. (Séralini G. E. *et al*, 2012)

A las pocas horas de publicarse el estudio (Séralini G.E. *et al*, 2012) este fue sometido a ataques virulentos y constantes por parte de los grupos de presión y científicos pro-OGM. (Matthews J., 2012) La campaña para desacreditarlo fue liderada por el Science Media Centre (Science Media Centre 2012) del Reino Unido, una organización que defiende y promociona la tecnología de ingeniería genética y que ha recibido financiación de compañías como Monsanto y Syngenta. (Science Media Centre 2012)

Los críticos de Séralini no tardaron en centrar su atención en intentar que la revista que había publicado el estudio se retractase de ello. Muchas de estas voces críticas tenían conflictos de interés no desvelados con la industria de los transgénicos o con grupos de presión financiados por la industria, o con organizaciones con intereses claros en la

aceptación pública de la tecnología de ingeniería genética. (Science Media Centre Funding, 2012 y Science Media Centre 2014)

El estudio fue desestimado también por las agencias reguladoras, incluyendo la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés). (EFSA J., 2012; Haut Conseil des Biotechnologies Comité Scientifique, 2012; ANSES, 2012) Sin embargo, estas mismas agencias habían autorizado éste y otros alimentos GM, considerándolos seguros. Por ejemplo, en 2003 la EFSA emitió una Opinión afirmando que el maíz transgénico NK603 era tan seguro como un maíz no-GM, (EFSA J., 2003) que sirvió de fundamento para autorizar la utilización de este producto en Europa en alimentación y forraje.

La Academia de Ciencias de Francia hizo pública una declaración atacando el estudio de Séralini, que fue duramente cuestionada por un miembro eminente de esta institución, Paul Deheuvels. (Guyon C., 2013)

Environmental Sciences Europe (ESEU) decidió volver a publicar el documento para dar a la comunidad científica el acceso garantizado a largo plazo a los datos, dijo el redactor jefe Henner Hollert a Nature. "Fuimos la primera publicación de Springer Publishing sobre el medio ambiente y constituimos una plataforma para el debate sobre la ciencia y la regulación a nivel europeo y regional." El ESEU no llevó a cabo ninguna revisión científica por pares, agrega, "porque esto ya había sido realizado por Food and Chemical Toxicology, y había concluido que no había fraude ni tergiversación. "El papel de los tres revisores contratados por el ESEU fue comprobar que no había habido ningún cambio en el contenido científico del documento, añade Hollert. (Fagan J., 2015)

Séralini G. E. *et al*, (2014) también proporcionaron todos los datos brutos pertinentes al estudio como un suplemento en línea. En un comentario, Séralini G. E. *et al*, (2014c) declaran que todos los datos brutos utilizados en las evaluaciones reglamentarias de los cultivos modificados genéticamente y de los plaguicidas también deben hacerse públicos. Aunque los datos sobre seguridad de la biotecnología son de dominio público

en la UE, los datos sobre plaguicidas no son, y en muchos países, como Estados Unidos, gran parte de la documentación presentada para la aprobación tanto de OGM como de plaguicidas se clasifican como información comercial confidencial y no son accesibles al público. (Fagan J., 2015)

El estudio de Séralini fue apoyado por un centenar de científicos independientes de todo el mundo en una serie de peticiones, cartas y artículos. (Battaglia D., 2012; Heinemann J., 2013)

Aunque ningún trabajo de investigación es perfecto y el alcance de todos ellos tiene sus limitaciones, el estudio de Séralini es el ensayo más cuidadosamente diseñado, más concienzudo y más detallado llevado a cabo hasta la fecha sobre un alimento GM.

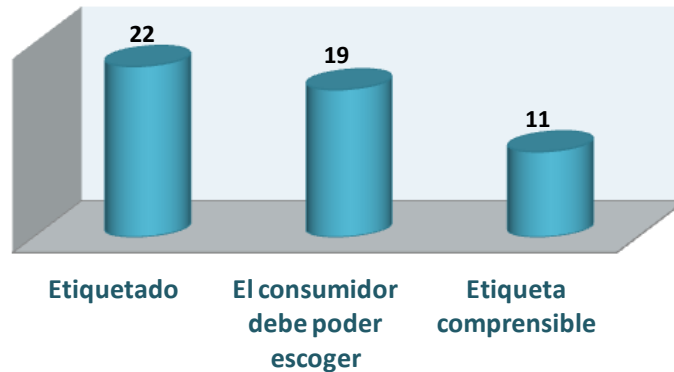
Mientras tanto, el maíz transgénico NK603 y el Roundup deberían ser retirados del mercado, puesto que su seguridad no ha sido demostrada a largo plazo y el estudio de Séralini G. E. *et al*, (2014) aporta evidencias de que no son seguros.

Thongprakaisang S., (2013) afirma que el Roundup tiene riesgos de cáncer de pecho ya que tiene un potencial aditivo estrogénico.

### **7.3 Principio de Autonomía**

“En relación con el principio de autonomía o capacidad, es preciso tener en cuenta que los individuos tienen derecho a saber para tomar decisiones informadas. Sin el etiquetado, los consumidores de los alimentos transgénicos, sin saberlo, pueden violar sus propias restricciones dietéticas y/o religiosas”. (Rodríguez Yunta E., 2010)

## AUTONOMIA



Gráfica 3. Autonomía, ítems de mayor puntuación.

En mayo de 2013, más de 2 millones de personas, en más de 50 países de todo el mundo, marcharon contra Monsanto. La protesta se encendió debido a la adopción de lo que ahora se llama la "Ley de Protección de Monsanto", que permite la plantación de cultivos no aprobados genéticamente modificados en los Estados Unidos, invalidando órdenes judiciales anteriores diseñadas para proteger el medio ambiente, la salud y el bienestar de las personas. Con la marcha de protesta, la gente expresó su preocupación por la seguridad del abasto de alimentos y expresaron su disgusto por el "amiguismo" entre las empresas y el gobierno. Marchando, los manifestantes querían crear conciencia sobre los posibles efectos nocivos de comer alimentos transgénicos expresando que no querían estar expuestos a un posible riesgo relacionado con consumirlos. (Sleenhoff S. *et al*, 2013; Moses V., 2014)

Se propuso que su indignación podría ser mitigada al proporcionar la opción de compartir el control sobre el consumo de alimentos GM. El etiquetado de los productos GM es una opción que hace que el posible riesgo de comer alimentos genéticamente modificados sea una opción voluntaria, esto no sólo daría a los consumidores una información más completa, sino que también les permitiría tomar decisiones con conocimiento de causa sobre si comprar o no el producto. (Sleenhoff S. *et al*, 2013; Moses V., 2014)

De esto se deduce que bajo el principio de autonomía se afirma también el derecho que tienen los consumidores a saber que se están alimentando con OGM, por lo que se deberían aplicar regulaciones para que se etiquetasen y así el consumidor pueda escoger entre los tipos de alimento. (Zainol Z. A. *et al*, 2015; Rzymiski P. *et al*, 2016)

Hacia principios del 2000, varios países europeos y algunos asiáticos comenzaron a exigir, además de las pruebas de bioseguridad que precedían la autorización de liberación al mercado, que los alimentos GM se comercializaran con una declaración en el etiquetado que informara que habían sido producidos mediante la utilización de tecnologías de ingeniería genética (en adelante etiquetado GM), aduciendo que se debía respetar el “derecho a saber” o “el derecho a realizar una elección informada” de los consumidores. Esta tendencia ha continuado hasta la fecha y ha aumentado desde entonces el número de países que han adoptado dicha exigencia. (GAHBA, 2008)

Otros gobiernos, como Estados Unidos, Canadá y Argentina, han razonado que el etiquetado GM no es necesario puesto que entienden que no agrega información importante para los consumidores y decidieron prescindir de regularlo. Actualmente varios países están en la etapa de disertación en este tema. (GAHBA, 2008)

Etiquetar los productos alimenticios GM es una opción que hace que el posible riesgo de comer alimentos transgénicos sea una opción voluntaria. Se han realizado varios estudios sobre qué tipo de etiquetado sería la mejor opción de uso y cuáles serían sus efectos. (Siipi H. *et al*, 2010; Sleenhoff S. *et al*, 2013; Moses V., 2014) Es necesaria una etiqueta comprensible para todo tipo de consumidores. (Sörqvist P. *et al*, 2016)

Este derecho queda potenciado si consideramos que existen alergias a proteínas específicas que al traspasarse a un transgénico puede causar reacción alérgica en personas que no saben de la incorporación de la proteína, puesto que naturalmente el organismo que está consumiendo no la tiene. (Rodríguez Yunta E., 2010)

El etiquetado obligatorio permite a los consumidores a tomar sus propias decisiones en la compra o no de alimentos GM según sus creencias, preferencias, actitudes, etc.; pero el etiquetado necesita informar a los consumidores para que estos sean capaces de leer y entender la etiqueta para hacer una elección informada, por lo que debe ser comprensible, veraz, no engañosa y verificable y deben estar reguladas y sujetas a control oficial para impedir que el consumidor sea engañado. Es por esto que el etiquetado debe suministrar la información básica imprescindible para los consumidores pero también determinadas propiedades del producto que los productores quieran destacar, por ejemplo “orgánico”, “natural” o “contiene OGM”. (GAHBA, 2008)

El beneficio de etiquetar alimentos GM es que los individuos puedan tomar una decisión libre y personal de consumirlos o no consumirlos. En Estados Unidos la ley permite el etiquetado voluntario siempre y cuando la información sea fiel, correcta e impida la confusión a los consumidores con respecto al alimento. (Sörqvist P. *et al*, 2016)

Sin embargo Louv J., (2013) afirma que si quieres evitar consumir alimentos GM y vives en Europa puedes comprar alimentos etiquetados **no OGM**, y si vives en Estados Unidos comprar alimentos etiquetados **100% Orgánicos**. Ya que el etiquetado de alimentos “**Orgánico**” en USA y Canadá no es necesariamente libre de OGM, sin embargo por ley los **100% Orgánicos** si son libres de OGM.

Toda la discusión ética de OGM se concentra en respetar la elección autónoma de los consumidores. (Siipi H. *et al*, 2010)

## 7.4 Principio de Justicia

“Desde el principio de justicia (dar a cada uno lo que necesita), se plantea la distribución equitativa de los beneficios buscando que se logre una equidad en el uso de la tecnología, garantizar una justicia intergeneracional respecto del cuidado del

ecosistema y la distribución de recursos fruto del trabajo colectivo, y establecer una justicia ambiental en cuanto a penalizar a los agentes de contaminación ambiental.

Se cuestiona la eticidad del patentamiento de OGM porque no salvaguarda la equidad ni cumple con los requisitos aplicados a una patente. Una patente puede definirse como una concesión por el Estado que otorga a su titular el derecho a impedir a otros, temporalmente, la fabricación, venta o utilización comercial de la patente protegida”. (Rodríguez Yunta E., 2010)



Gráfica 4. Justicia, ítems de mayor puntuación.

El 70 % de los artículos revisados apelan a una regulación de uso y aplicación de los OGM.

Castaño-Hernández, (2015) afirma que con el fin de que sean realmente útiles, los productos de la transformación genética deben ser seguros para el usuario y para el ambiente, para lo cual se han desarrollado estrategias que regulan el uso y aplicación de los OGM, con el fin de obtener los máximos beneficios sociales de su utilización.

Por otro lado Herman R. *et al*, (2014) y Mintz K., (2017) comentan que la verdad sobre los OGM significa cosas diferentes para diferentes personas. La percepción del riesgo pública es diferente de la percepción del riesgo de los científicos.

Es por esto que las diferencias entre las políticas de los EE.UU. y Europa sobre los OGM son un frente de discusión posiciones extremas, no sólo de las diferencias en las actitudes de los consumidores, sino de la interacción entre múltiples grupos de todas las partes interesadas, cada uno afectado de manera diferente por la tecnología. (Zilberman D. *et al*, 2013).

Últimamente en África, ha habido algunos acontecimientos positivos sobre los alimentos y cultivos transgénicos. Kenia ha levantado una prohibición sobre las importaciones de alimentos transgénicos y planea comercializar el cultivo de OGM pronto. Ghana ha comenzado pruebas de campo de arroz GM, a pesar de la oposición de algunos sectores. Muchos científicos africanos siguen abogando por un mayor uso de la biotecnología en la investigación agrícola como una herramienta para aumentar su productividad agrícola. La Prof. Jennifer Thomson de Sudáfrica preguntó en un editorial: ¿Porque Europa tiene suficiente alimento y no quieren alimentos GM debemos permitirles que nos dicten lo que es mejor para África? (Prakash C. S., 2014)

Por una parte algunos autores afirman que las evaluaciones de riesgos en una democracia involucran juicios normativos, los representantes de las comunidades epistémicas informales que podrían verse afectadas por un nuevo alimento genéticamente modificado deberían tener la oportunidad de decidir las cuestiones éticas, políticas u otras cuestiones normativas que surjan durante la revisión reglamentaria de esa entidad. (Meghani Z., 2014) Bajo otra visión, los científicos a favor de los OGM suelen describir la opinión pública como irracional y Colson G. *et al*, (2013) y Solli A. *et al*, (2014) afirman que el tipo de lenguaje emocional y la forma de confrontación y agresividad de los debates pueden entretener al público que los observa, pero no es productivo en términos de negociación pragmática, ni aportan soluciones de trabajo para los retos de la agricultura que son particularmente graves en los países en desarrollo.

Así pues, a pesar de los continuos debates sobre los cultivos transgénicos, todavía existe la necesidad de un debate más equilibrado, menos sesgado y emocionalmente

fresco que evalúe los argumentos a favor y en contra de los cultivos transgénicos. Sin embargo, vale la pena mencionar que hoy en día hay relativamente pocos ejemplos de opiniones científicas equilibradas sobre los riesgos y beneficios de los cultivos transgénicos.

Como ejemplo moderado presentamos el siguiente argumento: "Los cultivos transgénicos generan respuestas que van desde reclamaciones de productos milagrosos que alivian la pobreza de un solo golpe en un extremo del espectro hasta la opinión de que devastarán la agricultura y el medio ambiente. La realidad está entre estos extremos. Los cultivos transgénicos no son productos milagrosos para el alivio de la pobreza, pero tampoco hay evidencia de que causarán la escala de daño asociada con el uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes". (Gerasimova K., 2016)

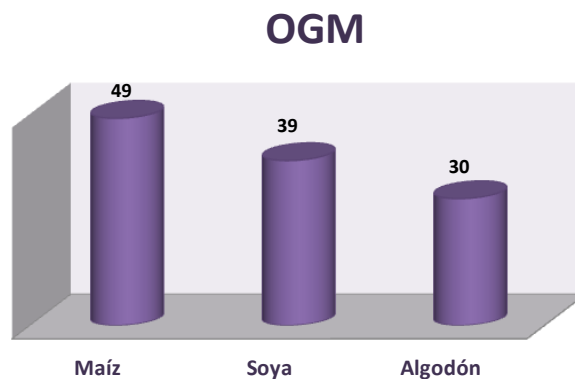
Por lo tanto los métodos modernos de fitomejoramiento, como las aplicaciones biotecnológicas, no deben oponerse a los métodos agroecológicos, sino que deben combinarse con ellos cuando sea posible. El rechazo de los OMG se asocia a menudo a las preocupaciones expresadas sobre la industria de semillas GM y su concentración. Sin embargo, la industria de las semillas está integrada en el sistema económico mundial. La dirección, implementación, regulación y uso práctico de la ingeniería genética y las aplicaciones biotecnológicas dependen de la administración del sector de las semillas. Esta última depende también de una mejor administración general de las cuestiones económicas, sociales y medioambientales. (Bonny S., 2014)

Hablando de los Derechos de Propiedad Intelectual y Patentes, como los genes extraídos de los ecosistemas en los países en desarrollo se explotan para la hacer plantas GM en los países desarrollados, es fácil para ellos obtener las patentes. Esto se ha convertido en un motivo de preocupación porque da lugar a que los agricultores del mundo en desarrollo paguen por los productos que se originan a partir de los recursos propios de su país. (Verma S. R., 2013) De hecho se da una injusticia, ya que las empresas que poseen la tecnología tienen facilidades para patentar estos organismos, mientras que los que no poseen la tecnología no lo pueden hacer.

