
Biotecnología y poder. ¿Usan los cultivos transgénicos menos agroquímicos?

Daniel M. Cáceres^{1,2}

.....

Resumen

En distintos ámbitos académicos, productivos y políticos, se afirma que el uso de cultivos transgénicos trae aparejado un menor uso de pesticidas. El trabajo analiza cómo ha variado el uso de agroquímicos en Argentina durante los últimos 25 años, en relación a los dos cultivos principales (soja y maíz). Se consideran tres momentos históricos: 1990 (labranza convencional y semilla no transgénica), 2000 (siembra directa y semillas transgénicas) y 2014 (siembra directa y variedades transgénicas con genes apilados). Los resultados muestran que se ha producido un aumento importante en el uso de agroquímicos. Esto se traduce en un mayor Índice de Toxicidad Global, lo que genera impactos ambientales y sociales negativos, demanda mayores costos financieros y origina nuevos problemas productivos. A pesar de estos inconvenientes, el abordaje produc-

-
- 1 CONICET y Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Córdoba). Email: dcaceres@agro.unc.edu.ar
 - 2 Mi agradecimiento a Erika V. Montañó González por su asistencia en tareas de sistematización y a los aportes y comentarios realizados por Lilita Pietrarello, Felicitas Silveti y Diego Cabrol. Este trabajo contó con el apoyo financiero de CONICET, la Universidad Nacional de Córdoba y el Inter-American Institute for Global Change Research (IAI).

tivo dominante es altamente hegemónico. Se analizan los motivos de tal hegemonía y se presentan las estrategias formuladas por la coalición dominante para construirla, consolidarla y reproducirla. Esta supremacía dificulta visibilizar a otras alternativas tecnológicas como modelos viables, las cuales son descriptas como opciones que desconocen el progreso y los avances científicos, e incapaces de producir el tipo de resultados que demanda la realidad actual.

Palabras clave: Cultivos transgénicos - Biotecnología - Agricultura industrial - Agroquímicos - Pesticidas

Summary

Biotechnology and power. Do GM crops use less agrochemicals?

Within different academic, productive and political circles, it is acknowledged that the use of transgenic crops decreases the use of pesticides. This article analyses the changes observed in the use of agrochemical in Argentina during the last 25 years, in relation to the two main crops (soy and corn). Three different historical moments are considered: 1990 (conventional tillage and non-transgenic seeds), 2000 (zero tillage and transgenic seeds) and 2014 (zero tillage and transgenic crops with stacked genes). The results show an important increase in the use of agrochemicals. This translates into a higher Global Toxicity Index, which generates negative environmental and social impacts, demands higher financial costs, and originates new productive problems. Despite these inconveniences, the dominant farming approach shows high levels of hegemony. The reasons for that hegemony are analyzed, and are presented the strategies followed by the dominant coalition in order to develop, consolidate and reproduce it. Such supremacy hinders the identification of other technological approaches as viable alternatives, which are described as options that do not acknowledge progress and scientific findings, and are unable to produce the kind of results that current reality demands.

Key words: Transgenic crops - Biotechnology - Industrial agriculture - Agrochemicals - Pesticides

Introducción

Durante las últimas décadas se han producido importantes transformaciones en la producción agrícola mundial. Estas incluyen no sólo cambios en la esfera tecnológica sino también en áreas gerenciales, informáticas, económicas, sociales y políticas (Gras y Hernández, 2013).

En el campo tecnológico se destacan dos hitos principales: la revolución verde puesta en marcha a mediados del siglo pasado y la revolución biotecnológica lanzada a fines del siglo XX (Bourlag, 2007). Si bien el nuevo modelo tecnológico ha tenido un impacto favorable en los volúmenes productivos globales, no está exento de críticas debido a sus impactos ecológicos, sociales y políticos (Patel, 2012).³

La agricultura industrial es el enfoque que mejor describe al modelo productivo dominante en Argentina. Es un tipo de agricultura que tiene una alta dependencia de insumos provenientes del sector industrial, usa grandes cantidades de energía fósil y tiende a la concentración económica y productiva (Horrihan *et al.*, 2002). En el caso de algunos cultivos anuales intensivos (e.g., soja y maíz), se basa en la aplicación de un paquete tecnológico integrado por tres componentes principales: siembra directa, cultivos transgénicos y agroquímicos.

Los cultivos transgénicos fueron introducidos en Argentina en 1996 (Burachik, 2010). Según la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA), la soja Roundup Ready (RR) tolerante al glifosato y los maíces resistentes a lepidópteros (Bt) fueron los principales eventos transgénicos aprobados por Argentina (1996 y 1998 respectivamente). Actualmente los productores siembran semillas que incluyen más de un gen transgénico (Laurson, 2010). La agricultura industrial usa una cantidad importante de agroquímicos destinados a combatir plagas y aumentar la productividad de los cultivos. Con un consumo de 201,15 millones de litros, el herbicida glifosato fue el pesticida más usado en Argentina en el 2012 (Kleffmann Group, 2013).

Transgénicos y agroquímicos

Durante los últimos años, se han formulado críticas al modelo tecnológico que impulsa la agricultura industrial y al uso de cultivos transgénicos (e.g., Rodríguez, 2010; Martínez-Dougnac, 2013; Cáceres, 2015a; Svampa y Viale, 2015). Sin embargo, este modelo resulta funcional a la estrategia económica y política que ha seguido Argentina durante las últimas dos décadas. Como bien señalan Gras y Hernández (2016), el uso de cultivos transgénicos ocupa un rol destacado en este

3 En un informe reciente, la Asamblea General de las Naciones Unidas advierte sobre los efectos nocivos de los pesticidas en el medioambiente y en las sociedades y señala que anualmente se producen 200.000 muertes debido a intoxicaciones agudas causadas por pesticidas (el 99% ocurren en los países subdesarrollados) (United Nations, 2017).

modelo tecnológico. A pesar de que este enfoque productivo está muy difundido en Argentina, constituye un tema controvertido para la sociedad (Aranda, 2015; Sáñez, 2016).

Pero a pesar de las críticas y controversias que este tema genera, en distintos ámbitos académicos, productivos y políticos, con frecuencia se afirma que el uso de cultivos transgénicos trae aparejado un menor uso de agroquímicos.

En el campo académico, son numerosos los trabajos que respaldan esta posición (e.g., Phipps y Park, 2002). A nivel mundial, según Barfoot y Brookes (2014) entre 1996 y 2012 los transgénicos han permitido disminuir el uso de 499 millones de kg de agroquímicos.⁴ Ahmad *et al.* (2012) también reportan una merma en el uso de agroquímicos como consecuencia de la utilización de semillas transgénicas. Otros autores señalan que en distintos países y para distintos cultivos, el uso de transgénicos disminuye el uso de pesticidas (Stevens *et al.*, 2012).

Las empresas e instituciones que promueven el uso de transgénicos destacan sus ventajas, en particular su impacto favorable en el medio ambiente. De acuerdo a Monsanto, la semilla de soja transgénica Intacta RR2 Pro permite aumentar los rendimientos y controlar malezas y plagas y genera un menor impacto ambiental ya que disminuye el uso de insecticidas. El Servicio Internacional para la adquisición de Aplicaciones Agro-biotecnológicas señala que “entre 1996 y 2012 los cultivos transgénicos han contribuido a la seguridad alimentaria y al cambio climático y contribuyeron a un mejor medioambiente al ahorrar 497 millones de kg de principios activos de pesticidas” (ISAAA, 2014).

Esta perspectiva es también compartida por algunos actores políticos. Por ejemplo, la ex presidenta de Argentina Cristina Fernández de Kirchner (2007-2015), destacaba así las ventajas de los cultivos transgénicos: “...es que se está alcanzando tal grado de desarrollo científico, que estas variedades no van a necesitar, por ejemplo, de agroquímicos y al no necesitar de agroquímicos, van a ser mucho más amigables y componedoras con el medio ambiente” (Presidencia de la Nación Argentina, 2012). Ese mismo año, la Presidenta formuló declaraciones similares en Nueva York ante el Consejo de las Américas.

