



Biotecnología moderna en los alimentos actuales y del mañana

Biotechnology in food today and tomorrow

Gabriel Julio¹

Datos del Artículo	Resumen
<p>¹Programa de Mejoramiento Genético de Cultivos de la Fundación PROINPA, Casilla 4285, Cochabamba, Bolivia.</p> <p>Dirección de contacto: Fundación PROINPA, Casilla 4285, Cochabamba, Bolivia. Telf. (591) 4 4319595, Fax (591) 4 4319600.</p> <p>Julio Gabriel E-mail address: j.gabriel@proinpa.org</p>	<p>Este artículo busca contribuir al debate sobre las repercusiones de la biotecnología en el sector agropecuario y la alimentación, con base a una revisión de literatura científica actual. Debido a que en las discusiones sobre el tema aún prevalece la especulación sobre la investigación y ello obedece a que aún hay incertidumbre sobre los efectos a la salud, el medio ambiente, la mayor dependencia alimentaria y tecnológica de los países en vías de desarrollo hacia los desarrollados, incluso los cuestionamientos éticos sobre las consecuencias de la manipulación genética. El objetivo de este artículo es traer a la atención y análisis del lector la forma en la que la tecnología ha influenciado nuestra alimentación, con particular énfasis en la influencia de la biotecnología en lo que comemos. Este objetivo parece demasiado ambicioso para las limitaciones de espacio, sin embargo se hace una discusión breve y reflexiva del uso de estas herramientas tecnológicas, para llegar en unas cuantas líneas a los paradigmas de la era actual. Es en ese contexto que se hacen algunos planteamientos sobre el actual dilema: Transgénico o no Transgénico.</p>
<p>Palabras clave:</p> <p>OGM, transgénico, alimentación, ADN recombinante, genes.</p>	<p>© 2014. <i>Journal of the Selva Andina Biosphere. Bolivia. Todos los derechos reservados.</i></p>
<p>J Selva Andina Biosph. 2014; 2(1):23-29.</p> <p>Historial del artículo</p> <p>Recibido noviembre, 2014. Devuelto noviembre 2014 Aceptado noviembre, 2014. Disponible en línea, noviembre 2014.</p>	<p>Abstract</p> <p>This article seeks to contribute to the debate on the impact of biotechnology in agriculture and food, based on a review of current scientific literature. Because on this subject discussions still prevails speculation on research, this is because there is still uncertainty about the effects on health, the environment, increased food and technological dependence of developing countries into the developed, including ethical questions about the consequences of genetic manipulation. The aim of this article is to bring to the attention of the reader and analyzes how technology has influenced in our food, with particular emphasis on the biotechnology influence in what we eat. This goal seems too ambitious to space limitations, however, a brief, thoughtful discussion of the use of these technological tools is made in order to reach, in a few lines, to the paradigms of the current era. It is in this context that some statements about the current dilemma are made: Transgenic or not transgenic.</p>
<p>Key words:</p> <p>GMO, transgenic, food, recombinant DNA, genes.</p>	<p>© 2014. <i>Journal of the Selva Andina Biosphere. Bolivia. All rights reserved.</i></p>

Introducción

Antes de reflexionar acerca de biotecnología moderna en los alimentos actuales y del mañana, quisiera contribuir a establecer las diferencias entre lo que es un Organismo Genéticamente Modificado (**OGM**) y un Organismo Transgénico (OT). Ambos términos, son utilizados por la mayoría de las publicaciones públicas y científicas genéricamente como sinónimos y no hacen distinción de las mismas (Conner *et al.* 2003). Sin embargo, es importante establecer que estos términos no son sinónimos y mucho menos iguales, por lo que existen diferencias importantes. Un **OGM**, se define como aquel organismo en el cual se ha quitado o añadido un fragmento de ácido desoxirribonucleico (ADN). En cambio, un **OT** es aquel organismo al cual se han transferido genes de una especie diferente a través de un proceso artificial utilizando la técnica de ADN recombinante, el cual nunca sucedería en la naturaleza (Levitus *et al.* 2004).

López-Munguía (2014) indica que las técnicas de la biología vegetal moderna (o biotecnología moderna) permiten identificar las funciones de los genes en las plantas, en las bacterias y, en general, en cualquier ser vivo, e incorporarlos en una planta para conferirle nuevas propiedades.

