

El Maíz Bajo Amenaza

México, centro de diversidad para el maíz, ha sido contaminado

En septiembre 2001, el gobierno mexicano anunció por medio de su Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) que investigaciones científicas descubrieron la contaminación de variedades indígenas de maíz con variedades genéticamente modificadas (OGM) importadas de los Estados Unidos. La contaminación fue encontrada en el estado de Oaxaca en México, uno de los centros mundiales de origen y diversidad del maíz.

La investigación mostró que 15 de 22 comunidades donde las semillas de maíz fueron analizadas este año han sido contaminadas por maíz genéticamente modificado y que del 3% al 10% de la semilla del maíz analizado contiene genes del maíz modificado. Dos comunidades mostraron cifras aún más altas de contaminación. Claramente muchos maizales tradicionales en la región han sido contaminados; los organismos reguladores aún no saben cuál es la extensión exacta de la contaminación.

La magnitud del problema en Oaxaca es grande. Para poner en perspectiva las cifras de la contaminación hay que considerar algunas estadísticas referidas al polen de maíz, y al maíz mismo. Emberlin et al (1999) estiman que un campo típico de maíz tiene 50,000 plantas por hectárea. Una tasa del 1% de contaminación significa que 500 plantas por hectárea contienen el gen modificado. El maíz esparce grandes cantidades de polen, cerca de 175 kilogramos por hectárea, o entre 14 y 50 millones de granos de polen por planta. Aunque la mayoría del polen de maíz cae dentro de los 500 metros del campo de la cosecha, el transporte de polen a lo largo de distancias más extensas también es posible. Las abejas pueden dispersar el polen hasta varias millas lejos de la cosecha y, bajo condiciones excepcionales de tiempo, el viento puede transportar polen hasta centenares de kilómetros de distancia. El potencial para la contaminación entre campos vecinos es una grave realidad.

El maíz y sus parientes cercanos se encuentran a través de toda América Latina

Teosinte, los parientes silvestres más cercanos del maíz cultivado, se hallan creciendo desde Chihuahua hasta Oaxaca. Además del teosinte, gran cantidad de diversos tipos de maíz existen en los múltiples campos de cultivo criollo, donde se cultivan variedades locales, que crecen a lo largo de México y en otros países cultivadores de maíz de América Central y Sudamérica. En México, al maíz cultivado en estos campos de cultivo locales se lo llama "maíz criollo".

Estas variedades diferentes de maíz tienen características de crecimiento diferentes, adecuadas para los cambios de las condiciones climáticas. En Chihuahua, México, la variedad Apachito, que crece rápidamente, es sembrada cuando la época de lluvia llega

tarde. Las variedades coloreadas de maíz se correlacionan con los distintos períodos de maduración. Los pigmentos azules y rojos en la mazorca ayudan a estas variedades a calentarse rápidamente en mañanas frías. Esto los hace especialmente adecuados para ser plantados a principios del año. En Colombia una de estas variedades de maduración rápida ha sido llamada Matahambre.

¿Por qué preocuparse por la diversidad genética de las cosechas?

Nuestras cosechas fueron domesticadas hace miles de años a partir de ancestros silvestres. Estos ancestros han seguido persistiendo en las regiones donde la domesticación tuvo lugar y contienen todavía importantes genes para la producción agrícola. Dado que las plantas de estas cosechas aún pueden cruzarse con muchos de sus parientes silvestres, los genes presentes en estos parientes pueden ser usados para mejorar nuestras cosechas. La información genética que determina características importantes tales como resistencia a enfermedades y pestes, calidad de la harina y el rendimiento, son continuamente buscadas y utilizadas en los programas de crecimiento de todas nuestras principales cosechas. Una fuente de genes diversos es esencial para los cultivadores alrededor del mundo ya que ellos trabajan para adaptar las cosechas a nuevas pestes y enfermedades y a condiciones climáticas cambiantes. La diversidad genética de cosechas como el maíz está relacionada directamente con la seguridad alimentaria.

