



Food Safety *Review*

UNA PUBLICACIÓN DEL CENTER FOR FOOD SAFETY (EL CENTRO PARA LA SEGURIDAD ALIMENTICIA)

The Center for Food Safety – CFS (El Centro para la Seguridad Alimenticia) – trabaja para proteger la salud humana y el medio ambiente, limitando la proliferación de tecnologías dañinas de producción de alimento y promoviendo la agricultura orgánica y otras formas de agricultura sostenible. El CFS entabla iniciativas legales y científicas y organiza movilizaciones a nivel local, para guiar las políticas nacionales e internacionales en asuntos críticos de seguridad alimenticia.

Los alimentos genéticamente modificados y el ambiente: Una catástrofe en formación

El término “contaminación” evoca imágenes de chimeneas industriales con ondulantes columnas de humo corrosivo o arroyos espumosos y sin vida, llenos de afluencias putrefactas agrícolas o industriales. Durante décadas, los ambientalistas han enfocado su atención en la reducción o la eliminación de éstas y otras formas de contaminación química. Ahora, la comercialización de la biotecnología ha provocado la aparición de nuevas preocupaciones entre científicos, agricultores y el público, sobre una forma más sutil y potencialmente más insidiosa de contaminación - la contaminación biológica de especies silvestres, cultivos orgánicos y de otros productos agrícolas.

A diferencia de los contaminantes químicos, los contaminantes biológicos se reproducen, se diseminan y mutan. No se degradan con el tiempo, como lo hacen los químicos, sino que se multiplican exponencialmente. En Estados Unidos, han habido experiencias desastrosas con bio-invasores exóticos como la enfermedad del olmo holandés (Dutch elm disease), la plaga del castaño (chestnut blight) y la enredadera kudzu, que son testimonio del pernicioso problema de la contaminación biológica. Como lo demuestran estos organismos exóticos, una vez que los contaminantes biológicos o genéticos entran al ambiente, los resultados son irreversibles y los ecosistemas sufren cambios permanentes.

El genetista vegetal, Dr. Norman C. Ellstrand, describe la diferencia entre la contaminación química y la biológica de la siguiente manera: “Una molécula de DDT sigue siendo una sola molécula o se degrada, pero un gen de un cultivo puede multiplicarse repetidamente por medio de la reproducción, lo cual puede hacer imposible su contención.”¹

Aún cuando la biotecnología agrícola trae consigo un aumento potencial sin precedente en la contaminación biológica, sus usos actuales también pueden incrementar el uso de agroquímicos.

SUPERMALEZAS

Un problema principal de contaminación biológica que causan los cultivos modificados genéticamente es la creación de “supermalezas.” Casi todos los principales cultivos alimenticios del mundo han formado

híbridos en la naturaleza con parientes del grupo de las malezas.² La investigación publicada confirma que existen grados diversos de flujo genético de los cultivos domesticados a sus parientes silvestres de tipo maleza, para una variedad de betabeles, canola, maíz, uva, mijo, rábanos, arroz, calabaza y girasol. Varios estudios demuestran que es

probable que las plantas genéticamente modificadas (GM) compartan esta propensión, y algunas pueden tener una fuerte tendencia a pasar características que podrían crear hierbas más persistentes y dañinas.³ Un ejemplo de esta investigación es una prueba de dos años llevada a cabo por el Dr. Ellstrand y el Dr. Paul E. Arriola de la Universidad de California en Riverside, sobre la hibridización planta/ maleza. La prueba mostró hibridización sustancial entre el sorgo y el johnsongrass, una hierba nociva que es plaga de varios cultivos de campo y de huerto. Una infestación extrema por johnsongrass puede reducir la cosecha de maíz, algodón y soya a casi la mitad. Arriola y Ellstrand encontraron híbridos de sorgo/johnsongrass a una distancia hasta de 100 metros del cultivo más cercano de sorgo, y consideraron que estas plantas eran tan saludables como el johnsongrass no-híbrido.

— continúa en la página 2

La contaminación genética, a diferencia de una molécula de DDT, puede reproducirse y extenderse por el ambiente, frustrando así todos nuestros esfuerzos por contenerla.

El resumen de los investigadores sobre sus hallazgos incluye una advertencia: “Se puede esperar que los transgenes introducidos al sorgo tengan la oportunidad de escapar del cultivo por medio de una hibridación interespecífica con johnsongrass. Las características que resulten ser benéficas para las malezas persistirán y se diseminarán.”⁴ Los cultivos modificados genéticamente para tolerar a los herbicidas son especialmente preocupantes. Actualmente, el 79% de todos los cultivos modificados genéticamente en los Estados Unidos han sido alterados para resistir a los herbicidas. Los científicos temen que los genes que crean la tolerancia a los herbicidas saltarán de los cultivos modificados a las malezas, haciendo que la erradicación de las malezas se vuelva imposible. Desde hace mucho tiempo, la industria de la biotecnología ha conocido el potencial que tienen sus cultivos para crear supermalezas. De hecho, los científicos de Calgene, la compañía que introdujo el primer cultivo comercial GM, fueron de los primeros que predijeron este peligro. En 1985 notaron que, “La transferencia sexual de genes a las especies de tipo maleza, que crea una maleza más persistente, probablemente es uno de los mayores riesgos ambientales que surge al plantar una nueva variedad de especie de cultivo.”⁵ Desde esa fecha, las pruebas de campo y las experiencias de los agricultores comerciales han confirmado estos temores.

