VEINTE AÑOS DE CULTIVOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS EN LA AGRICULTURA ARGENTINA

Eduardo J. Trigo

Noviembre de 2016

ArgenBio
Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología

TRANSGÉNICOS 20 años

Veinte Años de Cultivos Genéticamente Modificados en la Agricultura Argentina

Eduardo J. Trigo

Noviembre de 2016





El presente estudio fue financiado por el Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología – ArgenBio.

ArgenBio
Consejo Argentino para la Información
y el Desarrollo de la Biotecnología

Sobre el autor:

El Dr. Eduardo J. Trigo es investigador independiente miembro de FORGES y de Grupo CEO, entidades relacionadas a la investigación y el asesoramiento en el sector agropecuario. El autor agradece los aportes, sugerencias y comentarios del Dr. Eugenio J. Cap, Profesional Consulto del Instituto de Economía y Sociología del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA, y la colaboración de Federico Villarreal, investigador asociado de FORGES, en el desarrollo de este documento.

Sobre ArgenBio:

ArgenBio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología) es una institución sin fines de lucro que tiene como misión divulgar información sobre la biotecnología, contribuyendo a su comprensión a través de la educación y estimulando su desarrollo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO 7

CAPÍTULO 1

LOS CULTIVOS GM EN LA AGRICULTURA ARGENTINA 9

CAPÍTULO 2

LOS IMPACTOS ECONÓMICOS DE LOS CULTIVOS GM EN LA AGRICULTURA ARGENTINA 13

2.1 Introducción y planteo metodológico 13

2.2 La soja GM. Un análisis retrospectivo de impactos de su adopción (1996-2015) 13

2.2.1 Impactos económicos directos a nivel nacional 13

2.2.1.1 Beneficios por reducción de costos de producción 13

2.2.1.2 Beneficios por expansión del área cultivable de soja 14

2.2.2 Impacto económico indirecto a nivel nacional: generación de empleos 20

2.3 Los maíces GM. Un análisis retrospectivo de impactos de su adopción (1998-2015) 22

2.3.1 Beneficios del maíz resistente a lepidópteros (Bt) 22

2.3.2 Beneficios de los maíces “apilados” 22

2.3.3 Resumen de impactos de los maíces Bt y de los maíces Bt+TH 22

2.4 El algodón GM. Un análisis retrospectivo de impactos de su adopción (1998-2015) 24

2.4.1 Beneficios del algodón Bt 24

2.4.2 Beneficios del algodón TH 24

2.4.3 Resumen de los impactos del algodón GM 25

2.5 Resumen de los beneficios económicos de los cultivos GM (1996-2015) 26

2.6 Los impactos a nivel global de la adopción de los cultivos GM en la agricultura argentina 27

2.6.1 Los impactos globales en una perspectiva a largo plazo 29

CAPÍTULO 3

OTROS IMPACTOS VINCULADOS A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS 33

3.1 Los impactos asociados a las expansión de la siembra directa (SD) 33

3.2 Los impactos asociados a la “sojización” de la agricultura argentina 34

3.3 Los impactos asociados al uso de herbicidas e insecticidas 36

3.4 Los impactos asociados a la expansión del cultivo hacia áreas de mayor fragilidad y al balance de fósforo en los suelos dedicados a soja 38

CAPÍTULO 5

EL DESAFÍO DE MANTENER LA COMPETITIVIDAD 41

BIBLIOGRAFÍA 43

RESUMEN EJECUTIVO

Argentina es uno de los países líderes a nivel mundial en la utilización de cultivos genéticamente modificados (GM) en su agricultura. En la actualidad, cultiva unas 24,5 millones de hectáreas de soja, maíz y algodón transgénicos con distintas combinaciones de tolerancia a herbicidas y resistencia a insectos. La incorporación de estas tecnologías comenzó a mediados de la década de 1990, prácticamente al mismo tiempo que la primera – la soja tolerante al herbicida glifosato – estuvo disponible a nivel internacional y ha continuado hasta el presente, para representar, en la actualidad, casi la totalidad del área sembrada con estos cultivos.

Este proceso, casi sin precedentes en la agricultura moderna, ha representado enormes beneficios económicos para el país. En los 20 años transcurridos desde la primera campaña agrícola en que se utilizaron los materiales GM, los beneficios brutos acumulados generados por los tres cultivos mencionados y las distintas tecnologías incorporadas a los mismos, se estiman en un total de 126.969,27 millones de dólares. De ese total, 118.355,91 millones correspondieron a la soja, 5.510,50 millones al maíz y 3.102,86 millones al algodón. En el caso de la soja, la mayor parte de los beneficios - 112.869,17 millones de dólares – se generaron a partir de la expansión del área cultivada, mientras que también existió una reducción de costos por un valor de 5.486,10 millones de dólares; la mayor parte de estos beneficios fueron a favor de los productores agropecuarios (65,9%), mientras que el 27,4 % fueron al Gobierno Nacional – a través de las retenciones a la exportación – y el 6,7 % restante fueron a los proveedores de insumos (semillas y herbicidas, en partes aproximadamente iguales). En el caso del maíz, 45,2 % de los beneficios fueron a manos de los productores, 17,7 % al Gobierno Nacional y el 37,1 % a los proveedores de tecnología (con aproximadamente un 31,4% para los proveedores de semillas). Por último, la mayor parte de los beneficios del algodón GM fueron captados por los productores (95%), con el 5% restante distribuido entre proveedores de semillas (3,04%) y herbicidas (1,87%). En términos de la distribución de estos beneficios entre las distintas escalas de producción, si bien esto no fue explícitamente analizado, los niveles de adopción de las tecnologías que abarcan la casi totalidad del área cultivada indican que no ha habido diferencias en cuanto a la apropiación de los beneficios por parte de los distintos estratos.

Los beneficios mencionados han sido estimados en base al modelo SIGMA, desarrollado por el INTA y que utiliza información de base generada por el Estudio del Perfil Tecnológico del Sector Agropecuario Argentino, suplementada por información del MINAGRO, ArgenBio, INDEC y FAO.

Adicionalmente a las dimensiones mencionadas más arriba, los excedentes generados a través de estas tecnologías se deberían haber reflejado en la generación de empleo. En particular, este estudio estima que, desde su introducción en 1996 y la última campaña agrícola (2015/2016), se deberían haber creado un total de 2.052.922 de puestos de trabajo.

Complementariamente al análisis reseñado arriba y dada la importancia de la soja argentina en la oferta mundial, se estimó el impacto global en términos de disminución del gasto de los consumidores (por reducción del precio internacional) asociado a la adopción de la soja GM por parte de los agricultores nacionales. El total acumulado de estos beneficios para el período 1996-2016, se estima en 152,7 miles de millones de dólares, lo que sumado a los 118,35 miles de millones de dólares de beneficios estimados para la economía argentina, indican que el total acumulado por estas tecnologías a nivel global es un total de 271 miles de millones de dólares. En términos de precios, se estima de que de no haber sido por esta producción adicional, los precios de la soja hubiesen sido un 14% más altos de lo que efectivamente fueron. Además de estas estimaciones, un análisis contrafáctico de cuál hubiese sido el impacto sobre el Índice Global de Precios de los Alimentos de la FAO (Food Price Index en la versión original en inglés), indica que de no haber existido el shock de oferta que representó la expansión de la producción argentina, el índice habría llegado a niveles muy por encima de lo que llegó en los años 2008 y 2010, con las inevitables inestabilidades sociales que esos valores podrían haber gatillado.

El presente documento está organizado en cuatro capítulos. El capítulo 1 se plantea como introducción a la temática y resume los hitos más salientes del proceso de introducción de los cultivos GM en la agricultura argentina, incluyendo los cultivos y tecnologías autorizadas por el sistema regulatorio y la dinámica de adopción a través del tiempo.

El capítulo 2 es el centro del estudio y se concentra en el análisis del impacto económico de las tecnologías GM que han sido incorporadas a la producción y cómo esos beneficios se han distribuido entre los actores involucrados. Asimismo, el capítulo incluye otros aspectos, como el impacto que el proceso de innovación tuvo sobre la creación de empleo en el país y también sobre el ingreso neto de los consumidores globales del efecto, sobre el precio internacional de la soja, de la expansión de su cultivo en la Argentina. Se presenta, además, el análisis contrafáctico de cómo hubiesen evolucionado los mercados internacionales de no haberse dado ese proceso.

El capítulo 3 se enfoca en otros aspectos relacionados al proceso de adopción como su interacción con la incorporación de la siembra directa y otros impactos de tipo ambiental, incluida una reflexión sobre la naturaleza del proceso de "sojización" que ha caracterizado la evolución de la agricultura argentina en las últimas dos décadas.

Finalmente, el capítulo 4 presenta una reflexión sobre el pasado y el porvenir y, especialmente, sobre la importancia de mantener a la biotecnología agrícola como una política de Estado. En este sentido, se enfatiza que el futuro será de creciente complejidad en cuanto a la demanda de soluciones tecnológicas para que la producción agropecuaria argentina continúe en el sendero expansivo que ha tenido en las últimas décadas. Al mismo tiempo, se anticipan nuevas oportunidades surgidas de la consolidación de la bioeconomía como opción estratégica tanto a nivel global como en el ámbito nacional. A nivel global, para hacer frente de manera sustentable a las demandas de una población en constante crecimiento, con recursos cada vez más escasos y acotados por los efectos del cambio climático e, incluso, el eventual desplazamiento del petróleo como base de la matriz energética; en el ámbito nacional, para orientar los procesos de inversión indispensables en la nueva etapa que encara el país. La biotecnología es un componente esencial en cualquiera de estos niveles o escenarios que se quieran plantear; el desafío está en encontrar los senderos e instrumentos de políticas adecuados para las necesidades de estos tiempos, de manera de asegurar que el país pueda seguir siendo, como hasta ahora, líder en este campo del desarrollo tecnológico.

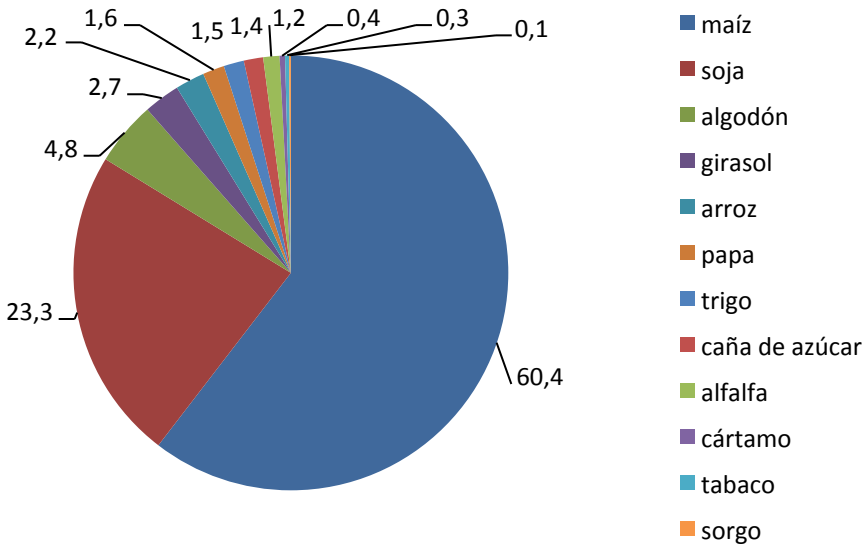
CAPÍTULO 1
LOS CULTIVOS GM EN LA AGRICULTURA ARGENTINA

Si bien el primer cultivo transgénico o genéticamente modificado (GM) se introduce en la agricultura argentina durante la campaña agrícola de 1996/1997, el proceso de incorporación de la biotecnología agrícola se inicia cinco años antes, con la creación de la Comisión Nacional Asesora de Bioseguridad Agropecuaria (CONABIA) en el marco de lo que en ese momento era la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Desde ese entonces, la CONABIA fue responsable de regular la experimentación y liberación comercial de los eventos GM, permitiendo que las nuevas tecnologías se incorporaran rápidamente a los sistemas productivos del país[1].

