

TRANSGÉNICOS Y AGROCOMBUSTIBLES EN AMÉRICA LATINA

MIGUEL A. ALTIERI

Dr.C. Profesor de la Universidad de Berkeley, California. Presidente de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA).

El área global estimada de cultivos transgénicos autorizados comercialmente en 2007 fue de 114,3 millones de hectáreas, sembradas en veintitrés países, incluyendo doce del Sur, entre los cuales sobresalen Brasil, Argentina, Paraguay, Uruguay, México, Chile y Honduras en la región latinoamericana. Los promotores de la biotecnología agrícola argumentan que estos cultivos no solo han aumentado la producción con beneficios para la seguridad alimentaria, sino también han contribuido a aliviar la pobreza y el hambre, han reducido la huella ecológica de la agricultura industrial, han ayudado a mitigar el cambio climático atenuando la emisión de gases de invernadero y, recientemente, han sido un vehículo para la producción eficiente de biocombustibles (James, 2007). El informe anual del Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas (ISAAA) sostiene que 11 de los 12 millones de agricultores que cultivan transgénicos son pobres del tercer mundo. Es difícil imaginar de qué manera esta expansión de la industria biotecnológica resuelve el problema del hambre o se adapta a las necesidades de los pequeños agricultores, cuando el 57% (58,6 millones de hectáreas) del área global sembrada con plantas transgénicas se dedica a la soya resistente a herbicidas (soya Roundup Ready), un monocultivo sembrado mayormente por agricultores de gran escala y muy tecnificados para exportación, tanto para alimentación animal, como para la creciente producción de biodiesel.

Este documento, que recopila ensayos sobre el estado del arte de los cultivos transgénicos en la mayoría de los países latinoamericanos, sostiene que tal como ocurre a nivel global, los cultivos transgénicos dominantes en la región son soya

resistente a Roundup, maíz Bt —aunque también resistente a herbicida o con ambas características—, algodón Bt y canola resistente a herbicidas. Además, hay otros cultivos que ocupan áreas menores o están en estado de experimentación o prueba de campo, como piña, banano, papaya, plátano, papa, arroz, alfalfa y otros. Solo en Chile se cultivan diecinueve especies diferentes de transgénicos con el objetivo de multiplicar las semillas. Los que promueven el desarrollo y la comercialización de estos cultivos son empresas multinacionales, como Monsanto, Syngenta, Bayer, Dupont y Dow AgroSciences, ya sea adquiriendo o aliándose con empresas nacionales y apoyados por centros de investigación. Por ejemplo, la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) y los Institutos Nacionales de Investigaciones Agropecuarias de diferentes países (INIA), e incluso institutos de biotecnología recientemente creados, universidades e instituciones como el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Centro de Agricultura Tropical (CIAT), el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), a los cuales las multinacionales proveen de fondos para conducir investigaciones bajo estrictos acuerdos que protegen los derechos intelectuales de propiedad de esas empresas.

La mayoría de los gobiernos promueve una política agrícola en torno a autorizar transgénicos bajo el argumento de mejorar la producción en el sector agropecuario. Casi todos los países han firmado el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad en la Biotecnología y han implementado algún tipo de normativa en bioseguridad o han creado comités (o comisiones) técnicos de bioseguridad. Estas instancias, compuestas generalmente por miembros del sector privado, gobierno y científicos sesgados a favor de la biotecnología, mantienen al margen a la sociedad civil (consumidores y organizaciones no gubernamentales) que se opone a esta tecnología por la falta de información relacionada con los riesgos a nivel local-nacional que los transgénicos representan en el ámbito ambiental y de salud pública. Tanto las comisiones como las limitadas e incompletas normativas no se adscriben al principio de la precaución; más bien, sirven para facilitar y no para regular en forma seria la introducción de tecnologías y procesos biotecnológicos. La investigación sobre impactos ecológicos y sobre la salud es prácticamente nula en la región.

Aunque en varios países todavía no se aprueba la autorización de estos productos —Panamá, El Salvador, Ecuador, República Dominicana, Venezuela, Bolivia, entre otros—, ya hay procesos en marcha a favor de la autorización gubernamental, muchas veces bajo la presión de multinacionales, en especial Monsanto. Existen también algunas zonas libres de transgénicos en la región, como Cartago, en Costa Rica, y un número limitado de pequeñas comunas o municipios en Argentina y Brasil que, sin embargo, carecen de mecanismos de fiscalización o de regulación. Por lo tanto, son áreas susceptibles al cultivo ilícito de transgénicos.