Además de hibridizar con las hierbas, los cultivos genéticamente modificados pueden convertirse ellos mismos en supermalezas. Una vez más, la mayor preocupación son las plantas resistentes a los herbicidas. A finales de la década de los 80, los agricultores de canola en Alberta, Canadá, empezaron a plantar tres tipos diferentes de semillas GM, que fueron diseñadas específicamente para soportar la aplicación de ciertos plaguicidas comerciales. Una variedad mostraba resistencia al herbicida Roundup de Monsanto Co., otro al Liberty de Aventis LP, y otro a los herbicidas Pursuit y Odyssey fabricados por Cyanamid. A principios del año 2000, todas estas variedades habían sufrido polinización cruzada, al grado que los agricultores estaban encontrando canola con resistencia triple, que exhibía características de resistencia de las tres variedades GE y crecía dentro de y alrededor de sus campos.⁶

El canola “voluntario” convencional — canola autopertuante que no ha sido sembrado intencionalmente — ya ha emergido como una hierba enfadosa, que es común en los campos canadienses de cebada y trigo.⁷ Con la diseminación de la canola que es resistente a múltiples herbicidas, los agricultores cuya subsistencia depende del cultivo de trigo y cebada probablemente encontrarán que el control del canola voluntario se ha vuelto más difícil. Como dijo la Royal Society of Canada (Sociedad Real de Canadá), “El canola voluntario [GM, resistente a herbicidas] podría convertirse en uno de los problemas de maleza más serios en Canadá.”⁸

La supermalezas pueden volverse aún más problemáticas al irse incluyendo diferentes genes en los cultivos alimenticios. La Sociedad Real de Canadá reporta que al volverse más sofisticada la ingeniería genética, el trabajo de controlar la polinización cruzada en las malezas o los cultivos voluntarios, puede volverse casi imposible.

Brian Ellis, de la Universidad de Columbia Británica y miembro del grupo de biotecnología de la Sociedad Real dice, “La próxima generación [de plantas GM] serán cultivos...que lleven genes que los harán más tolerantes a las heladas o a la sequía.”⁹ El agregar estas novedosas características a malezas y cultivos GM, de los cuales muchos ya son resistentes a los herbicidas, es una receta para el desastre ambiental.

LA CONTAMINACIÓN GENÉTICA

Los cultivos modificados por medio de la ingeniería genética para producir toxinas Bt de manera constante, probablemente promoverán la resistencia al Bt en una variedad de plagas de los cultivos, destruyendo la utilidad de este plaguicida natural para los agricultores orgánicos.

Las supermalezas no son la única consecuencia del flujo de genes no deseado. Los cultivos voluntarios, la polinización cruzada y las cepas mal segregadas de semillas han llevado a una extensa contaminación de cultivos no modificados genéticamente. Esto es potencialmente devastador para los agricultores orgánicos y otros que desean mantener sus cultivos libres de contaminación GM. La capacidad de penetración de la contaminación genética impide que los agricultores y los consumidores puedan optar por evitar la producción y el consumo de cultivos y alimentos GM.

En el 2001, los agricultores de los Estados Unidos esperaban cultivar más de 76 millones de acres de maíz, soya y algodón de altura, todos GM.¹⁰ La proliferación de variedades GM ha asegurado que la contaminación de cultivos que no son GM, ya sea por polinización cruzada o por la falla en una apropiada segregación de las semillas y las cosechas, se esté dando de forma desenfrenada. David Gould, quien forma parte de los comités de certificación orgánica de California y Dakota del Norte, reporta a principios del año pasado que, “las investigaciones hechas hasta el momento, de la cosecha del año 2000, nos llevan a creer que casi toda la semilla de maíz en los E.U. está contaminada con al menos pequeñas cantidades de material genéticamente modificado, y con frecuencia la contaminación es mayor. Incluso los lotes orgánicos están mostrando pequeñas cantidades de variedades que son producto de la biotecnología.”¹¹ Ha resultado imposible controlar la propagación de la contaminación GM.

StarLink

El caso altamente publicitado del StarLink, muestra claramente el problema de la contaminación biológica. En 1998, la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los E.U.) permitió el cultivo de la variedad StarLink de

maíz amarillo, genéticamente modificado por Aventis para incluir la proteína Cry9C, que es tóxica para algunas plagas de insectos. Sin embargo, la EPA ordenó que el StarLink fuera sólo usado en alimento para animales y para aplicaciones industriales, porque el Cry9C es de difícil digestión para los humanos y puede presentar riesgos de alergia para algunas personas.¹²

Dos años más tarde, una coalición de grupos que incluye a CFS (Center for Food Safety), llamada Genetically Engineered Food Alert (Alerta de Alimentos Genéticamente Modificados), anunció que un laboratorio independiente había descubierto residuos de la secuencia del DNA de Cry9C en las tostadas para tacos elaboradas por Kraft Foods.¹³ Eventualmente, StarLink apareció en una mayor variedad de alimentos procesados y Aventis estimó que unos 50 millones de bushels habían sido contaminados (aprox. 1757 millones de kgs). Según David Gould, sólo 1% de los campos de maíz en Iowa había sido sembrado con StarLink, pero las cosechas de casi la mitad de los campos del estado mostraron por lo menos una pequeña cantidad de contaminación por StarLink.¹⁴ En abril del 2001, Aventis admitió lo obvio: sus suposiciones iniciales de que los agricultores y procesadores de cultivos podrían mantener al StarLink separado de otras variedades resultaron completamente infundadas. La compañía escribió lo siguiente en una acta registrada con la EPA:

Los que manejan granos, la industria alimenticia y Aventis, han tomado medidas extraordinarias para prevenir que el maíz que contiene la proteína Cry9C se introduzca al suministro alimenticio. A pesar de estos esfuerzos, pequeñas cantidades de Cry9C inevitablemente continuarán estando presentes en el grano. Es más, ahora comprendemos que era inevitable que la introducción comercial del maíz StarLink para uso en el alimento para animales, causaría la introducción de la proteína Cry9C en el suministro general del grano, debido a la biología del maíz, el flujo genético y los procesos usados en el manejo de granos.¹⁵

Mientras que Aventis esperaba que su acta venciera a la EPA de que fijara niveles de tolerancia aceptables para su variedad de maíz (que aún no había sido aprobada) en nuestro suministro de alimentos, la declaración anterior sin quererlo articuló un argumento que habían estado expresando durante más de una década los opositores a los cultivos GM. Una vez liberada, la contaminación genética es imposible de controlar, aunque tomemos “medidas extraordinarias” para prevenir su diseminación.

