

# ¿Cuáles son los riesgos?

Numerosas incertidumbres subsisten sobre la naturaleza de los riesgos, potenciales o probados, para la salud y el medio ambiente.

## ¿Diseminación o no diseminación?

Para que los genes de una planta transgénica se dispersen, tendrán que poder ser difundidos a través del polen, los granos o un modo de multiplicación vegetativa. Además, la misma especie o especies colindantes deben estar presentes en las zonas de cultivo y florecer en la misma época. Los riesgos serán entonces diferentes para una especie que utiliza su propio polen para reproducirse, como el trigo, que para una especie de fecundación cruzada como la remolacha.

**¿Riesgos inéditos?** Los OGM comportan riesgos para el medio ambiente (diseminación de transgenes, desarrollo de resistencias a los insecticidas y herbicidas, efectos sobre la biodiversidad) y para la salud (uso de antibióticos, riesgo de alergias). Ciertos riesgos, como la toxicidad en los alimentos o el desarrollo de resistencias en las plagas combatidas, no son específicos de los OGM. En compensación, hay riesgos inéditos, como la diseminación eventual del transgén, es decir, su transmisión incontrolada a otros individuos.

Además, existe una diferencia entre los riesgos reales, evaluados objetivamente por los científicos, y los riesgos percibidos de manera más subjetiva por el público. De ahí la noción de riesgo hipotético, en parte responsable de la controversia alrededor de los OGM. Por último, para la adquisición de un carácter ajeno, que no podría aparecer de otra forma, la transgénesis crea una situación nueva, con efectos irreversibles, que justifica que sea sometida a un examen global de sus impactos.

**La diseminación de transgenes.** La transgénesis puede padecer el riesgo de dispersarse en las variedades no transgénicas pero también en otras especies, es decir, por el cruzamiento entre la planta cultivada transgénica y especies salvajes emparentadas. Este riesgo afecta a la colza y la remolacha, pero también al maíz y la soja, salvo en Europa occidental, donde estas dos plantas no pueden cruzarse con ninguna otra especie. Esto conlleva problemas en el caso, por ejemplo, de la transmisión de una resistencia de los herbicidas a malas hierbas.

La cuestión la encontramos de nuevo en el caso de los peces. Investigaciones llevadas a cabo en Japón han demostrado que los peces transgénicos, modificados para ser más grandes, tienen más posibilidades de reproducirse: tienen una mejor capacidad para escapar de los depredadores y las hembras los prefieren. De ahí el riesgo de proliferación de peces transgénicos en comunidades de especies salvajes. Para evitarlo tendremos que asegurar la esterilidad de los peces destinados a la alimentación y mantener a los reproductores confinados.

## La peligrosa colza

La colza posee una tasa de multiplicación muy elevada: una sola simiente puede producir de 500 a 1.000 granos por generación. Los granos de colza transgénica resistentes a los herbicidas que alcanzan las capas profundas del suelo producen los brotes que pueden contaminar el cultivo del año siguiente en la misma parcela, lo cual obliga a una escalada en el uso de cultivos herbicidas cada vez más complejos.

Además, es posible el traspaso de genes en poblaciones salvajes emparentadas, como los nabos y los rabanos. Sin embargo, se admite que el carácter de resistencia al herbicida en las plantas salvajes se diluye rápidamente con el paso de las generaciones en la medida en que no confiere ninguna ventaja comparativa a las plantas que lo han adquirido. Cuando no se utilizan herbicidas, no existe presión en la selección ni ventajas comparativas.

El polen de la colza se dispersa fácilmente en el medio ambiente.



## Cordones sanitarios

La creación de zonas refugio es una idea de defensa estudiada para retardar los fenómenos de resistencia a las toxinas insecticidas segregadas por las plantas transgénicas. Se trata de conservar, cerca de los campos transgénicos, parcelas de variedades no OGM, donde los devoradores sensibles a las toxinas pueden sobrevivir y tienen la oportunidad de reproducirse con sus homólogos resistentes. Su cruzamiento permitirá diluir esta resistencia. La Agencia americana para la Protección del Medio Ambiente (EPA) exige zonas de refugio del 20 al 40 % en los campos de maíz transgénico, proporción que debería elevarse a un 50 % para el algodón.

