

VEINTE AÑOS DE FRACASO

POR QUÉ NO HAN CUMPLIDO SUS PROMESAS
LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS

Abril 2016

GREENPEACE

Siete mitos en torno a los cultivos transgénicos y las verdades que esconden

MITO 1: Los cultivos transgénicos pueden alimentar al mundo

REALIDAD: Ningún cultivo transgénico está diseñado para producir grandes rendimientos. La ingeniería genética no está adaptada para resolver los problemas de los que se deriva el hambre y la malnutrición, sino que refuerza el modelo de agricultura industrial que hasta ahora no ha logrado alimentar al mundo.

MITO 2: Los cultivos transgénicos son la clave para la resiliencia frente al cambio climático

REALIDAD: La ingeniería genética va a la zaga de las técnicas convencionales de mejora de los cultivos en el desarrollo de variedades que permitan que la agricultura haga frente al cambio climático. La resiliencia frente al cambio climático depende en gran medida de unas prácticas agrícolas que promuevan la diversidad y alimenten el suelo, no del sistema agrícola ultrasimplificado para el que están diseñados los cultivos transgénicos.

MITO 3: Los cultivos transgénicos son seguros para los seres humanos y para el medio ambiente

REALIDAD: No existen programas de seguimiento medioambiental y de salud a largo plazo, y los que existen no son adecuados. Los investigadores independientes se quejan de que se les niega acceso al material para investigar.

MITO 4: Los cultivos transgénicos simplifican la protección de los cultivos

REALIDAD: Al cabo de unos años, están surgiendo problemas como superplagas o plantas silvestres resistentes a los herbicidas como consecuencia del uso de cultivos transgénicos tolerantes a los herbicidas y resistentes a los insectos, y ante esto se han tenido que aplicar plaguicidas adicionales.

MITO 5: Los cultivos transgénicos son económicamente viables para los agricultores

REALIDAD: Los precios de las semillas transgénicas, protegidas por patentes, no han dejado de subir en los últimos veinte años. Además, la aparición de plantas silvestres resistentes a los herbicidas y de superplagas suponen un incremento de costes para los agricultores que reduce aún más su margen de beneficio.

MITO 6: Los cultivos transgénicos pueden coexistir con otros sistemas agrícolas

REALIDAD: Los cultivos transgénicos contaminan los cultivos no transgénicos. Hasta la fecha se han registrado unos 400 incidentes de contaminación transgénica en todo el mundo. Mantener los cultivos convencionales y ecológicos libres de transgénicos supone para los agricultores unos costes adicionales considerables, a veces imposibles de asumir.

MITO 7: La ingeniería genética es el camino más prometedor para innovar en los sistemas alimentarios

REALIDAD: Los métodos avanzados de mejora de las plantas ya están produciendo la clase de rasgos que prometían los cultivos transgénicos, incluyendo resistencia a las enfermedades y tolerancia a inundaciones y sequías. Los cultivos transgénicos no solo son un tipo de innovación ineficaz, sino que además restringen la propia innovación por culpa de que los derechos de propiedad intelectual están en manos de un puñado de empresas multinacionales.

VEINTE AÑOS DE FRACASO

Por qué no han cumplido sus promesas los cultivos transgénicos

Hace veinte años se sembraron en Estados Unidos los primeros cultivos transgénicos, que fueron acompañados de deslumbrantes promesas sobre esta nueva tecnología. Dos décadas después, las promesas no han dejado de crecer, pero los cultivos transgénicos no han cumplido ninguna de ellas. No solo se suponía que esa tecnología iba a hacer más sencillos, seguros y eficientes los sistemas alimentarios y agrícolas, sino que se pregonaba —y se sigue haciendo, cada vez más— que los cultivos transgénicos son la clave para “alimentar al mundo” y “luchar contra el cambio climático”¹.

Puede que las promesas sean cada vez mayores, pero la popularidad de los cultivos transgénicos no lo es. A pesar de que los poderosos lobbies industriales llevan veinte años vendiendo las virtudes de los transgénicos, **solo unos pocos países han adoptado este tipo de tecnología**, y solo para unos pocos cultivos. Los cultivos transgénicos solo ocupan el 3% de las tierras agrícolas del mundo². De hecho, las estadísticas de la propia industria de los transgénicos muestran que el 90% de los cultivos transgénicos del mundo se siembran solo en cinco países, y casi el 100% de dichos cultivos tienen una de estas dos características: tolerancia a los herbicidas o productoras de insecticidas³. Pero hay regiones enteras del mundo que se han resistido a los transgénicos. Los consumidores europeos no consumen alimentos modificados genéticamente⁴, y en Europa solo se cultiva un único tipo de maíz transgénico⁵. La mayor parte de Asia está libre de transgénicos, y la superficie de cultivos transgénicos en la India y China consiste principalmente en un cultivo no alimentario: el algodón⁶. En África, solo hay cultivos transgénicos en tres países⁷. En pocas palabras, los cultivos transgénicos no están “alimentando al mundo”.

¿Por qué no han conseguido los transgénicos convertirse en un éxito tan popular como afirma la industria? Lo que ha ocurrido es que, a medida que las promesas han ido ampliándose, también lo han hecho las evidencias de que los cultivos transgénicos están mal adaptados a los retos a los que se enfrentan los sistemas alimentarios y agrícolas mundiales. Es fehaciente que esas promesas no son más que **mitos**: algunos de los beneficios prometidos no se han podido materializar fuera de los laboratorios, y otros se han deshecho al enfrentarse con las complejidades de los ecosistemas agrícolas en el mundo real, así como con las necesidades reales de los agricultores. En realidad, **los cultivos transgénicos han reforzado el modelo de la agricultura industrial que no funciona**, con sus monocultivos que reducen la biodiversidad, su elevadísima huella de carbono, su presión económica sobre los pequeños agricultores y su fracaso en proporcionar alimentos seguros, sanos y nutritivos a aquellos que los necesitan.

Por consiguiente, ya es hora de poner en cuestión los mitos que ha estado difundiendo la industria de los transgénicos y de documentar los fallos y limitaciones de esta tecnología. En este informe se van a contraponer los siete mitos clave sobre los beneficios de los cultivos transgénicos a las evidencias que ofrecen estos veinte años:

MITO 1 “Los cultivos transgénicos pueden alimentar al mundo”

MITO 2 “Los cultivos transgénicos son la clave para la resiliencia frente al cambio climático”

MITO 3 “Los cultivos transgénicos son seguros para los humanos y para el medio ambiente”

MITO 4 “Los cultivos transgénicos simplifican la protección de los cultivos”

MITO 5 “Los cultivos transgénicos son económicamente viables para los agricultores”

MITO 6 “Los cultivos transgénicos pueden coexistir con otros sistemas agrícolas”

También es hora de cuestionar la idea de que la tecnología utilizada en los cultivos transgénicos es el camino más prometedor para aprovechar la innovación científica en respuesta a los retos a los que se enfrentan los sistemas alimentarios. La evidencia demuestra que las innovaciones reales hacia sistemas alimentarios sostenibles y seguros no pertenecen a las empresas, y que se perderán si se sigue bloqueado en el complejo agrícola de la industria de los transgénicos. Por tanto, es esencial abordar un último grand mito:

MITO 7 “La ingeniería genética es el camino más prometedor para innovar en los sistemas alimentarios”

MITO 1.1

“Los cultivos transgénicos son más productivos”



“La biotecnología [transgénica] permite a los agricultores conseguir unos rendimientos sistemáticamente elevados al hacer que los cultivos sean resistentes a los ataques de los insectos o permitirles usar herbicidas para controlar las malas hierbas de manera más eficaz”.

Syngenta⁸



“Los cultivos transgénicos pueden incrementar la productividad para los agricultores, reducir el consumo de recursos naturales y combustibles fósiles y producir beneficios en materia de nutrición.”

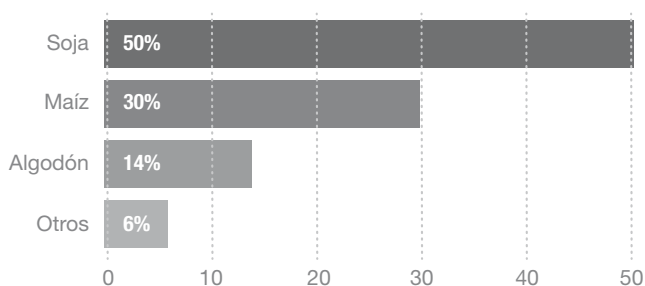
Monsanto⁹

REALIDAD

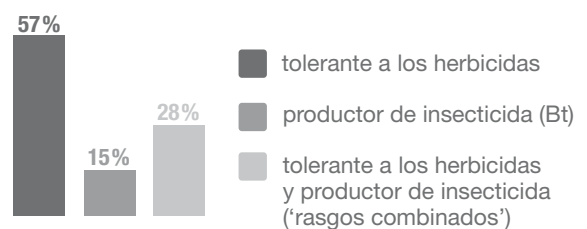


Ningún cultivo transgénico se ha diseñado para aumentar los rendimientos. En los lugares donde se han incrementado los rendimientos, el motivo no ha sido la tecnología transgénica, sino la alta calidad de las variedades creadas por técnicas convencionales de mejora de los cultivos, a las que se ha añadido después un rasgo transgénico. Donde los efectos específicos de los cultivos transgénicos se han aislado, las pruebas son contradictorias. Por ejemplo, las variedades transgénicas productoras de insecticidas solo pueden aumentar los rendimientos temporalmente reduciendo las pérdidas por plagas en años de gran infestación.

CULTIVOS TRANSGÉNICOS EN PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE TOTAL DE CULTIVOS TRANSGÉNICOS¹⁵



RASGOS TRANSGÉNICOS EN PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE TOTAL DE CULTIVOS TRANSGÉNICOS¹⁶



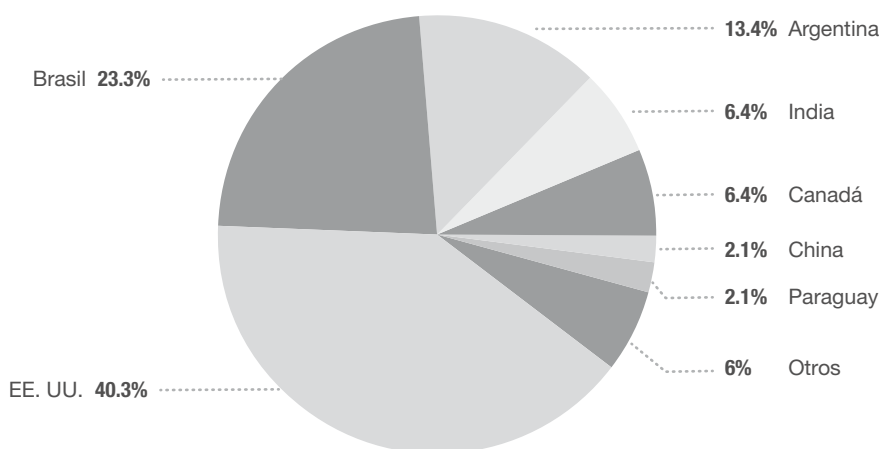
MITO 1 “LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS PUEDEN ALIMENTAR AL MUNDO”

No hay ningún cultivo transgénico que se haya diseñado para aumentar los rendimientos. Las pruebas de que los transgénicos incrementan los beneficios en comparación con los cultivos convencionales siguen sin ser concluyentes¹⁰: varían en función del tipo de cultivo, el país/región y otras condiciones locales (p. ej. presión de plagas en un año determinado, formación de los agricultores). Los cultivos transgénicos solo pueden incrementar los rendimientos reduciendo las pérdidas por plagas en años de gran infestación, pero tal efecto no es permanente, ya que las variedades productoras de insecticidas dan lugar a “superinsectos” resistentes (véase Mito 4.2). Los estudios que examinan la productividad de los cultivos transgénicos no suelen conseguir aislar los efectos de la tecnología genética de otros factores, ni tampoco contraponen explotaciones comparables.

Para empezar, las explotaciones capaces de asumir el incremento de costes asociado a los cultivos transgénicos suelen ser las más grandes y competitivas, mientras que las explotaciones de agricultura no transgénica que figuran en las comparaciones pueden carecer de acceso a créditos, así como de formación y recursos¹¹. La modificación genética no ha mejorado el potencial de productividad (es decir, la máxima productividad posible), dado que esto depende más del material reproductivo usado para introducir los genes¹². Al contrario, se suelen atribuir rendimientos reducidos al proceso de inserción genética. Por ejemplo, la soja transgénica *Roundup Ready* de Monsanto resultó tener una productividad un 10% inferior a que los cultivos de la última variedad convencional de soja de alto rendimiento. Se consideró que esto se debía por igual al gen o a su proceso de inserción y a las diferencias entre el material reproductivo¹³.

Por otra parte, una comparación regional muestra que los países de Europa occidental han logrado obtener unos rendimientos medios por hectárea de maíz mayor que los de los sistemas de maíz transgénico predominantes en Estados Unidos (EE. UU.); Europa occidental ha superado también en rendimientos a la colza transgénica canadiense, lo cual sugiere que en condiciones similares, la combinación de semillas no modificadas y de prácticas de gestión de los cultivos que se realiza en Europa occidental es más propicia a incrementar la productividad que los sistemas de transgénicos¹⁴.

¿QUÉ PAÍSES CULTIVAN TRANSGÉNICOS?³⁰



MITO 1.2

“Los cultivos transgénicos pueden mejorar la seguridad alimentaria en todo el mundo.”



“[...] Muchas personas que han estudiado el tema coinciden en que los transgénicos pueden ayudar a producir suficientes alimentos para alimentar a 9.000 millones de personas con la misma huella agrícola que ya existe...”

