

# PRINCIPALES RIESGOS POTENCIALES DEL USO DE MICROORGANISMOS TRANSGENICOS

Todos los derechos reservados

Fecha de publicación 25/05/09

**AUTORES.**

**Dra. Regla Bermúdez Pérez**

**Dra. Lourdes Martinto Rodríguez**

**Dr. Luis Alberto Franqui Valdés**

**Dra. Idy Ester Sánchez García**

## INTRODUCCIÓN

La Genética y la evolución han sido enemigas desde el inicio de ambos conceptos. Gregorio Mendel, el padre de la genética, y Carlos Darwin, padre de la evolución, fueron contemporáneos. Al mismo tiempo que Darwin proclamaba que las criaturas podían procrear otras criaturas, Mendel demostraba que incluso las características individuales permanecen constantes. Mientras que las ideas de Darwin estaban basadas en ideas erróneas y no comprobadas acerca de la herencia, las conclusiones de Mendel se basaban en cuidadosa experimentación. La ficción evolucionista se puede seguir proclamando sólo si se ignoran por completo las implicaciones de la genética moderna.

Para ayudarnos a desarrollar una biología nueva basada en la creación en vez de la evolución, tomaremos algunos ejemplos evidentes en la genética, organizados en cuatro fuentes de variación: el medio ambiente, la recombinación, la mutación y la creación.

### El medio ambiente

Se refiere a todos los factores externos que influyen a una criatura durante su vida. Por ejemplo, una persona puede tener piel más oscura que otra simplemente debido a que está expuesta a más luz solar. O bien, otra puede tener músculos más grandes porque hace más ejercicio. Por lo general, tales variaciones causadas por el medio ambiente carecen de importancia en cuanto a la historia de la vida, porque dejan de existir cuando sus poseedores mueren; no son transmitidas a su descendencia.

A mediados de los 1800, algunos científicos creían que las variaciones causadas por el medio ambiente podían ser heredadas. Carlos Darwin aceptó esta falacia y sin duda, esto le facilitó el creer que una criatura podía transformarse en otra diferente. Explicó así el origen del largo cuello de las jirafas en parte por 'los efectos heredados del mayor uso de las partes'. Durante las temporadas en que la comida era escasa, razonó Darwin, las jirafas estirarían sus cuellos buscando las hojas altas, dando supuestamente como resultado cuellos más largos que eran transmitidos a su descendencia.

Un transgénico (Organismo Modificado Genéticamente u OMG) es un organismo vivo que ha sido creado artificialmente manipulando sus genes. Las técnicas de ingeniería genética consisten en aislar segmentos del ADN (el material genético) de un ser vivo (virus, bacteria, vegetal, animal e incluso humano) para introducirlos en el material hereditario de otro.

Sugerencia oportuna a todo el personal de la Salud. ¿Sabía usted que los microorganismos transgénicos pueden ser un grave peligro a la humanidad, al medio ambiente a nuestro planeta?

Por ejemplo, el maíz transgénico que se cultiva en España lleva genes de bacteria que le permiten producir una sustancia insecticida.

La diferencia fundamental con las técnicas tradicionales de mejora genética es que permiten franquear las barreras entre especies para crear seres vivos que no existían en la naturaleza. Se trata de un experimento a gran escala basado en un modelo científico que está en entredicho.

Algunos de los peligros de estos cultivos para el medio ambiente y la agricultura son el incremento del uso de tóxicos en la agricultura, la contaminación genética, la contaminación del suelo, la pérdida de biodiversidad, el desarrollo de resistencias en insectos y "malas hierbas" o los efectos no deseados en otros organismos. Los efectos sobre los ecosistemas son irreversibles e imprevisibles.

Los riesgos sanitarios a largo plazo de los OMG presentes en nuestra alimentación o en la de los animales cuyos productos consumimos no se están evaluando correctamente y su alcance sigue siendo desconocido. Nuevas alergias, aparición de nuevos tóxicos y efectos inesperados son algunos de los riesgos.

Los OMG refuerzan el control de la alimentación mundial por parte de unas pocas empresas multinacionales. Son una de las armas predilectas de estos dictadores de la alimentación, y lejos de constituir un medio para luchar contra el hambre, aumentan los problemas alimentarios. Los países que han adoptado masivamente el uso de cultivos transgénicos son claros ejemplos de una agricultura no sostenible. En Argentina, por ejemplo, la entrada masiva de soja transgénica exacerbó la crisis de la agricultura con un alarmante incremento de la destrucción de sus bosques primarios, el desplazamiento de campesinos y trabajadores rurales, un aumento del uso de herbicidas y una grave sustitución de la producción de alimentos para consumo local.

