

Informe de antecedentes de TESTBIOTECH 24- 11 - 2016

**TEST
BIOTECH**

Testbiotech e. V.
Institute for Independent
Impact Assessment in
Biotechnology

Cultivo de maíz transgénico: riesgos sin control

Resumen: Por qué la UE no debería permitir el cultivo de maíz modificado genéticamente que produce toxinas insecticidas.

Christoph Then y Andreas Bauer-Pankus

Contenido

Resumen.....	1
Introducción.....	2
1. Interacción con el medio ambiente.....	3
2. El impacto sobre la fauna.....	4
3. El impacto sobre el microbioma.....	5
4. Efectos combinados y acumulados.....	6
5. Diseminación de transgenes.....	7
6. Resistencia a plagas.....	8
7. El seguimiento no cumple con la normativa de la UE.....	9
Referencias.....	11

Resumen

La Comisión Europea quiere tomar una decisión sobre el cultivo de maíz modificado genéticamente antes de que empiece la campaña de siembra en 2017. Está considerando la autorización de tres tipos de maíz transgénico que produce toxinas insecticidas, registrados como MON810, Bt11 y Maíz 1507. Dos de ellos son resistentes al herbicida glufosinato (Bt11 y Maíz 1507).

La liberación de organismos modificados genéticamente y, en particular, su cultivo a gran escala introduce en el ambiente nuevas funciones biológicas y compuestos que no han sido probados o que no han evolucionado a través de procesos evolutivos. Por tanto, el cultivo de maíz modificado genéticamente conlleva riesgos sustanciales y peligros potenciales para los humanos y el medio ambiente y, por esa razón, la Directiva (UE) 2001/18 requiere una evaluación exhaustiva de sus riesgos.

La revisión de Testbiotech muestra que la evaluación del riesgo llevada a cabo por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) no cumple con los requisitos fijados en la Unión Europea (UE) y tiene serias lagunas. Éstas están relacionadas con:

- Interacción entre el genoma de las plantas y el ambiente.
- Información de los riesgos sobre especies protegidas, polinizadores, predadores y especies

- silvestres como mamíferos y pájaros.
- Impacto sobre el microbioma.
- Efectos combinados que aumentan la toxicidad de las toxinas Bt.
- Dispersión incontrolada de transgenes en el medio ambiente.

Hay otros motivos por los que la UE no debe permitir el cultivo de maíz modificado genéticamente:

- La creciente adaptación de los insectos plaga a los insecticidas producidos en el maíz cuando se éste produce a gran escala.
- No se están cumpliendo los requerimientos estipulados por la normativa de la UE para el seguimiento de efectos no intencionados sobre la salud humana y el medio ambiente.

Ante estos hallazgos, Testbiotech recomienda a la Comisión Europea y los Estados miembros que no autoricen el cultivo de maíz modificado genéticamente.

Introducción

La UE está actualmente discutiendo si permitir en 2017 el cultivo de tres tipos de maíz transgénico que producen toxinas insecticidas registrados como MON810, Bt11 y Maíz 1507. Dos de ellos son resistentes al herbicida glufosinato (Bt11 y Maíz 1507). Según documentos internos puestos a disposición por la Comisión Europea, una vez se tome una decisión sobre estas tres solicitudes, se procederá a resolver sobre otro maíz modificado genéticamente, resistente a glifosato producido por Syngenta (GA21).

Por el momento, sólo se permite el cultivo en la UE de un maíz transgénico, el MON810, y en la actualidad se ha presentado una solicitud de renovación de la autorización de su cultivo en la UE. La mayoría de los Estados miembros ya han prohibido el cultivo en su territorio a través de la Directiva (EU) 2015/412. En el Estado español, sin embargo, el cultivo de maíz modificado genéticamente alcanza las 100.000 hectáreas. También se cultiva en la República Checa, Eslovaquia, Portugal y Rumanía, aunque en una superficie mucho menor. Según la información proporcionada por la propia industria, en 2015 hubo una reducción en la superficie dedicada al cultivo de maíz modificado genéticamente tanto en la UE como en los Estados Unidos (EEUU)¹.

La Comisión Europea no espera que los Estados miembros que han prohibido el cultivo de maíz modificado genéticamente en sus territorios voten en contra de las nuevas autorizaciones. Argumentan que la decisión europea no tendrá impacto sobre esos países. Sin embargo, el mercado único sí permitirá la recolección del maíz para su venta en toda la UE. Además, estas prohibiciones nacionales todavía no han sido confirmadas en resoluciones judiciales. Por lo tanto, la decisión sí es relevante para todos los Estados miembros.

En cualquier caso, la Directiva (UE) 2001/18 requiere, necesariamente, la realización de una evaluación del riesgo. Y para cumplir con los requisitos de la normativa europea, la evaluación del riesgo para el medio ambiente debe llevarse a cabo con el objetivo siguiente:

“identificar y evaluar efectos adversos potenciales del OMG, ya sean directos o indirectos, inmediatos o diferidos, en la salud humana y el medio ambiente que la liberación intencional o la comercialización de OMG puede tener”

Actualmente, la EFSA no está cumpliendo este objetivo en las evaluaciones del riesgo que lleva a cabo.

A la vista de estas conclusiones, es importante destacar el hecho de que a principios de octubre de 2016 el Parlamento Europeo aprobó una resolución en contra de la autorización del cultivo de maíz modificado genéticamente.