Robert Fraley,
Vicepresidente ejecutivo
de Monsanto¹⁷

REALIDAD



Los cultivos transgénicos no responden al reto de la seguridad alimentaria. Están mal adaptados a las necesidades de las comunidades con pequeñas explotaciones agrarias cuyos medios de vida son la clave para la seguridad alimentaria. En lugar de eso, los cultivos transgénicos se siembran como mercancías para la exportación a gran escala en unos pocos países desarrollados y emergentes, reforzando el modelo de la agricultura industrial que ha suministrado grandes cantidades de materias primas a los mercados globales, pero ha fracasado en alimentar al mundo.

Hay alrededor de 500 millones de pequeñas explotaciones agrarias en todo el mundo, y constituyen el sustento de 2.000 millones de personas, produciendo aproximadamente el 80% de los alimentos que se consumen en Asia y África subsahariana¹⁸. Estas comunidades son igualmente de las más vulnerables a la pobreza y al hambre. La seguridad alimentaria depende de la capacidad de dichas comunidades de acceder a los recursos y a los mercados, de asegurar sus medios de vida y de producir alimentos variados y nutritivos para las comunidades locales. Los cultivos transgénicos no se han diseñado para satisfacer estas necesidades. El desarrollo de los transgénicos se ha centrado mayoritariamente en dos productos vegetales básicos —la soja y el maíz—, que juntos suponen el 80% de la superficie mundial de este tipo de cultivos¹⁹. El rasgo transgénico más común, de lejos, es la tolerancia a los herbicidas, que está diseñada para usarse en monocultivos a gran escala (véase Mito 2). La producción de cultivos transgénicos acarrea costes en insumos elevados y sostenidos (véase Mito 5), por lo cual son aún más inapropiados para las necesidades de los pequeños agricultores. De hecho, el 90% de la superficie mundial de cultivo de transgénicos se localiza en los Estados Unidos, Canadá y tres países emergentes: Brasil, Argentina y la India²⁰. No obstante, en la India el único transgénico cuyo cultivo está extendido en las pequeñas explotaciones agrícolas es el algodón, un cultivo no alimentario. En Argentina, el boom de la soja transgénica ha sido impulsado por grandes explotaciones agrícolas que han ido comprando tierras y desplazando a los pequeños agricultores, y que son además muy dañinas con el medio ambiente²¹.

Por consiguiente, tales patrones de producción de transgénicos suponen una amenaza para el medio ambiente y para la fuente de recursos de los pequeños agricultores que abastecen los sistemas alimentarios locales. Esto significa que, incluso si los cultivos transgénicos incrementasen los rendimientos globales de ciertos cultivos básicos clave —lo cual parece improbable (véase Mito 1.1)— esto no implicaría necesariamente que mejoraran la seguridad alimentaria. La clave para atajar el hambre es asegurar los medios de vida de las comunidades en las que hay inseguridad alimentaria, y no producir toneladas de productos básicos vegetales para las cadenas de suministro mundiales, haciéndolo además de maneras que minan los medios de vida de estas, sus sistemas alimentarios y los recursos naturales.

Los intentos de desarrollar cultivos transgénicos específicos para los países africanos no han dado frutos. En el Instituto de Investigación Agrícola de Kenia (KARI), un importante proyecto empleó tecnologías donadas por

MITO 1.3

“Los cultivos transgénicos pueden diseñarse para funcionar en los países en desarrollo”



“Las semillas derivadas de organismos genéticamente modificados proporcionarán una productividad mucho mayor, más tolerancia a las sequías y a la salinidad, y si se prueba su seguridad, entonces los países africanos serán los que más se beneficiarán de ello.”

Bill Gates²²

REALIDAD



“Cultivos transgénicos para África” ha quedado muy lejos de sus promesas. Los intentos de desarrollar cultivos transgénicos resilientes al cambio climático y a las plagas y ricos en micronutrientes para los países en desarrollo no han hecho más que generar costes, complicaciones, retrasos, y a menudo han acabado redirigiéndose a cultivos convencionales. Los transgénicos han sido diseñados para grandes explotaciones agrícolas en el Norte global, y sigue siendo una tecnología mal adaptada para beneficiar a los sistemas alimentarios y agrícolas de los países en desarrollo.

Monsanto con el afán de desarrollar una variedad de boniato transgénico de alto rendimiento y resistente a las enfermedades para que se sembrase en las explotaciones de subsistencia.

Sin embargo, los resultados en las pruebas de campo fueron malos²³, y el proyecto fue criticado por canalizar los esfuerzos al desarrollar una única variedad modificada en lugar de generar resiliencia en las variedades localmente adaptadas²⁴. Entretanto, el proyecto Maíz Resistente a los Insectos para África (IRMA) financiado por Syngenta para distribuir cultivos transgénicos libres de patentes a los agricultores también se ha quedado muy lejos de sus objetivos. Surgieron problemas con la propiedad intelectual, debido a las limitaciones de las licencias sobre los avances tecnológicos consiguientes, así como con la autorización a los agricultores para guardar semillas²⁵. Esto provocó en un primer momento retrasos, después un cambio a la opción de autorizar un cultivo transgénico existente de Monsanto y la interrupción del desarrollo independiente de transgénicos; finalmente, la última fase del proyecto (2009-2013) se redirigió a las variedades convencionales²⁶. Por el contrario, las técnicas convencionales de mejora han generado más de 150 variedades resistentes a la sequía en trece países africanos en el marco del proyecto Maíz Tolerante a la Sequía para África (DTMA), mientras que las variedades transgénicas tolerantes a la sequía siguen estando años atrás²⁷.

En el resto del mundo se anuncian a bombo y platillo los cultivos transgénicos con beneficios nutricionales añadidos, incluso aunque no existan dichos cultivos en el mercado. Los cultivos transgénicos nutricionalmente alterados están en la fase de investigación y desarrollo, y los proyectos mencionados tienen mucho camino que recorrer antes de que pueda siquiera considerarse su comercialización. El más conocido de ellos es el “arroz dorado”, modificado genéticamente para que produzca betacaroteno, que se puede convertir en vitamina A en el cuerpo humano, y que ha sido promocionado durante más de una década como la solución a la deficiencia en micronutrientes en Filipinas y otros países africanos donde el arroz es un alimento básico. No obstante, pese a llevar veinte años en desarrollo, el proyecto sigue atascado en el laboratorio, habiéndose topado con toda una serie de fracasos técnicos²⁸. Además, las frutas y verduras locales como el mango y el boniato pueden —y ya lo hacen— plantar cara a la deficiencia en micronutrientes proporcionando una dieta variada y equilibrada²⁹, y no la promoción de un único “cultivo milagroso”.

MITO 2 “LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS SON LA CLAVE PARA LA RESILIENCIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO”

MITO 2.1

“Los cultivos transgénicos pueden resistir las condiciones climáticas adversas”



“Los últimos productos se están desarrollando para permitir a los agricultores responder a los efectos del cambio climático, como la sequía y las condiciones cada vez más salinas.”

Syngenta³¹



“[...] sabemos que los organismos modificados genéticamente ofrecen respuestas para los problemas que plantea el cambio climático: la necesidad de cultivos que puedan usar el agua de manera más eficiente, por ejemplo, o que resistan mejor a los insectos.”

Robert Fraley,
Vicepresidente
ejecutivo de
Monsanto³²

REALIDAD



La ingeniería genética no ha proporcionado cultivos que sean resistentes a las inundaciones o a las temperaturas elevadas, y va a la zaga de las técnicas convencionales de mejora de cultivos en el desarrollo de variedades de plantas que puedan ayudar a la agricultura a enfrentarse al cambio climático. En última instancia, la resiliencia frente al cambio climático no depende de insertar genes “a prueba de sequía”. Depende en cambio de prácticas agrarias que promuevan la biodiversidad y enriquezcan el suelo, así como de las interacciones entre los múltiples genes que desarrollan las plantas en las condiciones climáticas adversas del mundo real.

Veinte años después de que se cultivase con fines comerciales el primer transgénico, los agricultores siguen esperando cultivos transgénicos que toleren las condiciones climáticas adversas, como las inundaciones o las altas temperaturas. Mientras que se han lanzado variedades convencionales e “inteligentes” de alubias, maíz y arroz³³, el prominente proyecto “Maíz Hídricamente Eficiente para África” no ha producido ninguna variedad de transgénico satisfactoria³⁴. Los fabricantes tampoco han cumplido su promesa de producir semillas transgénicas para hacer frente a la salinidad del suelo, a las enfermedades de los cultivos ni a ninguna otra amenaza creciente relacionada con el clima. El motivo es que la ingeniería genética no es la herramienta adecuada. La ingeniería genética se limita a la inserción de uno (o varios) genes con un control relativamente poco sofisticado sobre el tiempo y la extensión de la expresión del gen. Sin embargo, rasgos como la tolerancia a las sequías son “complejos”, requieren una coordinación entre múltiples genes de la planta, cosa que es muy difícil de conseguir con ingeniería genética. Por ese motivo, las técnicas convencionales “inteligentes” de mejora son mucho más prometedoras que los enfoques de la ingeniería genética³⁵, y están atrayendo más inversiones tanto del sector privado como del público. Y lo que es más importante: el cultivo inteligente ya está proporcionando rasgos de tolerancia a la sequía, la salinidad y las inundaciones en varios países, para ayudar a los agricultores a lidiar con las repercusiones de las condiciones climáticas adversas³⁶, mientras que los cultivos transgénicos se limitan casi exclusivamente a dos simples rasgos: la tolerancia a los herbicidas y la producción de insecticidas.

Entretanto, la resiliencia frente al cambio climático depende en igual medida, por no decir más, del uso de prácticas agrícolas ecológicas (véase Mito 7.3): una de las estrategias más eficaces para adaptar la agricultura al cambio climático es incrementar la biodiversidad. Por ejemplo, sembrar una gama de cultivos y variedades distintas en las explotaciones incrementa la resiliencia a los cambios meteorológicos erráticos.

MITO 2.2

“Los cultivos transgénicos se pueden sembrar en sistemas agrícolas ecológicos”



“La biotecnología también ofrece beneficios significativos mediante el apoyo de las prácticas de gestión integrada de los cultivos con soluciones eficientes y respetuosas con el medio ambiente para los retos de la agricultura.”

Syngenta³⁸

REALIDAD



La inmensa mayoría de los cultivos transgénicos se siembran en los sistemas para los que han sido diseñados: monocultivos industriales simplistas que requieren un elevado nivel de insumos químicos para mantenerse, y que lo hacen a expensas de los polinizadores, los servicios del ecosistema y la salud del suelo a largo plazo. Los sistemas de agricultura ecológica se basan en incrementar la diversidad y crear sinergias entre las plantas y sus ecosistemas. Y los sistemas agrícolas ultrasimplificados con plantas genéticamente idénticas son exactamente lo contrario a dichos sistemas.

Los cultivos transgénicos se siembran predominantemente en el norte y el sur de América³⁹ como monocultivos industriales a gran escala. Los monocultivos son sistemas agrícolas ultrasimplificados con plantas genéticamente idénticas que no sirven de refugio para especies silvestres de plantas y animales y donde los servicios del ecosistema (aparte de la simple producción del cultivo/alimento) quedan minimizados, y en su lugar se precisan fertilizantes y plaguicidas sintéticos para mantener la productividad del cultivo. Por ejemplo, el 85% de la superficie mundial de cultivo de transgénicos son cultivos tolerantes a los herbicidas⁴⁰ diseñados para sobrevivir a la fumigación con herbicidas mientras que el resto de las especies vegetales son destruidas. En última instancia, los monocultivos son ineficaces incluso respecto al único objetivo de maximizar su propia eficiencia.

Degradar y eliminar otras especies tiene efectos colaterales muy graves para la capacidad de los ecosistemas de llevar a cabo las funciones que apoyan a la agricultura, y por ende afecta también a los monocultivos⁴¹. Este círculo vicioso queda especialmente claro en lo tocante a los polinizadores. Los monocultivos industriales que usan intensivamente productos químicos, dejando un escaso hábitat natural, son los principales inductores del descenso del número de abejas que ha desencadenado una crisis de polinización en todo el mundo⁴². La unión de variedades transgénicas y monocultivo refleja una realidad económica: las semillas transgénicas son más caras (véase Mito 5) y solo las grandes explotaciones con más garantías y economías de escala pueden asumir sus costes.

MITO 3.1

“Comer transgénicos es seguro.”



“[...] los cultivos transgénicos son seguros, o tan seguros como otros cultivos similares desarrollados por medio de métodos convencionales de mejora de las plantas.”

Syngenta⁴³

REALIDAD



Los transgénicos son marcadamente diferentes de otros cultivos convencionales. En la comunidad científica no hay consenso sobre la seguridad de los alimentos transgénicos. La ingeniería genética inserta ADN en el genoma de la planta, a menudo de manera aleatoria; pero todavía no se comprende plenamente la compleja regulación del genoma, por lo que la tecnología es propensa a generar efectos inesperados e imprevisibles.

