

Micotoxinas

Las micotoxinas son sustancias químicas tóxicas producidas por hongos. [Tema de Portada](#)

Incidencia en Maíz Bt

Reducciones en la incidencia de micotoxinas en granos de maíces Bt han sido reportadas. [Ver pag 2](#)

Los alimentos genéticamente modificados y las alergias

Debido a la introducción en el mercado de los alimentos genéticamente modificados (AGM). [Ver pag 3](#)

Evaluación de la alergenicidad de los AGM

Conviene destacar que los alimentos de origen natural y aquellos obtenidos. [Ver pag 4](#)



Micotoxinas

Gonzalo J. Díaz. DVM, MSc, PhD, Profesor Asociado al Laboratorio de Toxicología Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia Universidad Nacional de Colombia.

Las micotoxinas son sustancias químicas tóxicas producidas por hongos que comúnmente contaminan granos como el maíz, el arroz, la avena, el trigo y la cebada. Las micotoxinas son muy importantes en salud pública y en salud animal, debido a que pueden causar efectos adversos en el hombre y en los animales.

Los efectos de las micotoxinas incluyen diversos tipos de cáncer, disminución de la respuesta inmune, trastornos hormonales y lesiones de hígado y riñón entre otros. Las principales micotoxinas y sus efectos sobre la

salud son las aflatoxinas (hepatotóxicas y carcinogénicas), la ocratoxina A (nefrotóxica y carcinogénica), las fumonisinas (tóxicas para caballos y cerdos, posiblemente carcinogénicas en humanos), la zearalenona (causa trastornos hormonales) y el deoxinivalenol (causa vómito en humanos).

Debido a los múltiples efectos adversos sobre el organismo y especialmente porque algunas de ellas son carcinogénicas, las micotoxinas están estrictamente reguladas en la mayoría de países del mundo.

Para el caso de las aflatoxinas, por ejemplo, los lotes de granos de maíz no deben contener más de 20 µg/kg (partes por billón). Los límites máximos permisibles de micotoxinas imponen barreras al comercio internacional y local de granos y pueden afectar económicamente a los productores.



Esta es una publicación
Trimestral de Agro - Bio.
Julio - Septiembre de 2007

Coordinación: Osiris Ocando y
Clemencia Gómez

Colaboradores:
Profesor Gonzalo J. Díaz
Dr Luis Caraballo

Diseño: Angélica Zambrano

Impreso por: Xpress
Estudio Gráfico y Digital

Incidencia de micotoxinas en maíz Bt

Reducciones en la incidencia de micotoxinas en granos de maíces Bt han sido reportadas en Francia, España, Filipinas, Argentina y Estados Unidos.

El maíz es cultivado en el mundo entero con excepción de la Antártica y su producción anual es cercana a los 600 millones de toneladas siendo superada solamente por la producción de arroz.

En general, el maíz es uno de los sustratos más propensos a la contaminación con micotoxinas y en este pueden encontrarse aflatoxinas, fumonisinas, deoxinivalenol, zearalenona, ocratoxina A, ácido ciclopiazónico, T-2 toxina y otras micotoxinas.

Una estrategia de prevención de las micotoxinas consiste en controlar los insectos plaga que atacan a las plantas durante su crecimiento. En los últimos años una nueva estrategia de control de plagas ha sido desarrollada, consistente en la introducción de genes, mediante ingeniería genética, que permite que la planta produzca una sustancia (la proteína Cry1Ab) que mata a las larvas de algunos insectos cuando estos se alimentan de la planta. El maíz modificado genéticamente para el control de insectos se conoce como maíz "Bt" debido a que la molécula tóxica para las larvas se obtuvo de la bacteria del suelo *Bacillus thuringiensis*.

La proteína Cry1Ab expresada en el maíz controla insectos plaga lepidópteros (mariposas y polillas) como el "barrenador europeo del maíz" considerado como el insecto plaga más importante en los Estados Unidos.

