

# ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y SALUD: TRASCENDIENDO LA EPIDEMIOLOGÍA Y LA SALUD PÚBLICA<sup>1</sup>

## GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS, FOOD SAFETY AND HEALTH: TRANSCENDING EPIDEMIOLOGY AND PUBLIC HEALTH

<sup>2</sup> Rodolfo Rodríguez Gómez.

<sup>3</sup> Magda Ginnette Rodríguez Paipilla.

### Resumen

En las últimas décadas, los cambios en la agricultura y las innovaciones en biotecnología han modificado el panorama de la alimentación del planeta. Desde la década de los cincuenta, la revolución verde ha tenido un impacto dramático a nivel planetario y hoy en día temas como el desarrollo sostenible hacen parte de la agenda política mundial. Los Organismos Genéticamente Modificados han revolucionado la agroindustria y la biotecnología, y en la actualidad los cultivos de este tipo han crecido a un ritmo vertiginoso en varios países. Sin embargo, las promesas de erradicación del hambre y la inocuidad de estas nuevas bondades tecnológicas han creado profunda desconfianza y prevención tanto en la comunidad científica como en el público en general. Muchos abogan por el principio de precaución apelando a la incertidumbre científica dada la escasa evidencia de estudios epide-

### Abstract

In recent decades, changes in agriculture and biotechnology innovations have changed the landscape of food on the planet. From the fifties the green revolution has had a dramatic impact on a global level and today issues such as sustainable development are part of the global political agenda. Genetically Modified Organisms have revolutionized the agribusiness and biotechnology, and today these crops have grown at a rapid pace especially in countries like the US, Brazil and Argentina. However, the promises of eradicating hunger and progress of these new technological advantages have created some distrust and prevention both the scientific community and the general community. Many advocate the precautionary principle given by appealing to the limited evidence from epidemiological studies that evaluate long-term effects while scientific uncertainty, increasing debate on a complex

Recibido el 18/07/2015

Aprobado el 21/09/2015

1. Artículo de revisión de tema.

2. Médico Epidemiólogo-Magíster salud pública Universidad El Bosque. Diagnóstico Ocular del Country. fitopolux@hotmail.com

3. Nutricionista Epidemióloga-Estudiente maestría epidemiología Universidad El Bosque. Universidad Pontificia Javeriana.magdy1282@yahoo.com

miológicos que evalúen efectos a largo plazo en la salud pública y al mismo tiempo, crece la polémica frente a un tema complejo de profundo interés general que impacta de manera relevante en diversas áreas del conocimiento.

**Palabras clave:** Alimentos modificados genéticamente, Organismos modificados genéticamente, salud, seguridad alimentaria, seguridad alimentaria y nutricional, epidemiología, salud pública (*fuentes DeCS*).

issue that impacts deep general interest relevant way in several areas of knowledge.

**Key Words:** Food Genetically Modified, Organisms Genetically Modified, health, food security, epidemiology, public health (*source MeSH*).

## INTRODUCCIÓN

La revolución verde y los dilemas con la alimentación actual son temas de total relevancia para la salud y el medioambiente. En pocas décadas, los cambios en la agricultura, la biotecnología y su potencial impacto en la población humana han ocupado los primeros lugares en la agenda política mundial. Los mismos alimentos como producto industrial y más aún, como producto biotecnológico se pueden catalogar en la actualidad como un factor de riesgo para la salud lo cual resulta paradójico en un mundo donde por tradición, la comida ha estado relacionada con la vida misma. De manera infortunada, pocos tópicos como lo concerniente a los organismos genéticamente modificados y alimentos transgénicos pueden ser tan polémicos y preocupantes. Hoy por hoy, el debate no solo interesa al sector agrícola y nutricional, sino que trasciende la epidemiología y la salud pública para llegar a los terrenos éticos, económicos y políticos.

### Revolución verde y desarrollo sostenible

La Revolución Verde dio sus primeros pasos en la década de los cincuenta. Su finalidad era generar altas tasas de productividad agrícola basadas en la producción extensiva a gran escala. Aquella revolución, estaba basada en la selección genética de nuevas variedades de cultivos y el uso masivo de fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas, y maquinaria pesada (1). Por su gran tarea, el ingeniero agrónomo Norman E. Borlaug es considerado como el padre de la agri-

cultura moderna y la llamada Revolución verde. Sus aportes fueron considerados tan relevantes, que en 1970 se le otorgó el Premio Nobel de la Paz debido a su contribución al desarrollo de variedades de trigo de gran rendimiento (2).

El medioambiente apareció por primera vez en la agenda mundial en 1972. Se celebraba por entonces en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, más conocida como la Conferencia de Estocolmo (3). Posteriormente, la comunidad científica celebró en 1975 el Asilomar Conference Center en California. Dicho evento, propuso las primeras recomendaciones sobre restricciones para el desarrollo de la biotecnología, recomendaciones que luego fueron promovidas por el Instituto Nacional de Salud (NIH) de los Estados Unidos (4). Un poco más tarde, en 1987, el concepto de *desarrollo sostenible* apareció con el Informe Brundtland donde se definió como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades” (5).

Para 1992, se llevaría a cabo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente y el Desarrollo. Este evento, fue importante para la diplomacia internacional y se avanzó en el concepto de *desarrollo sostenible*. Sin embargo, a pesar del progreso que han representado estas conferencias mundiales, existen voces críticas en especial con respecto a las metas en cuanto al uso

responsable de los recursos naturales. Dichas críticas, tuvieron un eco importante tras la Cumbre de Río+20 en especial, en temas como la biodiversidad, la contaminación del aire y los océanos, la defensa de los bienes comunes y la mercantilización de la vida. La Cumbre de los Pueblos en Río+20 manifestó de manera particular su posición en defensa de la soberanía alimentaria y los alimentos saludables, y sentó su postura contra los agro-tóxicos y los transgénicos (6).

## Organismos Genéticamente Modificados y transgénicos

Un Organismo Genéticamente Modificado (OGM) es un organismo cuyo patrimonio genético ha sido transformado por la técnica de la *transgénesis* (7). Las plantas portadoras de un gen ajeno o exógeno son aquellas que se han llamado transgénicas. Ese gen extraño es el denominado *transgén*. Así entonces, los OGM son seres vivos a los cuales se incorpora uno o más genes de otras especies a fin de conferirles nuevas características. Para 1997, se había realizado gran cantidad de experimentos con cultivos transgénicos de los cuales la mayoría correspondía a experimentos con maíz, nabo, papa, tomate, soya, algodón y tabaco. Tras dichas investigaciones, el primer transgénico que salió al mercado fue el tomate *Flavr-Savr* de la empresa canadiense Calgene (8), el cual poseía un gen artificial que inhibía la producción de la proteína responsable de la senescencia del fruto.