En general, en ninguna parte del mundo, hubo oposición para aceptar las proteínas transgénicas derivadas de genes de bacterias, plantas o humanos, producidas por bacterias, proteínas que llegan a la sangre inyectada o tomada como medicamentos. Es el caso de la insulina, interferones, hormona de crecimiento, entre otros.

Algunas de ellas parten ya de la cadena alimentaria como la quimosina empleada para la coagulación de quesos (Miller 2004).

En las plantas, la abundancia, colorido y tamaño de frutos y el de la planta misma, la resistencia a determinados insectos y patógenos, a la falta de agua o al exceso de calor, o incluso el que la planta sea comestibles o no, todo esto tiene también origen en uno o varios genes de la planta. Hoy en día, esos genes pueden identificarse dentro de la información genética de una planta y ser transferidos a otra (Levitus *et al.* 2004).

Para el mejoramiento genético tradicional, se cruzan por las especies esperando, por ejemplo, que la planta mejorada siga dando muchos frutos como el padre, pero que ahora resista a una plaga que ataca a ese cultivo, como la madre. Por siglos las plantas se cruzaban y se cultivaban, esperando poder seleccionar, dentro de la siguiente generación, plantas con las características deseadas. Este proceso que puede llevar más de una década. Ahora, con la ingeniería genética, puede hacerse en mucho menos tiempo. Pero además, la información genética que se requiere - los genes que dan la resistencia a la plaga, por ejemplo - se seleccionan de manera precisa, pudiendo tomarse de otra planta o de cualquier especie (Thipathi *et al.* 2008). En algunos aspectos la construcción es menos riesgosa, pues sólo involucra los genes de interés, y no requiere, como en la genética tradicional, del intercambio de miles de genes, muchos de ellos de función desconocida, aunque estén en plantas que comemos usualmente (Levitus *et al.* 2004).

Por ejemplo, el arroz es blanco debido a que, a diferencia del maíz o de la zanahoria, no tiene carotenos

que no sólo dan color a la naturaleza, sino que además son precursores de vitamina A. Este defecto nutrimental del arroz ocasiona que los niños que basan su alimentación sólo en arroz padeczan de serias deficiencias que acaban en ceguera o muerte. Si por medio de la ingeniería genética se introducen genes del narciso y del maíz en el arroz, estos genes darán la instrucción al arroz de producir las proteínas que permiten al sintetizar los carotenos (Al-Babili & Beyer 2005). Se tendrá entonces un arroz amarillo o dorado. El arroz y el maíz no pueden cruzarse por los métodos genéticos tradicionales, pero con la ingeniería genética, sus genes sí pueden (Chen & Wurtzel 2010). Además, sólo se necesitan dos o tres nuevos genes para el arroz, y no el intercambio de miles de genes que se tiene que dar cuando dos variedades de arroz o de maíz se cruzan entre ellas, si esto fuera posible (Al-Babili & Hoa 2006).

La idea de comparar los organismos transgénicos con Frankenstein no sólo es muy desafortunada, sino, en este caso, inhumana, ya que para los millones de niños que padecen de deficiencia en la visión en países donde sólo se siembra arroz, ésta es una forma de paliar con este problema de salud pública. A pesar de que existen numerosos ejemplos de soluciones mediante ingeniería genética a problemas de deficiencias nutrimentales, cabe señalar este ejemplo, pues ya para el año 2000 el arroz dorado era una posibilidad real, y se ha manteniendo congelada por la oposición ambientalista, mientras cientos de miles de niños siguen padeciendo de esta deficiencia nutricional.

¿Es seguro consumir una planta transgénica?

Esta tecnología ya no es novedosa, aunque por la forma en la que frecuentemente se aborda en los medios, pareciera que sí. Rara vez en el debate sobre transgénicos se hace referencia al hecho de que

hasta la última vez que se contaron y clasificaron los estudios científicos, en 2007, había cerca de 32000 trabajos publicados relacionados con la seguridad de las plantas transgénicas. Estas investigaciones sobre seguridad empezaron a aparecer en la literatura científica incluso antes de 1996, fecha en la que se inició su producción comercial (López-Munguía 2014). Así, cuando se afirma que “no existe suficiente trabajo científico alrededor de su inocuidad” se ignoran bases de datos de revistas especializadas o incluso públicas disponibles para este fin. No en balde prácticamente todas las organizaciones científicas en el mundo, incluida la Organización Mundial para la Salud, han señalado el gran potencial de esta herramienta para contribuir a la solución de los problemas de producción y de salud alimentaria en el mundo (UNEP 2014).