Los cultivos transgénicos son marcadamente diferentes a los producidos por medio de técnicas convencionales, que solo pueden desarrollarse entre organismos estrechamente emparentados. La preocupación fundamental relativa a los organismos modificados genéticamente es que los genes insertados (o alterados) actúen fuera de la compleja regulación del genoma, aspecto que aún no se comprende bien. Además, el proceso de la ingeniería genética dista mucho de ser perfecto. En cultivos transgénicos comerciales, incluyendo la soja transgénica *Roundup Ready*, se han detectado varios cambios accidentales en el ADN de las plantas. Estos incluyen múltiples copias de los genes insertados y fragmentos adicionales, así como reordenaciones del ADN de la planta contiguas a los genes insertados⁴⁴. Los genes insertados, así como cualquier alteración accidental del ADN de la planta, pueden interferir inadvertidamente en el funcionamiento de los propios genes de la planta. Además, los cambios químicos en la planta, ya sean intencionados o accidentales, pueden provocar otros cambios inesperados en la compleja composición química de las plantas⁴⁵. La consecuencia de todo esto es que las variedades transgénicas son propensas a tener efectos inesperados e imprevisibles. Pero detectar dichos efectos puede ser muy complicado, dado que habría muchos parámetros distintos que medir, aparte de la amenaza que pueden plantear para la seguridad alimentaria.

Como parte de una evaluación técnica de la Unión Europea (UE), se identificaron diferencias inesperadas en la composición de los cultivos transgénicos⁴⁶ pero la investigación no se ha continuado. Por consiguiente, sigue existiendo una preocupación relativa a sus repercusiones potenciales en la salud, como la alergenicidad, en particular a largo plazo. En 2015, más de 300 investigadores independientes firmaron una declaración conjunta que afirmaba que no existe consenso científico sobre la seguridad de los cultivos transgénicos, y hacía un llamamiento a que se realizase una evaluación de la seguridad caso por caso⁴⁷, como recomendó el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología y la Organización Mundial de la Salud (OMS). De hecho, la OMS ha afirmado que: “diferentes organismos modificados genéticamente incluyen diferentes genes insertados de diferentes maneras. Lo cual significa que los alimentos transgénicos concretos y su seguridad debería evaluarse caso por caso y que no es posible hacer afirmaciones generales sobre la seguridad de los alimentos transgénicos”⁴⁸.

Otra manera de que los cultivos transgénicos afecten a la salud humana es el subsiguiente aumento de liberación de productos químicos tóxicos al medio ambiente. La OMS ha clasificado recientemente el glifosato —el herbicida usado en los cultivos de soja *Roundup Ready*— como sustancia probablemente cancerígena para los seres humanos⁴⁹.

MITO 3 “LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS SON SEGUROS PARA LOS HUMANOS Y PARA EL MEDIO AMBIENTE”

MITO 3.2

“Los cultivos transgénicos son seguros para el medio ambiente”



“[...] no hay ni un solo caso documentado de cultivos biotecnológicos inseguros para los humanos o el medio ambiente.”

Monsanto⁵⁰

REALIDAD



La carga tóxica asociada con los cultivos transgénicos productores de insecticidas y tolerantes a los herbicidas tiene repercusiones para el medio ambiente, pues no solo afecta a las especies objetivo. Además, el proceso de la ingeniería genética puede afectar a la composición química de las plantas, con efectos imprevisibles en su interacción medioambiental.

Los efectos medioambientales tanto de los cultivos transgénicos productores de insecticidas como de los tolerantes a los herbicidas han sido suficientemente documentados. Las variedades transgénicas tolerantes a los herbicidas están diseñadas para la aplicación masiva de productos químicos, pero la creciente resistencia de la vegetación espontánea requiere la formulación de herbicidas más potentes, lo cual incrementa el impacto ambiental del herbicida⁵¹ (véase Mito 4.1). Por otra parte, la toxina “Bt” emitida por las variedades transgénicas productoras de insecticidas también ha generado grandes preocupaciones respecto a la seguridad medioambiental. Algunas de esas preocupaciones son los efectos tóxicos accidentales de esos cultivos en otros organismos que no sean la plaga objetivo, p. ej. algunas especies de mariposa de interés para la conservación⁵², otros polinizadores o especies que actúan como “predadores de plagas”⁵³ y que por consiguiente desempeñan un papel fundamental en el control natural de las plagas. También existe la preocupación de que los cultivos transgénicos resistentes a los insectos tendrían efectos sutiles pero debilitadores sobre la capacidad de aprendizaje de las abejas⁵⁴. El propio diseño de las variedades transgénicas productoras de insecticidas multiplica los riesgos: están diseñadas para que todas las células de las plantas emitan insecticida en todo momento. Sin embargo, no se puede explicar por qué plantas idénticas de maíz transgénico producen diferentes cantidades de toxina, o exactamente de qué modo puede afectar a la resistencia de los insectos dicha variación en la concentración de toxina Bt en la planta⁵⁵.

Las amenazas para el medio ambiente que suponen los cultivos transgénicos no se limitan a la toxicidad. Nadie sabe qué efectos puede tener su liberación al medio ambiente, dado que los cultivos transgénicos solo se están cultivando en grandes superficies desde hace 10-15 años. Es de sobra sabido que los cultivos transgénicos pueden contaminar los cultivos contiguos (véase Mito 6), pero también pueden contaminar a especies silvestres emparentadas. Esto puede afectar al patrimonio genético de nuestras especies silvestres, posiblemente para siempre. El primer caso de un transgénico introduciéndose en la población silvestre puede haber ocurrido ya. En 2003, un césped transgénico experimental tolerante a los herbicidas se escapó de las instalaciones de investigación de una empresa y se estableció por sí solo en hábitats no cultivados⁵⁶. Falta por ver si se difundirá entre la población silvestre, y en caso de que lo haga, qué implicaciones tendrá.



300

más de 300 investigadores independientes rechazan el “consenso” sobre la seguridad de los transgénicos (2015)⁵⁷



26

26 científicos escribieron al Gobierno de EE. UU. afirmando que las empresas impiden la investigación independiente sobre cultivos transgénicos (2009)⁵⁸



90

90 días: duración de las pruebas de seguridad alimentaria para cultivos transgénicos⁵⁹

MITO 3 “LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS SON SEGUROS PARA LOS HUMANOS Y PARA EL MEDIO AMBIENTE”

MITO 3.3

“Los cultivos transgénicos son evaluados de manera rigurosa e independiente.”



“Se han hecho más pruebas sobre los cultivos de organismos modificados genéticamente que sobre cualquier otro cultivo en la historia de la agricultura.”

Monsanto⁶⁰



“[...] reclamamos políticas de apoyo, normativas y leyes que se basen en principios científicos demostrados.”

Monsanto⁶¹

REALIDAD



A los investigadores independientes se les niega el acceso a materiales para evaluar la seguridad de los cultivos transgénicos y se les puede prohibir publicar hallazgos que les sean desfavorables. También se ha perseguido a investigadores por publicar estudios que despiertan preocupaciones sobre la seguridad de los cultivos transgénicos. Entretanto, no existen programas de seguimiento medioambiental y sanitario y los que hay son muy deficientes, en particular en los países que cultivan la mayor parte de los transgénicos.

Uno de los principales problemas con las quejas sobre la seguridad medioambiental y sanitaria de los cultivos transgénicos es que a los científicos independientes se les suele denegar el acceso a materiales de investigación y la libertad intelectual para evaluarlos. Los investigadores independientes se han quejado de la falta de acceso a semillas para hacer pruebas sobre los efectos medioambientales, después de que las empresas invocasen la Propiedad Intelectual para evitar que se llevasen a cabo estudios sobre sus productos o para prohibir la publicación de hallazgos desfavorables⁶². Los complicados procesos que requieren que los investigadores obtengan permiso de los fabricantes para cualquier investigación sobre los cultivos transgénicos son por sí mismos una gran disuasión para la investigación independiente sobre los transgénicos⁶³. Pero lo más preocupante es que los científicos independientes han expresado sus temores acerca de la persecución de la industria que defiende los cultivos transgénicos. Ciertos estudios que mostraban los impactos negativos de los cultivos transgénicos han desencadenado campañas orquestadas y agresivas para desacreditar a los investigadores y sus hallazgos⁶⁴. Docenas de científicos escribieron anónimamente a la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA) en 2009 para quejarse de que la investigación independiente era imposible por culpa del poder de las empresas de transgénicos, afirmando que: “No se puede llevar a cabo legalmente ninguna investigación verdaderamente independiente sobre muchas cuestiones cruciales”⁶⁵.

Por otra parte, los marcos de seguimiento y regulación de los cultivos transgénicos son actualmente insuficientes para tal reto. A pesar de los interrogantes que se ciernen sobre la seguridad medioambiental (véase Mito 3.2), en los países en los que se concentra la mayoría de la producción de transgénicos no existen hasta la fecha programas regionales a largo plazo de seguimiento medioambiental y sanitario. Por ese motivo, los datos recogidos a largo plazo sobre las implicaciones medioambientales de la producción de cultivos transgénicos son en el mejor de los casos deductivos, o simplemente no existen y son especulaciones⁶⁶. Una década de investigación financiada por Estados Unidos solo ha producido pruebas científicas ínfimas relacionadas con los riesgos (o la seguridad) de las plantas transgénicas para el medio ambiente, y no se han logrado evaluar adecuadamente las repercusiones de los cultivos transgénicos en la salud del suelo o las de los transgénicos productores de insecticidas en otras especies no objetivo, como las mariposas⁶⁷. En particular, la vulnerabilidad en Europa de la mariposa pavo real (*Inachis io*), especie protegida, frente a los cultivos transgénicos productores de insecticida constituye una gran preocupación en caso de que se extendieran en Europa dichos cultivos⁶⁸. Además, otros organismos de la parte superior de la cadena alimentaria podrían verse afectados a través de las presas que se comen, pero en las evaluaciones de seguridad no se requiere hacer un seguimiento de tales efectos⁶⁹. Las pruebas normales de plaguicidas se desarrollan a lo largo de los dos años anteriores a la aprobación de la UE, mientras que la duración de las pruebas de seguridad alimentaria para cultivos transgénicos es de 90 días⁷⁰.

LA CINTA DE CORRER DE LOS TRANSGÉNICOS: ¿PUEDES AGUANTARTE DE PIE?

¡CUIDADO!

A pesar de la publicidad engañosa de los fabricantes, el entrenamiento con transgénicos incrementa los costes y las deudas y conlleva un alto riesgo.



Lee los mitos 4 y 5 para averiguar cómo los cultivos transgénicos ponen a los agricultores en la cinta de correr del incremento del precio de las semillas, del uso de plaguicidas y de las deudas...

MITO 4.1

“Los cultivos transgénicos simplifican la gestión de la vegetación espontánea”



“Los cultivos transgénicos pueden proporcionar a los agricultores los medios para [...] reducir la aplicación de plaguicidas.”

Monsanto⁷¹



“Los cultivos modificados genéticamente no incrementan el uso de plaguicidas si se usan buenas prácticas de gestión.”

Syngenta⁷²

REALIDAD



Los beneficios iniciales de los cultivos tolerantes a los herbicidas se han visto mermados rápidamente, a medida que las plantas silvestres se hacen resistentes debido al uso excesivo de herbicidas, lo cual exige que los agricultores usen herbicidas más a menudo y en mayores dosis, así como en varias combinaciones. Esto brinda a los fabricantes la oportunidad de comercializar cultivos tolerantes a distintos herbicidas, siempre con un coste mayor para los agricultores y para el medio ambiente.

Los cultivos transgénicos tolerantes a los herbicidas Roundup Ready fueron desarrollados por Monsanto para tolerar los herbicidas a base de glifosato producidos por la misma compañía (p. ej. el propio **Roundup** de Monsanto), y hoy por hoy son el tipo más común de cultivo transgénico. En 2009, más del 90% de la soja sembrada en Estados Unidos era transgénica de la variedad tolerante a los herbicidas⁷³; en 2012, 19 de los 26 transgénicos pendientes de aprobación estatal eran variedades tolerantes a los herbicidas⁷⁴.

Inicialmente se suponía que este tipo de cultivos permitirían a los agricultores reducir el tiempo y el esfuerzo necesarios para controlar la vegetación espontánea. Sin embargo, en la última década esos beneficios se han visto mermados rápidamente por la aparición de las “super-malas hierbas”⁷⁵: hasta ahora se han identificado en Estados Unidos 14 especies de plantas silvestres resistentes al glifosato⁷⁶. Los científicos e incluso los fabricantes de transgénicos como Dow AgroSciences están atribuyendo dicho incremento al exceso de confianza en el glifosato⁷⁷.

La resistencia de la vegetación espontánea requiere formulaciones más fuertes de herbicidas, cosa que incrementa su impacto ambiental⁷⁸. Aparte de las repercusiones tóxicas directas, el uso de glifosato en la mayoría de los cultivos **Roundup Ready** reduce la cantidad de plantas en los campos, y esas plantas son la base de la cadena alimentaria que requiere la vida silvestre en las zonas agrícolas, en particular las aves⁷⁹ y los polinizadores, como la icónica mariposa monarca en América del Norte⁸⁰.

La respuesta de la industria ha sido comercializar nuevos transgénicos tolerantes a otros herbicidas, incluyendo variedades de maíz y soja diseñadas para tolerar el famoso herbicida “2,4D”⁸¹, el principio activo del Agente Naranja, el defoliante usado durante la guerra de Vietnam.

MITO 4.2

“Los cultivos transgénicos simplifican la gestión de las plagas.”



“Las plantas tolerantes a los herbicidas y resistentes a los insectos [...] contribuyen a que el agricultor reduzca la aplicación de productos para la protección de las plantas.”

Europabio⁸³

REALIDAD



Los cultivos transgénicos que están diseñados para producir insecticidas incrementan la carga tóxica del medio ambiente, produciendo toxinas sin tener en cuenta el nivel de presión de la plaga y estimulando la aparición de “superinsectos”, así como de plagas secundarias que son difíciles de controlar.