En la actualidad, cerca de 27 países producen transgénicos donde los cultivos primordiales son: soya, maíz, canola y algodón (9). Estados Unidos, Argentina y Brasil son los principales productores en América, aunque en Europa, estos cultivos solo ocupan el 0,14 % de la superficie agrícola y varios países han prohibido su cultivo (9). La promesa de terminar con las hambrunas del mundo es objeto de críticas a los transgénicos. En cuanto a ello, expertos en alimentación y agricultura, consideran que si bien es cierto que en el mundo hay millones de personas con hambre, la esencia del problema no es la escasez de alimentos, sino la falta de acceso a los mismos debido a la inequidad que se agrava por situaciones como degradación ambiental y conflicto armado (10). Así, la inseguridad alimentaria y el hambre son tanto el resultado como la causa de la pobreza (11), la misma que entorpece el alcance de otros Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) como la enseñanza primaria universal o la reducción de la mortalidad en niños menores de cinco años.

El potencial valor de la biotecnología en la calidad de los alimentos y su importancia en el desarrollo de

nuevos cultivos ha sido reconocido por entidades de renombre como la Royal Society (12). No obstante, en años recientes se ha sembrado desconfianza en cierta parte de la población que considera el uso de la biotecnología como un riesgo, en especial lo concerniente a los alimentos. El concepto de *riesgo*, en las últimas décadas ha sido ampliamente estudiado por la antropología y la sociología, pero es un valorado término epidemiológico. Así que ese *riesgo* que suponen los alimentos modificados genéticamente, se ajusta bien a la sociedad del riesgo en la que vivimos y no solo se percibe en lo individual, sino también como un fenómeno poblacional e incluso ecológico. El tema de los OGM y transgénicos ha trascendido los vastos y complejos terrenos de la epidemiología y la salud pública, adquiriendo una relevancia transversal a diferentes áreas del saber.

## Equivalencia sustancial, seguridad y soberanía alimentaria

En 1993, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) introdujo el concepto de *Equivalencia Sustancial* (13). Dicho concepto, está fundamentado en la equivalencia de dos alimentos en cuanto a la composición de proteínas, carbohidratos, grasas y aminoácidos, entre otros (14). En el año 2000, el grupo de expertos de la FAO y la OMS volvió a examinar el concepto de equivalencia sustancial y concluyó, que la evaluación de la inocuidad exige un enfoque integrado y gradual, y dicho concepto es el punto de partida para identificar posibles problemas nutricionales y de inocuidad (15). Según la FAO, la equivalencia sustancial es un instrumento para identificar diferencias, intencionales o no, que puedan ser objeto de análisis de inocuidad. La ventaja del concepto, de acuerdo a la FAO, es que aporta flexibilidad en la evaluación de la inocuidad de los alimentos obtenidos por medios biotecnológicos (16).

Pese a los conceptos de la OMS y la FAO, se considera que el concepto de Equivalencia Sustancial es limitado porque ignora el contexto en el cual los productos han sido fabricados, y llevados al consumidor al final de la cadena alimenticia. Asimismo, se ha argumentado que la calidad de los alimentos no puede estar restringida de manera exclusiva al nivel nutricional, sino que también debe estar en relación con el medioambiente y la sociedad (17). Reconocidos críticos de los OGM como Millstone, han afirmado que el demostrar que un alimento de este tipo es similar químicamente a un homólogo natural no es adecuada evidencia de que sea seguro para el consumo humano. Por tanto, al asumir que un alimento genéticamente modificado es

sustancialmente equivalente se puede suponer que no plantea nuevos riesgos para la salud y por tal motivo, se acepte para su uso comercial (18).

En sintonía con la noción de equivalencia sustancial se encuentran los términos *soberanía y seguridad alimentaria*, términos en apariencia similares, pero que involucran conceptos diferentes. Según el Foro para la *Soberanía Alimentaria* de Nyéléni de 2007, la soberanía alimentaria es el derecho de los pueblos a definir sus políticas agrícolas y alimentarias para proteger la producción y el comercio agrícola interior y lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (19). En otras palabras, es decidir en qué medida los pueblos quieren ser autónomos y pone a aquellos que producen, distribuyen y consumen alimentos en el corazón del sistema al defender los intereses de las futuras generaciones (19). El movimiento ha cobrado gran fuerza en América Latina y en mayo de 2014, se llevó a cabo la IV Conferencia Especial para la Soberanía Alimentaria donde se resaltó la necesidad de un cambio de modelo de producción con equidad de género y una mirada ecológica y social (20).

Por otro lado, el Movimiento Internacional Vía Campesina llevado a cabo en Roma en 1996, introdujo el concepto de *seguridad alimentaria* con motivo de la Cumbre Mundial de la Alimentación de la FAO (21). Esta organización, ha definido la seguridad alimentaria como una situación donde toda la población, en todo momento, tiene acceso físico, social y económico a alimento suficiente, seguro y nutritivo el cual satisface las necesidades dietéticas y preferencias alimentarias para una vida activa y saludable (22). Aunque es cierto que a nivel mundial se han logrado avances en reducción del hambre y la malnutrición, falta mucho camino por recorrer y mayor compromiso político para su erradicación. Así lo afirma el informe de la FAO de 2014 titulado "El Estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo" donde se destaca que los avances han sido modestos en áreas como África subsahariana y Asia occidental (23).

Pese a los esfuerzos, parece que cada vez más tanto la soberanía como la seguridad alimentaria están amenazadas. Adicionalmente, condiciones como el cambio climático pueden ser también una amenaza para la llamada seguridad alimentaria (24). En áreas mediterráneas, por ejemplo, los efectos de un aumento de la temperatura global podrían ser deletéreos al desencadenar olas de calor y sequías así como precipitaciones, inundaciones y tormentas costeras en las zonas templadas (25). De hecho, el cambio climático afectará todas las dimensiones de la seguridad alimentaria

en su disponibilidad, acceso, estabilidad de fuentes de alimentos, y utilización de alimentos (26).