Esto no implica que la tecnología no pueda usarse de manera poco ética, por ejemplo, transformando plantas con genes que expresan toxinas; nadie asegura tampoco que las cosas puedan salir mal. Por ello, casi todos los países cuentan ya con una legislación que obliga a vigilar para cada planta la forma en la que, paso por paso, la planta es mejorada genéticamente. Cada país cuenta también con reglamentación para autorizar su consumo y, desde luego, su siembra a nivel comercial.

A nivel de todo el mundo surgió una nueva disciplina “la bioseguridad”, definida como el conjunto de conocimientos que facilita la evaluación de riesgos, así como la legislación y regulación necesarias para autorizar el uso seguro de procesos biotecnológicos y productos modificados genéticamente (Wolt *et al.* 2010, REDBIO 2014, UNEP 2014).

En Bolivia, hubo muchos debates sobre la problemática de los transgénicos, uno de los más relevantes fue en el año 2000 (Delgado *et al.* 2000), donde se logró redactar 21 declaraciones/conclusiones

relevantes. Posteriormente, en el mes de septiembre de 2012 se aprobó en la Asamblea Legislativa del Estado Plurinacional de Bolivia la Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien y fue promulgada el 15 de octubre de 2012, después de varios años de debate en el Órgano o Legislativo y entre las organizaciones sociales con respecto a su contenido (Gaceta oficial del Estado Plurinacional de Bolivia 2012).

En el Art Artículo 15 de esta ley (política de protección de recursos genéticos naturales), se especifica en el punto 2, que no se introducirán en el país paquetes tecnológicos agrícolas que involucren semillas genéticamente modificadas de especies de las que Bolivia es centro de origen o diversidad, ni aquellos que atenten contra el patrimonio genético, la biodiversidad, la salud de los sistemas de vida y la salud humana. Y en el punto 3 se indica, que todo producto destinado al consumo humano de manera directa o indirecta, que sea, contenga o derive de organismos genéticamente modificados, obligatoriamente deberá estar debidamente identificado e indicar esta condición.

En el Artículo 19 de la misma ley (política de intercambio y comercialización), se especifica en el punto 5 que se establecerán disposiciones para el control de la producción, importación y comercialización de productos genéticamente modificados.

Consumir un gen o una proteína, aun en el caso de que no fueran nuevas sino que proviniesen de otra planta (el ejemplo señalado del arroz con genes del maíz), requiere de una cuidadosa evaluación, incluida la eventualidad de ocasionar un cambio no intencional. Muchas plantas contienen de manera natural genes y proteínas riesgosas para la salud, por ejemplo, proteínas que causan alergias. Así, aunque esa proteína juegue un papel muy valioso en la planta

silvestre por su calidad alimentaria, no se autoriza su uso en otra planta para mejorar su calidad proteína. Por ejemplo, las nueces contienen proteínas como la albúmina a la cual muchas personas son alérgicas; de esta manera, aunque sea una proteína muy valiosa desde el punto de vista nutrimental, no se podría autorizar el aumento de la proteína de un cereal con el gen de la albúmina, aunque en muchísimas cajas de cereal éste se mezcle con la nuez. Sin embargo, el estado actual de la tecnología permite, por el contrario, eliminar esa proteína de la nuez y elaborar una nuez transgénica hipoalergénica que pueda comer cualquier persona (López-Munguía 2014).

El ejemplo anterior se parece a un proyecto muy avanzado actualmente para elaborar un trigo que no contenga gliadina, la proteína asociada con la enfermedad celiaca, una especie de alergia que afecta a una de cada 100 personas y las obliga a evitar el consumo de pan, cereales y, en general, todo lo que contenga trigo, cuidando siempre consumir alimentos libres de gluten. El problema de alergias en niños ha crecido de forma alarmante. Hoy en día uno de cada 25 niños es alérgico a algún alimento. Éste es uno de los aspectos que más se vigila en la evaluación sobre inocuidad de un nuevo OT. Por otro lado, como consecuencia de la globalización, se han introducido al país, sin aviso alguno, productos “naturales” sin evaluar o comunicar el riesgo.

Tal es el caso del kiwi, altamente alergénico debido a uno de sus componentes: la actinidina, o del carambolo que contiene una sustancia tóxica para quienes padecen de problemas renales: parece que a nadie preocupa la introducción de estos nuevos alimentos (López-Munguía 2014).