El breve resumen que sigue muestra algunos de los riesgos que se conocen hasta ahora de los cultivos modificados genéticamente.

¹ www.isaaa.org/resources/publications/briefs/51/toptenfacts/default.asp

1. Interacción con el medio ambiente.

Se sabe que las plantas modificadas genéticamente pueden reaccionar frente a condiciones de estrés de maneras diferentes y sorprendentes en comparación con plantas mejoradas a través de métodos convencionales (ver, por ejemplo, Meyer et al., 1992; Matthews et al., 2005; Zeller et al., 2010). Además, también se sabe que la expresión del gen Bt depende de las condiciones medioambientales (Then & Lorch, 2008) así como de los antecedentes varietales (Adamczyk & Meredith, 2004). Los resultados de experimentos específicos muestran que la expresión génica en el maíz modificado genéticamente no es predecible si las condiciones de cambio climático actúan como factores de estrés de las plantas (Trtikova et al., 2015).

Para evaluar el riesgo del cultivo de plantas modificadas genéticamente, se deben evaluar las interacciones entre el ADN recién introducido, el genoma de las plantas y el medio ambiente. Para poder reunir datos suficientes, se deberían tener en cuenta la totalidad del periodo vegetativo, varias generaciones y una amplia gama de factores definidos de estrés ambiental.

Hasta el momento no hay datos confiables sobre cuánta toxina Bt producen las variedades de maíz modificado genéticamente cultivadas en el Estado español, teniendo en cuenta condiciones ambientales cambiantes. Así pues, muy poco se sabe sobre hasta dónde se expone al medio ambiente debido al polen, las exudaciones radiculares y partes de las plantas transgénicas. Todavía no hay métodos suficientemente fiables para determinar el contenido de Bt en las plantas (Székács et al., 2011).

En relación con la estabilidad genética de estas plantas de maíz, se plantea el problema, según los datos de las solicitudes, de que varias secuencias de ADN se han insertado de manera no intencional debido al método utilizado de ingeniería genética. Estas secuencias de ADN también pueden tener un impacto sobre la reacción de las plantas a los factores de estrés ambiental.

Sin suficientes datos fiables sobre la estabilidad genética, no se puede llegar a ninguna conclusión sobre el impacto que tienen las plantas modificadas genéticamente sobre los ecosistemas, la susceptibilidad de estas plantas a plagas específicas o la aparición de compuestos inesperados con propiedades inmunogénicas, antinutritivas o tóxicas en las plantas transgénicas. Además, no se han realizado investigaciones sistemáticas sobre la interacción entre el genoma de las plantas y el ambiente.

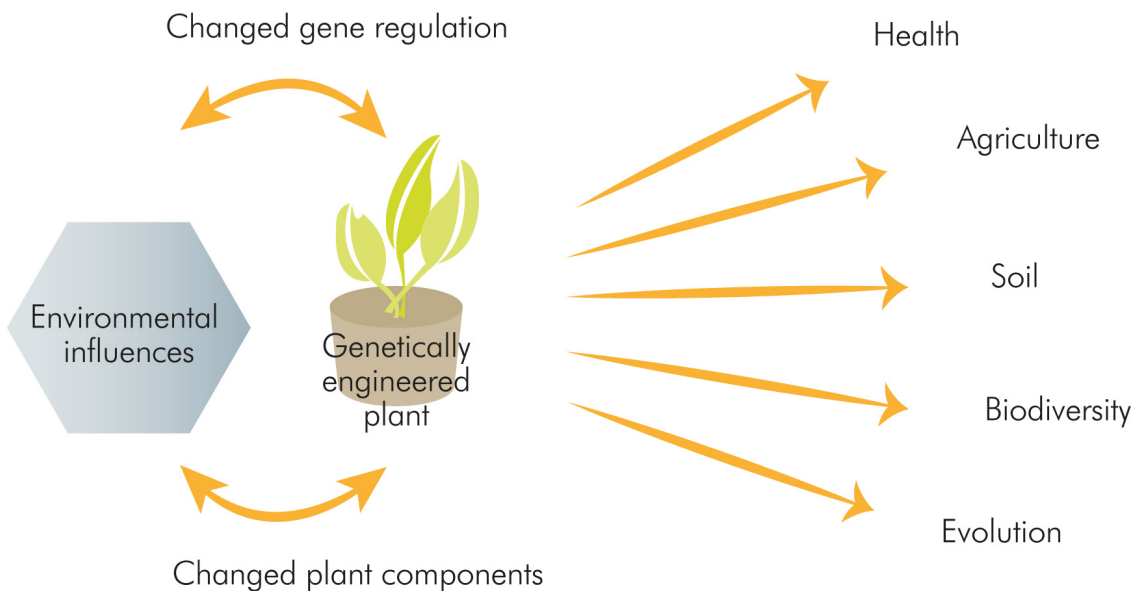


Figura 1: Esquema general de algunos riesgos relevantes que tienen en cuenta las interacciones con el medio ambiente.

2. El impacto sobre la fauna

Las toxinas Bt están supuestamente diseñadas para ser tóxicas únicamente con especies de insectos concretas. Esta es la premisa para considerarlas, de manera general, seguras para otros animales y humanos. Sin embargo, todavía no se ha comprendido completamente la manera de actuar de las toxinas. Incluso hay contradicciones en las explicaciones científicas sobre cómo estas toxinas interactúan con células y organismos (Then, 2010; Hilbeck & Otto, 2015; Melo et al., 2014). En conclusión, la especificidad de la toxina Bt no es un hecho suficientemente conocido o establecido. Al contrario, hay evidencias que muestran que existe una gama de especies susceptibles más amplia de lo que se pensaba en un principio (van Frankenhuyzen, 2009; Lövei et al., 2009; Hilbeck & Otto, 2015).