“Se da una injusticia también en la falta de transferencia de tecnología, por lo que el fin de la producción de OGM parece ser más bien el afán de lucro de empresas más que el desarrollo sustentable de los países. Se cuestiona también que entes privados puedan adueñarse de la cualidad de reproducirse de los seres vivos por medio de los derechos de propiedad intelectual sobre formas que dan vida, ya sean patentes o derechos de obtentor, por el hecho de tener un valor intrínseco. No se ve ético el apropiarse de un atributo de la naturaleza por más que se le haya modificado”. (Rodríguez Yunta E., 2010)

## 7.5 Organismo Genéticamente Modificado

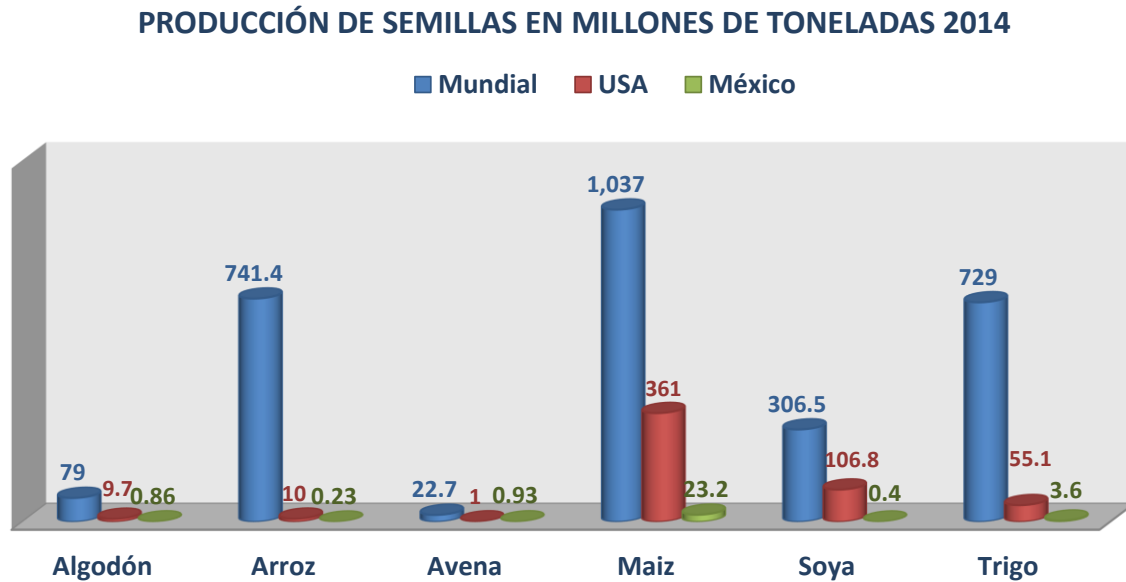
Como podemos ver en la siguiente gráfica el 49% de los artículos revisados hablan de maíz, el 39% de la soya y el 30 % del algodón. Vamos a ver la importancia de estos granos a nivel mundial.



Gráfica 5. OGMs con mayor puntuación.

En la siguiente grafica se muestra como la producción mundial del maíz alcanzó los 1,037 millones de toneladas en el año 2014, comparando con los 729 millones de toneladas de trigo o los 741.4 millones de arroz, se comprende la importancia básica a

nivel mundial del maíz, no sólo económicamente sino a todos los niveles. (FAOSTAT, 2017)

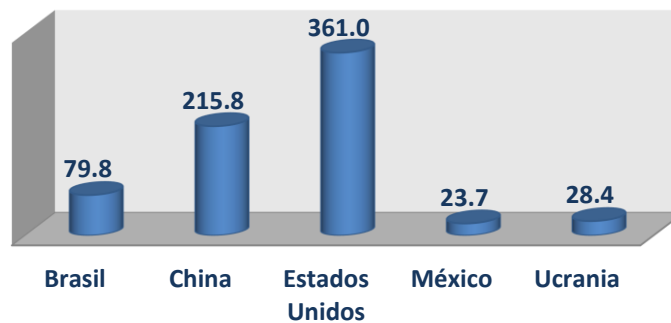


Fuente: FAOSTAT\_data\_3-13-2017  
Gráfica 6. Producción de semillas 2014

### 7.5.1 Maíz

México ocupa el 5to lugar a nivel mundial en producción de maíz.

## PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN MILLONES DE TONELADAS 2014



Fuente: FAOSTAT\_data\_3-13-2017  
Gráfica 7. Producción de maíz 2014

La palabra “maíz”, significa literalmente "aquello que sostiene la vida". Es, después del trigo y del arroz, el grano de cereal más importante del mundo, proporcionando nutrientes para los seres humanos y los animales y sirviendo como materia prima básica para la producción de almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes y, combustible. Su posible adaptación a variados climas abre la pauta para el desarrollo de una extensa gama de tecnologías tradicionales que han sido experimentadas y enriquecidas por milenios.

Botánicamente, el maíz *Zea mays* pertenece a la familia de las gramíneas (*Gramineae*) la cual debido a su estrecha relación biológica ha sido agrupada con los teocintles. Es una planta alta anual con un extenso sistema de raíces fibrosas. Los granos son a menudo de color blanco o amarillo, aunque negro, rojo y una mezcla de colores también se encuentran. Hay una serie de tipos de grano, que se distinguen por las diferencias en los compuestos químicos depositados o almacenados en el núcleo. (Kato T. A. *et al*, 2009; Serratos Hernández J. A., 2012)

El cultivo de maíz se originó probablemente en Centroamérica, particularmente en México, de donde se extendió hacia el norte a Canadá y hacia el sur hasta Argentina. El maíz más antiguo, de unos 7,000 años de antigüedad, fue encontrado por arqueólogos

en Teotihuacán, un valle cercano a Puebla en México, pero es posible que hubiera otros centros secundarios de origen en las Américas. El maíz era un elemento esencial en las civilizaciones mayas y aztecas y tenía un papel importante en sus creencias religiosas, festividades y nutrición. La supervivencia del maíz más antiguo y su distribución dependía de los seres humanos que guardaban semillas de la cosecha para la siguiente siembra. Este minucioso proceso llevó a la formación de una de las plantas cultivadas de mayor diversidad genética, cuya riqueza aún se mantiene en este país, principalmente por los productores del medio rural. (Kato T. A. *et al*, 2009; Serratos Hernández J. A., 2012)

“El cultivo de este cereal no solo constituyó los cimientos de las civilizaciones que florecieron en el Nuevo Mundo, y en el presente conforman la base para una agricultura diversificada en el contexto de una economía globalizada, sino que, derivado de los numerosos productos y aplicaciones que de él se obtienen, lo sitúan en una posición de gran valor económico y en consecuencia de sostenimiento económico, social, crecimiento comercial y progreso tecnológico para las futuras generaciones del planeta”. (Kato T. A. *et al*, 2009; Serratos Hernández J. A., 2012) Por estas grandes ventajas el maíz constituye un bien mundial estratégico para las empresas transnacionales de la biotecnología y la agroindustria.

### **7.5.2 Soya**

La soya (*Glycine max*) es una de las semillas oleaginosas más importantes cultivadas en el mundo debido a sus altos contenidos de proteína 40% , grasa 20% y carbohidrato 20% además de altos rendimientos de grano. La proteína es de mejor calidad biológica que la de otras fuentes vegetales. La elección del momento adecuado para sembrar es de fundamental importancia, ya que influye en el desarrollo y rendimiento de los cultivos. Se originó en Asia y se introdujo por primera vez en Europa y América del Norte como cultivo forrajero. (Latham M., 2002)

La soya, en una variedad amplia de formas, es muy importante en la alimentación de la población china y en otros países asiáticos. En China, la soya se usa para preparar una diversidad de platos que complementan el arroz u otro cereal como alimento básico. Los productos de soya, como el "tofu" (soya cuajada) y el "tempeh" (un producto fermentado) son importantes en la cocina de Indonesia y populares en otras partes. La soya no ha llegado a ser un alimento popular en África o América Latina, por falta de conocimiento local sobre los mejores métodos para prepararla. Las personas que no tienen experiencia con la soya encuentran difícil la preparación y cocción. (Latham M., 2002)

En la siguiente gráfica vemos a los 5 países con mayor producción de soya en el mundo:



Fuente: FAOSTAT\_data\_3-13-2017  
Gráfica 8. Producción de soya 2014

Los principales productores son los Estados Unidos, Brasil y Argentina y estos ocupan el 80% del volumen mundial y si contamos a los 5 principales productores se llega al 90% de la producción mundial. Sin embargo, la soya que se produce en estos países se utiliza sobre todo en la industria para la extracción de aceite y como alimento para animales. En Asia todavía se produce gran parte de la soya para consumo humano directo, no así en África o América Latina donde no está ampliamente difundida. China

es el mercado de importación de soya más importante del mundo y el cliente más grande de Brasil. (OCDE/FAO, 2015)

Por estas razones la soya es el alimento transgénico más difundido y comercializado en el mundo.

### **7.5.3 Algodón**

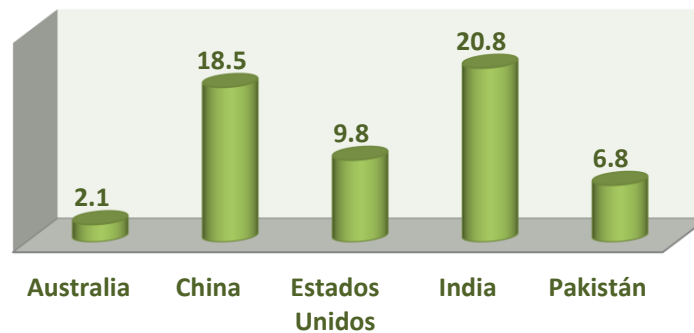
La planta de algodón incluye 40 especies en el género *Gossypium* (familia *Malvaceae*). El algodón se cultiva en todo el mundo desde los trópicos hasta latitudes mayores de 40°. Las condiciones básicas necesarias para el éxito de la producción de algodón incluyen un largo período sin heladas, un rango de temperatura de 18-32 °C y 600-1200 mm de agua durante el ciclo de cultivo, que suele durar de 125 a 175 días. El algodón muestra cierto grado de tolerancia a la sal y la sequía y, por lo tanto, se cultiva en regiones áridas y semiáridas. Sin embargo, los rendimientos más altos y consistentes y los niveles de calidad de la fibra se obtienen generalmente con riego o lluvias suficientes. (FAO, 2015)

En muchos países, el algodón es el cultivo más importante, no sólo proporciona fibras para la industria textil, sino que también juega un papel importante dentro de la industria alimenticia, pues sus semillas tienen un alto contenido en aceites y proteínas.

Con una producción total de 79 millones de toneladas en más de 75 países, la importancia social y económica del algodón a escala mundial es evidente. El algodón se produce principalmente por su fibra, que se utiliza como materia prima textil. Alrededor del 80% de todo el algodón se produce en seis países. India es el primer productor mundial con 20.8 millones de toneladas, seguido de China con 18.5 millones de toneladas, los Estados Unidos con 9.8 millones de toneladas, Pakistán con 6.8 millones de toneladas y Australia con 2.1 millones de toneladas. En 2013/14, China y la India

representaron algo más de la mitad de la producción mundial de algodón, mientras que Estados Unidos, Pakistán y Australia representaron un 29% adicional. (FAO, 2015)

### PRODUCCIÓN DE ALGODÓN EN MILLONES DE TONELADAS 2014



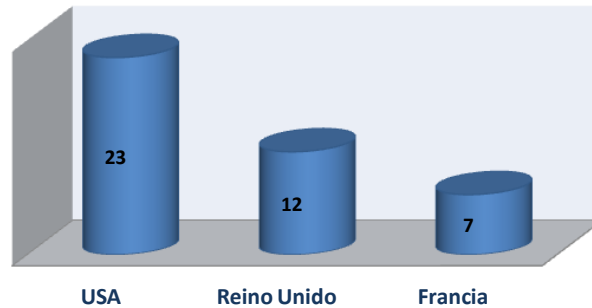
Fuente: FAOSTAT\_data\_3-13-2017  
Gráfica 9. Producción de algodón 2014

Las industrias textiles de algodón y algodón son esenciales para el crecimiento económico tanto de los países desarrollados como de los países en desarrollo. La extensa área de cultivo de algodón la convierte en uno de los cultivos más significativos en términos de uso de la tierra después de los granos de alimentos y la soya. El algodón ha jugado un papel importante en el desarrollo industrial desde el siglo XVIII y sigue desempeñando un papel central hoy en día en el mundo en desarrollo como una fuente importante de ingresos. (FAO, 2015)

#### 7.6 País de la publicación

Siguiendo la línea de investigación a nivel mundial en el siguiente gráfico podemos ver como el 23% de las publicaciones revisadas son de USA, el 12% del Reino Unido y el 7% de Francia.

## PAIS



Gráfica 10. Países con mayor número de artículos revisados.

Por otro lado en la siguiente lista podemos ver los países por gasto en investigación y desarrollo (I+D) en términos reales y valores nominales en dólares de paridad de poder adquisitivo (\$PPA), según los últimos datos disponibles. Estados Unidos encabeza la lista de países con el mayor apoyo económico para la investigación de aquí que el mayor número de publicaciones encontradas sobre el tema sea de ellos. En octavo lugar Francia y noveno el Reino Unido.

País	Gasto en I+D en billones de US\$, PPA	Gasto en I+D como % del PIB
Estados Unidos	456.9	2.7%
Reino Unido	43.6	1.7%
Francia	58.0	2.3%

Fuente: UNESCO SCIENCE REPORT Towards 2030  
Tabla 3. Países con mayor gasto I+D

Cada año el Centro Mundial de Conocimientos sobre los Cultivos Biotecnológicos cuya red de información es el Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agro-biotecnológicas - ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications) resume las noticias mundiales sobre biotecnología agrícola en el mundo.