### Alimentos transgénicos y salud humana

En relación a los alimentos modificados genéticamente (AMG) existe preocupación pública con respecto a la seguridad para el consumo humano y los posibles efectos en el medioambiente (27). En relación a esto, se han identificado tres maneras potenciales de producción de efectos adversos sobre la salud humana: toxicidad, alergenicidad y alteración de los nutrientes (28). Sin embargo, con el nivel de conocimiento actual, resulta difícil prever todos los efectos de la inserción de genes extraños en el ADN de un organismo. En este punto, han surgido planteamientos sobre la alta probabilidad de aparición de efectos imprevistos e indeseados así como de inestabilidades genéticas en los OGM (29). Adicionalmente, se han generado profundos debates éticos y morales con fuertes controversias que tienden a polarizar a la sociedad (30).

La tecnología de modificación genética en la producción de la comida ha generado bastante preocupación en los últimos años y ha sido difícil sostener un debate objetivo en cuanto al tema (31). Hace más de una década, el Departamento de Sanidad Británico estableció criterios a cumplir en cualquier proceso de evaluación de la seguridad de los AGM entre los cuales se menciona la realización de estudios nutricionales, toxicológicos y microbiológicos (32). Sin embargo, asociaciones de consumidores y organizaciones no gubernamentales (ONG) han sugerido que todos los AMG deberían ser sometidos a estudios a largo plazo en animales antes de la aprobación en seres humanos (33). En relación a esto, algunas revisiones bibliográficas han concluido que las investigaciones científicas disponibles para poder ingerir alimentos transgénicos sin temor, son insuficientes (34).

Un dilema adicional es que las plantas transgénicas contienen uno o más genes de resistencia a los antibióticos. De esta manera, la ingeniería genética ha hecho extensivo el uso de estos genes resistentes a antibióticos como marcadores seleccionables al incrementar la propagación de genes (35). Dada la titánica lucha que ha librado la medicina clínica, la epidemiología y la salud pública contra las enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes, la presencia de genes de resistencia a antibióticos en las plantas transgénicas es un enorme y potencial problema de salud pública. Hace más de una década, la British Medical Association había sugerido la prohibición de los genes de resistencia a los antibióticos y la mejora en la vigilancia

sanitaria (36). Para 2013, la OMS ratificaba el riesgo de que muchas enfermedades infecciosas se vuelvan intratables o incontrolables, lo cual podría entorpecer los progresos logrados para alcanzar los tan anhelados Objetivos de Desarrollo del Milenio (37).

Un punto de fuerte debate y preocupación es lo relacionado con los hallazgos de algunos estudios sobre los efectos de los AGM en animales. Uno de ellos en particular, ha sido la publicación del estudio del profesor Gilles-Éric Séralini y su equipo del CRIIGEN (Committee of Research and Independent Information on Genetic Engineering) en torno al maíz comercial NK 603 (38). El estudio, publicado en *Food and Chemical Toxicology* (FCT) en 2012, encontró daño severo al hígado y riñón, además de desórdenes hormonales y altas tasas de tumores de gran tamaño y mortalidad en ratas alimentadas con el maíz modificado genéticamente (38). La publicación de Séralini, causó profundo revuelo en la comunidad científica recibiendo una oleada de críticas y difamación por parte de científicos pro-OMG, por lo cual, el artículo fue retractado en noviembre de 2013 (39). Adicionalmente, el mismo año, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) también rechazó las conclusiones del estudio de Séralini.

Como campaña de difusión de su investigación tras la publicación en FCT, el profesor Séralini publicó el libro titulado “Todos Cobayas” donde exponía los detalles de su estudio. Casi de manera simultánea, en septiembre de 2012, la eurodiputada y exministra francesa Corinne Lepage, publicó su libro “La verdad sobre los OGM” donde afirmaba que abundan los escándalos para la salud pública y rescataba la formulación del principio de precaución (40). Para el profesor Gilles-Éric Séralini no todo fueron críticas. De hecho, la Agencia de Seguridad francesa admitió que era necesario realizar estudios a largo plazo, y en India y EE.UU., se iniciaron campañas para el etiquetado de los OGM (41). En 2014, tras repetidas evaluaciones, el estudio de Séralini fue republicado en *Environmental Sciences Europe* mediante una versión que contiene material extra que aborda las críticas de la publicación original (42).

El estudio de Séralini no es el único que ha arrojado resultados que encienden las alarmas. Muy recientemente, en abril de 2015, fue publicado en *Turkish Journal of Biology* una investigación del profesor Oraby *et al*, sobre el resultado de ratas alimentadas con dieta modificada genéticamente (43). El estudio, realizó análisis histopatológicos y bioquímicos en hígado, riñón y testículo así como análisis citogenético en células germinales y hepáticas. Los resultados

evidenciaron alteraciones bioquímicas en diversos marcadores de química sanguínea, además de genotoxicidad en células germinales con incremento de células con aberraciones cromosómicas y aumento en la fragmentación de DNA. Las conclusiones de dicho estudio, señalan que hay amenazas para la salud asociadas a la ingestión de dieta que contenga componentes genéticamente modificados (43).

En la actualidad, no hay consenso en lo que se refiere a la seguridad de los OGM. La escasez de acuerdo científico en este aspecto es destacado por el reciente llamado de la European Union and the French Government para investigar los impactos a largo plazo del consumo de AGM a la luz de la incertidumbre surgida por estudios en animales (44). Según Hilbeck *et al.*, en una publicación de 2015, el problema adicional es la ausencia de estudios epidemiológicos que investiguen los potenciales efectos del consumo de AGM en la salud humana (45). Dado que los AGM, y otros productos no son monitoreados o etiquetados es científicamente imposible seguir los patrones de consumo de cultivos genéticamente modificados. Por lo tanto, los argumentos de que la comida genéticamente modificada es segura para la salud humana, basados solo en la experiencia de la población norteamericana no tienen base científica (45).

### Cultivos transgénicos e impacto ambiental

Para el medioambiente la contaminación genética es el principal daño que podrían ocasionar los cultivos transgénicos. En cuanto a esto, se han reportado más de 100 incidentes de contaminación genética en cerca de 40 países, por lo cual, GeneWatch UK y Greenpeace International, lanzaron en 2005 una iniciativa para registrar los incidentes producto de dicha contaminación al igual que los efectos secundarios reportados en relación a cultivos de OGM (46). Las liberaciones a gran escala de estos cultivos, también suponen un riesgo ecológico debido a la polinización cruzada con cultivos silvestres que pueden provocar la aparición de supermalezas resistentes a los herbicidas (47). La interacción ecológica negativa se ha evidenciado con la disminución de la población de mariposa monarca y el caso más grave es el relacionado con polinizadores como las abejas.

