

ALIMENTOS TRANSGÉNICOS

María Soledad Reyes S.* y Jaime Rozowski N. 2003. Rev. Chilena de Nutrición, Santiago de Chile, 30(1).
Departamento de Nutrición, Diabetes y Metabolismo, Facultad de Medicina.
Pontificia Universidad Católica de Chile.

*Estudiante del Programa de Magister en Nutrición.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Temas varios](#)

RESUMEN

Gracias al gran avance de la tecnología, la ingeniería genética y la biología molecular, se han desarrollado los productos transgénicos. En sus inicios, los productos modificados genéticamente tenían como objeto obtener ventajas en las áreas de la agricultura y ganadería. Posteriormente esta técnica se comenzó a aplicar en el ámbito de la producción de alimentos para el consumo humano. Se ha generado mucha controversia en relación a su utilización. Esta revisión tiene por objeto revisar la información científica disponible en relación a las aplicaciones, ventajas y potenciales riesgos para la salud humana y el medio ambiente asociados al consumo de los alimentos transgénicos.

Términos claves: Alimentos transgénicos; ingeniería genética; seguridad alimentaria; biodiversidad.

INTRODUCCIÓN

La biotecnología ha desarrollado numerosos métodos gracias a largos y minuciosos procesos, que requieren el paso de varias generaciones de plantas silvestres y la selección de cosechas para desarrollar algunas características específicas en un determinado producto que han beneficiado la agricultura y la producción de alimentos.

Con el vertiginoso desarrollo de la biología molecular y tras largos y costosos ensayos en laboratorios, los ingenieros genéticos han logrado obtener los mismos resultados conseguidos con la biotecnología pero de manera más rápida, eficiente y específica. Así, lograron incorporar material genético (genes) de otro organismo, a una planta. En una primera fase, la ingeniería genética (IG) de las plantas se enfocó principalmente a la creación de especies que expresaran resistencia a herbicidas y pesticidas, lo que permitió la eliminación selectiva de maleza u otros organismos sin daño a la planta. En una segunda fase, se comenzó a utilizar la IG con el objeto de mejorar la calidad de las cosechas en términos de beneficios para el consumidor, con un potencial impacto en la nutrición humana (1). Los alimentos transgénicos son el más reciente fruto de la evolución tecnológica, aunque su conocimiento es incipiente e incompleto.

La IG permite aislar desde un organismo la secuencia de interés de ADN y propagarlo en otro organismo, permitiendo obtener cantidades ilimitadas del producto codificado por dicho gen. En términos simples, la metodología consiste en tomar un fragmento de ADN, obtenido habitualmente por acción de enzimas de restricción, el que se une covalentemente por medio de una enzima ADN ligasa a un vector o plásmidio generando una molécula nueva conocida como recombinante. El vector que se utiliza contiene secuencias que permiten la replicación y secuencias que facilitan su selección. Estas últimas, en ocasiones son genes que confieren resistencia a antibióticos específicos. Luego, el ADN recombinante obtenido, se introduce en un microorganismo, el que se cultiva y selecciona por su resistencia al antibiótico. Al crecer, se expresa el gen de interés y se introduce en el vegetal que se desea modificar, obteniéndose el producto transgénico. Esta técnica ha sido ampliamente utilizada en el campo de la medicina y ha permitido el desarrollo de importantes avances terapéuticos como por ejemplo la producción de insulina recombinante (2).

Con respecto a los alimentos transgénicos, lo que se hace es buscar, en un ser vivo (animal, planta, bacteria o virus) un gen que codifique una proteína; como podría ser una enzima que intervenga en la maduración de los frutos o en la producción de un compuesto inhibidor de multiplicación viral o de una característica estructural u organoléptica, confiriéndole un aumento del contenido de un nutriente o una mayor tolerancia a un herbicida. Este gen se introduce en el material genético del alimento que se desea mejorar o modificar. Con esto se obtienen las características finales deseadas, sin tener que pasar por lentos procesos de selección y cruces de cosechas y de animales que se venía realizando tradicionalmente.