La evaluación del riesgo es aún más complicada porque las toxinas Bt, tal y como se producen en las plantas transgénicas, tienen una estructura diferente, que mejora su eficacia en comparación con los tipos de toxina natural. Estos cambios estructurales pueden también extender su toxicidad a organismos no diana (Hilbeck & Otto, 2015).

Por tanto, el riesgo para humanos y animales debe testarse empíricamente y no puede excluirse haciendo simplemente suposiciones generales. Faltan datos relevantes para muchas especies como mariposas, polinizadores, predadores así como pájaros y mamíferos. Por ejemplo, la EFSA, no tiene ningún dato fiable sobre la susceptibilidad de las especies europeas de mariposa a la toxina Bt producida por el Maíz 1507 (Then & Bauer-Panskus, 2014). De hecho, la EFSA era conocedora de la falta de datos y por ello desarrolló una estrategia simple: optaron por usar modelos informáticos desarrollados por sus propios expertos para determinar una distancia de seguridad entre campos de cultivo y áreas protegidas (Perry et al., 2012). Como resultado, la EFSA concluyó que simplemente unos pocos metros son suficientes para salvaguardar especies protegidas, cuando en realidad el polen de las plantas de maíz puede viajar a lo largo de kilómetros (Hofmann et al., 2014, 2016).

Debido a que esta simulación no está basada, de ninguna manera, en datos empíricos sino en suposiciones, hay una controversia científica considerable sobre el enfoque tomado por la EFSA (Lang et al., 2011; Holst et al., 2012; Camastra et al., 2013). Desde luego, este tipo de modelos no pueden ser utilizados para evaluar de forma fiable los riesgos medioambientales reales.

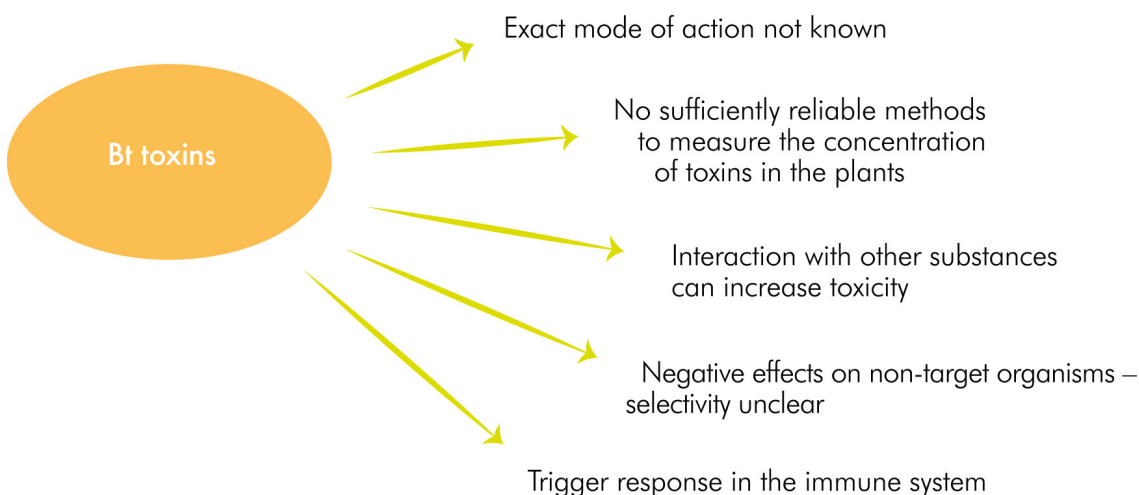


Figura 2: Esquema general de algunos de los problemas en la evaluación del riesgo de las plantas Bt.

3. El impacto sobre el microbioma

Existe una estrecha simbiosis entre las plantas y su microbioma. El microbioma de las plantas está formado por organismos como bacterias, arqueas y hongos, que son especialmente activos en la rizosfera y en la parte superior de las plantas. Esta comunidad simbiótica es específica para cada especie de plantas.

La interacción entre el microbioma y las plantas está orquestada por varias sustancias y señales químicas y bioquímicas. Dependiendo de las circunstancias y de las condiciones de las plantas (crecimiento, temperatura, suministro de agua), se verán atraídos organismos concretos que pueden ayudar a la planta a vencer enfermedades y plagas (Bakker et al., 2013).

Durante los últimos años la investigación en microbiomas ha atraído mucha atención. Se han introducido términos como “holobiontes” y “superorganismos” para describir cómo están íntimamente conectados plantas y animales a su microbioma. Holobiontes son unidades desarrolladas por la coevolución y el conjunto de su genoma se denomina “hologenoma” (Rosenberg & Zilber-Rosemberg, 2016).

Tan sólo se conoce un pequeño número de organismos que forman parte del microbioma, especialmente en la rizosfera de la planta, y la mayor parte no se pueden aislar ni cultivar en el laboratorio. Casi todo el conocimiento que se ha generado ha sido adquirido gracias a la secuenciación del ADN y el cribado de metabolitos. Sin embargo, estos datos sólo permiten conclusiones parciales sobre las características biológicas de las especies y sus interacciones.