4 En un trabajo financiado por Monsanto, estos mismos autores estudian el impacto de los cultivos transgénicos (y tecnologías asociadas) al cabo de dos décadas de uso de este tipo de cultivos. Allí destacan su efecto positivo tanto para los productores agropecuarios como para la economía de los países en los que se utilizan (Brookes y Barfoot 2017a). En otro artículo señalan el favorable impacto que estas tecnologías tienen sobre el medio ambiente ya que reducen el uso de insecticidas y la liberación de gases de efecto invernadero (Brookes y Barfoot 2017b).

No abundan los trabajos sistemáticos que permitan conocer la opinión de los consumidores sobre el vínculo existente entre el uso de transgénicos y la utilización de pesticidas. Sin embargo, según un informe del International Food Information Council (2014), el 69% de los entrevistados considera que el uso de transgénicos permite disminuir el uso de agroquímicos.

Desde una perspectiva crítica al modelo tecnológico dominante, este artículo analiza cómo ha variado el uso de agroquímicos en Argentina durante los últimos 25 años, en relación a los dos cultivos principales (i.e., soja y maíz). Se consideran tres momentos históricos altamente relevantes desde el punto de vista del análisis propuesto: (a) 1990: (labranza convencional⁵ y semilla no transgénica), 2000 (siembra directa y semillas transgénicas) y 2014 (siembra directa y variedades transgénicas con genes apilados que confieren más de un factor de resistencia contra malezas y/o insectos).⁶ Tomando como base esta comparación, se discuten los impactos socioambientales y la lógica del modelo productivo dominante.

Metodología

La metodología utilizada consta de dos etapas: (a) comparación del manejo tecnológico presente en los tres momentos seleccionados; y (b) impacto socioambiental de cada uno de los manejos identificados.

Desde el punto de vista metodológico no resulta sencillo realizar un análisis diacrónico como el propuesto, ya que es necesario garantizar la comparabilidad de las situaciones estudiadas. Al respecto, se consideraron tres cuestiones principales: (a) el tipo de cultivo a comparar;

-
- 5 En el contexto de este artículo se entiende por “labranza convencional” al manejo del suelo y de los cultivos que realizaban los productores en las zonas agrícolas de Argentina hacia fines de la década del 1980’ y que precedió a la siembra directa y al uso de semillas transgénicas. Para el laboreo del suelo se utilizaban distintos tipos de herramientas que provocaban la remoción más o menos profunda del suelo, tales como el arado de rejas, de discos, cincel, o múltiple, como así también las rastras de discos y dientes. Para el control de malezas era común el uso de carpidores, escardillos y aporcadores. El uso de herbicidas era bastante común (era el agroquímico más utilizado).
 - 6 Estos tres momentos son considerados aquí de un modo genérico y buscar describir de una manera sintética las principales características del enfoque tecnológico dominante. Cabe señalar, sin embargo, que a pesar de que en algunos casos el abordaje tecnológico que realizaban los productores respondía a un paquete tecnológico “estándar” bastante “cerrado”, existieron variaciones en el manejo que respondían a cuestiones ambientales, productivas y/o socioeconómicas.

(b) las especificidades del contexto productivo; y (c) la existencia de información técnica precisa. En relación al primer punto se seleccionaron los cultivos de soja y maíz ya que son muy importantes en la matriz económico/productiva argentina y porque se dispone de abundante información técnica. Atender al problema del contexto productivo implicó seleccionar un área del país (la Provincia de Buenos Aires) en la que estos cultivos hayan estado presente en los tres momentos históricos considerados. Finalmente, resultó necesario identificar una fuente documental rigurosa y confiable que permita comparar los tres momentos.

La revista *Márgenes Agropecuarios* permite atender las tres cuestiones aquí mencionadas. Desde hace 30 años publica mensualmente el manejo tecnológico “tipo” o “estándar” sugerido para los principales cultivos de Argentina. La información incluye nombre de agroquímicos, concentraciones de principios activos, dosis recomendadas y precios en dólares. En los casos en que existe más de una opción tecnológica (e.g., uso de semilla común o transgénica), la revista indica los agroquímicos requeridos para cada caso. Asimismo, ajusta la información técnica en función de las especificidades productivas de las principales regiones de Argentina. Cabe señalar, sin embargo, que este “manejo tecnológico estándar” que publica esta revista, constituye una generalización y no representa a la diversidad de manejos que se producen en cada contexto particular. Solo constituye un punto de referencia a partir del cual poder realizar una aproximación al tipo de tecnología utilizado y que permita realizar una comparación de los tres momentos seleccionados.

Para determinar la toxicidad de los pesticidas utilizados en cada manejo tecnológico, se usó el Cociente de Impacto Ambiental (EIQ, según su sigla en inglés) elaborado por Kovach *et al.* (1992). Si bien existen varios índices (Munn *et al.*, 2006; Pietrarello, 2009; McKnight *et al.*, 2012), se eligió el EIQ porque (a) es el más reconocido y usado, (b) es multidimensional ya que considera el efecto en aplicadores, consumidores y medioambiente, y (c) la Universidad de Cornell (EEUU) publica y actualiza permanentemente una tabla con los EIQs de la mayoría de los pesticidas actualmente en uso en Argentina (Integrated Pest Management Program, 2012).

Luego se calculó el Índice de Toxicidad de Campo (ITC) para cada agroquímico usado (se excluyen los fertilizantes). Para ello se utilizaron los EIQs de cada producto, ajustados por las concentraciones de sus principios activos y las dosis recomendadas para su uso a campo. Finalmente, los distintos ITCs se agregaron en un Índice de Toxicidad Global (ITG), que integra el impacto socioambiental de los pesticidas

utilizados en cada uno de los cultivos y para cada uno de los momentos estudiados.

Para calcular los EIQ, ITC, e ITG se utilizaron las siguientes fórmulas (Kovach *et al.*, 1992; FAO 2008).

$$a) \text{EIQ} = \{C[(DT*5) + (DT*P)] + [(C*((S+P)/2)*SY) + (L)] + [(F*R) + (D*((S+P)/2)*3) + (Z*P*3) + (B*P*5)]\} / 3.$$

Donde C= efecto crónico sobre la salud; DT= toxicidad dermal (DL_{50}); D= toxicidad para aves (CL_{50}); Z= toxicidad para abejas; B= toxicidad para artrópodos benéficos; F= toxicidad para peces; P= vida media en plantas; S= vida media en suelo; SY= modo de acción; L= potencial de lixiviación; y R= potencial de escurrimiento superficial.

$$b) \text{ITC} = \text{VEIQ} * \text{PIA} * \text{DH}.$$

Donde VEIQ= valor del EIQ de cada producto; PIA= porcentaje de principio activo; DH= dosis por hectárea.

$$c) \text{ITG} = \sum \text{ITCs}.$$

Resultados

Los resultados muestran que el paquete tecnológico dominante usa una cantidad creciente de agroquímicos. Esto confronta las perspectivas de algunas fuentes académicas, empresariales, políticas y de consumidores referidos en la introducción, que opinan lo contrario.

Para el caso de la soja de primera, en los años 1990, 2000 y 2014 se incrementó el número de productos comerciales utilizados (6, 9 y 11 respectivamente, para cada uno de los tres años mencionados). También aumenta la dosis medida en kilogramos o litros de producto comercial. Lo propio ocurre con los fertilizantes. El mayor salto ocurre entre 1990 y 2000 (+1.149,6% incluyendo fertilizantes y +116% sin fertilizantes). Entre 2000 y 2014 existe un leve incremento en la cantidad de productos comerciales utilizados (+1,2% con fertilizantes y +6,9% sin fertilizantes). En este último periodo se observa un cambio en los agroquímicos usados, en particular, los referidos al control de insectos. También se identifica una tendencia creciente en el costo total de los productos utilizados (US\$/Ha)⁷. La variación es marginal entre 1990 y 2000 (+6,2% con fertilizantes y -18,7% sin fertilizantes), pero

7 En este trabajo se consideran el valor de los agroquímicos a valores nominales en dólares americanos (tal como fueron publicados en la revista *Márgenes Agropecuarios*), sin realizar ningún tipo de corrección por inflación u otro coeficiente de ajuste económico.

Tabla 1. Uso de agroquímicos para soja de primera en la Provincia de Buenos Aires, Argentina (años 1990, 2000 y 2014).