La solución al hambre y la desnutrición pasa por el desarrollo de tecnologías sostenibles y justas, el acceso a los alimentos y el empleo de técnicas como la agricultura y la ganadería ecológicas. La industria de los transgénicos utiliza su poder comercial e influencia política para desviar los recursos financieros que requieren las verdaderas soluciones.

Defendemos la aplicación del principio de precaución y nos oponemos por lo tanto a cualquier liberación de OMG al medio ambiente. Los ensayos en campo, incluso a pequeña escala, presentan igualmente riesgos de contaminación genética, por lo que también deben prohibirse.

Greenpeace no se opone a la biotecnología siempre que se haga en ambientes confinados, controlados, sin interacción con el medio. A pesar del gran potencial que tiene la biología molecular para entender la naturaleza y desarrollar la investigación médica, esto no puede ser utilizado como justificación para convertir el medio ambiente en un gigantesco experimento con intereses comerciales.

a España llegan unos 6 millones de toneladas de soja, de las cuales aproximadamente el 66% es transgénico, y un millón y medio de toneladas de maíz que han sido cultivados en países que han optado por el uso masivo de transgénicos?

España es el único país de la Unión Europea que cultiva transgénicos a gran escala y que en 2007 se cultivaron unas 75.000 hectáreas de maíz modificado con genes de bacterias

Dos terceras partes de los alimentos que ingerimos contienen derivados de soja y de maíz

En los cultivos transgénicos se emplean muchos productos tóxicos, al contrario de lo que dicen las empresas que los promueven, con el consiguiente daño para el medio ambiente y la salud?

Se está experimentando con genes de vaca en plantas de soja, con genes de polilla en manzana e incluso con genes de rata en lechuga

Que desde el 18 de abril de 2004 todos los alimentos (excepto los productos derivados de animales como la carne, leche y huevos) procedentes de cosechas transgénicas tienen que tener en la etiqueta la mención "modificado genéticamente"

**Los microorganismos** se caracterizan por ser demasiado pequeños para poder ser observados a simple vista, siendo necesario emplear el microscopio para visualizarlos. Son microorganismos las bacterias, levaduras, protozoos, algas multicelulares, etc.

La introducción de ADN foráneo en un microorganismo da lugar a los microorganismos transgénicos. La mayoría de microorganismos transgénicos son bacterias unicelulares o levaduras.

Las bacterias y levaduras transgénicas se usan principalmente en la industria alimentaria, en la producción de aditivos alimentarios, aminoácidos, pépticos, ácidos orgánicos, polisacáridos y vitaminas. También se han aplicado en procesos de bioremediación y, en medicina, se emplean ampliamente para producir proteínas de interés como por ejemplo, la insulina.

## **OBJETIVO**

- Identificar los riesgos potenciales del uso de Microorganismos transgenicos para el personal, comunidad y medio ambiente

## **ANTECEDENTES**

El Tratado constitutivo de la Comunidad Europea establece que la acción de la Comunidad referida al medio ambiente se basará en el principio de que se adoptarán medidas preventivas y tendrá por objeto conservar, proteger y mejorar el medio ambiente y proteger la salud de las personas.

La utilización confinada de microorganismos modificados genéticamente debe llevarse a cabo de forma que se limiten sus posibles efectos negativos para la salud humana y para el medio ambiente, y debe prestarse especial atención a la prevención de accidentes y al control de los residuos.

Resulta, en consecuencia, necesario establecer medidas comunes para la evaluación y la reducción de los riesgos potenciales que surjan en el transcurso de cualquier operación que implique el uso confinado de microorganismos transgénicos, así como determinar sus condiciones adecuadas de utilización.

Los Estados Miembros de la Unión Europea están obligados a regular el uso confinado -es decir, cualquier operación en la que se empleen barreras físicas- de microorganismos transgénicos, para minimizar sus efectos negativos potenciales sobre la salud humana y el medio ambiente.

La Directiva clasifica a los microorganismos transgénicos en dos grupos, según su nivel de riesgo, cada uno de los cuales conlleva diferentes requisitos para la manipulación autorizada de esos microorganismos.