En efecto, desde 1991 el marco regulatorio argentino ha autorizado más de 2.000 ensayos de campo con diferentes combinaciones cultivo-característica, siendo el maíz, la soja y el algodón los cultivos más ensayados, aunque también se han probado tecnologías similares en otros cultivos, como trigo, arroz, papa, girasol y forrajeras (alfalfa), entre otras (Gráfico 1.1).

Gráfico 1.1

Evaluaciones de ensayos a campo, en porcentaje (1991-2015)



Fuente: Dirección de Biotecnología, Ministerio de Agroindustria

En cuanto a las innovaciones aprobadas para siembra comercial, se han autorizado hasta hoy treinta y seis eventos (y combinaciones de eventos), principalmente de maíz, soja y algodón, incluyendo las características de tolerancia a herbicida, resistencia a insectos o combinaciones de ambas. Asimismo, en los últimos años se han aprobado una variedad de papa con resistencia a virus, una soja con alto contenido de ácido oleico y tolerancia a herbicida y una soja con tolerancia a estrés hídrico (Tabla 1.1).

[1] Con el correr del tiempo y la llegada de nuevas tecnologías, el marco regulatorio para los cultivos GM se amplía y perfecciona: en 1999 empieza a funcionar el Comité Técnico Asesor en el Uso de OGM (bajo el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, SENASA) para la evaluación de la aptitud alimentaria de los cultivos transgénicos y sus productos, y en 2011 se revisan y actualizan las normativas que hoy rigen las actividades con cultivos GM en Argentina (Res. SAGYP Nº763/11 y otras).

Tabla 1.1

Eventos y combinaciones de eventos GM con autorización comercial en Argentina

Cultivo	Característica introducida	Evento/combinación	Año de aprobación
Soja	Tolerancia a glifosato	40-3-2	1996
Maíz	Resistencia a lepidópteros	176	1998
Maíz	Tolerancia a glufosinato de amonio	T25	1998
Algodón	Resistencia a lepidópteros	MON531	1998
Maíz	Resistencia a lepidópteros	MON810	1998
Algodón	Tolerancia a glifosato	MON 1445	2001
Maíz	Resistencia a lepidópteros	Bt11	2001
Maíz	Tolerancia a glifosato	NK603	2004
Maíz	Resistencia a lepidópteros, tolerancia a glufosinato de amonio	TC1507	2005
Maíz	Tolerancia a glifosato	GA21	2005
Maíz	Tolerancia a glifosato, resistencia a lepidópteros	NK603 X MON810	2007
Maíz	Tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio, resistencia a lepidópteros	1507 X NK603	2008
Algodón	Tolerancia a glifosato, resistencia a lepidópteros	MON 1445 X MON531	2009
Maíz	Tolerancia a glifosato, resistencia lepidópteros	Bt11 X GA21	2009
Maíz	Resistencia a lepidópteros	MON89034	2010
Maíz	Resistencia a coleópteros y tolerancia a glifosato	MON88017	2010
Maíz	Resistencia a lepidópteros y coleópteros, tolerancia a glifosato	MON89034 X MON88017	2010
Maíz	Resistencia a lepidópteros	MIR162	2011
Soja	Tolerancia a glufosinato de amonio	A2704-12	2011
Soja	Tolerancia a glufosinato de amonio	A5447-127	2011
Maíz	Resistencia a lepidópteros y tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio	Bt11xGA21xMIR162	2011
Maíz	Tolerancia a glifosato y a herbicidas inhibidores de la ALS	DP-098140-6	2011
Maíz	Resistencia a coleópteros	MIR604	2012
Maíz	Resistencia a coleópteros y lepidópteros, tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio	Bt11 x MIR162 x MIR604 x GA21 y combinaciones intermedias	2012
Maíz	Resistencia a lepidópteros, tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio	MON89034 x TC1507 x NK603	2012
Maíz	Resistencia a lepidópteros, tolerancia a glifosato	MON89034 x NK603	2012
Soja	Resistencia a lepidópteros, tolerancia a glifosato	MON87701 X MON89788	2012
Soja	Tolerancia a herbicidas imidazolinonas	CV127	2013
Maíz	Resistencia a lepidópteros, tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio	TC1507 x MON810 x NK603 TC1507 x MON810	2013
Maíz	Resistencia a lepidópteros, tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio	Bt11 x MIR162 x TC1507 x GA21 y combinaciones intermedias	2014

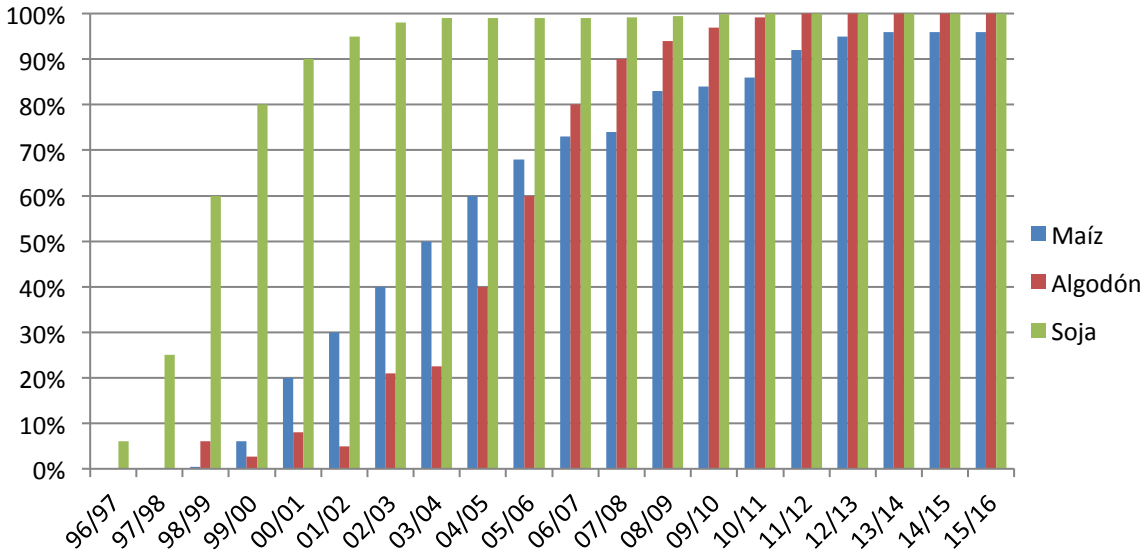
Soja	Tolerancia a los herbicidas 2,4-D, glufosinato de amonio y glifosato	DAS-44406-6	2015
Papa	Resistencia al virus PVY	SY233	2015
Soja	Alto contenido de ácido oleico, tolerancia a inhibidores de la ALS y glifosato	DP-305423 x MON-04032-6	2015
Soja	Resistencia a sequía	IND 410 (Hb4)	2015
Algodón	Tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio	GHB614 x LLCotton25	2015
Maíz	Resistencia a lepidópteros, tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio	TC1507 x MON810 x MIR162 x NK603 y combinaciones intermedias	2016

Fuente: Ministerio de Agroindustria (actualizado a octubre de 2016)

A nivel productivo, en la campaña 2015/2016, de las aproximadamente 24,5 millones de hectáreas cultivadas con transgénicos, alrededor de 20,3 millones correspondieron a soja, en su mayoría tolerante a herbicida, pero con un porcentaje creciente de las nuevas variedades apiladas con resistencia a insectos. En la misma campaña se sembraron unas 3,8 millones de hectáreas de maíz GM, de las cuales más del 70% correspondieron a híbridos con genes apilados para tolerancia a herbicidas y resistencia a insectos, y el resto con resistencia a insectos o tolerancia a herbicidas solamente. En cuanto al algodón, se cultivaron unas 400.000 hectáreas de variedades GM, de las cuales el 90% correspondió a materiales con tolerancia a herbicida y resistencia a insectos y el resto con tolerancia a herbicida solamente (ArgenBio, 2016). Estos guarismos indican que alrededor del 100% de la superficie de soja y de algodón, y casi el 95% del área de maíz en Argentina fueron cultivados en la última campaña con híbridos o variedades GM (Gráfico 1.2) y que Argentina se mantiene como el tercer productor mundial, detrás de Estados Unidos y Brasil, en cuanto a uso de estas tecnologías (James, 2015).

Gráfico 1.2

Evolución de la participación de los cultivos GM sobre el total del área para cada especie



Fuente: ArgenBio, 2016

La tasa de adopción de los cultivos transgénicos en Argentina representa un proceso de incorporación de tecnologías sin precedentes, tanto a nivel internacional como local. De hecho, solo es comparable a lo ocurrido con el maíz híbrido en el estado de Iowa (EEUU) en la década de 1930, pero es mucho más acelerado de lo que ocurrió con esas tecnologías en los otros estados del "corn belt" americano y en otras partes del mundo con las tecnologías de la "revolución verde". Incluso en Argentina, los cultivos GM se han incorporado más rápidamente que otras tecnologías paradigmáticas, como los híbridos de maíz o los trigos con germoplasma mejicano. En estos casos llevó 27 y 12 años, respectivamente, superar el 80% de área bajo cultivo en cada especie, mientras que en las variedades GM esos guarismos se alcanzaron en menos de una década (Trigo, 2011).