Jack Harlan, el famoso botánico, ha subrayado que la diversidad genética “se encuentra entre nosotros y la catastrófica hambruna a una escala que no podemos imaginar.” La pérdida de diversidad genética es una epidemia extendida mundialmente; se la denomina erosión genética. Según la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el 75% de la diversidad genética de las cosechas se ha perdido durante los últimos cien años.

Debido a la necesidad de programas modernos de reproducción para buscar nuevos genes y características, los conservacionistas genéticos se preocupan por preservar los parientes silvestres de las plantas de cosecha así como aquellas variedades locales que los agricultores de pequeña escala cultivan en los diversos hábitats de cultivo del mundo. Frecuentemente, esos parientes silvestres y cultivos de maíz criollo (como se les suele decir a las variedades locales) son encontrados en pequeñas poblaciones, lo que hace aún más difícil su conservación.

La diversidad de las cosechas es esencial para el futuro de nuestros sistemas agrícolas pero es también un componente esencial de nuestras culturas. Consideremos la gran cantidad de variedades de patatas cultivadas por gente que vive en los Andes, o la amplia variedad de berenjenas, calabazas y calabacines utilizados a lo largo de Asia. La preservación de la diversidad de las cosechas es también una manera de preservar elementos de la diversidad cultural.

El Maíz bajo amenaza

Como fue descrito anteriormente, la diversidad genética es crítica para el desarrollo continuo de variedades resistentes a nuevas pestes, enfermedades y condiciones cambiantes del clima y el medioambiente. La diversidad es importante para el suministro global de alimentos y seguridad alimentaria. La falta de diversidad genética, por el contrario, puede ser asociada a muchas de las principales epidemias de cultivos en la historia de la

humanidad. Por ejemplo, en 1970, la cosecha de maíz en el sur de Estados Unidos fue atacada por una enfermedad llamada *enfermedad sureña* de la hoja de maíz. A causa de la uniformidad genética entre las variedades de maíz cultivadas a lo largo de Estados Unidos, la pérdida que produjo esta enfermedad fue enorme, en total los Estados Unidos perdieron un 15% de su cosecha, lo que en esa época significaba alrededor de un billón de dólares. La pérdida de la diversidad genética debido a la pérdida de variedades de cultivo, erosión genética, sucede en el maíz tanto como en todas nuestras otras cosechas principales y secundarias. Según Acción Internacional por los Recursos Genéticos (GRAIN) “de las variedades locales de maíz dadas a conocer en México en 1930 sólo el 20% se encuentran al día de hoy.”

Actualmente las fuentes del maíz están bajo amenaza de dos formas principales: el desplazamiento de variedades locales y la contaminación del teosinte por maíces híbridos. Estas amenazas es probable que aumenten en magnitud con el maíz genéticamente modificado.

Ellstrand (2001) y otros (Ellstrand et al. 1999; Linder et al. 1998; Snow et al. 1999, 2001) han escrito extensamente desde la perspectiva de la biología evolutiva sobre la amenaza que podrían provocar las cosechas genéticamente modificadas a los cultivos de maíz criollo y sus parientes silvestres.

Algunas de sus conclusiones generales acerca de la contaminación genética incluyen:

- Si no hay mayor influjo del gen contaminado, la naturaleza del rasgo otorgado por ese gen influirá significativamente en si el gen desaparece, permanece en baja frecuencia, o en si aumenta su frecuencia. (Ellstrand 2001; Ellstrand et al. 1999)
- La teoría evolutiva predice que un gen benéfico aumentará en frecuencia cuando la selección natural o la selección del cultivador favorezcan diferencialmente a los individuos que contienen ese gen. Por ejemplo, si el gen codifica para la resistencia a un insecto, como el gen Bt, se esperaría que éste le confiriera un beneficio y que incrementase su frecuencia en la población. Esto podría resultar en una disminución de frecuencia de otros genotipos con la consecuente pérdida de diversidad genética. (Ellstrand 2001; al de et de Ellstrand. 1999)
- Si el gen es de efectos neutrales, la teoría evolutiva predice que el gen persistirá a una baja frecuencia. Es un concepto equivocado pensar que sólo los genes benéficos persistirán en una población. (Ellstrand 2001; Ellstrand et al 1999)
- Incluso genes que reducen las aptitudes de la descendencia del cruce entre plantas de cosecha y malezas han mostrado mantenerse en las poblaciones de las malezas a través del tiempo. (Snow et al. 1999, Snow et al. 2001). Muchos científicos habían asumido que los transgenes eran un problema inherente a la planta y que finalmente siempre se perderían. Evidencias experimentales muestran que este no es el caso.
- Si un gen deletéreo se pierde, habrá una pérdida consecuente de diversidad genética y se producirá también la pérdida de la población de plantas que contienen ese gen. Inclusive la pérdida eventual de un transgen puede tener un impacto negativo en la conservación de la diversidad del maíz. Los transgenes no desaparecen simplemente por sí mismos, se llevan a los individuos transgénicos y la diversidad que estos contienen consigo.