El 90% de las plantas silvestres y un tercio del alimento dependen de la polinización. Lamentablemente, un 20% de las abejas ha desaparecido en Europa lo cual se ha adjudicado a los plaguicidas que diezman su población (48). Los insecticidas conocidos como neonicotinoides, penetran en la planta, por lo cual,

el polen recolectado puede contener altos niveles de plaguicidas y afectar la salud de las abejas y las aves (49). Greenpeace ha identificado varios insecticidas cuyo uso sugiere debería restringirse o eliminarse del medioambiente e incluso, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (AESA) ha confirmado los riesgos de algunos de estos plaguicidas (49). Además de los pesticidas, la destrucción del ecosistema ocasiona desplazamiento de las abejas al área urbana lo que genera emergencias por picaduras dado que las abejas africanizadas tienden a picar 5 a 20 veces más que las europeas (50). Todo lo relacionado con la migración urbana de las abejas ha pasado a considerarse un problema de salud pública en países como México o Brasil. En Colombia, Bogotá vive una situación similar donde el Cuerpo Oficial de Bomberos ha tenido que aumentar su capacidad de respuesta con equipos de manipulación de enjambres los cuales para años como 2011 atendieron 2444 incidentes en toda la ciudad (51).

### **Efecto de los plaguicidas en la salud humana y medioambiente**

El uso de plaguicidas y los efectos en la salud humana y el medioambiente también ha sido objeto de gran polémica y controversia. Por lo general, en cultivos transgénicos se utilizan más plaguicidas que en cultivos tradicionales con el consecuente aumento en la exposición a los agrotóxicos (52). De esta manera, los efectos indirectos del aumento del uso de herbicidas a base de glifosato son relevantes y han generado gran preocupación en la comunidad científica. En cuanto a esto, se han realizado estudios que evidencian la asociación de esta sustancia con el desarrollo de cáncer (53) y disturbios reproductivos en mamíferos (54). De igual manera, la introducción de algunos transgénicos ha llevado al aumento en el uso de herbicidas como el glifosato con aumento de esta sustancia en la planta cosechada y un efecto tóxico sobre el sistema endocrino (55).

Dada su alta actividad biológica y en algunos casos su persistencia en el ambiente, el uso de plaguicidas puede causar efectos adversos en la salud humana y ambiental (56). Los organofosforados y carbamatos, también son utilizados en todo el mundo para controlar insectos y son aplicados a diversos hábitats incluyendo cultivos agrícolas. Algunos organoclorados como el dichlorodiphenyl-trichloroethano, más conocido como DDT, persisten en el ambiente por muchos años. Debido a su alta solubilidad en lípidos, se ha documentado que actualmente gran parte de la población de Estados Unidos tiene niveles detectables de

ciertos plaguicidas en tejido adiposo (56). También se han reportado residuos de plaguicidas como el DDT y sus metabolitos en casi todas las categorías de alimentos incluyendo polvo para hornear, frutas, vegetales, carne, aves de corral y otros productos (57).

Diversos tipos de contaminantes se han diseminado por todo el planeta con daño a los ecosistemas y amenazas para la salud humana. En esta vía, se ha evidenciado que herbicidas basados en glifosato ocasionan incrementos en el ácido retinoico endógeno con consecuentes alteraciones fenotípicas (58). En Argentina, en la Provincia del Chaco, por ejemplo, se han documentado defectos del nacimiento en áreas de cultivos transgénicos (59). En esta zona, se cuadruplicaron los casos en el periodo de 2000 a 2009 en áreas donde la soya y el arroz transgénico eran rociados de forma intensa con glifosato (59). Esta sustancia ha sido ampliamente utilizada dado que no es selectiva y toda la vegetación, pero se ha vinculado con linfoma no Hodgking, afectación del sistema nervioso, disrupción endocrina y en estudios de laboratorio con genotoxicidad y mutagenicidad (59).

En 2014, un importante estudio epidemiológico se llevó a cabo en los Estados Unidos con el fin de analizar la correlación entre maíz modificado genéticamente, glifosato y el deterioro de la salud (60). Se tomó como fuente primaria el Centers for Disease Control and Prevention (CDC) y se tuvieron en cuenta enfermedades que podrían tener correlación con el uso del glifosato y los resultados mostraron fuerte correlación con cáncer de hígado, riñón, vejiga, y tiroides (60). En relación a este tema, recientemente la OMS declaró que el glifosato es un probable carcinógeno humano basándose en la evaluación de la Agency for Research on Cancer (IARC) cuyos resultados fueron publicados en mayo de 2015 en *The Lancet Oncology* (61). Lamentablemente, el glifosato no es la única amenaza, ya que además de los herbicidas es necesario considerar otros disruptores endocrinos presentes en la vida cotidiana como las dioxinas, el bisfenol-A y la atrazina, entre otros.

La preocupación por los efectos de los OGM y pesticidas ha creado un movimiento mundial. Un ejemplo es la creación de la Global GMO Free Coalition que reúne a más de 100 organizaciones de todos los continentes y busca proporcionar coordinación internacional para contrarrestar los argumentos de la industria sobre cultivos transgénicos y los plaguicidas asociados (62). *Sustainable Pulse* también se ocupa de proyectos relacionados con el ánimo de educar al público en el posible daño de los OGM y pesticidas. Uno de estos

proyectos, es el denominado GMO Evidence el cual es una biblioteca en línea de investigaciones científicas de todo el mundo (63). Dada la dificultad de los científicos independientes para publicar, también fue creada *The Sparc*, una nueva base de datos que permite a los investigadores independientes y el público en general, acceso abierto a documentos científicos importantes para la supervivencia de la gente y el planeta (64).

## Principio de precaución

Para contextualizar el principio de precaución hay que remontarse a la legislación medioambiental alemana de la década de los setenta. En aquel entonces, el *vorsorgeprinzip* o principio de precaución tuvo sus orígenes (65). Posteriormente, ha sido retomado en diferentes momentos como en la Declaración de Estocolmo de 1972, en la Declaración de Bergen para el desarrollo sostenible en 1990, el Tratado de Maastricht de la Unión Europea en 1992, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) en 1992, en la icónica Declaración de Río de 1992 y en la Conferencia de Wingspread en 1998, entre otras. (65). Lo que pretende el principio de precaución es orientar las medidas a tomar cuando se sospecha que determinados productos o tecnologías crean un riesgo grave para la salud pública o el medioambiente, pero no se cuenta con una prueba definitiva de tal riesgo (66). Obliga a quienes inician un nuevo proyecto a plantearse cuestiones fundamentales respecto a la sensibilidad socioambiental de forma meditada y a la luz de eventuales consecuencias (67).