Sin duda, algunas cuestiones fueron determinantes para que esto ocurriera: la naturaleza de las tecnologías, algunas similitudes agroecológicas entre la región pampeana y los agroecosistemas para los cuales las tecnologías fueron originalmente desarrolladas, la existencia en la Argentina de sólidos programas de fitomejoramiento, una industria de semillas y servicios agropecuarios consolidados y el marco institucional requerido para la adecuada gestión de este tipo de tecnologías.[2,3] Pero independientemente de la indudable importancia de estos aspectos, que sobre todo han afectado a la "oferta" o disponibilidad de tecnologías en el ámbito local, los factores más determinantes hay que buscarlos en la ubicuidad de las nuevas tecnologías respecto de los planteos productivos prevalecientes en el país, principalmente en lo referido a su sinergia con las prácticas de Siembra Directa (SD) o laboreo reducido que comenzaban a aplicarse en respuesta a necesidades agronómicas y de calidad de suelos en muchas regiones productoras y, luego, como se verá en el cuerpo principal de este informe, la potencia económica – tanto a nivel micro como macro – de las nuevas tecnologías.[4]

[2] En cuanto al marco institucional se debe resaltar lo referido al marco institucional para la protección de la propiedad intelectual y los derechos de los obtentores de las variedades vegetales (Ley 20.247 de Semillas y Creaciones Fitogenéticas) y, especialmente, la creación de un marco regulatorio en 1991 con la responsabilidad de la evaluación de riesgo de los nuevos productos biotecnológicos.

[3] Para una análisis más exhaustivo de estos aspectos ver Trigo, et. al., 2002

[4] La SD comenzó a ganar importancia en la agricultura argentina a fines de los '80, debido a que en muchas de las zonas más importantes de la región pampeana los efectos acumulativos de la erosión del suelo, resultante de la "agriculturalización" sobre la base de prácticas tradicionales de laboreo, ya comenzaban a manifestarse negativamente en los resultados operativos de la explotación[4]. Este efecto sobre los rendimientos y, a través de éstos, sobre la propia viabilidad económica de la agricultura, junto con el hecho de que, como resultado de los procesos de desregulación y apertura de la economía, se amplió la disponibilidad de maquinaria agrícola apropiada, y junto también con la reducción de los costos directos (producto de la eliminación de tareas de laboreo) fueron una plataforma óptima para la difusión de la SD y para recuperar, en parte al menos, la productividad perdida. La sinergia con la soja tolerante a herbicida se da como consecuencia de que las prácticas de laboreo directo, al acortar el tiempo requerido entre la cosecha de trigo y la siembra de soja, hace factible el empleo exitoso de variedades de soja de ciclo corto como cultivo de segunda, y viabiliza un planteo trigo-soja de segunda en zonas donde no era agronómicamente factible. Este efecto ha sido, sin duda, uno de los principales determinantes económicos de los cambios en los comportamientos productivos de muchos de los productores y se vio, hacia finales de la década de 1990 y comienzo de los años 2000, potenciado por la acelerada reducción del precio del glifosato, que pasó de alrededor de 10 dólares el litro, a principios de los años de 1990, a menos de 3 dólares en el año 2000 (Trigo, 2011)

CAPÍTULO 2
LOS IMPACTOS ECONÓMICOS DE LA ADOPCIÓN DE LOS CULTIVOS GM EN LA AGRICULTURA ARGENTINA

2.1 Introducción y planteo metodológico

La herramienta analítica empleada para estimar los impactos económicos de la disponibilidad de eventos GM en el sector agropecuario argentino consiste en un modelo matemático (SIGMA) desarrollado por el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). El modelo reconstruye, mediante ejercicios de simulación, la realidad que se observa en el campo en países como la Argentina, con una marcada heterogeneidad de realidades tecnológico-productivas, no atribuibles a diferencias agroecológicas sino a factores socio-económico-institucionales.

El componente clave del modelo es la reconstrucción del proceso de adopción, por parte de los productores, de innovaciones tecnológicas que generan modificaciones en la función de producción, induciendo el uso más eficiente de los recursos, lo que, a su vez, genera un incremento en el rendimiento, una reducción en el costo unitario, un aumento en la calidad del producto y/o una expansión del área potencialmente apta para la producción comercial del rubro en cuestión.

El modelo puede ser empleado para estudios *ex-ante* y *ex-post* y el resultado final es una estimación de los efectos sobre la producción agregada (regional o nacional), de escenarios alternativos de generación y adopción de tecnología. Esto es, SIGMA calcula el beneficio social (no la rentabilidad privada)[5]. Es decir, cuánto más sería producido (en volumen y valor) en comparación con una línea de base definida, por la adopción (por senderos que varían según el perfil del productor) de tecnologías ya disponibles en el mercado o a ser generadas en el futuro por el sistema de I+D (para mayores detalles, ver Anexo I).

Los datos empleados en las corridas de simulación incluidas en este capítulo (desagregados a nivel de zona agroecológica homogénea), fueron obtenidos del Estudio del Perfil Tecnológico del Sector Agropecuario Argentino (INTA, 2002), complementado por información del MAGyP/MINAGRO[6], ArgenBio, INDEC[7] y FAO[8].

2.2 La soja GM. Un análisis retrospectivo de impactos de su adopción (1996-2015)

2.2.1 Impactos económicos directos a nivel nacional

2.2.1.1 Beneficios por reducción de costos de producción

Se formuló el supuesto (conservador, en el sentido de que se prefirió subestimarlo) de que la adopción de variedades tolerantes a glifosato implica una reducción de los costos en un monto promedio de 20 USD/ha (Penna y Lema, 2003), reducción que es aplicable tanto a la soja de primera como a la de segunda (siguiendo al trigo) y que se produce, principalmente, por la eliminación de las labores e insumos asociados con la aplicación de herbicidas selectivos de pre y post-emergencia, que sí requieren las variedades convencionales. Estos beneficios son aplicables a toda el área dedicada a soja en cada año, ajustando siempre por el porcentaje de adopción correspondiente a ese año en particular. En la Tabla 2.1 se presenta un resumen agregado de los valores a nivel nacional.

[5] Según Worrell A. (1959), http://www.fao.org/docrep/X5392S/x5392s03.htm, los beneficios sociales son "las ganancias y los resultados de producción deseables que redundan sobre otras personas o sobre la sociedad misma y no sobre el empresario que los produce".
[6] Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca/Ministerio de Agroindustria, Presidencia de la Nación, República Argentina.
[7] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
[8] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Tabla 2.1

Evolución del beneficio bruto de la liberación de soja GM por reducción de costos de producción (1996-2015)

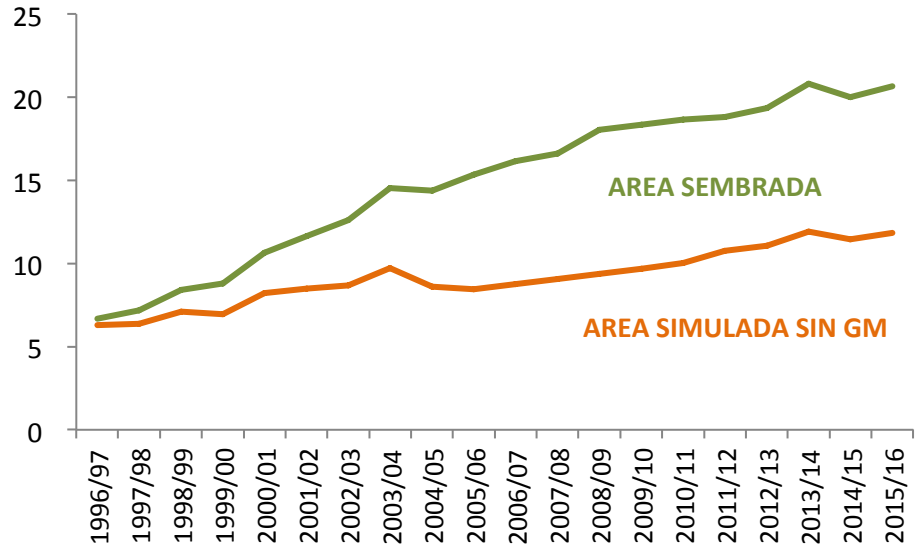
Campaña	Área con Soja GM	Beneficio Bruto
	(ha)	(M USD)
1996/97	370.000	7,40
1997/98	1.756.000	35,12
1998/99	4.800.000	96,00
1999/00	6.640.000	132,80
2000/01	9.000.000	180,00
2001/02	10.925.000	218,50
2002/03	12.446.000	248,92
2003/04	13.230.000	264,60
2004/05	14.058.000	281,16
2005/06	15.200.000	304,00
2006/07	15.840.000	316,80
2007/08	16.600.000	332,00
2008/09	17.000.000	340,00
2009/10	18.182.000	363,64
2010/11	18.700.000	374,00
2011/12	18.800.000	376,00
2012/13	19.120.000	382,40
2013/14	20.438.000	408,76
2014/15	20.500.000	410,00
2015/16	20.700.000	414,00
Total 1996-2015		**5.486,10**

2.2.1.2 Beneficios por expansión del área cultivable de soja

A partir de la aprobación de la soja tolerante a glifosato en 1996, se produjo un quiebre muy evidente de la tendencia de expansión del área sembrada con soja. Para el período 1971-1996, la tasa anual de incremento del área fue de 3,5%. Para el período 1997-2015, en cambio, la tasa pasó a ser de 9,4% anual. Para estimar la magnitud y evolución del flujo de beneficios brutos resultantes de la adopción por los productores agropecuarios de la soja GM, se recurrió a un enfoque contrafáctico, contrastando la serie de tiempo de área efectivamente cultivada con la oleaginosa, tal como fue publicada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA, desde 2007, MAGyP y desde 2015, MINAGRO), con los resultados de una corrida de simulación SIGMA, con una tasa de expansión de 3,5% anual para todo el período (reconstruyendo una secuencia de eventos que no ocurrieron por la disponibilidad de los materiales GM) (Gráfico 2.1).

Gráfico 2.1

Evolución del área sembrada real vs. área sembrada sin de soja GM, simulada por SIGMA (en millones de hectáreas)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la SAGPyA (desde 2007, MAGyP y desde 2015, MINAGRO) y corridas de simulación en SIGMA v2.2 (2016)

En la Tabla 2.2 se presenta la evolución del incremento del área sembrada con soja durante el período 1996-2015, atribuible a la adopción de los materiales GM.

Tabla 2.2

Área real sembrada con soja desde la liberación de la soja GM y datos simulados de la evolución de área sembrada sin tecnología GM (SIGMA)

Campaña	Área sembrada (ha)		Diferencia GM
	MAGyP/MINAGRO	Simulada sin soja GM	
1996/97	6.669.500	6.291.689	377.811
1997/98	7.176.250	6.369.623	806.627
1998/99	8.400.000	7.107.989	1.292.011
1999/00	8.790.500	6.950.402	1.840.098
2000/01	10.664.330	8.206.674	2.457.656
2001/02	11.639.240	8.487.098	3.152.142
2002/03	12.606.845	8.675.062	3.931.783
2003/04	14.526.606	9.720.962	4.805.644
2004/05	14.399.998	8.616.285	5.783.713
2005/06	15.329.000	8.451.997	6.877.003
2006/07	16.141.337	8.749.387	7.391.950
2007/08	16.603.525	9.055.615	7.547.910
2008/09	18.032.805	9.372.562	8.660.243
2009/10	18.343.272	9.700.602	8.642.670
2010/11	18.650.000	10.040.123	8.609.877
2011/12	18.800.000	10.771.921	8.028.079
2012/13	19.350.000	11.087.057	8.262.943
2013/14	20.800.000	11.917.870	8.882.130
2014/15	20.000.000	11.459.490	8.540.510
2015/16	20.650.000	11.831.924	8.818.076

Fuente: Elaboración propia en base a SAGPyA/MAGyP/MINAGRO y resultados de corridas de simulación SIGMA (2016).