Junto con el problema de la resistencia de la vegetación espontánea generada por los cultivos transgénicos tolerantes a los herbicidas, también han surgido problemas de resistencia con el otro tipo principal de transgénico: los cultivos productores de insecticidas “Bt”. Dichas variedades producen insecticida durante todo el tiempo, sin tener en cuenta el nivel de presión de la plaga, liberando toxinas sin que haya necesidad. De igual modo que los cultivos transgénicos tolerantes a los herbicidas estimulan la resistencia de la vegetación espontánea, aquellos que son productores de insecticida pueden llevar a que los insectos se hagan resistentes, “superinsectos”⁸³, así como a que otras plagas ocupen el nicho ecológico dejado por las especies eliminadas⁸⁴. Los agricultores acaban fumigando con insecticidas tóxicos para protegerse de las plagas secundarias, lo cual les supone costes adicionales. Además, existen preocupaciones sobre los efectos tóxicos accidentales de dichos cultivos transgénicos productores de insecticidas en otros organismos que no son la plaga objetivo, así como sobre los efectos colaterales que esto podría tener en los ecosistemas, y en particular en las especies depredadoras que son cruciales para las estrategias de gestión natural de las plagas (véase Mito 3.2). Estos factores, tomados en conjunto, socavan la promesa de simplificar y reducir los costes de gestión de las plagas.

FRACASOS EN LA PROTECCIÓN DE LOS CULTIVOS



MITO 5 “LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS SON ECONÓMICAMENTE VIABLES PARA LOS AGRICULTORES”

MITO 5.1

“Las semillas transgénicas son asequibles para los agricultores.”



“El mercado de semillas de estos cultivos es competitivo hoy en día en términos de participación de las empresas, número de opciones y precios pagados por los agricultores.”

Monsanto⁹⁴

REALIDAD

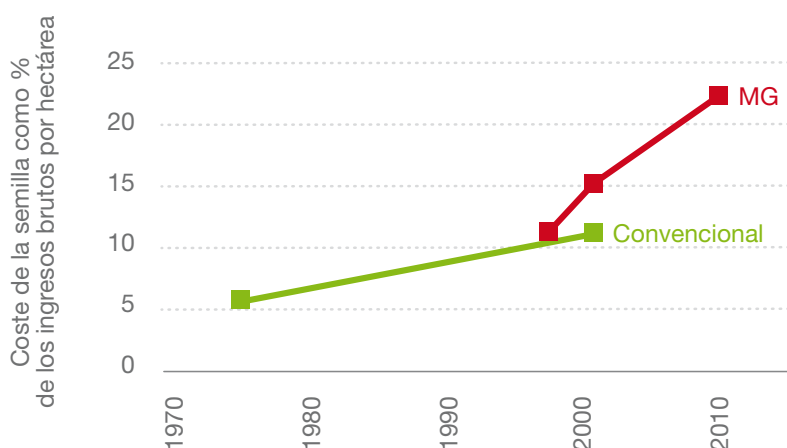


Los precios de las semillas transgénicas no han dejado de subir desde que salieron al mercado hace veinte años, y son considerablemente más caras que las semillas convencionales. Puesto que las semillas transgénicas están protegidas por patentes, no es posible guardar simiente para la siguiente temporada, lo cual supone costes elevados y constantes para los agricultores.

Es probable que todas las semillas procedentes de técnicas avanzadas de mejora tengan un precio más elevado que las demás. No obstante, los “gastos tecnológicos” que se suman al precio de las semillas se han elevado más para las transgénicas que para otras. Desde el año 2000, a medida que la soja transgénica fue dominando el mercado estadounidense, los precios de las semillas de soja se incrementaron en más de un 200%, después de haber subido solo el 63% a lo largo de los 25 años anteriores⁹³. Los precios del maíz evolucionaron de manera similar⁹⁴. En 2012, el coste medio de las semillas de maíz transgénico era de 263\$/ud., frente a 167\$/ud. de las convencionales. Las que tienen “rasgos combinados”, p. ej. tolerancia a múltiples herbicidas, son incluso más caras.

Pero lo importante es que los agricultores deben efectuar estos desembolsos todos los años: las empresas agroquímicas no les permiten guardar simiente para la siguiente temporada pues se considera una infracción a las patentes. Además, los agricultores que siembran cultivos transgénicos productores de insecticidas están pagando por un cultivo que emite insecticida durante todo el tiempo, sin tener en cuenta el nivel de presión de las plagas (véase Mito 4.2). Esos costes elevados y constantes, unidos a los beneficios dudosos, hacen que los transgénicos sean una tecnología viable solo para grandes explotaciones que cuentan con suficientes activos, garantías y disposición para endeudarse.

PRECIO DE LAS SEMILLAS DE SOJA⁹⁶



MITO 5 “LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS SON ECONÓMICAMENTE VIABLES PARA LOS AGRICULTORES”

MITO 5.2

“Los cultivos transgénicos permiten a los agricultores ahorrar en otros insumos.”



“[...] la introducción del algodón Bt resistente a los insectos ha reducido el número de aplicaciones de insecticida, y eso ha reducido los costes de los agricultores.”

Bayer¹⁰²

REALIDAD



Es posible que los cultivos transgénicos reduzcan inicialmente el coste de la mano de obra por la simplificación del control de plagas. Sin embargo, la aparición de plantas silvestres resistentes a los herbicidas, de “superplagas” y de plagas secundarias pueden mermar rápidamente esos ahorros iniciales. Esto, unido a los precios mucho más elevados de las semillas, supone que a medio y largo plazo, el coste total de los insumos asociados con los cultivos transgénicos seguirá siendo probablemente elevado.

¿Incluso si los agricultores pagan inicialmente más por los cultivos transgénicos, pueden recuperar su dinero al abarataarse los costes de producción? Al principio, los cultivos *Roundup Ready* y otros cultivos tolerantes a los herbicidas reducen el coste de la mano de obra pues permiten hacer un solo tratamiento de herbicida en grandes superficies, mientras que las variedades productoras de insecticida pueden reducir la necesidad de fumigar con insecticidas. Esto debería disminuir los gastos en plaguicidas, así como el coste de la mano de obra. Sin embargo, como se ha visto en el Mito 4.1, la aparición de “super-malas hierbas” puede hacer que esos beneficios mermen rápidamente, lo que requiere que los agricultores aumenten las aplicaciones de plaguicida y se actualicen a cultivos transgénicos con “rasgos combinados”, que son más caros. La aparición de superplagas y plagas secundarias, como se ha explicado en el Mito 4.2, requiere grandes desembolsos en plaguicidas.

En 2004, después de varios años de comercialización, los agricultores que sembraban algodón transgénico en China estaban gastando 101\$/hectárea en plaguicidas¹⁰⁰, casi tanto como los agricultores convencionales, y estaban fumigando con plaguicida casi tres veces más a menudo que en 1999¹⁰¹, lo cual sugiere que el ahorro en mano de obra puede decrecer también rápidamente. Cuando el coste de la mano de obra baja, esto puede significar a la larga un falso ahorro. En la agricultura industrial y en el modelo de cultivo de los transgénicos, los conocimientos vienen de arriba a abajo y están insertados en las semillas, y se asigna muy poco valor a la sabiduría de los agricultores y trabajadores del campo. Esto significa que al rebajar el coste de la mano de obra, la sabiduría de los agricultores sobre los agroecosistemas locales podría perderse, y esa sabiduría es la clave para mantener tanto el medio ambiente como los rendimientos agrícolas a largo plazo, especialmente cuando las semillas no producen lo esperado.

PRECIO MEDIO DE LAS SEMILLAS DE MAÍZ POR UNIDAD (2012)⁹⁷



MITO 5 “LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS SON ECONÓMICAMENTE VIABLES PARA LOS AGRICULTORES”

MITO 5.3

“ Los cultivos transgénicos mejoran los medios de vida de los pequeños agricultores en los países en desarrollo.”



“Usamos la tecnología para desarrollar mejores semillas y creamos alianzas para desarrollar nuevas prácticas agronómicas que pueden tener un impacto enorme en las vidas de los agricultores.”

Monsanto¹⁰⁵

REALIDAD



Los cultivos transgénicos son extremadamente inadecuados para el reto de asegurar los medios de vida de los pequeños agricultores, y apenas se han extendido en los sistemas alimentarios basados en pequeñas explotaciones agrícolas. Cuando los pequeños agricultores han utilizado cultivos transgénicos, los rendimientos han sido variables y han dependido de las condiciones óptimas de cultivo, mientras que los costes de las semillas y los insumos han permanecido altos, a menudo requiriendo que estos se endeudaran en condiciones desfavorables. Como tales, los cultivos transgénicos han fracasado en estabilizar, asegurar y mejorar los medios de vida de los pequeños agricultores.

LOS COSTES ELEVADOS Y CONSTANTES DE LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS



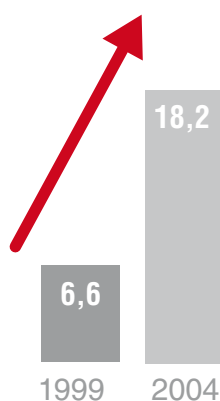
MITO 5 “LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS SON ECONÓMICAMENTE VIABLES PARA LOS AGRICULTORES”

Hasta la fecha ha habido muy poca aceptación de los cultivos transgénicos por los pequeños agricultores en los países en desarrollo (véase Mito 1.2). El algodón Bt en la India es la excepción que los fabricantes de transgénicos usan siempre para destacar los beneficios para los pequeños agricultores. En realidad, las repercusiones han sido mínimas en cuanto a rendimientos, y a menudo negativas desde el punto de vista de la seguridad financiera, los medios de vida y el bienestar.

Una comparativa realizada por Greenpeace de las explotaciones de algodón transgénico Bt y las de algodón ecológico en la India mostró que, mientras que los agricultores que cultivan transgénicos tenían unos rendimientos ligeramente mayores en condiciones climáticas favorables, que se desmoronaban en condiciones climáticas adversas. A pesar de no tener acceso a semillas punteras no transgénicas, aquellos que cultivaban algodón ecológico tenían unos rendimientos más estables, menos costes por insumos y una mayor rentabilidad, logrando medios de vida más seguros¹⁰³. Se ha concluido lo mismo de los pequeños agricultores de Sudáfrica que cultivan maíz Bt. Las semillas de maíz Bt son cinco veces más caras que las variedades tradicionales de polinización abierta, y necesitan unas condiciones de cultivo óptimas (p. ej. tierras bien regadas) para tener un buen rendimiento; eso hace que la tecnología no sea viable para muchos pequeños agricultores, que solo compensan con los años de alto nivel de presión de las plagas y exponen sus medios de vida a unos riesgos excesivos¹⁰⁴.

También es probable que los pequeños agricultores se endeuden para cubrir los costes de los cultivos transgénicos. Cuando los costes de otros insumos no bajan (véase Mito 5.2) y los rendimientos no aumentan un margen significativo (véase Mito 1.1), los agricultores tienen grandes dificultades para pagar sus deudas y mantenerse a flote. El estudio de caso de la India realizado por Greenpeace mostró que los agricultores que cultivaban algodón Bt acababan con grandes deudas a prestamistas privados después de no conseguir microcréditos en condiciones más favorables¹⁰⁵. Pero incluso si se consiguen las mejores condiciones posibles, una tecnología que implica inversiones elevadas y sostenidas y que requiere que los agricultores contraigan grandes deudas, siempre será más adecuada para las grandes explotaciones y los monocultivos de la agricultura industrial que para los pequeños agricultores. Por consiguiente, los cultivos transgénicos distan mucho de ser óptimos para las pequeñas unidades económicas que predominan en el panorama agrícola mundial.

NÚMERO DE TRATAMIENTOS CON PLAGUICIDAS POR TEMPORADA REALIZADOS POR LAS EXPLOTACIONES DE ALGODÓN TRANSGÉNICO (CHINA)⁹⁸



MITO 6.1

“Se puede evitar que los cultivos transgénicos contaminen otros sistemas agrícolas.”



“[...] no existe ninguna evidencia creíble de que los cultivos transgénicos existentes sean o puedan ser más difíciles de gestionar que los cultivos convencionales.”

Syngenta¹¹³

REALIDAD



Se han registrado oficialmente unos 400 incidentes de contaminación transgénica en todo el mundo, en los que las empresas y los gobiernos no han podido mantener separadas las cadenas alimentarias transgénica y no transgénica. Es muy probable que se hayan producido muchos más casos que no hayan sido descubiertos o denunciados.

Hasta finales de 2013 se habían registrado unos 400 incidentes de contaminación transgénica de cultivos en el mundo¹¹¹. Se han observado muchas vías distintas de contaminación, incluyendo errores humanos en las fases de siembra, cosecha, etiquetado y almacenaje, así como sistemas de separación ineficaces. Cuando la contaminación se produce, los agricultores suelen ser quienes lo pagan por tener que reducir los precios de venta (p. ej. al perder la denominación de ecológico), sufragar la recogida de los productos contaminados y colocarlos de nuevo en el mercado y por ver dañada su reputación, lo cual conlleva en última instancia una pérdida de beneficios¹¹². Pero las empresas pueden sufrir también económicamente la contaminación transgénica. En 2006-2007, se estima que la contaminación del arroz transgénico experimental de Bayer costó a los agricultores estadounidenses unos 27,4 millones de dólares en pérdida de ingresos, y unas pérdidas totales en el sector de hasta 1.290 millones de dólares después de que varios países prohibieran la importación de arroz estadounidense¹¹³.

Los sistemas de supervisión nacionales han resultado ser extremadamente deficientes. En España se cultivan miles de hectáreas de maíz Bt sin que el Gobierno haya tomado medidas para evaluar —por no hablar de evitar— la contaminación de los campos de maíz convencional o ecológico; el Estado español ha obviado la cuestión y no ha tomado medidas de separación, segregación y control, haciendo que para las explotaciones sea muy difícil mantenerse libres de transgénicos¹¹⁴.