En el 2016 un total de 26 países encabezan la lista de productores de cultivos biotecnológicos, 19 países en desarrollo y 7 países industrializados. Los diez primeros países, los cuales crecieron más de 1 millón de hectáreas en 2016, son liderados por Estados Unidos con un área 72.9 millones de hectáreas (39%), seguido por Brasil con 49,1 millones de hectáreas (27%), Argentina con 23,8 millones de hectáreas (13%), Canadá con 11,6 millones de hectáreas (6%), India con 10,8 millones de hectáreas (6%), Paraguay con 3.6 millones de hectáreas (2%), Pakistán con 2.9 millones de hectáreas (2%), China con 2.8 millones de hectáreas (2%), Sudáfrica con 2,7 millones de hectáreas (1%) y Uruguay con 1,3 millones de hectáreas (1%). Otros 16 países crecieron un total de aproximadamente 4,9 millones de hectáreas en 2016. (ISAAA, 2016)

Cabe señalar que los tres principales países biotecnológicos en términos de participación mundial en millones de hectáreas sembradas a nivel mundial son Estados Unidos con 39% para cultivos biotecnológicos como maíz (35,05 millones de hectáreas), Soya (31,84 millones de hectáreas), Algodón (3,70 millones de hectáreas); Brasil con 27% (maíz, soya y algodón) y Argentina con 13% (maíz, soya y algodón) para un total de 78%. (ISAAA, 2016)

El cuarto país clasificado es Canadá, que destinó 11.6 millones de hectáreas al cultivo de maíz, soya y colza. La India es el quinto productor con una superficie de 10.8 millones de hectáreas, pero se destinan solamente al cultivo de algodón GM. Se podía decir que este es el grueso de los países que más recursos destinan a la producción biotecnológica, superando los 10 millones de hectáreas. (ISAAA, 2016)

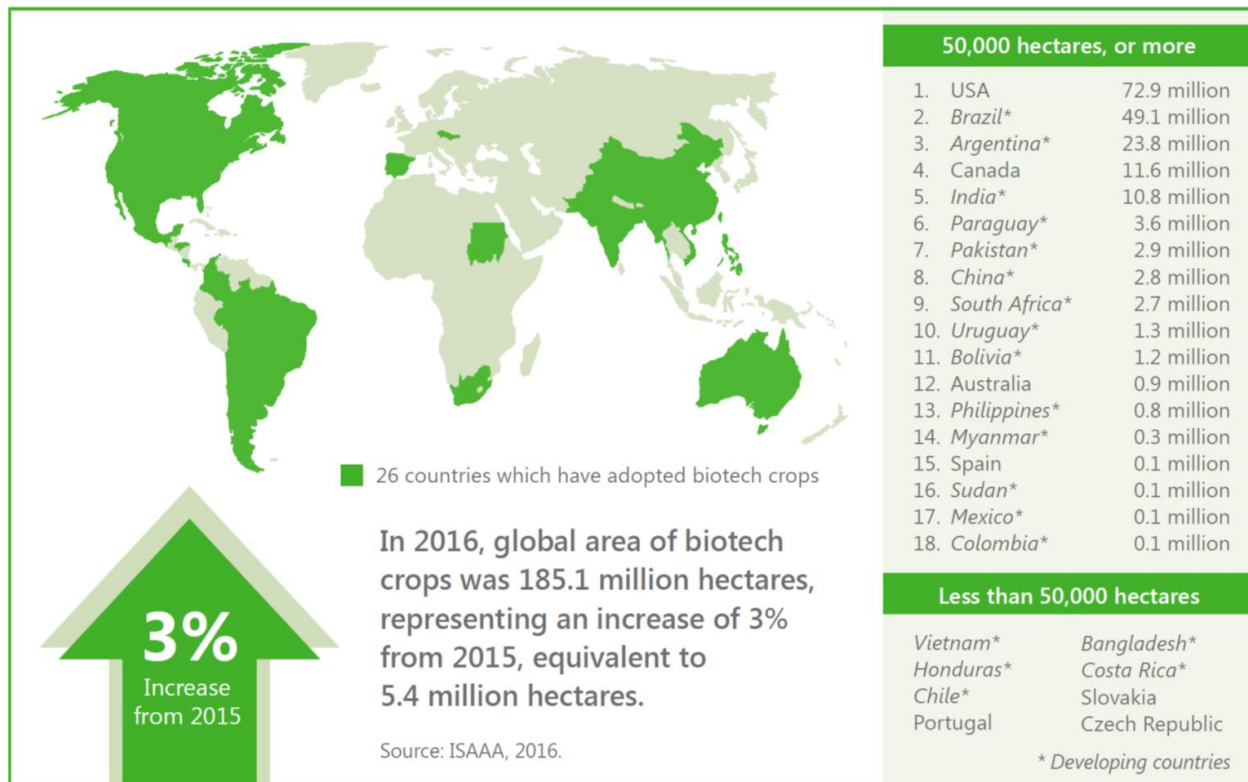


Tabla 4. Cultivos GM mundial 2016

La ISAAA en su informe anual 2016 nos dice que el aumento de 110 veces en la tasa de adopción de cultivos biotecnológicos a nivel mundial a tan sólo 21 años de su comercialización, pasando de 1.7 millones de hectáreas en 1996 a 185.1 millones de hectáreas en 2016, demuestra que continúan los beneficios a largo plazo de los cultivos biotecnológicos para los agricultores, principalmente en los países en desarrollo, así como los de las nuevas variedades de cultivos que aportan beneficios al consumidor que recientemente han sido aprobadas y comercializadas. (ISAAA, 2016)

"Los cultivos biotecnológicos se han convertido en un recurso agrícola vital para los agricultores de todo el mundo debido a los inmensos beneficios para mejorar su productividad y rentabilidad, así como sus esfuerzos por conservar el medio ambiente", dijo Paul S. Teng, presidente del Consejo de ISAAA. "Con las aprobaciones comerciales y las plantaciones de nuevas variedades de papas y manzanas biotecnológicas, los consumidores empezarán a disfrutar de los beneficios directos de

la biotecnología con productos que no se estropean y que tardan más en oxidarse, lo que a su vez puede reducir sustancialmente el desperdicio de alimentos” (ISAAA, 2016)

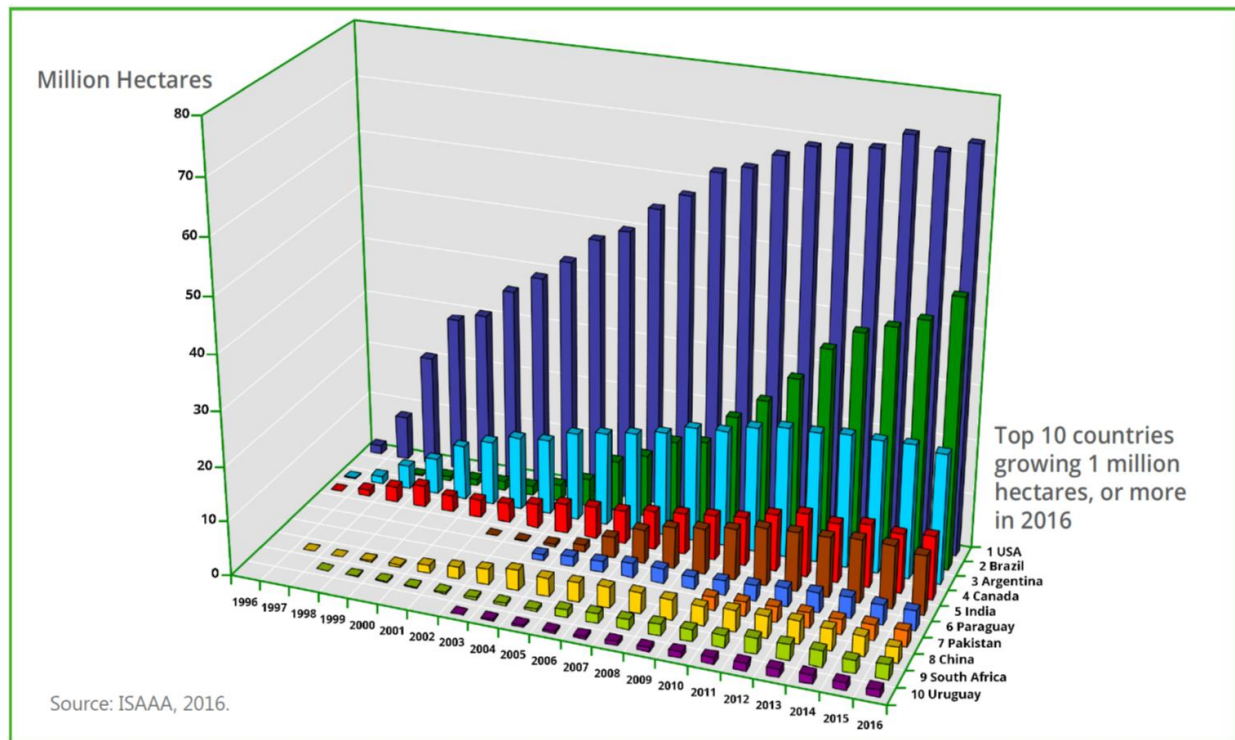
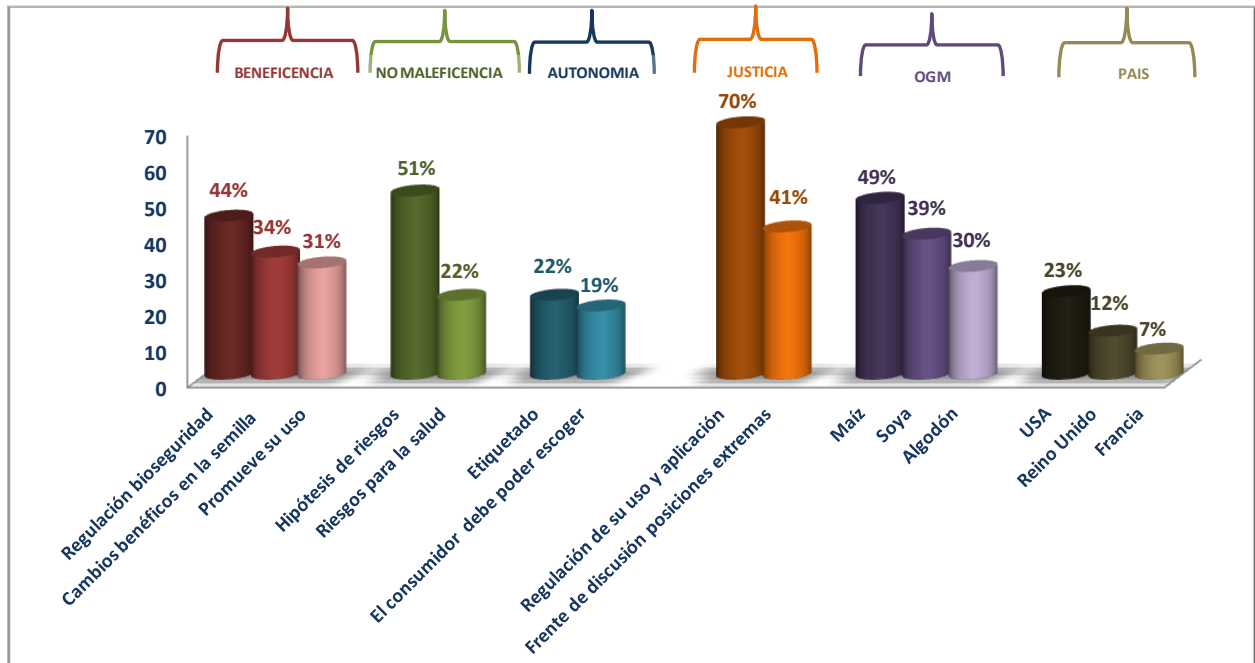


Tabla 5. Superficie mundial de cultivos biotecnológicos 2016.

El ISAAA utiliza este informe como argumento fidedigno e indiscutible de por qué se debe abarcar la biotecnología. En su mayoría el 98% de la población mundial consume productos transgénicos.

## 7.7 Sumario de resultados

En el siguiente grafico se resumen los items con mayor porcentaje de artículos de las diferentes categorías del cuadro de codificación.



Gráfica 11. Sumario de ítems con mayor porcentaje de artículos de las diferentes categorías del cuadro de codificación.

Comparando una categoría con otra podemos ver como en beneficencia el 31% de los artículos promueven su uso, y en Justicia el 41% ven a los OGM como frente de discusiones extremas.

Por otro lado tanto en beneficencia en un 44% de los artículos como en justicia en un 70% de los artículos piden que se regule su uso y aplicación.

En beneficencia el 34% reportan cambios benéficos en el tipo de semilla mediante un desarrollo sustentable, en forma productiva y saludable, sin embargo en No Maleficencia el 51% afirman que hay hipótesis de riesgo en el consumo de los OGM.

## 8. CONCLUSIONES

La pregunta de investigación de la tesis fue formulada de la siguiente manera:

¿Cuáles son los argumentos científicos en pro y en contra de los alimentos genéticamente modificados más frecuentes en la literatura científica y su impacto en los principios de la bioética?

Bajo los resultados encontrados en esta revisión se puede afirmar que el argumento más importante presente en el 70% de los artículos revisados, es el de la necesidad de Justicia, especialmente piden la regulación del uso y aplicación de los alimentos GM, y también en Beneficencia el 44% de los artículos apoyan una regulación de la bioseguridad.

Por otro lado bajo el principio de No Maleficencia el 51% de los artículos revisados apuntan que hay hipótesis de riesgo en el uso de los OGM. Y bajo el principio de Autonomía el 22% de los artículos revisados piden que se etiqueten adecuadamente los productos que contengan OGM para que los consumidores pueden libremente optar por consumirlos o no.

El 49% de los artículos han estudiado el maíz, esto concuerda ya que es el grano de cereal más importante del mundo, proporcionando nutrientes para los seres humanos y animales y sirviendo como materia prima básica para la producción de varios alimentos; por otro lado su fácil adaptación a variados climas abre la pauta para el desarrollo de una extensa gama de tecnologías, es por esto que el maíz constituye un bien estratégico mundial para las empresas transnacionales de la agroindustria y la biotecnología.

El 23% de los artículos revisados son de Estados Unidos, esto se debe a que es el país con el mayor apoyo económico para la investigación y el país donde se encuentran las mayores empresas biotecnológicas.

El objetivo de esta tesis fue formulado de la siguiente manera:

Identificar los argumentos científicos más frecuentes en pro y en contra del consumo humano de alimentos GM bajo un análisis bioético.

El objetivo fue cumplido a través de la revisión bibliográfica presentada, pues se compilaron los principales argumentos en pro y en contra del consumo humano de alimentos GM bajo un análisis bioético.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- a) Identificar argumentos que apoyen el principio de beneficencia en pro y en contra del consumo de los alimentos GM
- b) Identificar argumentos que apoyen el principio de no maleficencia en pro y en contra del consumo de los alimentos GM
- c) Identificar argumentos que apoyen el principio de autonomía en pro y en contra del consumo de los alimentos GM
- d) Identificar argumentos que apoyen el principio de justicia en pro y en contra del consumo de los alimentos GM
- e) Analizar y proponer medidas que apoyen los principios de la bioética referente al consumo de alimentos GM

Fueron categorizados adecuadamente, reflexionados y confrontados en la literatura en forma efectiva, por tanto se después de realizar la siguiente revisión bibliográfica puede concluirse:

- El 51% de los artículos revisados afirman que hay hipótesis de riesgos y el 22% de los artículos confirman que hay riesgos para la salud humana y animal. Esto es que

no se han hecho, o bien publicado los suficientes estudios experimentales sobre los posibles efectos adversos de los OGM en la salud humana y animal que puedan servir de base para justificar o no justificar si hay daño o no a la salud humana y animal de esos productos.