En la Tabla 2.3 se presentan la evolución del beneficio bruto (medido en dólares) que se estimó valorizando, a partir de precios FOB Buenos Aires promedio de cada año, para el periodo 1996-2015, la producción obtenida en cada campaña atribuible a la expansión del área sembrada con soja por adopción de los materiales de soja GM.

Tabla 2.3

Evolución del impacto económico de la liberación de la soja GM por expansión del área cultivable (1996-2015)

Campaña	Área Sembrada Diferencia GM	Rendimiento MAGyP	Precio FOB	Beneficio Bruto
	(ha)	(t/ha)	(U$S/t)	(M USD)
1996/97	377.811	1,72	296,50	192,81
1997/98	806.627	2,69	221,83	481,99
1998/99	1.292.011	2,45	175,33	553,86
1999/00	1.840.098	2,33	187,42	803,96
2000/01	2.457.656	2,58	171,50	1.089,38
2001/02	3.152.142	2,63	198,00	1.641,70
2002/03	3.931.783	2,80	238,42	2.627,95
2003/04	4.805.644	2,21	268,08	2.843,92
2004/05	5.783.713	2,73	230,67	3.640,17
2005/06	6.877.003	2,64	225,56	4.098,36
2006/07	7.391.950	2,97	270,33	5.936,92
2007/08	7.547.910	2,82	486,00	10.348,23
2008/09	8.660.243	1,85	424,67	6.796,42
2009/10	8.642.670	2,91	362,67	9.105,46
2010/11	8.609.877	2,70	505,33	11.756,02
2011/12	8.028.079	2,15	570,00	9.824,68
2012/13	8.262.943	2,47	511,00	10.408,13
2013/14	8.882.130	2,70	529,00	12.686,35
2014/15	8.540.510	3,10	364,00	9.646,44
2015/16	8.818.076	2,79	341,00	8.386,42
Total 1996-2015				**112.869,17**

Fuente: Elaboración propia en base a datos de SAGPyA/MAGyP/MINAGRO y resultados de corridas de simulación SIGMA (2016).

En la Tabla 2.4 se presenta la evolución, para el período 1996-2015, del beneficio bruto por reducción de costos, por expansión del área cultivable y el total.

Tabla 2.4

Evolución del beneficio bruto total de la liberación de la soja GM

Campaña	Beneficio Bruto por Reducción de Costos	Beneficio Bruto por Expansión del Área Cultivable	Beneficio Bruto Total GM
	(M U$S)	(M U$S)	(M U$S)
1996/97	7,40	192,81	200,21
1997/98	35,12	481,99	517,11
1998/99	96,00	553,86	649,86
1999/00	132,80	803,96	936,76
2000/01	180,00	1.089,38	1.269,38
2001/02	218,50	1.641,70	1.860,20
2002/03	248,92	2.627,95	2.876,87
2003/04	264,60	2.843,92	3.108,52
2004/05	281,16	3.640,17	3.921,33
2005/06	304,00	4.098,36	4.402,36
2006/07	316,80	5.936,92	6.253,72
2007/08	332,00	10.348,23	10.680,23
2008/09	340,00	6.796,42	7.136,42
2009/10	363,64	9.105,46	9.469,10
2010/11	374,00	11.756,02	12.130,02
2011/12	376,00	9.824,68	10.200,68
2012/13	382,40	10.408,13	10.790,53
2013/14	408,76	12.686,35	13.095,11
2014/15	410,00	9.646,44	10.056,44
2015/16	414,00	8.386,42	8.800,42
Total 1996-2015	**5.486,10**	**112.869,17**	**118.355,27**

Fuente: Elaboración propia en base a datos de corridas de simulación en SIGMA v2.0 (2016)

En comparación con el período 1996-2011, el beneficio total acumulado se incrementó en un 81,5%. Esos 118,36 mil millones de dólares representan aproximadamente un 25% del Producto Bruto Interno argentino de 2015.

En la Tabla 2.5 se presenta la distribución del flujo del beneficio bruto total para el período 1996-2015 entre los actores principales del sector: productores agropecuarios, proveedores de insumos asociados con las tecnologías y el Estado Nacional (por derechos de exportación, vigentes a partir de la campaña 2002/2003).

Tabla 2.5

Distribución de los beneficios de la soja GM

Campaña	Beneficio Bruto Total (M U$S)	Productores (M U$S)	Proveedores de Tecnología (M U$S)		Estado (M U$S)
			Semilla (*)	Glifosato	
1996/97	200	189	6	5	-
1997/98	517	466	27	23	-
1998/99	650	525	74	51	-
1999/00	937	718	110	109	-
2000/01	1.269	1.067	72	131	-
2001/02	1.860	1.652	83	125	-
2002/03	2.877	2.146	83	122	526
2003/04	3.109	2.326	94	120	569
2004/05	3.921	2.921	88	184	728
2005/06	4.402	3.283	134	165	820
2006/07	6.254	4.914	234	213	893
2007/08	10.680	8.435	226	287	1.731
2008/09	7.136	3.763	202	240	2.931
2009/10	9.469	6.555	356	190	2.367
2010/11	12.130	8.384	281	154	3.311
2011/12	10.201	6.004	408	218	3.570
2012/13	10.791	6.300	420	294	3.777
2013/14	13.095	7.663	516	333	4.583
2014/15	10.056	5.737	496	304	3.520
2015/16	8.800	4.894	512	314	3.080
Total	**118.355**	**77.943**	**4.422**	**3.584**	**32.406**
			8.006		
Distribución porcentual		**65,9%**	**3,7%**	**3,0%**	**27,4%**

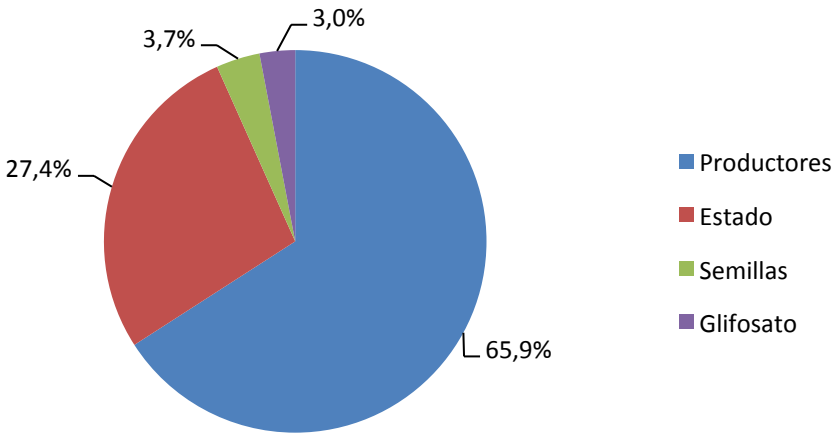
(*) Para las primeras diez campañas se computó el equivalente al 20% del área sembrada con soja GM (el 80% restante se distribuye de la siguiente manera: uso propio (32%) y bolsa blanca (48%). Sin embargo, para las últimas 10 campañas, se computó el equivalente al 50% del área sembrada con soja GM (el 50% restante corresponde a uso propio de la semilla y bolsa blanca).

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Márgenes Agropecuarios, Costamagna, 2004, INDEC y corridas de simulación en SIGMA v2.0 (2016)

En el Gráfico 2.2 se resume la distribución del beneficio bruto acumulado en el período 1996-2015 entre actores del sector.

Gráfico 2.2

Distribución de los beneficios acumulados generados por la soja GM en el período 1996-2015



Fuente: Tabla 2.5

En comparación con el estudio de los primeros 15 años (1996-2011), la participación de los productores en los beneficios descendió del 72,4% al 65,8%. La participación del sector proveedor de tecnología se mantuvo prácticamente constante (pasó del 6,4% al 6,7%). El Estado Nacional fue el actor que más incrementó su participación en los beneficios generados por las sojas GM, pasando de 21,2% al 27,4%. Para poner esta cifra en contexto, recordemos que el costo fiscal de la Asignación Universal por Hijo (AUH) fue, en 2015, de 24,8 mil millones de pesos, equivalente a aproximadamente a 2,5 miles de millones de dólares. El promedio de ingresos tributarios por derechos de exportación a la soja, durante el quinquenio 2011-2015, fue de 3,71 mil millones de dólares. O sea que el Estado Nacional recaudó, sólo por este concepto, el equivalente a 1,4 veces el costo anual del programa AUH.

2.2.2 Impacto económico indirecto a nivel nacional: generación de empleos

En esta sección se actualiza la estimación realizada en un trabajo anterior (Trigo, 2011) pero introduciendo una modificación metodológica en el abordaje que no modifica los supuestos que se formularon en esa ocasión. El más significativo de esos supuestos se refiere a que, por cada dólar adicional en bienes generados por la adopción de materiales de soja GM (granos de soja valuados a precio de frontera, esto es, precio FOB puertos argentinos), se genera otro dólar en el capítulo servicios (transporte, almacenaje, etc.).

El procedimiento de cálculo, cuyos resultados se presentan resumidos en la Tabla 2.6, fue el siguiente: a partir de los valores de PBI a precios de mercado[9] para cada uno de los años del período bajo análisis (1996-2015) se estimó el "costo" en términos de PBI de un empleo, partiendo de un stock de 10 millones en 1996 con un incremento anual acumulativo de 330 mil empleos adicionales, pero restando 500 mil y 1 millón de empleos en 2001 y 2002, respectivamente, para emular el impacto de la crisis previa y posterior a la salida de la convertibilidad. A diferencia del estudio de los 15 años, el escenario más pesimista consiste en la no creación de nuevos empleos a partir del impacto de los beneficios generados por la adopción de la soja GM. Es decir, no se incluyen valores negativos (el supuesto subyacente es que el subsector productor de soja no ha sido responsable de la destrucción de empleo).

El "costo" de un empleo, expresado en pesos, fue convertido a dólares (1 a 1 desde 1996 hasta 2001 inclusive y, a partir de 2002, en base al promedio anual del tipo de cambio dólar/peso

[9] Instituto Nacional de Estadística y Censos, INDEC (2016), www.indec.gov.ar

publicado por el Banco Central de la República Argentina -BCRA). Finalmente, se tomó el valor bruto de la producción adicional (VBP) de soja estimado para cada año como consecuencia de la adopción de los materiales GM (ver Sección 2.2.1 y Tabla 2.4), multiplicado por dos y se lo dividió por el "costo" estimado de un empleo para cada año y el resultado fue considerado una aproximación al aporte de esta tecnología a la generación de empleos durante los 20 años estudiados. El total acumulado resultante de este ejercicio alcanza a los 2 millones de empleos. De resultar correcto el cálculo y admitiendo la validez de los supuestos simplificadores que fueron formulados, durante los años más críticos (2001 y 2002), el impacto de la adopción de esta tecnología debería haber contribuido a morigerar el desempleo (57 mil empleos generados en 2001 y 246 mil en 2002). En cuanto a los años 2014 y 2015, considerando los serios problemas de credibilidad de los datos del INDEC en el tema de empleo y, dado que el consenso de la mayoría de los analistas habla de crecimiento cero, se ha asignado ese valor (cero) también para la contribución a partir de los beneficios generados por la adopción de la soja GM.