Producto	Clase	Tipo	1990		2000		2014	
			Cantidad	Precio	Cantidad	Precio	Cantidad	Precio
Treflan	IV	H	2	9,20				
2-4 DB 80%	III	H	0,02	0,19				
Galant	III	H	0,35	17,85				
Basagran 60	III	H	0,80	15,60				
Roundup	IV	H			4	14,60	4	16,40
Metsulfuron metil 60	IV	H			0,008	0,80	0,008	0,30
Roundup max	IV	H			1,50	12,90	1,50	14,70
Spider	IV	H					0,03	16,20
2-4D 100%	III	H			0,50	1,90	0,50	4,50
Inoculante	-	Inoc	s/d	s/d	1,40	4,20		
Inoculante + fungicida	-	Inoc + Fg					1,40	5,20
Fosfato diamónico	-	F			40	13,20		
Fosfato monoamónico	-	F					40	26
Decis 5%	III	I			0,10	1,90		
Lorsban plus	III	I	0,70	10,15				
Lorsban 48 E	III	I			0,70	5,60		
Cipermetrina	II	I			0,15	1,20		
Karate zeon	Ib	I					0,125	2
Intrepid	IV	I					0,12	4,80
Connect	III	I					0,75	11,30
Opera	II	Fg					0,50	18,80
TOTAL (con fertilizantes)			3,87	52,99	48,358	56,30	48,933	120,20
TOTAL (sin fertilizantes)			3,87	52,99	8,358	43,10	8,933	94,20

Fuente: Revista Márgenes Agropecuarios 6(66) de 1990, 16(186) de 2000 y 29(346) de 2014. Se detalla el nombre comercial del producto, la clase toxicológica, el tipo de agroquímico, la cantidad utilizada (kg/ha o l/ha) y el precio (US\$/ha). Nota: H=herbicida, I=insecticida, Inoc=inoculante, F=fertilizante, Fg=fungicida.

**Tabla 2: Uso de agroquímicos para maíz en la Provincia de Buenos Aires, Argentina
(años 1990, 2000 y 2014).**

Producto	Clase	Tipo	1990		2000		2014	
			Cantidad	Precio	Cantidad	Precio	Cantidad	Precio
Atrazina 50%	IV	H	4	16	3	13,20		
Lazo	III	H	4	18,40				
Roundup	IV	H			2	7,30	4,50	18,45
2-4 D 100%	III	H			0,50	1,90	0,50	4,50
Guardian	III	H			1,60	11,60		
Tordon 24 K	III	H					0,08	2,20
Atrazina 90%	IV	H					1+1,50	17,80
Dual gold	III	H					1,30	15,30
Roundup ultramax	IV	H					1,50	14,70
Fosfato monoamónico	-	F			75	24,80	75	48,40
Urea	-	F			180	45	180	98,10
Fosfato diamónico	-	F	50	17,15				
Cipermetrina	III	I			0,15	1,20		
Fighter plus	III	I					0,02	1,4
Total (con fertilizantes)			58	51,55	262,25	105	265,40	220,85
Total (sin fertilizantes)			8	34,40	7,25	35,20	10,40	74,35

Fuente: Revista Márgenes Agropecuarios 6(66) de 1990, 16(186) de 2000 y 29(346) de 2014. Se detalla el nombre comercial del producto, la clase toxicológica, el tipo de agroquímico, la cantidad utilizada (kg/ha o l/ha) y el precio (US\$/ha). Nota: H=herbicida, I=insecticida, F=fertilizante.

hay un fuerte incremento entre 2000 y 2014 (+113,5 con fertilizantes y +118,5% sin fertilizantes) (Tabla 1).

En maíz también se observa un notable aumento en el número de agroquímicos usados en 1990, 2000 y 2014 (tres, siete y nueve productos comerciales respectivamente). Si se incluyen los fertilizantes, entre 1990 y 2000 se produce un incremento muy importante (+352,2%). La variación es marginal cuando se analiza el segundo periodo (+1%). Si se excluyen los fertilizantes, existe una ligera disminución en el primer periodo (-9,37%) y un importante incremento entre 2000 y 2014 (+43,4%). Se observa también la progresiva incorporación de nuevos herbicidas e insecticidas. Al igual que en soja, se registra un aumento en el costo del paquete tecnológico. Si se incluyen los fertilizantes, éste es importante tanto en el primer como en el segundo periodo (+104% y +110,3%). Sin fertilizantes, el incremento es menor entre 1990 y 2000 (+2,3%) y muy marcado entre 2000 y 2014 (+111,2%) (Tabla 2).

Entre 1990 y 2014 aumentó tanto el número de principios activos, como la toxicidad de los pesticidas utilizados. La cantidad de litros/kilogramos de principios activos usados por hectárea se incrementó en un 144% para la soja y en un 86% para el maíz. El Índice de Toxicidad Global también muestra importantes variaciones. En el caso de la soja, entre 1990 y 2014 se observa un incremento del 63%, aunque muestra una ligera disminución entre 2000 y 2014 (-2,4%). El principal aumento ocurrió entre 1990 y 2000. En maíz la suba del ITG se ubica en torno al 51% y la principal variación ocurrió entre 2000 y 2014. En términos absolutos, el maíz presenta un ITG que casi duplica el ITG de la soja (Tabla 3).

Tabla 3: Comparación del uso de pesticidas en soja y maíz en la Provincia de Buenos Aires, Argentina (años 1990, 2000 y 2014).

	Soja			Maíz		
	ITG	# de p.a.	Kg/l de p.a.	ITG	# de p.a.	Kg/l de p.a.
1990	33,30	6	1,54	71,40	2	3,92
2000	56,70	7	3,92	74,30	5	5,64
2014	54,30	11	3,75	107,70	6	7,30

Fuente: Revista Márgenes Agropecuarios 6(66) de 1990, 16(186) de 2000 y 29(346) de 2014. Se detalla el Índice de Toxicidad Global (ITG), el número de principios activos (# de p.a.), y la cantidad de kilogramos o litros de principios activos utilizados en cada momentos (kg/l de p.a.).

Cabe aclarar que los valores del ITG no representan la toxicidad *real* de los agroquímicos que utilizan los productores a campo, ya que en este trabajo sólo se considera la toxicidad de los principios activos. Pero a campo se utilizan *productos comerciales*, los que, además del principio activo, incluyen los llamados “ingredientes inertes” u “otros ingredientes”⁸ que sirven para mejorar la acción del principio activo. Como señalan Mesnage *et al.* (2014), los productos comerciales suelen ser mucho más tóxicos que los principios activos que los componen. Estos autores compararon la toxicidad de nueve principios activos en relación a sus formulados comerciales. Ocho de los nueve productos comerciales fueron varios cientos de veces más tóxicos que sus principios activos. Entre ellos, el Roundup probó ser 125 veces más tóxico que el glifosato.⁹

En síntesis, el aumento en el ITG depende del tipo y la cantidad de los pesticidas utilizados y su uso creciente se vincula con la aparición de organismos resistentes y la búsqueda de una mayor productividad a través de la intensificación productiva.

Discusión

Por cuestiones analíticas, la discusión se divide en dos sub-secciones. A partir de los resultados presentados en la sección anterior, en la primera se discuten los efectos negativos y los riesgos derivados del uso creciente de agroquímicos. En la segunda se analizan algunas de las razones que explican la hegemonía del modelo tecnológico dominante, como así también las principales estrategias de defensa desarrolladas por la coalición dominante (público-privada) que lo sustenta.