Con carácter previo a la utilización confinada por vez primera de un organismo transgénico en una instalación determinada, el usuario (es decir, la persona física o jurídica responsable de la utilización confinada de los microorganismos transgénicos) debe remitir a las autoridades competentes una notificación para asegurar que la instalación en cuestión puede ser usada para ese propósito sin riesgo alguno.

Los Estados Miembros deben garantizar que se establezcan planes de emergencia que aseguren una respuesta efectiva en caso de accidentes.

En caso de accidente, el usuario debe informar de inmediato a las autoridades competentes y comunicar toda la información necesaria para evaluar el impacto y adoptar las medidas adecuadas.

Los microorganismos vivos liberados en el medio ambiente en cantidades grandes o pequeñas, con fines experimentales o como productos comerciales, pueden reproducirse en la naturaleza y atravesar fronteras nacionales, afectando, por tanto, a otros Estados. Los efectos de esas liberaciones en el medio ambiente pueden ser perjudiciales e irreversibles. La protección de la salud humana y del medio ambiente exige que se preste la atención debida al control de los riesgos derivados de la liberación intencionada en el medio ambiente de microorganismos transgénicos, estableciendo criterios y procedimientos armonizados para la evaluación de esos riesgos potenciales.

## **DESARROLLO DE MICROORGANISMOS TRANSGÉNICOS**

Fabricar un transgénico unicelular es más fácil que producir una planta o animal transgénico, ya que en éstos hay que asegurar la presencia del nuevo ADN en todas las células del organismo.

Para desarrollar una bacteria transgénica, el gen de interés se incorpora en un plásmido (ADN circular extracromosómico capaz de autoreplicarse) y se incuba junto con la bacteria bajo condiciones específicas que favorecen la entrada del plásmido en el interior de la bacteria. Si la bacteria retiene el plásmido y la proteína que expresa el gen de interés no resulta tóxica para su desarrollo, se obtiene una bacteria transgénica, con nuevas características determinadas por el gen introducido. La bacteria más utilizada es la *Escherichia Coli* (E. Coli).

No obstante y a pesar que su fácil manipulación, las bacterias no es siempre la mejor elección para producir proteínas humanas. Algunas de éstas no son funcionales si no están glicosiladas, es decir, si no se añaden azúcares a la cadena de aminoácidos, y este proceso no lo pueden llevar a cabo las bacterias. En estos casos se utilizan levaduras transgénicas, que sí son capaces de glicosilar. La producción de levaduras transgénicas implica también el empleo de plásmidos, siendo la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (responsable, entre otros procesos, de la fermentación del pan) la especie más empleada.

## **APLICACIONES DE LOS MICROORGANISMOS TRANSGÉNICOS**

## **INVESTIGACIÓN**

Los microorganismos transgénicos son una herramienta de fundamental importancia en investigación. La introducción en bacterias de plásmidos que contienen un gen concreto a estudiar se realiza de forma rutinaria en los laboratorios, ya sea con el objeto de tener un stock de dicho gen (mediante el crecimiento de colonias que permiten tener gran cantidad de células que lo contienen) o para expresar una proteína de interés. Estas bacterias transgénicas ayudan a los científicos a entender mejor algunos procesos bioquímicos, la regulación de genes y su función.

## **PRODUCCIÓN DE PROTEÍNAS EN MEDICINA**

Como ya se ha comentado, se han desarrollado bacterias E.Coli capaces de producir insulina humana, imprescindible para pacientes diabéticos. Antes del empleo de bacterias transgénicas, la insulina se obtenía de vacas y cerdos, pero, como su estructura difería ligeramente de la variedad humana, en algunos casos provocaba una reacción alérgica. Las bacterias transgénicas han eliminado este problema. Asimismo, la levadura *Saccharomyces cerevisiae* se ha modificado genéticamente para obtener insulina humana.