- Las semillas transgénicas se han situado en medio de un complejo debate interdisciplinario en el que se usan argumentos de diversa índole, (Casquier, J. *et al*, 2012) hasta ahora sin llegar a un claro acuerdo.
- El 70% de los artículos revisados, ven la necesidad urgente de la regular su uso y aplicación y el 44% de los artículos apoyan una regulación de la bioseguridad. Es decir que la mayoría de los países, (se revisaron artículos de 29 países), buscan que se sigan las mismas “acciones y medidas de evaluación, monitoreo, control y prevención que se deben asumir en la realización de actividades con OGM, con el objeto de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y la diversidad biológica, incluyendo los aspectos de inocuidad de dichos organismos que se destinen para uso o consumo humano”. (LBOGM, 2005)

## 9. RECOMENDACIONES

Como hemos visto, es verdad que la llegada de los cultivos transgénicos ofrece nuevas oportunidades para aumentar la producción agrícola y la productividad, mejorar el valor nutricional, desarrollar y suministrar productos farmacéuticos y vacunas y para la alimentación mundial. Sin embargo, está lejos de ser un camino fácil para los alimentos GM a la luz de la preocupación pública por los riesgos asociados a la salud humana y animal, a la biodiversidad y el medio ambiente y la indignación de los consumidores.

La biotecnología moderna y los alimentos GM han sido considerados de gran valor para la sociedad. En particular, se dice que los alimentos transgénicos son sustancialmente los mismos y tan seguros como sus homólogos naturales. Como se desprende del análisis anterior, subsisten dudas sobre estas afirmaciones. A la luz de esas controversias, especialmente en relación a su inocuidad, consideramos que los alimentos GM no son iguales a los naturales y que no hay argumentos suficientemente fundados para hacerlos semejantes.

En cambio, proponemos un adecuado manejo de la biotecnología moderna, es decir un enfoque que no sólo se centra en los beneficios percibidos de la biotecnología, sino que también reconoce los peligros asociados e incorpora medidas de precaución, así como otros medios para manejar tales peligros. No se trata de inutilizar los avances de la biotecnología y los alimentos transgénicos, pero si ponderar que en la medida en que persistan las incertidumbres sobre sus implicaciones para la salud de los seres humanos, animales, plantas y el medio ambiente, es aconsejable tomar precauciones a medida que se aprende más a cerca de ellos.

Los alimentos GM no están etiquetados como tales y el juego de la industria de "Tenemos un Secreto" ha generado desconfianza entre los consumidores y un escepticismo inherente sobre la seguridad de los alimentos transgénicos. A nuestro juicio, el etiquetado de los alimentos GM debe ser obligatorio, esto no sólo ayudará a

proteger a los seres humanos, animales, plantas y el medio ambiente en general de daños imprevistos, sino que también facilitará la toma de decisiones por parte de los consumidores que tienen razones religiosas y sociales para evitar los alimentos y productos genéticamente modificados, como señala acertadamente Zainol Z. A. *et al*, (2015).

Proponemos que un enfoque común para pensar sobre la ética de la ingeniería genética de los cultivos alimentarios y el entorno regulatorio apropiado, es evaluando la seguridad y ponderando los riesgos y beneficios potenciales.

Como riesgos potenciales podríamos considerar:

1. Los riesgos potenciales para el medio ambiente y la vida silvestre. Los genes pueden "escapar" y encontrar su camino en otros miembros de la especie u otra especie. Los cultivos transgénicos podrían competir o reproducirse con especies silvestres que amenazan la biodiversidad. ¿Cuáles son los riesgos para las aves, insectos y otras especies que consumen plantas GM?
2. Los riesgos potenciales para la salud humana. Podría ser que los genes productores de alergias se inserten en alimentos no relacionados.
3. Los posibles efectos socioeconómicos. Los pequeños agricultores podrían verse afectados negativamente por el predominio del mercado de unas poderosas empresas de semillas, y por otro lado la pérdida de prácticas agrícolas tradicionales, como la recolección, almacenamiento y replantación de semillas.
4. Otro tema importante es el patentamiento de las semillas GM, discutido ampliamente.
5. La negativa de la industria para etiquetar los alimentos GM provocan falta de confianza en el público.

Como beneficios potenciales podemos considerar:

1. Hay beneficios potenciales para la productividad agrícola mediante el desarrollo de cultivos más resistentes a las plagas, las enfermedades y climas severos, disminuyendo el riesgo de una devastadora cosecha.

2. Los beneficios potenciales para el medio ambiente como mejor productividad resultando más alimentos en menos tierra. La resistencia a enfermedades y plagas podría reducir la necesidad de pesticidas y otros productos químicos, disminuyendo así la carga ambiental y la exposición de los agricultores a las toxinas. El posible aumento de la vida útil de las frutas y hortalizas podría disminuir el desperdicio bruto asociado con el transporte y el almacenamiento.
3. Los beneficios potenciales para la salud y el bienestar humanos:
  - a. La ingeniería genética podría usarse para eliminar genes asociados con alergias.
  - b. La inserción de genes en cultivos tales como arroz y trigo puede mejorar su valor nutricional, por ejemplo, arroz dorado.
  - c. La modificación genética podría utilizarse para producir alimentos más saludables, por ejemplo, eliminando las grasas trans o la cafeína.
  - d. La ingeniería genética podría utilizarse para desarrollar fármacos y vacunas en las plantas, disminuyendo el riesgo de reacciones adversas y permitiendo una vacunación más rápida de grandes poblaciones.

Hay muchas opiniones y escasos datos sobre los riesgos potenciales para la salud de los alimentarios genéticamente modificados, aunque éstos deberían haber sido probados y eliminados antes de su introducción. Se argumenta que las pequeñas diferencias entre los cultivos transgénicos y los no transgénicos tienen poco significado biológico, se considera en general que la mayoría de los cultivos transgénicos no cumplen con la definición de equivalencia sustancial. (Bawa A. S. *et al*, 2013)

Aunque es necesario pesar los riesgos y los beneficios, no es ni fácil ni la única preocupación al considerar la ética de la biotecnología agrícola. Ciertamente, tanto el bienestar como la seguridad del medio ambiental son de primordial preocupación, pero nuestras obligaciones éticas no se cumplen únicamente con la garantía de cierto grado de protección frente a los daños, por importante que sea. También debemos preocuparnos por la justicia y las preocupaciones comunes sobre la sostenibilidad humana y ambiental y la distribución justa de alimentos nutritivos, reconociendo la

necesidad de una regulación reflexiva que aborde la protección necesaria humana y ambiental. (Myhr A. I., 2010)

En cualquier caso, necesitamos métodos y conceptos novedosos para investigar las diferencias de composición, nutricionales, toxicológicas y metabólicas entre alimentos transgénicos y convencionales y en la seguridad de las técnicas genéticas utilizadas en el desarrollo de los transgénicos si queremos poner esta tecnología en una forma científica adecuada y disipar los temores del público en general.

La incertidumbre y la complejidad desafían la noción tradicional de la ciencia y su papel privilegiado en la toma de decisiones, representando un sin fin de retos en la identificación de los procesos científicos adecuados. La investigación científica es crucial para lograr una mayor comprensión de los beneficios y los riesgos de los OMG, sin embargo, tomar decisiones sobre lo que es aceptable no puede basarse sólo en la comprensión científica sino que también debe encajar en un marco normativo.

El propósito principal de este trabajo fue argumentar que existe una necesidad de un enfoque precautorio para el uso y desarrollo de OGM que influye en la investigación científica que debe llevarse a cabo y que permite el reconocimiento de incertidumbres y está abierto a consideraciones normativas y procesos participativos.

Hay que comprender que las diferentes concepciones normativas del marco afectan el alcance de la investigación y el resultado final, lo que implica que se debe reconocer la diversidad de posibles marcos y negociar en diferentes áreas y ser transparentes sobre los marcos específicos elegidos y las razones para su selección.

Habilitar procesos participativos con las partes interesadas que incluyan el riesgo, la incertidumbre, los aspectos sociales, éticos y culturales de los OGM como temas de debate. Dichos enfoques deben tener por objeto dos propósitos:

- a) Consolidar las probabilidades y las incertidumbres relacionadas con los posibles beneficios y los riesgos
- b) Decidir cómo valorar los posibles resultados y seleccionar los más deseables.

Esto ayudará a debatir y negociar la aceptabilidad pública de los beneficios propuestos y los efectos adversos potenciales de los OMG, así como a identificar las medidas de precaución necesarias que deben tomarse.

Se quedan en el tintero varias preguntas sin respuesta si pensamos en el **futuro de la alimentación mundial**.

Al respecto comento que la Bóveda Mundial de Semillas de Svalbard o Banco Mundial de Semillas de Svalbard y en inglés Svalbard Global Seed Vault, es el protagonista mundial *ex situ* para la conservación de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. La Bóveda es un establecimiento para almacenar duplicados de los bancos de genes de todo el mundo, su objetivo es ofrecer garantía y algún seguro para las colecciones *ex situ* de biodiversidad de cultivos en bancos de germoplasma frente a las diversas amenazas potenciales a las que son vulnerables. Estas amenazas incluyen fallas técnicas (por ejemplo, cortes de energía y fallas en las instalaciones del congelador), desastres naturales (incendios e inundaciones) y disturbios sociopolíticos (conflictos y guerras). La bóveda abrió sus puertas en 2008 y ahora alberga más de 860.000 muestras diferentes de más de 5000 especies procedentes de más de 230 países y depositadas por más de 60 institutos de todo el mundo. (Wickson F., 2016)

La bóveda se encuentra en el archipiélago ártico de Svalbard, no lejos del municipio de Longyearbyen, Noruega. El único componente visible externamente de la bóveda es la enorme cubierta de cemento que rodea la puerta de entrada y la impactante instalación de luz de “repercusión perpetua” en la fachada y en el techo del portal de entrada de Dyveke Sanne, encargado de hacer la bóveda visible desde una distancia tanto en la oscuridad como en la luz del día. Detrás de esta puerta de entrada se encuentra un túnel de 120 m de longitud que desciende hasta la montaña de la Plata, llevando a tres

grandes cavernas de almacenamiento excavadas en el permahielo, aunque actualmente sólo se necesita una de estas cavernas. Cada una de estas cavernas o almacenes tiene unos 27 m de largo por 9,5 m de ancho. Aunque el permahielo de la montaña los mantiene por debajo de la temperatura de congelación durante todo el año, la caverna actualmente en uso se encuentra detrás de enormes puertas cubiertas de hielo y es refrigerada activamente a  $-18^{\circ}\text{C}$  (el estándar internacional actual para almacenamiento a largo plazo en bancos de genes). La sala de almacenamiento está equipada con cinco largos pasillos de estanterías de metal y éstas contienen las cajas selladas de semillas depositadas por bancos de genes de todo el mundo. La bóveda también contiene un pequeño espacio aislado de la oficina fuera del túnel principal. (Wickson F., 2016)

Svalbard fue elegido como lugar para el Bóveda Mundial de Semillas por varias razones. En un primer momento, el Centro de Recursos Genéticos Nórdicos tenía una historia de uso de un antiguo pozo de la mina en Svalbard para almacenar sus duplicados de seguridad y esto sirvió como un modelo temprano para la Bóveda. La ubicación también fue apoyada por razones prácticas, ya que es única, remota y accesible, es decir, está situada en una isla cercana al Polo Norte, pero aún con un aeropuerto y cerca de un pueblo. Es importante destacar que el permahielo de Svalbard también podría proporcionar una copia de seguridad en caso de fallo del sistema de refrigeración dentro de la bóveda. Además, se consideró que Noruega era un país políticamente estable con un nivel significativo de apoyo y confianza tanto de los países industrializados como de los no industrializados por su labor internacional y su compromiso con la conservación de la biodiversidad agrícola. (Wickson F., 2016)

Alguien puede que se esté preguntando si la Bóveda almacena semillas modificadas genéticamente... La respuesta corta es NO. El proyecto viene a decir que la importación y almacenamiento de semillas modificadas genéticamente según la legislación noruega, necesita una aprobación previa. Les preocupan riesgos como la liberación de OMG. Dicen que la legislación noruega en materia de biotecnología es anterior a la creación de la Bóveda y que, por tanto, no tiene en cuenta el carácter especial de ésta ni el

riesgo que puede haber en la manipulación de semillas, y que hasta que no se hagan cambios a la normativa o excepciones que tengan en cuenta estos detalles, no se podrán almacenar semillas OMG en la Bóveda. Dejan la puerta abierta diciendo que si fuera evidente que el almacenamiento de estas semillas fuera esencial para cumplir el propósito del proyecto, Noruega revisaría las políticas y normas para permitirlo. ¿El hecho de que no almacenen OMG que significa?... (Wickson F., 2016)

“La responsabilidad significa reflexionar sobre las acciones a tomar teniendo en cuenta el balance entre riesgos y beneficios en el desarrollo social. Los seres humanos tienen un gran poder sobre la naturaleza gracias a la biotecnología, la vida puede alterarse y manipularse en gran medida, lo que requiere regulación. Además, éticamente hay que evitar una concepción instrumental de la Naturaleza, los seres vivos tienen un valor inherente en sí mismos. Esto justifica el que se establezcan límites en la actuación humana sobre la naturaleza impidiendo el que se considere a los seres vivos como meros objetos susceptibles de apropiación. La responsabilidad hacia las generaciones futuras obra siguiendo formalmente el imperativo categórico kantiano como máxima de comportamiento moral: obra de tal modo que los efectos de tu acción sean compatibles con la permanencia de una vida humana auténtica en la Tierra”. (Rodríguez Yunta E., 2010)

Después de esta revisión bibliográfica nuestra principal recomendación es que continúen las investigaciones científicamente fundadas en torno a los alimentos GM y que se evalúen a través de un Comité Internacional (FAO, UNESCO Science) periódicamente para así detectar tempranamente algún efecto negativo en la ecología, la economía y la salud humana y animal

Las evaluaciones no deberán solamente partir de una base económica, sino del cuidado del capital más importante de la humanidad que es el producto humano y la ecología que lo sustenta.

## 10. BIBLIOGRAFÍA CUADRO DE CODIFICACIÓN

- 1\*Du, L. and Rachul, C. Chinese newspaper coverage of genetically modified organisms BMC Public Health 2012, 12: 326.
- 2\*Smyth Stuart J & Phillips Peter WB. Risk, regulation and biotechnology: The case of GM crops, GM Crops & Food. 2014, 5:3, 170-177.
- 3\*Swiatkiewicza Sylwester, Swiatkiewicza Malgorzata, Arczewska-Wloseka Anna, Jozefiakb Damian. Genetically modified feeds and their effect on the metabolic parameters of food-producing animals: A review of recent studies. Animal Feed Science and Technology 198 (2014) 1–19.
- 4\*Aldemita RR, Reano IM, Solis RO, Hautea RA. Trends in global approvals of biotech crops (1992-2014). GM Crops Food. 2015; 6(3):150-66.
- 5\*Hefferon KL. Nutritionally enhanced food crops; progress and perspectives. Int J Mol Sci. 2015; 16(2):3895-914.
- 6\*Brookes Graham & Barfoot Peter. Global income and production impacts of using GM crop technology 1996–2013. GM Crops & Food. 2015; 6:1, 13-46.
- 7\*Castaño-Hernández Adriana. Alimentos derivados de cultivos genéticamente modificados. ¿Nuevos, seguros para la salud humana, consumidos? Pediatría. 2015; 4 8(3):68–74.
- 8\*Gilbert N. Inside the hothouses of industry. Feeding the world is going to require the scientific and financial muscle of agricultural biotechnology companies. News Feature Food. Nature. Vol 466, 29 July 2010.
- 9\*Rzymiski Piotr, Królczyk Aleksandra. Attitudes toward genetically modified organisms in Poland: to GMO or not to GMO? Food Sec. (2016) 8:689–697. DOI 10.1007/s12571-016-0572-z.
- 10\*Prakash CS. A look at the recent news from around the world on genetically modified food and crops. GM Crops & Food. 2014; 5:1, 1-3.
- 11\*Moses Vivian. An issue on GM and consumers. GM Crops & Food. 2013; 4:3, 121-121.

