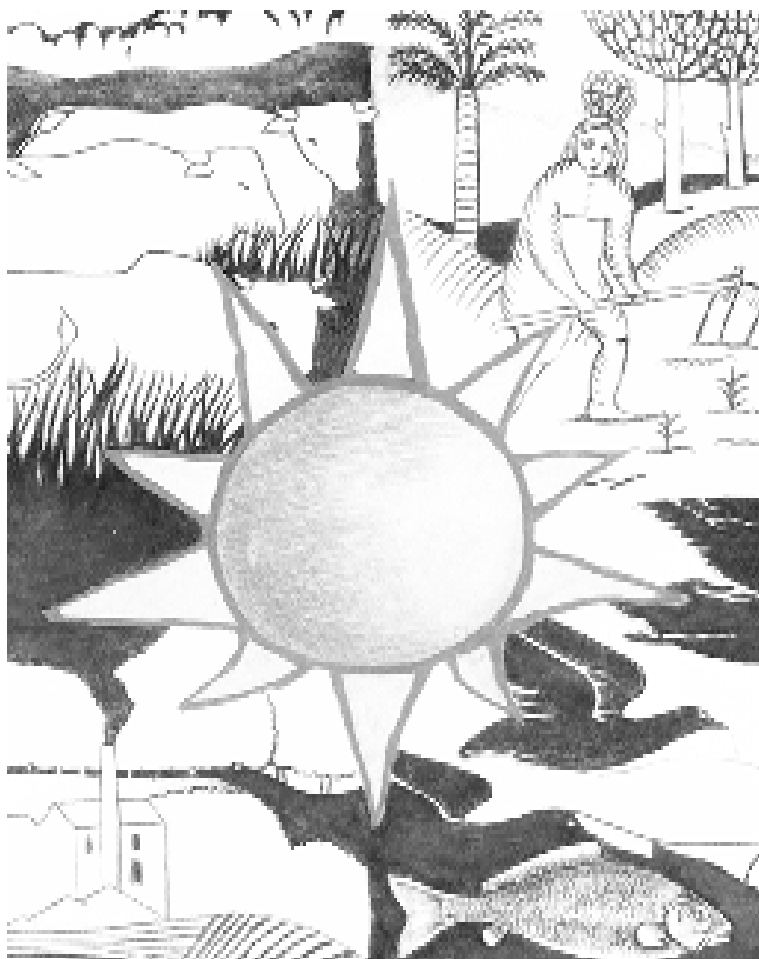


**LA SOJA TRANSGENICA EN AMÉRICA LATINA:
IMPLICANCIAS SOBRE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA
Y LA INTEGRIDAD ECOLOGICA**

Transgenic soybean in Latin America:
Implications on food security and ecological integrity

Miguel A. Altieri¹ y Walter A. Pengue²



¹University of California, Berkeley, ²Universidad de Buenos Aires, Argentina.
Correo electrónico:

RESUMEN

El artículo analiza los impactos ambientales y sociales de la expansión de la soya transgénica, principalmente en Argentina y Brasil. Además de los efectos directos de la soya Roundup Ready y el herbicida glifosato sobre la biología del suelo, la creación de malezas resistentes y otros impactos ecológicos, se presenta información sobre cómo los grandes monocultivos de soya transgénica avanzan a expensas de bosques naturales y/osecundarios y áreas dedicadas a cultivos básicos, minan la fertilidad del suelo y desplazan a agricultores, con consecuentes impactos sobre la biodiversidad, la seguridad alimentaria y la tenencia de tierras.

Palabras claves: America Latina, soya transgenica, biodiversidad, contaminacion genetica, efectos ecologicos.

ABSTRACT

This paper analyzes the environmental and social impacts associated with the expansion of transgenic soybean mainly in Brazil and Argentina. In addition to the direct effects of round-up ready soybean and glyphosate on soil biology, the emergence of resistant weeds and other ecological impacts, we provide data on how the large monocultures of transgenic soybean advance at the expense of natural vegetation and food crops, deplete soil fertility and displace farmers, with grave consequences on biodiversity, food security and land tenure in affected areas.