La invasión de Oaxaca

La contaminación genética también puede minar los esfuerzos por proteger a las especies de plantas nativas. En octubre del 2000, algunos científicos en un aislado centro de investigación en el estado de Oaxaca, México, hicieron un descubrimiento sorprendente — unas muestras de maíz criollo, una de las variedades más antiguas de maíz en el mundo, contenían material genético modificado mediante la ingeniería genética.

El descubrimiento fue inesperado porque México había declarado una moratoria al cultivo de maíz GM en 1998, una política que fue específicamente diseñada para proteger a las variedades nativas de maíz como el criollo. Las pruebas adicionales revelaron que había híbridos transgénicos de variedades nativas de maíz en 15 de las 22 comunidades del área. En los sitios en donde se encontró la contaminación, entre 3% y 10% de las plantas estaban afectadas.¹⁶

La invasión de maíz GM en Oaxaca podría tener serias ramificaciones. Oaxaca es conocido como el centro de origen del maíz, y muchos agricultores usan los ricos recursos genéticos de las plantas de la región para desarrollar nuevas variedades comerciales por medio del entrecruzamiento tradicional. Las autoridades de agricultura locales temen que la entrada del maíz GM puede sacar a variedades más antiguas y reducir significativamente la tan apreciada biodiversidad de la región.¹⁷

MÁS ALLÁ DEL FLUJO GENÉTICO

Bacillus thuringiensis (Bt) es una familia de bacterias que sirven como un plaguicida natural, ya que sus variedades sub-especies producen proteínas (como la Cry9C) que son tóxicas para una variedad de plagas de los cultivos. Típicamente, el Bt se degrada rápidamente y presenta pocos riesgos de toxicidad para los humanos, la vida silvestre, o los insectos benéficos. Por lo tanto, se ha convertido en un predilecto plaguicida de bajo impacto, para uso ocasional en la agricultura. Como el Bt no es un plaguicida fabricado por el hombre, es particularmente importante para los agricultores orgánicos.

Los cultivos Bt modificados genéticamente constantemente producen una forma de toxina Bt. Un estudio publicado sobre el algodón Bt dice, “Este sistema es como una aplicación continúa de toda una planta con la toxina, excepto que la aplicación es de dentro hacia fuera.”¹⁸ Por esto, no es sorprendente que las concentraciones de las toxinas proteicas son mucho mayores en los tejidos de los cultivos Bt que en los productos que los agricultores rocían localmente.¹⁹

Otros insectos (Insectos no-blanco)

Los cultivos que han sido modificados genéticamente para producir toxinas Bt u otros insecticidas, pueden afectar a una variedad de insectos, incluyendo a aquellos que no son plagas de cultivos (insectos no-blanco). Un estudio con gran divulgación, dirigido por el Dr. John E. Losey de la Universidad de Cornell, determinó que el polen del maíz Bt puede alcanzar las hojas de algodoncillo (milkweed) cerca de los campos de maíz y reducir la tasa de sobrevivencia de las larvas de mariposa monarca que se alimentan del algodoncillo.²⁰ Algunos científicos han cuestionado el llamado “estudio de las monarcas”, diciendo que los resultados de Losey en un experimento controlado no se traducen a situaciones del mundo real.²¹

Sin embargo, las investigaciones subsecuentes sugieren que el proceso natural de caída del polen de maíz Bt sobre el algodoncillo, en verdad puede reducir la sobrevivencia de las larvas de la monarca en un área hasta de 10 metros de la orilla de un campo de maíz GM.²² Un

estudio de las variedades de maíz Bt llamadas Event 176 de Novartis, encontró que interferían con el desarrollo normal de la mariposa cola de golondrina negra (black swallowtail), que es un insecto no-blanco. Syngenta, formada en el año 2000 por la fusión de Novartis y Zeneca Agrochemicals, ha acordado sacar las variedades de maíz Event 176 del mercado para el año 2003.²³

La investigación de cómo la toxicidad de los cultivos Bt para los insectos no-blanco afecta al ecosistema más amplio, está aún incompleta. Por ejemplo, es incierto si los niveles altos de Bt producidos por los cultivos GM podrían tener un efecto contraproducente al matar a los insectos benéficos y a los parásitos que reducen de manera natural a las plagas de los cultivos. Un estudio encontró que la toxina Bt Cry1Ab perjudica a la crisopa verde ("green lacewing"), un predador benéfico que se alimenta de áfidos.²⁴ Aunque las mariposas y las polillas no-blanco afectadas por el maíz Bt no se alimentan de plagas de cultivos, sí comen plantas del tipo de las hierbas, funcionan como agentes polinizantes y mantienen poblaciones de predadores benéficos al proveer una fuente adicional de alimento. Los insectos no-blanco también sirven como presa para aves y murciélagos. Un estudio encontró que el rociar los bosques con toxina Bt convencional tuvo un impacto sobre el su-ministro de alimento de la curruca azul de garganta negra ("black-throated blue warbler"), lo cual resultó en una actividad reproductiva reducida en las aves y causó que su tasa de reproducción cayera por debajo de su tasa de mortalidad.²⁵

Resistencia al Bt

La adopción generalizada de cultivos Bt podría acelerar la evolución de plagas resistentes al Bt. Unos investigadores de la Universidad de Cornell encontraron que las polillas de espalda en diamante ("diamondback moths"), alimentadas durante 24 generaciones con una variedad de brocoli Bt, adquirieron suficiente resistencia para que el grupo entero pudiera completar su ciclo de vida, alimentándose con las plantas GM.²⁶ Los estudios de campo sobre los cultivos Bt comerciales no han encontrado resistencia al Bt en insectos, pero los estudios están lejos de ser comprensivos o concluyentes.