- 12\*Young Gregory J., Zhang Shiping, Mirsky Henry P., Cressman Robert F., Cong Bin, Ladics Gregory S., Zhong Cathy X. Assessment of possible allergenicity of hypothetical ORFs in common food crops using current bioinformatic guidelines and its implications for the safety assessment of GM crops. *Food and Chemical Toxicology* 50 (2012) 3741–3751.
- 13\*Sleenhoff Susanne & Osseweijer Patricia. Consumer choice. *GM Crops & Food*, 2013; 4:3, 166-171.
- 14\*Zilberman David, Kaplan Scott, Kim Eunice, Hochman Gal & Graff Gregory. Continents divided. *GM Crops & Food*. 2013; 4:3, 202-208.
- 15\*Brookes Graham & Barfoot Peter. Economic impact of GM crops. *GM Crops & Food*. 2014. 5:1, 65-75.
- 16\*Brookes Graham & Barfoot Peter. Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2013: Impacts on pesticide use and carbon emissions, *GM Crops & Food*. 2015; 6:2, 103-133.
- 17\*Kershen Drew L. Marsh v Baxter: Coexistence in Australia. *GM Crops & Food*. 2014; 5:4, 244-248.
- 18\*Herman Rod A & Raybould Alan. Expert opinion vs. empirical evidence. *GM Crops & Food*. 2014; 5:1, 8-10.
- 19\*Rojas Cristian Antonio, Silva Hemerly Adrianna & Cavalcanti Gomes Ferreira Paulo. Genetically modified crops for biomass increase. *Genes and strategies*. *GM Crops & Food*, 2010. 1; 3, 137-142.
- 20\*Moses Vivian. GM in the media. *GM Crops & Food*. 2014; 5:2, 81-86.
- 21\*Carpenter Janet E. Impact of GM crops on biodiversity. *GM Crops*. 2011; 2:1, 7-23.
- 22\*McHughen Alan. Introduction to the GM crops special issue on biosafety, food and GM regulation. *GM Crops & Food*, 2012. 3:1, 6-8.
- 23\*Smyth Stuart J, McDonald Jillian & Falck-Zepeda Jose. Investment, regulation, and uncertainty. *GM Crops & Food*. 2014; 5:1, 44-57.
- 24\*Kershen Drew L. Marsh v Baxter: Coexistence in Australia. *GM Crops & Food*. 2014; 5:4, 244-248.

- 25\* Tepfer Mark, Racovita Monica & Craig Wendy. Putting problem formulation at the forefront of GMO risk analysis. *GM Crops & Food*. 2013; 4:1, 10-15.
- 26\* Bartholomaeus Andrew, Batista Juan Carlos, Burachik Moisés & Parrott Wayne. Recommendations from the workshop on Comparative Approaches to Safety Assessment of GM Plant Materials: A road toward harmonized criteria? *GM Crops & Food*. 2015; 6:2, 69-79.
- 27\* Landrigan Philip J. and Benbrook Charles. GMOs, Herbicides, and Public Health. *N Engl J Med* 373;8 august 20, 2015.
- 28\* Arcieri Margherita. Spread and Potential Risks of Genetically Modified Organisms. Florence "Sustainability of Well-Being International Forum". 2015: Food for Sustainability and not just food, Florence SWIF2015. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 8 (2016) 552 – 559.
- 29\* Dubock Adrian. The politics of Golden Rice. *GM Crops & Food*. 2014; 5:3, 210-222.
- 30\* Smyth Stuart J. The state of genetically modified crop regulation in Canada. *GM Crops & Food*. 2014. 5:3, 195-203.
- 31\* Baktavachalam Gajendra B, Delaney Bryan, Fisher Tracey L, Ladics Gregory S, Layton Raymond J, Locke Mary EH, Schmidt Jean, Anderson Jennifer A, Weber Natalie N, Herman Rod A & Evans Steven L. Transgenic maize event TC1507: Global status of food, feed, and environmental safety. *GM Crops & Food*. 2015; 6:2, 80-102.
- 32\* Herman Rod A., Ladics Gregory S. Endogenous allergen upregulation: Transgenic vs. traditionally bred crops. *Food and Chemical Toxicology* 49 (2011) 2667–2669.
- 33\* Siegfried Blair D. & Hellmich Richard L. Understanding successful resistance management. *GM Crops & Food*. 2012; 3:3, 184-193.
- 34\* Colson Gregory & Rousu Matthew C. What do consumer surveys and experiments reveal and conceal about consumer preferences for genetically modified foods? *GM Crops & Food*. 2013; 4:3, 158-165.

- 35\*Myhr Anne Ingeborg. A Precautionary Approach to Genetically Modified Organisms: Challenges and Implications for Policy and Science. *J Agric Environ Ethics* (2010) 23:501–525.
- 36\*Rocha Braña Glenda Morais, Miranda-Vilela Ana Luisa, Koppe Grisolia Cesar. A Study of How Experts and Non-Experts Make Decisions on Releasing Genetically Modified Plants. *J Agric Environ Ethics* (2012) 25:675–685.
- 37\*Siipi Helena, Usitalo Susanne. Consumer Autonomy and Availability of Genetically Modified Food. *J Agric Environ Ethics* (2011) 24:147–163.
- 38\*Mintz Katherine. Arguments and actors in recent debates over US genetically modified organisms (GMOs). *J Environ Stud Sci.* (2017) 7:1–9. DOI 10.1007/s13412-016-0371-z.
- 39\*Ghanian Mansour, Ghoochani Omid M., Kitterlin Miranda, Jahangiry Sheida, Zarafshani Kiumars, Van Passel Steven, Azadi Hossein. Attitudes of Agricultural Experts Toward Genetically Modified Crops: A Case Study in Southwest Iran. *Sci Eng Ethics* (2016) 22:509–524. DOI 10.1007/s11948-015-9653-1.
- 40\*Li Yunhe, Peng Yufa, Hallerman Eric M., Wu Kongming. Biosafety management and commercial use of genetically modified crops in China *Plant Cell Rep* (2014) 33:565–573. DOI 10.1007/s00299-014-1567-x.
- 41\*Pizarro H., Vera M. S., Vinocur A., Pérez G., Ferraro M., Menéndez Helman R. J., dos Santos Afonso M. Glyphosate input modifies microbial community structure in clear and turbid freshwater systems. *Environ Sci Pollut Res* (2016) 23:5143–5153. DOI 10.1007/s11356-015-5748-0.
- 42\*Choi Hoon, Moon Joon-Kwan, Park Byeoung-Soo, Park Hee-Won, Park So-Young, Kim Tae-San, Kim Dong-Hern, Ryu Tae-Hun, Kweon Soon-Jong, Kim Jeong-Han. Comparative Nutritional Analysis for Genetically Modified Rice, Iksan483 and Milyang204, and Nontransgenic Counterparts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* (2012) 55, 19–26.
- 43\*Arulandhu Alfred J., Van Dijk Jeroen P., Dobnik David, Holst-Jensen Arne, Shi Jianxin, Zel Jana, Kok Esther J. DNA enrichment approaches to identify unauthorized genetically modified organisms (GMOs). *Anal Bioanal Chem* April 2016. DOI 10.1007/s00216-016-9513-0.

- 44\*Devos Yann, Aguilera Jaime, Diveki Zoltán, Gomes Ana, Liu Yi, Paoletti Claudia, du Jardin Patrick, Herman Lieve, Perry Joe N., Waigmann Elisabeth. EFSA's scientific activities and achievements on the risk assessment of genetically modified organisms (GMOs) during its first decade of existence: looking back and ahead. *Transgenic Res* (2014) 23:1–25. DOI 10.1007/s11248-013-9741-4.
- 45\*Jacobsen Sven-Erik, Sørensen Marten, Pedersen Søren Marcus, Weiner Jacob. Feeding the world: genetically modified crops versus agricultural biodiversity. *Agron. Sustain. Dev.* (2013) 33:651–662.
- 46\*Munirah Isa Noor, Man Saadan. “First Things First”: Application of Islamic Principles of Priority in the Ethical Assessment of Genetically Modified Foods. *J Agric Environ Ethics* (2014) 27:857–870. DOI 10.1007/s10806-014-9504-0.
- 47\*Rosso Grossman Margaret. Chapter 9. Genetic Technology and Food Security: A View from the United States, Springer International Publishing Switzerland 2016 R. Norer (ed.), *Genetic Technology and Food Safety, Ius Comparatum - Global Studies in Comparative Law* 14, DOI 10.1007/978-3-319-23995-8\_9.
- 48\*Séralini Gilles-Eric, Mesnage Robin, Clair Emilie, Gress Steeve, Vendômois Joël Spiroux, Cellier Dominique. Genetically modified crops safety assessments: present limits and possible improvements. *Environmental Sciences Europe* 2011, 23:10.
- 49\*Bawa A. S., Anilakumar K. R. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns—a review. *J Food Sci Technol* (November–December 2013) 50(6):1035–1046.
- 50\*Bonny Sylvie. Genetically Modified Herbicide-Tolerant Crops, Weeds, and Herbicides: Overview and Impact *Environmental Management* (2016) 57:31–48.
- 51\* Kaur Amanpreet, Kohli R. K., Jaswal P. S. Genetically Modified Organisms: An Indian Ethical Dilemma. *J Agric Environ Ethics* (2013) 26:621–628.
- 52\*Thongprakaisang S., Thiantanawat A., Rangkadilok N., Suriyo T., Satayavivad J. (2013). Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food and Chemical Toxicology*, 59, 129-136.
- 53\*Séralini Gilles-Eric, Clair Emilie, Mesnage Robin, Gress Steeve, Defarge Nicolas, Malatesta Manuela, Hennequin Didier, Spiroux de Vendômois Joël. Republished

study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environmental Sciences Europe* 2014, 26:14.

- 54\* Meyer Hartmut, Hilbeck Angelika. Rat feeding studies with genetically modified maize - a comparative evaluation of applied methods and risk assessment standards. *Environmental Sciences Europe* 2013, 25:33.
- 55\* Zinatul A. Zainol, Rohaida Nordin, Frank I. Akpoviri. Mandatory labelling of genetically modified (GM) foods. *Int Environ Agreements* (2015) 15:199–216.
- 56\* Aleksejeva Inese. EU experts' attitude towards use of GMO in food and feed and other industries. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 110 (2014) 494 – 501.
- 57\* Siipi Helena. Is Genetically Modified Food Unnatural? *J Agric Environ Ethics* (2015) 28:807–816. DOI 10.1007/s10806-015-9568-5.
- 58\* Solli Anne, Bach Frank, Akerman Björn. Learning to argue as a biotechnologist: disprivileging opposition to genetically modified food. *Cult Stud of Sci Educ* (2014) 9:1–23. DOI 10.1007/s11422-013-9528-1.
- 59\* Meghani Zahra. Risk Assessment of Genetically Modified Food and Neoliberalism: An Argument for Democratizing the Regulatory Review Protocol of the Food and Drug Administration. *J Agric Environ Ethics* (2014) 27:967–989. DOI 10.1007/s10806-014-9511-1.
- 60\* LeBlanc Jean Guy, Van Sinderen Douwe, Hugenholtz Jeroen, Piard Jean-Christophe, Sesma Fernando, Savoy de Giori Graciela. Risk Assessment of Genetically Modified Lactic Acid Bacteria Using the Concept of Substantial Equivalence. *Curr Microbiol* (2010) 61:590–595. DOI 10.1007/s00284-010-9657-7.
- 61\* Goodman Richard E. & Tetteh Afua O. Suggested Improvements for the Allergenicity Assessment of Genetically Modified Plants Used in Foods. *Curr Allergy Asthma Rep* (2011) 11:317–324. DOI 10.1007/s11882-011-0195-6.
- 62\* Meyer Hartmut. Systemic risks of genetically modified crops: the need for new approaches to risk assessment. *Environmental Sciences Europe* 2011, 23:7.
- 63\* Bonny Sylvie. Taking stock of the genetically modified seed sector worldwide: market, stakeholders, and prices. *Food Sec.* (2014) 6:525–540. DOI 10.1007/s12571-014-0357-1.

- 64\*Goldstein Daniel A. Tempest in a Tea Pot: How did the Public Conversation on Genetically Modified Crops Drift so far from the Facts? *Food Sec.* (2014) 6:525–540. DOI 10.1007/s12571-014-0357-1.
- 65\*Price Becky and Cotter Janet. The GM Contamination Register: a review of recorded contamination incidents associated with genetically modified organisms (GMOs), 1997–2013. Price and Cotter *International Journal of Food Contamination* 2014, 1:5.
- 66\*Sirsi Eleonora. Florence “Sustainability of Well-Being International Forum”. 2015: Food for Sustainability and not just food, Florence SWIF 2015. Coexistence: a new perspective, a new field. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 8 (2016) 449 – 454.
- 67\*Zhang Chen, Wohlhueter Robert, Zhang Han. Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems. *Food Science and Human Wellness* 5 (2016) 116–123.
- 68\*Yuen-Ting Wong Alice, Wai-Kit Chan Albert. Genetically modified foods in China and the United States: A primer of regulation and intellectual property protection. *Food Science and Human Wellness* 5 (2016) 124–140.
- 69\*Bodiguel Luc. GMO, Conventional and Organic Crops: from Coexistence to Local Governance. Florence “Sustainability of Well-Being International Forum”. 2015: Food for Sustainability and not just food, FlorenceSWIF2015. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 8 (2016) 263 – 269.
- 70\*Verma S.R. Genetically modified plants: public and scientific perceptions. *ISRN Biotechnol.* (2013). <http://dx.doi.org/10.5402/2013/820671>. Article ID 820671.
- 71\*Nicolia A., Manzo A., Veronesi F., Rosellini D. An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Crit. Rev. Biotechnol.* 34 (2014) 77–88.
- 72\*Zdziarski I.M., Edwards J.W., Carman J.A., Haynes J.I. GM crops and the rat digestive tract: A critical review. *Environ. Int.* 73 (2014) 423–433.
- 73\*Snell Chelsea, Bernheim Aude, Berge Jean-Baptiste, Kuntz Marcel, Pascal Gerard, Paris Alain, Ricroch Agnes E. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: A literature review. *Food and Chemical Toxicology* 50 (2012) 1134–1148.