Hasta la fecha, la evaluación del riesgo de las plantas modificadas genéticamente no tiene en cuenta, de manera sistemática, su microbioma. Desde el punto de vista de la industria y las autoridades, podría considerarse simplemente demasiado complejo de evaluar si se considera el concepto de holobiontes y hologenomas.

Sin embargo, desde la perspectiva de protección ambiental, la evaluación de esos riesgos es esencial. El cultivo a gran escala de plantas modificadas genéticamente puede tener un impacto profundo en los agroecosistemas y en la seguridad alimentaria: los microbiomas de las plantas, animales y humanos están permanentemente en modo de intercambio.

Se han identificado diferencias en la composición del microbioma en ensayos de plantas modificadas genéticamente y plantas convencionales (ver, por ejemplo, Cheeke et al., 2010). Algunas de ellas no eran consistentes y parece que dependen de varios factores. Singh & Dubey (2016) han realizado una revisión de publicaciones relevantes sobre el impacto de plantas modificadas genéticamente en la rizosfera. Los autores sugieren que se desarrollen más investigaciones minuciosas que tomen en consideración factores adicionales de estrés ambiental.

Silva et al. (2016) realizaron las primeras investigaciones sobre cambios en el microbioma de la parte aérea de las plantas. Encontraron cambios en la comunidad de hongos endofíticos en las hojas de Maíz 1507 así como en los almacenes de ese tipo de maíz en comparación con sus homólogos convencionales. La relevancia de estos hallazgos para la evaluación del riesgo es enorme: es necesario desarrollar más investigaciones para, por ejemplo, determinar si estos cambios en la comunidad fúngica pueden poner en peligro la seguridad alimentaria. La interacción de las plantas con los factores de estrés bióticos y abióticos puede sufrir un fuerte impacto. Da Silva et al. ponen énfasis en la necesidad de más investigación:

“Esta investigación es la primera en evaluar la simbiosis de la comunidad microbiana foliar entre los híbridos de maíz o las variedades locales. Muestra que la composición genética de las poblaciones de maíz es el factor determinante para los cambios detectados en la comunidad fúngica endofítica de las hojas del maíz. Se requieren más estudios para verificar si esos cambios pueden afectar a la respuesta de la planta a factores bióticos y abióticos del ambiente del cultivo, y, en consecuencia, comprometer la conservación de la agrobiodiversidad”

Se debe resaltar que la EFSA no ha solicitado datos sistemáticos de los cambios en el microbioma de las plantas ni investigaciones centradas en la respuesta de las plantas ante factores definidos de estrés bióticos o abióticos (ver arriba). De hecho, la EFSA no ha tenido en cuenta los datos del estudio de Silva et al. (2016), aunque estos son especialmente relevantes para el cultivo del Maíz 1507.

Es bastante posible que se encuentren muchas divergencias concretas si se examinan sistemáticamente las plantas que producen toxinas Bt. Por ejemplo, las toxinas Bt exudadas en el suelo a través de las raíces pueden quedarse unidas a partículas durante meses (Saxena et al., 2002). Es más, podrían haber otros cambios no deseados en las señales de las plantas y sus compuestos biológicos que podrían también tener un impacto sobre el microbioma de las plantas. Por ejemplo, Vidal et al. (2015) encontraron cambios en el proteoma del maíz Bt relacionados con los mecanismos de defensa de las plantas. Si no se detectan y entienden diferencias relevantes, probablemente no haya todavía métodos adecuados (más información sobre el desarrollo de nuevos métodos en el ejemplo de Oburger & Schmidt, 2016).

Mientras no se evalúe en detalle el impacto de las plantas modificadas genéticamente sobre el microbioma de las plantas y los ecosistemas asociados tanto en las partes aéreas como subterráneas, desde el punto de vista del principio de cautela, el cultivo comercial a gran escala no se puede permitir.

4. Efectos combinados y acumulados

Hay efectos combinados que pueden aumentar de manera significativa la toxicidad de las toxinas Bt (Then, 2010). Estos efectos han sido descritos, por ejemplo, en caracoles y dafnias, que se consideran organismos modelo relevantes (Kramarz et al., 2007, Bohn et al., 2016).

Los riesgos debidos a los efectos combinados pueden darse tanto en los campos de cultivo como en las mezclas de alimentos y pienso. Los alérgenos, tóxicos y residuos de las pulverizaciones de herbicidas, por ejemplo, son compuestos relevantes. Sin embargo, los efectos combinados han sido ignorados por completo en las evaluaciones del riesgo del maíz Bt a pesar de que la Directiva (UE) 2001/18 requiere la consideración de los efectos acumulados.

Factores combinados que pueden aumentar la toxicidad	Algunas publicaciones relevantes
Presencia de bacterias en el intestino	Broderick et al., (2009)
Impacto de otros factores de estrés tóxicos	Kramarz et al. (2007); Bohn et al. (2016);
Retraso de la degradación de las toxinas Bt debido a encima de las plantas (inhibidor de la proteasa)	Pardo Lopez et al. (2009)
Otras toxinas Bt	Sharma et al. (2004); Tabashnik et al. (2013); Bohn et al. (2016)

Tabla 1: Esquema de algunos efectos combinados que pueden aumentar la toxicidad de la toxina Bt.