La eficacia de esta aproximación, que supone principalmente que un cruzamiento entre un insecto sensible y otro resistente da lugar a un individuo sensible, permanece controvertida. Ser necesario que prosperen y se desarrollen otras estrategias de lucha, como la investigación de nuevos genes productores de proteínas insecticidas o la utilización de plantas transgénicas que sueltan sus toxinas en periodos muy concretos, o que en algunas porciones vegetales que permitan alcanzar el insecto con más efectividad.

**Traspaso a la flora microbiana del suelo.** Las bacterias y los hongos del suelo pueden desarrollarse utilizando el material genético de los inquilinos de su entorno. De hecho, el paso del transgen de una planta a otra se puede hacer por intermediación de un microorganismo vivo en asociación con diferentes especies vegetales. En principio, el traspaso de material genético desde los organismos superiores hacia las bacterias, y viceversa, se puede realizar. Por ahora, ninguna observación o indicación experimental ha establecido verdaderamente la existencia de tales trasposos.

**Amenaza de resistencia a los herbicidas.** Actualmente, en un cultivo, la elección de herbicidas está guiada por nociones de selección según las plantas cultivadas, de efectividad sobre las malas hierbas existentes o sobre las que son susceptibles de crecer. Esto conlleva generalmente a utilizar varios productos. Con los OGM resistentes a los herbicidas (el 71 % de las superficies de cultivos transgénicos en 1999), todos estos inconvenientes desaparecen ya que el cultivo es efectivamente resistente a los herbicidas totales, capaces de matar todas las plantas. Esta simplificación de los programas de desyerba reforzaría el uso exclusivo del par cultivo-herbicida. Una estrategia simplista que podría acarrear la selección y la difusión de malas hierbas resistentes, además de una mayor contaminación de los suelos.

**Aparición de resistencias a los insecticidas.** La utilización de un tratamiento insecticida a gran escala y durante un largo periodo conduce a menudo a la selección de individuos resistentes. Estos individuos muy aventajados se multiplican rápidamente y su resistencia se difunde largamente. Este fenómeno es válido para las plantas transgénicas que utilizan los genes de la bacteria *Bt* > **ficha 1**: estas plantas producen una toxina insecticida a lo largo de su vida que volvemos a encontrar en los residuos de recolección, lo que explica la mayor presión en relación con la utilización de insecticidas pulverizados. Estos riesgos de resistencia a los genes de *Bt* han llevado a la Agencia americana para la Protección del Medio Ambiente (EPA) a reconsiderar las autorizaciones expedidas a las variedades de maíz y algodón *Bt*: un análisis de los riesgos se ha puesto de nuevo en marcha. El veredicto en 2001.

La cuestión de la resistencia a los genes de *Bt* es muy apremiante ya que esta bacteria es utilizada por la agricultura biológica bajo la forma de biopesticida pulverizado para las plantas desde hace cuarenta años o más. En el caso de que se generalizara la resistencia, los agricultores "bio" perderían, entonces, su principal agente de lucha contra los insectos devoradores (el 98 % de los biopesticidas utilizados).

**Los efectos sobre la biodiversidad.** Al acelerar considerablemente el proceso de selección de variedades e introducir nuevos genes que no podrían ser transferidos de otra manera, la transgénesis introduce desequilibrios en los ecosistemas. Nos encontramos ante el riesgo más probado concerniente a la utilización de OGM en agricultura. En efecto, aún existen algunas incertidumbres con respecto a los impactos a largo plazo sobre la biodiversidad y a las posibles interacciones ecológicas complejas, con mayor motivo en las zonas tropicales, ya que la mayor parte de las pruebas realizadas se han llevado a cabo en zonas templadas.