- 74\*Ghoochani Omid M, Ghanian Mansour, Baradaran Masoud, Alimirzaei Erfan, Azadi Hossein. Behavioral intentions toward genetically modified crops in Southwest Iran: a multi-stakeholder analysis. 2016. *Environ Dev Sustain*. DOI 10.1007/s10668-016-9879-3.
- 75\*Then Christoph and Bauer-Panskus Andreas. Possible health impacts of Bt toxins and residues from spraying with complementary herbicides in genetically engineered soybeans and risk assessment as performed by the European Food Safety Authority EFSA. *Environ Sci Eur* (2017) 29:1. DOI 10.1186/s12302-016-0099-0.
- 76\*Robaey Zoe. Transferring Moral Responsibility for Technological Hazards: The Case of GMOs in Agriculture. *J Agric Environ Ethics* (2016) 29:767–786. DOI 10.1007/s10806-016-9636-5.
- 77\*Affifi Ramsey. The Semiosis of Side Effects in Genetic Interventions. *Biosemiotics* (2016) 9:345–364. DOI 10.1007/s12304-016-9274-3.
- 78\*Pascher Kathrin. Spread of volunteer and feral maize plants in Central Europe: recent data from Austria. *Environ Sci Eur* (2016) 28:30. DOI 10.1186/s12302-016-0098-1.
- 79\*Hsiang-Yun Tung, Sue-Hong Wang, Yu-Cheng Chiang, Ming-Shiun Tsai. Rapid screening of roundup ready soybean in food samples by an hand-held PCR device. *Food Sci. Biotechnol.* 25(4): 1101-1107 (2016) DOI 10.1007/s10068-016-0177-5.
- 80\*Kishore Singh Amit & Kumar Dubey Suresh. Current trends in Bt crops and their fate on associated microbial community dynamics: a review. *Protoplasma* (2016) 253:663–681. DOI 10.1007/s00709-015-0903-5.
- 81\*Gerasimova Ksenia. Debates on Genetically Modified Crops in the Context of Sustainable Development. *Sci Eng Ethics* (2016) 22:525–547. DOI 10.1007/s11948-015-9656-y.
- 82\*Beker M. P., Boari P., Burachik M., Cuadrado V., Junco M., Lede S., Lema M. A., Lewi D., Maggi A., Meoniz I., Noé G., Roca C., Robredo C., Rubinstein C., Vicien C., Whelan A. Development of a construct-based risk assessment framework for genetic engineered crops. *Transgenic Res* (2016) 25:597–607. DOI 10.1007/s11248-016-9955-3.

- 83\*Davis Stone Glenn, Glover Dominic. Disembedding grain: Golden Rice, the Green Revolution, and heirloom seeds in the Philippines. *Agric Hum Values*. Springer Science+Business Media Dordrecht 2016. DOI 10.1007/s10460-016-9696-1.
- 84\*Daeva E. V., Zabarina A. V., Barkovad S. M. and Dukel'skayaa A. V. Distortions of Scientific Information as a Source of the Formation of Tension in Society: the GMO Case. ISSN 2079-0597. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 2016, Vol. 6, No. 6, pp. 633–645. © Pleiades Publishing, Ltd., 2016. Original Russian Text 2015, published in *Ecologicheskaya Genetika*, 2015, Vol. 13, No. 2, pp. 5–20.
- 85\*Wickson Fern. Do We Care About Synbiodiversity? Questions Arising from an Investigation into Whether There are GM Crops in the Svalbard Global Seed Vault. *J Agric Environ Ethics* (2016) 29:787–811. DOI 10.1007/s10806-016-9634-7.
- 86\*Kamthan Ayushi, Chaudhuri Abira, Kamthan Mohan, Datta Asis. Genetically modified (GM) crops: milestones and new advances in crop improvement. *Theor Appl Genet* (2016) 129:1639–1655. DOI 10.1007/s00122-016-2747-6.
- 87\*Hosseini Bai Shahla & Ogbourne Steven M. Glyphosate: environmental contamination, toxicity and potential risks to human health via food contamination. *Environ Sci Pollut Res* (2016) 23:18988–19001. DOI 10.1007/s11356-016-7425-3.
- 88\*Robaey Zoë. Gone with the Wind: Conceiving of Moral Responsibility in the Case of GMO Contamination. *Sci Eng Ethics* (2016) 22:889–906. DOI 10.1007/s11948-015-9744-z.
- 89\*Schütte Gesine, Eckerstorfer Michael, Rastelli Valentina, Reichenbecher Wolfram, Restrepo-Vassalli Sara, Ruohonen-Leht Marja, Wuest Saucy Anne-Gabrielle and Mertens Martha. Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. *Environ Sci Eur* (2017) 29:5. DOI 10.1186/s12302-016-0100-y.
- 90\*Rothschild George H. L. *Matin Qaim: Genetically modified crops and agricultural development*. Palgrave Macmillan, London, 2016. (ISBN: 978-1-137-40571-5) xvii +206 pp. *Food Sec.* (2016) 8:459–461. DOI 10.1007/s12571-016-0553-2.

- 91\*Strapasson Priscila, Pinto-Zevallos Delia M., Zarbin Paulo H. G. Soybean (Glycine max) plants genetically modified to express resistance to glyphosate: can they modify airborne signals in tritrophic interactions? *Chemoecology* (2016) 26:7–14. DOI 10.1007/s00049-015-0202-9.
- 92\*Beckie, H., Harker, K., Légere, A., Morrison, M., Séguin-Swartz, G., & Falk, K. (2011). GM Canola: The Canadian experience. *Farm Policy Journal*, 8(1), 43–49.
- 93\*Scott Peter, Thomson Jennifer, Grzywacz David, Savary Serge, Strange Richard, Ristaino Jean B., Korsten Lise. Genetic modification for disease resistance: a position paper. *Food Sec.* (2016) 8:865–870. DOI 10.1007/s12571-016-0591-9.
- 94\*Ellison Brenna, Brooks Kathleen, Mieno Taro. Which livestock production claims matter most to consumers? *Agric Hum Values* 2017. DOI 10.1007/s10460-017-9777-9.
- 95\*Özge Özgen Arun, Karlo Muratoglu, Funda Yilmaz Eker. General View of Genetically Modified Organisms. *J. Fac. Vet. Med. Istanbul Univ.*, 41 (1), 113-123, 2015 doi: 10.16988/iuvfd.2015.03790.
- 96\*Chih-Hui Lin, Tzu-Ming Pan. Perspectives on genetically modified crops and food detection. *Journal of food and drug analysis* 24 (2016)1-8.
- 97\*Fagan John, Traavik Terje, Bøhn Thomas. The Seralini affair: degeneration of Science to Re-Science? *Environ Sci Eur* (2015) 27:19. DOI 10.1186/s12302-015-0049-2.
- 98\*Fard Najaf A., Minucmehr Zarrin, Rahgozar Masoud. Novel Genetically Modified Foods and Allergenicity Assessment of Them, Case Study: Tarom GM Rice. *Current Nutrition & Food Science*, 2015, 11, 11-15.
- 99\*Dizon Francis, Costa Sarah, Rock Cheryl, Harris Amanda, Husk Cierra, and Mei Jenny. Genetically Modified (GM) Foods and Ethical Eating. *Journal of Food Science*. Vol. 81, Nr. 2, 2016. doi: 10.1111/1750-3841.13191.
- 100\*Sörqvist Patrik , Marsh John E., Holmgren Mattias, Hulme Rebecca, Haga Andreas, Seager Paul B. Effects of labeling a product eco-friendly and genetically modified: A cross-cultural comparison for estimates of taste, willingness to pay and health consequences. *Food Quality and Preference* 50 (2016) 65–70.

## 11. BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

1. ANSES (French Agency for Food Environmental and Occupational Health & Safety). Opinion concerning an analysis of the study by Séralini et al. (2012) "Long term toxicity of a ROUNDUP herbicide and a ROUNDUP-tolerant genetically modified maize." 2012. Disponible en: <http://www.anses.fr/sites/default/files/files/BIOT2012sa0227EN.pdf>.
2. Battaglia D. Kritische Gentech-Forschung: "Hier geht es um viel Geld". *Tages Woche*. <http://www.gmwatch.org/index.php/news/archive/2012/14458>. Published November 2, 2012.
3. Bravo Elizabeth. Derechos de propiedad intelectual y los OGM. BIODIVERSIDAD 44, Abril de 2005. Ecuador.
4. Bruening, G., Lyons, J., 2000. The Case of the Flavr Savr Tomato, California Agriculture. 54(4):6-7.
5. Casquier Jesús, Ortiz Rodomiro. Las semillas transgénicas: ¿un debate bioético? Revista Facultad de Derecho N° 69, 2012 pp. 281-300. Lima, Peru.
6. CRFSFS: Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Vol. 3, 2004. Nutritional and Safety Assessments of Foods and Feeds Nutritionally Improved through Biotechnology: An Executive Summary. A Task Force Report by the International Life Sciences Institute, Washington, D.C.
7. Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 12 de marzo de 2001 sobre la liberación intencional en el medio ambiente de OMG.
8. European Food Safety Authority (EFSA). Final review of the Séralini et al. (2012a) publication on a 2-year rodent feeding study with glyphosate formulations and MG maize NK603 as published online on 19 September 2012 in Food and Chemical Toxicology. *EFSA J.* 2012; 10:2986.
9. European Food Safety Authority (EFSA). Opinion of the Scientific Panel on GMO on a request from the Commission related to the safety of foods and food ingredients derived from herbicide-tolerant genetically modified maize NK603, for which a request for placing on the market was submitted under Article 4 of the Novel Food

- Regulation (EC) No 258/97 by Monsanto (Question no EFSA-Q-2003-002). *EFSA J.* 2003; 2003(9):1–14.
10. European Food Safety Authority (EFSA). Review of the Séralini *et al.* (2012) publication on a 2-year rodent feeding study with glyphosate formulations and MG maize NK603 as published online on 19 September 2012 in Food and Chemical Toxicology. *EFSA J.* 2012; 10: 2910.
  11. FAO: Los OMG, los consumidores, la inocuidad de los alimentos y el medio ambiente. Roma 2001. ISBN 92-5-304560-4.
  12. FAO: Measuring Sustainability in Cotton Farming Systems. International Cotton Advisory Committee. Rome, 2015.
  13. FAOSTAT, 2017.
  14. Freedman, David H. "Cultivos transgénicos: sigue el debate ¿Son la única vía para paliar el hambre en el mundo o un experimento planetario no controlado?" Investigación y Ciencia. Noviembre 2013.
  15. GAHBA 2008, ANE05. VIII Reunión del grupo ad hoc de Biotecnología Agropecuaria ACTA N° 1/08, ANEXO V Análisis del etiquetado de los alimentos derivados de la biotecnología agropecuaria. Buenos Aires, Argentina.
  16. Glyphosate, Environmental Health Criteria monograph No.159, Geneva: Organización Mundial de la Salud. 1994. ISBN 92-4-157159-4.
  17. Guyon C. Académie des sciences: le scandale des OGM. Rebelle-Santé. 2013; (153). Disponible en: <http://gmoSéralini.org/french-academy-of-sciences-the-gmo-scandal/>.35.
  18. Haut Conseil des Biotechnologies Comité Scientifique (France). *Avis en réponse à la saisine du 24 septembre 2012 relative à l'article de Séralini et al (Food and Chemical Toxicology, 2012)*. Disponible en: <http://bit.ly/ZODCdn>.
  19. Heinemann J. Letter to the editor. *Food Chem Toxicol.* 2013; 53:427.
  20. ISAAA. 2016. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016. ISAAA Brief No. 52. ISAAA: Ithaca, N.Y.
  21. Kato, T. A., C. Mapes, L. M. Mera, J. A. Serratos, R. A. Bye. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de

- México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp. México, D.F.
22. Latham Michael C. Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo. Colección FAO: Alimentación y Nutrición N°29. Roma, 2002. ISBN 92-5-303818-7.
  23. Ley de la bioseguridad de OGM. Texto vigente. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2005. México.
  24. Ley Federal de Variedades Vegetales. Nueva Ley DOF 25-10-1998.
  25. Louv, Jason. Monsanto vs. the World: Monsanto, GMOs and Our Genetically Modified Future. 2013. Utraculture Press.
  26. Matthews Jonathan, 2012. Smelling a corporate rat. <http://www.spinwatch.org/index.php/issues/science/item/164-smelling-a-corporate-rat>.
  27. OCDE-FAO. Perspectivas Agrícolas 2015 © OCDE/FAO 2015.
  28. Potter, Van Rensselaer. Bioethics: Bridge to the Future. Englewood Cliff: Prentice-Hall, 1971.
  29. Protocolo de Cartagena sobre la seguridad de la biotecnología del convenio sobre diversidad biológica. Montreal, 2000.
  30. Rodríguez Yunta Eduardo. Temas éticos en investigación internacional con alimentos transgénicos. *Acta Bioethica* 2013; 19 (2): 209-218.
  31. Rodríguez Yunta Eduardo. Reflexión bioética sobre el uso de organismos genéticamente modificados. *Bioethikos*. 2010 January 1; 4(2): 222–227.
  32. Science 2010. Special Issue on Food Security. *Science* (5967), 12/02/2010, 797–834.
  33. Science Media Centre. 2014. Powerbase. Disponible en: [http://www.powerbase.info/index.php/Science\\_Media\\_Centre](http://www.powerbase.info/index.php/Science_Media_Centre).
  34. Science Media Centre. Expert reaction to MG maize causing tumours in rats [nota de prensa]. <http://bit.ly/163wOg6>. Published September 19, 2012.
  35. Science Media Centre. Funding. 2012. Disponible en: <http://bit.ly/11sRAzV>.
  36. Séralini G.E., Mesnage R., Defarge N., de Vendômois J.S. (2014c) Conflicts of interests, confidentiality and censorship in health risk assessment: The example of a herbicide and a GMO. *Environ Sci Eur* 26:13. doi:10.1186/s12302-014-0013-6; <http://www.enveurope.com/content/26/1/13>. Accessed July 2014 29.

37. Séralini Gilles-Eric, Clair Emilie, Mesnage Robin, Gress Steeve, Defarge Nicolas, Malatesta Manuela, Hennequin Didier, Spiroux de Vendômois Joël. RETRACTED: Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food Chem Toxicol.* 2012. 50:4221–4231.
38. Serratos Hernández J. A. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Segunda Edición, 2012. Universidad Autónoma de la Ciudad de México.
39. Shiva Vandana. *Stolen Harvest: The Hijacking of the Global Food Supply.* University Press of Kentucky, USA. 2016.
40. Shiva, V. (2011). Introduction. In V. Shiva, D. Barker, C. Lockhart (Eds.), *The GMO emperor has no clothes. A global citizen's report on the state of GM. False promised, Failed technologies.* Florence: SICREA.
41. UNESCO SCIENCE REPORT Towards 2030
42. World Health Organization (2014). Frequently asked questions on genetically modified foods. [http://www.who.int/foodsafety/areas\\_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/](http://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/).
43. Zainol Zinatul A., Rohaida Nordin, Frank I. Akpoviri. Mandatory labelling of genetically modified (GM) foods. *Int Environ Agreements* (2015) 15:199–21.