La conexión transgénicos-agrocombustibles

La fiebre por los agrocombustibles es estratégica en la expansión de una nueva ola de transgénicos para fabricar etanol y biodiesel en la región, priorizando cultivos como soya, maíz, caña de azúcar, palma africana, higuera (*Ricinus communis*), jatropha (*Jatropha curcas*) y otros. En Brasil, aproximadamente 750 000 hectáreas de soya Roundup Ready se utilizaron para producir biodiesel en 2007, y ya se anticipa la liberación de variedades modificadas de caña de azúcar con enzimas que incrementen el contenido de azúcar y el rendimiento industrial. Syngenta acaba de desarrollar un maíz transgénico (evento 3272) con la enzima *alfa amilasa*, que favorece el proceso de elaboración de etanol (James, 2007).

La industria, los gobiernos y los científicos que impulsan los agrocombustibles afirman que servirán como una alternativa al petróleo, al mitigar el cambio climático, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, aumentar los ingresos de los agricultores y promover el desarrollo rural. Sin embargo, rigurosas investigaciones y análisis realizados por respetados ecologistas y sociólogos, sugieren que los resultados del *boom* de la industria de agrocombustibles a gran escala será como los de la agricultura a base de transgénicos: desastrosos para los agricultores, el medioambiente, la preservación de la biodiversidad y la salud de los consumidores, particularmente los pobres (Pimentel, 2003; Bravo, 2006).

Varios países se posicionan para transformarse en potencias productoras y exportadoras de agrocombustibles. El sector agrícola argentino se ha planteado el objetivo de alcanzar 100 millones de toneladas de granos, lo que requerirá el incremento del área sembrada con soya, hasta alcanzar 17 millones de hectáreas. En Brasil, la soya biotecnológica ocupó un área de 22,5 millones de hectáreas en la campaña 2007-2008, lo que significa 11,4 millones de hectáreas más que el área sembrada entre 2006 y 2007. Esta expansión sojera se produce de manera drástica y afecta directamente los bosques y otros hábitats relevantes. En Paraguay, una porción de la selva paranaense está siendo deforestada (Jason, 2004). En el Chaco argentino, 118 000 hectáreas han sido desmontadas en cuatro años (1998-2002) para beneficiar la soya. En ese país han hecho otro tanto con 160 000 hectáreas en Salta y 223 000 hectáreas en Santiago del Estero, todo un récord. La «pampeanización», es decir, el proceso de importación del modelo industrial de la agricultura pampeana sobre otras ecorregiones «que no son pampa», como el Chaco, es el primer paso de un sendero expansivo que pone en riesgo la estabilidad social y ecológica de tan lábil región (Pengue, 2005a). En el noreste de la provincia de Salta, el 51% de la soya sembrada (157 000 hectáreas) en 2002-2003 correspondía a lo que en 1988-1989 eran todavía áreas naturales. En Brasil, el Cerrado y las sabanas están sucumbiendo a pasos agigantados, víctimas del arado (Donald, 2004; Altieri y Pengue, 2005a).

La expansión del complejo sojero está acompañada de un aumento importante en logística y transporte, junto con grandes proyectos de infraestructura que conllevan una cadena de eventos que destruyen los hábitats naturales de grandes áreas, además de la deforestación directamente causada por la expansión de tierras para el cultivo de soya. En Brasil, los beneficios de la soya justificaron la refacción, mejora o construcción de ocho hidrovías, tres líneas ferroviarias y una extensa red de carreteras que traen insumos agropecuarios y se llevan la producción agrícola. El proceso atrajo otras inversiones privadas para la forestación, minería, ganadería extensiva y otras prácticas con severos impactos sobre la biodiversidad, aún no contemplados por ningún estudio ambiental (Fearnside, 2001). En Argentina, el clúster agroindustrial de transformación de la soya en aceites y *pellets* se concentra en la zona de Rosafé sobre el río Paraná, el área más grande de transformación sojera a escala planetaria, con toda la infraestructura asociada y los impactos ambientales que ello implica.

Soya, expulsión de pequeños agricultores y pérdida de la seguridad alimentaria

Los promotores de la industria biotecnológica siempre citan la expansión del área sembrada con soya como una forma de medir el éxito de la adopción tecnológica por parte de los agricultores. Pero estos datos esconden el hecho de que la expansión sojera conlleva extremar la demanda de tierras y una concentración de estas en pocas manos. En Brasil, el modelo sojero desplaza a once trabajadores rurales por cada uno que encuentra empleo en el sector (Donald, 2004). En Argentina, la situación es bastante dramática, ya que mientras el área sembrada con soya se triplicó, prácticamente 60 000 establecimientos agropecuarios (24,6%) desaparecieron. En una década, el área productiva con soya se incrementó en un 126% a expensas de la tierra que se dedicaba a ganado de leche, maíz, trigo o a las producciones frutícolas u hortícolas (Pengue, 2005). Este tipo de procesos de desplazamiento implica, para Argentina, más importación de alimentos básicos, además de la pérdida de la soberanía alimentaria. Para los pequeños agricultores familiares o para los consumidores, esa clase de incrementos solo implica un aumento en los precios de los alimentos y más hambre (Jordan, 2001).