Casi todos los investigadores y agricultores consideran que la resistencia al Bt es una seria amenaza. El Dr. Theo Walliman del Instituto de Biología Celular en Zurich, Swiza, dijo lo siguiente en una carta a la revista *Science*:

El verdadero problema es que una estrategia para expresar de manera constitutiva un compuesto insecticida en monocultivos a gran escala... y así exponer a un subecosistema continuamente a la toxina, parece encaminado a crear plagas resistentes a la toxina Bt, debido a una fuerte presión selectiva. Tarde o temprano, es probable que veremos resistencia a la toxina Bt en aquellos insectos que constantemente entran en contacto con estos monocultivos y se alimentan de ellos. Si esto ocurre, habremos perdido un valioso bio-insecticida. Durante unos 30 años, la toxina Bt ha sido aplicada en el sitio...y sólo cuando hay señales de una

infestación de insectos en los cultivos. Es el sistema insecticida biológico más exitoso que tenemos y probablemente conservaría su potencia contra las plagas durante muchos años más.²⁷

La principal estrategia para prevenir la resistencia al Bt se basa en plantar refugios — secciones de campo en donde se siembran cultivos que no son Bt, cercanos a las variedades Bt. La teoría es que las plagas que atacan a los cultivos refugio se cruzarán con aquellas que se alimentan de los cultivos Bt y así evitarán que la resistencia sea transferida a la siguiente generación. Hay dos fallas potenciales críticas en esta estrategia. Una es que es poco probable que los agricultores mantengan suficientes campos refugio cercanos a sus campos Bt para asegurar la reproducción cruzada entre las diversas poblaciones de plagas. Un análisis de CFS de encuestas de la industria y de la EPA revela que más de 30% de los agricultores que cultivan StarLink pueden no haber cumplido con los reglamentos diseñados para prevenir la resistencia en las plagas.²⁸ La segunda falla es que la estrategia del refugio sólo funcionará si la resistencia al Bt es una característica genética recesiva, esto es, una que debe heredarse de ambos padres para expresarse. Falta hacer investigación en esta área, pero los científicos han determinado que por lo menos en una importante plaga de cultivo, el barrenador europeo del maíz ("European corn borer"), la resistencia al Bt es una característica dominante, lo cual significa que sólo un progenitor necesita transferir el gen de resistencia al Bt para que éste se exprese en la descendencia.²⁹ Esto derrotaría la estrategia del refugio.

El aumento en la resistencia al Bt tendría un impacto extremo sobre muchos agricultores orgánicos. Un 18% de agricultores orgánicos rocía con Bt de bajo impacto de manera "frecuente o regular", mientras que otro 27% lo usa "ocasionalmente" y 12% depende de él como "último recurso".³⁰ Sin el Bt, muchos agricultores sufrirían grandes pérdidas en sus cultivos o escogerían métodos más caros de control de plagas, lo cual incrementaría los precios de los alimentos orgánicos para los consumidores. Algunos agricultores orgánicos sin duda usarían agroquímicos o se irían a la quiebra, reduciendo potencialmente la disponibilidad de productos orgánicos.

En 1998, el CFS entabló lo que probablemente será el primero en una serie de juicios a favor de la agricultura orgánica, sus agricultores y los grupos ambientalistas, encaminado a obligar a la EPA a proteger el futuro de la agricultura orgánica por medio del retiro de su aprobación de los cultivos Bt GM y su rechazo de futuras solicitudes de registro para cultivos Bt.

Dependencia Química

Los defensores de la biotecnología dicen que los cultivos modificados genéticamente para competir y ganarle a las hierbas y para resistir enfermedades y plagas de insectos, reducirán el uso de plaguicidas químicos. De hecho, cualquier correlación entre la adopción de cultivos GM y los niveles de uso de plaguicidas está poco clara, y es poco probable que haya reducciones a largo plazo.

Algunos agricultores que cultivaron la primera generación de cultivos Bt encontraron que la toxina pro-

ducida por las plantas no era una panacea para el control de plagas. Los productores de algodón en Carolina del Norte vieron cómo las chinches (“stinkbugs”), que históricamente no habían constituido una amenaza para el algodón, se volvieron pro-blemáticas en sus campos Bt. Los agricultores que pensaron que podían abandonar el uso de los insecticidas organofosfatados, siguieron rociando sus campos de algodón Bt con organofosfatos para controlar a las chinches que ahora empezaban a aparecer.³¹ Un estudio científico anterior había predicho este problema. En 1999, algunos investigadores descubrieron que una variedad de papa que había sido modificada genéticamente para resistir al escarabajo de la papa de Colorado (“Colorado potato beetle”), sí controlaba efectivamente al escarabajo pero abría un nicho biológico para los áfidos, a quienes no les afectaba el cultivo GM y quienes tenían el potencial de dañar severamente a las plantas de papa.³²

Un análisis completo de los beneficios potenciales de los cultivos Bt, comisionado por la Unión de Científicos Preocupados (Union of Concerned Scientists), encontró que el uso de insecticidas por los agricultores de maíz se mantuvo constante entre 1995 y el 2000, aunque el porcentaje de acres plantados con variedades de maíz Bt se elevó de 0 a 18. Originalmente, la EPA reportó que las plantaciones de maíz Bt disminuían significativamente el uso de plaguicidas, especialmente para el control del barrenador europeo del maíz, pero subsecuentemente retractó esta declaración. Por otro lado, el algodón Bt puede haber resultado en un uso reducido de plaguicida para el control del gusano del maíz y el algodón y para los gusanos del capullo del tabaco (“bollworms y budworms”). Sin embargo, este resultado varía mucho de región a región. En Alabama, donde un 60% del algodón es de la variedad Bt, el uso de plaguicidas casi se duplicó entre 1995 y 2000. De hecho, no ha emergido un patrón claro. El algodón es altamente vulnerable a una gama de plagas de insectos, así que cualquier reducción en el uso de insecticidas debido al uso de cultivos modificados genéticamente para resistir a plagas específicas, puede ser efímero.³³

