

Recibido: 11.11.2017 | Aceptado: 15.12.2017

Palabras clave: Alimentos OGM, resistencia a insectos, tolerancia a herbicidas y agricultura

Organismos genéticamente modificados: ¿qué sabemos?

ANGÉLICA ROBAYO AVENDAÑO

angeroave@gmail.com

FACULTAD DE INGENIERÍA,

UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI, COLOMBIA

MARÍA GUADALUPE GALINDO MENDOZA

COORDINACIÓN PARA LA INNOVACIÓN Y APLICACIÓN

DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA, UASLP

Los organismos genéticamente modificados (OGM) se han convertido en un asunto de interés general. Pero ¿qué son y cuáles son sus beneficios y riesgos potenciales? De acuerdo con la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (2005), un OGM es cualquier organismo vivo (a excepción de los seres humanos) que obtiene una característica novedosa como resultado de la aplicación de técnicas de biotecnología. Éstas permiten modificar el ADN al inyectar material genético de un organismo a otro.

Existen diversas opiniones respecto a los beneficios y riesgos potenciales de los OGM. El tema es amplio y en torno a él se han desarrollado estudios para llegar a un consenso, sin embargo, hasta la fecha no hay equilibrio entre las posturas de los interesados, por lo que el fin de este escrito es aportar al lector un esquema general acerca de los beneficios y riesgos potenciales de los OGM en el medio ambiente y el desarrollo de alimentos genéticamente modificados (Azadi y Ho, 2010; Krishna y Qaim, 2012).

Impacto en el medio ambiente

Sobresalen los estudios relacionados con beneficios y riesgos de los OGM resistentes a insectos, tolerantes a herbicidas y a condiciones adversas.

La característica de resistencia a insectos en las plantas se ha usado para controlar a aquellos que afectan los cultivos. La forma en que se adiciona esta característica a la planta es mediante el uso de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt), de la que se extrae la toxina Cry (sustancia con propiedades insecticidas, usada para controlar larvas de insectos plaga en los cultivos) y posteriormente se incorpora al material genético de la planta, lo que causa efectos tóxicos en los insectos al tener contacto con dicha toxina. Los beneficios que ofrece esta alternativa están orientados a aplicar menos insecticidas en los cultivos, así se elimina parte de los insectos plaga y se reducen las pérdidas de producción causadas por los daños al cultivo, así como los impactos de estas sustancias en el ambiente (Krishna y Qaim, 2012). No obstante, los riesgos poten-



ciales se asocian con daños a insectos benéficos para el cultivo y persistencia en el suelo de toxinas Bt introducidas en algunos OGM.

En cuanto al desarrollo de plantas genéticamente modificadas tolerantes a herbicidas, existen dos alternativas para adquirir esta característica: la primera es modificar la sensibilidad de la enzima objetivo (generalmente se usa EPSPS, 5-enolpiruvil shikimato-3-fosfato sintetasa), con el fin de reducir o inhibir la vulnerabilidad de la planta al herbicida; la segunda forma consiste en establecer una vía de descontaminación dentro de la planta, de tal manera que al aplicar el herbicida, ésta convierta el compuesto activo en sustancias no tóxicas (Ahmad *et al.*, 2012).

Entre los beneficios de estas alternativas está la posibilidad de que el agricultor controle mejor el crecimiento y expansión de las malas hierbas sin hacer daño a sus cultivos, además de reemplazar agroquímicos perjudiciales para el medio ambiente con otros menos tóxicos. Más de 300 tipos de maíza resistentes a herbicidas han sido

Todos los organismos vivos están constituidos por ADN, que a su vez se encuentran organizados en genes, los cuales controlan todos los aspectos de la vida de los organismos, incluyendo forma, desarrollo, reproducción y la información necesaria para que una característica se exprese.

El proceso de desarrollo de un **organismo genéticamente modificado** se hace en los siguientes pasos:

Las plantas modificadas genéticamente son organismos a los cuales se les ha insertado un gen en forma estable que les otorga una característica deseada.

La modificación genética de las plantas nace a partir de una necesidad identificada, por ejemplo, mitigar los problemas como las malezas y las plagas que atacan a los cultivos. Es una herramienta que está al alcance del agricultor, la cual le permite proteger sus cultivos, ahorrar en costos y ser más amigable con el medio ambiente.

reportados en todo el mundo, lo que conduce al uso de grandes cantidades de sustancias de naturaleza recalcitrante (debido a su complejidad estructural no pueden ser degradadas de forma natural) para asegurar su control, lo que conlleva a un aumento del riesgo de contaminación del suelo y de los cuerpos de agua (Stuart *et al.*, 2012).

1. Identificación y aislamiento

En esta etapa se identifica el problema o necesidad y se determina la característica (por ejemplo, proteína deseada) para la solución del mismo. Luego de ubicar el gen de interés se aísla del organismo para multiplicarlo y adaptarlo a la necesidad o problema.

2. Transformación

Es el proceso de inserción del gen de interés en el genoma de la planta a transformar.

3. Selección

Aquí se detectan las células que han sido exitosamente transformadas. Para esto se evalúa el crecimiento de las células mediante su cultivo en medios que favorezcan su desarrollo.

4. Regeneración

Consiste en obtener una planta completa a partir de esa célula vegetal transformada. Una vez solucionada las células que presentan el gen de interés se regenera la planta entera. Este proceso se realiza en el laboratorio cultivando los fragmentos de tejido vegetal que han sido transformados en medios de cultivo especiales que favorecen la regeneración de nuevas plantas.