En el tabla 1 se enumeran algunos de los resultados obtenidos con la aplicación de la tecnología del ADN recombinante.

TABLA 1	
Resultados de la Ingeniería Genética	
•	Aumento del rendimiento y tolerancia a herbicidas.
•	Aumento de la síntesis de macro y micronutrientes
•	Mayor tolerancia a sequías, alcalinidad, o salinidad de superficies de cultivo.
•	Mayor capacidad fotosintética.
•	Aumento de la incorporación de nutrientes al terreno
•	Mejorías en términos de sabor, color, textura del alimento.
•	Optimización de la duración y conservación de alimentos.
•	Mayor resistencia a temperaturas extremas.

Durante los últimos 5 o 6 años, se ha desatado un conflicto en relación con los riesgos y beneficios para salud humana del consumo de los alimentos modificados genéticamente (AMG). Esto ha llegado incluso a las esferas socioeconómicas y legales, incrementándose notablemente en los últimos años. En concreto, el número de estudios científicos sobre los riesgos toxicológicos y efectos adversos sobre la salud del potencial consumo humano de los AMG, es muy escaso (3).

La mayoría de las publicaciones sobre el tema, corresponden a estudios experimentales realizados en animales. Dentro de los hallazgos sorprende la variedad y disparidad de los resultados lo que dificulta su interpretación. Hammond y colaboradores (4) no encontraron diferencias en el valor nutritivo de la soya modificada (resistente a herbicida), comparada con la tradicional. Fares y Sayed (5) estudiaron el consumo de papas con gen de una bacteria que le confería resistencia a herbicidas. Se encontraron escasos cambios en la estructura del íleon de ratas, en comparación con los animales alimentados con papas no modificadas. Este resultado fue considerado como el producto de la expresión del gen, por lo que los autores recomendaron llevar a cabo cuidadosos exámenes de todos los posibles efectos de los AMG antes de su comercialización.

El estudio de Brake y Vlachos (6) no encontró diferencias significativas en los índices de supervivencia ni en los incrementos y porcentajes de peso en pollos alimentados con maíz transgénico en relación a los controles. El estudio de Tutel'ian (7), en ratas alimentadas con soya modificada, encontró una modificación de la función de membrana y la actividad enzimática de los hepatocitos. En todos estos casos mencionados, se cuestionó la metodología, tamaño muestral, tiempo de exposición y aspectos toxicológicos los que no fueron valorados.

Una de las publicaciones que ha sido más comentada pertenece a Ewen y Pusztai (8) en 1998. Esta tuvo gran trascendencia en los medios de comunicación y causó mucha controversia científica. Estos investigadores mostraron que ratas alimentadas con papas modificadas con Lectina *Galantus nivalis* agglutinin (GNA) para protegerlas de ataques de insectos, presentaban diversos efectos en diferentes partes del tracto gastrointestinal, tales como aumento de la proliferación de la mucosa gástrica y de la velocidad mitótica del intestino, efectos que fueron atribuidos a la expresión del transgen GNA. Los autores adelantaron sus resultados a los medios de comunicación trayendo alarma al público al declarar que «le parecía tremendamente injusto que los humanos fuésemos tratados como animales de laboratorio y que no comería por ningún motivo AMG». Sin embargo, al igual que los estudios antes mencionados, este estudio también fue cuestionado en términos metodológicos.

El estudio de Fenton (9), basado en el de Ewen y Putzai pero realizado en humanos, demostró que el GNA insertado en el genoma de vegetales se unía fuertemente a glicoproteínas de las membranas de los leucocitos. Aunque no se demostró que la unión fuera exclusivamente a las proteínas de los leucocitos, la importancia radica en que el 90% de las proteínas de membrana son receptores y es imposible predecir el lugar del genoma al que serían incorporados, con las consecuencias que de ello podrían derivarse.

Ambos autores recomendaron realizar evaluaciones sobre los potenciales efectos sobre la salud de los AMG, antes de ser incluidos en la cadena alimentaria. Sin embargo, también se han cuestionado los métodos, técnicas y periodos de exposición en este trabajo (3).