Así también, no podemos evaluar de manera confiable el impacto de los cultivos tolerantes a los herbicidas sobre el uso de herbicidas químicos. Existen estudios preliminares que indican que los productores de frijol de soya que plantan cultivos modificados genéticamente para tolerar los herbicidas de glifosato, reportan, de manera predecible, un incremento en el uso de este tipo de herbicidas. Sin embargo, una reducción simultánea en el uso de sustancias que no son glifosatos parece haber disminuído el uso neto de herbicidas. Hasta ahora, los datos sobre el uso de plaguicidas indican que las variedades de maíz y algodón tolerantes a herbicidas no han tenido efectos significativos sobre el uso total de herbicidas.³⁴ A largo plazo, parece aún menos probable que haya reducciones en el uso de plaguicidas.

Las variedades GM tolerantes a herbicidas inexorablemente vinculan la producción de los cultivos con el uso de químicos y no abren opciones para que los productores puedan migrar hacia formas de control de hierbas que sean más amigables con el ambiente. Como discutimos anteriormente, el flujo de genes, ya sea por la

Genes Troyanos: El salmón GM y las especies en peligro de extinción

La ingeniería genética de los cultivos no es la única amenaza ambiental que presenta la biotecnología. Los investigadores están ahora manipulando los genes de una gran variedad de especies, desde bacterias hasta árboles y ganado.

Cada organismo alterado que es liberado al ambiente carga consigo un tropel de riesgos ambientales. Los peces modificados genéticamente son un ejemplo excelente aunque inquietante. Existen investigadores en todo el mundo que están desarrollando por lo menos 35 especies de peces transgénicos, y una compañía, la A/F Protein, le ha pedido a la FDA que le permita comercializar como alimento para humanos, a un salmón que ha sido modificado para crecer de cuatro a seis veces más rápidamente que lo normal. La comercialización de estos peces GM podría traer consecuencias devastadoras para el medio ambiente. Los doctores William M. Muir y Richard D. Howard de la Universidad de Purdue, reportaron en 1999 que el pez japonés medaka, modificado para crecer más rápidamente que las poblaciones naturales, tendrá una “ventaja en el apareamiento” si se libera al ambiente. En el experimento de Muir y Howard, 60 medakas GM fueron introducidos a una población de 60,000 medakas silvestres. Esto resultó en que el transgén se “fijó” en la población entera después de 20 generaciones. Sorprendentemente, los científicos también encontraron que la progenie de los peces GM tenía menor probabilidad de llegar a la edad reproductiva, estando en estado natural. Así, los peces macho (GM) que producían la progenie menos viable, obtuvieron una ventaja de apareamiento significativa por encima de los machos que producían una progenie más vigorosa. Esto es contrario al dictado evolucionista “la sobrevivencia del más fuerte”, y lo que es más, Muir y Howard encontraron que la población entera murió en unas 40 generaciones. Los investigadores le llamaron a esto el “efecto del gen troyano”, porque un gen aparentemente benéfico se fijó en la población medaka y luego la llevó a la extinción. Un estudio subsecuente de salmón GM encontró resultados — el riesgo de extinción aumentó dramáticamente.

A/F Protein ha asegurado a los reguladores que no permitirá que el salmón GM se escape al ambiente y que, de cualquier manera, esterilizará a los peces para evitar que se reproduzcan. Sin embargo, nuestra experiencia con los cultivos GM nos ha enseñado que es casi imposible segregar a las variedades GM de las variedades de especies comerciales que no son GM.

Es aún más preocupante pensar que la esterilización no esta libre de fallas y los experimentos muestran que basta con que un pequeño número de peces GM invada a una población silvestre mayor para que el gen troyano se fije. Si aplicamos la teoría del gen troyano al mundo real, las implicaciones son escalofriantes. Actualmente, hay 114 especies de peces que están en peligro de extinción, incluyendo a las poblaciones de Chinook, Coho y el salmón “sockeye”. Otros tipos de peces, incluyendo al salmón del Atlántico, han disminuído dramáticamente en las décadas recientes. Si un gen troyano se filtrara en una de esas frágiles poblaciones, el resultado podría ser la extinción total. Una vez que una especie se va, no la podemos hacer volver — el daño ambiental es irreversible.

polinización cruzada entre las plantas GM y sus parientes del grupo de las malezas o por la diseminación de cultivos voluntarios GM, probablemente dará lugar a hierbas o malezas tolerantes a los herbicidas. Así, los herbicidas específicos asociados a los cultivos GM serán menos efectivos. En vista de que el primer impulso de los agricultores modernos es luchar contra las hierbas químicamente, es probable que los productores incrementarán su uso de otros herbicidas para controlar a las hierbas que recientemente se hayan vuelto tolerantes.

Un escenario similar podría derrotar a las estrategias para reducir el uso de insecticidas basado en el uso de cultivos Bt. Si algunas plagas importantes adquieren resistencia al Bt, los productores de cultivos Bt probablemente empezarán a usar venenos químicos que tengan mayor toxicidad y presenten mayores riesgos ambientales que el Bt. También, con la diseminación de la resistencia al Bt, algunos productores orgánicos seguramente sentirán la presión por abandonar su agricultura libre de químicos y optar por el uso de venenos sintéticos.

