

Introducción a los Organismos Genéticamente Modificados



Arnaud Apoteker



Centro de Estudios
para el Cambio en
el Campo Mexicano

Introducción
a los
Organismos
Genéticamente Modificados

Arnaud Apoteker

Centro de Estudios
para el Cambio en el Campo Mexicano

Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano
ceccam@laneta.apc.org

Redacción y corrección de estilo: Margarita Briones

Asesoría en biología: Adán Oliveras

Ceccam, segunda edición, octubre 2003

Fotografía: Daniel Oliveras

Esta publicación fue posible gracias al apoyo financiero de:

- Kerkinactie -Iglesia en Acción- una entidad de las Iglesias Protestantes Unidas en Holanda.
- Fundación Sueca para la Protección de la Naturaleza (Sveriges Naturskyddsförening).

Contó con el apoyo solidario de la organización holandesa Both Ends.

ÍNDICE

*La aparición de los Organismos Genéticamente
Modificados y su contexto 6*

La genética de la vida y la ingeniería genética 9

*Los métodos para la introducción de un nuevo
gen en un organismo 14*

Los riesgos de la introducción de OGMs 16

La razón de ser de los OGMs 27

*Los problemas producidos por las diferentes
transformaciones genéticas 29*

*El impacto socioeconómico de la revolución
biotecnológica 33*

Un Organismo Genéticamente Modificado
es un organismo VIVO
cuyo patrimonio genético ha sido modificado
al introducirle genes de otras especies

En febrero de 1999, el Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano y la Unión Nacional de Organizaciones Regionales Campesinas Autónomas, con el apoyo de la Fundación para el Progreso del Hombre, organizaron un taller para dar a conocer a los campesinos y a la sociedad civil, qué son los organismos genéticamente modificados, conocidos también como organismos transgénicos, y analizar las implicaciones de esta segunda revolución en el agricultura para el ambiente, la salud y la autonomía campesina.

Arnaud Apoteker, un científico francés vinculado a las organizaciones y luchas campesinas, fue el instructor del taller y el autor del material que aquí se presenta.

Durante estos cinco años, cuatro principales cultivos transgénicos —soya, maíz, algodón y canola— han expandido su superficie sembrada hasta alcanzar en el año 2003, los 59 millones de hectáreas en el mundo. Se distribuyen principalmente en cinco países: Estados Unidos, Argentina, Canadá, China y Sudáfrica. Los cultivos transgénicos que se encuentran en el mercado han sido modificados para lograr tres tipos de características: ser resistentes a los herbicidas, ser resistentes a los insectos, o para combinar ambas.

Cinco compañías agrobiotecnológicas concentran el mercado de las semillas transgénicas y Monsanto monopoliza con sus semillas cerca del 90 por ciento de las hectáreas plantadas con cultivos transgénicos en el mundo.

La contaminación genética del maíz mexicano es uno de los riesgos ecológicos señalados aquí como un peligro que desafortunadamente hoy es una realidad.

La primera edición de este folleto se distribuyó ampliamente. Lo reeditamos a petición de varios grupos sociales, por su importancia como documento introductorio a los organismos genéticamente modificados y por la vigencia de la información presentada.

Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano

Ciudad de México, octubre, 2003

1. La aparición de los Organismos Genéticamente Modificados y su contexto

El tema de los **Organismos Genéticamente Modificados** (OGMs) es bastante complicado tanto a nivel técnico como económico. Debido a esta complejidad, las autoridades nacionales de diferentes países piensan que el público en general no se puede apropiar del asunto y que se trata únicamente de un debate para expertos. Así que se considera que el público no tiene derecho a intervenir, al igual que ocurre con el tema de la energía nuclear. Sin embargo, la diseminación de OGMs en el ambiente tiene implicaciones importantes para las organizaciones campesinas, pues afectará los distintos procesos ecológicos, incluyendo la interrelación del hombre con la naturaleza, e incluso podría traer consecuencias para la salud.

La ingeniería genética y los OGMs se pueden abordar desde muchos puntos de vista. Es muy difícil abordarlos desde un razonamiento lineal, porque hay muchos aspectos que se cruzan entre sí. Brevemente, podemos decir que un Organismo Genéticamente Modificado o manipulado es un organismo —que puede ser un microorganismo como una bacteria o un virus, o bien una planta o un animal— cuyo patrimonio genético ha sido modificado con genes importados de otras especies. Actualmente el hombre, a partir de técnicas complejas, puede extraer un gen de una especie (por ejemplo, de una planta) e insertarlo en otra especie, ya sea otra planta, un microorganismo o un animal.

Hoy en día la mayor preocupación son las plantas genéticamente modificadas, pues es en este grupo donde los experimentos están más avanzados. En la actualidad ya existen también animales genéticamente modificados, pero se trata sólo de experimentos de laboratorio y todavía no se han liberado en la naturaleza.

Con estas modificaciones, el hombre les da a estas plantas o animales algunas propiedades que la naturaleza no les ha otorgado. En el caso de las plantas,

supuestamente se trata de un proceso de "mejoramiento", pero se trata de un procedimiento muy diferente a los que ocurren normalmente en la naturaleza y a todos aquellos que el hombre ha utilizado desde el descubrimiento de la agricultura.

Esta técnica es muy reciente, por lo que mucha gente desconoce el tema. Las primeras plantas genéticamente modificadas fueron creadas en el laboratorio hace quince años. Sin embargo, hoy en día se encuentran diseminadas en el ambiente. Hay millones de hectáreas sembradas con estas plantas, principalmente en Estados Unidos, Argentina, Canadá, China y otros países.

Es importante tener en cuenta también algunos datos cronológicos para ponerlos en relación con estas nuevas técnicas. El descubrimiento de la agricultura data de hace 10,000 años, mientras que la vida apareció en la tierra hace aproximadamente 3,500 millones de años. Desde entonces, la evolución de la vida sobre el planeta ha llevado a la formación de organismos cada vez más complejos. Los primeros organismos que aparecieron en la Tierra sólo tenían una célula, y poco a poco fueron desarrollando más células hasta llegar a tener miles e incluso millones de células en el caso de los organismos más complejos. Otra parte del proceso de evolución ha consistido en la **especiación**, es decir, en que los organismos se diferencian y separan entre sí, dando origen a nuevos grupos y especies. De esta manera, la evolución ha impuesto barreras para que un gato no pueda cruzarse con un perro, o que el elefante o el escorpión no puedan cruzarse con una planta de maíz. Es como si la naturaleza hubiera puesto ciertos genes en unos cajones y otros genes en otros, y no puede ser únicamente una cuestión de suerte que un determinado gen esté en el reino animal y otro en el vegetal.

Ahora, con las nuevas técnicas, los genes que están en un cajón los ponemos en otro cajón y los diseminamos en millones de hectáreas. En sólo quince años el hombre ha podido quebrar las barreras entre las especies. Y como lo está haciendo en cantidades muy grandes, está interfiriendo directamente con los procesos de evolución que se han dado desde la aparición de la vida en nuestro planeta. Por esto no tenemos ninguna

perspectiva sobre lo que hacemos. Tan sólo han transcurrido cinco años desde que los primeros cultivos transgénicos fueron comercializados, y actualmente en los Estados Unidos hay ya unos 30 millones de hectáreas cultivadas con plantas transgénicas.