También se han desarrollado bacterias transgénicas para producir la hormona del crecimiento, que se emplea para tratar a niños con enanismo. Otros usos en medicina de los microorganismos transgénicos son la producción de vacunas, anticuerpos, etc

## **BIOREMEDIACIÓN**

Existen microorganismos capaces de utilizar como nutrientes compuestos tóxicos o peligrosos, como hidrocarburos, detergentes, bifenilos policlorados, etc., de forma que su metabolismo los convierte en productos inocuos para el medio ambiente. El empleo de organismos vivos para degradar residuos se conoce como bioremediación. La mayoría de aplicaciones biotecnológicas aplicadas al medio ambiente utilizan microorganismos naturales, pero se están desarrollando microorganismos transgénicos para eliminar materiales difíciles de degradar. Por ejemplo, bacterias *Pseudomonas* transgénicas son capaces de degradar compuestos polihalogenados. La investigación en este campo busca los enzimas presentes en microorganismos naturales que son eficientes en el tratamiento de compuestos tóxicos y determinar como pueden mejorarse mediante ingeniería genética.

## **INDUSTRIA ALIMENTARÍA**

Los microorganismos modificados genéticamente se emplean en la industria alimentaria para producir aditivos alimentarios como edulcorantes artificiales y aminoácidos con el propósito de incrementar la eficiencia y reducir su coste. Otros productos de estos microorganismos son enzimas recombinantes que se emplean en panadería, producción de cerveza, producción de queso (por ejemplo, quimosina). También se aplican en procesos de fermentación, como por ejemplo el empleo de levaduras transgénicas para desarrollar el sabor y aroma en la industria de la cerveza.

Uno de los riesgos de la biotecnología es que los microorganismos manipulados para conseguir objetivos concretos (bacterias «comedoras» de hidrocarburos, por ejemplo) se liberen al medio ambiente, dispersando así genes que pueden resultar

perjudiciales para el resto del ecosistema. Los sistemas de contención biológica como los basados en mecanismos de muerte celular programada o apoptosis sirven precisamente para evitar eso

## **RIESGOS DE LA LIBERACIÓN DE MICROORGANISMOS TRANSGÉNICOS.**

### ❖ **Peligro de transferencia horizontal de genes y recombinación.**

La transferencia horizontal de genes y recombinación, se refiere a la que ocurre en la naturaleza mediante los mecanismos de conjugación, transducción y transformación entre especies afines y especies no relacionadas, pero representa un gran riesgo para el medio ambiente cuando esta transferencia ocurre de gérmenes transgénicos hacia otros organismos del ecosistema, lo que perpetuaría la persistencia del gen ingenierizado en el medio ambiente natural después que el organismo modificado genéticamente (OGM) no está presente. Ejemplo: Virus genéticamente modificado con el gen que modifica para el veneno de escorpión.

### ❖ **Genes portados por vectores pueden persistir indefinidamente en el medio ambiente**

Los genes portados por vectores pueden persistir indefinidamente en los ecosistemas dentro de bacterias que se mantienen latentes o como ADN desnudos absorbidos o partículas.

Los OGM requieren un corto tiempo de supervivencia en el medio para ser transportados hacia otros nichos ecológicos y ser capaces de transferir algunos de sus ácidos nucleicos hacia otros miembros del ecosistema.

También podemos encontrar efectos no predecibles de los OGM como son:

Efectos posicionales como el Silencio genético, las mutaciones, destrucción o activación e genes vecinos, delección o duplicación del fragmento insertado

**Silencio genético** también denominado como Cosupresión e inactivación del transgen.

Proceso mediante el cual algunos o todos los genes nuevos o las copias adicionales de los genes que fueron introducidos en el hospedero pueden ser silenciados, desviados aparentemente al azar; a través de varios mecanismos, resultando la no expresión de la característica deseada en subsiguientes generaciones. Ejemplo: Transferencia de los genes *nif* de ***Klebsiella pneumoniae*** hacia ***Proteus mirabilis*** y ***Agrobacterium tumefaciens*** no tuvo la expresión en estas especies.

### **Pleiotropia**

Se refiere a los efectos que puede ocasionar la modificación de un gen en otros genes múltiples, expresándose características que no están relacionadas con los genes que fueron introducidos.

### **Reacciones alérgica**

Estas son producidas por exposición prolongada durante la producción a gran escala de biofertilizantes, el cual puede ser mitigado por la adecuada contención de los microorganismos y por el correcto uso de los medios de protección individual.

## **Afectación del ecosistema y de otros microorganismos no dianas**

Un microorganismo dado fue modificado genéticamente por la introducción de un gen codificador, este OGM sobrevivió y compitió con otros microorganismos del ecosistema, produciendo un número determinado de efectos que pueden afectar la relación huésped/parásito en el medio ambiente.