EFFECTOS ADVERSOS

Los potenciales riesgos a los que nos podríamos ver expuestos con los AGM y que son el fundamento de organizaciones ecologistas que rechazan la utilización y consumo de AGM, son el desarrollo de alergias, la resistencia a los antibióticos, la pérdida o modificación del valor nutricional de los alimentos, la presencia de compuestos tóxicos, la aparición de enfermedades nuevas y no tratables, además del daño a las especies silvestres de plantas.

ALERGIAS

Históricamente los alimentos han producido alergias en personas susceptibles. Los genes, que es lo que se transfiere de un organismo a otro para obtener AGM, codifican ciertas proteínas que pueden ser alergénicas para un grupo de la población. En la compañía Pioneer Hi-Bred International observaron que el crecimiento de los animales se podía optimizar con una dieta rica en aminoácidos azufrados, por lo que diseñaron una soya transgénica que tuviera esta característica, introduciendo un gen de nuez de Brasil. Nordlle y colaboradores (10) observaron que los alérgicos al extracto de nuez resultaban positivos en un test al extracto de soya transgénica, demostrando que ligaba a Ig E. Por ello, hubo que retirar el producto antes de que llegara al mercado.

La dificultad de separar la soya para el consumo humano de aquella para otros fines resulta un gran problema. La proteína de la soya se utiliza frecuentemente en fórmulas lácteas infantiles, en sustitutos de la carne, entre otros.(11) La Food and Drug Administration de los Estados Unidos, exige de rigurosos procedimientos (1) para evaluar el potencial alergénico de los productos transgénicos antes de autorizar su comercialización (12) permitiendo a la industria la posibilidad de evaluar que dichos productos sean tan seguros como los tradicionales.

RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS

La posibilidad de que se transmita resistencia a los antibióticos a través del consumo de alimentos transgénicos, constituye uno de los mayores temores en relación con el consumo de AGM. Se postula que al utilizar bacterias u otros microorganismos resistentes a un determinado antibiótico para seleccionar aquellas que han incorporado los genes que codifican la característica de interés. Al ingerir estos productos se transmitiría esa resistencia al antibiótico lo que dificultaría el manejo de patologías.

Sin embargo, no existe evidencia que se puedan transferir estos genes de resistencia desde los AMG al tracto digestivo humano. Por otro lado, esta metodología es cada vez menos utilizada (13) lo que le ha restado importancia a este aspecto.

TOXINAS Y ANTINUTRIENTES

Hay que recordar que las toxinas también pueden estar en alimentos tradicionales. Sí la concentración de toxinas es mayor en el alimento transgénico que en el tradicional, producto de la manipulación, no se podría comercializar (13). Se han desarrollado productos con menores niveles e inclusive sin toxinas, comparado con su equivalente no modificado (13).

Los inhibidores o antinutrientes, normalmente están presentes en los alimentos tradicionales. Ellos se destruyen en porcentajes variables por la cocción, como ocurre con el ácido fítico en el trigo entero de panificación. La técnica se enfoca más bien en eliminar o disminuir las concentraciones de estos compuestos de manera de favorecer su biodisponibilidad.

En conclusión, no existe en la actualidad evidencia científica que respalde la teoría de que, asociado al consumo de AMG se haya desarrollado alguna enfermedad o daño a largo plazo. No se ha observado ninguna reacción adversa que no se haya dado con los alimentos sin modificar. Tampoco se ha evidenciado modificaciones que vayan en detrimento del contenido nutricional. Sin embargo, aún no conocemos los efectos a largo plazo de la ingesta de AGM, por lo que serán necesarias evaluaciones en el futuro.

EXPERIENCIAS Y PROYECCIONES

Hemos visto los potenciales riesgos y desventajas asociados al consumo de los AMG. Pero ¿cuáles son los posibles beneficios que ofrecen?