No hay duda de que el avance de la «frontera agrícola», ahora agudizado por la fiebre de los agrocombustibles, resulta un atentado contra la soberanía alimentaria de las naciones latinoamericanas, en tanto la tierra para producir alimentos está siendo destinada de manera creciente a alimentar los automóviles de los pueblos del Norte. La producción de agrocombustibles también afecta directamente a los consumidores debido al incremento en el costo de los alimentos. Esta seducción del mercado global de agrocombustibles lleva a los gobiernos a desarrollar planes nacionales que

transformarán de manera acelerada los sistemas agrícolas en una producción a gran escala de monocultivos energéticos, con variedades transgénicas dependientes de la utilización intensiva de herbicidas y fertilizantes químicos. Esto no solo desvía millones de hectáreas de cultivo que de otra forma podrían ser destinadas a la producción de alimentos, sino que incrementa el impacto ecológico de la agricultura industrial, cuyas dimensiones son desconocidas en América Latina (Altieri y Pengue, 2006).

Los agricultores pobres no tienen cabida en el nicho de mercado de las compañías privadas, cuyo enfoque productivista está dirigido a los sectores agrícola-comerciales de los países industrializados y desarrollados, donde tales corporaciones pueden esperar grandes retornos a su inversión en investigación. El sector privado ignora cultivos importantes como la yuca, los frijoles, la mayoría de los cultivos andinos y otros, que son alimento fundamental para millones de personas en la región. Los pocos agricultores empobrecidos que tendrán acceso a la biotecnología se harán dependientes de las compras anuales de semillas modificadas genéticamente. Estos agricultores tendrán que atenerse a los onerosos acuerdos de propiedad intelectual y a no sembrar las semillas obtenidas de la cosecha de las plantas producidas mediante bioingeniería. Tales condiciones constituyen una afrenta para los agricultores tradicionales, quienes por siglos han guardado y compartido semillas como parte de su legado cultural (Lapeña, 2007).

Impactos ecológicos de los cultivos transgénicos

Tal como en los Estados Unidos, los promotores de la biotecnología agrícola en América Latina aseguran que los cultivos producidos por ingeniería genética impulsarán la agricultura lejos de la dependencia en insumos químicos, aumentarán la productividad, disminuirán los costos de insumos y ayudarán a reducir los problemas ambientales (James, 2007). La agroecología cuestiona los mitos de la biotecnología y desenmascara a la ingeniería genética como lo que realmente es: una ciencia reduccionista que promueve una «varita mágica» destinada a solucionar los problemas ambientales de la agricultura —que son el resultado de una espiral tecnológica reduccionista previa— sin cuestionar las suposiciones defectuosas que ocasionaron los problemas la primera vez (Altieri, 2007).

La biotecnología promueve soluciones basadas en el uso de genes individuales para los problemas derivados de sistemas de monocultivo ecológicamente inestables y diseñados sobre modelos industriales ineficientes. Tal enfoque unilateral y reduccionista no es ecológicamente sólido, como se demostró en la era de los pesticidas, cuando se adoptó el paradigma «un químico, una plaga» que condujo a problemas de resistencia y resurgimiento de plagas, comparables a los que resultan del paradigma «un gen, una plaga» promovido por la biotecnología. La biotecnología moderna per-

cibe los problemas agrícolas como deficiencias genéticas de los organismos y trata a la naturaleza como una mercancía, sin concentrarse en las raíces que causan los problemas de plagas, sino en los síntomas, y haciendo a los agricultores más dependientes de herbicidas y semillas producidos por un sector de agronegocios que concentra cada vez más su poder sobre el sistema alimentario.

Un síntoma típico asociado a este enfoque reduccionista es la aparición de resistencia a pesticidas como parte de una espiral ecológica. En el caso de los transgénicos, la resistencia a herbicidas se convierte en un problema complejo, ya que los modos de acción de los herbicidas a los cuales son expuestas las malezas se reducen más y más. Esta es una tendencia que las sojas transgénicas refuerzan bajo las presiones del mercado que monopoliza el glifosato. De hecho, algunas especies de malezas pueden tolerar o «evitar» ciertos herbicidas, como sucede con poblaciones de *Amaranthus rudis*, que exhiben atraso en su germinación y así «escapan» a las aplicaciones planificadas de glifosato. También el mismo cultivo transgénico puede asumir el papel de maleza en el cultivo posterior. Por ejemplo, en Canadá, con las poblaciones espontáneas de canola resistente a tres herbicidas —glifosato, imidazolinonas y glufosinato—, se ha detectado un proceso de resistencia «múltiple», en el que los agricultores han tenido que recurrir nuevamente al uso de 2,4 D para controlarla (Altieri, 2007). En el nordeste de Argentina, varias especies de malezas ya no pueden ser controladas adecuadamente, por lo que los agricultores deben volver a usar otros herbicidas que habían dejado de lado por su mayor toxicidad, costo y manejo. En la pampa argentina, por su parte, ocho especies de malezas, entre ellas dos de Verbena y una de Ipomoea, ya presentan tolerancia al glifosato (Pengue, 2005a).