5. Ensayos de bioseguridad

Después de obtener la variedad genéticamente modificada se realizan ensayos de laboratorio, invernadero y campo bajo condiciones controladas durante varios años, para comprobar cómo se comporta el gen insertado y el desempeño general de la planta. Esta fase incluye también estudios para garantizar la bioseguridad de la planta y la inocuidad del alimento.

Otro tema de interés es la tolerancia de plantas a condiciones ambientales adversas como la sequía, para conferirle dicha característica se ha usado el gen *betA* proveniente de la bacteria *Escherichia coli*, que incrementa su resistencia ante la escasez de agua. Uno de los beneficios es que los cultivos pueden sembrarse en áreas donde

antes no era factible que crecieran, lo que propicia la expansión del área agrícola. Sin embargo, se considera un riesgo potencial que estos cultivos GM pudieran invadir y afectar nuevos hábitats y áreas naturales, ocasionando pérdida de la biodiversidad y efectos adversos en el suelo y el agua (Liang *et al.*, 2014).

Alimentos derivados de organismos genéticamente modificados


Dos conceptos intervienen en el análisis de beneficios y riesgos potenciales en el desarrollo de alimentos derivados de organismos genéticamente modificados. El primero se refiere al 'principio precautorio', que consiste en aplicar medidas preventivas que impidan que determinada acción se lleve a cabo cuando pueda ocasionar daño grave e irreversible a la salud o al medio ambiente, aunque no exista evidencia científica necesaria. El segundo es la 'equivalencia sustancial', la cual explica que si un nuevo alimento es sustancialmente equivalente a otro ya existente (que por sus características es tan inocuo como su homólogo), debería aplicársele el mismo marco regulatorio utilizado para el alimento tradicional.

Para evaluar la inocuidad y seguridad de los alimentos, México se rige bajo el Codex Alimentarius, que proporciona un marco regulatorio de directrices, normas, recomendaciones y protocolos en la materia. Adicionalmente, son aplicables la Ley General de Salud y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) orientadas al desarrollo de prácticas de higiene; es el caso de la NOM-251-SSA1-2009, que establece requisitos de buenas prácticas e incluye directrices para el Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP), con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos.

A partir de la inclusión de los OGM en México, se crearon la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM) y el reglamento de dicha ley (RLBOGM). Estas normativas regulan las actividades relacionadas con los OGM como: pruebas en campo, comercialización, exportación,

importación, entre otras. En alimentos derivados de OGM, la regulación solicita estudios de riesgos y de equivalencia sustancial (Cap. II RLBOGM). Además, contempla que en los casos en que las características de los alimentos sean significativamente diferentes a su homólogo tradicional, se requiere cumplir con requisitos generales adicionales de etiquetado de acuerdo con la normativa oficial del país (Cap. II LBOGM).

El desarrollo de los OGM se ha presentado como una alternativa para incrementar la disponibilidad de alimentos, atiende el continuo crecimiento poblacional en el mundo y ha incluido mejoras en el contenido nutricional, un ejemplo es el arroz al que se le ha aumentado su contenido de betacaroteno para disminuir el impacto de enfermedades relacionadas con la ausencia de vitamina A. Sin embargo, se han considerado como potenciales riesgos para aspectos relacionados con toxicidad en los alimentos y alérgenos que pudieran afectar al consumidor (Azadi y Ho, 2010), además aún hace falta realizar más investigación para determinar si los riesgos potenciales son bajos para el ser humano y en dado caso asumir el criterio de equivalencia sustancial o si, por el contrario, conviene asumir el principio precautorio y no autorizar la comercialización de alimentos genéticamente modificados para consumo humano.

Dentro de las alternativas que podrían plantearse para conciliar posturas sobre las OGM, está la necesidad de ampliar el desarrollo y difusión de estudios que sustenten desde un rigor científico la validez de cada afirmación, servirían como herramientas para facilitar la toma de decisiones. 



ANGÉLICA ROBAYO AVENDAÑO

Estudió el Doctorado en Ciencias Ambientales en la UASLP. Es profesora investigadora en la Universidad Santiago de Cali, Colombia, en donde desarrolla un proyecto relacionado con la medición de la percepción del consumidor según criterios de responsabilidad social empresarial.



Referencias bibliográficas:

- Ahmad, P., Ashraf, M., Younis, M., Hu, X., Kumar, A., Akram, N. A. y Al-Qurainy, F. (2012). Role of transgenic plants in agriculture and biopharming. *Biotechnology Advances*, 30, pp. 524-540.
- Azadi, H y Ho, P. (2010). Genetically modified and organic crops in developing countries: A review of options for food security. *Biotechnology Advances*, 28, pp. 160-168.
- Krishna, V. V. y Qaim, M. (2012). Bt Cotton and sustainability of pesticide reductions in India. *Agricultural Systems*, 107, pp. 47-55.
- Liang, C., Prins, T., van de Wiel, C. y Kok, E. (2014). Safety aspects of genetically modified crops with abiotic stress tolerance. *Trends in Food Science & Technology*, 40, pp. 115-122.
- Stuart, M., Lapworth, D., Hart, A., Review of risk from potential emerging contaminants in UK groundwater. (2012). *Science of the Total Environment*, 416, pp. 1-21.