Tabla 2.6

Correlación entre crecimiento del PBI, beneficios de la soja GM y generación de empleo (1996-2015)

Año	PBI a precios de mercado* (M $)	Beneficio Bruto Anual Soja GM (M U$S)	Cotización Dólar ** ($/U$S)	$/Empleo	U$S/Empleo	Empleos generados por Soja GM
1996	272.150	200,21	1,00	26.345,57	26.345,57	15.199
1997	292.859	517,99	1,00	26.647,76	26.647,76	23.851
1998	298.948	651,37	1,00	25.660,80	25.660,80	10.395
1999	283.523	941,37	1,00	23.031,93	23.031,93	25.183
2000	284.204	1.265,05	1,00	21.912,39	21.912,39	29.543
2001	268.697	1.849,33	1,00	20.464,33	20.464,33	57.103
2002	312.580	2.863,07	3,09	25.433,70	8.226,53	246.456
2003	375.909	3.105,08	2,94	31.456,85	10.694,46	45.258
2004	447.643	3.928,32	2,94	35.499,08	12.071,78	136.392
2005	531.939	4.415,55	2,92	40.085,81	13.718,62	71.031
2006	654.439	6.247,58	3,07	46.980,54	15.284,85	239.719
2007	812.456	10.649,07	3,11	55.685,80	17.888,15	492.112
2008	1.032.758	6.997,07	3,16	67.721,85	21.437,75	0
2009	1.145.458	9.444,97	3,73	71.996,12	19.320,90	253.393
2010	1.442.655	12.076,99	3,91	87.064,30	22.273,25	236.339
2011	2.011.540	10.200,68	4,14	116.746,36	28.209,83	0
2012	2.765.575	10.795,13	4,61	157.492,90	34.155,91	34.808
2013	3.406.265	13.102,35	5,72	193.978,65	33.894,57	136.141
2014	4.425.694	10.046,44	8,28	252.032,70	30.455,28	0
2015	4.381.876	8.800,42	9,19	249.537,33	27.151,66	0
Empleos generados en 20 años (1996-2015)						**2.052.922**

Fuente: Elaboración propia en base a datos de INDEC (*), BCRA (**) y resultados de corridas de simulación SIGMA (2016).

2.3 Los maíces GM. Un análisis retrospectivo de impactos de su adopción (1998-2015)

2.3.1 Beneficios del maíz resistente a lepidópteros (Bt)

En Trigo y Cap (2006) se describe el enfoque metodológico y se detallan los supuestos empleados para estimar los beneficios de la adopción del evento Bt en maíz. El párrafo relevante, aplicable al presente documento, se reproduce a continuación:

El beneficio de la adopción de la tecnología Bt consiste en la prevención de las pérdidas en rendimiento causadas por el ataque de dos plagas, Diatraea saccharalis (barrenador del tallo) y Spodoptera frugiperda (oruga cogollera), en su estado larval. Es decir, el resultado final neto de la interacción cultivo-plaga-germoplasma Bt es una variable estocástica y, por lo tanto, la modelización de su impacto es más compleja que en un caso determinístico, como sería la mejora en indicadores de productividad, una reducción de costos o un incremento del rendimiento, donde el componente aleatorio está asociado casi exclusivamente con el "riesgo climático", esto es, con temperaturas por un lado y época y volumen de precipitaciones pluviales, por el otro.

Ianonne (2002) estimó que, para la región maicera, las pérdidas de rendimiento por Diatraea varían entre 10 y 50%, dependiendo de la severidad del ataque y de la época de siembra (cuánto más tardía, mayor incidencia de daño, alcanzando el nivel máximo en los cultivos de segunda). En el trabajo citado, el autor estimó que las pérdidas anuales en la región pampeana alcanzan los 170 millones de dólares. Sosa (2002) estimó, para el Norte de Santa Fe, pérdidas de rendimiento por Spodoptera de entre 19 y 21%. En este documento se postuló conservadoramente, para las corridas de simulación de adopción de los materiales Bt, una reducción de las pérdidas del 10% en ambos casos.

2.3.2 Beneficios de los maíces "apilados" (resistencia a lepidópteros (Bt) + tolerancia herbicida)

En el caso de los materiales con los eventos Bt y TH apilados, se suman a los efectos del Bt descriptos en la sección anterior, una reducción de costos de 20 USD/ha.

2.3.3 Resumen de impactos de los maíces Bt y de los maíces Bt+TH

Los híbridos de maíz conteniendo eventos apilados (Bt + TH) representan una mejora sobre los que contienen sólo eventos Bt y, por lo tanto, se ha manifestado a partir de la campaña 2007/2008 un proceso de sustitución del maíz Bt por los maíces Bt + TH manteniendo los beneficios de éste. Considerando las restricciones del modelo de simulación SIGMA, en el sentido de suponer irreversible el proceso de adopción de una tecnología superadora del estado del arte preexistente, fue necesario introducir un coeficiente de ajuste sobre el área estimada con Bt para las campañas 2007/2008 - 2015/2016, de manera de no sobreestimar el impacto de la disponibilidad de ambos materiales y hacer que los resultados de las corridas en área sembrada con cada uno, fueran coincidentes con los reportados por ArgenBio.

En la Tabla 2.7 y en el Gráfico 2.3 se presentan los beneficios brutos generados por la adopción de las tecnologías GM en maíz y la distribución de los mismos entre el sector productor, los proveedores de insumos asociados con las tecnologías GM (semilla y herbicida) y el Estado Nacional (ingresos por derechos de exportación).

Tabla 2.7

Evolución y distribución de beneficios de la adopción de los maíces GM (1998-2015)

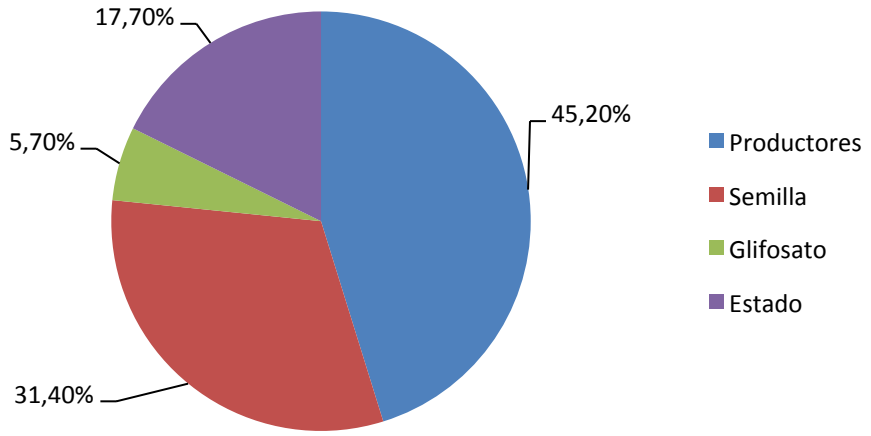
Campaña	Beneficio Bruto Total (M U$S)	Área con Maíz GM (ha)	Distribución del beneficio bruto (M U$S)			
			Productores	Proveedores de Tecnología		Estado
				Semilla (*)	Glifosato	
1998/99	11,50	191.742	7,7	3,8	-	0,0
1999/00	23,72	432.686	15,1	8,7	-	0,0
2000/01	51,82	940.980	33,0	18,8	-	0,0
2001/02	99,29	1.596.178	67,4	31,9	-	0,0
2002/03	144,17	2.228.992	89,6	40,1	-	14,4
2003/04	177,36	2.671.573	92,8	66,8	-	17,7
2004/05	167,36	2.909.458	51,7	98,9	-	16,7
2005/06	236,76	2.990.674	123,4	89,7	-	23,7
2006/07	378,84	3.748.582	228,5	112,5	-	37,9
2007/08	448,31	3.000.406	189,8	120,0	26,4	112,1
2008/09	377,36	3.000.974	130,8	135,0	36,0	75,5
2009/10	432,10	3.001.182	180,9	150,1	14,7	86,4
2010/11	651,84	3.001.258	345,0	150,1	26,4	130,4
2011/12	538,40	3.001.287	278,3	135,1	17,4	107,7
2012/13	517,60	3.001.298	244,8	135,1	34,2	103,5
2013/14	491,13	3.001.302	173,8	165,1	54,0	98,2
2014/15	377,68	3.001.302	115,8	135,1	51,3	75,5
2015/16	385,25	3.001.303	121,8	135,1	51,3	77,0
Total	**5.510,50**		**2.490**	**1.732**	**312**	**977**
Distribución porcentual			**45,2%**	**31,4%**	**5,7%**	**17,7%**

(*) El beneficio a los proveedores de semilla se computó en base a la diferencia de precio de la semilla GM con la de un híbrido convencional, es decir, el costo directo adicional por hectárea asociado con la adopción de la nueva tecnología disponible.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Márgenes Agropecuarios, SAGPyA/MAGyP/MINAGRO, Comtrade y corridas de simulación en SIGMA v2.2 (2016).

Gráfico 2.3

Distribución de los beneficios acumulados resultantes de la adopción de los maíces GM



Fuente: Tabla 2.7

2.4 El algodón GM. Un análisis retrospectivo de impactos de su adopción (1998-2015)

Las limitaciones del modelo SIGMA para reproducir cambios no tendenciales en el área dedicada a una actividad, como ha sido el caso con el algodón en los últimos 18 años (a consecuencia de la volatilidad de precios, la fuerte competencia de la soja GM, la ocurrencia de inundaciones, etc.), fue abordado formulando un supuesto fuertemente simplificador de la realidad: el área con algodón se mantuvo en 400 mil hectáreas a lo largo de los períodos bajo análisis. De todas maneras, se entiende que aún con esa restricción, los resultados de la simulación de los senderos de adopción de las tecnologías GM en algodón se aproximan a la realidad observada a campo y, de existir errores (como probablemente sea el caso), el carácter conservador de los parámetros ingresados en el modelo garantizan que no sean de sobrestimación de impactos sino en el sentido contrario.

La disponibilidad de los materiales apilados (Bt + TH), a partir de la campaña 2008/2009, indujo una rápida sustitución de los eventos aislados por el apilado. Por lo tanto, se optó por ignorar la disponibilidad de las variedades Bt + TH y se procedió a simular la continuidad de los senderos de adopción de los eventos individuales y finalmente se sumaron sus impactos, en el entendimiento que las valores así estimados no difieren de manera significativa de los generados por la adopción de los materiales apilados.