En América Latina, donde la investigación en este campo es casi nula, existen muchas preguntas ecológicas sin respuesta sobre el impacto de la liberación masiva de plantas transgénicas en el medioambiente y la evidencia disponible apoya la posición de que el impacto ambiental y sobre la salud humana puede ser sustancial. Entre los principales riesgos ambientales asociados con las plantas producidas por ingeniería genética está la transferencia involuntaria de «transgenes» a las especies silvestres relacionadas con efectos ecológicos impredecibles.

A pesar de las limitaciones impuestas por derechos intelectuales de propiedad que imponen las multinacionales al proceso de investigación, los pocos estudios independientes lanzan evidencias que demuestran que la liberación masiva de cultivos transgénicos no hace otra cosa que reforzar la espiral ecológica que se deriva de enfoques unilaterales de control de plagas y enfermedades (Altieri, 2007):

- a) Creación de supermalezas por la aplicación masiva y continua del mismo herbicida o por hibridación entre cultivos transgénicos y especies de malezas de la misma familia o género.

- b) Conversión de cultivos transgénicos en malezas al germinar en el año siguiente como especies voluntarias fuera de las hileras del cultivo.
- c) Evolución rápida de resistencia de insectos plaga a eventos Bt.
- d) Disrupción de control biológico de plagas por exposición de predadores y parásitos a la toxina Bt vía presas u hospederos.
- e) Efectos no anticipados sobre organismos no plagas, como lepidópteros o polinizadores, que sufren mortalidad al estar expuestos al polen de cultivos transgénicos.
- f) Acumulación de la toxina Bt en el suelo al permanecer activa adherida a ácidos húmicos o arcillas con impactos sobre poblaciones microbianas y de mesofauna edáfica, afectando potencialmente procesos como reciclaje de nutrientes.
- g) Contaminación de variedades locales de cultivos vía introgresión genética mediada por transferencia de polen de especies de transgénicos.
- h) Creación de nuevas especies de organismos patógenos vía transferencia o precombinación de genes mediada por vectores.

Cabe resaltar que los efectos ecológicos de los cultivos transgénicos no se limitan a la resistencia de plagas o a la creación de nuevas malezas o razas de virus. Los cultivos transgénicos Bt pueden producir toxinas ambientales que se movilizan a través de la cadena alimentaria, que pueden llegar hasta el suelo y el agua, afectar a los invertebrados y, probablemente, alterar procesos ecológicos como el ciclo de los nutrientes. Una preocupación creciente es la homogeneización a gran escala de los terrenos con cultivos transgénicos, lo cual exacerbará la vulnerabilidad ecológica asociada con la agricultura con base en monocultivos, en especial la vulnerabilidad al cambio climático. Sin embargo, el principal impacto de los transgénicos se asocia a los métodos de producción y a las tecnologías acompañantes, como los herbicidas.

Una de las grandes amenazas ecológicas es el uso masivo del glifosato, que solo en Argentina alcanzó 148 millones de litros en el año 2000. Monsanto afirma que este herbicida se degrada rápidamente en el suelo cuando se aplica de forma adecuada, que no se acumula en el agua subterránea, ni tiene efectos sobre otros organismos, ni deja residuos en los alimentos. Sin embargo, hay estudios que delatan al glifosato como tóxico para algunas especies que habitan en el suelo, incluyendo predadores como arañas, escarabajos carábidos y coccinélidos, para otras que se alimentan de detritos, como los gusanos de tierra, así como para organismos acuáticos, incluyendo peces (Paoletti y Pimentel, 1996). Se sabe que este herbicida persiste en frutas y tubérculos porque sufre relativamente poca degradación metabólica en las plantas. Por esto surgen preguntas sobre su inocuidad, particularmente en Argentina, donde el glifosato representa más del 37% de los herbicidas que usan los agricultores, y donde

se ha detectado en alimentos a niveles muy por encima (20 mg/kg) de los límites permitidos (0,1 mg/kg). De especial preocupación es el efecto de los coadyuvantes y surfactantes que acompañan al glifosato (como POEA) y han sido ligados a problemas respiratorios, daños gastrointestinales, lesiones dérmicas y úlceras oculares (Pengue, 2005b).

Más aún, las investigaciones demuestran que el glifosato tiende a actuar en una forma similar a la de los antibióticos, alterando en una forma todavía desconocida la biología del suelo y causando efectos como:

- Reducción de la habilidad de la soya y del trébol para fijar nitrógeno.
- Mayor vulnerabilidad de las plantas de frijol a la *anthracnosis*, de soya al *Fusarium*, y de trigo a *Gaeumannomyces graminis*.
- Reducción del crecimiento de las micorrizas que habitan en el suelo, hongos clave que ayudan a las plantas a absorber el fósforo (Altieri, 2007)

Aunque el Roundup Ready es para uso terrestre, muchas veces termina por derivar en sistemas acuáticos. Relyea (2005) encontró que la dosis de 1,3 mg de ingrediente activo por litro exhibió un efecto negativo sustancial sobre los renacuajos, reduciendo su sobrevivencia y biomasa en un 40%.