2. La genética de la vida y la ingeniería genética

Para poder debatir sobre el tema de los OGMs es necesario conocer un poco acerca de la genética y de las nuevas técnicas.

Todos los organismos sobre el planeta, desde un virus hasta los organismos más complejos, como podría ser el hombre, tienen la misma estructura dentro de sus células. Esta estructura, que se descubrió en 1953, es una molécula muy especial que se llama **ácido desoxirribonucleico** o **ADN**. A pesar de que no lo podemos ver a simple vista, se trata de una molécula muy grande, que está compuesta por dos hilos o hebras enrolladas formando una especie de doble hélice. Esa doble hélice puede ser más o menos larga dependiendo del organismo de que se trate, pero siempre tiene la misma estructura básica.

Esta molécula es responsable de todos los caracteres de los organismos (por ejemplo, de ella depende si una persona tiene los ojos azules o de otro color), y al mismo tiempo es responsable de su evolución. De hecho, la molécula de ADN puede imaginarse como un programa de computadora, que tiene todas las instrucciones para el funcionamiento de las células de los organismos.

Esta molécula puede almacenar todas esas instrucciones gracias a su peculiar estructura. Las dos hebras de ADN están formadas por la sucesión de otras cuatro moléculas más pequeñas llamadas **nucleótidos**, y son la adenina, timina, citosina y guanina, que suelen denominarse de forma abreviada como A, T, C y G. Dentro de la gran molécula de ADN, estos cuatro nucleótidos pueden ordenarse entre sí de diferentes maneras, y codificar distintas informaciones, al igual que las letras del abecedario pueden combinarse entre sí de muchas formas dando lugar a infinidad de palabras y frases.

Cada especie posee una longitud de ADN y una ordenación de nucleótidos única, que la diferencia de todas las demás especies. En general, las células de los organismos más simples tienen una sola molécula de ADN, mientras que en las de los organismos más complejos hay varias moléculas de ADN de mayor longitud. Por ejemplo, en el caso de las bacterias esta molécula tiene un tamaño de 1.8 mm, en tanto que la del hombre es bastante más grande (si se desdoblara mediría 1.3 m).

La estructura de la molécula de ADN es importante no sólo porque como acabamos de ver, contiene todas las instrucciones que necesita cada organismo para vivir, sino porque además permite que estas instrucciones se transmitan fielmente de célula a célula, y de generación en generación. Esto es posible porque cada vez que una célula se divide para formar dos células hijas, las dos hebras de su ADN se separan y de esta manera cada hebra se usa de molde para fabricar una nueva hebra. Para ello, es muy importante tener en cuenta que en la doble hebra los nucleótidos sólo pueden emparejarse entre sí de la siguiente manera: la A siempre se emparejará con la T, y la C siempre lo hará con la G (y viceversa).

Esto se entenderá mejor con un ejemplo: Imaginemos que tenemos estas dos hebras formando un fragmento de una molécula de ADN.

Hebra 1: A T G A A T C G C T A C G

Hebra 2: T A C T T A G C G A T G C

Podemos observar cómo, cuando en la hebra 1 aparece una A, en la hebra 2 aparece una T; y viceversa, cuando en la hebra 1 aparece una T, en la hebra 2 aparece una A. Igualmente, cuando en la hebra 1 aparece una C, en la hebra 2 aparece una G; y cuando en la hebra 1 aparece una G, en la hebra 2 aparece una C.

Cuando la célula va a dividirse, las 2 hebras de la molécula de ADN se separan, y cada una sirve como molde para la fabricación de una nueva hebra, siguiendo estas

normas básicas de emparejamiento. Así la hebra 1 del ejemplo anterior originará una nueva hebra 2, y la hebra 2 del ejemplo anterior originará una nueva hebra 1.

Hebra 1: *A T G A A T C G C T A C G*

Nueva hebra 2: *T A C T T A G C G A T G C*

Hebra 2: *T A C T T A G C G A T G C*

Nueva hebra 1: *A T G A A T C G C T A C G*

De este modo, este proceso dará como resultado la obtención de dos moléculas de ADN idénticas a la original.

Estas particularidades son las que hacen que la molécula de ADN sea tan especial, y por eso se la conoce también como "la molécula de la vida".

En el interior de esa molécula se encuentran los **genes**, que podemos definir como el fragmento de ADN que es responsable de un carácter específico en un organismo, como por ejemplo el color de sus ojos.

El número de genes varía según los organismos. Una bacteria tiene muy pocos genes (entre 100 y 300 genes), mientras que las plantas tienen entre 20 y 50,000 genes, y los mamíferos como el hombre tienen más o menos 100,000 genes.

La ingeniería genética consiste justamente en introducir nuevos genes dentro de una molécula de ADN. A partir de constatar que todos los seres vivos tienen este mismo código, la ingeniería genética ha llegado a la conclusión de que se puede tomar un gen de una especie y ponerlo en otra. Sin embargo, recientemente se ha visto que no es tan simple afirmar que un gen es responsable de una característica particular como se decía en los años 70, pues se ha descubierto que el mismo gen no funciona de la misma manera según el lugar donde esté colocado en esa gran cadena de ADN. Por tanto, los genes son mucho más complejos de lo que se pensaba antes y por consiguiente la técnica

de la ingeniería genética se está apoyando en una teoría que no podemos considerar plenamente válida.

En realidad, resulta que no toda esa cadena está formada por genes. La mayor parte del ADN no se sabe para qué sirve, e incluso se ha llegado a decir que no sirve para nada. Así que la ingeniería genética empieza a manipular este ADN sin saber la función de muchas de sus zonas.

La proporción de ADN que es desconocida depende del tipo de organismo. Cuanto más complejo es el organismo, menor es la proporción de genes conocidos dentro de las moléculas de ADN. Por ejemplo, en las bacterias casi toda la cadena de ADN está constituida por genes. En las plantas los genes representan sólo el 30 por ciento de esta cadena, mientras que en el ser humano son sólo el 5 por ciento de la cadena aproximadamente. El resto no se sabe bien qué es, y apenas se empiezan a conocer algunas partes. Así que aproximadamente el 40 por ciento del ADN es desconocido, hasta el punto de que algunos investigadores lo han llamado "ADN basura" porque pensaban que era totalmente inútil. En la actualidad se ha empezado a saber que tiene más funciones. De hecho, toda la parte que no corresponde a los genes ("ADN basura") es única para cada ser vivo.

Con todo esto, vemos que la técnica que usa la ingeniería genética, aunque es muy sofisticada, todavía es una técnica como de "collage" —como ir pegando unas cosas encima de otras— pues se inserta un gen en una molécula de ADN y no se sabe bien qué influencia puede tener en toda esa parte que no está constituida por genes.

Otro descubrimiento que sirvió para preparar el terreno a la ingeniería genética tuvo lugar hacia 1970-1975, cuando se tuvo conocimiento de unas moléculas llamadas **enzimas de restricción**. Son moléculas que tienen una característica bastante particular, pues permiten cortar el ADN en el punto que se quiere, actuando como una especie de cuchillo molecular, y de esta manera se pueden extraer los genes de un organismo para después ponerlos en otro.