Los avances de la ingeniería genética, que inicialmente se utilizaron en la producción de sustancias de uso médico, como la insulina, han llegado también al campo de la alimentación. Mediante la tecnología de DNA recombinante se producen actualmente enzimas de uso alimentario y, en los últimos años, se han obtenido y comercializado nuevas variedades de vegetales con propiedades especiales. Estas variedades representan ventajas importantes para los agricultores que las cultivan, al facilitar la lucha contra plagas de insectos o malas hierbas. Sin embargo, desde algunos sectores se ha cuestionado la utilización de estos vegetales con acusaciones como que representan un peligro para la salud de los consumidores o el medio ambiente.

Las primeras aplicaciones de la tecnología del DNA recombinante en el campo de los alimentos han consistido en la obtención de proteínas en microorganismos, entre ellas la hormona de crecimiento bovina y la quimosina bovina.

La hormona de crecimiento bovina recombinante se administra a las vacas para aumentar su producción de leche. Sin embargo, dadas sus características, es más razonable considerarla como un producto de farmacia animal que como un material para uso por la industria alimentaria. (No está autorizado en la Unión Europea)

La quimosina bovina recombinante, sin embargo, sí que se puede considerar un aporte de la biotecnología a la industria alimentaria. La quimosina, componente fundamental del cuajo obtenido del estómago de terneros jóvenes, es el enzima clásico en la fabricación de quesos. La fuente de suministro tiene como inconvenientes la posible heterogeneidad en cuanto a calidad, la variabilidad en suministro y el precio, relativamente elevado. A partir de 1990 se dispuso de quimosina recombinante, obtenida en distintos microorganismos, bien levaduras o bien bacterias.

También se han obtenido otros enzimas de interés industrial, especialmente los destinados a la modificación de carbohidratos. La modificación de rutas metabólicas en microorganismos ha permitido aumentar la eficacia de la síntesis de ácidos orgánicos como el ácido láctico y el ácido cítrico. Algunos microorganismos de interés tecnológico, como las levaduras de panadería, o los microorganismos utilizados en la industria láctea, etc. han sido también modificados genéticamente especialmente para conseguir la sobre expresión de determinadas enzimas.

La modificación genética de vegetales es una actividad que acompaña a la civilización humana desde la aparición de la agricultura. Muchos de los vegetales más importantes cultivados actualmente, como el trigo, no guardan casi ninguna semejanza con sus parientes salvajes. La novedad de la utilización de la biotecnología está simplemente en la potencia y precisión de las herramientas utilizadas actualmente para la creación de nuevas variedades, no en el hecho en sí. En este momento, la obtención de vegetales transgénicos es el campo con mayores posibilidades de desarrollo, a partir de distintas aproximaciones.

El primer vegetal transgénico comercial, desarrollado por la empresa Calgene en 1994, fue el tomate Flavr Savr, resistente al ablandamiento al contener un gen antisentido de la ligalacturonasa. En este tomate, el gen antisentido produce la síntesis de un m-RNA complementario del m-RNA de la poligalacturonasa, que al

unirse a él impide la síntesis del enzima. Este tomate no ha tenido éxito comercial, pero la aproximación es válida para la modificación de otros vegetales. Los genes antisentido no inducen la expresión de una proteína nueva, sino que evitan la de una existente en el vegetal no transgénico. Por el mismo sistema podría evitarse el pardeamiento enzimático, u otras alteraciones producidas por enzimas.

La resistencia a insectos está basada hasta ahora en los genes de las toxinas de *Bacillus thuringiensis*, una bacteria patógena para determinados lepidópteros. En particular, la toxina *cryIA(b)* aparece en el maíz desarrollado por Monsanto en 1996.

Esta proteína se une específicamente a determinados receptores que solamente existen en el tubo digestivo de algunos tipos de insectos, entre ellos, *Ostrinia nubilalis*, el barrenador del maíz, endémico en algunas zonas. Consecuentemente su acción es muy selectiva, muchísimo más que la de los insecticidas químicos. Para la inmensa mayoría de los animales (mamíferos, peces) es simplemente una proteína más, metabolizada como las demás proteínas. El mismo principio, con la misma toxina o con otras distintas, puede aplicarse a otros vegetales, y está siendo muy importante en el caso del algodón.