396

incidentes registrados de
contaminación transgénica
(1994-2013)¹¹⁵



63

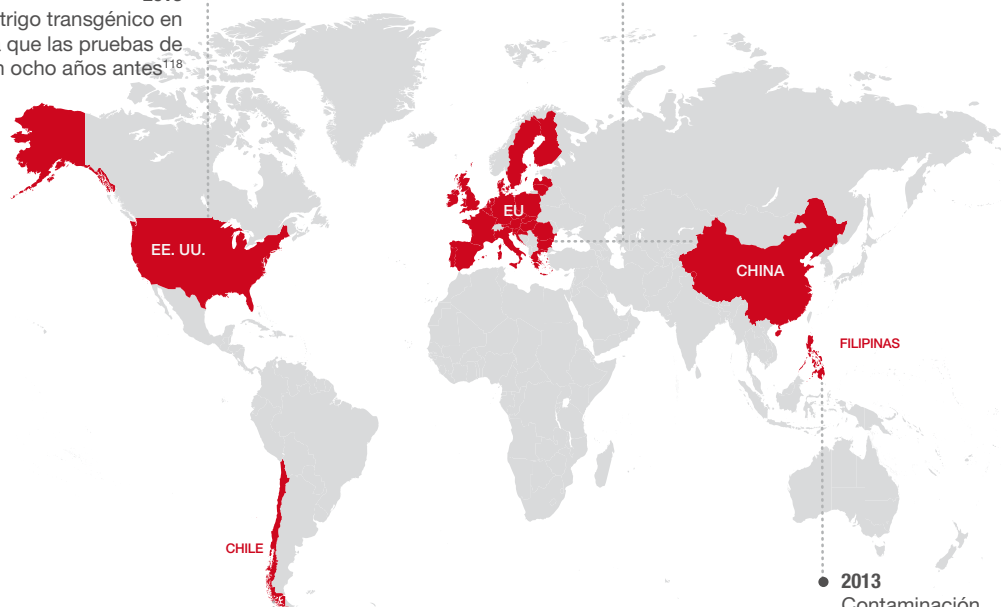
países diferentes
afectados por la conta-
minación transgénica¹¹⁶

MAPA DE LA CONTAMINACIÓN TRANSGÉNICA

2006-2007
La contaminación de arroz transgénico en EE. UU. provoca unas pérdidas de 27,4 millones de dólares a los agricultores, y de hasta 1.290 millones en todo el sector¹¹⁷

2013
Contaminación de trigo transgénico en Oregon, pese a que las pruebas de campo acabaron ocho años antes¹¹⁸

2005
El arroz transgénico experimental entró en la cadena alimentaria de China, contaminando alimentos para bebés y afectando a las exportaciones de arroz a Austria, Francia, el Reino Unido y Alemania¹²⁰



2008
El maíz transgénico cultivado para exportación de semillas contamina las semillas usadas localmente en Chile¹¹⁹

2013
Contaminación transgénica de hasta e 40% del maíz blanco, uno de los cultivos básicos de Filipinas¹²¹

MITO 6.2

“ Los transgénicos permanecerán fuera de la cadena alimentaria hasta que se autoricen.”



“Lo más importante, mientras todas las partes trabajan para verificar estos resultados, es que el gen de tolerancia al glifosato usado en el trigo Roundup Ready tiene una larga historia de uso seguro.”

Monsanto
sobre la contaminación del
trigo experimental¹²²

REALIDAD



Las variedades experimentales de trigo, arroz, maíz y otros cultivos transgénicos se han salido de los campos experimentales y entrado en la cadena alimentaria, y los cultivos para biocombustibles y fines farmacéuticos están amenazando ahora con hacer lo mismo.

En varios casos las cosechas se han contaminado de transgénicos que supuestamente están confinados en el laboratorio, incluyendo cultivos autofértiles con difusión de polen limitada. En Tailandia y Taiwán variedades no autorizadas o experimentales de papaya transgénica han producido contaminación, al igual que el maíz transgénico en la Unión Europea, el lino transgénico en Canadá, el trigo transgénico en Estados Unidos y el arroz transgénico en Estados Unidos y China¹²³. En muchos casos, simplemente se desconoce la causa: Bayer afirmó que la contaminación que produjo su arroz en Estados Unidos (véase Mito 6.1) era un “acto de Dios”¹²⁴. Lo más preocupante es que estos casos son los que han sido detectados: la información necesaria para hacer test de contaminación transgénica de los campos experimentales es confidencial. Entretanto, las empresas biotecnológicas están trabajando también en el diseño de cultivos destinados a los biocombustibles y a la industria farmacéutica. En caso de que esos cultivos experimentales contaminen la cadena alimentaria, los humanos estarán consumiendo sin saberlo proteínas que normalmente no están presentes en la dieta humana.

COSTES ADICIONALES PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA ALEMANA SI LOS TRANSGÉNICOS ENTRAN EN LA CADENA ALIMENTARIA¹³²



COSTES ADICIONALES DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS EN LA UE SI LA COLZA TRANSGÉNICA ES AUTORIZADA¹³³



MITO 6.3

“ Mantenerse libre de transgénicos tiene un coste asumible.”



“Todos los sistemas agrícolas pueden funcionar eficazmente en paralelo, satisfaciendo las variadas necesidades de los diferentes consumidores y las demandas de una población creciente.”

Monsanto¹²⁵

REALIDAD



Mantenerse libre de transgénicos impone unos costes muy elevados a los agricultores, con una presión especial para el sector ecológico, y en ocasiones los agricultores no tienen más opción que adoptar los cultivos transgénicos que los rodean y contaminan sus campos. Los productores de semillas también tienen que hacer frente a importantes costes adicionales, así como quienes procesan alimentos para mantener libres de transgénicos las cadenas de suministro.

En zonas donde se cultivan transgénicos, los agricultores que no lo hacen se ven a menudo forzados a pasar por fases costosas y desestabilizadoras como sembrar más pronto o más tarde para evitar la contaminación en las instalaciones de secado. Greenpeace ha descubierto que algunos agricultores que siembran maíz ecológico en España acaban en ocasiones adoptando el maíz transgénico porque los costes de evitar la contaminación son demasiado elevados; se crea una ilusión de “coexistencia” porque no queda nada con lo que coexistir¹²⁶.

En Aragón, donde predomina el maíz transgénico, la superficie de cultivos ecológicos cayó el 75% entre 2004 y 2007, a consecuencia de varios casos de contaminación y amenazas para la cohesión social (p. ej. entre pueblos) al intentar resolver dichos casos¹²⁷.

Por otra parte, un estudio canadiense sobre las repercusiones estimadas de la introducción del trigo transgénico determinó que controlar estos cultivos “voluntarios” se convertiría en el mayor gasto interno de las explotaciones¹²⁸. Los costes adicionales se extienden a todo el sector agroalimentario en un efecto cascada. Hacia arriba en la cadena, los productores de semillas tienen que hacer frente a costosos procedimientos para evitar el tipo de contaminación que ocurrió en Chile¹²⁹.

En la Unión Europea, se estima que los costes de la producción de semillas de colza podrían incrementarse en un 10% en caso de que se autorice el cultivo de colza transgénica¹³⁰. Hacia abajo en la cadena, la profusión de ingredientes transgénicos en las cadenas mundiales de suministros impone costes a los procesadores que quieran respetar los deseos de los consumidores europeos, que reclaman con razón saber si sus alimentos están libres de transgénicos. Un estudio de 2009 estimaba que los costes de la segregación transgénica a los que se enfrentaba la industria alemana podían conducir a un incremento de hasta el 13% del precio de la colza no transgénica, el 8% del precio del almidón hecho con trigo no transgénico y el 5% del azúcar procedente de remolacha no transgénica¹³¹.

MITO 7 “LA INGENIERÍA GENÉTICA ES EL CAMINO MÁS PROMETEDOR PARA INNOVAR EN LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS”

MITO 7.1

“La ingeniería genética impulsa la innovación y la competitividad”



Patentar los cultivos transgénicos “promueve la inversión en investigación científica y el desarrollo de nuevas tecnologías.”

Syngenta¹³⁴

REALIDAD



Los transgénicos no solo constituyen un tipo ineficaz de innovación, sino que además son nocivos para la propia innovación. Convierten los procesos de desarrollo de las plantas en propiedad privada, restringiendo el acceso y la puesta en común de recursos genéticos e introduciendo cuestiones de propiedad intelectual que van en contra de los países en desarrollo. Los cultivos transgénicos también han dado origen a monopolios empresariales de semillas, cuyo resultado son menos opciones para los agricultores y más poder para la industria.

Como muestran los mitos 1 a 6, la tecnología de la modificación genética ha incumplido sus propios objetivos, por ejemplo reducir el uso de plaguicidas en la agricultura o producir cultivos resistentes a la sequía. Los transgénicos no solo constituyen un tipo ineficaz de innovación, sino que además son nocivos para la propia innovación. Están diseñados de manera que acaparan el conocimiento y el poder, en lugar de ponerlo en manos de los agricultores. Las empresas agrícolas pueden patentar

MONSANTO EN CIFRAS



112

Monsanto presentó 112 demandas a agricultores por presuntas violaciones de los derechos de propiedad intelectual hasta 2007¹⁴³



21^M\$

Monsanto se embolsó más de 21 millones de dólares en multas a los agricultores estadounidenses (1996-2007)¹⁴⁴



160^M\$

Monsanto recibió hasta 160 millones de dólares en acuerdos extrajudiciales (de 1996 a 2007)¹⁴⁵

MITO 7 “LA INGENIERÍA GENÉTICA ES EL CAMINO MÁS PROMETEDOR PARA INNOVAR EN LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS”

semillas en muchos países porque el hallazgo tecnológico se considera propiedad intelectual y por consiguiente tiene derechos y medidas de protección.

Los productores de semillas transgénicas alegan que las patentes son necesarias para que tengan incentivos para innovar¹³⁵. Y sin embargo, el efecto real de las patentes sobre semillas transgénicas es concentrar los conocimientos y bloquear la innovación. Convertir los procesos de desarrollo de plantas en propiedad privada no solo permite a las empresas extraer más beneficios de sus semillas (véase Mito 5.1), sino que también pone todas las muestras de material genético fuera del alcance de los demás.

En 2008, la Evaluación agrícola mundial de las Naciones Unidas, realizada por 400 científicos durante un periodo de cuatro años y firmada por 58 gobiernos, advertía de que “El uso de patentes para transgénicos [...] puede hacer subir los precios, restringir la experimentación por agricultores individuales o investigadores públicos, al tiempo que debilita las prácticas locales que mejoran la seguridad alimentaria y la sostenibilidad económica [...]”¹³⁶.

La capacidad de poseer y patentar material genético ha concentrado igualmente unas riquezas y un poder inmensos en las manos de unas pocas empresas agroalimentarias. Seis empresas —Monsanto, Dow, Syngenta, Bayer, Dupont y BASF— son propietarias de casi todos los cultivos transgénicos que se comercializan en todo el mundo, y controlan el 76% del mercado agroquímico¹³⁷. Eso significa que las empresas que producen las semillas transgénicas son las mismas que se enriquecen con la venta de los plaguicidas adicionales necesarios para la agricultura transgénica. De hecho, los principales productores de transgénicos eran originalmente empresas agroquímicas que ampliaron su negocio a la producción de semillas cuando surgieron las lucrativas oportunidades de las semillas patentadas. Esta lógica es contagiosa, y ahora las empresas de semillas están patentando plantas obtenidas de manera tradicional y creando nuevos monopolios en las semillas convencionales¹³⁸. La innovación al estilo transgénico significa menos opciones para los agricultores: la Coalición Nacional de Explotaciones Agrícolas Familiares de Estados Unidos informa de que varias empresas productoras de semillas fueron compradas por Monsanto y luego sus variedades convencionales se retiraron del mercado¹³⁹. Por otra parte, en Colombia la predominancia en el mercado de Monsanto ha supuesto que los agricultores que siembran algodón hayan tenido que luchar para encontrar semillas alternativas viables¹⁴⁰. En general, el 53% del mercado de las semillas comerciales está controlado actualmente por tres empresas: Monsanto, Du Pont y Syngenta¹⁴¹. En este contexto de opresión del mercado es en el que los agricultores tienen que tomar lo que llaman “decisiones independientes” para cultivar transgénicos. Es negativo para los agricultores y es negativo también para la propia innovación, pues los progresos en la mejora de las plantas quedan frenados y lastrados cuando la competencia, la investigación y el desarrollo sufren las repercusiones del monopolio en el sector de las semillas¹⁴².

CONCENTRACIÓN EMPRESARIAL DE LOS INSUMOS AGRÍCOLAS



MITO 7.2

“La ingeniería genética es la forma más prometedora de innovación en los cultivos.”



La ingeniería genética “permite que los obtentores de plantas hagan más rápido lo mismo que han estado haciendo durante años —generar variedades de plantas mejores—, pero ampliando las posibilidades más allá de los límites que impone la mejora convencional de las plantas.”

EuropaBio¹⁵³

REALIDAD



La mejora inteligente o la selección asistida por marcadores (MAS, de sus siglas en inglés) ha sido capaz de producir una amplia gama de rasgos para muchos cultivos sin hacer uso de la biotecnología genética. La MAS ha permitido que los obtentores —a menudo instituciones públicas— proporcionen a los agricultores cultivos resistentes a las sequías, las inundaciones y los hongos, así como tolerantes a los suelos salinos. eSTA biotecnología es más adecuada que la ingeniería genética para proporcionar enfoques de obtención específicos para cada región y aprovechar los conocimientos de los agricultores por medio de procesos participativos de mejora. Estos avances muestran que la ingeniería genética no es el único camino para la innovación tecnológica en la obtención de semillas, y que tampoco es el más prometedor.