## 12. BIBLIOGRAFÍA COMPLETA

(Se incluye la bibliografía revisada del cuadro de codificación y la bibliografía de consulta para su fácil localización)

1. Affifi Ramsey. The Semiosis of Side Effects in Genetic Interventions. *Biosemiotics* (2016) 9:345–364. DOI 10.1007/s12304-016-9274-3.
2. Aldemita RR, Reano IM, Solis RO, Hautea RA. “Trends in global approvals of biotech crops (1992-2014)”. *GM Crops Food*. 2015; 6(3):150-66.
3. Aleksejeva Inese. EU experts’ attitude towards use of GMO in food and feed and other industries. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 110 (2014) 494 – 501.
4. ANSES (French Agency for Food Environmental and Occupational Health & Safety). Opinion concerning an analysis of the study by Séralini *et al.* (2012) “Long term toxicity of a ROUNDUP herbicide and a ROUNDUP-tolerant genetically modified maize.” 2012. Disponible en: <http://www.anses.fr/sites/default/files/files/BIOT2012sa0227EN.pdf>.
5. Arcieri Margherita. Spread and Potential Risks of Genetically Modified Organisms. Florence “Sustainability of Well-Being International Forum”. 2015: Food for Sustainability and not just food, Florence SWIF2015. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 8 (2016) 552 – 559.
6. Arulandhu Alfred J., Van Dijk Jeroen P., Dobnik David, Holst-Jensen Arne, Shi Jianxin, Zel Jana, Kok Esther J. DNA enrichment approaches to identify unauthorized genetically modified organisms (GMOs). *Anal Bioanal Chem* April 2016. DOI 10.1007/s00216-016-9513-0.
7. Baktavachalam Gajendra B, Delaney Bryan, Fisher Tracey L, Ladics Gregory S, Layton Raymond J, Locke Mary EH, Schmidt Jean, Anderson Jennifer A, Weber Natalie N, Herman Rod A & Evans Steven L. Transgenic maize event TC1507: Global status of food, feed, and environmental safety. *GM Crops & Food*. 2015; 6:2, 80-102.

8. Bartholomaeus Andrew, Batista Juan Carlos, Burachik Moisés & Parrott Wayne. Recommendations from the workshop on Comparative Approaches to Safety Assessment of GM Plant Materials: A road toward harmonized criteria? *GM Crops & Food*. 2015; 6:2, 69-79.
9. Battaglia D. Kritische Gentech-Forschung: "Hier geht es um viel Geld". *TagesWoche*. <http://www.gmwatch.org/index.php/news/archive/2012/14458>. Published November 2, 2012.
10. Bawa A. S., Anilakumar K. R. Genetically modified foods: safety, risks and public concerns. A review. *J Food Sci Technol* (November–December 2013) 50(6):1035–1046.
11. Beckie, H., Harker, K., Légère, A., Morrison, M., Séguin-Swartz, G., & Falk, K. (2011). GM Canola: The Canadian experience. *Farm Policy Journal*, 8(1), 43–49.
12. Beker M. P., Boari P., Burachik M., Cuadrado V., Junco M., Lede S., Lema M. A., Lewi D., Maggi A., Meoniz I., Noé G., Roca C., Robredo C., Rubinstein C., Vicien C., Whelan A. Development of a construct-based risk assessment framework for genetic engineered crops. *Transgenic Res* (2016) 25:597–607. DOI 10.1007/s11248-016-9955-3.
13. Bodiguel Luc. GMO, Conventional and Organic Crops: from Coexistence to Local Governance. Florence "Sustainability of Well-Being International Forum". 2015: Food for Sustainability and not just food, FlorenceSWIF2015. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 8 (2016) 263 – 269.
14. Bonny Sylvie. Genetically Modified Herbicide-Tolerant Crops, Weeds, and Herbicides: Overview and Impact Environmental Management (2016) 57:31–48.
15. Bonny Sylvie. Taking stock of the genetically modified seed sector worldwide: market, stakeholders, and prices. *Food Sec.* (2014) 6:525–540. DOI 10.1007/s12571-014-0357-1.
16. Bravo Elizabeth. Derechos de propiedad intelectual y los OGM. *BIODIVERSIDAD* 44 / Abril de 2005. Ecuador.
17. Brookes Graham & Barfoot Peter. Economic impact of GM crops. *GM Crops & Food*. 2014. 5:1, 65-75.

18. Brookes Graham & Barfoot Peter. Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2013: Impacts on pesticide use and carbon emissions, *GM Crops & Food*. 2015; 6:2, 103-133.
19. Brookes Graham & Barfoot Peter. Global income and production impacts of using GM crop technology 1996–2013. *GM Crops & Food*. 2015; 6:1, 13-46.
20. Bruening, G., Lyons, J., 2000. The Case of the Flavr Savr Tomato, *California Agriculture*. 54(4):6-7.
21. Carpenter Janet E. Impact of GM crops on biodiversity. *GM Crops*. 2011; 2:1, 7-23.
22. Casquier Jesús, Ortiz Rodomiro. Las semillas transgénicas: ¿un debate bioético? *Revista Facultad de Derecho N° 69*, 2012 pp. 281-300 Lima, Peru.
23. Castaño-Hernández Adriana. Alimentos derivados de cultivos genéticamente modificados. ¿Nuevos, seguros para la salud humana, consumidos? *Pediatría*. 2015; 4 8(3):68–74.
24. Chih-Hui Lin, Tzu-Ming Pan. Perspectives on genetically modified crops and food detection. *Journal of food and drug analysis* 24 (2016)1-8.
25. Choi Hoon, Moon Joon-Kwan, Park Byeoung-Soo, Park Hee-Won, Park So-Young, Kim Tae-San, Kim Dong-Hern, Ryu Tae-Hun, Kweon Soon-Jong, Kim Jeong-Han. Comparative Nutritional Analysis for Genetically Modified Rice, Iksan483 and Milyang204, and Nontransgenic Counterparts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* (2012) 55, 19–26.
26. Colson Gregory & Rousu Matthew C. What do consumer surveys and experiments reveal and conceal about consumer preferences for genetically modified foods? *GM Crops & Food*. 2013; 4:3, 158-165.
27. CRFSFS: Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Vol. 3, 2004. Nutritional and Safety Assessments of Foods and Feeds Nutritionally Improved through Biotechnology: An Executive Summary. A Task Force Report by the International Life Sciences Institute, Washington, D.C.
28. Daeva E. V., Zabarinb A. V., Barkovad S. M. and Dukel'skayaa A. V. Distortions of Scientific Information as a Source of the Formation of Tension in Society: the GMO Case. ISSN 2079-0597. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 2016, Vol.

- 6, No. 6, pp. 633–645. © Pleiades Publishing, Ltd., 2016. Original Russian Text 2015, published in *Ecologicheskaya Genetika*, 2015, Vol. 13, No. 2, pp. 5–20.
29. Davis Stone Glenn, Glover Dominic. Disembedding grain: Golden Rice, the Green Revolution, and heirloom seeds in the Philippines. *Agric Hum Values*. Springer Science+Business Media Dordrecht 2016. DOI 10.1007/s10460-016-9696-1.
30. Devos Yann, Aguilera Jaime, Diveki Zoltán, Gomes Ana, Liu Yi, Paoletti Claudia, du Jardin Patrick, Herman Lieve, Perry Joe N., Waigmann Elisabeth. EFSA’s scientific activities and achievements on the risk assessment of genetically modified organisms (GMOs) during its first decade of existence: looking back and ahead. *Transgenic Res* (2014) 23:1–25. DOI 10.1007/s11248-013-9741-4.
31. Directiva 2001/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 12 de marzo de 2001 sobre la liberación intencional en el medio ambiente de OMG.
32. Dizon Francis, Costa Sarah, Rock Cheryl, Harris Amanda, Husk Cierra, and Mei Jenny. Genetically Modified (GM) Foods and Ethical Eating. *Journal of Food Science*. Vol. 81, Nr. 2, 2016. doi: 10.1111/1750-3841.13191.
33. Du Li and Rachul Christen. Chinese newspaper coverage of genetically modified organisms. *Du and Rachul BMC Public Health* 2012, 12:326
34. Dubock Adrian. The politics of Golden Rice. *GM Crops & Food*. 2014; 5:3, 210-222.
35. Ellison Brenna, Brooks Kathleen, Mieno Taro. Which livestock production claims matter most to consumers? *Agric Hum Values* 2017. DOI 10.1007/s10460-017-9777-9.
36. European Food Safety Authority (EFSA). Final review of the Séralini *et al.* (2012a) publication on a 2-year rodent feeding study with glyphosate formulations and MG maize NK603 as published online on 19 September 2012 in *Food and Chemical Toxicology*. *EFSA J.* 2012; 10:2986.
37. European Food Safety Authority (EFSA). Opinion of the Scientific Panel on GMO on a request from the Commission related to the safety of foods and food ingredients derived from herbicide-tolerant genetically modified maize NK603, for which a request for placing on the market was submitted under Article 4 of the Novel Food Regulation (EC) No 258/97 by Monsanto (Question no EFSA-Q-2003-002). *EFSA J.* 2003; 2003(9):1–14.

38. European Food Safety Authority (EFSA). Review of the Séralini *et al.* (2012) publication on a 2-year rodent feeding study with glyphosate formulations and MG maize NK603 as published online on 19 September 2012 in Food and Chemical Toxicology. *EFSA J.* 2012; 10: 2910.
39. Fagan John, Traavik Terje, Bøhn Thomas. The Seralini affair: degeneration of Science to Re-Science? *Environ Sci Eur* (2015) 27:19. DOI 10.1186/s12302-015-0049-2.
40. FAO: Los OMG, los consumidores, la inocuidad de los alimentos y el medio ambiente. Roma 2001. ISBN 92-5-304560-4.
41. FAO: Measuring Sustainability in Cotton Farming Systems. International Cotton Advisory Committee. Rome, 2015.
42. FAOSTAT, 2017.
43. Fard Najaf A., Minuchehr Zarrin, Rahgozar Masoud. Novel Genetically Modified Foods and Allergenicity Assessment of Them, Case Study: Tarom GM Rice. *Current Nutrition & Food Science*, 2015, 11, 11-15.
44. Freedman, David H. "Cultivos transgénicos: sigue el debate ¿Son la única vía para paliar el hambre en el mundo o un experimento planetario no controlado?" *Investigación y Ciencia*. Noviembre 2013.
45. GAHBA 2008, ANE05. VIII Reunión del grupo ad hoc de Biotecnología Agropecuaria ACTA Nº 1/08, ANEXO V Análisis del etiquetado de los alimentos derivados de la biotecnología agropecuaria. Buenos Aires, Argentina.
46. Gerasimova Ksenia. Debates on Genetically Modified Crops in the Context of Sustainable Development. *Sci Eng Ethics* (2016) 22:525–547. DOI 10.1007/s11948-015-9656-y.
47. Ghanian Mansour, Ghoochani Omid M., Kitterlin Miranda, Jahangiry Sheida, Zarafshani Kiumars, Van Passel Steven, Azadi Hossein. Attitudes of Agricultural Experts Toward Genetically Modified Crops: A Case Study in Southwest Iran. *Sci Eng Ethics* (2016) 22:509–524. DOI 10.1007/s11948-015-9653-1.
48. Ghoochani Omid M, Ghanian Mansour, Baradaran Masoud, Alimirzaei Erfan, Azadi Hossein. Behavioral intentions toward genetically modified crops in Southwest Iran: a

- multi-stakeholder analysis. 2016. *Environ Dev Sustain*. DOI 10.1007/s10668-016-9879-3.
49. Gilbert N. “Inside the hothouses of industry. “Feeding the world is going to require the scientific and financial muscle of agricultural biotechnology companies”. *News Feature Food*. *Nature*. Vol 466, 29 July 2010.
50. Glyphosate, *Environmental Health Criteria monograph No.159*, Geneva: Organización Mundial de la Salud. 1994. ISBN 92-4-157159-4.
51. Goldstein Daniel A. Tempest in a Tea Pot: How did the Public Conversation on Genetically Modified Crops Drift so far from the Facts? *Food Sec.* (2014) 6:525–540. DOI 10.1007/s12571-014-0357-1.
52. Goodman Richard E. & Tetteh Afua O. Suggested Improvements for the Allergenicity Assessment of Genetically Modified Plants Used in Foods. *Curr Allergy Asthma Rep* (2011) 11:317–324. DOI 10.1007/s11882-011-0195-6.
53. Guyon C. Académie des sciences: le scandale des OGM. *Rebelle-Santé*. 2013; (153). Disponible en: <http://gmoSéralini.org/french-academy-of-sciences-the-gmo-scandal/.35>.
54. Haut Conseil des Biotechnologies Comité Scientifique (France). *Avis en réponse à la saisine du 24 septembre 2012 relative à l'article de Séralini et al (Food and Chemical Toxicology, 2012)* Disponible en: <http://bit.ly/ZODCdn>.
55. Hefferon KL. “Nutritionally enhanced food crops; progress and perspectives”. *Int J Mol Sci*. 2015; 16(2):3895-914.
56. Heinemann J. Letter to the editor. *Food Chem Toxicol*. 2013; 53:427.
57. Herman Rod A & Raybould Alan. Expert opinion vs. empirical evidence. *GM Crops & Food*. 2014; 5:1, 8-10.
58. Herman Rod A., Ladics Gregory S. Endogenous allergen upregulation: Transgenic vs. traditionally bred crops. *Food and Chemical Toxicology* 49 (2011) 2667–2669.
59. Hosseini Bai Shahla & Ogbourne Steven M. Glyphosate: environmental contamination, toxicity and potential risks to human health via food contamination. *Environ Sci Pollut Res* (2016) 23:18988–19001. DOI 10.1007/s11356-016-7425-3.