El rápido lanzamiento de los cultivos transgénicos es una reminiscencia perturbadora de los incidentes asociados con previas revoluciones agrícolas, como la aplicación masiva de pesticidas clorados, entre ellos el DDT. Una combinación de oposición pública y obligaciones financieras forzó la paralización de estas tecnologías luego de que sus efectos sobre el medioambiente y la salud humana demostraron que eran mucho más complejas, difusas y persistentes que las promesas que acompañaron su rápida comercialización (Améndola, 2002).

Contaminación y erosión genética

Existe gran preocupación sobre la posibilidad de que la introducción de variedades transgénicas puede replicar o agravar aún más los efectos de las variedades mejoradas en la diversidad genética de los cultivos criollos y de sus parientes silvestres en sus áreas de origen y diversificación y, por tanto, afectar el tejido cultural de las comunidades. América Latina es la región del mundo que tiene mayor diversidad agrícola. Por ello, la introducción de plantas transgénicas posee un gran riesgo, especialmente por la posibilidad de transferencia de estos genes modificados en las plantas silvestres y las variedades cultivables locales, lo que puede causar graves desequilibrios en los ecosistemas. Los riesgos de transferencia de genes de una variedad transgénica a una

especie o variedad emparentada, es mayor en los centros de origen y/o diversidad, ya que los genes insertados tienen más oportunidades de transferirse a plantas compatibles, aunque sean variedades y razas locales o especies silvestres, lo que pondría en juego los recursos genéticos aún existentes. Está demostrado que los cultivos de maíz, papa, tomate, yuca, frijol, algodón, girasol, colza y muchos otros, pueden hibridarse —intercambiar material genético— con plantas silvestres que crecen en sus centros de diversidad. La vía principal de escape de los nuevos genes a otras zonas y especies es a través del polen, que puede fertilizar plantas sexualmente compatibles en la zona.

El debate se recrudeció a raíz de la publicación en *Nature* de un controvertido artículo que dio a conocer la introgresión de ADN transgénico en maíces criollos cultivados en lugares remotos de la sierra en Oaxaca, México (Quist y Chapela, 2001). Estos resultados han sido nuevamente corroborados por Elena Álvarez-Buylla y su equipo de la Universidad Nacional Autónoma de México, quienes no solo encontraron maíces contaminados en las montañas de Oaxaca, sino también en Sinaloa, al norte del país, y en Milpa Alta, un distrito en la periferia de la ciudad de México. Si bien es altamente probable que la introducción de variedades transgénicas acelere aún más la pérdida de diversidad genética y del conocimiento y la cultura indígenas mediante mecanismos similares a los de la Revolución Verde, existen diferencias fundamentales en la magnitud del impacto y es importante señalarlas. La Revolución Verde aumentó el ritmo con el que las variedades modernas sustituyeron a las tradicionales, pero sin alterar necesariamente la integridad genética de los granos locales. La erosión genética implica una pérdida en las variedades locales, pero puede frenarse e incluso revertirse mediante iniciativas de conservación en sitios que preserven no solo los maíces criollos y sus parientes silvestres, sino también las relaciones agroecológicas y culturales derivadas de la evolución y el manejo de los cultivos en lugares específicos.

El problema de la introducción de variedades transgénicas en regiones de diversidad genética reside en que las características de los granos modificados genéticamente se extienden hacia las variedades locales que los pequeños productores suelen sembrar, y ello podría diluir la sustentabilidad natural de estas razas. Muchos defensores de la biotecnología moderna, sin embargo, consideran que el flujo génico indeseado a partir de las variedades transgénicas, no necesariamente pondría en riesgo la diversidad biológica del maíz —y con ello, los sistemas de conocimiento y prácticas agrícolas, así como los procesos ecológicos y evolutivos asociados—, ni tampoco entrañaría un riesgo mayor que el de la polinización cruzada a partir de granos convencionales no modificados genéticamente.

De hecho, muchos investigadores de la industria argumentan que es poco probable que el ADN del maíz modificado genéticamente tenga una ventaja evolutiva,

pero que si los transgenes realmente llegan a persistir en los agroecosistemas tradicionales, podrían incluso resultar ventajosos para los campesinos mexicanos y para la diversidad de los granos. No obstante, aquí es donde surge una interrogante crucial: ¿en verdad pueden las plantas modificadas genéticamente incrementar la producción de los cultivos y, al mismo tiempo, repeler plagas, resistir herbicidas y ganar en adaptabilidad frente a los factores de presión que los campesinos suelen enfrentar?