La primera vez que se utilizaron estas enzimas de restricción para crear plantas transgénicas fue en 1984, cuando se creó la primera planta de espárrago genéticamente modificado en un laboratorio de una Universidad de Bélgica.

Es importante tener en cuenta que no se puede transferir el gen directamente a la planta entera, sino que se tiene que introducir en las células iniciales de la planta (es decir, en las yemas) para que al dividirse estas células de manera natural, este gen se incorpore de manera definitiva en la planta y posteriormente también a sus descendientes.

Así que si alguien quiere desarrollar una característica en una planta, como por ejemplo, hacerla más resistente a los insectos, tiene que introducirle un gen (proveniente de cualquier otro organismo) que genere una sustancia tóxica para los insectos. Y para eso se necesita:

- a) Que el gen productor de esa sustancia tóxica sea introducido en las células de la planta.
- b) Que ese gen continúe con sus características orgánicas (produciendo toxinas), y modifique a toda la planta manipulada.

3. Los métodos para la introducción de un nuevo gen en un organismo

La introducción de un nuevo gen en un organismo es un proceso complejo, que no puede realizarlo un agricultor sino que forzosamente debe hacerse en un laboratorio. Hasta el momento se ha experimentado fundamentalmente con dos métodos: uno que se puede calificar como "**guerra bacteriológica**" y el otro que podemos llamar "**guerra convencional**".

a) El método de la "guerra bacteriológica"

Desde hace unos años se ha observado que existen en la naturaleza unas bacterias —principalmente en el suelo— que tienen la facultad de provocar una enfermedad en las plantas, parecida al cáncer. Dicho de otra manera, las bacterias atacan a la planta e intercambian parte de su material genético con ella, provocándole unos tumores. Entonces, esta propiedad es la que se utiliza en la ingeniería genética para transferir a las plantas los nuevos genes que desean.

Para ello, con las enzimas de restricción se corta el gen que interesa del animal o del organismo de que se trate. A continuación, ese gen se introduce en las bacterias responsables del tipo de cáncer que mencionábamos, y con esas bacterias se infecta la planta. De esta manera, la bacteria intercambia parte de su material genético con la planta, a través de un proceso que aún no se sabe bien cómo funciona pero cuyo resultado es visible. Después de introducir ese gen en la planta, se hace un cultivo hasta lograr que todas las células estén infectadas por esos genes, obteniéndose así una planta nueva.

Por estas razones se llama a este proceso "guerra bacteriológica", ya que estamos infectando una planta con un organismo foráneo e intercambiando sus respectivos genes, y después hacemos la regeneración de la planta completa. Sin embargo, este

mecanismo no funciona para todos los casos, pues hay plantas (como por ejemplo el maíz) que no intercambian su material genético con esas bacterias que se encuentran en el suelo. Entonces, el otro mecanismo que se usa es el que podríamos llamar "guerra convencional".

b) El método de la "guerra convencional"

Este método utiliza una especie de "cañón para genes", que es como un cañón pequeño con proyectiles microscópicos de plomo o tungsteno. En la superficie del proyectil se coloca el gen que se ha cortado con las enzimas de restricción (el gen de interés), y después se bombardea con el cañón a las células de las plantas, esperando que el gen entre al núcleo de las células y se integre en la molécula de ADN. Sin embargo, este procedimiento no siempre funciona, además de ser el más destructivo de los dos métodos.

En lo que concierne a la precisión de estos dos procedimientos, hay que señalar que en promedio sólo sobrevive una de cada mil células infectadas con el gen, por lo que hay que matar 999 células sin obtener ningún resultado. Es claro entonces que se trata de métodos muy agresivos que destruyen el equilibrio del ADN.

Otro punto importante que debe subrayarse es que, tanto si utilizamos un método como otro, no sabemos dónde se va a colocar el gen dentro de la cadena de ADN. Puede resultar que el gen nuevo vaya a desplazar a otro gen importante, y por eso la célula no sobrevive. También puede ocurrir que el gen se coloque en un lugar donde tal vez no va a tener la misma manera de funcionar.

Tenemos así una visión más o menos general de la forma en que se hace la transformación genética de los organismos o la **transgénesis**, aunque de hecho, los mismos ingenieros no saben realmente qué es lo que están haciendo.

4. Los riesgos de la introducción de OGMs

Los riesgos que se pueden ocasionar por el manejo de los organismos genéticamente modificados (OGMs) hasta ahora son sólo potenciales, pues afortunadamente no se ha registrado aún ningún accidente grave como consecuencia de la aplicación de la biotecnología.

A pesar de que muchas de las empresas que están desarrollando OGMs dicen lo contrario, es importante subrayar que esta técnica es radicalmente diferente a todas las técnicas de mejoramiento de las plantas que han experimentado los agricultores de todo el mundo desde el descubrimiento de la agricultura. Los hombres y mujeres de hace 10,000 años empezaron a seleccionar las plantas que tenían las mejores características en el ecosistema donde estaban viviendo (por ejemplo, las que tenían el mayor rendimiento, los granos más grandes, etcétera), y las cruzaban con otras, con la intención de lograr plantas con mejores características para el uso que necesitaban. Este tipo de cruza podrían también ocurrir en la naturaleza sin la intervención del hombre. De hecho, hasta hace pocos años lo que se había hecho era únicamente cruzar variedades distintas de la misma especie que nunca se habrían juntado de manera espontánea porque pertenecían a diferentes zonas geográficas; o bien se creaban híbridos entre especies muy cercanas. Pero no se podía cruzar una planta de trigo con una de maíz y mucho menos una planta de maíz con un escorpión.

La ingeniería genética, en cambio, sí es capaz de hacer eso. Por ejemplo, puede tomar un gen de un escorpión para ponerlo en una planta de maíz con el fin de que ésta produzca una toxina que la proteja de los insectos nocivos. Eso nunca se podría producir de manera natural, ya que existen barreras reproductivas que impiden la cruce de una planta de maíz con un escorpión.

Del mismo modo, en el caso de las técnicas convencionales, cuando se cruzan variedades de la misma especie, se mezcla todo el genoma (ADN) de las dos variedades. Estos genomas están en balance, es decir en equilibrio con el ambiente. Pero ahora la ingeniería genética está creando nuevas especies que no han tenido un pasado de evolución con el ecosistema en que se liberan, son especies totalmente nuevas que no han evolucionado con su ambiente.

Por otra parte, la forma en que un agricultor y un ingeniero genético perciben a las plantas es muy diferente y refleja una cosmogonía distinta. Para el campesino, la planta es un todo. Pero el ingeniero la ve tan sólo como una acumulación de moléculas, ve la vida como si fuera una especie de "mecano", y él puede tomar un elemento de una parte y ponerlo en otra. De igual manera, se pierde el sentimiento de que realmente las plantas y los animales son seres vivos y que tienen una evolución que va paralela a la del ambiente en el cual están. La ingeniería genética se separa totalmente de todas las técnicas anteriores para el mejoramiento de las plantas.

De este modo, no se puede prever cuál va a ser el comportamiento de estas especies que no han vivido nunca en el ambiente donde ahora se les libera. Es totalmente imprevisible cómo van a interactuar con los otros elementos de la biosfera, por lo que se correrán riesgos totalmente nuevos.