Riesgos del uso creciente de agroquímicos

Herbicidas

Actualmente existen al menos 954 especies resistentes a los pesticidas (Tabashnik *et al.*, 2014). Si bien la aparición de organismos resistentes ocurre en malezas, insectos y organismos fitopatógenos, los

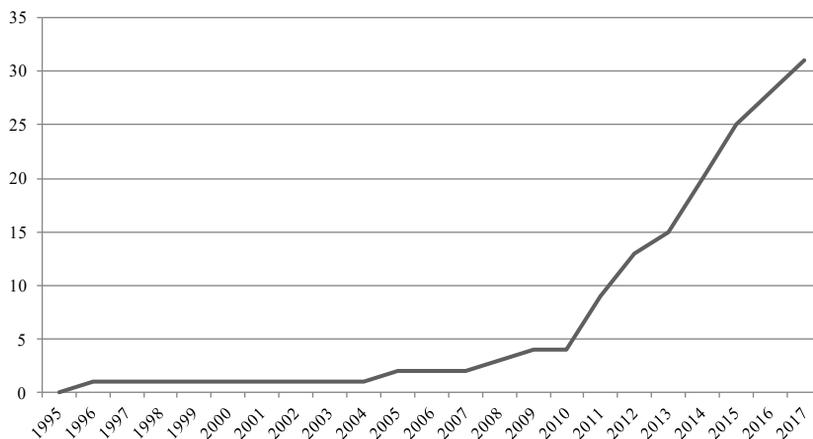
8 Aquí se incluyen todas aquellas sustancias químicas que contiene el producto comercial, no incluidas en el principio activo (e.g., aditivos, solventes, adyuvantes, anti-espumantes, colorantes, etc.). Las empresas productoras de agroquímicos no están obligadas a revelar los nombres o formulaciones químicas de estos agregados, ya que se consideran secretos industriales.

9 Otros autores también destaca la mayor toxicidad de los productos comerciales en relación a los principios activos que los componen. Ver por ejemplo, Myers *et al.* (2016), Vandenberg *et al.* (2017), y Vanlaeys *et al.* (2018).

mayores problemas se observan en relación a las malezas. La resistencia a herbicidas fue advertida poco después de la aparición de los transgénicos. Hace casi 20 años Pratley *et al.* (1999) ya señalaban la resistencia de *Lolium rigidum* al glifosato. Actualmente, el problema generado por las malezas resistentes está ampliamente documentado (Duke y Powles, 2009; Thompson, 2012; Sevice, 2013). Según la International Survey of Herbicide Resistant Weeds, actualmente existen 255 especies de malezas resistentes a 163 herbicidas (algunas a más de un principio activo), que afectan 92 cultivos en 70 países (<http://www.weedscience.org>).

En Argentina, la AAPRESID (Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa) es el referente de un conjunto de empresas, organizaciones y organismos públicos y privados preocupados por la expansión de las malezas resistentes (Figura 1). La AAPRESID coordina a la REM (Red de Conocimiento en Malezas Resistentes), que actualmente identifica 36 biotipos de 20 especies de malezas resistentes en “alerta roja”. Once de estos casos muestran resistencias múltiples, siendo el glifosato quien presenta más resistencias (REM, 2018).

Figura 1. Incremento en el número de malezas resistentes a herbicidas en Argentina (período 1995-2017).



Fuente: REM-AAPRESID.

Estas resistencias se deben al uso continuo y creciente herbicidas en la preparación de barbechos químicos y en cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas. Esto genera mayores costos de producción, meno-

res rendimientos y beneficios económicos y un mayor uso de herbicidas de mayor toxicidad (Ervin y Jussaume, 2014).

Mortensen *et al.* (2012) critican el abordaje dominante para el control de malezas ya que se focaliza en una única táctica: el control químico; y advierten que esto genera tres tipos de problemas: (a) el desarrollo de semillas transgénicas con genes apilados con resistencia a más de un herbicida puede aumentar la gravedad del problema; (b) estas nuevas semillas van a incrementar el uso de herbicidas, con consecuencias negativas para el ambiente; y (c) las soluciones de corto plazo que estas tecnologías generan (*fix tecnológicos*¹⁰), no permiten el desarrollo de políticas de investigación y extensión que promuevan un abordaje más integral del problema.

Insecticidas

Algo similar ocurre con los insectos. Tabashnik *et al.* (2014) conceptualiza a la resistencia observada en insectos como “resistencias desarrolladas a campo”. Es decir, una disminución de su susceptibilidad a los insecticidas, como respuesta a su aplicación reiterada. Esta resistencia también afecta a los insectos en cultivos transgénicos que incluyen el llamado gen *Bt*. A partir del análisis de 77 casos en los cinco continentes, y utilizando datos del 2010, Tabashnik *et al.* (2013) señalan que existe resistencia a cultivos con gen *Bt* en cinco de las 13 especies insectiles analizadas. Estos valores contrastan con los del 2005 cuando se había identificado sólo una especie resistente. Cabe destacar, que estas 13 especies de insectos (12 lepidópteros y 1 coleóptero) incluyen a las plagas más importantes a nivel mundial. En un trabajo reciente Tabashnik y Carrière (2017) señalan que en 2016 ya eran 16 las especies resistentes al gen *Bt*, y que el tiempo promedio para que se manifiesten las resistencias a este gen es de 5,2 años. Argentina es uno de los países en los que se han detectado tales resistencias (en maíz).

Otro aspecto importante a considerar es la vinculación existente entre cultivos transgénicos y la aparición de “plagas secundarias” (Chen *et al.*, 2013). Es decir, insectos (u otros factores bióticos adversos) que se convierten en plaga como consecuencia del control de las plagas principales, o debido a que los insecticidas afectan a los controladores biológicos de las plagas secundarias (Horne y Page, 2008). En el caso específico de los transgénicos se refiere a los insectos que, en ausencia de competencia, ocupan los nichos ecológicos que antes ocupaban los insectos controlados por el gen *Bt* (Meissle *et al.*, 2011). En otras palabras, los cultivos *Bt*

10 Por el concepto de “fix tecnológico” ver Rosner (2004) y Cáceres (2015a).

pueden controlar inicialmente a algunas plagas, pero su uso genera dos problemas: (a) la adaptación y evolución de resistencia de estas plagas (primarias) al gen *Bt*; y (b) la aparición de nuevas plagas (secundarias) que antes no eran consideradas tales porque su impacto productivo era marginal o nulo. Las plagas secundarias han cobrado relevancia y actualmente constituyen un importante tema de investigación (Wang *et al.*, 2008; Bertolaccini, *et al.* 2010; Virla *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2013).

Fertilizantes

La búsqueda de mayores índices de productividad se logra a partir de dos estrategias complementarias y simultáneas: el uso de herbicidas, insecticidas y otros pesticidas usados para suprimir los factores bióticos adversos que deprimen los rendimientos y el uso de fertilizantes inorgánicos que aumentan el potencial productivo de los suelos. Como se observa en las Tablas 1 y 2, no sólo se ha incrementado el uso de pesticidas, sino también el de fertilizantes. Entre 1990 y 2013 el consumo de fertilizantes aumentó en Argentina nueve veces, pasando de 0,3 a 2,5 millones de toneladas anuales. En la campaña 2015/2016, los más utilizados fueron los nitrogenados (48% del total) y fosfatados (44%). Maíz (24%), soja (20%) y trigo (20%) fueron los cultivos más fertilizados (<http://www.fertilizar.org.ar>).

A pesar de que pueden aumentar los rendimientos, su uso está sujeto a controversias debido a sus efectos socioambientales. La eutrofización de ríos y reservorios de agua, la contaminación de napas freáticas por lixiviación y la liberación a la atmósfera de amonio y otros gases de efecto invernadero, constituyen los principales impactos ambientales. La eutrofización favorece el desarrollo explosivo de algas, lo que afecta a peces y otros organismos y aumenta los costos de potabilización (Ariñelarena y Gómez, 2008; Pengue, 2009; Fishmana *et al.*, 2012). El *blue baby syndrome* es el principal efecto adverso de los fertilizantes en la salud. Los nitratos son absorbidos por la hemoglobina lo que afecta su capacidad para transportar oxígeno. Esta enfermedad, que puede ser fatal para niños, ocurre cuando los fertilizantes nitrogenados contaminan las fuentes de agua potable (Wender, 2011).¹¹

11 Más allá de los problemas ambientales y/o sociales que pueden causar, los fertilizantes contribuyen a la recuperación de la fertilidad química de los suelos (no así a la fertilidad física y biológica) y pueden impactar favorablemente en el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, Cruzate y Casas (2012) advierten que en la campaña 2010/2011 sólo el 34,6% de los nutrientes contenidos en los granos fueron devueltos al suelo a través de los fertilizantes. García y González-Sanjuan (2013), señalan que

La defensa del modelo tecnológico dominante

A pesar de los problemas señalados, cabe preguntarse ¿por qué el paquete tecnológico dominante es hegemónico?