Como consecuencia del aparato propagandístico que ha rodeado a los cultivos transgénicos, otras innovaciones en la obtención de semillas han quedado eclipsadas, a pesar de que han proporcionado soluciones más rápidas, seguras y relevantes para los retos a los que se enfrentan los sistemas alimentarios. Por ejemplo, la selección asistida por marcadores (MAS) usa las técnicas convencionales de mejora de plantas para que los genes deseados sean controlados por el genoma. A diferencia de la ingeniería genética, la MAS no implica la transformación de material genético aislado (a menudo ajeno a la planta) dentro del genoma de la planta, y en su lugar aprovecha técnicas que tienen una larga historia de uso seguro en la obtención convencional.

La MAS está ya produciendo una amplia gama de rasgos para muchos cultivos. Por ejemplo, se ha conseguido resistencia a los hongos en variedades de cebada, alubias, chile, lechuga, mijo perla, arroz, soja, tomate y trigo¹⁵⁰. La MAS ha producido igualmente nuevas variedades de cultivos tolerantes a las sequías, las inundaciones y los suelos con elevado nivel de salinidad¹⁵¹. Las sofisticadas técnicas que emplea permiten que los recursos genéticos de especies silvestres emparentadas autóctonas puedan ser aprovechados para mejorar las variedades de las plantas, de manera que el patrimonio genético cultivado se enriquezca¹⁵². Aunque las semillas obtenidas así se patentan en ocasiones, esta forma de obtención está más abierta a aprovechar los conocimientos de los agricultores por medio de maneras abiertas y participativas¹⁵³, y ofrece enfoques de obtención específicos para cada región. Por otra parte, la MAS tiene menos probabilidades de ser monopolizada por unos cuantos desarrolladores:

en el informe de Greenpeace de 2014 Smart Breeding se identificaban 136 variedades de cultivos obtenidas con medios públicos por MAS¹⁵⁴. La MAS no es una panacea, pero sus logros demuestran que los transgénicos no son el único camino a la innovación tecnológica en la obtención de semillas, y que tampoco es el más prometedor.

MITO 7.3

“ “La agricultura ecológica no puede responder a los retos a los que nos enfrentamos, no puede alimentar al mundo ” ”



“La agricultura ecológica por sí misma no es lo bastante eficiente en el uso de recursos para satisfacer las necesidades alimentarias de hoy y del futuro. Las soluciones verdaderamente sostenibles para la agricultura deberían incorporar todas las variedades de plantas y tecnologías modernas de protección de los cultivos de que disponemos.”

Syngenta¹⁵⁹



“Si en los treinta o cuarenta próximos años vamos a pasar de seis mil millones a nueve mil, no habrá bastantes tierras. ¿Puedes hacerlo sin biotecnología? No lo creo. [...] Lo que siempre me frustra en los debates es que nunca hay una alternativa... El otro lado sigue estando muy vacío.”

Hugh Grant, iirector general de Monsanto¹⁶⁰

REALIDAD



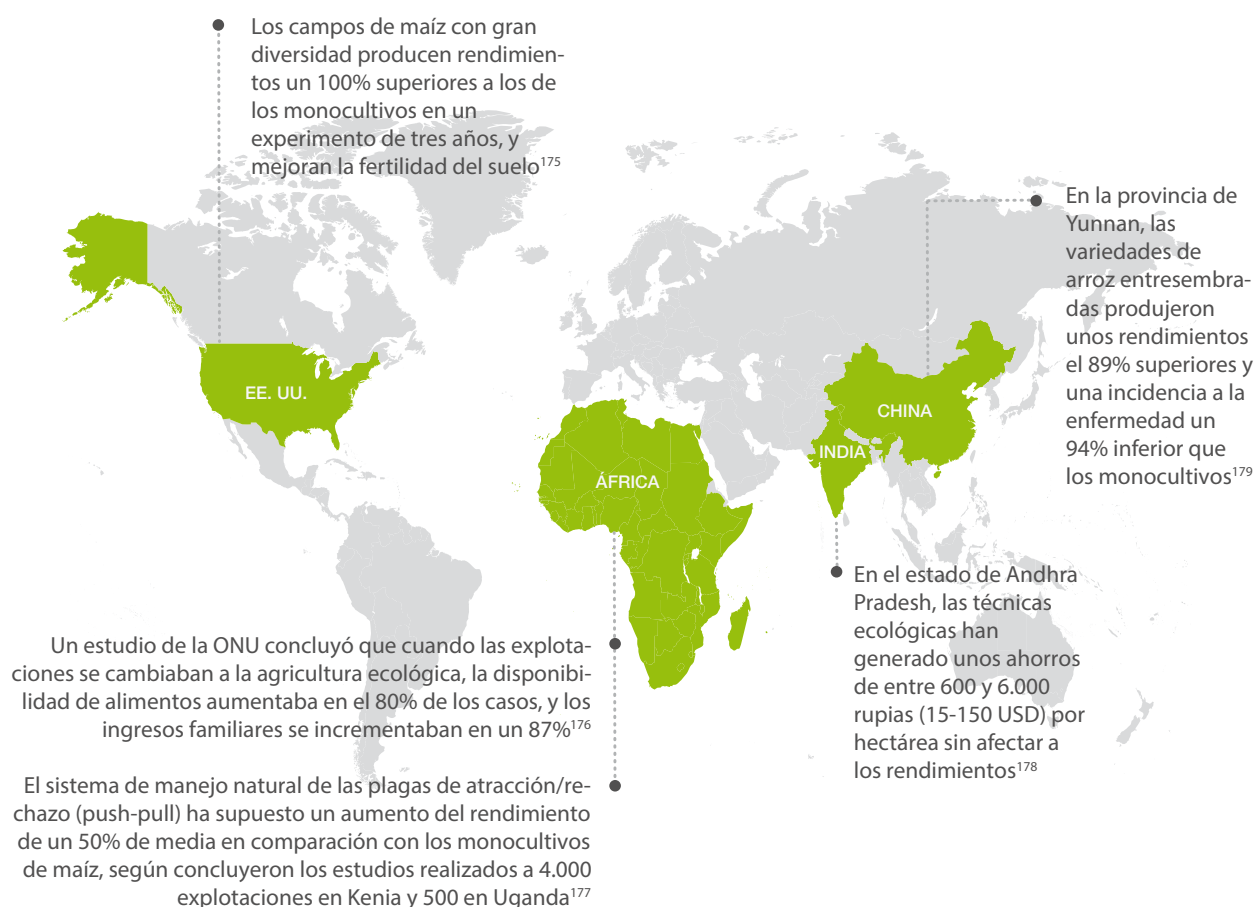
Muchas de las innovaciones clave en los sistemas alimentarios no pertenecen a grandes empresas ni tampoco se limitan a los laboratorios occidentales. Las técnicas de la agricultura ecológica ya están consiguiendo grandes éxitos en la lucha contra las plagas, generando rendimientos sostenidos, preservando los ecosistemas y asegurando y mejorando los medios de vida de los pequeños agricultores. Estos éxitos se han conseguido a gran escala en los lugares donde la seguridad alimentaria está más amenazada. Por supuesto, estas técnicas no pueden vencer por sí solas la inseguridad alimentaria, pues la pobreza y el hambre tienen raíces sociales y políticas muy profundas. Pero, a diferencia del modelo de la agricultura industrial que impulsan los cultivos transgénicos, las técnicas de la agricultura ecológica proporcionan a los agricultores unas herramientas para mejorar de manera duradera sus rendimientos, sus entornos y sus medios de vida.

Mientras que los rasgos transgénicos como la tolerancia a los herbicidas tratan de aislar las plantas de su entorno para que puedan prosperar en condiciones específicas, las técnicas de la agricultura ecológica alimentan los ecosistemas como un todo, aprovechando la diversidad natural de las plantas y las sinergias entre especies para conseguir resiliencia frente a una serie de condiciones. Los científicos han demostrado que la diversidad proporciona una especie de seguro natural frente a cambios mayores en el ecosistema¹⁵⁷. En campos con mayor diversidad de cultivos, el maíz produjo unos rendimientos un 100% más elevados que el maíz de los monocultivos continuos¹⁵⁸. En Italia, los campos con variedades

MITO 7 “LA INGENIERÍA GENÉTICA ES EL CAMINO MÁS PROMETEDOR PARA INNOVAR EN LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS”

de trigo genéticamente diversas pudieron evitar la pérdida de rendimientos en condiciones de escasez de lluvias¹⁵⁹. La diversidad también ha demostrado ser clave para obtener rendimientos sostenidos frente a las presiones de plagas y enfermedades. En la provincia china de Yunnan, las variedades de arroz susceptibles al tizón cultivadas entre otras variedades resistentes produjeron unos rendimientos un 89% superiores y una incidencia a la enfermedad un 94% inferior que cuando se cultivaban en monocultivos¹⁶⁰. Las innovaciones de la agricultura ecológica pueden dar un resultado mejor también en cuanto a la fertilidad del suelo. Un análisis de 77 estudios demostró que las leguminosas usadas como abono verde pueden fijar tanto nitrógeno en el suelo como para reemplazar sin pérdidas de producción al fertilizante con nitrógeno sintético que se usa actualmente¹⁶¹. Esas ventajas son duraderas en el tiempo: en un estudio a largo plazo de más de veinte años sobre las explotaciones agrícolas europeas, los suelos que habían sido fertilizados ecológicamente mostraban más estabilidad, una fertilidad mejorada y una mayor biodiversidad, incluyendo la actividad de microbios y lombrices, que los suelos fertilizados de manera sintética¹⁶².

ÉXITOS DE LA AGRICULTURA ECOLÓGICA EN EL MUNDO



MITO 7 “LA INGENIERÍA GENÉTICA ES EL CAMINO MÁS PROMETEDOR PARA INNOVAR EN LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS”

Los partidarios de los transgénicos y la agricultura industrial insisten en que los alimentos ecológicos son un lujo de moda para los consumidores ricos y que no puede de ningún modo alimentar al mundo. No obstante, las técnicas de la agricultura ecológica ofrecen soluciones duraderas y sostenibles a las plagas, las enfermedades y las condiciones climáticas adversas que amenazan a las cosechas, siendo así muy productivas y respetuosas con el medio ambiente. Cultivar los campos usando prácticas ecológicas es una forma eficaz de incrementar la productividad y reducir la “brecha de rendimiento” entre la agricultura ecológica y la convencional¹⁶³. No solo se mantienen los rendimientos, sino que a largo plazo incrementa los ingresos: un estudio a largo plazo llevado a cabo durante una década en Wisconsin (EE. UU.) demostró que cultivar los campos con gran diversidad y sin plaguicidas ni fertilizantes químicos es más rentable que los monocultivos con insumos químicos¹⁶⁴. El coste de la mano de obra puede ser más elevado en la agricultura ecológica, pero se compensa con los ahorros en insumos¹⁶⁶.

Y lo más importante: las ganancias son particularmente altas en los lugares en los que la seguridad alimentaria está en peligro. Un análisis de la ONU sobre 15 ejemplos de explotaciones ecológicas en África ha mostrado aumentos de la productividad por hectárea en los cultivos alimentarios, incrementos de ingresos para los agricultores, beneficios medioambientales y comunidades reforzadas¹⁶⁷. En los estados indios de Andhra Pradesh y Telengana, hay pueblos enteros que han rechazado la agricultura química y que usan técnicas ecológicas de manera que han generado unos ahorros de entre 600 y 6.000 rupias indias (15-150 USD) por hectárea sin afectar a los rendimientos¹⁶⁸. Pero tales beneficios no se limitan a pequeñas muestras.

El sistema de manejo natural de las plagas de atracción/rechazo (*push-pull*) por medio de un sofisticado intersebrado se ha difundido a 4000 agricultores en Kenia y 500 en Uganda y ha supuesto un aumento de los rendimientos de un 50% de media en comparación con los monocultivos de maíz¹⁶⁹. Por otra parte, la revolución de la agricultura ecológica en Andhra Pradesh y Telengana cubre ahora el 15% de la superficie agrícola de dichos estados y ha alcanzado a más de dos millones de pequeños agricultores¹⁷⁰.

A lo largo de dos décadas, se han invertido grandes cantidades de financiación pública y privada en los cultivos transgénicos. Se han gastado decenas de millones de dólares solo en desarrollar el fallido “arroz dorado” transgénico (*Golden Rice*)¹⁷¹. Entretanto, los enfoques de agricultura ecológica basados en el manejo no ofrecen el incentivo de los grandes beneficios para las grandes empresas, y por consiguiente han recibido una inversión considerablemente inferior¹⁷². De modo que no deja de ser extraordinario que la agricultura ecológica haya sido tan fructífera en proporcionar resiliencia ecológica, rendimientos elevados y sostenidos, ingresos decentes y medios de vida agrícolas seguros. A diferencia del modelo intensivo en capital de la agricultura industrial y el cultivo de transgénicos, la agricultura ecológica es intensiva en conocimientos¹⁷³, y por tanto viable para agricultores de todo el mundo, no solo los de las explotaciones más grandes. Hay muchas posibilidades de que se produzcan más avances en la agricultura ecológica, y dada la diversidad de soluciones que esta propone, puede ser necesaria una amplia gama de incentivos y marcos de apoyo¹⁷⁴. Gran parte de las innovaciones provendrán de los propios agricultores, siempre que sus medios de vida estén asegurados, su entorno preservado y se proteja su libertad para innovar. Después de veinte años de fracasos, es evidente que los cultivos transgénicos no son compatibles con la clase de innovación, de transición y de sistemas alimentarios necesarios.