Un ejemplo de cómo la EFSA está tratando estos riesgos: en 2016 científicos noruegos describieron efectos combinados no esperados entre las toxinas Bt y el glifosato en dafnias (Bohn et al., 2016). De manera general las dafnias parecen no ser susceptibles a las toxinas Bt. Sin embargo, se observaron impactos negativos significantes en ese importante organismo modelo. Estos efectos fueron dependientes de la dosis. Sin embargo, la EFSA (2016 a) no evaluó los resultados en detalle y simplemente descartó los hallazgos por motivos de metodología e incertidumbres. Durante la evaluación, la EFSA tampoco intentó contactar con los científicos para que resolvieran las cuestiones abiertas.

Desde un punto de vista científico, el enfoque que la EFSA está tomando es profundamente cuestionable. Hasta el momento apenas se han llevado a cabo investigaciones sobre los efectos combinados entre las toxinas Bt y los herbicidas. La EFSA debería, sin lugar a dudas, haber requerido más investigaciones en vez de descartar el estudio debido simplemente a incertidumbres.

En este contexto, la organización Testbiotech está profundamente preocupada con los conflictos de intereses de la EFSA: el experto que lidera las evaluaciones de la EFSA, Yann Devos, está activamente implicado en la Sociedad Internacional para la Investigación en Bioseguridad (ISBR, por sus siglas en inglés), una organización que está financiada, al menos de manera parcial, por la industria².

5. Diseminación de transgenes

Se tiene noticias de la diseminación del teosinte en Francia desde 1990 y en el Estado español desde 2009. El maíz y el teosinte pueden producir descendencia viable. El riesgo: cruzando el teosinte con maíz transgénico, el teosinte puede convertirse en una nueva supermaleza que produce insecticidas y es resistente a herbicidas³.

España es el territorio donde se cultiva más maíz modificado genéticamente en la UE. En 2015, se confirmó oficialmente que unas 750 hectáreas cultivadas de maíz en diferentes regiones estaban afectadas por teosinte. Probablemente, en muchas explotaciones el teosinte se quedó sin detectar. Se encontraron algunas plantas de teosinte en fincas donde se cultiva maíz transgénico. No se sabe si existen actualmente híbridos transgénicos de teosinte, pero su aparición parece únicamente una cuestión de tiempo. A través del teosinte, los transgenes podrían pasar a otras fincas cultivadas con maíz convencional, donde podrían persistir y diseminarse.

Después de que diferentes organizaciones de la sociedad civil alertaran a la Comisión Europea, le fue solicitado a la EFSA la realización de una evaluación. Sin embargo, tal y como muestra la opinión de la EFSA (2016b), faltan una buena parte de datos cruciales:

- Algunas de las varias especies y subespecies de teosinte producen muchos más híbridos con el maíz que otras, incrementando así el riesgo de flujo genético. Sin embargo, no se sabe qué especies y subespecies se están diseminando en los campos de cultivo.
- La actividad biológica de los transgenes depende del genoma completo de las plantas. En consecuencia, los híbridos de maíz y teosinte podrían, por ejemplo, producir muchas más toxinas insecticidas en comparación con las plantas de maíz originales. Pero este riesgo jamás ha sido investigado.
- Las suposiciones realizadas por la EFSA sobre cómo controlar el teosinte no están suficientemente basadas en datos: los datos disponibles muestran un fuerte incremento en el número de campos de cultivo afectados desde 2014 y 2015, a pesar de las medidas de control puestas en marcha.

Por lo tanto, antes de llegar a ninguna conclusión sobre los riesgos actuales se necesitan muchos más datos. Pero en vez de solicitarlos, la EFSA concluye simplemente que hay seguridad. Parece ser que la Comisión Europea la presionó excesivamente, ya que quiere tomar una decisión sobre las solicitudes de autorización antes de final de 2016.

Es revelador que el autor que lideró la opinión de la EFSA fue Yann Devos, que es conocido por tener, paralelamente, una posición destacada en una organización llamada Sociedad Internacional para la Investigación en Bioseguridad (ISBR, por sus siglas en inglés) que ha sido fundada en buena parte por la industria (ver arriba).

² www.testbiotech.org/en/node/1666

³ www.testbiotech.org/en/press-superweed-genetically-engineered-maize



Figure 3: El Gobierno de Aragón (Estado español) proporcionó información sobre el problema con el teosinte⁴

En un reciente informe de seguimiento, Monsanto (2016) por primera vez ha admitido que no han investigado la diseminación del teosinte. La razón que está detrás de esta falta de seguimiento está claramente en conflicto con los principios básicos de la evaluación del riesgo medioambiental:

Monsanto no ha realizado actividades de seguimiento específicamente enfocadas a la presencia de localizaciones de teosinte en España. (...) Monsanto es de la opinión que la presencia de teosinte en España no puede clasificarse como información relacionada con el riesgo del MON810 con la salud humana o el medio ambiente, ni como información que influya la evaluación de la seguridad de su uso como alimento o pienso.

Tanto la Directiva (UE) 2001/18 con las directrices de la EFSA requieren que se evalúe el flujo potencial de genes como uno de los elementos cruciales de la evaluación del riesgo medioambiental. Por ejemplo, el Anexo II de la Directiva (UE) 2001/18 requiere la evaluación de:

Transferencia potencial de genes a otras especies en las condiciones de liberación propuestas del OMG y cualquier ventaja o desventaja selectiva que adquieran dichas especies.