Existen otras posibilidades de mejora vegetal, alguna de ellas, como la resistencia a virus, de la que ya existen algunas variedades comerciales. Aspectos como la resistencia al frío o a la salinidad son algo más complejos de abordar, ya que no dependen generalmente de un sólo gen sino de varios. De todos modos, los primeros resultados de laboratorio referentes a resistencia a la salinidad hacen pensar que incluso estos problemas son menos complejos de resolver de lo que se pensaba inicialmente.

### **Ventajas de los vegetales transgénicos.**

Aunque parezca obvio, debe decirse que su ventaja fundamental es que tienen la propiedad (resistencia a insectos o a herbicidas, por ejemplo) que se buscaba con su obtención. Ahora bien, estas ventajas no resultan casi nunca evidentes para los consumidores, ya que las repercusiones económicas, como costos de producción menor, mayor facilidad de cultivo o necesidad de menores subvenciones agrarias no se han trasladado por el momento hacia ellos en forma de nuevos productos, precios menores, etc. Además, dado que los cultivos más importantes (maíz, soja) no se comercializan directamente, sino que son materias primas para otras industrias o se utilizan en alimentación animal, es razonable pensar que este traslado de beneficios nunca se va a producir. Las ventajas medioambientales por menor uso de insecticidas son también pequeñas, y tampoco los consumidores las aprecian directamente.

El riesgo que aparece a primera vista es la posibilidad de que, al introducirse una proteína "extraña" en el alimento (la toxina o el enzima bacteriano, por ejemplo) pudieran aparecer reacciones de alergia en algunos consumidores. La experiencia del uso desde hace bastantes años de la toxina de *Bacillus thuringiensis*, en la "agricultura biológica" sin que se hayan indicado casos de alergia hace que no parezca probable su aparición al encontrarse dentro de un transgénico. Lo mismo puede decirse de las otras proteínas, de las que por el momento tampoco se conoce un solo caso de alergia a ellas.

En cuanto a los genes transferidos, el único que pudiera considerarse cuestionable es el de resistencia a un antibiótico, gen utilizado como auxiliar en algunos transgénicos. En condiciones naturales, el paso del gen de resistencia desde el vegetal a las bacterias es extremadamente difícil, y en cualquier caso, ese paso, de producirse, sería insignificante comparado con la propia presencia del gen de

resistencia en la población natural. El grave problema de las resistencias a antibióticos no se debe tanto a la existencia de los genes de resistencia como a la presión de selección inducida por un uso incorrecto de los antibióticos en medicina humana o animal.

A esto hay que añadir que en la mayoría de los casos, los productos que se consumen no son los propios vegetales, sino materiales muy elaborados, como la glucosa obtenida del almidón del maíz o el aceite en el caso de la soja, materiales en los que no hay ni DNA ni proteínas.

### **Efectos sobre el medio ambiente.**

Desde el punto de vista medioambiental, los vegetales transgénicos con genes de resistencia a insectos representan una ventaja medioambiental desde el momento en que reducen la utilización de insecticidas químicos, menos específicos que el presente en el propio vegetal. También los genes de tolerancia a herbicidas pueden representar una ventaja medioambiental al permitir una mejor gestión del uso de los herbicidas, utilizando aquellos que son menos tóxicos y persistentes (glifosato y glufosinato) pero que presentaban problemas precisamente por su falta de selectividad.

El riesgo de paso de los genes de resistencia a plantas salvajes se ha planteado como una posibilidad de creación de "supermalezas". Este planteamiento olvida que esto solamente es posible por polinización entre especies muy próximas, que en los casos de soja y maíz no existen en Europa, y que, en cualquier caso, los parientes salvajes de las plantas cultivadas no han representado nunca un problema como "malas hierbas".

En cuanto al riesgo de que el polen del maíz transgénico pueda afectar a insectos no diana, los experimentos en condiciones de campo han demostrado que es mínimo, mucho menor que si se usan insecticidas químicos.

Por supuesto, en otros transgénicos distintos pueden aparecer riesgos ecológicos reales, como en el caso de los peces gigantes o de crecimiento acelerado, que exigen un estudio detallado antes de su autorización.