Una tecnología que fomenta los monocultivos, dispara el uso de plaguicidas, alienta los monopolios e incrementa la presión económica sobre los agricultores, forma parte del pasado agroindustrial, pero no del futuro ecológico.

Referencias

1. Ver por ejemplo: http://www.huffingtonpost.com/dr-robert-t-fraley/lets-use-organic-and-gmos_b_5669928.html
2. Quist, D.A., Heinemann, J.A., Myhr, A.I., Aslaksen, I. & Funtowicz, S. 2013. Hungry for Innovation: pathways from GM crops to agroecology. Ch. 19 in: European Environmental Agency (EEA) Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation. EEA Report no 1/2013 pp. 490-517. <http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2>
3. James, C. 2015. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2014. ISAAA brief No. 49. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA): Ithaca, NY.
4. http://www.gmo-compass.org/eng/regulation/labelling/96.labelling_gm_foods_frequently_asked_questions.html
5. <http://www.europabio.org/which-gm-crops-can-be-cultivated-eu>
6. James 2015. op. cit.
7. James 2015. op. cit.
8. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/investor-relations/questions-about-syngenta/Pages/technology.aspx#8>
9. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/food-safety.aspx#q2>
10. IAASTD 2009. International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development. Island Press. <http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/iaastd/tabid/105853/default.aspx>.
11. See, for example, critique by Heinemann, J. of inclusion criteria for meta-analysis finding GM yield increases (Klumper, W., and Qaim, M., 2014. A meta-analysis of the impacts of genetically modified crops. PLoS ONE 9, e111629): <http://rightbiotech.tumblr.com/post/103665842150/correlation-is-not-causation>
12. Fernandez-Cornejo, J., Wechsler, S., Livingston, M. & Mitchell, L. 2014. Genetically engineered crops in the United States. USDA Economic Research Service, Economic Research Report no. 162. <http://www.ers.usda.gov/publications/err-economic-research-report/err162.aspx>
13. Elmore, R.W., Roeth, F. W., Nelson, L.A., Shapiro, C.A., Klein, R.N., Knezevic, S.Z. & Martin A. 2001. Glyphosate-resistant soybean cultivar yields compared with sister lines. *Agronomy Journal*, 93: 408-412; Elmore, R.W., Roeth, F.W., Klein, R.N., Knezevic, S.Z., Martin, A., Nelson, L.A. & Shapiro, C.A. 2001. Glyphosate-resistant soybean cultivar response to glyphosate. *Agronomy Journal* 93: 404-40.
14. Heinemann, J.A., Massaro, M., Coray, D.S., Agapito-Tenfen, S.Z. & Wen, J.D. 2013. Sustainability and innovation in staple crop production in the US Midwest, *International Journal of Agricultural Sustainability*, DOI:10.1080/14735903.2013.806408.
15. James 2015. op. cit.
16. James 2015. op. cit.
17. http://www.huffingtonpost.com/dr-robert-t-fraley/lets-use-organic-and-gmos_b_5669928.html
18. <http://www.ifad.org/pub/viewpoint/smallholder.pdf>
19. James 2015. op. cit.
20. James 2015. op. cit.
21. Leguizamón, A. 2014. Modifying Argentina: GM soy and socio-environmental change. *Geoforum* 53: 149–160.

22. <http://www.theverge.com/2015/2/18/8056163/bill-gates-gmo-farming-world-hunger-africa-poverty>
23. Monsanto's showcase project in Africa fails, *New Scientist* 181: 2433, 7 Feb. 2004.
24. de Grassi, A. 2003. Genetically modified crops and sustainable poverty alleviation in Sub Saharan Africa: an assessment of current evidence. *Third World Network Africa*. Available at: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB2013200189>
25. Mabeya, J. & Ezezika, O. C. 2012. Unfulfilled farmer expectations: the case of the Insect Resistant Maize for Africa (IRMA) project in Kenya *Agriculture & Food Security* 1 : S6. doi:10.1186/2048-7010-1-S1-S6
26. <http://www.cimmyt.org/en/projects/insect-resistant-maize-for-africa/irma-home>
27. Gilbert, N. 2014, Cross-bred crops get fit faster. *Nature* 514: 292.
28. Eisenstein, M. 2014. Against the grain. *Nature* 514: S55-S57.
29. IAASTD 2009. International Assessment of Agricultural, Science and Technology for Development. Island Press. <http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/iaastd/tabid/105853/default.aspx> Section 3.2.3.2.2 Global Report. pg. 197.
30. James 2011. op. cit.
31. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/investor-relations/questions-about-syngenta/Pages/technology.aspx>
32. http://www.huffingtonpost.com/dr-robert-t-fraley/lets-use-organic-and-gmos_b_5669928.html
33. Greenpeace 2014. Smart breeding – the next generation. <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Agriculture/Smart-Breeding/>
34. WEMA (Water efficient maize for Africa) <http://wema.aatf-africa.org> ; Gilbert, N. 2014. op. cit.
35. Araújo, S.S., Beebe, S., Crespi, M., Delbreil, B., González, E.M., Gruber, V., Lejeune-Henaut, I., Link, W., Monteros, M.J., Prats, E., Rao, I., Vadez, V. & Patto, M.C.V. 2015. Abiotic stress responses in legumes: strategies used to cope with environmental challenges, critical reviews in plant sciences, 34: 237-280; Langridge, P & Reynolds, M.P. 2015. Genomic tools to assist breeding for drought tolerance. *Current Opinion in Biotechnology* 32:130–135.
36. Greenpeace 2014. op. cit.
37. Lin, B.B. 2011. Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. *Bioscience* 61: 183-193.
38. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/news-center/Pages/what-syngenta-thinks-about.aspx>
39. Quist et al. 2013. op. cit.
40. James 2015. op. cit.
41. Greenpeace 2010. Ecological farming: drought-resistant Agriculture. <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/Ecological-farming-Drought-resistant-agriculture/>
42. Tirado, R., Simon, G. & Johnston, P. 2013. Bees in decline: A review of factors that put pollinators and agriculture in Europe at risk. Greenpeace Research Laboratories Technical Report (Review) 01-2013, <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Agriculture/Bees-in-Decline/>
43. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/investor-relations/questions-about-syngenta/Pages/technology.aspx>

44. Windels, P., Taverniers, I., Depicker, A., Van Bockstaele, E. & De Loose, M. 2001. Characterisation of the Roundup Ready soybean insert. *European Food Research Technology* 213:107-112; Rang, A., Linke, B. & Jansen, B. 2005. Detection of RNA variants transcribed from the transgene in Roundup Ready soybean. *European Food Research Technology* 220: 438-443.
45. Aharoni, A. & Galili, G. 2011. Metabolic engineering of the plant primary–secondary metabolism interface. *Current Opinion in Biotechnology* 22:239-244.
46. EFSA 2004. Opinion of the Scientific Panel on Genetically Modified Organisms on a request from the Commission related to the safety of foods and food ingredients derived from insect-protected genetically modified maize MON 863 and MON 863 x MON 810, for which a request for placing on the market was submitted under Article 4 of the Novel Food Regulation (EC) No 258/97 by Monsanto The EFSA Journal 50: 1-25; EFSA 2009. Applications (EFSA-GMO-RX-MON810) for renewal of authorisation for the continued marketing of (1) existing food and food ingredients produced from genetically modified insect resistant maize MON810; (2) feed consisting of and/or containing maize MON810, including the use of seed for cultivation; and of (3) food and feed additives, and feed materials produced from maize MON810, all under Regulation (EC) No 1829/2003 from Monsanto. The EFSA Journal 1149: 1-84.
47. Hilbeck, A., Binimelis, R., Defarge, N., Steinbrecher, R., Székács, A., Wickson, F., ... & Wynne, B. (2015). No scientific consensus on GMO safety. *Environmental Sciences Europe*, 27: 1-6.
48. http://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/
49. <http://www.theguardian.com/environment/2015/mar/21/roundup-cancer-who-glyphosate->
50. <http://www.monsanto.com/improvingagriculture/pages/the-importance-of-safety.aspx>
51. Greenpeace & GM Freeze 2011. Herbicide tolerance and GM crops. <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/Herbicide-tolerance-and-GM-crops/>
52. Holst, N., Lang, A., Lövei, G & Otto, M. 2013. Increased mortality is predicted of *Inachis* io larvae caused by Bt-maize pollen in European farmland. *Ecological Modelling* 250: 126–133.
53. Lövei, G.L. & Arpaia, S. 2005. The impact of transgenic plants on natural enemies: a critical review of laboratory studies. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 114: 1–14.
54. Ramirez-Romero, R., Desneux, N., Decourtye, A., Chaffiol, A., Pham-Delègue, M.H. 2008. Does Cry1Ab protein affect learning performances of the honey bee. *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae)? *Ecotoxicology and Environmental Safety* 70: 327–333.
55. Nguyen, H. T. & Jehle, J. A. 2007. Quantitative analysis of the seasonal and tissue-specific expression of Cry1Ab in transgenic maize MON810. *Journal of Plant Diseases and Protection* 114: 820-887.
56. Charles, D. 2011. Scientist in the middle of the GM-Organic Wars. *Science* 332: 168. Zapiola, M.L. & Mallory-Smith, C.A. 2012. Crossing the divide: gene flow produces intergeneric hybrid in feral transgenic creeping bentgrass population. *Molecular Ecology* 21: 4672-4680.
57. Hilbeck et al. 2015. op. cit.
58. http://www.nytimes.com/2009/02/20/business/20crop.html?_r=0
59. EFSA 2011. Guidance for risk assessment of food and feed from genetically modified plants. *EFSA Journal* 9: 2150-2187.
60. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/testing-of-gm-foods.aspx>
61. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/revolving-door.aspx>

62. Waltz, E. 2009. Under wraps. *Nature Biotechnology*, 27: 880.
63. Waltz 2009. op. cit.
64. Waltz, E. 2009. GM crops: battlefield. *Nature* 461: 27-32.
65. http://www.nytimes.com/2009/02/20/business/20crop.html?_r=0
66. IAASTD 2009. International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development. Island Press. <http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/iaastd/tabid/105853/default.aspx> Global Ch. 3 and 6.
67. Hilbeck et al. 2015. op. cit.
68. Felke, M., Langenbruch, G-A., Feiertag, S. & Kassa, A. 2010. Effect of Bt-176 maize pollen on first instar larvae of the Peacock butterfly (*Inachis io*) (Lepidoptera; Nymphalidae). *Environmental Biosafety Research* 9: 5-12; Lang, A & Otto, M. (2010) A synthesis of laboratory and field studies on the effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* (Bt) maize on non-target Lepidoptera, *Entomologia Experimentalis et Applicata* 135: 121–134.
69. See, e.g. EFSA 2010. Panel on Genetically Modified Organisms; Guidance on the environmental risk assessment of genetically modified plants. *The EFSA Journal* 8: 1879.
70. Hilbeck et al. 2015. op. cit.; EC 2010. A decade of EU-funded GMO research (2001 - 2010). EUR 24473 EN <http://bookshop.europa.eu/en/a-decade-of-eu-funded-gmo-research-2001-2010--pbKINA24473/>
71. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/food-safety.aspx#q2>
72. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/investor-relations/questions-about-syngenta/Pages/technology.aspx>
73. National Agricultural Statistics Service. 2009. Acreage. February 2011 <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/nass/Acre/2000s/2009/Acre-06-30-2009.pdf>
74. Greenpeace 2012. Glyphosate-tolerant crops in the EU. Greenpeace summary <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Genetic-engineering/Glyphosate-tolerant-crops-in-the-EU/>
75. Service, R.F. 2013. What happens when weed killers stop killing? *Science* 341: 1329.
76. Heap, I. 2015. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. www.weedscience.org
77. <http://newsroom.dowagro.com/press-release/epa-registers-enlist-duo-herbicide-enlist-weed-control-system-now-approved>
78. Greenpeace & GM Freeze 2011. op. cit.
79. Roy, D.B., Bohan, D.A., Houghton, A.J., Hill, M.O., Osborne, J.L., Clark, S.J., Perry, J.N., Rothery, P., Scott, R.J., Brooks, D.R., Champion, G.T., Hawes, C., Heard, M.S. & Firbank, L.G. 2003. Invertebrates and vegetation of the field margins adjacent to crops subject to contrasting herbicides regimes in the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide –tolerant crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 358: 1879-1898.
80. Pleasants, J.M. & Oberhauser, K.S. 2012. Milkweed loss in agricultural fields because of herbicide use: effect on the monarch butterfly population. *Insect Conservation and Diversity* doi: 10.1111/j.1752-4598.2012.00196.x
81. Waltz, E. 2015. Monsanto adds dicamba to its cache to counter weed threat. *Nature Biotechnology* 33: 328.