Agro-hegemonía

Históricamente, el sector agropecuario ha tenido centralidad en la economía y en la política argentina. A pesar de que a entre el 2003 y el 2015 se observó un progresivo abandono de las políticas neoliberales, se mantuvo (o incrementó) el protagonismo del sector agropecuario; en particular el orientado a la producción de *commodities* agropecuarios para exportación. Así, a la par de la recuperación de la economía y la conquista de importantes derechos sociales, se produjo una notable expansión del capital agrario que se tradujo en un fuerte proceso de apropiación de la naturaleza (Cáceres 2015b). Es lo que algunos autores describen como “neextractivismo progresista” (Gudynas, 2009), “reprimarización de la economía” (Svampa, 2013), o simplemente “economía extractiva” (Bebington, 2012). La creación, a principios de la década de 1990, de las estructuras políticas, jurídicas e institucionales para la aprobación temprana de los cultivos transgénicos (Burachik 2010) y su posterior fortalecimiento durante la década siguiente, constituyen aspectos claves de este proceso.¹²

Sin acceso al crédito externo debido al default del 2002, los recursos provenientes de la exportación de soja y otros *commodities* eran esenciales para la economía Argentina durante la etapa kirchnerista (2003-2015). En esa coyuntural, el modelo agropecuario vigente no sólo era funcional, sino también clave para el funcionamiento económico y la viabilidad política del modelo. Es por ello que el gobierno no priorizó los reclamos de los sectores sociales más damnificados por el modelo (e.g., campesinos desplazados, o población afectada por los agroquímicos). Tampoco promovió el debate sobre los problemas socioambientales que genera la agricultura industrial, sobre la conveniencia (o no) de usar semillas transgénicas, o sobre la subordinación económica y dependencia política que implica la adhesión a este modelo productivo. Por lo tanto, en lugar de discutir su conveniencia so-

en los suelos agrícolas (para granos), esta reposición alcanza los siguientes valores: nitrógeno (43%), fósforo (70%), potasio (2%) y azufre (50%).

12 El sector agropecuario y la exportación de *commodities* agropecuarios conservan su centralidad en el actual gobierno del presidente Mauricio Macri. Sin embargo, el modelo implementado difiere sustancialmente del impulsado por el anterior gobierno y se inscribe en lo que podría describirse como “extractivismo clásico”.

cioambiental o su viabilidad de largo plazo, el gobierno compartió con el agronegocio (vía retenciones a la exportación) los beneficios económicos que el modelo generaba, los cuales eran clave para implementar las políticas redistributivas que caracterizaron este periodo.

La biotecnología ocupa un lugar destacado en la hegemonía del modelo agropecuario dominante. A diferencia de lo que ocurre en otros países de Latinoamérica (e.g., Brasil, o Perú), en Argentina el uso de semillas transgénicas en la agricultura está fuera de discusión (Newell, 2009). Este autor señala que si bien el sector agropecuario mantiene una clara hegemonía en la economía y en la política, en el contexto actual esta “agro-hegemonía” puede ser descripta como “bio-hegemonía”. Esto es, la convergencia del poder material, institucional y discursivo que sustenta la coalición de fuerzas que promueven los actores sociales que se benefician con el modelo dominante de desarrollo agropecuario. Si bien existen conflictos entre facciones que tratan de apropiarse del excedente económico, las diferencias se subsumen en torno a los intereses globales vinculados con la defensa del modelo agropecuario y para generar un ambiente económico y político propicio para la expansión del modelo. Reconociendo aportes gramscianos, Newell (2009) señala que esta alianza no es sólo económica y política sino también intelectual y moral. En otras palabras, sugiere que la biotecnología y el paquete tecnológico dominante representan opciones de “sentido común”, que contribuyen al bien común. Así, la coalición no sólo ha “naturalizado” el enfoque productivo dominante, sino que también ha logrado su reconocimiento y aceptación moral por parte de la sociedad. Es precisamente esta coalición público-privada, la que ha construido y reproduce el discurso en favor de la biotecnología, los cultivos transgénicos y la agricultura industrial.

Sin embargo, y a pesar de la hegemonía que ha mostrado el modelo tecnológico dominante durante las últimas dos décadas, se observan procesos de resistencia desplegadas por actores sociales que defienden un tipo de agricultura diferente al promovido desde el enfoque del agronegocio (en particular, los nucleados en torno a los movimientos vinculados a la agroecología y la agricultura familiar). Estas luchas y resistencias se vieron reflejadas en algunas de las medidas de política agropecuaria impulsadas por el gobierno nacional.

A fines de 2014 el gobierno de Cristina Fernández impulsó y aprobó la Ley de Reparación Histórica de la Agricultura Familiar para la construcción de una Nueva Ruralidad en la Argentina. Esta tal vez haya sido la medida política más significativa dictada por el gobierno

nacional en favor de los pequeños y medianos productores no insertos en el modelo dominante. Allí se destaca el rol central de la agricultura familiar, campesina e indígena “por su contribución a la seguridad y soberanía alimentaria del pueblo, por practicar y promover sistemas de vida y de producción que preservan la biodiversidad y procesos sostenibles de transformación productiva” (Art. 1, Ley 27.118). Lamentablemente la ley todavía no fue reglamentada por el gobierno del Presidente Macri, y nunca contó con presupuesto para su financiamiento (Nogueira *et al.*, 2017).

Asimismo, los gobiernos de Néstor Kirchner y Cristina Fernández implementaron políticas que favorecieron a pequeños y medianos productores, no alineados con la lógica del agronegocio, tales como la creación de la Secretaría de Agricultura Familiar (SAF),¹³ y del CIPAF (Centro de Investigaciones para la Agricultura Familiar) dentro del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). A otra escala y partiendo de distintos marcos institucionales se gestaron nuevos espacios dentro de las universidades con un perfil crítico al modelo del agronegocio (e.g., la creación de Cátedras Libres de Agroecología y de Soberanía Alimentaria), como así también se produjo la emergencia y consolidación de organizaciones que rechazan el modelo tecnológico dominante (e.g., el colectivo “Paren de Fumigar”, o los “Médicos de Pueblos Fumigados”). A nivel local varias municipalidades preocupadas por los impactos negativos que el uso de agroquímicos en la salud de la población, prohibieron la aplicación de agroquímicos en franjas de dimensiones variables alrededor de los centros urbanos.

Estos nuevos espacios que en gran medida fueron generados y/o promovidos durante el anterior gobierno, muestra algunas de las contradicciones que mostró el kirchnerismo en cuanto a su política agropecuaria (Nogueira *et al.*, 2017). Sin embargo, también ayudaron a visibilizar algunas de las instancias de resistencia que se fueron generando. Así, la hegemonía del modelo está siendo confrontada a partir de las luchas y resistencias que promueven distintos actores sociales y, en alguna medida, estos cuestionamientos están siendo visibilizados por parte de la sociedad, en particular los relacionados con los efectos nocivos de los agroquímicos en la salud de la población (Cáceres, 2014).

13 En mayo de 2017 el gobierno del Presidente Macri eliminó la Secretaría de Agricultura Familiar y la fusionó con la Secretaría de Coordinación y Desarrollo Territorial (decreto 302/17). En la práctica, esto significó el vaciamiento de las estructuras políticas creadas durante el kirchnerismo y que buscaban promover la agricultura familiar (Nogueira *et al.*, 2017).

Estrategias de legitimación

Corresponde prestar especial atención a lo que Newell (2009) describe como el poder discursivo. Williams (2009) señala que existen tres ejes que fundamentan el discurso que promueve la coalición: su misión moral, la contribución a la sustentabilidad y la idea de progreso. Al plantear la importancia de la biotecnología para superar el problema del hambre mundial, los actores que se benefician con los transgénicos y la agricultura industrial desvían la atención de los problemas ambientales, las inequidades sociales y los procesos de acumulación por desposesión que generan. Destacan así su rol moral ya que contribuyen a la seguridad alimentaria global y a la atención de un problema inaceptable como es el del hambre mundial. El segundo eje es la sustentabilidad. El discurso dominante ha tenido éxito en instalar la idea de que los transgénicos y el nuevo modelo productivo promueven la sustentabilidad y la resiliencia productiva: no sólo conservan mejor el potencial productivo del suelo a través de la siembra directa, sino que utilizan cada vez menos y más inocuos agroquímicos. Y el tercero, tiene que ver con el éxito con el que la coalición ha logrado asociar a este modelo con la idea de progreso. Oponerse a él implicaría ignorar los avances científicos y, en consecuencia, resignar el liderazgo tecnológico y productivo que distingue a la agricultura argentina y que (supuestamente) la colocaría entre las más eficientes del mundo.