Varios estudios de incidencia de micotoxinas se han llevado a cabo desde la introducción de las variedades híbridas de maíz Bt comparándolo con variedades isogénicas, es decir, no modificadas genéticamente. Reducciones en la incidencia de aflatoxinas, fumonisinas y zearalenona han sido reportadas en países como Francia y España (Bakan et al., 2002), Filipinas y Argentina (de la Campa et al., 2005) y Estados Unidos (Hammond et al., 2004). Por ejemplo, en los estudios realizados en Francia y España en el año 2002, se encontró que la concentración de fumonisinas en granos de maíz Bt presentaba un rango entre 0.05 y 0.3 ppm, mientras que el rango en la variedad isogénica (no modificada genéticamente) fue de 0.4 a 9.0 ppm (Bakan et al., 2002). La menor incidencia de micotoxinas en las variedades Bt se ha atribuido al mejor control que estas variedades tienen sobre los gusanos barrenadores que atacan los granos

(larvas de lepidópteros), ya que estos insectos abren la vía de entrada a las esporas de los hongos toxigénicos y a otros insectos que pueden ser vectores de algunos de estos hongos.

Para el caso colombiano no existen aún estudios donde se evalúe el tipo y cantidad de micotoxinas presentes en maíces modificados genéticamente frente a maíces convencionales, debido a su reciente aprobación. Estos estudios son indispensables ya que no es posible extrapolar resultados obtenidos de otros países debido a las diferencias genéticas de las plagas, a la diferente capacidad toxigénica de los hongos y a la diferencia en condiciones ecológicas. Adicionalmente, es recomendable promover el desarrollo de estudios sobre el posible impacto de la proteína Cry1Ab sobre lepidópteros no plaga y desarrollar mecanismos para su protección debido a que Colombia es el segundo país en biodiversidad para esta clase de insectos.

Estudios sobre incidencias de micotoxinas en maíz Bt.

País - Año	Resultado
Francia y España 1999	Reducción en contenido de fumonisinas, deoxinivalenol y zearalenona. Disminución en el número de insectos por planta y en el porcentaje de granos infectados por hongos del género <i>Fusarium</i> spp.
Argentina y Filipinas 2000-2002	Reducción en contenido de fumonisinas.
Estados Unidos 2000-2002	Reducción en contenido de fumonisinas.

FUENTES BIBLIOGRAFICAS:

- Acuña, C.A., Diaz, G.J., y Espitia, M.E. 2005. Aflatoxinas en maíz: Reporte de caso en la Costa Atlántica colombiana. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria, 52:156-162.
- Bakan, B., Melcion, D., Richard-Molard, D., and Cahagnier, B. 2002. Fungal growth and *Fusarium* mycotoxin content in isogenic traditional maize and genetically modified maize grown in France and Spain. J. Agric. Food Chem. 50:728-731.
- De la Campa, R., Hooker, D.C., Miller, J.D., Schaafsma, A.W., and Hammond, B.G. 2005. Modeling effects of environment, insect damage, and Bt genotypes on fumonisin accumulation in maize in Argentina and the Philippines. Mycopathologia, 159:539-552.
- Diaz, G.J., Perilla, N.S. and Espitia, E. 2004. First Colombian interlaboratory study for the determination of aflatoxin B1 in yellow corn. Mycotoxin Research, 20:11-18.
- Hammond, B.G., Campbell, K.W., Pilcher, C.D., DeGooyer, T.A., Robinson, A.E., McMillen, B.L., Spangler, S.M., Riordan, S.G., Rice, L.G., and Richard, J.L. 2004. Lower fumonisin mycotoxins levels in the grain of Bt corn grown in the United States in 2000-2002.
- Naef, A., Zesiger, T., and Défago, G. 2006. Impact of transgenic Bt maize residues on the mycotoxigenic plant pathogen *Fusarium graminearum* and the biocontrol agent *Trichoderma atroviridae*. J. Environm. Qual. 35:1001-1009.