## A la mariposa Monarca no le gusta el polen de los OGM

Un estudio de la Universidad de Cornell (Estados Unidos) causó sensación en 1999. Demuestra, en condiciones de laboratorio, que el polen del maíz transgénico resistente a los insectos aumenta la tasa de mortalidad de las larvas de la mariposa Monarca, insecto no alejado. En agosto de 2000, un nuevo estudio de la Universidad de Iowa (Estados Unidos) corrobora estos resultados: una oruga de cada cinco muere después de exponerlas a las toxinas del polen durante 48 horas.

Estos resultados fueron cuestionados principalmente por los industriales: estos trabajos de laboratorio son considerados no representativos de las condiciones de pleno cultivo en el campo; la variedad de maíz incriminada es la Novartis (el 2,5 % de las superficies de maíz transgénico en Estados Unidos) y el impacto del polen depende también de la sincronización muy aleatoria de los periodos de polinización del maíz y de la puesta de huevos de la mariposa Monarca.

El cultivo de plantas transgénicas resistentes a los insectos posee el riesgo de provocar un fenómeno de resistencia entre estos últimos (aquí vemos a una oruga de pirausta, que se alimenta de maíz).



## De la soja a la nuez

En 1991, productor de semillas americano Pioneer Hi-Bred deseaba enriquecer su soja en metionina, un aminoácido necesario para el crecimiento de los animales de granja. Para ello, Pioneer integró en la soja un gen proveniente de la nuez del Brasil. Ahora bien, este grano es conocido por desencadenar violentas reacciones alérgicas en individuos sensibles. Después de hacer analizar la soja por un equipo universitario, que comprobó que contenía un alto grado de potencial alérgico para el hombre, Pioneer interrumpió el desarrollo de la planta en 1993, en la fase de laboratorio.

debemos retener...

**Existen grandes incertidumbres en cuanto a los efectos a largo plazo de la utilización de OGM, tanto en el medio ambiente como en la salud.**

La transgénesis permite la introducción de nuevos genes en la naturaleza que no podrán aparecer de ninguna otra manera. En este sentido, se sabe que los OGM introducen desequilibrios en los ecosistemas, cuyos efectos a largo plazo no se miden. Igualmente, las eventuales consecuencias para la salud que supone la consumición de productos procedentes de OGM son muy poco conocidas a largo plazo.

**Traspaso de la resistencia a un antibiótico.** Los genes de resistencia a los antibióticos se han utilizado como marcadores de selección para facilitar la localización de las células en las que se había introducido el gen de interés > *ficha 1.a*. La presencia de estos genes en las plantas transgénicas hace temer su traspaso eventual a la microflora del tubo digestivo de los consumidores humanos y animales.

Un riesgo que no puede ser descartado, aunque sea poco probable, es que los genes absorbidos con la alimentación pudiesen permanecer intactos en el intestino. Y, aunque fuesen transferidos a microorganismos de la flora intestinal, su expresión es improbable, ya que las secuencias de regulación del material genético vegetal transmitido no ejercen ninguna función en estos microorganismos. En cuanto a los alimentos transgénicos que han sufrido unas transformaciones industriales importantes, el traspaso puede ser considerado como insignificante, ya que el ADN de los OGM se encontraría en fase de descomposición avanzada o habría sido eliminado.

En conjunto, los científicos están de acuerdo, no obstante, en admitir que la utilización de genes resistentes a los antibióticos es inútil. Por tanto, la nueva directiva europea autoriza la utilización de estos genes marcadores hasta el año 2005, aun cuando ya existan soluciones de recambio.

**¿Los riesgos alérgicos?** Se considera actualmente que del 1 al 2 % de los adultos y el 6 % de los niños son alérgicos a uno o más de los ocho grupos de alimentos alérgicos (crustáceos, nueces, huevos, peces, leche, cacahuetes, soja y trigo). No hay característica propia de la ingeniería genética que haga a una proteína transgénica intrínsecamente más alérgica que su homóloga "natural". No obstante, la ingeniería genética permite transferir nuevas proteínas provenientes algunas veces de organismos no conocidos en la alimentación humana. Y es más difícil de detectar el carácter alérgico de una proteína no catalogada como tal: actualmente, no sabemos detectar el carácter alérgico para el hombre, solo las pruebas de laboratorio nos facilitan elementos de evaluación de la probabilidad de alergenicidad. Además, la alergenicidad de un alimento raramente, por no decir nunca, es debida a un constituyente único, sino, por el contrario, a un gran número de proteínas.