Consideraciones desde la termodinámica sugieren que no: las características relevantes para los campesinos indígenas —resistencia a las sequías, calidad adecuada como alimento o como forraje, capacidad de competencia, desempeño en policultivos, compatibilidad con las condiciones del trabajo familiar y mejor madurez, calidad del almacenamiento, sabor o propiedades culinarias— probablemente se verían sustituidas por cualidades transgénicas que podrían no ser importantes para los campesinos (Jordan, 2001). En este contexto, aumentarían los riesgos y los campesinos perderían la capacidad tanto de adaptarse a las condiciones cambiantes del medioambiente biofísico como de producir cultivos relativamente estables con un mínimo de insumos externos, al tiempo que atienden la seguridad alimentaria de las comunidades.

Estas amenazas se dan dentro de un proceso que en América Latina se encamina hacia una mayor privatización de los sistemas de semillas, que privilegia a quienes se encuentran más orientados al mercado y a las agroindustrias dedicadas a la producción en monocultivo. Esta tendencia puede concluir en el desplazamiento y eliminación de la pluralidad de sistemas de provisión de semillas alternativos alimentados por las comunidades campesinas locales.

El estrechamiento de los sistemas de semillas y de producción lleva implícita una mayor concentración del riesgo y un aumento de la vulnerabilidad que posiblemente algunos agricultores no están en condiciones de afrontar. Ello puede afectar el modo de vida del pequeño agricultor, perjudicando su autonomía y favoreciendo relaciones de dependencia de suministros externos. Por otra parte, la provisión continua de semillas a favor del monocultivo puede llevar a que las entidades públicas tengan la sensación errónea de, que existe suficiente provisión en el mercado y que los sistemas de semillas están evolucionando y responden adecuadamente a las necesidades de los agricultores, aspecto que no refleja lo que sucede en la realidad.

Marco institucional, acuerdos internacionales y el «principio de la precaución»

En el contexto de las negociaciones de la Convención de Diversidad Biológica, varios países de la región firmaron un convenio sobre bioseguridad que los obliga a adoptar el «principio de precaución» en el contexto del comercio de los organismos

modificados genéticamente (OMG). Este principio, que es la base para el acuerdo internacional sobre bioseguridad —Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología—, sostiene que cuando se sospecha que una tecnología nueva puede causar daño, la incertidumbre científica sobre su alcance y severidad no debe obstaculizar la toma de precauciones.

Esto otorga a los países el derecho a oponerse a la importación de productos transgénicos sobre los cuales existan sospechas mínimas de que representan un peligro para la salud o el medioambiente. El principio de la precaución establece que en lugar de que los críticos sean los que prueben los daños potenciales de la tecnología, sus creadores deberán presentar evidencia de su inocuidad. Hay una clara necesidad de realizar monitoreos y pruebas independientes para asegurar que los datos autogenerados presentados a las agencias reguladoras gubernamentales no están parcializados o inclinados hacia los intereses de la industria. Además, se debiera propiciar una moratoria mundial contra los OMG hasta que grupos de científicos independientes aclaren las interrogantes lanzadas sobre el impacto ecológico y en la salud de los cultivos transgénicos.

En la región existen varios niveles en relación con los marcos regulatorios de bioseguridad existentes. Hay países con una total ausencia de un marco normativo —Venezuela, Ecuador y la mayoría de los países centroamericanos—; otros con un marco limitado y un nivel mínimo de aplicación práctica, como Bolivia; y aquellos con un marco jurídico inicial pero que resulta incompleto para su aplicación práctica, como Perú y Colombia. En el caso de países megadiversos de Mesoamérica y los Andes, la falta de normas mínimas de evaluación, gestión y monitoreo del riesgo es, por supuesto, de extrema gravedad, y aún más grave, ya que en la mayoría no existe un sistema claro de infracciones y sanciones en materia de bioseguridad (Lapeña, 2007).

Muchos grupos ambientalistas y de consumidores que abogan por una agricultura más sostenible, demandan el apoyo continuo a la investigación agrícola con base ecológica, ya que existen soluciones agroecológicas a todos los problemas biológicos que la biotecnología moderna quiere resolver. El asunto es que la investigación en las instituciones públicas refleja cada vez más los intereses de grupos privados, y dejan de lado los beneficios de la investigación pública como el control biológico, los sistemas orgánicos y las técnicas agroecológicas en general. La sociedad civil debe exigir más investigación sobre alternativas a la biotecnología moderna desarrollada por universidades y otras organizaciones públicas. También es urgente rechazar el sistema de patentes y los derechos de propiedad intelectual intrínsecos de la Organización Mundial del Comercio (OMC), que no solo provee a las corporaciones multinacionales el derecho de apropiarse y patentar recursos genéticos, sino que también acentúa la velocidad con la que las fuerzas del mercado estimulan el monocultivo a partir de variedades transgénicas genéticamente uniformes.