Breves

Menos micotoxinas

Informe realizado por el Instituto de Investigación y Tecnologías Agroalimentarias (IRTA), indica que las variedades de maíz genéticamente modificado que se derivan del evento MON810, el mismo que se encuentra en pruebas con siembras controladas en nuestro país, presentan contenidos más bajos de micotoxinas que los convencionales.

CTNBio aprueba maíz GM en Brasil

El CTNBio en Brasil, emitió dictamen favorable para la liberación comercial de una variedad de maíz GM tolerante a herbicida, conocida como Liberty Link de la empresa Bayer Cropscience.

Gobierno colombiano avanzó en aprobación de maíz GM

Una vez realizados los estudios de bioseguridad para variedades de maíz genéticamente modificados, GM, resistente a insectos, Bt, (Yieldgard y Herculex), el ICA mediante resolución 464 y 465 de marzo de 2007, autorizó la realización de siembras controladas con estas variedades de maíz.

Maíz resistente al frío

Investigadores de la Universidad Estatal de Iowa en Estados Unidos, adelantan estudios en la obtención de maíz resistente al frío. Los científicos incorporaron un gen del tabaco que activa el sistema de defensa natural del maíz al percibir bajas temperaturas. La variedad de maíz GM obtenida mostró una mejora de 2° C en cuanto a la tolerancia al frío en comparación con una variedad convencional.



Sabías que...

Todos los alimentos GM deben superar las evaluaciones de toxicidad y alergenicidad antes de ser comercializados

Los alimentos genéticamente modificados y las alergias



Dr. Luis Caraballo, Director del Instituto de Investigaciones Inmunológicas de la Universidad de Cartagena.

Debido a la introducción en el mercado de los alimentos genéticamente modificados (AGM), han surgido diversos interrogantes sobre su empleo seguro para consumo humano o animal. Uno de ellos, es la posibilidad de que los AGM puedan provocar reacciones alérgicas en los consumidores. Esta posibilidad ha llevado a que varios organismos de regulación y control establezcan, de manera exitosa, normas para evitar que los AGM sean más alérgicos que sus equivalentes naturales.

La alergia por alimentos ha sido un problema médico desde la antigüedad y hoy afecta del 2 al 8% de la población, principalmente a los niños, llevando en ocasiones a reacciones anafilácticas severas. La causa de la alergia no es el alimento en su totalidad sino algunos de sus componentes, especialmente proteínas denominadas alérgenos. Sin embargo, no todas las proteínas son alérgenos y existen alimentos que inducen reacciones alérgicas más frecuentemente que otros, lo que al parecer se relaciona no solo con sus características moleculares sino también con una predisposición genética de las personas afectadas. Estos factores han llevado a la cautela en cuanto a la generación de un AGM se refiere. Ya que si un alimento que normalmente no induce reacciones alérgicas se le introduce un gen que codifica para una proteína alérgica, este AGM causará problemas en personas previamente alérgicas al alimento original del cual se obtuvo el gen. Es decir, se estaría aumentando el número de alimentos con potencial alérgico disponibles para consumo.