Simplificando, podemos hablar de tres tipos diferentes de riesgos que se generan con la introducción de Organismos Genéticamente Modificados:

1. Los riesgos causados por la propia técnica de fabricación de estos organismos transgénicos.
2. Los riesgos ecológicos.
3. Los posibles riesgos para la salud, vinculados al consumo de plantas transgénicas o de sus productos derivados.

Vamos a examinar más en detalle cada uno de estos rubros.

1. Los riesgos causados por la técnica

La técnica para crear OGMs utiliza bacterias y otros organismos (por ejemplo virus) que se llaman **vectores** porque transportan los genes de una especie a otra. De este modo, se están usando microorganismos que pueden infectar también a otros organismos. Aunque teóricamente no afectan a la salud humana, los microorganismos vectores se multiplican rápidamente y por tanto, después de reproducirse durante varias generaciones (lo cual puede llevarse a cabo incluso en pocos minutos), esos microorganismos pueden llegar a mutar (lo cual de manera natural sucede constantemente) y crear patrones que resulten patógenos para el hombre.

Recientemente, con el caso de la fiebre de Ébola, hemos visto que el virus que la produce ha podido pasar de una especie a otra. Por lo tanto, las consecuencias que puede traer consigo este tipo de experimentos con virus y bacterias son muy difíciles de prever hoy día, sin embargo son muy probables. Así que con la técnica misma estamos jugando con fuego.

Otro factor a añadir es que aún en el supuesto de que estos virus y bacterias sean utilizados únicamente en el laboratorio, hay posibilidades de que salgan al exterior. Por ejemplo, ha habido casos de gente que trabaja en esos laboratorios que cuando ha llevado su ropa a la lavandería, ha encontrado que algunas de esas bacterias todavía sobrevivían. Por esta vía o por otras parecidas, esos microorganismos pueden entrar en el ambiente y contaminar a diferentes especies. Este tipo de riesgos son muy reales a pesar de que casi nunca se mencionan.

2. Los riesgos ecológicos

Aunque hoy en día las plantas transgénicas se encuentran diseminadas en superficies muy grandes, afortunadamente todavía no se han registrado accidentes ecológicos

vinculados con estas diseminaciones. No obstante, el hecho de que en cuatro años no haya habido accidentes no garantiza que en el futuro esto no vaya a ocurrir, porque la superficie cultivada con dichas plantas se está incrementando rápidamente, cada año se duplica a nivel mundial.

Es bastante difícil hablar de los riesgos ecológicos provocados por las plantas transgénicas de una manera general, porque éstos dependen de diferentes factores.

Estos factores son básicamente tres:

- a)** La planta en que se introduzca el gen extraño (pues el riesgo no es el mismo para un cultivo de maíz, de sorgo, de soya, tomate, etcétera).
- b)** El tipo de gen que se introduce (si es para que la planta se vuelva resistente a un insecto o a un herbicida; si es para que madure más despacio, etcétera).
- c)** El eco sistema en el que se va a liberar la planta modificada.

Esta complejidad hace que muchas de las autoridades nacionales digan que no se puede hablar de riesgos en general, cuando se menciona el tema de la bioseguridad. Pero sí debe hablarse de las consecuencias concretas que podrían darse en cada caso.

De cualquier manera, entre los riesgos más generales hay que subrayar que las plantas transgénicas son prácticamente nuevas especies. Son organismos que no han tenido un pasado de evolución y equilibrio con el ecosistema en que ahora se encuentran, por lo que no se puede prever cuál será su reacción en el mismo. Los riesgos son más o menos comparables con las consecuencias negativas que se produjeron cuando fueron introducidas especies exóticas en nuevos ecosistemas. Por ejemplo, en las islas del Pacífico Sur como Nueva Zelanda o Nueva Caledonia, cuando llegaron los europeos por primera vez a esa parte del mundo llevaron consigo sus animales y plantas, y muchas veces esas especies exóticas para la región aniquilaron parte de la biodiversidad local y causaron considerables daños ecológicos en esas islas. Por lo tanto

muchas especies han desaparecido debido a que el hombre ha introducido en su ecosistema nuevas especies que se han convertido en depredadores para las especies nativas. Un caso bastante conocido es el de un ave de Nueva Zelanda llamada dado, esta especie fue víctima de los animales traídos por los europeos, y en la actualidad está considerada como extinta.

Otro ejemplo de este tipo se dio en el Mar Negro, en Europa del Este, cuando se introdujo por accidente un nuevo tipo de medusa muy pequeña, procedente de otras partes del mundo y que no tenía un depredador natural en ese medio. Esta medusa se multiplicó tan rápidamente en su nuevo ecosistema que ha ido acabando poco a poco con todas las especies, incluyendo a las especies de peces, y ahora mismo representa el 90 por ciento de la biomasa del Mar Negro.

Otro caso parecido es el de unos moluscos que fueron introducidos en varias lagunas del norte de Estados Unidos. Estos moluscos se han multiplicado tan deprisa, que poco a poco han llegado a tapar los conductos de agua que abastecen a las grandes ciudades y han ocasionado pérdidas de millones de dólares para la economía norteamericana.

Este tipo de alteración del eco sistema provocado por especies exóticas es exactamente lo mismo que puede acontecer con la introducción de plantas transgénicas, y especialmente en el caso de las plantas en las que el gen introducido nos da una ventaja comparativa con respecto a otras especies. Por ejemplo, si en una especie se introduce el gen de resistencia a un determinado insecto, es evidente que esta planta va a resistir mucho mejor a esos insectos en comparación a las otras plantas. Pero después hay muchos riesgos, pues puede ocurrir que finalmente acaben desapareciendo en primer lugar todas las plantas que no tienen esta ventaja comparativa, y en segundo lugar esa variedad de insecto, la cual a su vez podría ser una pieza clave dentro de la cadena alimenticia, lo cual daría como resultado una reducción masiva de la biodiversidad en esos ecosistemas.

Todavía no se ha podido demostrar que esté ocurriendo algo así en el caso de las plantas transgénicas, porque el cultivo intensivo de éstas empezó apenas hace cuatro años. Pero obviamente, esto no garantiza que nunca vaya a darse un fenómeno similar, ya que este tipo de problemas ecológicos normalmente tardan unos quince o veinte años en manifestarse.

Este es un primer ejemplo del tipo de peligros que pueden acontecer con la diseminación de estos OGMs. Otro riesgo que vale la pena señalar es lo que podríamos llamar "**contaminación genética**", similar al fenómeno que conocemos como "polución química". Todas las plantas que se cultivan hoy día pueden cruzarse con plantas silvestres o con sus antepasados de la misma especie, como ocurre por ejemplo en el caso de México, del maíz con el teocintle, o de variedades de maíz criollo que pueden cruzarse con maíces híbridos o "mejorados".

El cruzar estas variedades implica que se están mezclando o intercambiando sus respectivos genes. Al hacerse este intercambio, el gen que se ha introducido en la planta modificada (OGM) puede pasar a las variedades criollas u originarias de la misma especie, ya sea por polinización (que en el caso del maíz se produce por el viento, los insectos) o por otras vías. Podemos llamar entonces a este fenómeno **contaminación genética**, pues es muy parecida a la contaminación química producida por las sustancias que se escapan de una fábrica.

