

## ALIMENTOS TRANSGÉNICOS

*Lidia Cruz Neyra<sup>1</sup>*  
*Mauro Quiñones Aguilar<sup>2</sup>*

### RESUMEN

La estructura del ADN (ácido desoxirribonucleico), llamada molécula de la vida, pues ella contiene la información genética de los seres vivos fue descubierta por James Watson y Francis Crick en 1953, veinte años después, Stanley Cohen y Herbert Boyer, descubrieron que combinando genes, se puede obtener una nueva estructura, a través de la ingeniería genética.

Los avances de la biotecnología e ingeniería genética han permitido la producción de alimentos derivados de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) o transgénicos, los cuales han generado diferentes controversias sobre su uso.

El presente trabajo es una pequeña revisión bibliográfica acerca de lo que es un alimento transgénico con ejemplos que permitan comprender sus ventajas y los riesgos que pudieran existir para la salud y medio ambiente

**Palabras Claves:** *Alimento transgénico, Organismo Genéticamente Modificado OGM*

### SUMMARY

The structure of the DNA (deoxyribonucleic acid), called molecule of the life, because it contains the genetic information of the alive organism was discovered by James Watson and Francis Crick in 1953, twenty years later, Stanley Cohen and Herbert Boyer, discovered that recombinant genes. It can be obtained a new structure, through genetic engineering. The advances of the biotechnology and genetic engineering have allowed to the food production derived from Organisms Genetically Modified (OGM) or transgens, which have generated different controversies on their use. The present work is a small bibliographical review about which it is a transgenic food with examples that allow to /understand their advantages and the risks that could exist for the health and environment

**Key words:** *Transgenic food, Organism Genetically Modified, OGM*

### INTRODUCCIÓN

El Banco mundial estima que durante los próximos veinticinco años, los países en desarrollo deberán duplicar su producción de alimentos para poder alimentar a su población. Sin embargo, la escasez de tierras agrícola con las condiciones de riqueza de fertilizantes, la falta de agua y otras variables pueden agravar la situación. Por ello, es necesario explorar las posibilidades que brinda la biotecnología y la ingeniería genética para ofrecer el uso

de alimentos derivados de organismos genéticamente modificados (OGM) o transgénicos.(Conway et al 1999)

Algunas enzimas y aditivos utilizados en el procesado de los alimentos se obtienen desde hace años mediante técnicas de ADN recombinante. La quimosina, por ejemplo, enzima empleada en la fabricación del queso y obtenida originalmente del estómago de terneros, se produce ahora utilizando microorganismos en los que se ha introducido el gen correspondiente. Sin

---

<sup>1</sup> Laboratorio de Biología Celular y Molecular, Facultad de Ciencias Biológicas.

Universidad Ricardo Palma. Av. Benavides 5440 – Lima 33. E-mail: lcruz@mail.urp.edu.pe

<sup>2</sup> Laboratorio de Biotecnología e Ingeniería Genética - Facultad de Ciencias Biológicas - Universidad Ricardo Palma.

embargo, la era de los denominados alimentos transgénicos para el consumo humano directo se abrió el 18 de mayo de 1994, cuando la Food and Drug Administration de Estados Unidos (FDA, institución oficial que regula los temas de seguridad alimentaria y de medicamentos) autorizó la comercialización del primer alimento con un gen «extraño», el tomate «Flavr-Savr», obtenido por la empresa Calgene, el gen introducido retrasa el ablandamiento característico del tomate. A partir de este momento, se han obtenido cerca del centenar de vegetales con genes ajenos insertados, que se encuentran en distintas etapas de su comercialización, desde los que representan ya un porcentaje importante de la producción total en algunos países hasta los que están pendientes de autorización.

### **ORGANISMO GENÉTICAMENTE MODIFICADO (OGM)**

Un organismo genéticamente modificado (OGM) es el resultado de la introducción de un fragmento de ADN o gen de una especie a otra, obteniéndose el mismo organismo principal, pero con la información añadida de la otra especie. Las técnicas de la ingeniería genética permiten aislar uno o varios genes de un virus, bacteria, vegetal, animal o incluso humano para introducirlo en el patrimonio genético de otro ser vivo, alterando su constitución genética.

Alimentos Transgénicos.