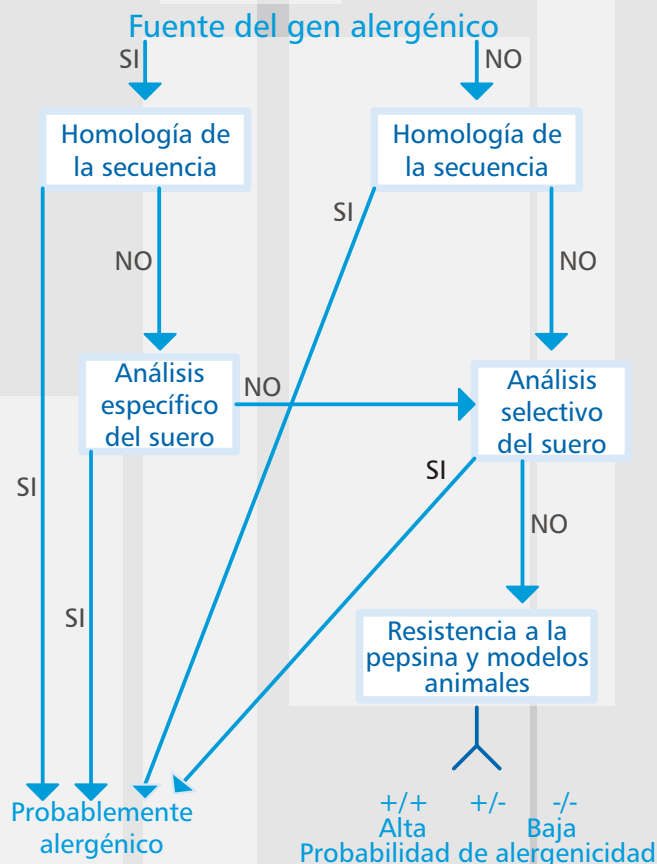
Los AGM se diferencian de los alimentos naturales en que, con el fin de darle mejores propiedades nutricionales o de resistencia a las plagas, se les ha insertado un gen proveniente de otro organismo. Este procedimiento plantea la posibilidad de que el gen introducido codifique una proteína alérgica. Por lo anterior, para que un AGM pueda ser consumido debe garantizarse que no produce más alergia que su contraparte convencional. Es muy importante resaltar que este objetivo es más fácil de lograr con la biotecnología actual que con los cruces tradicionales, ya que en estos últimos no se sabe exactamente qué genes se están integrando a la planta o alimento.

Las reacciones alérgicas son respuestas del sistema inmunológico contra sustancias de la naturaleza (alérgenos) contenidas en alimentos de origen animal o vegetal, pólenes, hongos, etc. Esta respuesta se da principalmente por un tipo particular de anticuerpos llamados IgE, los cuales, al unirse al alérgeno, inducen liberación de mediadores inflamatorios que desencadenan síntomas como la urticaria, la anafilaxia, la rinitis o el asma.

Figura 1

Arbol de decisiones FAO / OMS de 2001

Evaluación de la alergenidad potencial de los alimentos obtenidos por medios biotecnológicos
FAO / OMS, 2001



Evaluación de la alergenicidad de los alimentos genéticamente modificados

Conviene destacar que los alimentos de origen natural y aquellos obtenidos con los cruces tradicionales contienen alérgenos y han inducido reacciones alérgicas mucho antes de la aparición de los AGM, de manera que no son los procedimientos biotecnológicos modernos por sí mismos los que hacen un alimento alérgico. De hecho, las técnicas de biotecnología moderna ya se están empleando con éxito para lo contrario, es decir, en la producción de alimentos con bajo contenido alérgico a partir de alimentos naturales de reconocida capacidad alérgica.

En resumen, los AGM que se consumen actualmente tienen tantas o menos posibilidades de producir alergias que los alimentos naturales, este nivel de seguridad es propio de la serie de medidas preventivas establecidas y aceptadas por la mayoría de los países productores y consumidores de este tipo de alimentos. Dichas medidas serán descritas brevemente a continuación.

¿Cómo se evalúa el potencial alérgico de los AGM?

El objetivo de la evaluación es demostrar, antes de su comercialización, que el AGM no es más alérgico que el alimento en su estado natural. Desde 1990 se han diseñado estrategias para evaluar la alergenicidad de los AGM, adoptadas por la FAO/WHO y modificadas hasta su versión actual como un árbol de decisiones (Figura 1).

El proceso de análisis se inicia sobre la selección del gen insertado, definiendo si proviene de un alimento reconocido como alérgico. Hay 8 alimentos altamente alérgicos (maní, soya, nueces de árbol, trigo, leche, huevo, pescado y crustáceos), los cuales se deben evitar como fuente de genes para modificar alimentos. Además, se conocen más de 160 alimentos capaces de provocar alergias, por lo tanto, la evaluación cuidadosa de la alergenicidad debe hacerse considerando que el gen insertado codifica un alérgeno hasta que no se demuestre lo contrario. Cada proteína es única y cada caso debe ser evaluado individualmente.