Por ejemplo., un campo de maíz transgénico a partir de la polinización abierta, puede contaminar con los genes foráneos el campo del productor vecino, cultivado con semillas no transgénicas e interesado en garantizar una producción orgánica o natural. La contaminación genética le impediría venderlo en ese nicho específico de mercado.

Esta situación es comparable también con la polución radiactiva que se fuga de las centrales nucleares o de los centros de procesamiento de desechos nucleares. Sin embargo, en el caso de la contaminación genética, hoy en día no hay ningún método para prever las consecuencias que pueda tener sobre todo el ecosistema. Pero sobre

todo, la principal diferencia entre la contaminación genética y la radiactiva o la química, es que la genética es irreversible, ya que afecta a seres vivos, que como tales se reproducen, pueden mutar y que además son capaces de dispersarse por sí mismos en el campo del agricultor y en el resto del ecosistema.

Esto le da a la contaminación genética una característica completamente diferente y muy preocupante. No es que la polución química o la radiactiva no sean graves. Pero si la empresa química deja de trabajar, la contaminación se va a detener y, poco a poco se va a reducir, aún cuando pueda tardarse muchos años. Lo mismo sucede con la polución radiactiva, pues al detener la actividad nuclear se puede parar la contaminación.

Pero en lo que concierne a la polución genética, aún cuando en un momento dado nos demos cuenta de que cierta planta genéticamente modificada pueda ser peligrosa y que el flujo de sus genes se ha transmitido a otras variedades, incluso parientes silvestres, la contaminación una vez que esté en el eco sistema no se podrá detener, al contrario, se irá multiplicando.

Un gen que se ha escapado de una planta hecha en un laboratorio nunca se podrá devolver nuevamente al laboratorio, por tanto permanecerá en el ecosistema y continuará reproduciéndose a manera de infección.

Es sabido que las plantas no están aisladas en el ecosistema, sino que mantienen relaciones con otras plantas, con los insectos, como las abejas que trasladan el polen a otros lugares, con los animales que se alimentan de ellas, y así sucesivamente. Así que un percance de ese tipo puede tener consecuencias bastante graves e imprevisibles en la cadena alimentaria de ese eco sistema y posteriormente sobre toda la biosfera.

De hecho, existe también una relación y un intercambio entre las plantas y los microorganismos del suelo, a través de un proceso que se denomina **transferencia horizontal**. Se han realizado experimentos que han demostrado que, cuando se manipula una planta para que produzca en mayores cantidades una proteína específica,

esto afecta también a las bacterias del suelo y se rompe totalmente la proporción de los microorganismos que viven alrededor de las raíces de la planta. El problema es que actualmente se conocen sólo el 10 por ciento de las especies de microorganismos del suelo, y por tanto no sabemos qué efectos puede tener el intercambio de genes entre éstos y las plantas.

En el caso de algunos cultivos, el argumento que dan a veces las empresas que se dedican a la ingeniería genética es que en el país donde se introduce una variedad genéticamente modificada no existen especies emparentadas que sean autóctonas. Así por ejemplo, cuando se autorizó el maíz transgénico en Europa, el argumento era que no hay variedades criollas de maíz en Francia. Sin embargo, y aunque tal vez ese maíz transgénico no va a contaminar ninguna especie silvestre, sí puede contaminar otras especies cultivadas de maíz. También hay que tomar en cuenta que el campo no está aislado, y menos aún ahora que vivimos en una economía globalizada. De este modo, si el maíz genéticamente modificado se autoriza en Estados Unidos o en Europa, después va a ser transportado por carreteras o en barco por todo el mundo y no hay garantía de que ese maíz no llegue a México y que afecte a las variedades de maíz nativas y por lo tanto a toda la cadena alimentaria del ecosistema. Así que tenemos ante nosotros un problema grave.

Los efectos ecológicos que se van a producir debido a los cultivos transgénicos dependerán del lugar y en particular del ecosistema en el cual sean cultivados.

3. Los riesgos para la salud

Las empresas que están diseminando las plantas transgénicas y las están usando para nuestra alimentación están haciendo un experimento de tamaño gigante en el que los animales de laboratorio somos los seres humanos. Es evidente que las plantas que se han sacado al mercado no son un veneno instantáneo, pues las empresas tienen que obtener beneficios, y si sacaran al mercado un producto que fuera tan peligroso, la gente

haría mucha presión sobre ellas y tendrían que cerrar sus puertas. Pero el problema es que no se han realizado ensayos sobre las consecuencias que puede tener para los humanos la ingestión de estas plantas. Y dado que su cultivo es muy reciente, tampoco se conocen los efectos que puedan tener a largo plazo sobre nuestra salud. Así que los riesgos que puedan originarse con la introducción de OGMs son totalmente desconocidos.

Lo mismo sucede con los herbicidas, cuyas consecuencias a largo plazo aún no son conocidas. Las pruebas que se han hecho con ellos para averiguar sus efectos sobre la salud se han realizado con animales y se han prolongado como máximo durante las diez semanas previas a que los productos obtuvieran la autorización para ser vendidos. Entonces, si no hay riesgos inmediatos, el producto se pone a la venta, aún cuando no sepamos nada de los riesgos que puede tener a largo plazo.

Aunque por nuestra parte no podemos mencionar riesgos específicos, hay dos efectos que probablemente puede producirse:

1. El primer efecto podría ser un **incremento de las alergias** relacionadas con la alimentación, ya que tienen que ver con las proteínas de los alimentos, las cuales son el resultado de la acción de los genes. Entonces, cuando se introduce un nuevo gen se crean nuevas proteínas en ese alimento, y éstas nuevas proteínas tal vez podrían llegar a causar alergias. Las alergias vinculadas a los vegetales muchas veces provienen de proteínas que las plantas sintetizan para defenderse contra las bacterias o enfermedades; este tipo de proteínas son justamente las que los ingenieros genéticos desean introducir en las plantas modificadas. Así que ése sería uno de los efectos posibles. Podemos mencionar el ejemplo de una soya transgénica que se ha hecho en el laboratorio con un gen de las nueces del Brasil. Este gen es para que la planta produzca una proteína que da más energía a los sementales que van a consumir la soya. Como mucha gente es alérgica a la nuez del Brasil, se han hecho experimentos en el laboratorio para averiguar

si la soya transgénica también puede provocar alergia a las mismas personas, pero en teoría los experimentos han dado resultados negativos. Sin embargo, se experimentó posteriormente con muestras de sangre de gente que es alérgica a la nuez de Brasil y los datos obtenidos permiten llegar a la conclusión de que esta soya efectivamente va a producir alergia a dichas personas. En síntesis, las personas que antes sólo eran alérgicas a la nuez de Brasil, ahora lo serán también a esta soya transgénica.

Lo que agrava más aún esta situación es que en algunas plantas se están introduciendo genes que proceden de organismos que nunca han sido parte de la alimentación humana. De ese modo, no es posible realizar experimentos con muestras de sangre de personas que tienen alergia a esos genes. Por ejemplo, la soya transgénica tiene un gen procedente de una flor llamada petunia, y no podemos saber si una persona es alérgica a la ingestión de petunias porque hasta ahora nadie se comía esas flores.