2.4.1 Beneficios del algodón Bt

Se trabajó con el supuesto de que la adopción de las variedades Bt incrementan el rendimiento en un 30%, en línea con las estimaciones de Elena (2001).

2.4.2 Beneficios del algodón TH

Se formuló el supuesto de que la adopción de estos materiales reduce el costo de producción en 30 USD/ha como efecto del ahorro en herbicidas, neto de la diferencia de precio de la semilla.

2.4.3 Resumen de impactos del algodón GM

En la Tabla 2.8 se presentan, consolidadas, la evolución del área sembrada con algodón GM, así como la de los beneficios resultantes atribuibles a la adopción de estas tecnologías para el período de análisis (1998-2015 para el Bt y 2002-2015 para el TH), los que, para el período 2008-2015, es un Proxy del impacto de la disponibilidad y adopción de los materiales Bt + TH y su distribución entre productores y proveedores de tecnología.

Tabla 2.8

Evolución y distribución de beneficios del algodón GM (1998-2015)

Campaña	Beneficio Bruto Total (M U$S)	Área con Algodón GM (ha)	Distribución de beneficio bruto (M U$S)		
			Productores	Proveedores de Tecnología	
				Semilla	Glifosato
1998/99	0,09	271	0,08	0,01	-
1999/00	0,34	745	0,33	0,01	-
2000/01	0,81	2.033	0,77	0,04	-
2001/02	1,69	5.449	1,58	0,11	-
2002/03	6,62	14.097	6,34	0,28	-
2003/04	17,09	71.163	15,05	1,34	0,70
2004/05	30,19	147.811	24,93	2,78	2,48
2005/06	63,60	252.835	53,72	4,75	5,12
2006/07	119,06	354.975	109,80	6,67	2,59
2007/08	202,72	426.440	190,36	8,01	4,35
2008/09	206,86	464.948	192,18	8,74	5,94
2009/10	425,06	482.909	413,09	9,07	2,90
2010/11	760,19	491.271	748,44	9,23	2,53
2011/12	304,72	506.000	288,70	10,15	5,87
2012/13	249,73	378.000	236,40	7,58	5,75
2013/14	337,17	484.000	319,71	9,71	7,74
2014/15	186,68	396.000	172,72	7,94	6,02
2015/16	190,24	396.000	176,28	7,94	6,02
Total	**3.102,86**		**2.950,46**	**94,38**	**58,01**
Distribución porcentual			**95,09%**	**3,04%**	**1,87%**

(*) Para la estimación de los beneficios a proveedores de semilla se computó el 34% del valor de la semilla certificada, para capturar el efecto de la bolsa blanca (estimada en 66 % del área implantada). Los costos de semilla computados para algodón Bt y algodón TH ascienden a 59,02 y 52 dólares/ha, estimados como los diferenciales de precio entre el costo de la semilla convencional -15,95 dólares/ha- y el costo de las semillas Bt -74,98 dólares/ha- y TH -67,95 dólares/ha-, respectivamente.

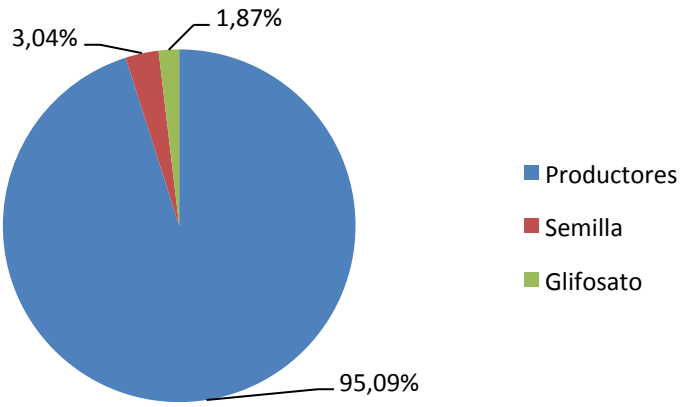
Fuente: Elaboración propia en base a resultados de corridas SIGMA, datos del Consejo Económico y Social de la Provincia del Chaco, Banco Central de la República Argentina y Cueto Rúa, P., comunicación personal.

En el Gráfico 2.4 se presenta el resultado de la distribución de beneficios brutos generados por la adopción de tecnologías GM en algodón, entre el sector productor y los proveedores de los insumos asociados con dichas tecnologías (semilla y herbicida), acumulados en el período 1998-2015, para el algodón Bt y 2002-2015, para el TH. No se ha incluido al Estado Nacional, dado que no se computaron beneficios directos por incremento del volumen producido (se podría argumentar que

la reducción de costos pudo ampliar marginalmente el área cultivada, pero la magnitud del impacto sería muy pequeña).

Gráfico 2.4

Distribución de los beneficios acumulados resultantes de la adopción de los algodones GM



Fuente: Tabla 2.8

2.5 Resumen de los beneficios económicos de los cultivos GM (1996-2015)

La Tabla 2.9 resume los beneficios económicos derivados de la adopción de los cultivos GM en Argentina en el periodo 1996-2015.

Tabla 2.9

Resumen del impacto de la adopción de cultivos GM en la agricultura argentina (1996 - 2015)

Impacto a Nivel Nacional	Millones de Dólares
Soja GM	118.355,91
Maíz GM	5.510,50
Algodón GM	3.102,86
Total Nacional	**126.969,27**

Fuente: Tablas 2.4, 2.7 y 2.8

Estos beneficios, tomados en conjunto, fueron mayoritariamente captados por el sector productivo, que recibió 83.383 millones de dólares (un 65,75% del total), mientras que los proveedores de tecnología (semillas y herbicidas) recibieron 10.202 millones (un 8% del total) y el Estado Nacional, 33.383 millones (un 26,3% del total).[10] En términos de la distribución de estos beneficios entre las distintas escalas de producción, si bien esto no fue explícitamente analizado, los niveles de adopción de las tecnologías que abarcan la casi totalidad del área cultivada indican que no ha habido diferencias en cuanto a la apropiación de los beneficios por parte de los distintos estratos.

[10] La distribución de los beneficios obtenidos resulta de las distribuciones parciales calculadas para cada cultivo y presentadas en las Tablas 2.4, 2.7 y 2.8

2.6 Los impactos a nivel global de la adopción de los cultivos GM en la agricultura argentina

Tal como hemos argumentado en secciones anteriores de este documento y en otras publicaciones (Trigo 2011, Trigo et. al. 2009, Trigo y Cap, 2006), los cultivos GM están en el centro de los argumentos que explican la fenomenal transformación de la agricultura argentina desde principios de los años de 1990 a la fecha y, dado el papel que tiene la Argentina en los mercados mundiales de commodities agrícolas y particularmente en el de la soja, esta transformación ha tenido impactos significativos no solo en el país, sino también a nivel global. Es más, su magnitud es mayor que los beneficios generados en el contexto argentino y, como argumentaremos a continuación, el proceso ha tenido dimensiones políticas de una escala también impensada.[11]

La producción mundial de soja en 1996 fue de 130,2 millones de toneladas. El incremento anual acumulado, por encima de esa cifra, para el período 1996-2015, fue de 1729,44 millones de toneladas. Considerando que el aumento acumulado de producción de soja en Argentina, atribuible a la disponibilidad de los materiales de soja GM, fue de 328,79 millones de toneladas (ver Tabla 2.10), la adopción de esa tecnología en nuestro país explicaría el 19% del total de la expansión mundial. ¿Cuál ha sido el impacto que este volumen adicional de oferta de grano de soja ha tenido sobre el precio internacional del mismo? A continuación se resume el enfoque metodológico empleado para responder a esta pregunta, el cual se basa en el ya utilizado por Trigo y Cap (2006):

La elasticidad-precio de la oferta es un parámetro que mide la relación ΔQ/Δp, expresión que, traducida a palabras, es la fracción en la que se espera que cambie el volumen que ofertarán los productores, ante una modificación del precio del grano, registrado con anterioridad a la decisión de siembra. Por ejemplo, un valor de elasticidad-precio de oferta de 0,7 significa que, por cada 1% de cambio en el precio, la oferta responde en la misma dirección, en un 0,7% (aumenta si el precio es superior y baja si disminuye).

*La inversa de la elasticidad, esto es la expresión: **Δp/ΔQ**, se denomina flexibilidad, y mide la respuesta del precio a cambios en el volumen ofertado. Los econometristas advierten, sin embargo, sobre la inconveniencia de tomar el valor estimado de una elasticidad, invertirlo y trabajar sobre el número resultante como si fuera una estimación correcta de la flexibilidad[12]. Tomando nota de esta salvedad, se decidió emplear, para el presente ejercicio, la elasticidad-precio de oferta de soja para los Estados Unidos, el mayor productor mundial, estimada en 0,80 (se han citado otros valores para este parámetro, en el rango de 0,22 a 0,92) (Prize, 2003), pero formulando, al mismo tiempo, el supuesto que éste (0,80) es el valor real del parámetro y no una estimación. De esa manera, su inversa, 1,25, podrá ser considerada como la flexibilidad-precio verdadera. Si nuestro supuesto es correcto, estamos en condiciones de estimar cuantitativamente el efecto que sobre el precio internacional del grano de soja habría tenido, en la década bajo análisis, el adicional de producción originado en Argentina, atribuible a la liberación de los materiales tolerantes a glifosato.*

El impacto a nivel global de la adopción de la soja GM en Argentina es muy significativo. En la Tabla 2.10 se presenta la evolución del aporte del incremento de la producción nacional atribuible a este paquete tecnológico y se estima el efecto-precio sobre los valores efectivamente observados. Es decir, se ha contrastado contrafácticamente el vector de precios FOB promedio Puertos Argentinos registrados para el período bajo análisis (1996-2015) con los estimados según el procedimiento descripto en el párrafo anterior. Según estos datos, los precios internacionales han sido significativamente menores que lo que habrían sido sin la adopción de la soja GM, con un pico en el período 2009-2011 de más del 14%. Expresado en términos de ahorro en el gasto de los consumidores, el total acumulado para el período 1996-2015, alcanza los 152,7 mil millones de dólares. Esta cifra debería ser sumada al beneficio bruto en Argentina estimado en la sección

[11] El análisis y argumentación que se hace en esta sección está basado en el caso de la soja.

[12] Según Huang, K. (2006), el problema radica en el hecho de que los ejes sobre los que se minimizan los residuos de los cuadrados son distintos; cantidades en el caso de la elasticidad y precios en el de la flexibilidad. O sea que estos dos parámetros son recíprocos entre sí en el sentido económico, pero no en el estadístico.

anterior (118,35 mil millones de dólares)[13], llegando así a un total agregado, para el impacto total de la soja GM, a partir de su disponibilidad en nuestro país, de 271 mil millones de dólares.