Las técnicas de manipulación genética pueden ser usadas para aumentar, disminuir o modificar la cantidad de nutrientes específicos de diferentes vegetales (alimentos). Por ejemplo, existe un arroz transgénico, llamado «arroz dorado», que tiene incorporados 7 genes de distintos vegetales, que le confieren un mayor contenido de betacaroteno y de hierro, útiles para la prevención y manejo de la anemia y ceguera, patologías que son endémicas en algunas zonas del mundo. Con 300g de dicho arroz, se logra cubrir el 50% de los requerimientos diarios de vitamina A y el 50% de los de Fe de adultos (14).

También existe el arroz con un gen de la espinaca, que proporciona tolerancia a la sequía y 5 tipos distintos de arroces que toleran distintos herbicidas (15). Una potencial aplicación de esta tecnología y que constituye uno de los principales argumentos de quienes están a favor de la misma, sería prevenir e inclusive tratar numerosas enfermedades. Se estudia su potencial en el área de los fármacos y vacunas. Por ahora, se ha evaluado el tratamiento de enfermedades inflamatorias del aparato digestivo con papa y plátanos transgénicos. También con arroz y trigo modificados genéticamente se han desarrollado anticuerpos para células tumorales de cáncer de pulmón y de colon. Similarmente, aquellos afectados con desordenes inmunológicos podrían ser tratados con microorganismos no patogénicos que han sido modificados genéticamente para producir anticuerpos. Sin duda para el futuro diagnóstico y tratamiento de diversos cuadros patológicos (16).

Calgene Inc. (Davis, USA) (17) ha desarrollado un aceite de canola bajo en ácidos grasos saturados, bajo en triglicéridos y rico en aceites marinos, que además era de bajo costo y sin el gran inconveniente del «olor a pescado», además enriquecido con fibra y algunos micronutrientes como vitamina E y A. En teoría este aceite podría reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y de cáncer. Existen otros investigadores que han logrado aumentar el aporte de Vitamina E de ciertos vegetales (18).

Investigadores holandeses (19) lograron demostrar que es posible modificar la naturaleza de los hidratos de carbono en la remolacha, aumentando la producción de Inulina o Fructanos, que se utilizan como edulcorantes de bajas calorías y también como sustituto graso en la elaboración de alimentos. Se logró e introduciendo en este vegetal los genes que codifican para las enzimas que catalizan su biosíntesis.

La ingesta dietética actual de americanos y europeos es de alrededor de 5g por día de fructanos. Los estudios en humanos muestran que el consumo debería incrementarse a 20g diarios para alcanzar o promover beneficios para la salud sin ningún efecto secundario para el tracto digestivo. El consumo de dichos compuestos se traduce en aumento de la producción de ácidos grasos de cadena corta, de oligofructosacáridos que modifican la calidad de la microflora intestinal disminuyendo el crecimiento de bacterias patógenas y colaborando a restablecer la flora normal luego de una terapia de antibióticos. Además se asocia a una reducción del riesgo de cáncer de colon y a una mejoría del perfil lipídico. Los mismos investigadores, lograron aumentar la cantidad de flavonoides contenidos en el tomate involucrados en aspectos del crecimiento de las plantas como resistencia a patógenos, producción de pigmentos y protección de la luz UV. Debido a sus conocidas propiedades antioxidantes, los flavonoides son beneficiosos para la salud humana, otorgando protección contra enfermedades cardiovasculares y cáncer.

Otro avance ha sido el desarrollo de una variedad de papas a las que se les modificó su perfil de aminoácidos, aumentando el contenido de lisina, introduciendo una enzima de bacterias 100 veces menos sensible a la inhibición por feedback causado por la lisina en la papa. Estos investigadores prefirieron evitar utilizar genes de bacterias en productos para consumo humano, como una manera de evitar efectos no deseados y desconocidos. Por ello, aislaron desde la papa la enzima que regula la biosíntesis y modificaron en su gen la secuencia que codifica un residuo de aminoácido. El objetivo de lo anterior fue hacer que dicha enzima fuera «insensible» al feedback con lo que lograron un marcado aumento en el nivel de expresión de lisina igual al 15% del total de aminoácidos, mientras que en el no transformado es sólo cercano al 1%. Hay otros estudios que han mostrado resultados similares en relación con la calidad proteica. (20, 21).