Conclusiones

La expansión de los cultivos transgénicos en América Latina representa una reciente y poderosa amenaza sobre la biodiversidad, la integridad ecológica y la seguridad alimentaria. La soya transgénica, que ocupa no menos de 30 millones de hectáreas en la región, es incluso mucho más perjudicial que el maíz y el algodón Bt. Además de los efectos directos derivados de los métodos de producción, principalmente del copioso uso de herbicidas, este cultivo requiere proyectos de infraestructura y transporte masivo (hidrovías, autopistas, ferrovías y puertos) que impactan sobre los ecosistemas y facilitan la apertura de enormes extensiones de territorios a prácticas económicas degradantes. Entre las consecuencias fundamentales de tales prácticas están la deforestación, la degradación de suelos, la polución con severa concentración de tierras e ingresos y la expulsión de la población rural a la frontera agrícola o hacia áreas urbanas, lo que contribuye al incremento de la pobreza en las ciudades.

Entre los múltiples impactos de la expansión sojera se destaca la reducción de la seguridad alimentaria de los países productores, al destinarse a su cultivo la tierra que previamente se utilizaba para la producción de leche, granos o frutas. Mientras estos países continúen impulsando modelos neoliberales de desarrollo y respondan a las señales de los mercados externos —especialmente China con soya para pienso, los Estados Unidos y Europa con soya para biodiesel— y a la economía globalizada, el cultivo de la soya seguirá creciendo y, por supuesto, lo harán también sus impactos ecológicos y sociales asociados. Estos impactos se agudizarán dada la crisis energética y la fiebre por los agrocombustibles como alternativa al petróleo, impulsadas por poderosas alianzas globales entre las industrias del petróleo, granos, ingeniería genética y automotriz. Estas nuevas alianzas están decidiendo el futuro del paisaje agrícola mundial. El *boom* de los agrocombustibles consolidará el control de las multinacionales sobre los sistemas alimentarios y energéticos, y les permitirá determinar qué, cómo y cuánto se producirá, resultando en más pobreza rural, destrucción ambiental y hambre (Altieri y Bravo, 2008).

La industria de la biotecnología moderna está utilizando la actual fiebre de los agrocombustibles para lavar su imagen mediante el desarrollo y diseminación de semillas transgénicas para producir energía en lugar de alimentos. Ante la creciente desconfianza y el rechazo público que se viene manifestando por los cultivos y alimentos transgénicos, la biotecnología será usada por las corporaciones para maquillar su imagen, bajo el argumento de que desarrollará nuevas semillas modificadas genéticamente para producir biomasa o que contengan la enzima *alfa-amilasa* que facilita el proceso de producción de etanol de maíz y caña de azúcar. Es también preocupante que las universidades públicas y los sistemas de investigación sean presas fáciles de la seducción de los grandes capitales y la influencia del poder político y corporativo. El protagonismo de los capitales privados en definir las agendas de investigación y

la composición de la academia —que desgasta la misión pública de las universidades en beneficio de los intereses privados— es un atentado a la libertad académica y al gobierno autónomo universitario. Este control corporativo no solo impide que las universidades se involucren en una investigación imparcial, también imposibilita que el capital intelectual pueda explorar verdaderas alternativas sustentables a la crisis energética y el cambio climático. Las universidades y los organismos públicos de investigación debieran gozar de la libertad de poder profundizar en la investigación dirigida a responder una serie de preguntas (Lapeña, 2007) que se derivan del uso indiscriminado de la biotecnología y los agrocombustibles:

- a) ¿A quién beneficia la tecnología y cómo se distribuyen dichos beneficios entre los agricultores de un determinado país, dada la heterogeneidad en cuanto al acceso a capital, recursos naturales, mercados, crédito y extensión agrícola?
- b) ¿A qué necesidades responde? ¿Locales o globales? ¿Quién somete las innovaciones biotecnológicas a un análisis previo y probatorio de evaluación de necesidades, y quién las compara con las alternativas existentes para cubrir dichas necesidades?
- c) ¿Cuáles son las repercusiones en los mercados locales dado que la adopción de la biotecnología moderna puede resultar en cambios en los mercados y en las políticas de precios que afecten a los pequeños agricultores?
- d) ¿Cómo afecta el acceso a los mercados internacionales, ya que la adopción de un cultivo transgénico puede conllevar la pérdida de opciones de mercado a nivel global? ¿Quién compensa a los agricultores ecológicos dada la dificultad en mantener una coexistencia diferenciada de los cultivos modificados genéticamente con otro tipo de cultivos no modificados, y que sus mezclas puede implicar la pérdida de mercados de aquellos países cuyos consumidores rechazan los productos con presencia transgénica?
- e) ¿Cómo coexisten los derechos de protección de propiedad intelectual con las normas de acceso a los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales? ¿Cómo se evalúa el efecto de la imposición de derechos de propiedad intelectual que acompañan estas innovaciones biotecnológicas sobre los agricultores, en especial cuando estos se vean forzados a firmar contratos de acceso onerosos para poder utilizar la semilla mejorada/modificada, renunciando a su capacidad de guardar y replantar semillas para futuras cosechas?
- f) ¿Cuáles son las capacidades en bioseguridad? ¿Cuáles son las limitaciones en el desarrollo de los mecanismos de bioseguridad, que hacen que estos no respondan adecuadamente a los requerimientos de la sociedad civil y de los mercados?