Tabla 2.10

Soja: Evolución de la producción mundial, la oferta argentina adicional por la soja GM, impacto porcentual sobre el precio internacional y reducción en el gasto de los consumidores a nivel global (1996-2015)

Campaña	Producción Total Mundial (M toneladas)	Δ Producción por soja GM en Argentina (M toneladas)	Precio FOB (U$S/t)	Impacto sobre el Precio de Soja (%)	Δ Gasto del Consumidor (M U$S)
1996/97	130,21	0,77	296,50	-0,74	-280,24
1997/98	144,41	2,51	221,83	-2,17	-970,54
1998/99	160,10	3,84	175,33	-3,00	-1.088,72
1999/00	157,80	4,94	187,42	-3,91	-1.028,32
2000/01	161,41	7,90	171,50	-6,12	-1.895,31
2001/02	177,94	10,16	198,00	-7,14	-2.014,61
2002/03	181,74	13,23	238,42	-9,10	-2.927,25
2003/04	190,60	13,21	268,08	-8,66	-3.649,10
2004/05	206,46	17,39	230,67	-10,53	-6.454,33
2005/06	214,35	19,73	225,56	-11,39	-5.656,36
2006/07	236,23	22,99	270,33	-12,16	-7.767,89
2007/08	220,41	23,69	486,00	-13,43	-14.390,75
2008/09	211,96	16,70	424,67	-9,85	-8.864,75
2009/10	260,27	29,70	362,67	-14,26	13.462,40
2010/11	258,40	29,36	505,33	-14,20	18.546,95
2011/12	261,94	17,24	570,00	-8,23	12.280,85
2012/13	241,14	20,37	511,00	-10,56	13.010,16
2013/14	281,30	23,98	529,00	-10,66	15.857,93
2014/15	319,73	26,50	364,00	-10,36	12.058,05
2015/16	313,26	24,59	341,00	-9,81	10.483,03
Total 1996-2015	**4.329,65**	**328,79**			**-152.687,54**

Fuente: Elaboración propia en base a datos de USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Estimaciones Oficiales), MAGyP y corridas de simulación SIGMA v. 2.0 (2016)

[13] De acuerdo a Trigo y Cap (2006), los incrementos en productividad de los rubros que redujeron su superficie por la expansión de la soja, compensaron en exceso la reducción de área, por lo que el beneficio bruto puede equipararse aproximadamente al beneficio neto.

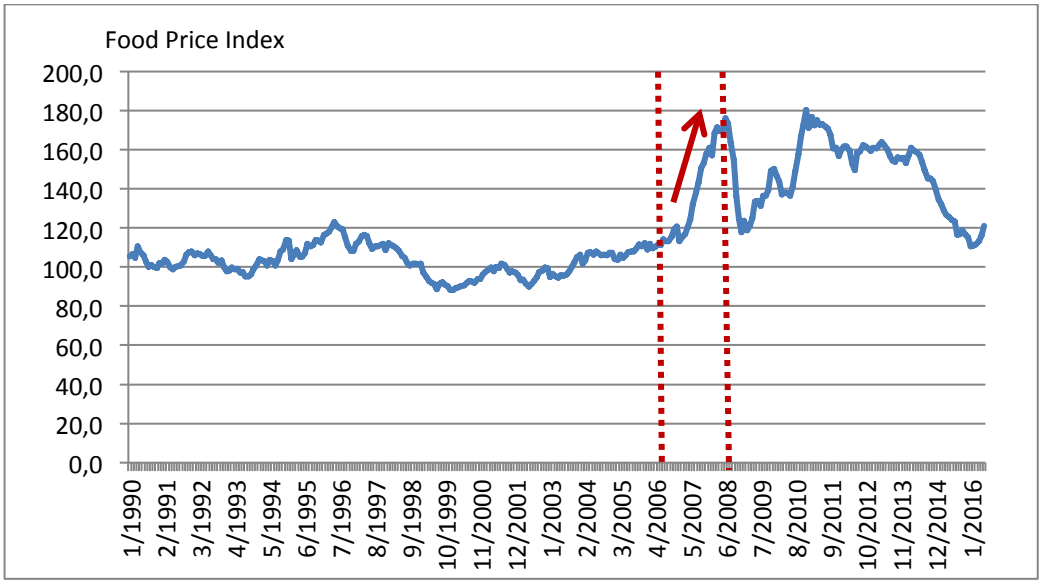
2.6.1 Los impactos globales en una perspectiva de largo plazo

Aunque las comparaciones son difíciles, es probable que la magnitud de los impactos multidimensionales de la adopción por los productores argentinos de los materiales transgénicos, a partir de 1996, sea comparable a la de otras transformaciones ocurridas en la agricultura mundial, como la Revolución Verde de las décadas de 1960 y 1970. En este sentido, es interesante poner lo que pasó en la Argentina en el contexto de la evolución de los mercados mundiales de alimentos y avanzar en un análisis contrafáctico acerca de cuáles podrían haber sido las tendencias en el caso de que no se hubiese adoptado la tecnología en la Argentina (y luego por Brasil) y, por lo tanto, no hubiese estado disponible la oferta adicional que gatilló su adopción en ambos países. Los párrafos que siguen especulan sobre esta hipótesis, tomando como base la evolución del índice global de precios de los alimentos de la FAO (Food Price Index en la versión original en inglés).

Entre 2006 y 2008 tuvo lugar un incremento inesperado y sostenido de los precios de los alimentos a nivel internacional. El Food Price Index (FPI) se incrementó de 110 a 170 (un 36%) (Gráfico 2.6). La alarmante evolución de este indicador, que por su naturaleza tiene implicancias socio-económicas de enorme alcance, generó enorme preocupación en la comunidad internacional, la que se materializó en una cumbre de jefes de estado en la sede de la FAO en Roma. Esta cumbre, convocada en abril de 2008 por su Director General, tuvo como fin debatir al máximo nivel decisorio de las naciones miembro de esa organización, especialmente las principales exportadoras de alimentos (las “ganadoras”) y las importadoras de menor nivel de ingresos y, por ende, más pobres (las “perdedoras"), la búsqueda de soluciones al grave problema que se presentaba y que ya se estaba traduciendo en conflictos sociales de cierta magnitud, particularmente en los centros urbanos de los países en desarrollo. Algunos analistas atribuyeron los incrementos en precios en ese momento a la “financialización” de los mercados de commodities, incluyendo los de granos y oleaginosas que operan en el Commodities Market Exchange de Chicago, EEUU, lo que a su vez, probablemente, contribuyó a generar una fenomenal burbuja de precios (la soja llegó a valer 620 dólares/t)[14].

Gráfico 2.6

La crisis de precios de alimentos de 2008

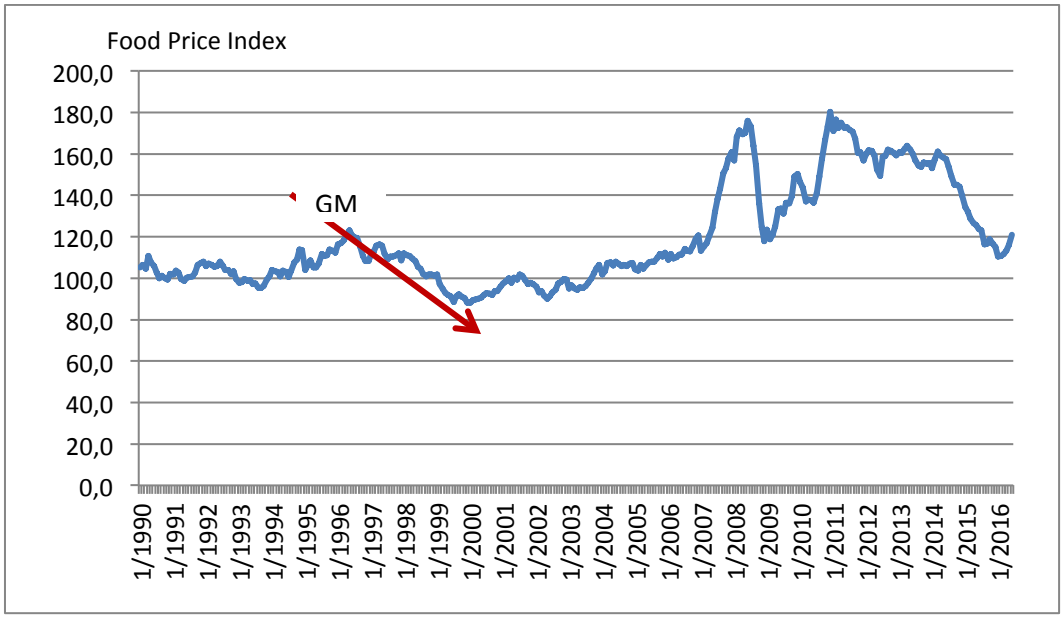


[14] http://www2.weed-online.org/uploads/weed_food_speculation.pdf
http://erae.oxfordjournals.org/content/40/2/217.full
http://www.nber.org/data-appendix/w19642/commodity_review6g.pdf

Descartada la opción de la intervención en dichos mercados por su inviabilidad práctica, el consenso de la cumbre consistió en recomendar a los países exportadores el diseño e implementación de políticas público-privadas capaces de inducir un incremento significativo de la oferta agregada (producción) en el plazo más breve posible. Lo llamativo del caso es que eso ya había ocurrido sin la mediación de políticas específicas, diez años antes. En la práctica, es probable que el shock de oferta producido por la ampliación de la producción de soja en Argentina y luego en Brasil – que pasó poco menos que desapercibido en el contexto de este proceso – haya contribuido a establecer un sendero de evolución de los precios diferente al tendencial y, en consecuencia, haya evitado una crisis socio-económica de mayores proporciones de la que se enfrentó en ese momento. No podemos descartar que los incrementos en la oferta asociados a la introducción de estas tecnologías hayan sido determinantes, tal como puede verse en el Gráfico 2.7, de una fracción de la fuerte caída del precio internacional de la soja, que se transmitió al FPI, lo que a su vez, a medida que se expandía la oferta de Argentina y Brasil, fue induciendo un cambio cada vez más significativo en el sendero de la evolución de los precios de ahí en más. Quizás no lo suficiente como para contrarrestar la crisis del 2007/2008, pero que alcanzó para evitar escenarios más extremos aún que los que efectivamente se registraron.

Gráfico 2.7

El impacto del shock de oferta de soja y su efecto sobre el FPI (1996-2001)



En las Figuras 2.8-2.10 se ha graficado, al estilo de un análisis contrafáctico, un pasado que afortunadamente no fue, pero pudo muy bien haber sido. El análisis se plantea, a partir de lo que hubiese ocurrido, si la tendencia de largo plazo se hubiese configurado en base a lo que venía ocurriendo antes de 1996, año de la disponibilidad comercial de la soja GM y, suponiendo que el resto de las variables se hubieran mantenido sin cambios, es decir, los mismos fenómenos subsecuentes se hubiesen producido, pero a niveles mucho más elevados del FPI.