Key words: Latin America, transgenic soybean, biodiversity, genetic pollution, ecological effects.

INTRODUCCIÓN

Por noveno año consecutivo, la industria biotecnológica y sus aliados festejan una continua expansión de los cultivos transgénicos, que llegó a una tasa de dos dígitos del 20 %, superando incluso la del 2003 del 15 %. El área global estimada de cultivos liberados comercialmente en 2004 fue de 81 millones de hectáreas, lo que se considera un triunfo ya que alcanzaron a 22 países y donde lo que destacan es que los cultivos transgénicos lograron satisfacer las expectativas de millones de grandes y pequeños agricultores tanto en países industrializados como en aquellos en vías de desarrollo. También resaltan que los cultivos transgénicos han traído beneficios a los consumidores y a la sociedad en su conjunto, al brindar comidas mejor elaboradas, alimento y fibras que requieren menos agroquímicos y por tanto un ambiente más sustentable (James 2004).

Es difícil imaginar de qué manera esta expansión de la industria biotecnológica está contribuyendo a resolver las necesidades de los pequeños agricultores o los consumidores, cuando el 60 % del área global con plantas transgénicas (48,4 millones de hectáreas) está dedicada a la soja resistente a herbicidas (sojas Roundup Ready), un cultivo sembrado mayormente por agricultores de gran escala para exportación (y no de consumo local) y que por otro lado, es utilizado en los países importadores para alimentación animal y producción carnica que se consume principalmente por los sectores más pudientes y mejor alimentados de estos países.

En América Latina, los países productores de soja (transgénica y convencional) incluyen a Argentina, Brasil, Bolivia, Paraguay y Uruguay. Esta expansión de la soja está motorizada por los buenos precios internacionales, el apoyo de los gobiernos y el sector agroindustrial y la demanda de las

naciones importadoras, especialmente China, convertida hoy en día en el mayor importador de la soja y sus derivados, un mercado que impulsa la rápida proliferación de la producción de esta oleaginosa.

La expansión del complejo sojero está acompañada por un aumento importante de la logística y el transporte junto con grandes proyectos de infraestructura que conllevan a 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 soja. En Brasil, los beneficios de la soja 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 (Fearnside 2001). El proceso atrajo a otras inversiones privadas para la forestación, minería, ganadería extensiva y otras prácticas con severos impactos sobre la biodiversidad, aun no contemplados por ningún estudio de impacto ambiental (Fearnside 2001). En la Argentina, el cluster agroindustrial de transformación de la soja 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.

Para los años inmediatos, el sector agrícola argentino se ha planteado el objetivo de alcanzar los 100 millones de toneladas de granos, lo que requerirá del incremento del área sembrada con soja hasta los 17 millones de hectáreas.

Expansión sojera y deforestación

El área de tierra dedicada a la producción sojera ha crecido a una tasa anual del 3,2 %, la soja ocupa actualmente una superficie mas

grande que todo otro cultivo en Brasil, con el 21% del total de la tierra cultivada. Desde 1995 el área sembrada aumentó en 2,3 millones de hectáreas, a un promedio de 320.000 hectáreas por año. Desde 1961, el incremento en superficie creció 57 veces y el volumen producido lo hizo 138 veces. La soja paraguaya, se sembró sobre más del 25 % de toda la tierra agrícola y en la Argentina el promedio sembrado alcanzó en 2005 los quince millones de hectáreas con una producción de 38,3 millones de toneladas. Esta expansión se produce de manera drástica afectando directamente a los bosques y otros hábitats relevantes. En Paraguay, una porción de la selva paranaense, está siendo deforestada (Jasón 2004). En Argentina, 118.000 hectáreas han sido desmontadas en cuatro años (1998-2002) para la producción de soja en el Chaco, 160.000 en Salta y un récord de 223.000 en Santiago del Estero. La “pampeanización”, el proceso de importación del modelo industrial de la agricultura pampeana sobre otras ecoregiones “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 esta ecoregión tan lábil (Pengue 2005 b). En el noreste de la provincia de Salta en 2002/2003, el 51 % de la soja sembrada (157.000 hectáreas) correspondía a lo que en 1988/1989 eran todavía áreas naturales (Paruelo et al. 2005). En Brasil, los Cerrados y las sabanas están sucumbiendo víctimas del arado a pasos agigantados.