El discurso de legitimación construido, ha estructurado además un conjunto de estrategias para rechazar o descalificar las críticas u objeciones que eventualmente se le formulen. Existen cuatro estrategias principales:

En primer lugar, la coalición trata de rechazar las críticas esgrimiendo que no están debidamente fundadas, o que no se basan en criterios académicos sólidos. Se señala aquí el fuerte respaldo científico que tienen las tecnologías dominantes y las grandes inversiones en investigación que realizan las corporaciones que han producido la tecnología. Así, se descalifica a los críticos señalando que sus opiniones no están respaldadas científicamente, o que proponen un tipo de agricultura acientífica incapaz de producir los alimentos que requiere una población global creciente.

La segunda estrategia busca descalificar a los críticos rotulándolos de ecologistas, fundamentalistas, o extremistas ambientales, portadores de una visión romántica de la realidad, que no se condice con las necesidades y urgencias del mundo real. Relacionado con este mismo punto, se busca demostrar que estos sectores responden a una agenda

exclusivamente política, y que no critican al modelo tecnológico, sino a las corporaciones que lo han generado.

En tercer lugar, tratan de deslindar responsabilidades relacionadas con los problemas que menciona la crítica y que no pudieron ser rebatidos por las dos estrategias anteriores. Aquí caben dos opciones. Por un lado los defensores del modelo señalan que los inconvenientes observados no responden a problemas intrínsecos de la tecnología, sino a la mala praxis de quienes la utilizan. Relacionado con esta cuestión surgen, por ejemplo, las “guías de buenas prácticas agropecuarias” tan difundidas durante los últimos años.¹⁴ La segunda opción tiene que ver con disimular los inconvenientes que la tecnología genera. Por ejemplo, las malezas que en un primer momento eran llamadas “resistentes”, ahora son llamadas “problemáticas”, “difíciles”, o “duras”. Este cambio en el discurso responde a una cuestión estratégica clave. Llamarlas resistentes implica que la sociedad se pregunte “¿resistentes a qué?”, exponiendo así el vínculo entre el problema y un elemento clave del paquete tecnológico (los herbicidas). En cambio al llamarlas “malezas problemáticas” se divierte el problema hacia las propias maleza y sugiere que la causa que genera el problema proviene de las propias malezas y no del uso recurrente de herbicidas.¹⁵

14 La presión de los consumidores, la protección de las grandes marcas internacionales (e.g., Walmart, Tesco, McDonald's, etc.) y una regulación más estricta del mercado alimentario europeo, impulsó en los 1990s la creación de EurepGAP (European Retailers' Protocol for Good Agricultural Practice) que, a partir de 2007, pasó a llamarse GlobalGAP. Este mecanismo de certificación de buenas prácticas agropecuarias ha sido criticado desde la economía política porque: (a) al desconocer las asimetrías de poder existentes entre actores sociales, son los de mayor poder económico los que finalmente se benefician; (b) produce diferenciación hacia el interior del sector productivo (los que alcanzar esta certificación tienen garantizada una mejor inserción en los mercados internacionales); (c) al ser un mecanismo de regulación privado y voluntario, ingenuamente sugiere que el mercado puede regularse a sí mismo siguiendo normas más éticas y sustentables; y (d) sitúa el problema de la sustentabilidad en un campo eminentemente técnico, ignorando las razones económicas y políticas del problema (Elgert 2012). La “Round Table on Responsible Soy” (<http://www.responsiblesoy.org>) es el organismo internacional más importante que regula las buenas prácticas agropecuarias del principal *commodity* agropecuario que produce Latinoamérica.

15 Asimismo, es cada vez más común que los laboratorios y empresas transnacionales presenten a los nuevos pesticidas como “nuevas moléculas” (y no como nuevos insecticidas, herbicidas o fungicidas). Probablemente esta sea una estrategia que busque despojar a estos productos de las connotaciones negativas que pudieran tener para la sociedad y vincularlos con conceptos más “neutrales” que los relacionen con las ideas de ciencia, progreso y/o modernidad.

Finalmente, la cuarta estrategia tiene que ver con el “optimismo tecnológico”. Es decir, aquella perspectiva que presupone que la ciencia y la tecnología tienen capacidad como para hacer frente a los nuevos desafíos que enfrenta la humanidad, y para remediar las externalidades negativas que se manifiestan a lo largo del proceso (Basiago, 1994). Así, la estrategia pasa por señalar que los problemas que pudiera estar generando el actual paquete tecnológico, serán solucionados con nuevos desarrollos tecnológicos en los que, precisamente, actualmente trabajan los científicos e investigadores que respaldan el modelo.

En síntesis, la coalición dominante ha logrado construir, reproducir y consolidar un tipo de tecnología que es funcional al modelo de desarrollo agropecuario impulsado en Argentina. La amplia difusión y hegemonía que ha logrado esta tecnología no debería interpretarse, necesariamente, como un indicador de su éxito productivo y social, o como una descalificación de abordajes alternativos a la producción agropecuaria. Como señala Cáceres (1993) la creación de nuevas tecnologías involucra tensiones y conflictos entre grupos de interés con propuestas diferentes. Así, el dominio de una tecnología sobre otra no responde a un proceso “natural” y no conflictivo donde las distintas tecnologías compiten libremente y finalmente prevalece la que muestra mayor efectividad y eficiencia. En realidad, la supremacía de una sobre otra no responde a un proceso “darwiniano” de “supervivencia del más apto”, y no son racionalidad y eficiencia los únicos criterios considerados. Con frecuencia, la tecnología “sobreviviente” es aquella impulsada por el grupo que logra imponer su propuesta por sobre la de grupos competidores. En última instancia, el poder económico y político subordina a las cuestiones tecnológicas propiamente dichas, sus externalidades socioambientales y el bien común. Asimismo, la creación y dominio de una determinada tecnología, implica también la creación (por parte del grupo dominante) de un conjunto de normas y preceptos que orientan su evaluación. Estas normas indican “qué funciona” o “no funciona” y “qué es (o no) exitoso”. Es decir, implica crear, difundir y lograr el reconocimiento social de las normas que la definen como “exitosa”.

A pesar de la hegemonía que muestra el modelo tecnológico dominante, existen varios enfoques alternativos que lo confrontan y cuestionan. Tal vez la agroecología (Altieri, 1999) sea el que más respaldo y consenso ha logrado en Argentina y Latinoamérica. Pero también se destacan la agricultura biodinámica (Steiner, 2009), la permacultura (Mollison, 1981), la agricultura orgánica (Howard, 1943) y la intensificación ecológica (Tittonell, 2014). Si bien existen diferencias entre cada

una de estos enfoques, todos proponen una agricultura que siga los principios generales de la naturaleza, que dependa lo menos posible de insumos externos, y que produzca alimentos saludables para la población. Durante los últimos años y a partir de la implementación de ferias francas en distintas ciudades del país, las propuestas agroecológicas han ido ganando espacio y comienzan a ser una alternativa concreta para aquellos sectores de la sociedad que critican a la agricultura industrial y/o que buscan una alimentación más saludable (Ferrer *et al.*, 2016; Leslie, 2017; Pérez *et al.*, 2018).

Palabras Finales

Entre 1990 y 2014 se ha producido un aumento importante en el uso de agroquímicos, para los dos principales cultivos de Argentina (soja y maíz). Esto se traduce en un mayor Índice de Toxicidad Global, lo que genera impactos socioambientales negativos, demanda mayores costos financieros (medido en US\$/Ha) y origina nuevos problemas productivos.