Los principales riesgos para la preservación de la biodiversidad son:

- Desplazamientos por plantas o malezas Invasivas.
- Desaparición de variedades más antiguas, variedades originarias, diversos genes, y compuestos químicos presentes en variedades originarias, como consecuencia de la polinización cruzada con especies transgénicas.
- Desaparición de variedades o cepas más antiguas por falta de su cultivo.
- Desaparición de especies (insectos, plantas u otros organismos) por efecto de nuevos compuestos químicos nocivos (insecticidas) o como consecuencia del desplazamiento por especies transgénicas.
- (e) Alteración en especies no transgénicas por transferencia de genes.
- (f) Aparición de microorganismos resistentes a antibióticos.
- (g) Cambios en equilibrios ecológicos.

La preservación de la biodiversidad de nuestro país tiene una gran importancia médica, social y económica para nuestro país, en especial para las futuras generaciones, por cuanto cada una de las especies que integra nuestra biodiversidad tiene las siguientes potencialidades:

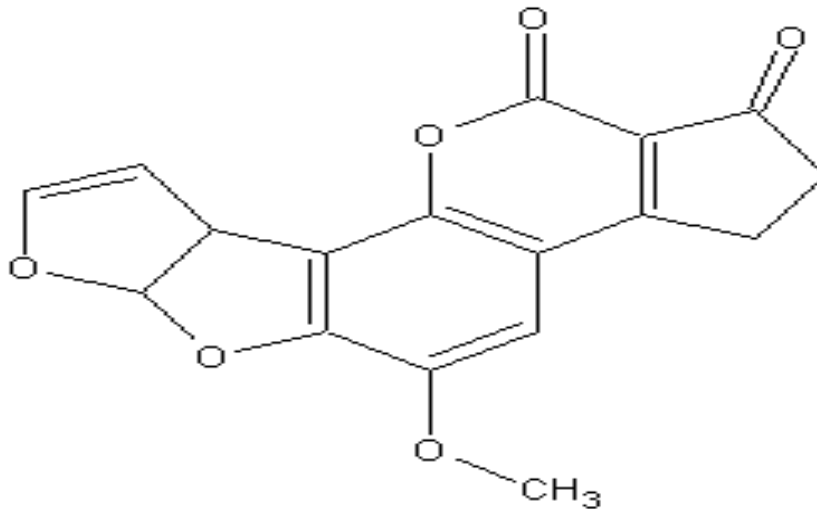
Desarrollo de nuevos fármacos.

Desarrollo de nuevos productos alimenticios (prevención de enfermedades).

Desarrollo de nuevos productos de uso en diversas actividades económicas.

- Productos químicos
- Pigmentos
- Fibras
- Flores ornamentales
- Ocupación masiva de mano de obra (trabajo)
- Desarrollo de actividades económicas ambientalmente limpias y sustentables
- Contribuir al desarrollo de los pueblos originarios y a la preservación y divulgación de sus culturas como parte importante de la diversidad cultural del país, y a su vez aprovechando los beneficios económicos del desarrollo de productos originados de especies vegetales reconocidas por ellos ancestralmente, incluyendo nuevos fármacos.

## La Aflatoxina



Estructura química de la Aflatoxina B1

Las **aflatoxinas** son micotoxinas producidas por muchas especies del género de hongos *Aspergillus*, los más notables *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* y *Aspergillus parasiticus*.

Las aflatoxinas, permanentemente aparecen como problemas en el mundo: muerte repentina de cien mil pavos alimentados con maní infectado con aflatoxina, en Escocia, 1960; Saddam Hussein ordenó a su gobierno de Iraq a producir aflatoxina como arma biológica, en 1989, Los métodos usados por los científicos

iraquíes de la Fábrica Salman Pak eran: hacer crecer *Aspergillus* en arroz húmedo, y el producto final (2.200 L) era altamente impuro. Aunque jamás los EE.UU. encontraron nada luego de la Invasión a Iraq 2003.

Los *Aspergillus* son muy comunes y dispersos en ambientes, encontrados cuando los cultivos en periodo de cosecha están expuestos a alta humedad por largo periodo de tiempo o están sufriendo severa sequía, condiciones que bajan las barreras a su entrada.

El hábitat de *Aspergillus* es el suelo, donde se encuentra vegetación, heno, granos, deteriorados microbiológicamente e invadidos por todo tipo de sustratos orgánicos, mientras las condiciones ambientales sean favorables para su crecimiento, que incluyen alta humedad (al menos 7 %) y alta temperatura.