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

Los promotores de la industria biotecnológica siempre citan a la expansión del área sembrada con soja como una forma de medir el éxito de la adopción tecnológica por parte de los agricultores. Pero estos datos esconden el

hecho que la expansión sojera conlleva a extremar la demanda por tierras y a una concentración de los beneficios en pocas manos. En Brasil, el modelo sojero desplaza a once trabajadores rurales por cada uno que encuentra empleo en el sector. El dato no es novedoso, ya que desde los setenta, 2,5 millones de personas fueron desplazadas por la producción sojera en el estado de Paraná y 300.000 en Río Grande do Sul. Muchos de estos sin tierra, se movieron hacia el Amazonas donde deforestaron selvas tropicales presionados por fuerzas estructurales y el entorno. Por otro lado, en los Cerrados, donde la soja transgénica está expandiéndose, el índice de desplazamiento es más bajo porque el área no estaba ampliamente poblada previamente (Donald 2004).

En Argentina, la situación es bastante dramática ya que mientras el área sembrada con soja se triplicó, prácticamente 60.000 establecimientos agropecuarios fueron desapareciendo solo en Las Pampas. En 1988, había en toda la Argentina, un total de 422.000 establecimientos que se redujeron a 318.000 en 2002 (un 24,5 %). En una década el área productiva con soja se incrementó un 126 % a expensas de la tierra que se dedicaba a lechería, maíz, trigo o a las producciones frutícola u hortícola. Durante la campaña 2003/2004, 13,7 millones de hectáreas fueron sembradas a expensas de 2,9 millones de hectáreas de maíz y 2,15 millones de hectáreas de girasol (Pengue 2005).

A pesar de que la industria biotecnológica resalta los importantes incrementos del área cultivada con soja y la duplicación de los rendimientos por hectárea, como un éxito económico y agronómico, para el país esa clase de aumentos implica 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 sólo

implica un aumento en los precios de los alimentos y más hambre (Jordan 2001).

La expansión de la soja en América Latina está también relacionada a la biopiratería y el poder de las multinacionales. La manera en que en el período 2002-2004, se sembraron millones de hectáreas de soja transgénica en Brasil (mientras existía una moratoria en contrario) hace que nos preguntemos como las corporaciones se manejaron en esas instancias de prohibición para sin embargo alcanzar tal expansión de sus productos en las naciones en vía de desarrollo. En los primeros años de la liberación comercial de la soja transgénica en Argentina, la compañía Monsanto no cobraba por el fee tecnológico a los agricultores para utilizar la tecnología transgénica en sus semillas. Hoy en día, que la soja transgénica y el glifosato se han instalado como insumos estratégicos para el país, los agricultores quedaron atrapados, ya que la multinacional está presionando al gobierno, haciendo reclamos por el pago de sus derechos de propiedad intelectual. Esto, a pesar del hecho que Argentina es signataria del convenio UPOV 78, que permite a los agricultores guardar semilla para uso propio en la campaña agrícola siguiente. Por otro lado, los agricultores paraguayos negociaron un acuerdo con Monsanto por el que pagaran a la multinacional, US\$ 2 por tonelada. La tendencia en el control de las semillas que utilizan los agricultores está creciendo, a pesar que las compañías prometían a principios de los noventa, no cobrar cargos por patentes a los agricultores, momento en que el cultivo transgénico se estaba expandiendo.