La constatación del origen multigénico de los alérgenos alimentarios plantea en el caso de los OGM una cuestión suplementaria: ¿el transgén introducido puede modificar el nivel de expresión de ciertas proteínas alérgicas presentes en las líneas convencionales? El transgén puede perturbar una reacción bioquímica en la planta y modificar su metabolismo, provocando por ejemplo una acumulación de sustancias tóxicas. Por ello es importante conocer no solo la proteína codificada por el transgén, sino también su función y sus productos derivados.

**Detección de los OGM: la feria de las técnicas.** Desde el año 1998, una directiva europea exige el etiquetado de los alimentos que contienen ingredientes OGM > *ficha 4*. La fiabilidad del etiquetado del producto final implica que, desde su origen y a lo largo de la cadena alimentaria, los productos OGM que figuran en la composición del producto final estén identificados y controlados. Se trata de asegurar su "trazabilidad", proceso complejo y muy costoso, que supone una segregación de los métodos industriales.

Sería necesario aún desarrollar métodos fiables de detección e identificación de OGM. Ahora bien, en ausencia de normativas internacionales, estos métodos se multiplican, sin ser forzosamente compatibles entre ellos y con niveles de eficacia variables de una técnica a otra > *ficha 2.b*. Numerosos laboratorios intentan imponer una norma internacional; ya existe un consorcio que agrupa a americanos, japoneses y australianos.

## Guerra a los antibióticos

Los dos principales genes marcadores para seleccionar las plantas transgénicas > *ficha 1* codifican para la resistencia a la kanamicina y la estreptomycin, antibióticos poco utilizados en medicina humana. Si existiera el riesgo de ver a estos genes de resistencia transformarse y expresarse en las bacterias del tubo digestivo, solo lograrían juntarse a la masa de resistencia microbiana: aproximadamente un 40 % de los microorganismos del intestino humano es ya resistente a estos antibióticos. La utilización de un gen resistente a la amikacina es por el contrario más preocupante: se trata de un importante antibiótico, reservado a ciertas infecciones difíciles de tratar.

Falta determinar si estos genes son susceptibles de generar nuevas resistencias a los antibióticos, principalmente por mutación. Pero sin una fuerte presión de selección por parte de los antibióticos, la única susceptible de favorecer a las bacterias que se han hecho resistentes, la probabilidad de que una nueva resistencia se propague en la población bacteriana sería despreciable. Ahora bien, encontramos una cierta presión en el medio hospitalario y, sobre todo, en la ganadería intensiva donde, efectivamente, aparecen regularmente nuevas cepas bacterianas, debido al uso indebido que se hace de los antibióticos...

## Evaluación: ¿la ciencia va bastante lejos?

Los métodos científicos de evaluación de los riesgos se interesan más en la probabilidad de un acontecimiento nefasto y en medir las consecuencias cuantitativas. Los profanos se interesan más en la naturaleza de las consecuencias que en su probabilidad. El proceso científico fomenta estudios en un sector limitado, al contrario que los estudios que integran un mayor número de dimensiones, incluyendo las interacciones entre ellas y las consecuencias a largo plazo. Por ejemplo, no se conocen demasiado bien los eventuales efectos a largo plazo del consumo de alimentos procedentes de los OGM. Para ponerlos de manifiesto, solo las pruebas largas, por ejemplo la de 90 días para la rata, son eficaces. Pero los procedimientos de evolución no mencionan estas pruebas más que de forma excepcional.