El concepto del principio de precaución identifica dos elementos clave. En primer lugar; la existencia de una amenaza de daño, y en segundo lugar; la incertidumbre científica frente a los cambios derivados (68). Según la Declaración de Wingspread de 1998, deben tomarse medidas precautorias cuando una actividad representa amenaza para la salud humana o el medioambiente aunque algunas relaciones de causa y efecto no hayan sido determinadas de manera científica (68). En cuanto a esto, el reconocido Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología adoptado en el año 2000, ha contribuido a promulgar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización segura de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología que puedan tener efectos adversos para el medio ambiente y la salud humana (69). Esto se reafirma en la Declaración de Nairobi de 2012, al enfatizar en defender el principio de precaución para garantizar la salud ambiental y prevenir impactos socio-económicos (70).

El principio de precaución tiene su analogía poblacional y ecológica en el principio de no maleficencia

(71). Este no solo es uno de los fundamentos de la ética médica, sino que contiene muchos de los atributos de la buena praxis en salud pública (71). En este punto, es importante destacar la diferencia entre prudencia y el principio de precaución. La *prudencia* hace referencia a las políticas de evaluación de riesgo, mientras que el principio de precaución se emplea en la gestión del riesgo (72). El principio de precaución aplica entonces cuando la incertidumbre científica no permite una completa evaluación del riesgo y cuando se considera que el nivel elegido de protección del medioambiente y la salud humana, animal o vegetal, puede verse amenazado (72). En Europa este principio es precisamente utilizado por los ecologistas como uno de los fundamentos para la oposición a la aplicación de la biotecnología en materia de alimentos (72).

El principio de precaución no solo ha contado con profundos difusores y defensores. También ha sido objeto de críticas y sus detractores han provenido de diferentes flancos. Algunas de esas críticas contra su aplicación se han fundamentado en considerarlo vago, general e impreciso como para considerarlo eficaz (73). Se ha discutido que no se puede establecer con precisión cuál es el umbral que conduce a un daño grave o irreversible y se argumenta que el concepto de incertidumbre científica no tiene un significado exacto. Muchas otras críticas lo han considerado restrictivo en cuanto a los procesos de innovación y desarrollo, y también se le adjudica una visión catastrófica de la tecnología y la acción humana (73). Pese a las críticas, el principio de precaución busca evitar los falsos negativos para prevenir exposiciones peligrosas y problemas de salud innecesarios (74). Esto está relacionado con la gestión del riesgo que se caracteriza por sopesar los riesgos y beneficios asociados a una actividad y seleccionar una estrategia de actuación que modifique los niveles de riesgo a que están sometidos los individuos o la población (75).

## CONCLUSIONES

Lo relacionado con los OGM y los alimentos transgénicos es de gran complejidad y debe ser debatido a la luz de una visión transdisciplinar. Muchos de los fenómenos relacionados con la biotecnología son de carácter impredecible e incluso desconocidos con un comportamiento similar a aquel paradigma epidemiológico de la caja negra que imperó en el siglo pasado producto del esfuerzo de la época por comprender lo relacionado con la entonces nueva epidemia de enfermedades crónicas. Esta metáfora, donde muchos elementos del proceso interior en una unidad indepen-

diente están ocultos al observador, es de cierta forma similar a lo que sucede con ciertos avances biotecnológicos y en especial con el tópico relacionado con los alimentos transgénicos y OGM donde se desconoce cómo interactúan las variables y cuáles serán sus desenlaces.

Existe entonces una encrucijada en los temas relacionados con los OGM donde no parece haber un punto de encuentro en los propósitos. La industria de la biotecnología debería ir en sintonía con otros actores políticos y sociales no solo para lograr cultivos superpoderosos y resistentes a plagas con óptimos resultados económicos, sino con un derrotero principal en cuanto a lo nutricional protegiendo al mismo tiempo la salud poblacional. Es importante reconocer que las promesas de erradicación del hambre en el mundo solo serán posibles con medidas sociopolíticas que combatan de manera honesta la pobreza y la inequidad para lograr de esta manera el acceso justo a los alimentos. Del mismo modo, la humanidad debe ser capaz de lograr avances biotecnológicos cuidando la naturaleza apelando al principio de precaución. Para ello, es esencial seguir los ejemplos de la madre naturaleza con mecanismos generadores de vida y autosostenibles donde prevalezca no solo la preservación del medioambiente, sino también el respeto por la salud y la vida en el planeta.

## REFERENCIAS

1. Ceccon E. La Revolución Verde; tragedia en dos actos. Ciencias [internet]. 2008 [citado 2015 mayo 29]; 1(91): 21-29. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/12160>
2. Borlaug NE. Defensa del DDT y otros plaguicidas. El Correo; una ventana abierta al mundo [internet]. 1972 [Consultado el 15 septiembre de 2014]; 25 (2): 4-12. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0007/000782/078273so.pdf>
3. UNEP [Internet]. Nairobi (Kenya): United Nations Environment Programme. Environment for Development. [Consultado el 17 de septiembre de 2014]. Disponible en: <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97>
4. Acosta O, Guerrero CA. Alimentos transgénicos y alergenicidad. Revista de la Facultad de Medicina [internet]. 2007 [citado 2014 diciembre 20]; 55(4): 251-269. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v55n4/v55n4a04.pdf>
5. Naciones Unidas. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo [monografía en internet]. Naciones Unidas: Asamblea General; 1987 [Consultado el 4 agosto de 2014]. Disponible en: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427>
6. Portal Río+20. Construyendo la cumbre de los pueblos Río+20 [Internet]. Rio20.net; 2012 [Consultado el 15 de agosto de 2014]. Disponible en: <http://rio20.net/propuestas/declaracion-final-de-la-cumbre-de-los-pueblos-en-la-rio20/>
7. UNESCO. ¿Por qué los OGM? [monografía en internet]. UNESCO; Sin fecha [Consultado el 5 de agosto de 2014]. Disponible en: <http://www.unesco.org/most/Dp1es.pdf>
8. Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica. Biotecnología y Alimentación [monografía en internet]. Madrid; Fundación Cotec; 2006. [Consultado el 5 de agosto de 2014]. Disponible en: [http://www.suschem-es.org/docum/pb/Biotecnologia\\_y\\_Alimentacion-COTEC.pdf](http://www.suschem-es.org/docum/pb/Biotecnologia_y_Alimentacion-COTEC.pdf)
9. Amigos de la tierra internacional. ¿Quién se beneficia con los cultivos transgénicos? Una industria fundada en mitos [monografía en internet]. Ámsterdam (Países Bajos): Amigos de la tierra; 2014 [citado 2015 diciembre 20]. Disponible en: [http://www.foeeurope.org/sites/default/files/publications/foei\\_who\\_benefits\\_exec\\_summ\\_esp.pdf](http://www.foeeurope.org/sites/default/files/publications/foei_who_benefits_exec_summ_esp.pdf)
10. FAO. Cuadro de Expertos Eminentes Sobre la Ética en la Alimentación y la Agricultura [monografía en internet]. FAO; 2002 [Consultado 15 septiembre de 2014]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-y8265s.pdf>
11. Gordillo G. Una política alimentaria para tiempos de crisis. El Trimestre Económico [internet]. 2012 [citado 2014 diciembre 20]; 79 (3): 483-526. Disponible en: <http://www.revistas-conacyt.unam.mx/trimestre/index.php/te/article/viewFile/68/68>
12. The Royal Society. Genetically modified plants for food use and human health-an update [monografía en internet]. Royal society; 2002 [Consultado 15 de Agosto de 2014]. Disponible en: [https://royalsociety.org/~media/royal\\_society\\_content/policy/publications/2002/9960.pdf](https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/publications/2002/9960.pdf)
13. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Safety evaluation of foods