Así y sin lugar a dudas, Monsanto está infringiendo la normativa de la UE.

6. Resistencia a plagas

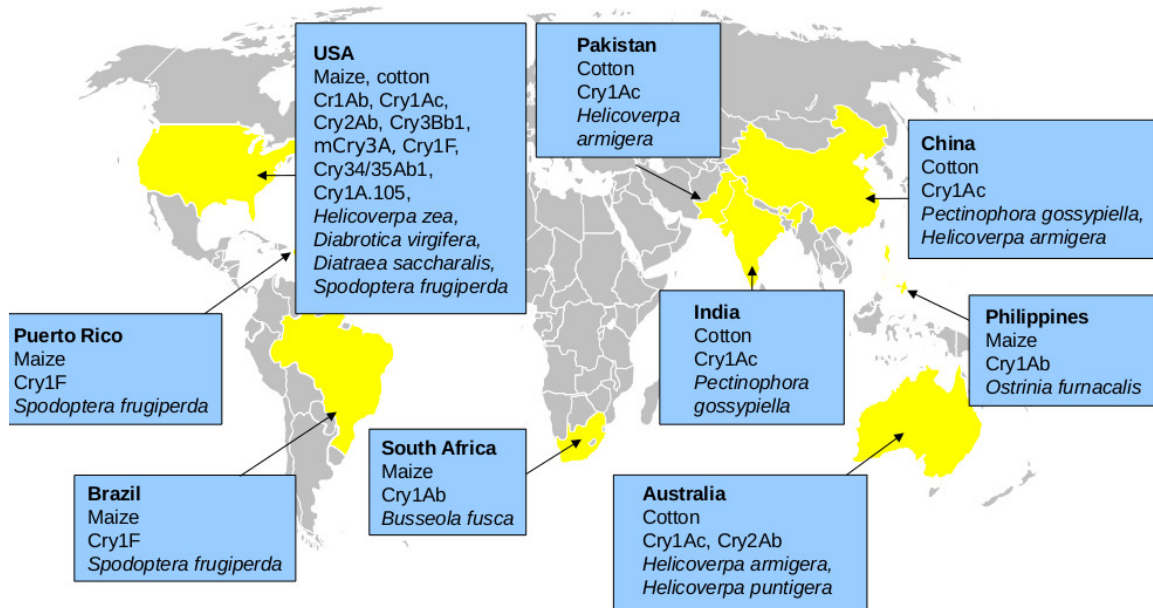
Este es un problema creciente en países como los EEUU, donde plantas Bt se cultivan en millones de hectáreas de tierra. Las plagas se adaptan al cultivo del algodón Bt así como al de maíz Bt. Se han detectado ya resistencias a toxinas Bt así como cambios en las poblaciones de plagas, denominadas “reemplazo de plagas” (Tabashnik et al., 2013).

4

www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/Departamentos/AgriculturaGanaderiaMedioAmbiente/TEMAS_AGRICULTURA_GANADERIA/Areas/03_Sanidad_Vegetal/PUBLICACIONES_CSCV/I_F_T_EOSINTE.pdf

Por ejemplo, en los EEUU, el gusano de la raíz del maíz (*Diabrotica virgifera*), se ha hecho resistente a la toxina producida en el maíz Bt (Gassmann et al., 2011). También se están observando más y más resistencias a la toxina Bt producida en el Maíz 1507, clasificada como Cry1F. Por ejemplo, Huang et al. (2014) advierten de que las plagas detectadas en Puerto Rico con una resistencia adquirida a Cry1F se están moviendo al sur de los EEUU. En 2016, Cry1F resultó no ser más eficaz contra la oruga cortadora occidental de la judía (*Striacosta albicosta*) que se está diseminando a través del cinturón de maíz en los EEUU (Ostrem et al., 2016)⁵.

Hasta el momento, no se ha observado el desarrollo de resistencias en los campos de cultivo de maíz en la UE. Una razón de ello podría ser que la superficie en la que se cultiva es mucho menor que en EEUU. Si la superficie cultivada en la UE aumenta, la presión para que las plagas desarrollen nuevas estrategias biológicas para sobrevivir también será mayor.



November 2016
www.testbiotech.de

Figura 4: Incremento de la resistencia de las plagas a las plantas Bt.

7. El seguimiento no cumple con la normativa de la UE

La Directiva (UE) 2001/18 requiere un seguimiento postcomercial:

“identificar y evaluar efectos adversos potenciales del OMG, ya sean directos o indirectos, inmediatos o diferidos, en la salud humana y el medio ambiente, que la liberación intencional o la comercialización de OMG puede tener.”

El sistema de seguimiento actual, tal y como lo aplica Monsanto en el cultivo de MON810, se basa principalmente en cuestionarios rellenados por agricultores. Sin embargo, con este método no se puede organizar ninguna observación real sobre los efectos sobre la salud humana y el medio ambiente.

Esto también se evidencia en el caso del teosinte: se conoce la diseminación de estas plantas desde 2009

⁵ www.dtnpf.com/agriculture/web/ag/news/crops/article/2016/10/05/herculex-trait-fails-western-bean-4

pero Monsanto no ha informado sobre la detección de teosinte hasta 2016. El anteriormente citado informe de la multinacional (Monsanto, 2016) es en sí mismo sorprendente: mientras Monsanto se queja de que la normativa de seguimiento en la UE es muy estricta y, además, manifiesta su voluntad de proporcionar más información de la necesaria, se ve forzada a admitir que no se ha llevado a cabo ninguna investigación sobre la diseminación del teosinte (ver arriba).