El cultivo de soja y la degradación de los suelos

El cultivo de soja tiende a erosionar los suelos, especialmente en aquellas situaciones donde

no es parte de rotaciones largas. La pérdida de suelos alcanza las 16 toneladas/ha en el medio oeste de los EE.UU., una tasa que podría llegar a entre 19 a 30 ton./ha en Brasil o la Argentina, en función del manejo, la pendiente del suelo o el clima. La siembra directa puede reducir la pérdida de suelos, pero con la llegada de las sojas resistentes a los herbicidas, muchos agricultores se han expandido hacia zonas marginales altamente erosionables o son sembradas en forma recurrente año tras año, fomentando el monocultivo. Los agricultores creen erróneamente que con la siembra directa no habría erosión, pero los resultados de la investigación demuestran que a pesar del incremento de la cobertura del suelo, la erosión y los cambios negativos que afectan a la estructura de los suelos, pueden no obstante resultar sustanciales en tierras altamente erosionables si la cobertura del suelo por rastrojo es reducida. El rastrojo dejado por la soja es relativamente escaso y no puede cubrir correctamente el suelo si no existe una adecuada rotación entre cereales y oleaginosas.

La monocultura sojera en gran escala ha inutilizado los suelos amazónicos. En lugares con suelos pobres, después de sólo dos años de agricultura, se necesitan aplicar intensamente fertilizantes y piedra caliza. En Bolivia, la producción sojera se expande hacia el este, haciendo que ya muchas de esas áreas de producción esten compactadas o exhiban severos problemas de degradación de suelos. 100.000 hectáreas de suelos exhaustos por la soja fueron dejadas al ganado, que también bajo esta circunstancia es altamente degradante. A medida que abandonan los suelos, los agricultores buscan nuevas regiones donde otra vez volverán a plantar soja, repitiendo así el círculo vicioso de la degradación.

En Argentina, la intensificación de la producción sojera, ha llevado a una importante caída en el contenido de nutrientes del suelo.

La producción continua de soja ha facilitado la extracción, sólo en el año 2003, de casi un millón de toneladas de nitrógeno y alrededor de 227.000 de fósforo. Sólo para reponer, en su equivalente de fertilizante comercial a estos dos nutrientes, se necesitarían unos 910 millones de dólares (Pengue 2005). Los incrementos de N y P en varias regiones ribereñas se encuentran ciertamente ligados a la creciente producción sojera en el marco de las cuencas de varios importantes ríos sudamericanos.

Un factor técnico importante en la expansión de la producción sojera brasileña se debió al desarrollo de combinaciones soja bacteria con conocidas características simbióticas que le permitían la producción sin fertilizantes. Esta ventaja productiva de la soja brasileña puede rápidamente desaparecer a la luz de los reportes sobre los efectos directos del herbicida glifosato sobre la fijación bacteriana del nitrógeno (*Rhizobium*), que potencialmente obligaría a la soja a depender de la fertilización nitrogenada mineral. Asimismo, la práctica actual de convertir los pastizales hacia soja resulta en una reducción económica de la importancia del *Rhizobium*, haciendo nuevamente que se deba recurrir al nitrógeno sintético.

Monocultura sojera y vulnerabilidad ecológica

La investigación ecológica sugiere que la reducción de la diversidad paisajística devenida por la expansión de las monoculturas a expensas de la vegetación natural, ha conducido a alteraciones en el balance de insectos plagas y enfermedades. En estos paisajes, pobres en especies y genéticamente homogéneos, los insectos y patógenos encuentran las condiciones ideales para crecer sin controles naturales (Altieri & Nicholls

2004). El resultado es un aumento en el uso de agroquímicos, los que por supuesto luego de un tiempo ya dejan de ser efectivos, debido a la aparición de resistencia o trastornos ecológicos típicos de la aplicación de pesticidas. Además, los agroquímicos conducen a mayores problemas de contaminación de suelos y polución de aguas, eliminación de la biodiversidad y envenenamiento humano.