- derived by modern biotechnology, concepts and principles [monografía en internet]. OECD: Paris; 1993 [citado 2015 mayo 29]. Disponible en: <http://www.oecd.org/science/biotrack/41036698.pdf>
14. FAO/WHO. Safety aspects of genetically modified foods of plant origin [monografía en internet]. Geneva; 2000. [Consultado el 8 de enero de 2015]. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/topics/ec\\_june2000\\_en.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/topics/ec_june2000_en.pdf)
  15. FAO/OMS. Aspectos relativos a la inocuidad de los alimentos de origen vegetal modificados genéticamente [monografía en internet]. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2000 [citado 2015 mayo 29]. Disponible en: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/topics/ec\\_june2000\\_es.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/topics/ec_june2000_es.pdf)
  16. FAO. Evaluación de la inocuidad de los alimentos genéticamente modificados. Instrumento para capacitadores [monografía en Internet]. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Roma; 2009. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i0110s.pdf>
  17. Pouteau S. Beyond substantial equivalence: ethical equivalence. *Journal of Agricultural and Environment Ethics* [internet]. 2000 [citado 2014 diciembre 20]; 13(3-4): 273-91. Disponible en: <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1009546031890>
  18. Millstone E, Brunner E, Mayer S. Beyond substantial equivalence. *Nature* [internet]. 1999 [citado 2015 mayo 28]; 401: 525-526. Disponible en: <http://www.nature.com/nature/journal/v401/n6753/full/401525a0.html>
  19. Nyéléni [internet]. Nyéléni.org; 2007 [Consultado el 5 de enero de 2015]. Disponible en [www. Nyeleni.org/spip.php?article35](http://www.Nyeleni.org/spip.php?article35).
  20. La vía campesina [internet]. Viacampesina.org; 2015 [consultado 28 de mayo de 2015]. Disponible en: <http://viacampesina.org/es/>
  21. Parlamento Andino. [internet]. Bogotá (Colombia): Parlamentoandino.org; 2012-2015 [consultado 28 de mayo de 2015]. Disponible en: <http://www.parlamentoandino.org/csa/documentos-de-trabajo/informes-ejecutivos/31-seguridad-alimentaria.html>
  22. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [internet]. Quebec (Canada): Fao.org; 2001 [Consultado el 8 de enero de 2015]. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/y1500e/y1500e00.htm>
  23. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [internet]. FAO; 2015 [consultado el 28 de mayo de 2015]. Disponible en <http://www.fao.org/publications/sofi/2014/es/>
  24. Schmidhuber J, Tubiello FN. Global food security under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA* [internet]. 2007 [citado 2015 enero 5]; 104 (50): 19703-19705. Disponible en: <http://www.pnas.org/content/104/50/19703.full.pdf>
  25. Rosenzweig C, Tubiello FN, Goldberg R, Mills E, Bloomfield J. Increased crop damage in the U.S. from excess precipitation under climate change. *Global Environ Change* 2002; 12:197-202. doi:10.1016/S0959-3780(02)00008-0
  26. FAO. The State of Food Insecurity in the World [internet]. Rome: Food and Agriculture Organization (FAO); 2006. [Consultado el 8 de enero de 2015]. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/009/a0750e/a0750e00.htm>
  27. Séralini GE. RETRACTED: Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food Chemical Toxicology* [internet]. 2012 [citado 2015 mayo 31]; 50:4221-4231. Disponible en: [http://ac.els-cdn.com/S0278691512005637/1-s2.0-S0278691512005637-main.pdf?\\_tid=03a13026-07ee-11e5-9617-00000aab0f6b&acdnat=1433115635\\_248f5643d38e2a38877a61dcf616509e](http://ac.els-cdn.com/S0278691512005637/1-s2.0-S0278691512005637-main.pdf?_tid=03a13026-07ee-11e5-9617-00000aab0f6b&acdnat=1433115635_248f5643d38e2a38877a61dcf616509e)
  28. Wal JM. Biotechnology and allergic risk. *Rev Fr Allergol Immunol Clin* 2001; 41: 36-41.
  29. Spendeler L. Organismos Modificados Genéticamente: una nueva amenaza para la seguridad alimentaria. *Revista Española de Salud Pública* [internet]. 2005 [citado 2014 diciembre 22]; 79: 271-282. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/resp/v79n2/colaboracion11.pdf>
  30. Rodríguez E. Temas éticos en investigación internacional con alimentos transgénicos. *Acta Bioethica* [internet]. 2013 [citado 2015 mayo 29]; 19 (2): 209-218. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/abioeth/v19n2/art05.pdf>
  31. British Medical Association. Genetically modified foods and health: a second interim statement