2. Como hemos venido mencionando, cuando en una molécula de ADN se introduce un gen foráneo, toda la cadena de ADN se mueve y el gen puede colocarse en cualquier lugar y provocar un efecto diferente al que tenía dentro del organismo del cual fue tomado. Ese nuevo gen puede entonces cambiar un poco el metabolismo de la planta y **crear nuevos componentes** que pudieran tener efectos tóxicos a corto o a largo plazo.

Finalmente, hay otros peligros que aún no podemos ni imaginar. Aunque no se trate de un caso de transformación genética, la experiencia de las "vacas locas" en Europa es un ejemplo que nos permite prever qué es lo que puede pasar como consecuencia de la introducción masiva de OGMs. Las vacas empezaron a enfermarse cuando, de manera antinatural, se les dio carne para comer. Desde un principio, los científicos negaron que la proteína que había causado la enfermedad a las vacas pudiera pasar a las personas. Sin embargo, 30 años después, la gente que consumió esas vacas se enfermó. Así que ahora mismo estamos ante una situación muy parecida: como los

riesgos no se conocen bien, las grandes trasnacionales encargadas de la producción de OGMs prefieren decir que no hay riesgos. Pero obviamente eso no garantiza nada.

5. La razón de ser de los OGMs

Aunque las empresas que realizan este tipo de experimentos señalan que su finalidad es facilitar el trabajo de los agricultores, en realidad la razón principal por la que se hacen es porque generan beneficios a dichas empresas. Las transformaciones genéticas que se llevan a cabo pretenden lograr determinados caracteres agronómicos para satisfacer las demandas de los agricultores.

Fundamentalmente, estas transformaciones se hacen con tres objetivos:

1. Lograr que las plantas sean tolerantes a un herbicida

Esto es así porque los cultivos generalmente tienen malezas, y entonces las empresas químicas venden un determinado herbicida para matarlas. Sin embargo, los herbicidas son venenos, aún cuando hay unos más peligrosos que otros. Existen unos herbicidas llamados **herbicidas totales** que son tan poderosos que matan todas las malezas y que incluso llegarían a matar al propio cultivo. Debido a esto se optó por intentar la creación de plantas que fueran resistentes a los herbicidas, de manera que murieran todas las malezas pero no las plantas. Sin embargo, esto obviamente implica una serie de riesgos.

Las malezas constituyen un problema grave en monocultivos intensivos, y no tanto en el caso de los policultivos o en una agricultura de tipo biológico. Así que, para evitar los problemas de las malezas, las empresas nos presionan a utilizar venenos, en lugar de proponernos cambiar el modo de cultivo.

2. Lograr que las plantas sean inmunes a los insectos y plagas

El segundo carácter que se introduce con más frecuencia en las plantas es el que las hace inmunes a las plagas y a los insectos que las dañan. Lo que se hace es incorporar a la planta un gen proveniente de una bacteria, que determina la producción de una

sustancia tóxica que mata de manera natural a los insectos. De este modo, la planta producirá por sí misma ese veneno.

Pero es importante reflexionar sobre las consecuencias que puede tener esto, ya que esas plantas serán consumidas tanto por el hombre, como por otros animales que también funcionarán como alimento para los seres humanos.

3. Lograr que las plantas sean resistentes a los virus que las afectan

El tercer motivo por el que se modifican genéticamente algunas plantas es para introducirles caracteres que las hagan resistentes a los virus que las atacan.

Hay otros tipos de transformación genética que están menos difundidos. Por ejemplo, determinadas empresas quieren modificar algunas plantas para que éstas sean capaces de producir medicamentos. Las grandes empresas alegan que esto es muy positivo y que, por ejemplo, en México vamos a tener plátanos con una molécula que contiene la vacuna contra la hepatitis B. De este modo, vamos a poder lograr vacunas muy baratas con la ventaja añadida de que, en lugar de inyectarse, se comerán. Pero no se han calculado realmente las consecuencias ecológicas que puede tener el vacunar a toda la biosfera contra la hepatitis B. De esta manera no sólo las personas, sino todos los animales, incluyendo los insectos que van a estar en contacto con los plátanos quedarán vacunados, lo cual podría llevar a que el virus de la hepatitis B mute rápidamente, con lo cual todos los animales incluyendo al hombre podrían volver a contagiarse con esta nueva variante del virus, para el cual por el momento no habría una vacuna.

En síntesis, éstos son los tipos de transformaciones genéticas que se hacen hoy en día con mayor frecuencia, y todos ellos conllevan serias consecuencias sobre el ambiente.

6. Los problemas producidos por las diferentes transformaciones genéticas

Vamos ahora a analizar más en detalle los diferentes riesgos que existen en relación a cada una de las principales modificaciones genéticas.

1. Plantas modificadas para hacerlas tolerantes a los herbicidas

Hay que tener en cuenta que, en general, muchas malezas pertenecen a especies muy parecidas a las plantas de cultivo. Esto ocurre por ejemplo en el caso de la colza (canola) que se siembra en Europa, pues la mayor parte de las malezas que se encuentran cerca de los campos de colza son de la misma familia o de especies muy parecidas a ella. Entonces, de manera natural (por la reproducción) se da una transferencia de genes entre el cultivo y esas malezas. En el caso de la colza transgénica finalmente llevaría a que no sólo el cultivo resultara resistente a los herbicidas, sino también las especies de maleza cercanas a él.

De este modo, en pocos años toda esa transformación inducida por el hombre va a resultar inútil, y para eliminar a las malezas se requerirá de la utilización de cantidades excesivas de herbicidas, con lo cual se incrementará la contaminación de los suelos, las aguas y el ambiente en general.

Por otra parte, con el tiempo la especie de maleza resistente a los herbicidas (al tener esta ventaja), irá desplazando a las demás y afectará la biodiversidad del ecosistema.

Además, al tratarse de herbicidas totales, el campo del agricultor a la larga se va a convertir en un desierto donde va a crecer únicamente el cultivo de interés. Por otro lado, las malezas tienen una función dentro del ecosistema y sirven como alimento para los animales o para el mismo agricultor, y ahora todo esto ya no va a ser posible. En suma, con todos estos cambios se va a ver afectada la economía campesina y sus

posibilidades de cultivo, la biodiversidad vegetal y animal que estaba vinculada con la manera de sobrevivir de estas plantas, y por consiguiente la biodiversidad del planeta entero.

Otro factor a tener en cuenta es que las plantas transgénicas van a tener residuos de ese herbicida que antes no se utilizaba, y no sabemos aún las consecuencias que esto pueda tener para la salud humana.

2. Plantas modificadas para hacerlas resistentes a los insectos

Otro tipo de plantas genéticamente modificadas cuyas consecuencias ecológicas es interesante analizar son las plantas a las que se introduce un gen para que produzcan su propio insecticida. Las empresas que venden este tipo de plantas las pretenden presentar como un factor de avance en la protección del ambiente, porque van a hacer innecesario el uso de insecticidas químicos, que son muy contaminantes. Pero esto evidentemente es una trampa, pues es como si nos plantearan que tenemos que escoger entre la contaminación genética o la contaminación química, como si no hubiera otras alternativas. No obstante, sabemos que hay otros métodos de cultivo —como por ejemplo la agricultura biológica— que no necesitan estos esquemas contaminantes.