En la Amazonia brasileña, las condiciones de alta humedad y temperaturas cálidas inducen al desarrollo de poblaciones y ataques fúngicos, con el consiguiente incremento en el consumo de fungicidas. En las regiones brasileñas dedicadas a la producción sojera se incrementaron los casos de cancrrosis (*Diaporthe phaseolorum*) y del síndrome de la muerte súbita (*Fusarium solani*). La roya asiática de la soja (*Phakopsora pachyrhizi*) es una nueva enfermedad cuyos efectos se incrementan en Sud América, motorizados por las condiciones ambientales favorables (e.g., humedad) sumados a la uniformidad genética de cultivos en monocultura. Nuevamente la roya comanda el incremento en las aplicaciones de fungicidas. Desde 1992, más de dos millones de hectáreas fueron afectadas por el nematodo del quiste de la soja (*Heterodera glycines*). Muchas de estas enfermedades pueden ligarse a la uniformidad genética y al aumento de la vulnerabilidad por la monocultura sojera, pero también a los efectos directos del herbicida glifosato sobre la ecología del suelo, a través de la depresión de las poblaciones micorríticas y la eliminación de antagonistas que mantienen a muchos patógenos del suelo bajo control (Altieri 2004).

El 25 % del total de agroquímicos consumidos en Brasil se aplican a la soja, la que recibió en 2002 alrededor de 50.000 toneladas de pesticidas. Mientras el área sojera se expande rápidamente, también lo hacen los

agroquímicos, cuyo consumo crece a una tasa del 22 % anual. Mientras los promotores de la biotecnología argumentan que con una sola aplicación del herbicida es suficiente durante la temporada del cultivo. Por otro lado comienzan a presentarse estudios que demuestran que con las sojas transgénicas, se incrementan tanto el volumen como la cantidad de aplicaciones de glifosato. En EE.UU. el consumo de glifosato pasó de 6,3 millones de libras en 1995 a 41,8 millones en el año 2000 (1 libra equivale a 0,4536 Kg.), siendo actualmente aplicado sobre el 62 % de las tierras destinadas a la producción de soja. En la campaña 2004/5 en Argentina, las aplicaciones con glifosato alcanzaron los 160 millones de litros de producto comercial. Se espera un incremento aún mayor en el uso de este herbicida, a medida que las malezas comiencen a tornarse tolerantes al glifosato.

Los rendimientos de la soja transgénica en la región promedian los 2,3 a 2,6 ton/ha, alrededor de un 6 % menos que algunas variedades convencionales, rendimiento sustancialmente mas bajo en condiciones de sequía. Debido a los efectos pleiotrópicos (ej., quebraduras de tallos bajo stress hídrico), las sojas transgénicas sufren pérdidas de un 25 % superior con respecto a sus pares convencionales. En Río Grande do Sul, durante la sequía del 2004/5 se perdió el 72 % de la producción de soja transgénica, estimándose una caída del 95 % en las exportaciones, con consecuencias económicas severas. Aproximadamente un tercio de los agricultores quedaron endeudados y no pueden hacer frente a sus obligaciones con el gobierno y las empresas.

Otras consideraciones ecológicas

Con la creación de cultivos transgénicos tolerantes a sus propios herbicidas, las

compañías biotecnológicas pueden expandir sus mercados para sus propios agroquímicos patentados. En 1995, los analistas daban un valor de mercado para los cultivos tolerantes a herbicidas de 75 millones de dólares que ascendieron a 805 millones en el año 2000 (un 610 % de aumento).

Globalmente, en 2002 las sojas resistentes al glifosato ocupaban 36.500.000 hectáreas, convirtiéndose en el cultivo transgénico número uno en términos de área sembrada (James 2004). El glifosato es más barato que los otros herbicidas, y a pesar de la reducción general en la utilización de estos, los resultados obtenidos indican que las compañías venden más herbicidas (especialmente glifosato) que antes. La utilización recurrente de herbicidas (glifosato, llamado Roundup Ready, como marca comercial de Monsanto) sobre los cultivos tolerantes al mismo, pueden acarrear serios problemas ecológicos.

Se encuentra bien documentado el hecho que un único herbicida aplicado repetidamente sobre un mismo cultivo, puede incrementar fuertemente las posibilidades de aparición de malezas resistentes. Se han reportado alrededor de 216 casos de resistencia en varias malezas a una o mas familias químicas de herbicidas (Rissler & Mellon 1996).