- Es imposible predecir las frecuencias futuras de genes contaminados sin haber identificado la fuente de la contaminación y sin la certeza de que el flujo ha sido detenido. Si de hecho no hay detención del flujo génico, podemos esperar una continua contaminación y potencial pérdida de la diversidad por medio del *swamping*. (Linder et al. 1998)

Consecuencias de la contaminación transgénica para parientes silvestres del maíz y el teosinte

Debido a que las plantas de cosecha y sus parientes silvestres están relacionadas muy estrechamente en su evolución, estas son a menudo capaces de reproducirse entre sí en mayor o menor grado.

Esto significa que para cosechas genéticamente modificadas existe la posibilidad de hibridar con sus parientes silvestres y que su descendencia sea viable. La mayoría de los científicos concuerdan en que el teosinte y el maíz cultivado pueden cruzarse. La descendencia de este cruce entre el teosinte y el maíz puede llegar a ser más o menos exitosa que la línea parental silvestre (el teosinte); cualquiera de estos resultados podría tener consecuencias negativas a largo plazo para la conservación de la diversidad.

Como se explica anteriormente en las observaciones generales sobre la contaminación genética, un resultado problemático del cruce entre el maíz y el teosinte se daría si, de alguna manera, la descendencia de este cruce fuera más exitosa.

Ciertamente, las cosechas originadas por ingeniería genética se han modificado para ser tolerantes a plagas y su descendencia por tanto tendrá una ventaja sobre los parientes silvestres que no tienen tan novedoso gen.

Los científicos han planteado la preocupación de que tales híbridos podrían llegar a ser malezas problemáticas, creando una molestia para los cultivadores y superando a los parientes silvestres en ambientes no agrícolas.

Un segundo problema planteado por los científicos es el potencial que tiene el flujo génico entre la cosecha y los parientes silvestres para llevar a la extinción a especies poco comunes. Esta extinción puede suceder de dos maneras, a través de procesos conocidos como depresión por *swamping* y depresión por cruzamiento externo (*outbreeding*). En la depresión por *swamping*, la población de plantas silvestres está continuamente expuesta a la cosecha y los híbridos resultantes del cruce se forman también continuamente.

Si la descendencia es viable y continúan apareándose con los parientes silvestres, finalmente la integridad genética del pariente silvestre es inundada por el influjo continuo de genes de la planta cultivada. Las poblaciones pequeñas de plantas y las especies poco comunes pueden llegar a perderse. El segundo proceso se conoce como depresión por cruzamiento externo, donde existe un detrimento del flujo génico, que da como resultado una descendencia menos apta. Finalmente la población desaparece.

Según Ellstrand et al. (1999), “ambos fenómenos pueden conducir a la extinción rápidamente”.

La mayor parte de las poblaciones pequeñas de teosinte silvestre están ya bajo grave amenaza. La contaminación por el escape de transgenes podría empujarlas al borde de la extinción.

El maíz genéticamente modificado también plantea amplias amenazas ecológicas

El gen contaminante encontrado en los campos de maíz criollo mexicanos es una forma del gen Bt, que produce un pesticida tóxico para muchas especies de insectos lepidópteros. Ha habido una gran controversia en los Estados Unidos y en otros países sobre el uso de los genes Bt, principalmente por sus potenciales impactos ecológicos asociados con las plantas que producen el pesticida.