Un alimento transgénico es aquel que contiene uno o más ingredientes derivados de organismos genéticamente modificados mediante ingeniería genética. En Europa existe normas que reglamenta que todo alimento que se comercialice debe ser etiquetado indicando los derivados de los OGM (Reglamento EC 1139/98) y el 10 de enero del 2000 se publicó el Reglamento EC 49/2000 que especifica un umbral del 1%, por debajo del cual la presencia de material transgénico se considera contaminación accidental y el Reglamento EC 50/2000 extiende la norma de etiquetado de los aditivos derivados de los OGM.

Antes de poner en el mercado un cultivo transgénico, las empresas deben demostrar

que la variedad transgénica es sustancialmente equivalente a la variedad no transgénica comparable en términos de la cantidad y disponibilidad de nutrientes. Desde 1996 la FAO/OMS ha recomendado que se apliquen evaluaciones basadas en el concepto de equivalencia sustancial para establecer la seguridad de alimentos y componentes alimentarios derivados de los organismos biotecnológicos.

La equivalencia sustancial incluye demostrar las propiedades agronómicas, la velocidad del crecimiento, el rendimiento, la susceptibilidad a las enfermedades, el tamaño de fruto y la composición bioquímica: minerales, proteínas y fibra. Las investigaciones han demostrado que no hay alteraciones del contenido nutricional de las variedades transgénicas (Padgett et al., 1996, Hammond et al., 1996)

### **MODIFICACIÓN GENÉTICA**

Existen diferentes posibilidades de mejora vegetales mediante la utilización de la ingeniería genética. En el caso de los vegetales con genes antisentido, el gen insertado produce un mRNA que es complementario del mRNA del enzima cuya síntesis se quiere inhibir. Al hibridarse ambos, el mRNA de la enzima no puede traducirse y por tanto no hay síntesis proteica. Es el caso de los tomates «Flavr - Savr», donde la síntesis de una enzima se inhibe, así la poligalacturonasa, responsable del ablandamiento y senescencia del fruto maduro, que al no ser activa, este proceso es muy lento, y los tomates pueden recogerse ya maduros y comercializarse directamente.

Los tomates normales se recogen verdes y se maduran artificialmente antes de su venta con etileno, por lo que su aroma y sabor son inferiores a los madurados de forma natural. En este caso, el alimento no contiene ninguna proteína nueva. La misma técnica se ha utilizado para conseguir una soja con un aceite con alto contenido en ácido oleico (80 % o más, frente al 24% de la soja normal), inhibiendo la síntesis de la enzima oleato desaturasa. Esta enzima es responsable de introducir dobles enlaces en los ácidos grasos, resultando en polinsaturados. Los ácidos grasos

polinsaturados tienen menor punto de fusión y son más líquidos.

La soya resistente al herbicida glifosato, conocida con el nombre de «Roundup Ready» y producida por la empresa Monsanto contiene un gen bacteriano que codifica la enzima 5-enolpiruvil-shikimato-3-fosfato sintetasa. Esta enzima participa en la síntesis de los aminoácidos aromáticos, por lo que la soya transgénica tiene tolerancia al glifosato.

El maíz resistente al ataque de insectos contienen un gen que codifica una proteína de *Bacillus thuringiensis*, que tiene acción insecticida al ser capaz de unirse a receptores específicos en el tubo digestivo de determinados insectos, interfiriendo con su proceso de alimentación y causando su muerte. La toxina no tiene ningún efecto sobre las personas ni sobre otros animales.

La utilización de plantas con genes de resistencia a insectos y herbicidas permite reducir la utilización de plaguicidas y conseguir un mayor rendimiento. También se ha obtenido una colza con un aceite de elevado contenido en ácido láurico, mediante la inserción del gen que codifica una tioesterasa de cierta especie de laurel. Los vegetales resistentes a virus se consiguen haciendo que sintetizen una proteína vírica que interfiere con la propagación normal del agente infeccioso. Estos vegetales contienen proteína vírica, pero menos de la que contienen los normales cuando están severamente infectados.

Los vegetales transgénicos más importantes para la industria alimentaria son, por el momento, la soya resistente al herbicida glifosato y el maíz resistente al «taladro», un insecto. Aunque se utilice en algunos casos la harina, la utilización fundamental del maíz en relación con la alimentación humana es la obtención del almidón, y a partir de este de glucosa y de fructosa. La soya está destinada a la producción de aceite, lecitina y proteína.