A medida que aumenta la presión de la agroindustria para incrementar las ventas de herbicidas y se incrementa el área tratada con herbicidas de amplio espectro, los problemas de resistencia se exacerban. Mientras el área tratada con glifosato se expande, el incremento en la utilización de este herbicida puede resultar, aún lentamente, en la aparición de malezas resistentes. La situación ya ha sido documentada en poblaciones australianas de rye grass anual (*Lolium multiflorum*), Agropiro (*Agropyrum repens*), lotus de hoja ancha o trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*), *Cirsium arvense* y *Eleusine indica* (Altieri 2004). En Las Pampas de Argentina, ocho

especies de malezas, entre ellas 2 especies de Verbena y una de Ipomoea, ya presentan tolerancia al glifosato (Pengue 2005).

La resistencia a los herbicidas se convierte en un problema complejo, cuando el número de modos de acción herbicida a las cuales son expuestas las malezas se reducen más y más, una tendencia que las sojas transgénicas refuerzan en el marco de las presiones del mercado. De hecho, algunas especies de malezas pueden tolerar o “evitar” a ciertos herbicidas, como sucedió por ejemplo en Iowa donde las poblaciones de *Amaranthus rudis* presentaron atraso en su germinación y “escaparon” a las aplicaciones planificadas del glifosato. También el mismo cultivo transgénico puede asumir el rol de maleza en el cultivo posterior. Por ejemplo, en Canadá, con las poblaciones espontáneas de canola resistentes a tres herbicidas (glifosato, imidazolinonas y glufosinato) se ha detectado un proceso de resistencia “múltiple”, donde ahora los agricultores han tenido que recurrir nuevamente al 2,4 D para controlarla. En el nordeste de Argentina, las malezas no pueden ser ya controladas adecuadamente, por lo que los agricultores recurren nuevamente a otros herbicidas, que habían dejado de lado por su mayor toxicidad, costo y manejo.

Las compañías biotecnológicas argumentan que cuando los herbicidas son aplicados correctamente no producen efectos negativos ni sobre el hombre ni sobre el ambiente. Los cultivos transgénicos a gran escala, favorecen aplicaciones aéreas de herbicidas y muchos de sus residuos acumulados afectan a microorganismos como los hongos micorrízicos o la fauna del suelo. Pero las compañías sostienen que el glifosato se degrada rápidamente en el suelo y no se acumula en los alimentos, agua o el propio suelo. El glifosato ha sido reportado como tóxico para algunos organismos del suelo, sea controladores benéficos como arañas, ácaros,

carábidos y coccinélidos o detritívoros como las lombrices y algunas especies de la microfauna. Existen reportes que el glifosato también afecta a algunos seres acuáticos como los peces y que incluso actúa como disruptor endocrinológico en anfibios. El glifosato es un herbicida sistémico (se desplaza por el floema) y es conducido a todas las partes de la planta, incluidas aquellas que son cosechables. Esto es preocupante ya que se desconoce exactamente cuánto glifosato se presenta en los granos de maíz o soja transgénico, ya que los tests convencionales no lo incluyen en sus análisis de residuos de agroquímicos. El hecho es, que es sabido que este y otros herbicidas se acumulan en frutos y otros órganos dado que sufren escasa metabolización en la planta, lo que genera la pertinente pregunta acerca de la inocuidad de alimentos tratados, especialmente ahora que más de 37 millones de libras del herbicida son utilizadas solamente en los EE.UU. (Risler & Mellon 1996). Aún en el caso de ausencia de efectos inmediatos, puede tomar hasta cuarenta años a un carcinógeno potencial actuar en una suficiente cantidad de personas para ser detectado como un causal..

Por otro lado, las investigaciones han demostrado que el glifosato parece actuar, de manera similar a los antibióticos en la alteración de la biología del suelo por un camino desconocido y produciendo efectos como:

- Reducción de la habilidad de la soja o el trébol para la fijación de nitrógeno.
- Tornando a plantas de poroto (frijol) a un estado más vulnerable a las enfermedades.
- Reduciendo el desarrollo de hongos micorrízicos, que son una puerta de acceso a la extracción de fósforo del suelo.