Contaminación del suelo

Los científicos han descubierto que los cultivos Bt pueden contaminar el suelo en donde crecen. Las toxinas exudadas por las raíces de las plantas de maíz Bt se unen a los barros y ácidos del humus en el suelo, protegiendo a las toxinas de la degradación y permitiéndoles que mantengan sus propiedades insecticidas por un mínimo de 234 días. El polen producido por los cultivos Bt y los residuos de materia vegetal post-cosecha podrían introducir cantidades adicionales de toxina Bt en los suelos de cultivos.³⁵ La investigación preliminar no ha encontrado que la contaminación del suelo por Bt afecte a las poblaciones de bacterias, hongos, protozoarios, nemátodos o lombrices en el suelo, pero es necesario hacer estudios adicionales.³⁶ Una preocupación inmediata es que el suelo contaminado por Bt podría acelerar la resistencia al Bt en las plagas de insectos.

Es posible que las generaciones futuras de cultivos GM produzcan toxinas que sean más perjudiciales para la biota del suelo. Por ejemplo, la EPA ha aprobado las plantaciones experimentales de variedades de maíz Bt diseñadas para combatir al crisomélido del maíz o gusano de la raíz del maíz ("corn rootworm"), un tipo de escarabajo.³⁷ Probablemente, estas plantas presentarán mayor toxicidad para la biota no-blanco del suelo que las variedades actuales de maíz Bt, que combaten a las larvas de la polilla ("moth larvae").

CONCLUSIÓN

A pesar de las engañosas declaraciones de las compañías que los venden, los cultivos GM no proveerán ningún alivio a las preocupaciones ambientales tradicionales, tales como la contaminación del agua, el aire o el suelo. Lejos de eliminar a los plaguicidas, es posible que los

cultivos GM incrementen esta contaminación química. Las plantas modificadas genéticamente para tolerar a los herbicidas, vinculan de manera estrecha a la producción del cultivo con un mayor uso de químicos.

Los cultivos modificados con material genético Bt, que los protege contra plagas específicas de insectos, pueden disminuir la eficacia de este plaguicida no-químico, al aumentar la resistencia a éste. Esto podría llevar al fin de la agricultura orgánica como la conocemos, con la conversión de este método agrícola sustentable a métodos con un uso intensivo de químicos.

Mientras tanto, la ingeniería genética ha traído a la pizarra un conjunto completamente nuevo de preocupaciones ambientales. Los genes alterados que se han introducido en las plantas comerciales están escapando hacia las poblaciones de hierbas y cultivos no-alterados. Las supermalezas mejoradas genéticamente pueden convertirse en un severo problema ambiental

en años venideros. Aún ahora, el maíz, la canola y, en menor grado, el frijol de soya y el algodón transgénicos, están contaminando a sus contrapartes no modificadas genéticamente. Esto está causando grandes preocupaciones económicas entre los agricultores y está resultando en pérdidas de exportaciones agrícolas para los E.U. La contaminación biológica provocada por los cultivos GM y otros organismos no se va a diluir ni a degradar con el tiempo. Se reproducirá y diseminará, alterando profundamente los ecosistemas y amenazando la existencia de las variedades de plantas naturales y de la vida silvestre.

A pesar de estas preocupaciones inquietantes y sin precedentes, el gobierno de los E.U. ha permitido que las compañías cultiven y vendan numerosos cultivos genéticamente alterados. En los E.U., más de 76 millones de acres están ahora plantados con variedades GM. Sin embargo, ninguna agencia del gobierno ha probado completamente el impacto de estos cultivos sobre la biodiversidad o la tierra agrícola y sobre los ecosistemas naturales. Ninguna agencia federal ha hecho una Declaración de Impacto Ambiental completa sobre algún organismo GM; está aún por hacerse gran parte de la investigación sobre impactos ambientales de los cultivos GM. No existe una estructura regulatoria para asegurar que estos cultivos no están causando daño irreparable al ambiente. La FDA, nuestra principal agencia para la seguridad alimenticia, no requiere ningunas pruebas para ver los efectos de estos cultivos sobre el ambiente y la salud humana. Sin embargo, los agentes de la FDA, EPA y USDA han permitido, e incluso promovido, las plantaciones de cultivos GM durante años.

La falta de vigilancia del gobierno es inquietante. Cada decisión de introducir estos contaminantes biológicos al ambiente es un peligroso juego de ruleta ecológico. La extensión del daño ambiental irreversible se hace mayor con cada nuevo acre de tierra con cultivos GM y con cada nueva variedad GM.

Al contrario de lo que aseguran las compañías de biotecnología, la ingeniería genética puede de hecho exacerbar serios problemas ambientales, como la contaminación del aire, la tierra y el agua.

REFERENCIAS

1. Ellstrand, Norman C., "When Transgenes Wander, Should We Worry?" *Plant Physiology* 125 (2001): 1543-1545.

2. Wolfenbarger, L.L. y P.R. Phifer, "The Ecological Risks and Benefits of Genetically Engineered Plants," *Science* 290 (2000): 2088.

3. Arriola, Paul E., "Risks of Escape and Spread of Engineered Genes From Transgenic Crops to Wild Relatives," *AgBiotech News and Information* 9 (1997): 157N-160N; Ellstrand, "When Transgenes Wander."

4. Arriola, Paul E. y Norman C. Ellstrand, "Crop-to-Weed Gene Flow in the Genus Sorghum (Poaceae): Spontaneous Interspecific Hybridization Between Johnsongrass, Sorghum Halepense, and Crop Sorghum, S. Bicolor," *American Journal of Botany* 83 (1996): 1153-1160. Para leer sobre las reducciones en la producción causadas por johnsongrass, ver: McWhorter, C.G. y E.E. Hartwig, "Competition of Johnsongrass and Cocklebur With Six Soybean Varieties," *Weed. Science* 20 (1972): 56-59; Paterson, Andrew H. y J. Mike Chandler, "Risk of Gene Flow From Sorghum to Johnsongrass," www.nbiap.vt.edu/brarg/brasym96/paterson96.htm

5. Calgene, ahora una subsidiaria de Monsanto, el gigante de la biotecnología, desarrolló el jitomate GM Flavr-Savr. Goodman, R.N. y N. Newell, "Genetic Engineering of Plants for Herbicide Resistance: Status and Prospects," en *Engineered Organisms in the Environment: Scientific Issues*, American Society for Microbiology, Washington, DC: 47-53, como fue citado por Ellstrand, "When Transgenes Wander."