Puesto que la harina de maíz, la proteína de soja y los productos elaborados con ellas contienen ADN y proteínas diferentes a la de las otras variedades de maíz, en la Unión

Europea existe la obligación de mencionar su presencia en el etiquetado de los alimentos. Aunque no se ha detectado ningún caso, sería concebible la existencia de personas alérgicas a las nuevas proteínas. No obstante, en el caso de la proteína de *B. thuringiensis*, su amplio uso como plaguicida en agricultura ecológica permite asegurar su falta de alergenicidad.

El aceite de soya transgénica y la glucosa y la fructosa obtenidas del almidón de maíz transgénico no contienen ningún material distinto a los que contienen cuando se obtienen a partir de los vegetales convencionales.

En el caso de los alimentos completos, o de partes que incluyan la proteína extraña, como podría ser la proteína de soya o la harina de maíz, hay que considerar el riesgo de la aparición de alergias a la nueva proteína. Este es el caso de la soya a la que se le había introducido el gen de una proteína de la nuez del Brasil para aumentar el contenido de aminoácidos azufrados de sus proteínas y por ende su valor nutricional. La nueva proteína resultó ser alergénica, y esta soya no ha llegado a salir al mercado. Sin embargo, esto es absolutamente excepcional, y no existe ninguna evidencia de que las proteínas introducidas por medio de la ingeniería genética sean más alergénicas que las naturales.

En el caso de la utilización de materiales procesados exentos de proteínas, como el aceite de soya o la glucosa obtenida a partir del almidón del maíz, no existe ningún material que no se encuentre en el producto convencional, y consecuentemente no existe ningún riesgo, ni siquiera hipotético, atribuible a la manipulación genética. Incluso en los casos en que existe alergia a una proteína de la semilla oleaginosa (convencional o transgénica), un aceite procesado no produce respuesta.

La ingeniería genética permite ahora llevar a cabo, en pocos años y de forma controlada, lo que antes podía costar décadas o siglos, o conseguir efectos que sólo estaban en los sueños de los agricultores, pero que eran imposibles con las viejas técnicas de cruce y selección.

## **VENTAJAS DE LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS**

Las ventajas de los cultivos transgénicos son enormes: resistencia a plagas, aumento del rendimiento, tolerancia al estrés biótico y abiótico, uso de tierras marginales, beneficio nutricional, entre otras.

El reporte de la U.S. National Research Council 2000 demostró que la siembra de algodón transgénico con resistencia a insectos, logró reducir el uso de insecticidas químicos en un millón de kilogramos en comparación al año 1998.

Se ha evidenciado las ventajas de la tolerancia al estrés del ambiente, así Souza 1999 ha obtenido plantas transgénicas modificadas para combatir el virus de la mancha anular de la papaya, Torres et al, 1999 reportó papas resistentes al tizón y De la Fuente et al 1997 obtuvo plantas modificadas para producir un exceso de ácido cítrico en las raíces y de este modo tolerar mejor el aluminio presente en suelos ácido.

También es un hito importante la incorporación de genes que producen beta caroteno, precursor de la vitamina A. Ye et al 2000 han introducido tres nuevos genes en el arroz, dos de ellos proceden del narciso y uno de cierto microorganismos, obteniéndose un arroz con mayor producción de beta caroteno, siendo las semillas de color amarillo. Igualmente se ha introducido genes que codifican proteínas fijadoras de hierro y una enzima que facilita la absorción de hierro en el arroz, de manera que se obtiene una planta con dos o cuatro veces más hierro que el arroz no transgénico, pero queda pendiente su investigación sobre su biodisponibilidad y asimilación.

## **SEGURIDAD DE ALIMENTOS TRANSGÉNICOS**

La existencia de alimentos transgénicos, que representa nuevas estructuras genéticas hace necesario el cuestionamiento de la seguridad en su consumo y la posibilidad que el transgen salga del cultivo transgénico o un producto alimentario derivado del

cultivo. La Organización Mundial de la Salud (OMS), la Administración de Alimentos y Fármacos de los Estados Unidos (FDA) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) después de largos debates con las respectivas evidencias han concluido que no existen riesgos inherentes en el consumo de ADN, incluido el derivado de los cultivos transgénicos (FDA, 1992; FAO, 2004). El fundamento principal es que tanto alimento no transgénico y transgénico al ser consumido siguen la misma ruta metabólica y no es posible que un gen sea introducido a nuestras células de manera natural, esto ha sido demostrado por innumerables investigaciones.