Esto, claramente, muestra que Monsanto no quiere o no es capaz de acatar las normas de la UE. Incluso, según la opinión de la EFSA, varios informes preparados por Monsanto son insuficientes⁶.

Además, la patente de MON810 expiró en 2012. En respuesta a eso, Monsanto comenzó a cuestionar todo el sistema de seguimiento: tal y como le dijo la compañía a la Comisión Europea en una carta, otras empresas podrían traer semillas de MON810 al mercado sin informar a Monsanto. Con ello Monsanto perdería la supervisión de los campos de cultivo de MON810. Por lo que sabe Testbiotech, las patentes de Bt11 y Maíz 1507 también habrían expirado.

Hasta que no se den las condiciones para un seguimiento efectivo, no se puede permitir el cultivo de plantas modificadas genéticamente.

⁶ www.testbiotech.org/node/1224

Referencias:

Adamczyk, J.J., & Meredith W.R. (2004) Genetic Basis for Variability of Cry1Ac Expression Among Commercial Transgenic *Bacillus thuringiensis* (Bt) cotton cultivars in the United States. *The Journal of Cotton Science* 8:17–23.

Bakker, P.A., Berendsen, R.L., Doornbos, R.F., Wintermans, P.C. Pieterse C.M. (2013) The rhizosphere revisited: root microbiomics. *Frontiers in Plant Science*,4: 165.

Bøhn, T., Rover, C.M., Semenchuk, P.R. (2016) *Daphnia magna* negatively affected by chronic exposure to purified Cry-toxins, *Food and Chemical Toxicology* 91, 130e140.

Broderick, N.A., Robinson, C.J., McMahon, M.D., Holt, J., Handelsman, J., Raffa, K.F. (2009) Contributions of gut bacteria to *Bacillus thuringiensis* – induced mortality vary across a range of Lepidoptera: *BMC Biology* 7: 11.

Camastra, F., Ciaramella, A., Staiano, A. (2013) A note on some mathematical models on the effects of Bt maize exposure. *Environmental and Ecological Statistics*, 1-9. <http://arxiv.org/pdf/1308.6243>

Cheeke, T.E., Rosenstiel, T.N., Cruzan M.B. (2012) Evidence of reduced arbuscular mycorrhizal fungal colonization in multiple lines of Bt maize. *American Journal of Botany* 99(4): 700–707.

da Silva, K.J., de Armas, R.D., Soares, C.R.F., Ogliari, J.B. (2016) Communities of endophytic microorganisms in different developmental stages from a local variety as well as transgenic and conventional isogenic hybrids of maize. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(11): 189.

EFSA (European Food Safety Authority) (2016a) Relevance of a new scientific publication (Bøhn et al., 2016) for previous environmental risk assessment conclusions on the cultivation of Bt -maize events MON810 and Bt11. EFSA supporting publication 2016:EN-1073. 16 pp.

EFSA (European Food Safety Authority) (2016b) Relevance of new scientific evidence on the occurrence of teosinte in maize fields in Spain and France for previous environmental risk assessment conclusions and risk management recommendations on the cultivation of maize events MON810, Bt11, 1507 and GA21. EFSA supporting publication 2016:EN-1094. 13 pp.

Gassmann, A.J., Petzold-Maxwell, J.L., Keweshan, R.S., Dunbar M.W., (2011) Field evolved resistance to Bt maize by Western corn rootworm. *PLoS ONE* 6, e22629.

Hilbeck, A. & Otto, M. (2015) Specificity and Combinatorial Effects of *Bacillus Thuringiensis* Cry Toxins in the Context of GMO Environmental Risk Assessment. *Frontiers in Environmental Science*, 3: 71.

Hofmann, F., Otto M., Wosniok W. (2014) Maize pollen deposition in relation to the distance from the nearest pollen source under common cultivation – Results of 10 years of monitoring (2001-2010). *Environmental Sciences Europe*, 26:24.

Hofmann, F., Kruse-Plass, M., Kuhn, U., Otto, M., Schleichriemen, U., Schröder, B., Vögel, R., Wosniok, W. (2016). Accumulation and variability of maize pollen deposition on leaves of European Lepidoptera host plants and relation to release rates and deposition determined by standardised technical sampling. *Environmental Sciences Europe*, 28(1), 1-19.

Holst, N., Lang, A., Lövei, G. (2013) Increased mortality is predicted of *Inachis io* larvae caused by Bt maize pollen in European farmland. *Ecological Modelling*, 250: 126-133.