Otra ventaja de la ingeniería genética, que beneficiaría a muchos es mejoramiento de la calidad proteica de la alfalfa (22). Una de las mayores limitantes para el crecimiento de las ovejas es que la alfalfa tiene un bajo contenido de amino ácidos azufrados. A fin de superar esta debilidad, se introdujo al genoma de la alfalfa un gen de la maravilla que codificaba secuencias de aminoácidos azufrados. Este gen tuvo una alta expresión la que se tradujo en un aumento de lisina que llevó a un aumento de proteínas totales de 1%, lo que se tradujo en una mayor cantidad de carne y mayor producción de lana en las ovejas alimentadas con alfalfa transgénica comparada con aquellas alimentadas con alfalfa silvestre.

El péptido RPLKPW es un potente antihipertensivo que ha sido diseñado sobre la base de la estructura de la ovokinina presente en la ovoalbúmina que induce vaso relajación mediada por óxido nítrico. Este péptido se ha estructurado de manera tal de tener un efecto más potente que la ovokinina y con menores dosis. Se introdujo en la secuencia aminoacídica de la Con- glicinina que es la principal proteína de la Soya. Luego se alimentó a ratas con soya transgénica y también a otro grupo con el péptido aislado como suplemento. Ambos grupos mostraron similares efectos hipotensores de presión sistólica a las 4 horas de administrados comparados con el grupo control. Este estudio realizado en Japón , su objetivo era demostrar que por IG se puede desarrollar un alimento nuevo coadyudante de la terapia de la hipertensión. Sin embargo, este péptido no ha sido evaluado en humanos (23).

Un estudio del año 1998 (24) es uno de los más interesantes y de los pocos realizados en humanos para evaluar los efectos de alimentos nuevos obtenidos mediante manipulación genética.

Los autores se basaron en un estudio previo en el que se había creado una cepa de maíz que tenía una baja cantidad de ácido fítico (compuesto que disminuye la biodisponibilidad del hierro) (25). El maíz transgénico obtenido tenía 35% menos ácido fítico que el silvestre. Los resultados mostraron que la concentración de macro y micronutrientes no fueron significativamente diferentes en maíz genéticamente modificado y en el silvestre y que la incorporación a eritrocitos de hierro fue 49% mayor en individuos que ingirieron maíz bajo en ácido fítico comparado con el silvestre. La conclusión de los investigadores fue que el consumo de maíz modificado genéticamente y bajo en ácido fítico puede mejorar la absorción de hierro y por ende la nutrición en poblaciones que consumen dietas basadas en maíz modificado».

Otra aplicación de los AMG es en la utilización de tierras marginales (13). La mayor proporción de la superficie disponible esta limitada en uso por ser muy salinas o alcalinas. Se clonó y transfirió un gen (aricennig gen GutD) de E. Coli, al maíz obteniéndose una especie transgénica tolerante a la sal, lo que permitiría sembrar en áreas hasta ahora sin utilización.

La composición bioquímica de los alimentos puede modificarse ampliamente. Las plantas son particularmente convenientes para la producción de proteínas, dada su naturaleza eucariota, que a menudo dirige apropiadamente

las modificaciones post transcripcionales de proteínas recombinantes que retienen la actividad biológica. El conocimiento del metabolismo de las plantas y su crecimiento autotrófico las convierte en una vía económicamente competitiva para la optimización de la composición nutricional, para la obtención de productos que remplacen o complementen otras estrategias como la fortificación y suplementación de alimentos en el futuro. Por ejemplo, la producción de un tipo de papa transgénica que expresa la b-caseína, proteína de la leche materna, y con su extracción se podría obtener el potencial beneficio de elaboración de productos en fórmulas lácteas infantiles, reemplazando las de proteínas de origen bovino, y así previniendo enfermedades gástricas o intestinales comunes en los niños (26,27,28).