82. <http://www.europabio.org/do-gm-crops-help-reduce-pesticide-and-herbicide-applications>
83. Tabashnik, B.E., Brévault, T. & Carrière, Y. 2013. Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. *Nature Biotechnology* 31: 510-521; Gassmann, A.J., Petzold-Maxwell, J.L., Clifton, E.H., Dunbar, M.W., Hoffmann, A.M. Ingber, D.A. & Keweshan, R.S. 2014. Field-evolved resistance by western corn rootworm to multiple *Bacillus thuringiensis* toxins in transgenic maize. *Proceedings of the National Academy of Science* 111: 5141–5146.
84. Catangui M.A. & Berg R.K. 2006. Western bean cutworm, *Striacosta albicosta* (Smith) (Lepidoptera : Noctuidae), as a potential pest of transgenic Cry1Ab *Bacillus thuringiensis* corn hybrids in South Dakota. *Environmental Entomology* 35: 1439-1452; Zhao, J. H., Ho, P. & Azadi, H. 2011. Benefits of Bt cotton counterbalanced by secondary pests? Perceptions of ecological change in China. *Environmental Monitoring and Assessment* 173: 985–994; Catarino, R., Ceddia, G., Areal, F.J. & Park, J. 2015. The impact of secondary pests on *Bacillus thuringiensis* (Bt) crops. *Plant Biotechnology Journal* 13: 601-612.
85. Heap 2015. op. cit.
86. Benbrook, C. M. 2012a. Glyphosate tolerant crops in the EU: a forecast of impacts on herbicide use. <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/agriculture/problem/genetic-engineering/growing-doubt>
87. GM herbicide-tolerant crops have led to a 239 million kg increase in herbicide use, while pesticide-producing crops reduced insecticide applications by 56 million kg. Overall, pesticide use increased by an estimated 183 million kg.
88. Benbrook, C.M. 2012b. Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. - the first sixteen years. *Environmental Sciences Europe* 24:24 doi:10.1186/2190-4715-24-24
89. Benbrook, C. M. 2005. Rust, resistance, run down soils, and rising costs—Problems facing soybean producers in Argentina. *AgBioTech InfoNet Technical Paper no. 8* <http://www.biosafety-info.net/article.php?aid=220>
90. Benbrook 2012a. op. cit.
91. Greenpeace 2010. Picking Cotton: the choice between organic and genetically-engineered cotton for farmers in South India: <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/Picking-Cotton/>
92. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/monsanto-submission-doj.aspx>
93. Benbrook 2012a. op. cit.
94. Benbrook 2012a. op. cit.
95. Benbrook 2012a. op. cit.
96. Benbrook 2012a. op. cit.
97. Benbrook 2012a. op. cit.
98. Wang, S., Just, D.R. & Pinstrup-Andersen, P. 2008. Bt-cotton and secondary pests. *International Journal of Biotechnology* 10: 113-121.
99. <http://www.cropsscience.bayer.com/en/Commitment/Rural-development.aspx>
100. Wang, S., Just, D.R., & Pinstrup-Andersen, P. 2006. Tarnishing silver bullets: Bt technology adoption, bounded rationality and the outbreak of secondary pest infestations in China. In *American Agricultural Economics Association Meeting*, Long Beach CA.
101. Wang et al. 2008. op. cit.

102. <http://www.monsanto.com/improvingagriculture/pages/improving-lives.aspx>
103. Greenpeace 2010. op. cit.
104. Fischer, K., Van den Berg, J., & Mutengwa, C. 2015. Is Bt maize effective in improving South African smallholder agriculture? Commentary. South African Journal of Science, 111: 15-16.
105. See Greenpeace 2010. Picking Cotton: the choice between organic and genetically-engineered cotton for farmers in South India: <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/Picking-Cotton/>
106. Benbrook 2012a. op. cit.
107. Fische et al. 2015. op. cit.
108. Wang et al. 2006. op. cit.
109. Greenpeace 2010. op. cit.
110. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/investor-relations/questions-about-syngenta/Pages/technology.aspx>
111. Price, B., & Cotter, J. 2014. The GM Contamination Register: a review of recorded contamination incidents associated with genetically modified organisms (GMOs), 1997-2013. International Journal of Food Contamination, 1: 5.
112. Greenpeace 2010. The costs of staying GE free. <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/the-costs-of-staying-ge-free/>
113. Greenpeace 2007. Risky business. Briefing based on the report by Dr Neal Blue of Neal Blue Consultancy. <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/risky-business/>
114. Greenpeace 2009. Testimonies of Contamination: Why co-existence of GM and non-GM crops remains impossible <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/testimonies-of-contamination/>
115. Price & Cotter 2014. op.cit
116. Price & Cotter 2014. op. cit.
117. Greenpeace 2007. op. cit.
118. Price & Cotter 2014. op. cit.
119. <http://www.ipsnews.net/2008/10/chile-maize-contaminated-with-transgenics/>
120. Price & Cotter 2014. op. cit.
121. Greenpeace 2013. White corn in the Philippines. <http://www.greenpeace.org/seasia/ph/press/reports/White-Corn-in-the-Philippines/>
122. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/monsanto-statement-on-usda-gm-wheat.aspx>
123. Price & Cotter 2014. op. cit.
124. Weiss R. 2006. "Firm blames Farmers, 'Act of God' for rice contamination." Washington Post, USA. <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2006/11/21/AR2006112101265.html>
125. <http://www.monsanto.com/newsviews/pages/coexistence-of-gmo-and-organic-crops.aspx>

126. Greenpeace 2009. op. cit.
127. Binimelis, R. 2008. Coexistence of plants and coexistence of farmers: is an individual choice possible? Journal of Agricultural and Environmental Ethics doi 10.1007/s10806-008-9099-4
128. Huygen, I., Veeman, M. & Lerohl, M. 2004. Cost implications of alternative GM in Western Canada. AgBioForum 6: s169-177.
129. <http://www.ipsnews.net/2008/10/chile-maize-contaminated-with-transgenics/>
130. Bock, A.-K., L'heureux, K., Libeau-Dulos, M., Nilsagard, H. & Rodriguez-Cerezo, E. 2002. Scenarios for co-existence of genetically modified, conventional and organic crops in European agriculture. European Commission Joint Research Centre. <http://ftp.jrc.es/EURdoc/eur20394en.pdf>
131. Menrad, K., Gabriel, A. & Zapilko, M. 2009. Cost of GMO-related co-existence and traceability systems in food production in Germany. International Association of Agricultural Economists Conference Paper, Beijing, 16-22 August 2009. <http://ageconsearch.umn.edu/handle/51562>
132. Menrad et al. 2009. op. cit.
133. Bock, A.K. et al. 2002. op. cit.
134. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/news-center/pages/what-syngenta-thinks-about-full.aspx>
135. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/news-center/pages/what-syngenta-thinks-about-full.aspx>
136. IAASTD 2009. International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development. Island Press. <http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/iaastd/tabid/105853/default.aspx>
137. ETC 2013. Putting the cartel before the horse... and farm, seeds, soil, peasants, etc. http://www.etcgroup.org/putting_the_cartel_before_the_horse_2013
138. Then, C. & Tippe, R. 2009. The future of seeds and Food Underfood under the growing threat of patents and market concentration. No Patents on Seeds Coalition <http://www.impactbiotech.de/en/node/90>
139. Hubbard K. 2009. Out of hand, farmers face the consequences of a consolidated seed industry, National Family Farm Coalition, <http://farmertofarmercampaign.com/>
140. See Greenpeace 2010. Genetically-engineered cotton fails to perform in Colombia: <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/genetically-engineered-cotton/>
141. ETC Group 2013. op. cit.
142. Louwaars, N., Dons, H., Overwalle, G., Raven, H., Arundel, A., Eaton, D. & Nelis, A. 2009. Breeding Business, the future of plant breeding in the light of developments in patent rights and plant breeder's rights, University of Wageningen, CGN Report 2009-14 <https://www.wageningenur.nl/en/show/Breeding-Business.htm>
143. Center for Food Safety 2007. Monsanto vs US Farmers, November 2007 update, <http://www.centerforfoodsafety.org/reports/1411/monsanto-vs-us-farmers-november-2007-update>
144. Center for Food Safety 2007. op. cit.
145. Center for Food Safety 2007. op. cit.
146. ETC Group 2008. Who owns nature? "Corporate power and the final frontier in the commodification of life." <http://www.etcgroup.org/content/who-owns-nature>
147. ETC 2013. op. cit.

148. ETC 2013. op. cit.
149. <http://www.europabio.org/what-difference-between-genetic-modification-and-conventional-breeding>
150. Greenpeace 2014. op. cit.
151. Greenpeace 2014. op. cit.
152. Mir R.R., Bhat J.A., Jan, N., Singh, B., Razdan A.K., Bhat M.A., Kumar, A., Srivastava, E. & Malviya, N. 2014. Role of molecular markers. In: Pratap, A. & Kumar, J. (eds.), *Alien gene transfer in crop plants*. Springer New York. pp. 165 – 185.
153. Murphy, D. 2007. *Plant breeding and biotechnology: Societal context and the future of agriculture*. Cambridge University Press.
154. Greenpeace 2014. op. cit.
155. <http://www.syngenta.com/global/corporate/en/news-center/pages/what-syngenta-thinks-about-full.aspx>
156. <http://www.independent.co.uk/news/science/monsanto-chief-admits-hubris-is-to-blame-for-public-fears-over-gm-10128951.html>
157. Chapin, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., Hooper, D. U., Lavorel, S., Sala, O. E., Hobbie, S. E., Mack, M. C. & Diaz, S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
158. Smith, R. G., Gross, K. L. & Robertson, G. P. 2008. Effects of crop diversity on agroecosystem function: crop yield response. *Ecosystems* 11: 355-366.
159. Di Falco, S. & Chavas, J.-P. 2006. Crop genetic diversity, farm productivity and the management of environmental risk in rainfed agriculture. *European Review of Agricultural Economics* 33: 289-314. See also: Di Falco, S. & Chavas, J.-P. 2008. Rainfall shocks, resilience, and the effects of crop biodiversity on agroecosystem productivity. *Land Economics* 84: 83- 96.
160. Zhu, Y., Chen, H., Fan, J., Wang, Y., Li, Y., Chen, J., Fan, J., Yang, S., Hu, L., Leung, H., Mew, T. W., Teng, P. S., Wang, Z. & Mundt, C. C. 2000. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406: 718-722.
161. Badgley, C., Moghtader, J., Quintero, E., Zakem, E., Chappell, M. J., Avilés- Vázquez, K., Samulon, A. & Perfecto, I. 2007. Organic agriculture and the global food supply. *Renewable Agriculture and Food Systems* 22: 86-108.
162. Birkhofer, K., Bezemer, T.M., Bloem, J., Bonkowski, M., Christensen, S., Dubois, D., Ekelund, F., Fließbach, A., Gunst, L., Hedlund, K., Mäder, P., Mikola, J., Robin, C., Setälä, H., Tatin-Froux, F., Van der Putten, W.H. & Scheu, S. 2008. Long-term organic farming fosters below and aboveground biota: implications for soil quality, biological control and productivity. *Soil Biology & Biochemistry* 40: 2297– 2308.
163. Ponisio, L. C., M’Gonigle, L. K., Mace, K. C., Palomino, J., de Valpine, P. & Kremen, C. 2015. Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of the Royal Society* 282: 20141396. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.1396>
164. Chavas, J.-P., Posner, J. L. & Hedtcke, J. L. 2009. Organic and Conventional Production Systems in the Wisconsin Integrated Cropping Systems Trial: II. Economic and Risk Analysis 1993-2006. *Agronomy Journal* 101: 288-295.
165. Offermann, F. & Nieberg, H. 2000. *Economic performance of organic farms in Europe*. University of Hohenheim, Hago Druck & Medien, Karlsbad- Ittersbach, Germany vol. 5.

166. Scialabba, N. E.-H. & Hattam, C. 2002. Organic agriculture, environment and food security. FAO Rome <http://www.fao.org/docrep/005/Y4137E/Y4137E00.HTM>
167. UNEP and UNCTAD 2008. Organic Agriculture and Food Security in Africa. United Nations, New York and Geneva http://www.unctad.org/en/docs/ditcted200715_en.pdf.
168. Ramanjaneyulu, G. V., Chari, M. S., Raghunath, T. A. V. S., Hussain, Z. & Kuruganti, K. 2008. Non pesticidal management: learning from experiences. <http://www.csa-india.org/>
169. Hassanali, A., Herren, H., Khan, Z. R., Pickett, J. A. & Woodcock, C. M. 2008. Integrated pest management: the push-pull approach for controlling insect pests and weeds of cereals, and its potential for other agricultural systems including animal husbandry. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363: 611-621.
170. http://opinionator.blogs.nytimes.com/2015/04/24/in-india-profitable-farming-with-fewer-chemicals/?_r=0
171. Greenpeace 2013. Golden Illusion: The broken promises of GE 'Golden' rice': <http://www.greenpeace.org/international/en/publications/Campaign-reports/Genetic-engineering/Golden-Illusion/> Eisenstein, M. 2014. Against the grain. *Nature* 514: 555-557.
172. Quist et al. 2013. op. cit.
173. Quist et al. 2013. op. cit.
174. Quist et al. 2013. op. cit.
175. Smith, R. G., Gross, K. L. & Robertson, G. P. 2008. Effects of crop diversity on agroecosystem function: crop yield response. *Ecosystems* 11: 355-366.
176. UNEP & UNCTAD 2008. Organic Agriculture and Food Security in Africa. United Nations, New York and Geneva. http://www.unctad.org/en/docs/ditcted200715_en.pdf
177. Hassanali et al. 2008. op. cit.
178. Ramanjaneyulu et al. 2008. op. cit.
179. Zhu et al. 2000. op. cit. Leguizamón, A. 2014. Modifying Argentina: GM soy and socio-environmental change. *Geoforum* 53: 149-160.

Editado por Janet Cotter, Marco Contiero, Dirk Zimmermann, Justine Maillot

Greenpeace

San Bernardo 107, 1ª planta
28015 Madrid
info.es@greenpeace.org

Foto portada Emile Loreaux/Greenpeace

Edición española publicada en Abril 2016

GREENPEACE

Greenpeace es una organización independiente que usa la acción para exponer las amenazas al medio ambiente y busca soluciones para un futuro verde y en paz.