La preocupación más relevante es con el medio ambiente, que están relacionadas con la posibilidad de un flujo genético hacia los parientes cercanos de las plantas transgénicas (Ellstrand et al. 1999). Además de los posibles efectos indeseables de los genes o caracteres foráneos (resistencia a insectos o tolerancia a herbicidas), y al efecto en otros organismos. Asimismo se corre el riesgo de que las poblaciones de plagas y organismos fitopatógenos se adapten rápidamente y se vuelvan resistentes a las plantas transgénicas.

Las investigaciones para la obtención de plantas y/o animales transgénicos es un campo muy prometedor, sin embargo, es necesario evaluar minuciosamente su impacto en la salud y en el medio ambiente. En el caso particular de Perú tendrá que establecer normas internas que regulen el uso, detección y comercialización de alimentos transgénicos.

## **LITERATURA CITADA.**

- CONWAY, G y TOENNIESSEN, G. 1999. Feeding the world in the twenty first century. *Nature* 402, n. 6761, suppl. C55-58.
- DE LA FUENTE, J.; RAMIREZ, R. V., CABRERA, P. Y HERRERA, E. L. 1997. Aluminum tolerance in transgenic plants by alteration of citrate synthesis. *Science* 276: 1566-1568.

- ELLSTRANS, N.C.; PRENTICE, H.C. y HANCOCK, J.F. 1999. Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. *Annual Review of Ecology and Systematics* 30: 539-63.
- FAO/ONU. 2004. Estado de alimentación y la agricultura.
- FAO/WHO. 1996. Biotechnology and food safety. Report of a joint FAO/WHO Consultation, Rome.
- FDA/USA. 1992. Statement of policy: Foods derived from new plant varieties: notice, *Federal Register* 57: 104, 22984-23005
- HAMMOND, B; VICINI, J.; HARTNELL G., NAYLOR, M.W.; KNIGHT, C.D.; ROBINSON, E.; FUNCH, R.L.; PADGETTE S.R. 1996. The feeding value of soybean fed to rats, chickens, catfish and dairy cattle is not altered by genetic incorporation of glyphosate tolerance. *J. Nutr.* 126: 717-727.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2000. Genetically modified pest-protected plant. Science and Regulation. Washington, DC. National Academy Press.
- PADGETTE, S.R.; TAYLOR, N.B.; NIDA, D.L.; BAILEY, M.R.; MAC DONALD, J.; HOLDEN, L.R.; y FUCHS, R.L. 1996. The composition of glyphosate-tolerant soybean seed is equivalent to that of conventional soybeans. *Journal of Nutrition* 126 (3): 702-716.
- PECINA, V. 2004. Alimentos transgénicos. Memorias del Congreso Internacional de Seguridad Alimentaria. P.146-158. México.
- PETERS, A.; BUSO, J.A.; CASTRO, D. 1999. Transgenic plants of achat potato resistant to the mosaic virus (PVY). *Biocnología. Ciencia y Desarrollo*. Nro.7.
- SOUZA, M.T.; Jr. 1999. Analysis of the resistance in genetically engineered papaya against papaya ringspot potyvirus, partial characterization of the PRSV. Brazil. Bahia isolate and development of transgenic papaya for Brazil. Cornell University.
- TORRES, A.C.; FERREIRA, A.T.; MELO, P.E.; ROMANO, E.; CAMPOS, A.;
- WATSON, J.D. y CRICK, E. H. 1953. Molecular structure of nucleic acids: A structure for desoxyribonucleic acid. *Nature*, p.737.
- YE, X.; BABILI, A., KLOTI, S.; ZHANG, A.; LUCCA, J.; BEYER, P.; POTRYKUS, I. 2000. Engineering the provitamin a (b-caroteno) biosynthetic pathway into (carotenoid free) rice endosperm. *Science* 287:303-305.