- g) ¿Qué valores culturales pueden verse afectados por la introducción de un cultivo modificado genéticamente?
- h) ¿Cuáles son los efectos ecológicos de los cultivos transgénicos y sus impactos sobre la salud humana? ¿No es ya muy tarde para esta evaluación dado que el monitoreo de impactos se debió hacer antes de la autorización masiva de estos cultivos?

Solo alianzas estratégicas y la acción coordinada de los movimientos sociales, organizaciones campesinas, movimientos ambientalistas y de trabajadores rurales, organizaciones no gubernamentales, asociaciones de consumidores, miembros comprometidos del sector académico, etc., pueden ejercer una presión sobre los gobiernos y las empresas multinacionales para asegurar que estas tendencias sean detenidas. Y más importante aún: necesitamos trabajar en alianzas para asegurarnos de que todos los países adquieran el derecho a conseguir su soberanía alimentaria por vía de sistemas basados en la agroecología y que cierren los ciclos locales de producción y consumo. Será necesario implementar una reforma agraria integral que asegure a los campesinos el acceso al agua, las semillas y otros recursos productivos, así como emprender políticas agrarias y alimentarias nacionales que respondan a las necesidades de los campesinos y los consumidores, en especial de los pobres.

Bibliografía

- ALTIERI, MIGUEL A: *Genetic Engineering in Agriculture: the Myths, Environmental Risks and Alternatives*, Food First Books, Oakland, 2004.
- _____ y W. PENGUE: «GM Soybean: Latin America's New Colonizer», *Seedling*, enero de 2006.
- _____ : «Transgenic Crops, Agrobiodiversity an Agroecosystem Function», en I.E.P. TAYLOR (ed.): *Genetically Engineered Crops*, Haworth Press, Nueva York, 2007, pp. 37-56.
- _____ y E. BRAVO: «La tragedia social y ecológica de la producción de biocombustibles en las Américas», 2008. En <http://alainet.org/active/24922>.
- AMÉNDOLA, C.: *Los transgénicos en la agricultura y la alimentación*, Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica, Montevideo, 2002.
- BRAVO, E.: *Biocombustibles, cultivos energéticos y soberanía alimentaria: encendiendo el debate sobre biocombustibles*, Acción Ecológica, Quito, 2006.
- DONALD, P.F.: «Biodiversity Impacts of Some Agricultural Commodity Production systems», *Conservation Biology*, No. 18, 2004, pp. 17-37.
- FEARNSIDE, P.M.: «Soybean Cultivation as a Threat to the Environment in Brazil». *Environmental Conservation*, No. 28, 2001, pp. 23-28.

- JAMES, C.: «Global Review of Commercialised Transgenic Crops: 2007», *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Application Briefs*, No. 37, Ithaca, Nueva York, 2007.
- JASON, C.: *World Agriculture and the Environment*, Island Press, Washington D.C., 2004.
- JORDAN, J.F.: «Genetic Engineering, the Farm Crisis and World Hunger», *BioScience*, No. 52, 2001, pp. 523-529.
- LAPEÑA, I.: *Semillas transgénicas en centros de origen y diversidad*, Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, Lima, 2007.
- PAOLETTI, M y D. PIMENTEL: «Genetic Engineering in Agriculture and the Environment: Assessing Risks and Benefits», *BioScience*, No. 46, 1996, pp. 665-671.
- PENGUE, W.: «Transgenic Crops in Argentina: the Ecological and Social Debt», *Bulletin of Science, Technology and Society*, No. 25, 2005[a], pp. 314-322.
- _____: *Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. ¿La transgénesis de un continente?*, PNUMA, Serie Textos Básicos de Formación Ambiental 9, México D.F., 2005[b].
- PIMENTEL, D.: «Ethanol Fuels: Energy Balance, Economics and Environmental Impacts Are Negative», *Natural Resources Research*, No. 12, pp. 127-134.
- _____, y T.W. PATZEK: «Ethanol Production Using Corn, Switchgrass, and Wood; Biodiesel Production Using Soybean and Sunflower», *Natural Resources Research*, No. 14, 2005, pp. 65-76.
- QUIST, D. e I. CHAPELA: «Transgenic DNA Introgressed into Traditional Maize Landraces in Oaxaca, Mexico», *Nature*, No.414, 2001, pp. 541-543.
- RELYEA, R.A.: «The Impact of Insecticides and Herbicides on the Biodiversity and Productivity of Aquatic Communities», *Ecological Applications*, No. 15, 2005, pp. 618-627.