60. Hsiang-Yun Tung, Sue-Hong Wang, Yu-Cheng Chiang, Ming-Shiun Tsai. Rapid screening of roundup ready soybean in food samples by an hand-held PCR device. *Food Sci. Biotechnol.* 25(4): 1101-1107 (2016) DOI 10.1007/s10068-016-0177-5
61. ISAAA. 2016. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016. ISAAA Brief No. 52. ISAAA: Ithaca, N.Y.
62. Jacobsen Sven-Erik, Sørensen Marten, Pedersen Søren Marcus, Weiner Jacob. Feeding the world: genetically modified crops versus agricultural biodiversity. *Agron. Sustain. Dev.* (2013) 33:651–662.
63. Kamthan Ayushi, Chaudhuri Abira, Kamthan Mohan, Datta Asis. Genetically modified (GM) crops: milestones and new advances in crop improvement. *Theor Appl Genet* (2016) 129:1639–1655. DOI 10.1007/s00122-016-2747-6.
64. Kato, T. A., C. Mapes, L. M. Mera, J. A. Serratos, R. A. Bye. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 116 pp. México, D.F.
65. Kaur Amanpreet, Kohli R. K., Jaswal P. S. Genetically Modified Organisms: An Indian Ethical Dilemma. *J Agric Environ Ethics* (2013) 26:621–628.
66. Kershen Drew L. European decisions about the “Whack-a-mole” game. *GM Crops & Food.* 2014; 5:1, 4-7.
67. Kershen Drew L. Marsh v Baxter: Coexistence in Australia. *GM Crops & Food.* 2014; 5:4, 244-248.
68. Kishore Singh Amit & Kumar Dubey Suresh. Current trends in Bt crops and their fate on associated microbial community dynamics: a review. *Protoplasma* (2016) 253:663–681. DOI 10.1007/s00709-015-0903-5.
69. Landrigan Philip J. and Benbrook Charles. GMOs, Herbicides, and Public Health. *N Engl J Med* 373;8 august 20, 2015.
70. Latham Michael C. *Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo.* Colección FAO: Alimentación y Nutrición N°29. Roma, 2002. ISBN 92-5-303818-7.
71. LeBlanc Jean Guy, Van Sinderen Douwe, Hugenholtz Jeroen, Piard Jean-Christophe, Sesma Fernando, Savoy de Giori Graciela. Risk Assessment of

- Genetically Modified Lactic Acid Bacteria Using the Concept of Substantial Equivalence. *Curr Microbiol* (2010) 61:590–595. DOI 10.1007/s00284-010-9657-7.
72. Ley de la bioseguridad de OGM. Texto vigente. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2005. México.
73. Ley Federal de Variedades Vegetales. Nueva Ley DOF 25-10-1998.
74. Li Yunhe, Peng Yufa, Hallerman Eric M., Wu Kongming. Biosafety management and commercial use of genetically modified crops in China *Plant Cell Rep* (2014) 33:565–573. DOI 10.1007/s00299-014-1567-x.
75. Louv, Jason. *Monsanto vs. the World: Monsanto, GMOs and Our Genetically Modified Future*. 2013. Utraculture Press.
76. Matthews Jonathan, 2012. Smelling a corporate rat. <http://www.spinwatch.org/index.php/issues/science/item/164-smelling-a-corporate-rat>.
77. McHughen Alan. Introduction to the GM crops special issue on biosafety, food and GM regulation. *GM Crops & Food*, 2012. 3:1, 6-8.
78. Meghani Zahra. Risk Assessment of Genetically Modified Food and Neoliberalism: An Argument for Democratizing the Regulatory Review Protocol of the Food and Drug Administration. *J Agric Environ Ethics* (2014) 27:967–989. DOI 10.1007/s10806-014-9511-1.
79. Meyer Hartmut, Hilbeck Angelika. Rat feeding studies with genetically modified maize—a comparative evaluation of applied methods and risk assessment standards. *Environmental Sciences Europe*, 2013, 25:33.
80. Meyer Hartmut. Systemic risks of genetically modified crops: the need for new approaches to risk assessment. *Environmental Sciences Europe* 2011, 23:7.
81. Mintz Katherine. Arguments and actors in recent debates over US genetically modified organisms (GMOs). *J Environ Stud Sci.* (2017) 7:1–9. DOI 10.1007/s13412-016-0371-z.
82. Moses Vivian. An issue on GM and consumers. *GM Crops & Food*. 2013; 4:3,121-121.
83. Moses Vivian. GM in the media. *GM Crops & Food*. 2014; 5:2, 81-86.

84. Munirah Isa Noor, Man Saadan. "First Things First": Application of Islamic Principles of Priority in the Ethical Assessment of Genetically Modified Foods. *J Agric Environ Ethics* (2014) 27:857–870. DOI 10.1007/s10806-014-9504-0.
85. Myhr Anne Ingeborg. A Precautionary Approach to Genetically Modified Organisms: Challenges and Implications for Policy and Science. *J Agric Environ Ethics* (2010) 23:501–525
86. Nicolia A., Manzo A., Veronesi F., Rosellini D. An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Crit. Rev. Biotechnol.* 34 (2014) 77–88
87. OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2015 © OCDE/FAO 2015.
88. Özge Özgen Arun, Karlo Muratoglu, Funda Yilmaz Eker. General View of Genetically Modified Organisms. *J. Fac. Vet. Med. Istanbul Univ.*, 41 (1), 113-123, 2015 doi: 10.16988/iuvfd.2015.03790.
89. Pascher Kathrin. Spread of volunteer and feral maize plants in Central Europe: recent data from Austria. *Environ Sci Eur* (2016) 28:30. DOI 10.1186/s12302-016-0098-1.
90. Pizarro H., Vera M. S., Vinocur A., Pérez G., Ferraro M., Menéndez Helman R. J., dos Santos Afonso M. Glyphosate input modifies microbial community structure in clear and turbid freshwater systems. *Environ Sci Pollut Res* (2016) 23:5143–5153. DOI 10.1007/ s11356-015-5748-0.
91. Potter, Van Rensselaer. *Bioethics: Bridge to the Future*. Englewood Cliff: Prentice-Hall, 1971.
92. Prakash C. S. A look at the recent news from around the world on genetically modified food and crops. *GM Crops & Food*. 2014; 5:1, 1-3.
93. Price Becky and Cotter Janet. The GM Contamination Register: a review of recorded contamination incidents associated with genetically modified organisms (GMOs), 1997–2013. Price and Cotter *International Journal of Food Contamination* 2014, 1:5.
94. Protocolo de Cartagena sobre la seguridad de la biotecnología del convenio sobre diversidad biológica. Montreal, 2000.
95. Robaey Zoë. Gone with the Wind: Conceiving of Moral Responsibility in the Case of GMO Contamination. *Sci Eng Ethics* (2016) 22:889–906. DOI 10.1007/s11948-015-9744-z.

96. Robaey Zoe. Transferring Moral Responsibility for Technological Hazards: The Case of GMOs in Agriculture. *J Agric Environ Ethics* (2016) 29:767–786. DOI 10.1007/s10806-016-9636-5.
97. Rocha Braña Glenda Morais, Miranda-Vilela Ana Luisa, Koppe Grisolia Cesar. A Study of How Experts and Non-Experts Make Decisions on Releasing Genetically Modified Plants. *J Agric Environ Ethics* (2012) 25:675–685.
98. Rodríguez Yunta Eduardo. Temas éticos en investigación internacional con alimentos transgénicos. *Acta Bioethica* 2013; 19 (2): 209-218.
99. Rodríguez Yunta Eduardo. Reflexión bioética sobre el uso de organismos genéticamente modificados. *Bioethikos*. 2010 January 1; 4(2): 222–227.
100. Rojas Cristian Antonio, Silva Hemerly Adrianna & Cavalcanti Gomes Ferreira Paulo. Genetically modified crops for biomass increase. *Genes and strategies. GM Crops & Food*, 2010. 1; 3, 137-142.
101. Rosso Grossman Margaret. Chapter 9. Genetic Technology and Food Security: A View from the United States, Springer International Publishing Switzerland 2016 R. Norer (ed.), *Genetic Technology and Food Safety, Ius Comparatum - Global Studies in Comparative Law* 14, DOI 10.1007/978-3-319-23995-8\_9.
102. Rothschild George H. L. *Matin Qaim: Genetically modified crops and agricultural development*. Palgrave Macmillan, London, 2016. (ISBN: 978-1-137-40571-5) xvii +206 pp. *Food Sec.* (2016) 8:459–461. DOI 10.1007/s12571-016-0553-2.
103. Rzymiski Piotr, Królczyk Aleksandra. Attitudes toward genetically modified organisms in Poland: to GMO or not to GMO? *Food Sec.* (2016) 8:689–697. DOI 10.1007/s12571-016-0572-z.
104. Schütte Gesine, Eckerstorfer Michael, Rastelli Valentina, Reichenbecher Wolfram, Restrepo -Vassalli Sara, Ruohonen-Leht Marja, Wuest Saucy Anne-Gabrielle and Mertens Martha. Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. *Environ Sci Eur* (2017) 29:5. DOI 10.1186/s12302-016-0100-y.
105. Science 2010. Special Issue on Food Security. *Science*, (5967), 12/02/2010, 797–834.

106. Science Media Centre. 2014. Powerbase. Disponible en: [http://www.powerbase.info/index.php/Science\\_Media\\_Centre](http://www.powerbase.info/index.php/Science_Media_Centre).
107. Science Media Centre. Expert reaction to MG maize causing tumours in rats [nota de prensa]. <http://bit.ly/163wOg6>. Published September 19, 2012.
108. Science Media Centre. Funding. 2012. Disponible en: <http://bit.ly/11sRAzV>.
109. Scott Peter, Thomson Jennifer, Grzywacz David, Savary Serge, Strange Richard, Ristaino Jean B., Korsten Lise. Genetic modification for disease resistance: a position paper. *Food Sec.* (2016) 8:865–870. DOI 10.1007/s12571-016-0591-9.
110. Séralini G.E., Mesnage R., Defarge N., de Vendômois J.S. (2014c) Conflicts of interests, confidentiality and censorship in health risk assessment: The example of a herbicide and a GMO. *Environ Sci Eur* 26:13. doi:10.1186/s12302-014-0013-6; <http://www.enveurope.com/content/26/1/13>. Accessed July 2014 29.
111. Séralini Gilles-Eric, Clair Emilie, Mesnage Robin, Gress Steeve, Defarge Nicolas, Malatesta Manuela, Hennequin Didier, Spiroux de Vendômois Joël. RETRACTED: Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food Chem Toxicol.* 2012. 50:4221–4231.
112. Séralini Gilles-Eric, Clair Emilie, Mesnage Robin, Gress Steeve, Defarge Nicolas, Malatesta Manuela, Hennequin Didier, Spiroux de Vendômois Joël. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environmental Sciences Europe* 2014, 26:14.
113. Séralini Gilles-Eric, Mesnage Robin, Clair Emilie, Gress Steeve, Vendômois Joël Spiroux, Cellier Dominique. Genetically modified crops safety assessments: present limits and possible improvements. *Environmental Sciences Europe* 2011, 23:10.
114. Serratos Hernández J. A. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Segunda Edición, 2012. Universidad Autónoma de la Ciudad de México.
115. Shiva Vandana. *Stolen Harvest: The Hijacking of the Global Food Supply*. University Press of Kentucky, USA. 2016.
116. Shiva, V. (2011). Introduction. In V. Shiva, D. Barker, C. Lockhart (Eds.), *The GMO emperor has no clothes. A global citizens report on the state of GM. False promised, Failed technologies*. Florence: SICREA.

117. Siegfried Blair D. & Hellmich Richard L. Understanding successful resistance management. *GM Crops & Food*. 2012; 3:3, 184-193.
118. Siipi Helena, Usitalo Susanne. Consumer Autonomy and Availability of Genetically Modified Food. *J Agric Environ Ethics* (2011) 24:147–163.
119. Siipi Helena. Is Genetically Modified Food Unnatural? *J Agric Environ Ethics* (2015) 28:807–816. DOI 10.1007/s10806-015-9568-5.
120. Siqueira de José Eduardo. El Principio de responsabilidad de Hans Jonas. *Acta Bioethica* 2001; año VII, nº 2.
121. Sirsi Eleonora. Florence “Sustainability of Well-Being International Forum”. 2015: Food for Sustainability and not just food, Florence SWIF 2015. Coexistence: a new perspective, a new field. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 8 (2016) 449 – 454.
122. Sleenhoff Susanne & Osseweijer Patricia. Consumer choice. *GM Crops & Food*, 2013; 4:3, 166-171.
123. Smyth Stuart J & Phillips Peter WB (2014) Risk, regulation and biotechnology: The case of GM crops, *GM Crops & Food*, 5:3, 170-177.
124. Smyth Stuart J, McDonald Jillian & Falck-Zepeda Jose. Investment, regulation, and uncertainty. *GM Crops & Food*. 2014; 5:1, 44-57.
125. Smyth Stuart J. The state of genetically modified crop regulation in Canada. *GM Crops & Food*. 2014. 5:3, 195-203.
126. Snell Chelsea, Bernheim Aude, Berge Jean-Baptiste, Kuntz Marcel, Pascal Gerard, Paris Alain, Ricroch Agnes E. Assessment of the health impact of GM plant diets in long-term and multigenerational animal feeding trials: A literature review. *Food and Chemical Toxicology* 50 (2012) 1134–1148.
127. Solli Anne, Bach Frank, Akerman Björn. Learning to argue as a biotechnologist: disprivileging opposition to genetically modified food. *Cult Stud of Sci Educ* (2014) 9:1–23. DOI 10.1007/s11422-013-9528-1.
128. Sörqvist Patrik , Marsh John E., Holmgren Mattias, Hulme Rebecca, Haga Andreas, Seager Paul B. Effects of labeling a product eco-friendly and genetically modified: A cross-cultural comparison for estimates of taste, willingness to pay and health consequences. *Food Quality and Preference* 50 (2016) 65–70.

129. Strapasson Priscila, Pinto-Zevallos Delia M., Zarbin Paulo H. G. Soybean (*Glycine max*) plants genetically modified to express resistance to glyphosate: can they modify airborne signals in tritrophic interactions? *Chemoecology* (2016) 26:7–14. DOI 10.1007/s00049-015-0202-9.
130. Swiatkiewicz Sylwester, Swiatkiewicz Malgorzata, Arczewska-Wloseka Anna, Jozefiakb Damian. Genetically modified feeds and their effect on the metabolic parameters of food-producing animals: A review of recent studies. *Animal Feed Science and Technology* 198 (2014) 1–19.
131. Tepfer Mark, Racovita Monica & Craig Wendy. Putting problem formulation at the forefront of GMO risk analysis. *GM Crops & Food*. 2013; 4:1, 10-15.
132. Then Christoph and Bauer-Panskus Andreas. Possible health impacts of Bt toxins and residues from spraying with complementary herbicides in genetically engineered soybeans and risk assessment as performed by the European Food Safety Authority EFSA. *Environ Sci Eur* (2017) 29:1. DOI 10.1186/s12302-016-0099-0.
133. Thongprakaisang S., Thiantanawat A., Rangkadilok N., Suriyo T., Satayavivad J. (2013). Glyphosate induces human breast cancer cells growth via estrogen receptors. *Food and Chemical Toxicology*, 59, 129-136.
134. UNESCO SCIENCE REPORT Towards 2030.
135. Verma S.R. Genetically modified plants: public and scientific perceptions. *ISRN Biotechnol.* (2013). <http://dx.doi.org/10.5402/2013/820671>. Article ID 820671.
136. Wickson Fern. Do We Care About Synbiodiversity? Questions Arising from an Investigation into Whether There are GM Crops in the Svalbard Global Seed Vault. *J Agric Environ Ethics* (2016) 29:787–811. DOI 10.1007/s10806-016-9634-7.
137. World Health Organization (2014). Frequently asked questions on genetically modified foods. [http://www.who.int/foodsafety/areas\\_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/](http://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/).
138. Young Gregory J., Zhang Shiping, Mirsky Henry P., Cressman Robert F., Cong Bin, Ladics Gregory S., Zhong Cathy X. Assessment of possible allergenicity of hypothetical ORFs in common food crops using current bioinformatic guidelines and its implications for the safety assessment of GM crops. *Food and Chemical Toxicology* 50 (2012) 3741–3751.

139. Yuen-Ting Wong Alice, Wai-Kit Chan Albert. Genetically modified foods in China and the United States: A primer of regulation and intellectual property protection. *Food Science and Human Wellness* 5 (2016) 124–140.
140. Zainol Zinatul A., Rohaida Nordin, Frank I. Akpoviri. Mandatory labelling of genetically modified (GM) foods. *Int Environ Agreements* (2015) 15:199–21.
141. Zdziarski I. M., Edwards J. W., Carman J. A., Haynes J. I. GM crops and the rat digestive tract: A critical review. *Environ. Int.* 73 (2014) 423–433.
142. Zhang Chen, Wohlhueter Robert, Zhang Han. Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems. *Food Science and Human Wellness* 5 (2016) 116–123.
143. Zilberman David, Kaplan Scott, Kim Eunice, Hochman Gal & Graff Gregory. Continents divided. *GM Crops & Food*. 2013; 4:3, 202-208.