Los transgénicos ocupan un lugar destacado en la implementación del nuevo modelo agropecuario. Sin embargo, analizar si el uso de transgénicos disminuye (o no) el uso de agroquímicos, o si provoca (o no) efectos socioambientales adversos, implica formular el problema de una manera incompleta. Es preciso poner a este tipo de cultivos en un marco analítico más general, a fin de comprender que los transgénicos son sólo un componente del paquete tecnológico dominante y, por lo tanto, no pueden ser analizados descontextualizados de la lógica que gobierna el enfoque productivo dominante. En otras palabras, más que situar el debate social solo en torno a las ventajas o desventajas del uso de cultivos transgénicos, el eje de discusión debería también focalizarse en las características e impactos que genera la agricultura industrial, en el modo en que ésta se inserta en el modelo de desarrollo, y en la lógica económica-política propia del modelo de desarrollo dominante.

Las propuestas tecnológicas ocurren en situaciones donde dominan determinadas condiciones sociales económicas y políticas y donde prevalecen determinadas relaciones de fuerza. Por lo tanto, no pueden ser analizadas al margen de las lógicas político-económicas globales. Así, la propuesta que impulsa la coalición dominante es vista como el motor principal de la expansión económica, del progreso, de la modernidad y, en última instancia, como una fuerza que de un modo u

otro beneficia a toda la sociedad. Esta hegemonía dificulta visibilizar a las otras opciones tecnológicas como modelos viables. Pero como bien señala Newel (2009), las hegemonías nunca son completas y, necesariamente, también generan vulnerabilidades, fragilidades, oportunidades y nuevos espacios de resistencia.

Bibliografía

- Ahmad, P.; Ashraf, M.; Younis, M.; Hu, X.; Kumar, A.; Akram, N. A. y Al-Qurainy, F. (2012). "Role of transgenic plants in agriculture and biopharming". *Biotechnology Advances* 30: 524–540.
- Altieri, M. A. (1999). Agroecología. Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. Montevideo, Nordan-Comunidad.
- Aranda, D. (2015). Tierra Arrasada. Buenos Aires, Sudamericana.
- Ariñelarena, A. J. M. y Gómez, S. E. (2008). "Eutroficación en las lagunas pampeanas. Efectos secundarios sobre los peces". *Biología Acuática*, 24: 43-48.
- Barfoot, P. y Brookes, G. (2014). "Key global environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996-2012". *GM Crops and Food: Biotechnology in Agriculture and the Food Chain* 5(2): 1-12.
- Brookes, G. y Barfoot, P. (2017a). Farm income and production impacts of using GM crop technology 1996–2015. *GM Crops & Food*, 8:3, 156-193.
- Brookes, G. y Barfoot P. (2017b) Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2015: Impacts on pesticide use and carbon emissions. *GM Crops & Food*, 8:2, 117-147.
- Basiago, A. D. (1994). "The limits of technological optimism". *The Environmentalist*, 14(1): 17-22.
- Bebbington, A. (2012). "Underground Political Ecologies: The Second Annual Lecture of the Cultural and Political Ecology Specialty Group of the Association of American Geographers". *Geoforum* 43: 1152–62.
- Bertolaccini, I; Bouzo, C.; Larsen, N. y Favaro, J. C. (2010). "Especies del género *Euxesta* Loew (Diptera: Ulidiidae (= Otitidae)) plagas de maíces dulces Bt en la provincia de Santa Fe, Argentina". *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 69(1-2): 123-126.
- Borlaug, N. E. (2007). "Sixty-two years of fighting hunger: personal recollections". *Euphytica* 157: 287–297.

- Burachik, M. (2010). "Experience from use of GMOs in Argentinian agriculture, economy and environment". *New Biotechnology* 27(5): 588-592.
- Cáceres, D. M. (1993). *Peasant Strategies and Models of Technological Change. A Case Study from Central Argentina*. Tesis de Mphil. Manchester University.
- Cáceres, D. M. (2014). Amenazas y desafíos que enfrenta el campesinado en Argentina. ¿Descampesinización o Persistencia?. En C. Craviotti (Ed.) *Agricultura Familiar en Latinoamérica. Continuidades, Transformaciones y Controversias*, pp 205-232. Editorial Ciccus, Buenos Aires.
- Cáceres, D. M. (2015a). Tecnología Agropecuaria y Agronegocios. La Lógica Subyacente del Modelo Tecnológico Dominante. *Mundo Agrario*, 16(31),
- Cáceres, D. M. (2015b). "Accumulation by Dispossession and Socio-Environmental Conflicts Caused by the Expansion of Agribusiness in Argentina". *Journal of Agrarian Change* 15(1): 116-147.
- Chen, R.; Huang, J. y Qiao, F. (2013). "Farmers' knowledge on pest management and pesticide use in Bt cotton production in China". *China Economic Review* 27: 15-24.
- Cruzate, G. A. y Casas, R. (2012). "Extracción y balance de nutrientes en los suelos agrícolas de la Argentina". *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 6: 7-14.
- Duke, S. O. y Powles, S. B. (2009). "Glyphosate resistant crops and weeds: Now and in the future". *AgBioForum* 12: 346-357.
- Elgert, L. (2012). "Certified discourse? The politics of developing soy certification standards". *Geoforum*, 43(2): 295-304.
- Ervin, D. y Jussaume, R. (2014). "Integrating Social Science into Managing Herbicide-Resistant Weeds and Associated Environmental Impacts". *Weed Science* 62(2):403-414.
- FAO. (2008). "Guidance on the Use of Environmental Impact Quotient in IPM Impact Assessment". *IPM Impact Assessment Series*, Guidance Document No 2.
- Ferrer, G.; Barrientos, M. y G. Saal. (2016). Caracterización de las ferias francas de productores agropecuarios en la provincia de Córdoba (Argentina). *Fave – Ciencias Agrarias*, 15(1), 1-11.
- Fishmana, Y.; Beckerb, N. y Shechterc, M. (2012). "The Polluter Pays Principle as a policy tool in an externality model for nitrogen fertilizer pollution". *Water Policy* 14: 470-489.

- Food Information Council. 2014. *Consumer Perceptions of Food Technology Survey*. <http://www.foodinsight.org/2014-foodtechsurvey>
- García, F. O. y González-Sanjuan, M. F. (2013). “La nutrición de suelos y cultivos y el balance de nutrientes: ¿Cómo estamos?”. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 9: 2-7.
- Gras, C. y Hernández, V. (2013). “Los pilares del modelo *agribusiness* y sus estilos empresariales”. En Gras C, Hernández V. *El agro como negocio. Producción, sociedad y territorios en la globalización*. Buenos Aires, Biblos.
- Gras, C; y Hernández, V. (2016). “Hegemony, Technological Innovation and Corporate Identities: 50 Years of Agricultural Revolutions in Argentina”. *Journal of Agrarian Change*, 16(4): 675-683.
- Gudynas, E. (2009). “Diez tesis urgentes sobre el nuevo extractivismo: contextos y demandas bajo el progresismo sudamericano actual”. En CAAP/CLAES *Extractivismo Política y Sociedad*. Quito, CAAP/CLAES.
- Horne, P. y Page, J. (2008). *Integrated Pest Management for Crops and Pastures*. Collingwood, Landlinks Press.
- Horrigan, L.; Lawrence, R. S. y Walker, P. (2002). “How Sustainable Agriculture Can Address the Environmental and Human Health Harms of Industrial Agriculture”. *Environmental Health Perspectives* 110 (5): 445–56.
- Howard, A. (1943). *An Agricultural Testament*. Oxford: Oxford University Press.
- Huang, J.; Hu, R.; Pray, C.; Qiao, F. y Rozelle, S. (2003). “Biotechnology as an alternative to chemical pesticides: a case study of Bt cotton in China”. *Agricultural Economics* 29: 55–67.
- Integrated Pest Management Program. (2012). *A Method to Measure the Environmental Impact of Pesticides*. <http://www.nysipm.cornell.edu/publications/eiq/equation.asp>
- ISAAA. (2014). *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2013*. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/46/executivesummary/default.asp>
- Kleffmann Group. (2013). *Mercado Argentino de Productos Fitosanitarios 2012*. Buenos Aires, Kleffmann Group 2013.
- Kovach, J.; Petzoldt, C.; Degnil, J. y Tette, J. (1992). “A Method to measure the environmental impact of pesticides”. *New York's Food and Life Sciences Bulletin* 139: 1-8.
- Laursen, L. (2010). “How green biotech turned white and blue”. *Nature biotechnology* 28(5): 393-395.