6. MacArthur, Mary, "Triple-Resistant Canola Weeds Found in Alta.," *Western Producer*, 10 de feb. , 2000; y Spears, Tom, "'Superweeds' Invade Farm Fields," *Ottawa Citizen*, 2 de junio, 2001.

7. Ellstrand, "When Transgenes Wander;" MacArthur, Mary, "Canola Seeds Tested for Herbicide Resistance," *Western Producer*, 10 de feb. , 2000.

8. Royal Society of Canada, Expert Panel on the Future of Food Biotechnology, *Elements of Precaution: Recommendations for the Regulation of Food Biotechnology in Canada*, Ottawa, Ontario, Canada: feb. 2001, en: www.rsc.ca/foodbiotechnology/indexEN.html.

9. Royal Soc. of Canada, *Elements of Precaution*; Spears, "'Superweeds' Invade Farm Fields."

10. 76,552,390 acres, basado en los estudios del USDA de la temporada de cultivo del 2001. El USDA estima que los agricultores cultivaron 69,486,740 acres de maíz, soya y algodón de altura GM en el 2000. Cálculo basado en: USDA, NASS, "Prospective Plantings," 30 de marzo, 2001, usda.mannlib/cornell.edu/reports/nassr/field/pcp-bbp/ psp10301.txt.

11. "North Dakota Organic Farmers Worry About Biotech Contamination," *Cropchoice News*, 6 de feb. 6, 2001.

12. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, "Biopesticide Fact Sheet: *Bacillus thuringiensis* Subspecies *tolworthi* Cry9C Protein and the Genetic Material Necessary for Its Production in Corn," Fact Sheet #006466, marzo, 2001, www.epa.gov/oppbpd1/biopesticides/factsheets/fs006466t.htm; Egerstrom, Lee, "Biotech Corn Fears Hamper U.S. Exports," *Saint Paul Pioneer Press*, 10 de marzo, 2001; "Banned Corn Found in Japan," *AP*, 18 de enero, 2001.

13. Genetically Engineered Food Alert, "Contaminant Found in Taco Bell Shells, Food Safety Coalition Demands Recall by Taco Bell, Philip Morris," Comunicado de prensa, 18 de sept. , 2000.

14. "Organic Crop Certifiers Decry Transgenic Contamination," *Cropchoice News*, 10 de mayo, 2001.

15. "StarLink Found in More Foods," *UPI*, 25 de abril, 2001.

16. Quist, David e Ignacio H. Chapela, "Transgenic DNA Introgressed Into Traditional Maize Landraces in Oaxaca, Mexico," *Nature* 414 (2001) 541-543; Vidal, John, "Mexico's GM Corn Shocks Scientists," *The Guardian*, 30 de nov. , 2001; y Jordan, Pav, "Mysterious 'Alien' Corn Invades Mexico Countryside," *Reuters*, 29 de ene. 29, 2002.

17. "Mexico's GM Corn Shocks Scientists."

18. Lewis, W.J., et al., "A Total System Approach to Sustainable Pest Management," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94 (1997) 12,243-12,248.

19. Hansen, Michael, "Possible Human Health Hazards of Genetically Engineered Bt Crops," EPA Science Advisory Panel testimony, 20 de oct., 2000, Arlington, VA, www.organic-consumers.org/ge/btcomments.cfm.

20. Losey, J.E., et al., "Transgenic Pollen Harms Monarch Butterflies," *Nature*, 399 (1999): 214.

21. Sears, Mark K., et al., "Impact of Bt Corn Pollen on Monarch Butterfly Populations: A Risk Assessment," *PNAS*, 98 (2001): 11,937-11942.

22. Jesse, L aura C.H. and John J. Obrycki, "Field Deposition of Bt Transgenic Corn Pollen: Lethal Effects on the Monarch Butterfly," *Oecologia*, 125 (2000), p. 241.

23. Zangerl, A.R., et al., "Effects of Exposure to Event 176 *Bacillus thuringiensis* Corn Pollen on Monarch and Black Swallowtail Caterpillars Under Field Conditions," *PNAS Early Edition*, (2001), www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.171315698.

24. Hilbeck, Angelika, et al., "Toxicity of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab Toxin to the Predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopiadae)," *Environmental Entomology*, 27 (1998): 1255-1263.

25. Obrycki, John J., et al., "Transgenic Insecticidal Corn: Beyond Insecticidal Toxicity to Ecological Complexity," *BioScience*, 51 (2001): 354-355; y Losey, John E., et al., "Impacts of Genetically Engineered Crops on Non-Target Herbivores: Bt-Corn and Monarch Butterflies as a Case Study," *Genetically Engineered Organisms*, ed. por Deborah K. Letourneau y Beth Elpern Burrows, (Boca Raton, FL: CRC Press, 2002).

26. Zhao JianZHou, et al., "Development and Characterization of Diamondback Moth Resistance to Transgenic Broccoli Expressing High Levels of Cry1C," *Applied and Environmental Microbiology*, 66 (2000) 3784-3789; Yong-Biao Liu, et al., "Development Time and Resistance to Bt Crops," *Nature*, 400 (1999): 519.