En evaluaciones de los efectos de cultivos resistentes a herbicidas recientemente

realizados en el Reino Unido, los investigadores demostraron que la reducción de biomasa en malezas, floración y semillas, dentro y alrededor de campos de remolacha y canola resistentes a herbicidas implicó cambios en la disponibilidad de recursos alimenticios para insectos, con efectos secundarios que resultaron en la reducción sustancial de varias especies de chinches, lepidópteros y coleópteros. Los datos dan cuenta también de una reducción de los coleópteros predadores que se alimentan de semillas de malezas en campos transgénicos. La abundancia de invertebrados que son fuente alimenticia de mamíferos, aves u otros invertebrados se demostró más baja en campos de remolacha o canola transgénica.

La ausencia de malezas en floración en campos transgénicos puede traer serias consecuencias sobre los insectos benéficos (predadores de plagas y parasitoides) los que requieren polen y néctar para sobrevivir en el agroecosistema. La reducción de los enemigos naturales conduce inevitablemente a agravar los problemas de plagas insectiles.

Conclusiones

La expansión de la soja en América Latina representa una reciente y poderosa amenaza sobre la biodiversidad del Brasil, Argentina, Paraguay, Bolivia y Uruguay.

La soja transgénica es ambientalmente mucho más perjudicial que otros cultivos porque además de los efectos directos derivados de los métodos de producción, principalmente del copioso uso de herbicidas y la contaminación genética, requieren 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 y actividades extractivistas.

La producción de sojas resistentes a los herbicidas conlleva también a problemas ambientales como la deforestación, la degradación de suelos, contaminación con severa concentración de tierras e ingresos, expulsión de la población rural a la frontera amazónica por ejemplo o áreas urbanas, fomentando la concentración de los pobres en las ciudades.

La expansión sojera distrae también fondos públicos que podrían haber sido destinados a la educación, la salud o la investigación de métodos agroecológicos alternativos de producción. Entre los múltiples impactos de la expansión sojera, se destaca la reducción de la seguridad alimentaria de los países objetivo, al destinarse la tierra que previamente se utilizaba para la producción lechera, granos o fruticultura y que ahora se dedica a la soja de exportación.

Mientras estos países continúen impulsando modelos neoliberales de desarrollo y respondan a las señales de los mercados externos (especialmente China) y a la economía globalizada, la rápida proliferación de la soja seguirá creciendo y por supuesto, lo harán también sus impactos ecológicos y sociales asociados.

LITERATURA CITADA

- ALTIERI MA (2004) Genetic engineering in agriculture: the myths, environmental risks and alternatives. Food First Books, Oakland.
- ALTIERI MA & CI NICHOLLS (2004) Biodiversity and pest management in agroecosystems. Haworth Press, New York.
- DONALD PF (2004) Biodiversity impacts of some agricultural commodity production systems. *Conservation Biology* 18:17-37.
- FEARNSIDE PM (2001) Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environmental Conservation* 28: 23-28.
- JAMES C (2004) Global review of commercialized

- transgenic crops: 2004. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Application Briefs No 23-2002. Ithaca, New York.
- JASON C (2004) World agriculture and the environment. Island Press. Washington.
- JORDAN JF (2001) Genetic engineering, the farm crisis and world hunger. *BioScience* 52: 523-529.
- PARUELO J, J GUERSCHAM & S VERON (2005). Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia Hoy*. Vol 15. N 87. Buenos Aires.
- PENGUE WA (2005a) Transgenic crops in Argentina: the ecological and social debt. *Bulletin of Science, Technology and Society* 25: 314-322.
- PENGUE WA (2005b) Agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. ¿la transgénesis de un continente?. PNUMA/UNEP. Mexico.
- RISSLER J & M MELLON (1996) The ecological risks of engineered crops. MIT Press, Cambridge, Mass.