Por otro lado, si se abusa de este tipo de transformaciones genéticas, al final los insectos desarrollarían una resistencia al insecticida que produce la planta transgénica.

Además, los insecticidas clásicos se emplean en tiempos definidos, es decir se utilizan y se espera a que los insectos hayan muerto, posteriormente se vuelven a emplear cuando hay nuevos ataques de insectos. Por el contrario, lo que ocurre en el caso de las plantas transgénicas es que éstas elaboran su propio insecticida de manera continua, y por tanto el insecto estará todo el tiempo en contacto con el insecticida, lo cual aceleraría el proceso para desarrollar la resistencia al mismo. Este proceso se vería más acelerado aun, por el hecho de que existe flujo de genes entre las plantas y las malezas, lo cual llevará a que éstas últimas también produzcan el mismo insecticida.

Una experiencia concreta de transgénesis tuvo lugar en Estados Unidos, donde se cultivaron algunas áreas de maíz genéticamente modificado para lograr que el maíz fuera resistente a una de las principales plagas que sufre esta planta: la del gusano barrenador europeo. Mientras algunos científicos señalaron que los insectos iban a desarrollar rápidamente una resistencia, los técnicos que realizaban la investigación sobre este tipo de plantas decían que eso era sólo una pesadilla de los ecologistas, y argumentaban que no era posible que los gusanos crearan una resistencia de esa índole. Sin embargo, después de más estudios tuvieron que admitir que no podía descartarse la posibilidad de que el gusano barrenador europeo se volviera resistente.

Ahora los técnicos están investigando cómo lograr que el gusano barrenador europeo tarde más en producir la resistencia. El plan de manejo consiste en que, cuando el campesino hace su cultivo de maíz, destine una pequeña porción al maíz no modificado para que sea atacado por los insectos. Se supone que esto hará que no toda la población de gusanos desarrolle la resistencia. Por esto los técnicos recomendaban que en cada uno de los cultivos se dedicara del 3 al 4 por ciento de la superficie al maíz convencional. Sin embargo, actualmente aceptan que el 3 o 4 por ciento ya no es suficiente y no tendrá ningún efecto para disminuir la velocidad de reproducción de la resistencia. Así que en los últimos estudios estiman que se requiere cultivar del 20 al 40 por ciento de la superficie con maíz convencional para conseguir que la resistencia se retrase sustancialmente. Esto hace que el agricultor pierda interés en usar el tipo de maíz transgénico.

3. Plantas modificadas para hacerlas resistentes a ciertos virus

Los riesgos señalados en el apartado anterior son aplicables a las plantas que se pretende hacer resistentes a los virus. En este caso la situación es aún más grave porque los virus mutan muy rápidamente. Los estudios ecológicos han demostrado que los virus tienen un papel muy importante en la naturaleza, pues ayudan a regular el

tamaño de las poblaciones y por lo tanto a establecer un equilibrio entre las especies del ecosistema. Habría que ver entonces, hasta qué punto es conveniente intentar acabar con esos virus.

7. El impacto socioeconómico de la revolución biotecnológica

Un último aspecto importante que es necesario tratar es el impacto socio económico de todos estos cambios. Puede afirmarse que los problemas de la agricultura intensiva clásica, sometida a las leyes del mercado internacional, van a agravarse con la introducción de plantas transgénicas. **La revolución verde** de los años 50 fue impulsada por las instituciones públicas, por lo que se puede pensar que por lo menos al principio, ésta fue promovida sin intereses económicos, Sin embargo, esta segunda revolución dentro del mundo agrícola —**la revolución biotecnológica**— es promovida únicamente por las transnacionales de las semillas, de los agroquímicos y de la industria agroalimentaria. Por consiguiente, estas personas buscan únicamente un provecho económico, y no pueden decir que están actuando así para contribuir a erradicar el hambre del mundo.

Ya hemos mencionado también que para llevar a cabo la modificación genética de los organismos se precisa una investigación científica bastante sofisticada que implica costos inmensos. Entonces, es obvio que quien va a hacer la transgénesis no es el campesino, ni la pequeña compañía de mejoramiento de las plantas, sino las multinacionales. Lo interesante de esto es que las pequeñas empresas con capitales americanos que han empezado a hacer toda la investigación, poco a poco están siendo compradas por las multinacionales. Resulta así que hoy día son únicamente unas diez o quince empresas en el mercado mundial las que promueven la ingeniería genética, y estas grandes empresas están luchando entre sí. Lo que hacen es promover paquetes en los que incluyen tanto las semillas como los agroquímicos que deben aplicarse a esas semillas. Por ejemplo, la empresa Monsanto vende el herbicida llamado RoundUp junto con las semillas tolerantes a ese herbicida; mientras que la empresa AgroEvo vende el herbicida "Basta" junto con las plantas que son tolerantes al mismo.

Como consecuencia de la lucha entre esas diez o quince compañías, se prevé que en unos diez años sólo van a quedar unas cinco, y que todas las demás van a estar integradas a las grandes o van a salir definitivamente del mercado, ya que no van a tener espacio. De esas quince grandes empresas, trece son norteamericanas y las diez más importantes cubren el 81 por ciento del mercado. Así que hay una fuerte tendencia hacia el monopolio.

Por otro lado, las especialidades de estas compañías empiezan a ser mucho menos precisas que antes. Anteriormente las empresas de semillas, las de agroquímicos, y las que vendían productos alimenticios operaban de manera separada. Pero ahora todas esas fronteras se están rompiendo y hay una tendencia a abordar todas esas ramas de manera simultánea.

Así por ejemplo, Monsanto está comprando todas las compañías de semillas que puede a nivel mundial, mientras que Novartis hace lo mismo. Ahora estamos frente a conglomerados gigantes que no se llaman a sí mismos conglomerados de agroquímicos, o de semillas, o de productos farmacéuticos, sino que se auto denominan de "**las ciencias de la vida**". Es curioso que ellos mismos se llamen así cuando al mismo tiempo están desarrollando un gen denominado *Terminator* cuyo objetivo es esterilizar las semillas impidiendo así la vida. En realidad, para estas compañías la vida está en entredicho y la ven de una manera mucho más mecánica o industrial, como si estuvieran jugando con un mecano, como si pudieran tomar un gen de aquí y otro de allá y después pegarlos sin importar lo que resulte.

Es desde esta visión que se da todo el proceso de las patentes. Hasta hace poco, las patentes eran para premiar una invención en el dominio industrial, pero no se podía patentar una especie vegetal, ni animal, no se podía patentar la vida.

Sin embargo, en 1980 se patentó el primer microorganismo en los Estados Unidos, dejando así la puerta abierta para que se realizaran patentes sobre los virus. Esto implica que los virus ya son considerados como una invención del ser humano. Pero aunque

hayan puesto en una planta un gen foráneo, el gen proviene de la naturaleza y no es un invento humano. De hecho, ahora ya existen patentes sobre la especie de la planta, sobre el proceso para introducir un gen, etcétera.

Las patentes son cada vez más extensas, y eso explica también esa concentración creciente de las compañías. La compañía AgroEvo, por ejemplo, tiene una patente que cubre todas las modificaciones genéticas del algodón y otra sobre todas las transformaciones genéticas de la soya. De esta manera, si otra empresa quiere realizar una modificación genética en la soya para volverla resistente a su propio herbicida, tiene que pagar a la empresa que ya tiene esa patente. Es por eso que ahora todas las compañías pelean entre ellas por las patentes, dando grandes beneficios a los abogados.