Estos impactos incluyen el daño a organismos que no son su objetivo, incluyendo especies tales como la mariposa monarca y el *green lacewing*, un insecto predador benéfico; e impactos en la biota del suelo por medio de exudaciones de Bt de las raíces del maíz.

Los diversos riesgos ecológicos asociados con el maíz Bt son problemáticos si uno considera que la contaminación de los campos de cultivo de maíz criollo podría ser de larga duración. Como se ha dicho anteriormente, es casi seguro que el gen conferirá beneficios a estos campos de cultivo que contamina; los cultivadores y las fuerzas de selección natural ayudarán a que las poblaciones mantengan este gen. Si el gen se esparce en las poblaciones de estos cultivos criollos, como parece estar ocurriendo actualmente, los impactos ecológicos serán imposibles de prevenir o mitigar.

Dictadores de la Alimentación

Las empresas transnacionales que producen maíz modificado genéticamente son las mismas compañías que dominan la producción de semillas y biocidas así como la ingeniería genética.

Estas compañías agroquímicas se comportan como *dictadores de la alimentación*. Fuerzan a agricultores y consumidores a utilizar y consumir organismos genéticamente modificados (OGM) a la vez que dictan y controlan el futuro de la alimentación y del sector agropecuario.

La ingeniería genética es una tecnología que tiene dueños, que está monopolizada por un grupo muy pequeño de transnacionales. La mayor parte del mercado de semillas y biocidas está actualmente controlado por solamente tres compañías: Monsanto (Pharmacia Group), Syngenta (anteriormente Novartis) y Aventis (creada por Hoechst and Rhône-Poulenc). En el año 2000 solamente Monsanto asumió el 91% del área total sembrada y plantada con transgénicos.

Estos *dictadores de la alimentación* niegan cada vez más a los agricultores y ganaderos su ancestral derecho a guardar, intercambiar y reutilizar sus semillas, ya que las semillas modificadas genéticamente son objeto de patentes y por lo tanto no pueden ser replantadas. Estas compañías llevan a los tribunales incluso a quienes infringen sus patentes de manera involuntaria.

Estos *dictadores de la alimentación* también difunden sus cultivos transgénicos y su contaminación genética dado que utilizan sus semillas transgénicas para socavar la agricultura sostenible. Mientras tanto nuestro acceso a la alimentación depende cada vez más de tecnologías que son potencialmente peligrosas para el medioambiente y que podrían presentar riesgos sanitarios.

Para terminar, estos *dictadores de la alimentación* dañan la biodiversidad incluidos los centros de diversidad y origen, como el caso del maíz en México, de los cuales depende el

futuro del sector agropecuario y la producción de alimentos. Por otra parte tampoco asumen la responsabilidad de los problemas que están causando, motivo por el cual Greenpeace demanda una reglamentación estricta sobre la responsabilidad corporativa.

Greenpeace demanda:

- No a la liberación irreversible de Organismos Genéticamente Modificados al medioambiente
- No a la liberación de plantas Genéticamente Modificadas en sus centros de diversidad
- No a la importación de materias primas Genéticamente Modificadas a sus centros de diversidad

Greenpeace cree que esta contaminación subraya la necesidad de una ratificación inmediata del Protocolo de Bioseguridad de Cartagena por sus signatarios.

Además, instamos fuertemente al gobierno mexicano a desarrollar e implementar un plan de emergencia que debe incluir los pasos siguientes:

- Empezar una evaluación rápida e inmediata del alcance y la magnitud de la contaminación en México y las variedades implicadas de maíz genéticamente modificado.
- Determinar la fuente de la contaminación.
- Detener de inmediato la importación de maíz genéticamente modificado.
- Desarrollar e implementar inmediatamente un plan de descontaminación.
- Establecer rápidamente la legislación y regulaciones nacionales para garantizar que esta contaminación no ocurra nuevamente.
- Investigar las responsabilidades legales de las autoridades gubernamentales que permitieron que la contaminación tuviera lugar.
- Presentar acciones legales en favor de las comunidades afectadas contra las compañías responsables de la producción y diseminación del maíz genéticamente modificado.
- Informar inmediatamente a los países firmantes del Protocolo de Cartagena, en particular a los países que son centros de origen y diversidad del maíz que podrían estar enfrentando el mismo riesgo.