Actualmente y para reducir la probabilidad de transferir genes alérgicos, los genes que son insertados en los AGM se obtienen

de fuentes sin historia conocida de alergenicidad, como por ejemplo bacterias, virus, hierbas y plantas ornamentales.

Muchos de los alérgenos se encuentran en bases de datos públicas, lo que permite comparar la secuencia de aminoácidos de la nueva proteína con las ya existentes, tratando de determinar si la secuencia codificada por el nuevo gen es similar a la de algún alérgeno conocido. Si la secuencia de la nueva proteína tiene una similitud mayor del 35% con cualquiera de los alérgenos de la base de datos, se considera que el nuevo gen puede codificar un alérgeno parecido e inducir reacciones en las personas que ya son alérgicas. Este análisis computacional considera además que en la secuencia que



va a insertarse no deben encontrarse 6 aminoácidos continuos que coincidan con cualquier segmento de algún alérgeno.

Por otra parte, como se mencionó, las personas alérgicas tienen en su sangre los anticuerpos IgE específicos contra el alérgeno que les produce síntomas. El suero de estas personas puede usarse como reactivo para investigar si el AGM contiene alérgenos, ya que de tenerlos reaccionaría positivamente con ese suero. El grado de certeza de la prueba dependerá del número de sueros utilizados, llegando hasta 99% si se utilizan 8 sueros. Estos ensayos de laboratorio permitieron, por ejemplo, descubrir que la proteína codificada por un gen de la nuez del Brasil, que fue introducido en la soya con el fin de enriquecer su valor nutricional, era un alérgeno, por lo que esta soya GM no pudo ser comercializada.

La evaluación de la alergenicidad incluye también ensayos de digestibilidad, para analizar la estabilidad de la proteína que va

a expresarse en el AGM en presencia de pH ácido y pepsina, simulando el jugo gástrico. En estas condiciones, la mayoría de las proteínas de los alimentos son degradadas hasta pequeños péptidos no alérgicos. El ensayo se basa en que muchos alérgenos alimentarios resisten la digestión, con lo cual alcanzan la mucosa intestinal con su estructura conservada y de esta forma pueden inducir reacciones alérgicas. Algunos AGM han sido descartados al no superar esta prueba, como ocurrió con una variedad de maíz GM, el cual contiene genes que codifican la proteína del *B. thuringiensis*, cry9C, que le confiere resistencia a las plagas. En los ensayos de digestibilidad esta proteína mostró ser resistente a la pepsina, lo que la colocaba como potencialmente alérgica y por esta razón el consumo humano de este maíz no fue aprobado.

Otra manera de evaluar la alergenicidad de un futuro AGM es empleando animales a los que se les administra este alimento en condiciones experimentales y se observa si es capaz de suscitar una reacción alérgica. De esta manera se ha comparado la alergenicidad del alimento natural y el AGM en ratones, ratas, cobayos, cerdos y otros animales. Varios de estos estudios han demostrado que la alergenicidad de AGM no es significativamente diferente a la observada en sus contrapartes naturales.

La evaluación previa de la alergenicidad ha permitido que muchos AGM, como la soya tolerante al glifosato, maíz BT o el arroz enriquecido con vitamina A, etc., puedan ser comercializados sin un riesgo aumentado de producir alergias. Aunque aún quedan puntos sin definir sobre las estrategias más adecuadas de evaluación de la alergenicidad, la estrategia empleada actualmente (Figura 1) ha permitido descartar la comercialización de varios AGM potencialmente alérgicos y la comercialización de muchos otros que han superado satisfactoriamente la evaluación.

Referencias: Evaluation of Allergenicity of Genetically Modified Foods. Report of a Joint FAO/WHO Expert consultation on allergenicity of foods derived from biotechnology. January 2001.

Lehrer SB, et al. Risks of allergic reactions to biotech proteins in foods: perception and reality. *Allergy* 2005;60:559-564.

Goodman R, et al. Assessing genetically modified crops to minimize the risk of increased food allergy: A review. *Int Arch Allergy Immunol* 2005;137:153-166