Un ejemplo sería el protagonizado por la compañía Dreyfus que estuvo en conflicto con Monsanto precisamente por la patente sobre el algodón y la soya, y llevaron esta lucha a los tribunales. Al final este problema se complicó tanto que Monsanto compró a Dreyfus.

Otra cuestión importante es que las plantas transgénicas están mezcladas con las plantas convencionales. Esto hace que el público no pueda escoger si quiere o no consumir ese tipo de plantas, a pesar de que no sabe realmente cuáles pueden ser las consecuencias que le pueden provocar a largo plazo. Es por esto que hay una resistencia cada vez mayor en Europa a ese tipo de cultivos y se está demandando que se etiqueten para que podamos reconocerlos.

En síntesis, la manipulación genética implica experimentar sobre la materia prima de los seres vivos y refleja una percepción de las plantas como un elemento industrial y mercantil.

Los que manejan todo este proceso son las grandes empresas transnacionales, que controlan toda la cadena de producción y consumo de alimentos y profundizan la dependencia de los campesinos y agricultores. Primero venden al agricultor las semillas y los insumos que las semillas requieren, y después reducen a los agricultores los

precios de sus cosechas, porque también son los dueños de las industrias agroalimentarias y controlan los mercados.

Las semillas que las compañías han modificado genéticamente son propiedad de los campesinos y patrimonio de la humanidad, pues sólo existen por el trabajo de domesticación realizado por los campesinos durante diez mil años. Las compañías obtuvieron gratis estas semillas, sin embargo ahora exigen una patente que garantice sus regalías. Las transnacionales se apropian de forma gratuita de este patrimonio de la civilización y lo privatizan en su beneficio.

En contra de las prácticas y cultura campesina, los contratos que establecen estas compañías con los agricultores les prohíben guardar, intercambiar, o regalar las semillas, a riesgo de ser penalizados económica y judicialmente. De este modo el campesino estará totalmente atado por uno y otro lado del proceso de producción y se convertirá únicamente en un obrero especializado en la fabricación de productos que atienden sólo a las necesidades del mercado.

Por todas estas consideraciones es necesario detener este proceso.

Arnaud Apoteker
Greenpeace Francia
Ciudad de México,
febrero de 1999

Último recordatorio

Un organismo genéticamente modificado es un ser vivo cuyo patrimonio genético ha sido modificado al introducirle genes de otra especie.

La ingeniería genética utiliza técnicas para modificar las plantas que son muy diferentes a todas las que el ser humano ha utilizado para el mejoramiento de las plantas desde el descubrimiento de la agricultura hace 10,000 años.

A través de la ingeniería genética se han roto las barreras entre las especies definidas a lo largo de 3,500 millones de años de evolución. La ingeniería genética es capaz, por ejemplo, de introducir el gen de un escorpión en una planta de maíz.

Los experimentos más preocupantes de modificación genética son los que se están haciendo con las plantas, pues hoy en día son los más avanzados.

Las primeras plantas genéticamente modificadas fueron creadas en el laboratorio a mediados de los años 80. Hoy día se encuentran diseminadas millones de hectáreas de estas plantas en el mundo.

El ácido desoxirribonucleico es conocido también como ADN o "molécula de la vida". Se trata de una molécula que está presente en las células de todos los seres vivos y es la responsable de todos los caracteres de éstos y de su herencia.

En el interior de las moléculas de ADN se encuentran los genes, además de otros componentes. Un gen es el responsable de un carácter específico de un organismo, como por ejemplo el color de sus ojos. El número de genes varía según el organismo de que se trate.

La modificación genética o transgénesis consiste en introducir genes de una especie dentro de la molécula de ADN de otro organismo.

Para introducir un gen de un organismo en otro existen fundamentalmente dos procedimientos, denominados **"guerra bacteriológica"** y **"guerra convencional"**.

El procedimiento llamado "guerra bacteriológica" consiste en cortar el gen deseado con las enzimas de restricción. Después se introduce ese gen en unas bacterias que viven en el suelo, y posteriormente se infectan con las bacterias las yemas de las plantas que se desea modificar.

El método llamado "guerra convencional" consiste en utilizar un "cañón de genes", el cual utiliza proyectiles microscópicos, en cuya superficie se coloca el gen que se ha cortado de otro organismo. Posteriormente se bombardean con el cañón las células de la planta que se quiere modificar, esperando que el nuevo gen se incorpore en la molécula de ADN de la planta.

La diseminación de OGMs en los últimos años implica tres tipos de riesgos: los riesgos causados por la técnica misma, los riesgos ecológicos y los riesgos para la salud.

La técnica para crear OGMs utiliza microorganismos que pueden infectar diversos organismos y que se desconoce si a la larga pueden mutar y originar enfermedades en el hombre.

Las plantas transgénicas son especies nuevas, que no han experimentado una evolución en el ecosistema en que ahora se encuentran, y por ello no se puede prever cuál será su reacción en el mismo.

Es posible que se produzca un fenómeno de "contaminación genética": las plantas no están aisladas sino que tienen relación con otras plantas, con microorganismos del suelo, y con los animales, incluyendo a los seres humanos. De este modo, el gen introducido en una

planta puede llegar a afectar a toda la cadena alimentaria. La contaminación genética es irreversible.

Las empresas que están diseminando las plantas transgénicas para la alimentación humana, están haciendo un gran experimento de laboratorio con nosotros, pues no hay estudios sobre los efectos para la salud que puede tener a largo plazo el consumo de esas plantas.

Algunos de los riesgos para la salud previsibles por el consumo de plantas transgénicas son el incremento de las alergias y la creación de nuevos componentes en las plantas que podrían resultar tóxicos para los seres humanos.

La transformación genética de las plantas se hace fundamentalmente con tres objetivos: a) Hacer a las plantas tolerantes a un herbicida. b) Hacerlas inmunes a los insectos que las dañan. c) Hacerlas resistentes a los virus que las dañan. Cada una de estas transformaciones conlleva sus propios riesgos.

La revolución biotecnológica está siendo promovida únicamente por unas 10 o 15 empresas transnacionales de semillas, de agroquímicos y de la industria alimentaria que buscan su provecho económico e incluso luchan entre sí.

Estas empresas han logrado patentar algunos virus y plantas, así como el proceso para modificar las plantas. Anteriormente las patentes sólo tenían como objeto premiar una invención en el dominio industrial, pero ahora ya se ha empezado a patentar la vida misma.

Como las plantas transgénicas son mezcladas con plantas convencionales, el consumidor no tiene la posibilidad de escoger si desea consumirlas o no. Por esto se demanda su etiquetado con el fin de distinguirlos.

Si no se pone un alto a todo este proceso, el campesino se convertirá en un obrero especializado en la fabricación de productos que atienden sólo a la necesidad del mercado.

Introducción a los Organismos Genéticamente
Modificados se terminó de imprimir en octubre del
2003, en los talleres gráficos de Arte y Tipografía
por Computación, S.A. de C.V., Alfonso Herrera 74,
Col. San Rafael, México, D.F. 06470.
El tiraje consta de mil ejemplares.