Lecturas complementarias:

Centros de Diversidad: patrimonio global de variedades de cosechas amenazadas por contaminación genética (global heritage of crop varieties threatened by genetic pollution.). Accesible desde: www.greenpeace.org/~geneng/reports/gmo/CoDpdf.pdf

Referencias y artículos relacionados:

Ellstrand, N.C. 2001. Cuando los transgenes deambulan, deberíamos preocuparnos? (When transgenes wander, should we worry?) *Plant Physiology* 125: 1543-1545.

Ellstrand, N.C., H.C. Prentice, and J.F. Hancock. 1999. Gene flow and introgression from domesticated plants into their wild relatives. *Annual Review of Ecology and Systematics* 30: 539-563.

Emberlin, J., B. Adams-Groom, and J. Tidmarsh. 1999. Informe de la dispersión del polen de maíz, encargado por la Asociación del Suelo. (A report on the dispersal of maize pollen, commissioned by the Soil Association.) Worcester, UK: National Pollen Research Unit.

Genetic Resources Action International. 1996. La batalla biotecnológica sobre la cosecha de oro. (The biotech battle over the golden crop.) *Seedling* 13(3): 23-32.

Goodman, M.M. 1976. Maize. In Simmonds, N.W. (ed.), *Evolución de plantas de cosecha*. (Evolution of Crop Plants.) Essex, UK: Longman Scientific & Technical.

Hall, L., K. Topinka, J. Huffman, L. Davis, and A. Good. 2000. El flujo de polen en *Brassic napus resistente a herbicidas* es la causa de múltiples voluntarios *B. napus* resistentes. (Pollen flow between herbicide-resistant *Brassic napus* is the cause of multiple resistant *B. napus* volunteers). *Weed Science* 48(6): 688-694.

Linder, C.R., I. Taha, G.J. Seiler, A.A. Snow, and L.H. Riesberg. 1998. Long-term introgression of crop genes into wild sunflower populations. *Theoretical and Applied Genetics* 96: 339-347.

Mikkelsen, T.R., B. Andersen, and R.B. Jorgensen. 1996. El riesgo de la dispersión de transgenes de cosecha. (The risk of crop transgene spread). *Nature* 380: 31.

Nigh, R., C. Benbrook, S. Brush, L. Garcia-Barrios, R. Ortega-Paczka, and H.R. Perales. 2000. Cosechas transgénicas: una moraleja. (Transgenic crops: A cautionary tale.) *Science* 287 (5460): 1927.

Obrycki, J.J., J.E. Losey, O.R. Taylor, and L.C.H. Jesse. 2001. Maíz transgénico insecticida: Desde la toxicidad del insecticida hasta la complejidad ecológica. (Transgenic insecticidal corn: Beyond insecticidal toxicity to ecological complexity.) *BioScience* 51(5): 353-361.

Serratos, J.A., M.C. Willcox, and F. Castillo (eds.). 1997. Flujo génico en cultivos de maíz criollo. Variedades de maíz mejorado y teosinte: Implicaciones para el maíz transgénico. (Gene flow among maize landraces, improved maize varieties, and teosinte: Implications for transgenic maize.) Mexico, D.F.: CIMMYT.

Snow, A.A., B. Andersen, and R.B. Jorgensen. 1999. Costs of transgenic herbicide resistance introgressed from *Brassica napus* into weedy *B. rapa*. *Molecular Ecology* 8: 605-615.

Snow, A.A., K.L. Uthus, and T.M. Culley. 2001. Aptitud de los híbridos de malezas y rábanos cultivados: implicaciones en la evolución de las malezas. (Fitness of hybrids between weedy and cultivated radish: Implications for weed evolution.) *Ecological Applications* 11(3): 934-943.