Por lo mencionado hasta aquí por lo general existe un bajo nivel de conocimiento sobre nuevas tecnolo-

logías en alimentación, aunque la tendencia va cambiando en las nuevas generaciones. El consumidor de la Región de Murcia en España por ejemplo está por debajo de la media europea, en cuanto a conocimiento del término “alimento transgénico” y, por encima de la media española. Estos alimentos son considerados poco seguros para la salud por parte de los consumidores. La percepción de riesgos no está solamente fundada en el grado de conocimiento sino en el temor a lo nuevo y desconocido (Viedma *et al.* 2014).

El fracaso de los transgénicos

En múltiples artículos y discusiones se planteó que la agricultura con base en semillas transgénicas es un fracaso. Esto a pesar de que casi 20 millones de agricultores cultivan en 28 países más de 170 millones de hectáreas con semillas transgénicas (López-Munguía 2014). Que esto sea un fracaso depende de cómo se cuantifique, ya que en términos del alcance que la tecnología habría podido tener para beneficiar la salud y la calidad de vida de los consumidores, definitivamente sí lo es. También es un fracaso el que el debate siga enfrascado en términos del posicionamiento de las grandes empresas del agro en el campo, y no del uso de la tecnología para la solución de problemas locales y de complementación de la producción agrícola nacional. Y es que éste no es el caso en países como Cuba, Brasil e incluso de China, donde empresas nacionales participan intensamente en el desarrollo y producción de OTs. La tecnología avanza a pasos tan gigantes que en este caso se habla de un nuevo paradigma que ya no implica traer genes de otras especies a las plantas, sino de insertar información a través del ARN (ARN de interferencia) que “silencia” genes clave del virus e impide su reproducción: plantas genéticamente defendidas.

Ha sido un fracaso también - habría que reconocer – el que alguno de los OTs en actual producción se aplique con los mismos principios que han agotado el sistema de producción tipo revolución verde, aunque en algunos casos se ha evitado o disminuido el uso de pesticidas químicos para beneficio del medio ambiente, de los productores y del consumidor (López-Munguía 2014). Fue un fracaso que no se pueda citar muchos ejemplos de desarrollos biotecnológicos de esta naturaleza, con beneficios para el medio ambiente, el productor y amplios sectores de la población. Por el contrario, la regulación cada vez más tortuosa, estricta y sobretodo costoso, sólo favorece a las empresas con los recursos para su financiamiento.

¿Habrá más biotecnología en los alimentos del futuro?

A más de 20 años de investigación, y después de más de 15 años de producción y consumo, es un fracaso que se siga teniendo que explicar que no se puede hablar de “alimentos transgénicos” como un todo, y que la bioseguridad es una actividad que la ciencia asumió con absoluto compromiso y seriedad; que, paradójicamente, la regulación, las suspicacias y las sospechas sigan creciendo paralelamente a la información que asegura su inocuidad (Battista *et al.* 2007; Roe & Teisl 2007, REDBIO 2014, UNEP 2014). Quizás el fracaso más lamentable es que hasta la fecha no se haya podido definir qué tipo de biotecnología conviene como país, establecer las prioridades y, de acuerdo con las necesidades básicas, establecer una política para el campo que permita que todos los sectores trabajen en la misma dirección.

Algunas reflexiones finales

Tal como lo menciona Chauvet *et al.* (2004) la biotecnología moderna fue aplicada a los problemas de salud de manera exitosa. En relación con la agricul-

tura, mientras se trataba de sus impactos potenciales, no ofreció oposición. La investigación en este campo fue desarrollada por diversas compañías pequeñas y laboratorios universitarios; sin embargo cuando sus resultados tuvieron una utilidad y una aplicación y el interés comercial surgió, éstas compañías y laboratorios no tuvieron la capacidad ni de inversión, ni de escala para pasar a esa etapa y es cuando las grandes firmas farmacéuticas y de agroquímicos se interesaron por la biotecnología.

En el momento que esto sucedió a nivel empresarial en los años 80, se comenzaron a dar fusiones entre empresas y compras de laboratorios por efecto de la situación económica. En fin, se llegó a una acentuada concentración de compañías semilleras, químico-farmacéuticas y alimentarias, de manera tal que la biotecnología se orientó a los intereses de los consorcios. En consecuencia, esta tecnología, que fue desarrollada con capital de riesgo y, en gran medida, con fondos públicos, pasó a ser monopolizada por el capital privado de las grandes empresas multinacionales.