ASPECTOS SOCIALES Y ECONÓMICOS

Es necesario evaluar el impacto que tendría este avance tecnológico en el problema alimentario mundial, en la escasez y mala distribución alimentaria, donde los alimentos transgénicos se vislumbran como la gran solución. Sin embargo, se debe tener criterio y objetividad en el análisis al momento de evaluar los aspectos sociales y económicos. Por un lado, no cabe duda de los beneficios posibles de lograr con esta tecnología y por otro se debe considerar cómo se absorbería la desocupación campesina que se generaría al no necesitar desmalezar siembras que ahora son resistentes a herbicidas o cómo se soluciona el impacto económico causado al utilizar genes que codifican características singulares de un producto que es la base de la economía de una región o país. El impacto en la biodiversidad, disminuye la capacidad de respuesta frente a cambios ambientales que pongan en riesgo los cultivos de producción.

Se deben definir los límites éticos para la manipulación de genes y la protección de zonas o países que al no contar con los recursos y tecnología para desarrollar y explotar su propio potencial, pueda ser utilizado y patentado por quien posee las herramientas y capital, generando conflictos de desplazamiento de pequeños productores, de propiedad y patentes similar al generado en la industria farmacéutica. Sin duda se debe normar y legislar, para lograr utilizar la técnica de forma cuidadosa, responsable y transparente.

Para algunos este tipo de productos son el fruto de la ciencia ficción que tarde o temprano «nos pasarán la cuenta». A nivel internacional su uso es controvertido y muy limitado como ocurre en Europa y EEUU donde su consumo es altamente restringido e incluso han llevado al retiro de productos de conocidas empresas tras comprobarse que sus ingredientes eran de origen transgénico. Sin embargo, a pesar de más de 20 años de evolución, no se ha producido ninguna catástrofe temida por los ambientalistas, como las ya mencionadas reacciones alérgicas fatales, alteraciones metabólicas y la resistencia a antibióticos.

La Royal Society of Sciences del Reino Unido recomienda (29), examinar individualmente cada AMG, sin que sea posible realizar extrapolaciones. Aunque no exista evidencias de efectos perjudiciales debidos a la modificación genética, ello no significa que las consecuencias nocivas puedan descartarse categóricamente.

BIBLIOGRAFIA

1. Food and Drug Administration. Statement of policy: Foods derived from new plant varieties. Federal register. Mayo 29, 1992;57:22984 - 23005.
2. Zanlungo, Arrese y Rigotti. Medicina molecular: Presente y Futuro. Rev Méd Chile 1999; 127:982-988.
3. Domingo J, Gomez M. Riesgos sobre la salud de los alimentos modificados genéticamente. Rev Esp Salud Pública 2000; 74; 255-261.
4. Hammond B, Vicini J, Hartnell G, Naylor M, Knight C, Robinson E, Fuchs R, Padgett S. The feeding value of soybeans fed rats, chickens, catfish and dairy cattle is not altered by genetic incorporation of glyphosate tolerance. J Nutr 1996; 126: 717-27.
5. Fares NH, El-Sayed AK. Fine structural changes in the ileum of mice fed on delta-endotoxin treated potatoes and transgenic potatoes. Nat Toxins 1998; 6:219-33 (A).
6. Brake J, Vlachos D. Event 176 Bt corn in broiler chickens. Poultry Sci 1998; 77:648-53 (A).
7. Tutel'ian VA, Kravchenko LV, Lashneva NV, Avren'eva LI, Guseva GV, Sorokina Elu, Chernysheva ON. Medical and biological evaluation of safety of protein concentrate from genetically-modified soybeans. Biochemical studies. Vopr Pit-tan 1999; 68:9-12 (A).
8. Ewen SW, Pusztai A. Effect of diets containing genetically potatoes expressing Galan-thus nivalis lectin on rat small intestine. Lancet 1999; 354:1353-4.
9. Fenton B, Stanley K, Fenton S, Bolton-Smith C. Differential binding of the insecticidal lectin GNA to human blood cells. Lancet 1999 354:1354-5.
10. Nordlee JA, Taylor SL, Townsend JA, Thomas LA, Bush RK. Identification of a Brazil-nut allergen in transgenic soybeans. N Engl J Med 1996; 334 (11): 688-92.
11. Friedman M, Brandon DL. Nutritional and health benefits of soy proteins. J Agric Food Chem 2001 Mar; 49 (3):1069-86.
12. Gendel SM. Sequence analysis for assessing potencial allergenicity Ann N Y Acad Sci May 2002; 964:87-98.
13. Safety of Genetically Engineered Crops. VIB Publication Flanders Interuniversity nstitute for Biotechnology. March 2001:27-135.
14. Ye X, Al-Babili S, Kloti A, Zhang J, Lucca P, Beyer P, Potrykus I. Engeering the provitamin A (Beta- carotene) biosynthetic pathway into rice endosperm. Science 2000; 287 (5451): 303-5.