- [monografía en internet]. British Medical Association; 2004 [citado 2015 mayo 31]. Disponible en: <http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/bma.pdf>
32. Donaldson LJ, May R. Health implications of genetically modified foods. Cabinet Office, Office of Science and Technology; 1999.
  33. Domingo J. Riesgos sobre la salud de los alimentos modificados genéticamente: una revisión bibliográfica. *Revista Española de Salud Pública* [internet]. 2000 [citado 2015 mayo 31]; 74: 255-261. Disponible en: <http://www.scielo.org/pdf/resp/v74n3/riesgos.pdf>
  34. Pryme IF, Lembcke R. In vivo studies on possible health consequences of genetically modified food and feed with particular regard to ingredients consisting of genetically modified plant materials. *Nutrition and Health* [internet]. 2003 [citado 2015 mayo 31]; 17(1):1-8. Disponible en [http://odenwaelder-interessengemeinschaft.de/files/nutrition\\_risiken\\_gesundheit\\_030101.pdf](http://odenwaelder-interessengemeinschaft.de/files/nutrition_risiken_gesundheit_030101.pdf)
  35. Ho MW, Traavik T, Olsvik O, Tappeser B, Howard CV, Weizsacker C, et al. Gene technology and gene ecology of infectious diseases. *Microbial Ecology in Health and Disease* [internet]. 1998 [citado 215 mayo 31]; 10:33-59. Disponible en <http://www.microbecolhealthdis.net/index.php/mehd/article/viewFile/7823/9165>
  36. British Medical Association [Internet]. Londres: 36. British Medical Association; 1999. Disponible en: <http://www.twinside.org.sg/title/genmo-cn.htm>
  37. Organización Mundial de la Salud [internet]. OMS: Resistencia a los antimicrobianos; 2013 [Consultado 15 agosto de 2014]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs194/es/>
  38. GMOSeralini. Republicación del estudio de Seralini: La ciencia habla por sí misma [internet]. Gmoseralini.org; 2015 [consultado 28 de mayo de 2015]. Disponible en: <http://www.gmoseralini.org/republicacion-del-estudio-de-seralini-la-ciencia-habla-por-si-misma/>
  39. Spinwatch. Smelling a corporate rat [internet]. London: Spinwatch.org [consultado 28 de mayo de 2015]. Disponible en: <http://www.spinwatch.org/index.php/issues/science/item/164-smelling-a-corporate-rat>
  40. Éditions Charles Léopold Mayer. La vérité sur les OGM, c'est notre affaire [internet]. Francia: eclm.fr; 2015 [consultado 2015 mayo 29]. Disponible en: <http://www.eclm.fr/ouvrage-358.html>
  41. Seralini ÉG. ¿Nos envenenan?: transgénicos, pesticidas y otros tóxicos. Como afectan a nuestras vidas y cómo se ocultan sus consecuencias [internet]. Barcelona (España): NED Ediciones; 2013. [Citado 2015 mayo 28]. Disponible en: [https://books.google.com.co/books?id=HrleBQAAQBAJ&dq=seralini+nos+envenena%3F+google+books&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.co/books?id=HrleBQAAQBAJ&dq=seralini+nos+envenena%3F+google+books&source=gbs_navlinks_s)
  42. Seralini GE, Clair E, Mesnage R, Gress S, Defarge N, Malatesta M. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environmental Sciences Europe* [internet]. 2014 [citado 2015 mayo 28]; 26(14): 1-17. Disponible en: <http://www.enveurope.com/content/pdf/s12302-014-0014-5.pdf>
  43. Oraby H, kandil M, Shaffie N, Ghaly I. Biological impact of feeding rats with a genetically modified-based diet. *Turkish Journal of Biology* [internet]. 2015 [citado 2015 mayo 29]; 39: 265-275. Disponible en: <http://journals.tubitak.gov.tr/biology/issues/biy-15-39-2/biy-39-2-11-1406-61.pdf>
  44. Ministère de l'Écologie du Développement durable et de l'Énergie. Risques environnementaux et sanitaires liés aux OGM [monografía en internet]. Ministère de l'Écologie; 2013. Disponible en: [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/APR\\_\\_Risk\\_OGM\\_rel\\_pbj\\_rs2.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/APR__Risk_OGM_rel_pbj_rs2.pdf)
  45. Hillbeck A, Binimelis R, Defarge N, Steinbrecher R, Székács A, Wickson F. No scientific consensus on GMO safety. *Environmental Sciences Europe* [internet]. 2015 [citado 2015 mayo 29]; 27:4. DOI 10.1186/s12302-014-0034-1 Disponible en: <http://www.enveurope.com/content/pdf/s12302-014-0034-1.pdf>
  46. GM Contamination Register [internet]. GeneWatch UK and Greenpeace International: GM Contamination Register. [Consultado el 5 de octubre de 2014]. Disponible en: <http://www.gmcontaminationregister.org/>
  47. Martínez R. Cultivos y Alimentos Transgénicos: una aproximación ecológica. *Revista Biocenosis* 2008; 21: 27-36.
  48. Greenpeace [internet]. Agricultura y transgénicos. Greenpeace; 2010. [Consultado el 8 de