Huang, F., Qureshi, J.A., Meagher, R.L., Jr., Reising, D.D., Head, G.P., et al. (2014) Cry1F resistance in fall armyworm *Spodoptera frugiperda*: single gene versus pyramided Bt maize. *PLoS ONE* 9(11): e112958. <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0112958>

- Kramarz, P.E., de Vaufleurey, A., Zygmunt, P.M.S., Verdun, C. (2007) Increased response to cadmium and Bt maize toxicity in the snail *Helix aspersa* infected by the nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 26: 73–79.
- Lang, A., Brunzel, S., Dolek, M., Otto, M., Theißen, B. (2011) Modelling in the light of uncertainty of key parameters: a call to exercise caution in field predictions of Bt maize effects. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1708): 98098.
- Lövei, G.L., Andow D.A., Arpaia, S. (2009) Transgenic insecticidal crops and natural enemies: a detailed review of laboratory studies. *Environmental Entomology* 38(2): 293-306.
- Matthews, D., Jones, H., Gans, P., Coates S., Smith, L.M.J. (2005) Toxic secondary metabolite production in genetically modified potatoes in response to stress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20): 7766-7776.
- Melo, A.L., Soccol, V.T., Soccol, C.R. (2014) *Bacillus thuringiensis*: mechanism of action, resistance, and new applications: a review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 29: 1–10.
- Meyer, P., Linn, F., Heidann, I., Meyer, H., Niedenhof, I., Saedler, H. (1992) Endogenous and environmental factors influence 35S promoter methylation of a maize A1 gene construct in transgenic petunia and its colour phenotype. *Molecular and General Genetics MGG*, 231: 345-352.
- Monsanto (2016) Annual monitoring report on the cultivation of MON 810 in 2015, Czech Republic, Portugal, Romania, Slovakia, and Spain, https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/gmo_rep-stud_mon-810_report-2015.pdf
- Oburger, E. & Schmidt, H. (2016) New methods to unravel rhizosphere processes. *Trends in Plant Science*, 21(3): 243–255.
- Ostrem, J.S., Pan, Z., Flexner, J.L., Owens, E., Binning, R., Higgins, L. S. (2016). Monitoring susceptibility of Western Bean Cutworm (Lepidoptera: Noctuidae) field populations to *Bacillus thuringiensis* Cry1F protein. *Journal of Economic Entomology*, tov383.
- Pardo-López, L., Muñoz-Garay, C., Porta, H., Rodríguez-Almazán, C., Soberón, M., Bravo, A. (2009) Strategies to improve the insecticidal activity of Cry toxins from *Bacillus thuringiensis*. *Peptides*, 30(3): 589–595.
- Perry, J.N., Devos, Y., Arpaia, S., Bartsch, D., Ehlert, C., Gathmann, A., Hails, R.S., Hendriksen, N. B., Kiss, J., Messean, A., Mestdagh, S., Neemann, G., Nuti, M., Sweet, J. B., Tebbe, C.C. (2012) Estimating the effects of Cry1F Btmaize pollen on nontarget Lepidoptera using a mathematical model of exposure. *Journal of Applied Ecology*, 49: 2937.
- Rosenberg, E. & Zilber-Rosenberg, I. (2016) Microbes drive evolution of animals and plants: the hologenome concept. *mBio* 7(2):e01395-15.
- Saxena, D. Flores, S., Stotzky G. (2002). Bt toxin is released in root exudates from 12 transgenic corn hybrids representing three transformation events. *Soil Biology and Biochemistry* 34(1): 133–137.
- Sharma, H.C., Sharma, K.K., Crouch, J.H. (2004) Genetic transformation of crops for insect resistance: potential and limitations. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 23: 47-72.
- Singh, A.K. & Dubey, S.K. (2016) Current trends in Bt crops and their fate on associated microbial community dynamics: a review. *Protoplasma*, 1-19.
- Székács, A., Weiss G., Quist, D., Takács, E., Darvas, B., Meier, M., Swain, T., Hilbeck, A. (2011) Inter-laboratory comparison of Cry1Ab toxin quantification in MON 810 maize by enzyme-immunoassay. *Food*

and Agricultural Immunology, 23(2): 99-121.

Tabashnik, B.E, Brévault, T., Carrière, Y. (2013) Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres. Nature Biotechnology, 31(6): 510-521.

Then, C. (2010) Risk assessment of toxins derived from *Bacillus thuringiensis* - synergism, efficacy, and selectivity. Environmental Science and Pollution Research, 17(3): 791-797.

Then, C. & Lorch, A. (2008) A simple question in a complex environment: How much Bt toxin do genetically engineered MON810 maize plants actually produce? In: Breckling, B., Reuter, H. & Verhoeven, R. (eds) Implications of GM-Crop Cultivation at Large Spatial Scales, Theorie in der Ökologie 14. Frankfurt, Peter Lang, <http://www.mapserver.uni-vechta.de/generisk/gmls2008/index.php?proceedings=ja&call=ja>

Then, C. & Bauer-Panskus, A. (2014) Genetically engineered Maize 1507: EFSA cannot invalidate evidence of substantial gaps in risk assessment, TESTBIOTECH Background 2 - 6 - 2014, www.testbiotech.org/sites/default/files/Testbiotech_1507_reaction_EFSA.pdf

Trtikova, M., Wikmark, O.G., Zemp, N., Widmer, A., Hilbeck, A. (2015) Transgene expression and Bt protein content in transgenic Bt maize (MON810) under optimal and stressful environmental conditions, PLOS one, 10(4), e0123011.

van Frankenhuyzen, K. (2009) Insecticidal activity of *Bacillus thuringiensis* crystal proteins. Journal of Invertebrate Pathology, 101: 1–16.

Vidal, N., Barbosa, H., Jacob, S., Arruda, M. (2015) Comparative study of transgenic and non-transgenic maize (*Zea mays*) flours commercialized in Brazil, focussing on proteomic analyses. Food Chemistry, 180: 288-294.

Zeller, S.L., Kalininal, O., Brunner, S., Keller, B., Schmid, B. (2010) Transgene x Environment Interactions in Genetically Modified Wheat. PLoS One, 5(7), e11405.