Paralelamente a estos procesos, la estructura económica mundial transitó de una fuerte intervención del estado en la economía, la política y la sociedad, a una drástica reducción de sus funciones; así las reglas de mercado pasaron a ser, casi de manera exclusiva, la forma de regular dichos ámbitos, llegando a un debilitamiento de las instituciones públicas de la magnitud que la regulación o supervisión de varios procesos de han relajado.

Dado que tradicionalmente en los países en desarrollo la investigación científica es de carácter público, esta disminución de la presencia del estado ha implicado una mayor debilidad de su infraestructura científico-tecnológica. Ello es uno de los obstáculos

para que la biotecnología beneficie a estos países, pues existe un agudo contraste entre la escasez de recursos de sus instituciones científica y las grandes corporaciones.

Conflicto de interes

El autor declara que no existen conflictos de interés. Las opiniones expresadas en este artículo no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos.

Literatura citada

- Al-Babili S, Beyer P Golden Rice-five years on the road-five years to go?. *Trends Plant Sci.* 2005; 10:565-573.
- Al-Babili S, Hoa TTC, Schaub P. Exploring the potential of the bacterial carotene desaturase CrtI to increase the -carotene content in Golden Rice. *J Exp Bot.* 2006; 57:1007-1014.
- Batista JC, Burachik M, Rubinstein C. Evaluación de inocuidad alimentaria de OGMs: Criterios y Recursos para su implementación. United Nations University - ILSI. 2007. (cited 2014 November 29) Disponible en: http://www.ilsi.org.ar/contactos/docs_biotecnologia/Evaluacion_de_inocuidad.pdf.
- Chen Y, Li FQ, Wurtzel ET. Isolation and characterization of the Z-ISO gene encoding a missing component of carotenoid biosynthesis in plants. *Plant Physiol.* 2010; 153:66-79.
- Delgado F, Serrano E, Bilbao J, Crespo M. Memoria del Seminario Nacional: "Problemática de los Cultivos Transgénicos en Bolivia". Santa Cruz –

- Bolivia, 14 y 15 de Septiembre de 2000, MAE-LA– HIVOS. 2000; 97 pp.
- Chauvet M, González RL, Barajas RE, Castañeda Y, Massieu YC Impactos sociales de la biotecnología: en el cultivo de la papa. Universidad Autónoma Metropolitana. Ed. Para-xis, México DF, México. 2004; 289 pp.
- Gaceta oficial del Estado Plurinacional de Bolivia LEY N° 300; Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien. Ley de 15 de octubre, 2012. 2012; 44 pp.
- Conner AJ, Glare TR, Nap JP. The release of genetically modified crops into the environment. Part II. Overview of ecological risk assessment. *Plant J.* 2003; 33:19-36.
- Levitus G, Echenique V, Rubinstein C, Hopp E, Mroginski L (eds) Biotecnología y mejoramiento II. ArgenBio, INTA, Argentina. 2004; 643 pp.
- López-Munguía A Biotecnología en los alimentos del mañana. Revista Digital Universitaria. 2014; 15(8):1607-6079.
- Miller K. Biología. Massachusetts: Prentice Hall. 2004; 331 pp.
- UNEP Información sobre el Protocolo de Bioseguridad y marcos regulatorios internacionales. 2014 (cited 2014 November 29) Disponible en: <http://www.unep.ch/biosafety/>
- REDBIO Marco Regulatorio, para información sobre bioseguridad en América Latina y el Caribe. 2014 (cited 2014 November 29) Disponible en: <http://www.redbio.org/>
- Roe B, Teisl MF. Genetically modified food labeling: The impacts of message and Messenger on consumer perceptions of label and products. *Food Policy.* 2007; 32:49-66.
- Tripathi S, Suzuki JNY, Ferreira SA, Gonsalves D. Papaya ringspot virus-P: Characteristics, pathogenicity, sequence variability and control. *Mol Plant Path.* 2008; 9(3):269-280.
- Viedma I, López JM, Serrano M, Balanza S. Actitud del consumidor frente a los Alimentos Genéticamente Modificados. *Sociología y Tecnociencia.* 2014; 4(2):1-15.
- Wolt J, Keese P, Raybould A, Fitzpatrick J, Burachik M, Gray A, et al. Problem formulation in the environmental risk assessment for genetically modified plants. *Transgenic Res.* 2010; 19:425-436.