**La evaluación de los riesgos.** El protocolo de bioseguridad de enero del año 2000, sustentado sobre los intercambios transfronterizos de organismos vivos modificados (OVM) > *ficha 3* recomienda una evaluación de los riesgos en seis etapas: identificar todas las nuevas características de los OVM que puedan conllevar efectos desfavorables, evaluar la probabilidad de que sobrevengan estos efectos desfavorables, valorar las consecuencias que tendrían estos efectos desfavorables si sobreviniesen, tener en cuenta el riesgo global presentado por los OVM, indicar si los riesgos son aceptables o controlables, pedir un complemento de información o la puesta a punto de estrategias apropiadas de gestión de los riesgos ya que existen incertidumbres en cuanto a la gravedad de estos.

**Hacia una armonización internacional.** En la Unión Europea (UE), no es posible comercializar los OGM sin que previamente no hayan recibido una autorización acordada después de una evaluación científica de los riesgos potenciales para la salud y/o el medio ambiente > *ficha 4*. Pero los diferentes cuadros de análisis que han sido utilizados en varios Estados miembros de la UE han dado lugar a evaluaciones diferentes y consecuentemente a conflictos políticos en el seno de la Unión. En Francia, por ejemplo, la evaluación de los OGM comporta dos etapas: la Comisión de Ingeniería Biomolecular caracteriza y evalúa los riesgos antes de la salida al mercado, luego el Comité de Biovigilancia asegura un seguimiento de los cultivos de plantas transgénicas en el tiempo. Este concepto de biovigilancia, que corresponde a la aplicación del principio de precaución > *ficha 5*, se extiende en Europa, pero permanece ignorado en Estados Unidos, Argentina, Brasil o China.

En Japón, cuando una planta ha sido modificada se practican ensayos a pequeña escala en campos aislados, seguidos de cultivos durante al menos una generación en condiciones de pleno cultivo de los campos. Estas últimas pruebas no son requeridas en muchos otros países. Algunas personas ven una voluntad pública de ganar el consentimiento de los ciudadanos para imponer los OGM en Japón.

La manera en que los riesgos ligados a la utilización de OGM pueden concretarse, su grado de probabilidad, sus consecuencias, las precauciones que deben tomarse, pueden traducirse, algunas veces, de manera específica. Así, el estudio de las consecuencias de su diseminación en el medio ambiente deberá tener en cuenta la riqueza de la biodiversidad tropical y el ritmo particular de su evolución. En un informe conjunto, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud estiman que la evaluación de los riesgos de los alimentos genéticamente modificados requiere un análisis integrado caso por caso. Si bien el concepto de equivalencia en sustancia no se cuestiona, no basta para realizar un análisis completo de los riesgos potenciales: se trata igualmente de detectar y evaluar los efectos indeseables y analizar los eventuales cambios de régimen alimentario sobre la salud de los consumidores. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) ha creado un grupo de estudio para alentar una armonización internacional de los procedimientos de evaluación de la inocuidad de los productos que son resultado de las biotecnologías modernas.

## La equivalencia en sustancia

El principio de equivalencia en sustancia, definido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en 1993, se basa en la idea de que los productos alimenticios que han realizado la prueba de su inocuidad pueden servir de referencia. La comparación entre esta referencia y un alimento transgénico permite determinar si hay equivalencia o no en sustancia. Si se demuestra la equivalencia —por ejemplo cuando el transgénico no se expresa en las partes comestibles de la planta— no se exige ninguna verificación de salubridad. Pero la mayor parte del tiempo, los productos del transgénico están presentes en el alimento: no hay más equivalencia. El consignatario debe entonces demostrar la salubridad del nuevo alimento.

Pero los métodos toxicológicos son a menudo inadecuados para los alimentos que provienen de OGM: tienen pocas posibilidades de descubrir metabolismos tóxicos que se acumulan sí, por ejemplo, el material transgénico introducido interrumpiera una vía metabólica. Además, el principio de equivalencia sustancial ha desaparecido en Francia, donde se considera a priori que los alimentos basados en OGM no son sustancialmente equivalentes a los alimentos clásicos y entonces es necesario demostrar su inocuidad.



Para un etiquetado fiable, los productos OGM deben ser identificados a lo largo de la cadena agroalimentaria.