15. Yan L, Kerr PS. Genetically engineered Crops: Their Potencial Use for Improve-ment of Human Nutrition. *Nutrition Reviews* 2002; 60 (5):135-141.
16. Harlander S. Food biotechnology : yesterday, today and tomorrow. *Food Technol.* 1989;49 (9):196-206.
17. Knauf Vc , Facciotti D. Genetic engineering of foods to reduce the risk of heart disease and cancer. *Adv Exp Med Biot* 1995; 369:221-8.
18. Shintani D, Della Penna D. Elevating the Vitamin E content of plants through metabolic engineering. *Science* 1998; 282: 2098-100.
19. Sévenier R, Van der Meer I, Bino R, Koops A. Incresed Producción of Nutrimentos by Genetically Engenered Crops. *J Am Coll Nutr.* 2002; 21 (3), 199s-204S
20. Galili G, Hofgen R. Metabolic Engineering of amino acids and Storage Proteins in Plants. *Met Eng* 2002; 4, 3-11.
21. Chakraborty S, Chakraborty N, Datta A. Increased nutritive value of transgenic potato by expressing a non-allergenic seed albumin gene from *Amaranthus hypochondriacus*. *PNAS* 2000; 97 (7):3724-29.
22. Tabe LM, Wardley-Richardson T, Ceriotti A, Aryan A, McNabb W, Moore A, Higgins TJ. A biotechnological approach to improving the nutritive value of alfalfa. *J Anim Sci* 1995; 73 (9): 2752-9.
23. Matoba N, Doyama N, Yamada Y, Maruyama N, Utsumi S, Yoshikawa M. Desing and production of genetically modified soybean protein with antihypertensive activity by incorporating potent analogue of ovokinin 2-7. *FEBS Letters* 2001; 497(1): 50-54.
24. Mendoza C, Viteri FE, Lonnerdal B, Raboy V, Young KA, Brown KH. Absorption of iron from unmodified maize and genetically altered, low- phytate maize fortified with ferrous sulfate or sodium iron EDTA. *Am J Clin Nutr* 2001; 73: 80-5.
25. Mendoza C, Viteri FE, Lonnerdal B, Young KA, Raboy V, Brown KH. Effect of genetically modified, low-phytic acid maize on absortion of iron from tortillas. *Am J Clin Nutr* 1998; 68:1123-7.
26. Chong DK, Roberts W, Arakawa T, Illes K, Bagi G, Slattery CW, Langridge WH. Expression of the human milk protein beta-casein in transgenic potato plants. *Transgenic Res* Jul 1997; 6 (4):289-96 (A).
27. Arakawa T, Chong DK, Slattery CW, Langridge WH. Improvements in human health through production of human milk proteins in transgenic food plants» *Adv Exp Med Bio* 1999; 464:149-59.
28. Zimmermann MB, Hurrell Rf. « Improving iron, zinc and vitamin A nutrition through plant biotechnology» *Curr Opin Biotechnol* 2002;13(2):142-5.
29. Internet: www.royalsoc.ac.uk/st_pol54.htm.1999. «Review of data on posible toxixity of GM potatoes.»

Volver a: [Temas varios](#)