27. Wallimann, Theo, "Bt Toxin: Assessing GM Strategies," *Science*, 287 (2000): 41.

28. Mendelson, Joseph, CFS Carta a EPA Office of Pesticide Programs, 30 de ago., 2001, OPP Docket No. 00678B.

29. Union of Concerned Scientists, "Appendix 2: Benbrook IRM Analysis," EPA Docket OPP 00678B, 20 ago. 20, 2001, www.ucsusa.org/food/bt_ren_app2.pdf; Huang, F. et al., "Inheritance to *Bacillus thuringiensis* Toxin (Dipel ES) en European Corn Borer." *Science* 284 (1999): 965-67. Algunos científicos han cuestionado la relevancia de Huang et al., ver Tabashnil, B.E., et al., "Resistance to Bt Toxins," *Science*, 287 (2000): 41.

30. Walz, Erica, *The Third Biennial National Organic Farmers' Survey*, The Organic Farming Research Foundation: Santa Cruz, Calif., 1999.

31. "Bt Cotton May Be Factor in Stinkbug Outbreak," *Progressive Farmer*, 1 feb. , 2001.

32. Ashouri, A. *Interactions de la Resistance aux Ravageurs Avec les Ravageurs Secondaires et Leurs Ennemis Naturels: Le Cas des Pucerons (Homoptera: Aphididae) sur la Pomme de Terre (Solanaceae)*, 1999 Ph.D. Tesis, Université Laval, citado en *Elements of Precaution: Recommendations for the Regulation of Food Biotechnology in Canada*.

33. Rissler, Jane y Margaret Mellon, "Union of Concerned Scientists Comments to the EPA on the Renewal of Bt-Crop Registrations," EPA Docket OPP-00678B, 10 sept. , 2001, www.ucsusa.org/food/bt_renewal.pdf; UCS, "Appendix 3: Benbrook Benefits Analysis," EPA Docket OPP 00678B, 20 ago. , 2001, www.ucsusa.org/food/bt_ren_app3.pdf; Ervin, David E., et al., *Transgenic Crops: An Environmental Assessment*, Henry A. Wallace Center for Agricultural & Environmental Policy, Policy Studies Report No. 15, enero, 2001. Para el área en acres del Bt, ver: USDA, NASS, "Prospective Plantings," 30 de marzo, 2001. Un análisis separado del World Wildlife Fund concluyó que el cultivo del algodón GM no resultaba en reducciones en el uso de plaguicidas, ver: Thalmann, Philipp y Valentin Kung, "No Reduction of Pesticide Use With Genetically Engineered Cotton," reporte preparado para WWF International, 2000.

34. Ervin, David E., et al., *Transgenic Crops: An Environmental Assessment*, 12-13.

35. Saxena, Deepak, et al., "Transgenic Plants: Insecticidal Toxin in Root Exudates From Bt Corn," *Nature*, 402 (1999): 480.

36. Id.

37. 64 Federal Register, 68,681 (8 de dic., 1999).

¡Afíliese al CFS! *Sí, ¡apoyo el trabajo del Centro para la Seguridad Alimenticia!*

- Membresía del estudiante \$15
 Membresía de un año \$35
 Membresía nueva
 Renovación
 Membresía de dos años \$50
 Membresía comercial \$100
 Membresía de obsequio
 Contribución adicional \$ _____
 Como socio/miembro usted recibirá nuestro boletín, Revista, y alertas de acción.

Nombre	Dirección
Ciudad	Estado
Número de teléfono	Número de fax
E-mail / Correo electrónico	

Directorio

- Dr. Melanie Adcock**
The Humane Society of the U.S.
- Roger Blobaum**
Blobaum & Associates
- Michael Colby**, Food & Water
- Adele Douglas**, The American Humane Association
- Dr. David Ehrenfeld**
Rutgers University
- Jay Feldman**, National Campaign Against the Misuse of Pesticides
- Jim & Rebecca Goodman**
Farmers/Activists
- Dr. Joan Gussow**
Columbia University
- Dr. Michael Hansen**
Consumers Union
- Tony Kleese**
Sustainable Farming Program
- Dr. Sheldon Krinsky**
Tufts University
- Cheryl Long**
Organic Gardening Magazine

- Howard Lyman**
Voice for a Viable Future
- Dr. Margaret Mellon**
Union of Concerned Scientists
- Rick Moonen**, Oceana
- Nora Pouillen**, Restaurant Nora
- Dr. Philip Regal**
University of Minnesota
- Jim Riddle**, International Organic Accreditation Service
- Mark Ritchie**, Institute for Agricultural & Trade Policy
- Abby Rockefeller**, President
The Resource Institute for Low Entropy Systems (RILES)
- Michael Sligh**
Rural Advancement Foundation International
- John Stauber**
Center for Media & Democracy
- Dr. Richard Strohman**
Univ. of California at Berkeley
- Martin Teitel**, Council for Responsible Genetics
- Alice Waters**, Chez Panisse

Personal

- Andrew Kimbrell**
Executive Director
- Joseph Mendelson, III**
Legal Director
- Craig W. Culp**
Media Director
- Tracie Letterman**
Staff Attorney
- Peter Jenkins**
Staff Attorney
- Rebecca Spector**
Campaign Director
- Doug Gurian-Sherman**
Senior Scientist
- Kiki Hubbard**
Research Assoc./Outreach Dir.
- Ellen Kittredge**
Outreach Associate
- Lorin Kleinman**
Office Administrator

Contactos

- Oficina Central**
660 Pennsylvania Ave., SE
Suite 302
Washington, DC 20003
Tel: (202) 547-9359
Fax: (202) 547-9429
e-mail:
info@centerforfoodsafety.org
- Oficina Oeste**
1009 General Kennedy Avenue
Number 2
San Francisco, CA 94129
Tel: (415) 561-2524
Fax: (415) 561-7651

Traducido por Evelyn Arón



THE CENTER FOR
FOOD SAFETY

660 Pennsylvania Ave., SE
Suite 302
Washington, DC 20003

Nonprofit organization
U.S. Postage

PAID

Washington, DC
Permit No. 2367