Los cultivos más afectados son los cereales (maíz, sorgo, mijo, arroz, trigo), oleaginosas (olivo, soja, girasol, algodón), especias (pimienta chile, pimienta negra, culantro, Curcuma longa, Zingiber officinale), árboles nogal (almendro, Pistacia vera, Juglans regia, Cocos nucifera). Puede hallarse también en la leche de los animales alimentados con pasto contaminado.

Las aflatoxinas son tóxicas y carcinogénicas para animales, incluyendo humanos. Luego de la entrada al cuerpo, las aflatoxinas se metabolizan por el hígado con un reactivo intermedio, la aflatoxina M1.

Hay dos técnicas para detectar niveles de aflatoxina en humanos.

1) Midiendo el AFM<sub>1</sub>-guanina en orina. La presencia de este producto de la metabolización indica exposición a aflatoxina en las 24 h anteriores. Sin embargo, esta técnica tiene un error significativo en dar resultado positivo en solo un tercio de los positivos. Adicionalmente, debido a la vida media de ese metabolito, el nivel de guanina AFM<sub>1</sub> medido puede variar significativamente de día a día, dependiendo de la dieta, y no es útil para documentar exposición de largo término.

2) Para medir el AFB<sub>1</sub> - albúmina en el suero sanguíneo. Esta aproximación es significativamente más segura, ya que positiviza el 90% de los positivos. Además es útil para medir exposiciones crónicas, ya que mantiene la positividad por dos a tres meses.

### **Interacción entre Aflatoxina y el virus de la Hepatitis B**

Los estudios muestran que la infección concurrente con el virus de la Hepatitis B (HBV) durante la exposición a la Aflatoxina incrementa el riesgo de carcinoma hepatocelular (HCC). Como el virus HBV interfiere con la habilidad de los hepatocitos a metabolizar aflatoxinas, una Aflatoxina M<sub>1</sub>-ADN conjugada existe durante un prolongado periodo de tiempo en el hígado, incrementando la probabilidad de daño de oncogénesis como el p53. Este efecto es sinérgico con el daño que resulta mucho mayor que el de la suma de Aflatoxina o HBV individualmente.

**La disminución de los niveles de infección de HBV con la vacunación es un medio efectivo** y simple para reducir estos efectos dañinos sinérgicos, además de disminuir la exposición crónica a aflatoxinas. Esta estrategia sería altamente efectiva – en regiones del mundo donde hay mucha Aflatoxina, como en África del oeste y en China, que tienen altas tasas de infección con el virus HBV.

## Bibliografía

1. *Carlos Darwin, El Origen de las Especies, 6ta. impresión, John Murray, Londres 1902, p. 278.*
2. Obtenido de "<http://es.wikipedia.org/wiki/Aflatoxina>"  
Categorías: [Wikipedia: Artículos con enlaces externos rotos](#) | [Toxicología](#) [Micología](#) | [Micotoxinas](#)
3. Zilinskas, RA. *Armas biológicas iraquíes. ¿El pasado como futuro?* JAMA 1997;278:418-24.
4. Williams JH, Phillips TD, Jolly PE, Stiles JK, Jolly CM, Aggarwal D. *Aflatoxinas humanas en países en desarrollo: revisión de toxicología, exposición, consecuencias potenciales a la salud, e intervenciones.* Am J Clin Nutr 2004;80:1106-22.
5. *Dan. L. Lindsley y E.H. Grell, Variaciones Genéticas de la Drosophila melanogaster, Carnegie Intitution of Washington, Pub. No. 627, 1967.*  
encontrado en: [kberra@respuestasengensis.org](mailto:kberra@respuestasengensis.org).
6. Hoover, D. et al. (2000) Human food safety evaluation of rDNA biotechnology-derived foods Food Technol., 54 (9) 53-61
7. Institute of Food Technology (2000) Genetically modified organisms (GMOs). Food Technol., 54 (1) 42-45
8. Institute of Food Technology (2000) IFT expert report on biotechnology and foods. Introduction. Food Technol., 54 (8) 124-136
9. Monsanto (2001) Evaluación de la seguridad de la soja Roundp Ready, evento 40-3-2. 40 pags.
10. Monsanto (2001) Seguridad del maiz Mon 810 (YieldGard) genéticamente protegido contra taladros. 38 pags.
11. Pengue, W.A. (2000) Cultivos transgénicos. ¿AHacia donde vamos? Lugar Editorial, Buenos Aires. 206 pags.