- Leslie, I.S. (2017). Improving farmers markets and challenging neo-liberalism in Argentina. *Agriculture and Human Values*, 34(3), 729-742.
- Martínez Dougnac, G. (2013). De Especie Exótica a Monocultivo. Estudios sobre la Expansión de la soja en Argentina. Buenos Aires, Imago Mundi.
- McKnight, U. S.; Rasmussen, J. J.; Kronvang, B.; Bjerg, P. L. y Binning, P. J. (2012). "Integrated assessment of the impact of chemical stressors on surface water ecosystems". *Science of the Total Environment* 427-428: 319-331.
- Meissle, M.; Romeis, J. y Bigler, F. (2011). "Bt maize and integrated pest management – a European perspective". *Pest Management Science* 67: 1049-1058.
- Mesnage, R.; Defarge, N.; Spirox de Vendômois, J. y Séralini, G. E. (2014). "Major Pesticides are More Toxic to Human Cells than their Declared Active Principles". *BioMed Research International*, Article ID 179691.
- Myers, J. P.; Antoniou, M. N.; Blumberg, B.; Carroll, L. E.; Colborn, T.; Everett, L. G.; Hansen, M. P.; Landrigan, P. J.; Lanphear, B. P.; Mesnage, R.; Vandenberg, L. N.; Saal, F. S.; Welshons, W. V., y Benbrook C. M. (2016). Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health*, 15:19.
- Mollison, B. (1981). *Permaculture: A Designers Manual*. Tasmania, Tagari.
- Mortensen, D. A.; Egan, J. F.; Maxwell, B. D.; Ryan, M. R. y Smith, R. G. (2012). "Navigating a Critical Juncture for Sustainable Weed Management". *BioScience* 62(1): 75-84.
- Munn, M. D.; Gilliom, R. J.; Moran, P. W. y Nowell, L. H. (2006). *Pesticide toxicity index for freshwater aquatic organisms*. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2006-5148, Denver.
- United Nations (2017). Report of the Special Rapporteur on the right to food. Documento A/HRC/34/48.
- Newell, P. (2009). "Bio-Hegemony: The Political Economy of Agricultural Biotechnology in Argentina". *Journal of Latin American Studies* 41(1): 27-57.
- Nogueira, M. E.; Urcola, M. A. y M. Lattuada (2017). La gestión estatal del desarrollo rural familiar en Argentina: estilos de gestión y análisis de coyuntura 2004-2014 y 2015-2017. *Revista Latinoamericana de Estudios Rurales*, 2(4), 25-59.

- Patel, R. (2012). The long green revolution. *Journal of Peasant Studies* 40(1): 1-63.
- Pengue, W. A. (2009). "Cuestiones económico-ambientales de las transformaciones agrícolas en las pampas". *Problemas del Desarrollo*, 40(157): 137-161.
- Pérez, D., Seplovich, J., Gusman, N. y Vidal, V. (2018). Construcción de alternativas alimentarias en cuatro provincias de Argentina. *Revista Colombiana de Sociología*, 41(2), 21-40.
- Phipps, R. H.; Park, J. R. (2002). "Environmental Benefits of Genetically Modified Crops: Global and European Perspectives on Their Ability to Reduce Pesticide Use". *Journal of Animal and Feed Sciences* 11: 1-18.
- Pietrarelli, L. Transformación tecnológica-productiva de sistemas agropecuarios de la región central de la Provincia de Córdoba entre 1997 y 2004. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Córdoba. (2009).
- Pratley, J.; Urwin, N.; Stanton, R.; Baines, P.; Broster, J.; Cullis, K.; Schafer, D.; Bohn, J. y Krueger, R. (1999). "Resistance to Glyphosate in *Lolium rigidum*. I. Bioevaluation". *Weed Science* 47: 405-411.
- Presidencia de la Nación Argentina (2012). <http://www.presidencia.gob.ar/discursos/25947-acto-de-inauguracion-de-un-emprendimiento-de-produccion-porcina-en-la-localidad-de-juan-llerena-departamento-pedernera-provincia-de-san-luis-palabras-de-la-presidenta-de-la-nacion>
- REM. (2016). Alertas. <http://www.aapresid.org.ar/rem/alertas/>
- Rodríguez, J. L. (2010). "Consecuencias económicas de la difusión de la soja genéticamente modificada en argentina, 1996-2006". En Bravo A. L. Los Señores de la Soja. Ciccus, Buenos Aires.
- Rosner, L. (2004). "Introduction". En Rosner L. The technological fix. How people use technology to create and solve problems. New York, Routledge.
- Service, R. F. (2013). "What Happens When Weed Killers Stop Killing?". *Science* 341(6152): 1329.
- Sández, F. 2016. La Argentina Fumigada. Buenos Aires, Planeta.
- Steiner, R. (2009). Curso sobre Agricultura Biológica Dinámica. Buenos Aires, Antroposófica.
- Stevens, J.; Dunse, K.; Fox, J.; Evans, S. y Anderson, M. (2012). Biotechnological Approaches for the Control of Insect Pests in Crop

- Plants. En Soundararajan, R. P. *Pesticides - Advances in Chemical and Botanical Pesticides*. InTech Open.
- Svampa M. y Viale E. (2015). Maldesarrollo. La Argentina del Extractivismo y el Despojo. Buenos Aires, Katz.
- Svampa, M. (2013). “Consenso de los *Commodities*’ y lenguajes de valoración en América Latina”. *Nueva Sociedad* 244: 30-46.
- Tabashnik, B. E.; Brévault, T. y Carrière, Y. (2013). “Insect resistance to Bt crops: lessons from the first billion acres”. *Nature Biotechnology* 31: 510-521.
- Tabashnik, B. E.; Mota-Sanchez, D.; Whalon, M. E.; Hollingworth, y R. M.; Carrière, Y. (2014). “Defining Terms for Proactive Management of Resistance to Bt Crops and Pesticides”. *Journal of Economic Entomology* 107(2):496-507.
- Tabashnik, B. E. y Y. Carrière (2017). Surge in insect resistance to transgenic crops and prospects for sustainability. *Nature Biotechnology*, 35(19), 926-935.
- Thompson, H. (2012). “War on weeds loses ground. The rise of herbicide-resistant varieties drives a search for fresh methods of control”. *Nature* 485: 430.
- Tittonell, P. (2014). “Ecological intensification of agriculture - sustainable by nature”. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8: 53–61.
- Vandenberg L. N.; Blumberg, B.; Antoniou, M. N.; Benbrook, C. M.; Carroll, L.; Colborn, T.; Everett, L. G.; Hansen, M.; Landrigan, P. J.; Lanphear, B. P.; Mesnage, R.; vom Saal, F. S.; Welshons, W. V.; y J. P. Myers. (2017). Is it time to reassess current safety standards for glyphosate-based herbicides? *Journal of Epidemiology and Community Health*, 71(6), 613-618.
- Vanlaeys, A.; Dubuisson, F.; Seralini; G. E., y C. Travert (2018). Formulants of glyphosate-based herbicides have more deleterious impact than glyphosate on TM4 Sertoli cells. *Toxicology in Vitro*, 52, 14-22.
- Virla, E. G., Casuso, M. y Frias, E. A. (2010). “A preliminary study on the effects of a transgenic corn event on the non-target pest *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae)”. *Crop Protection*, 29(6): 635-638.
- Wang, S; Just, D. R. y Pinstrup-Andersen, P. (2008). “Bt-cotton and secondary pests”. *International Journal of Biotechnology* 10(2/3): 113-121.

- Wender, M. J. (2011). “Goodbye family farms and hello agribusiness: the story of how agricultural policy is destroying the family farm and the environment”. *The Villanova Environmental Law Journal* 22(1): article 6.
- Williams, M. (2009). “Feeding the world? Transnational corporations and the promotion of genetically modified food”. En J. Clapp y D. Furch. *Corporate Power in Global Agrifood Governance*. Cambridge, Mass, MIT Press.

Biotecnología y poder.

¿Usan los cultivos transgénicos menos agroquímicos?

Fecha de recepción: 17/4/2018

Fecha de aceptación: 3/6/2018