- enero de 2015]. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Transgenicos/>.
49. Reyes G, Johnston P. El declive de las abejas [internet]. Peligro para los polinizadores y la agricultura de Europa. Greenpeace; 2013. [Consultado el 7 de enero de 2015]. Disponible en: [http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/Agricultura-ecologica/el\\_declive\\_de\\_las\\_abejas.pdf](http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/Agricultura-ecologica/el_declive_de_las_abejas.pdf)
  50. Guzmán E, Espinosa LG, Correa A, Guzmán G. Colonización, impacto y control de las abejas melíferas. Veterinaria México [internet]. 2011 [citado 2015 mayo 29]; 42(2): 149-178. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v42n2/v42n2a5.pdf>
  51. Bomberos Bogotá [Internet]. Bogotá: Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá; 2011. [Consultado el 5 de enero de 2015]. Disponible en: <http://www.bomberosbogota.gov.co/content/view/1546/278/>
  52. Benbrook C. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. The first sixteen years. Environmental Sciences Europe [internet]. 2012 [citado 2015 enero 5]; 24:24. doi: 10.1186/2190-4715-24-24. Disponible en: <http://www.enveurope.com/content/pdf/2190-4715-24-24.pdf>
  53. Hardell H, Eriksson M. A case-control study of non-Hodgkin lymphoma and exposure to pesticides. Cancer [internet]. 1999 [citado 2015 enero 5]; 85(6):1353-60. Disponible en: <http://www.beyondpesticides.org/documents/acs-nhlymphoma-1999.pdf>
  54. Walsh LP, McCormick C, Marti C, Stocco DM. Roundup Inhibits Steroidogenesis by Disrupting Steroidogenic Acute Regulatory (StAR) Protein Expression. Environmental Health Perspective [internet]. 2000 [citado 2015 mayo 29]; 108(8): 769-76. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1638308/pdf/envhper00309-0125.pdf>
  55. Richard S, Moslemi S, Sipahutar H, Benachour N, Seralini GE. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells. Environmental Health Perspectives [internet]. 2005 [citado 2015 enero 5]; 113(6): 716-20. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1257596/pdf/ehp0113-000716.pdf>
  56. Badii MH, Landeros J. Plaguicidas que afectan a la salud humana y la sustentabilidad. Toxicología de plaguicidas [internet]. 2007 [citado 2014 diciembre 20]; 4(19):21-34. Disponible en: [http://www2.uacj.mx/IIT/CULCYT/marzo-abril2007/6Art\\_MBadii.pdf](http://www2.uacj.mx/IIT/CULCYT/marzo-abril2007/6Art_MBadii.pdf).
  57. Schafer KS, Kegley SE. Persistent toxic chemicals in the US food supply. Journal Epidemiology Community Health [internet]. 2002 [citado 2014 diciembre 22]; 56(11): 813-817. Disponible en: <http://jech.bmj.com/content/56/11/813.full.pdf+html>
  58. Paganelli A, Gnazzo V, Acosta H, López SL, Carrasco AD. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signalling. Chemical Research in Toxicology [internet] 2010 [citado 2015 mayo 31]; 23(10): 1586-1595. DOI: 10.1021/tx1001749
  59. Riley P, Cotter J, Contiero M, Watts M. Tolerancia a herbicidas y cultivos transgénicos. Por qué el mundo debería estar preparado para abandonar el glifosato [monografía en internet]. Greenpeace; 2011 [Consultado el 5 de enero de 2015]. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/argentina/Global/argentina/report/2011/bosques/informe-glifosato-espa%C3%B1ol-v2.pdf>
  60. Swanson N, Leu A, Abrahamson J, Wallet B. Genetically engineered crops, glyphosate and the deterioration of health in the United States of America. Journal of Organic Systems [internet]. 2014 [citado 2014 diciembre 22]; 9(2): 6-37. Disponible en: [http://www.organic-systems.org/journal/92/JOS\\_Volume-9\\_Number-2\\_Nov\\_2014-Swanson-et-al.pdf](http://www.organic-systems.org/journal/92/JOS_Volume-9_Number-2_Nov_2014-Swanson-et-al.pdf)
  61. Guyton K, Loomis D, Grosse Y, El Ghissasse F, Benbrahim L, Guha N, et al. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. The Lancet Oncology [internet]. 2015 [citado 2015 mayo 29]; 16 (5):490-491. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)70134-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1470-2045(15)70134-8)
  62. Global GMO Free Coalition [internet]. Gmofree-global.org; 2015 [citado 2015 mayo 29]. Disponible en: <http://www.gmofreeglobal.org/>
  63. Comisión de Seguridad y Soberanía alimentaria. Foro internacional de Seguridad Alimentaria y Agricultura Sustentable [monografía en internet]. Pekín (China): 63. Comisión de Seguridad y Soberanía alimentaria; 2014. [Citado 2015 mayo 29].

- Disponible en: [http://www.world-governance.org/IMG/pdf/informe\\_foro\\_beijing\\_es\\_2\\_.pdf](http://www.world-governance.org/IMG/pdf/informe_foro_beijing_es_2_.pdf)
64. The Sparc [internet]. Thesparc.net; 2015 [citado 2015 mayo 29]. Disponible en: <http://www.thesparc.net/index.php>
65. Raffensperger C, Tickner J. Protecting public health and the environment: implementing the precautionary principle. Washington, DC: Island Press; 1999.
66. Andorno R. Principio de precaución. En: Diccionario Latinoamericano de Bioética. Colombia: UNESCO; 2008. p. 345-347.
67. Tickner J, Raffensperger C, Myers N. El principio precautorio en acción [monografía en internet]. Manual escrito para la Red de Ciencia y Salud Ambiental (Science and Environmental Health Network, SEHN); 1999. [Consultado el 11 de diciembre de 2014]. Disponible en <http://www.sustainableproduction.org/downloads/El%20Principio%20Precautorio.pdf>
68. Ramírez O. El Principio de Precaución: la certeza de la incertidumbre ¿el caso de la aplicación de plaguicidas en áreas periurbanas argentinas? Revista Theomai/theomai journal [internet]. 2007 [citado 2014 diciembre 20]; 16: 69-86. Disponible en: <http://revista-theomai.unq.edu.ar/NUMERO16/Ramirez.pdf>
69. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica [monografía en internet]. Montreal: Organización de Naciones Unidas (ONU); 2002 [Consultado el 11 de diciembre de 2014]. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/legal/cartagena-protocol-es.pdf>
70. Rights for sustainability. Declaración de Nairobi [monografía en internet]. Kenya (Nairobi); cso.effectiveness.org; 2012 [citado 2015 mayo 29]. Disponible en: [http://cso-effectiveness.org/IMG/pdf/final\\_statement\\_spanish\\_version-nairobi.pdf](http://cso-effectiveness.org/IMG/pdf/final_statement_spanish_version-nairobi.pdf)
71. Sánchez E. El principio de precaución: implicaciones para la salud pública. Gaceta Sanitaria [internet]. 2002 [citado 2014 diciembre 21]; 16(5): 371-313. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/gsv/v16n5/editorial.pdf>
72. García ME, Lacouture D, Hugues M. Implicaciones jurídicas de los alimentos transgénicos en Colombia. Revista de Derecho [internet]. 2003 [Citado 2014 diciembre 20]; 20: 216-249. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85102009>
73. Cózar JM. Principio de precaución y medioambiente. Revista Española de Salud Pública [internet]. 2005 [citado 2014 diciembre 22]; 79(2):133-144. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/resp/v79n2/colaboracion1.pdf>
74. Jamieson D, Wartenberg D. The precautionary principle and electric and magnetic fields. American Journal of Public Health [internet]. 2001 [citado 2015 mayo 31]; 91:1355-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1446777/pdf/0911355.pdf>
75. Foster KR, Vecchia P, Repacholi MH. Risk management: Science and the precautionary principle. Science 2000; 288: 979-981. DOI: 10.1126/science.288.5468.979