Gráfico 2.8

Las tendencias del FPI real y contrafáctica (sin soja GM)

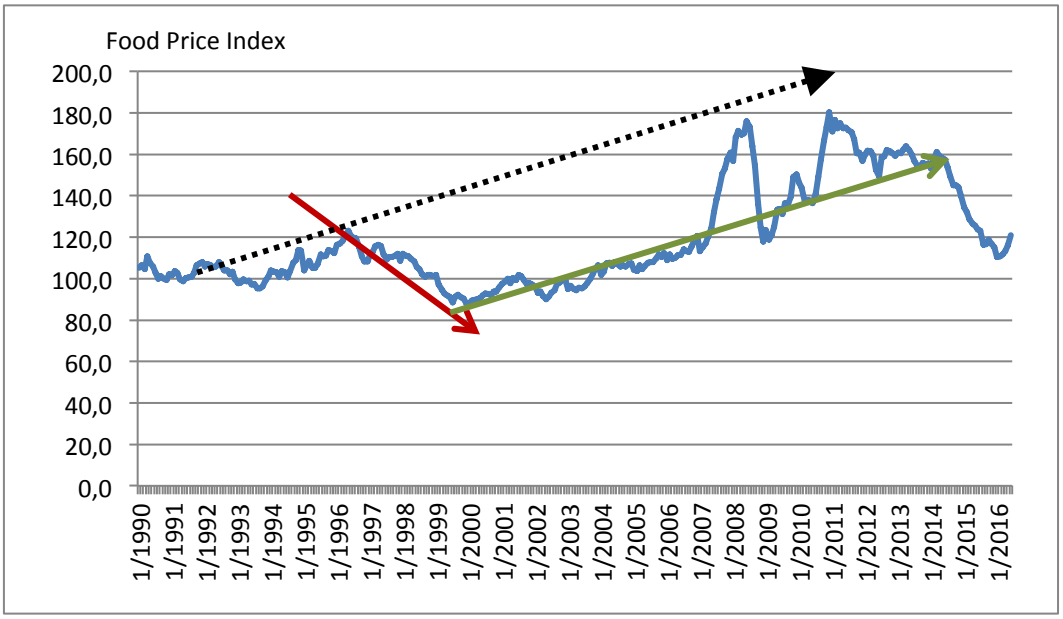


Gráfico 2.9

La tendencia del FPI real y las burbujas de commodities (2008 y 2010)

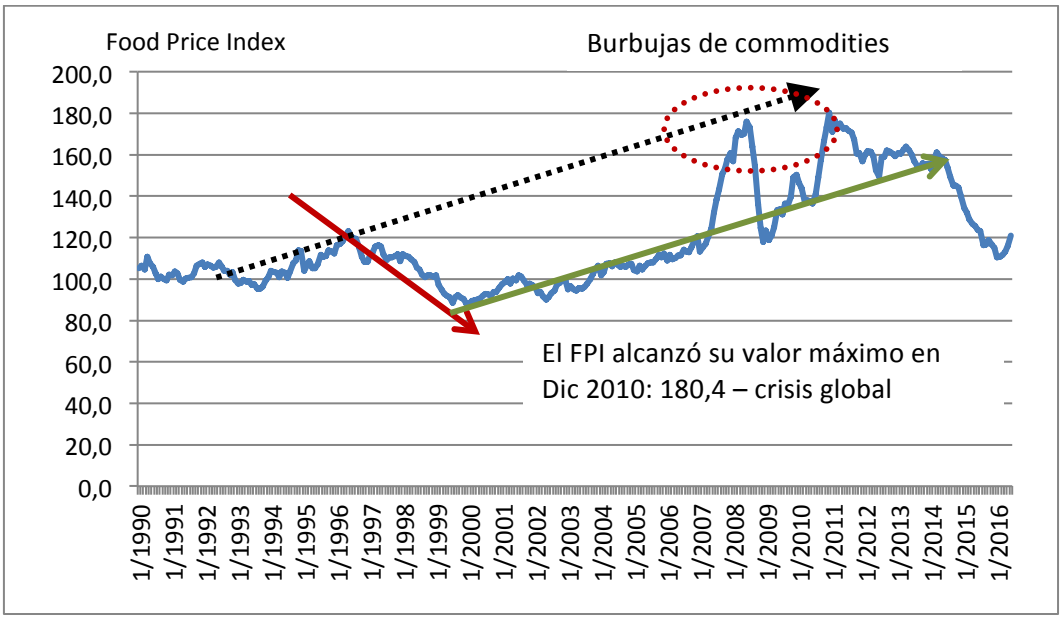


Gráfico 2.10

Evolución y Valor máximo del FPI contrafáctico (sin soja GM) (1996-2015)



En suma, en base a lo anterior, podría plantearse que de no haber ocurrido la fuerte caída de precios de la soja a partir de 1996, inducida por el shock de oferta proveniente especialmente de Argentina y después de Brasil, burbujas de la magnitud observada en 2008 y 2010 podrían haber impulsado el Food Price Index a un valor de 220,4 (duplicando la del año base de la serie, 1980), con consecuencias potencialmente muy serias no solo en términos de desnutrición y mortalidad, sino también en el ámbito político-institucional. Parafraseando a Sir Winston Churchill (con una leve edición), "nunca tantos le debieron tanto a algo tan pequeño como una secuencia de bases" (esto es, un gen). Es altamente probable que un impacto de esta magnitud se haya reflejado en los estamentos sociales más vulnerables, con un formato difícil de registrar a partir de datos estadísticos (dado que se trata de un escenario contrafáctico), en forma de una reducción de los indicadores de desnutrición, morbilidad y mortalidad, aunque debemos admitir que asignarle cifras al efecto del precio internacional de la soja sobre esas dimensiones es un desafío difícil de abordar.

CAPÍTULO 3
OTROS IMPACTOS VINCULADOS A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

La expansión de los cultivos GM en la Argentina gatilló cambios productivos de una magnitud sin precedentes, tanto a nivel nacional como internacional. La magnitud de los números presentados en las secciones precedentes de este informe resalta este hecho. Los cambios productivos, como no podía ser de otra forma, también han tenido algunos impactos ambientales – algunos positivos y otros potencialmente negativos – que es importante analizar en función del diseño de las políticas para el sector. Estos impactos se relacionan por una parte al tipo de transformaciones productivas que las nuevas tecnologías facilitaron – principalmente la sinergia de las variedades GM con las prácticas de siembra directa – y por otra parte a aspectos asociados al uso de los recursos y los insumos agroquímicos.

3.1. Los impactos asociados a la expansión de la siembra directa (SD)

La naturaleza de las sinergias positivas entre las variedades de soja tolerante a herbicida y las prácticas de siembra directa (SD) han sido ampliamente discutidas y analizadas en la literatura (Trigo *et. al*., 2009; Finger *et.al.,* 2009). Estas se basan, esencialmente, en cómo la nueva tecnología simplifica el manejo agronómico del cultivo y en que la introducción de la soja HT en los planteos de SD permitió su incorporación como cultivo de segunda cosecha sobre extensas áreas de trigo de invierno. Esto implicó, en la práctica, una ampliación "virtual" del área agrícola y una importante mejora en la ecuación de rentabilidad para los productores, en una extensión que en algunos años llego a los tres millones de has. (Trigo *et. al*., 2009; Trigo, 2011). Esto de por sí es importante, pero en el contexto argentino tiene una implicancia adicional, que vino a reforzar de manera significativa lo que había sido la fuerza impulsora inicial de la SD: la necesidad de revertir las consecuencias negativas sobre la estructura y función de los suelos de la pradera pampeana resultantes de la roturación con arado como parte de las prácticas agrícolas prevalecientes hasta los inicios de la década de 1980 (Viglizzio *et. al*, 2010; Trigo *et. al.*, 2010).[15]

Todos esos factores actuaron en conjunción para que el área bajo SD se multiplicara por más de cuatro, desde mediados de los noventa, cuando aparece la soja HT en las casi 25 millones de ha. de la actualidad. Este proceso, sin duda, significa una mejora sustantiva en los balances energéticos de la producción agrícola argentina, haciendo que lo que podría ser considerado como una práctica "dura" y ambientalmente negativa por el aumento en la cantidad de insumos (principalmente herbicidas) utilizados, termine teniendo un efecto virtuoso cuando se hace el balance completo de su impacto ambiental, incluyendo sus efectos más globales sobre emisiones y secuestro de carbono (Pincen *et al,* 2010).

Los impactos sobre la estructura y fertilidad de los suelos no han estado solo asociados a la soja, sino también han sido influenciados por el hecho de que, cuando se hicieron disponibles los maíces tolerantes a herbicidas, estos permitieron una expansión de la rotación maíz – soja, lo cual tuvo un importante impacto positivo sobre la recomposición de la materia orgánica en los suelos a través del mayor aprovechamiento de los residuos y el reciclado de nutrientes. Si bien no hay datos ciertos del impacto de la SD sobre estos procesos, según estimaciones de AAPRESID (reportadas por Brookes y Barfoot, 2016), estas prácticas contribuyeron a reducir la erosión de suelos en más de un 90%, de una pérdida de 10 tn/ha, a alrededor de 1 tn/ha, y a una mayor acumulación de agua en las

[15] La SD comenzó a ganar importancia en la agricultura argentina a fines de los '80, debido a que en muchas de las zonas más importantes de la región pampeana los efectos acumulativos de la erosión del suelo, resultante de la "agriculturalización" sobre la base de prácticas tradicionales de laboreo, ya comenzaban a manifestarse negativamente en los resultados operativos de la explotación[15]. Este efecto sobre los rendimientos y, a través de éstos, sobre la propia viabilidad económica de la agricultura, junto con una mayor disponibilidad de maquinaria agrícola apropiada (como resultado de los procesos de desregulación y apertura de la economía) y la reducción de los costos directos (producto de la eliminación de tareas de laboreo), fueron una plataforma óptima para la difusión de la SD y para recuperar, en parte al menos, la productividad perdida (para una discusión *in extenso* de este proceso, ver Trigo *et. al.* 2010).

capas superiores del suelo, lo cual se estima tuvo un impacto positivo sobre los rendimientos de los cultivos de cerca del 11%.[16]

Aparte de los beneficios derivados de la mayor sustentabilidad de los niveles de producción por recuperación de la fertilidad de los suelos, el paquete soja GM - SD tiene otro tipo de beneficios ambientales en términos de consumo de combustibles, emisiones y secuestro de carbono, que es importante referir. De acuerdo a Brookes y Barfoot (2016), entre 1994 y 2014, el consumo total de combustible se incrementó en un 82%, pasando de 231,5 a 435 millones de litros/año. Sin embargo, el consumo promedio por hectárea se redujo de 39,1 a 24,9 litros, o sea una mejora del 36% sobre los consumos base del período. De no haber sido por la masiva adopción de las prácticas de SD, los guarismos significan que para producir lo que se produjo en 2014 – y con el consecuente impacto positivo sobre el bienestar de los consumidores que implican estos niveles de producción en la Argentina (ver capítulo 2) – se hubiesen requerido de unos 2.941 millones de litros más de los que efectivamente se utilizaron. Esto hubiera significado una emisión adicional de 7.852 millones de kg de dióxido de carbono. Haberlo evitado equivale a sacar de circulación unos 335 mil automóviles.

Adicionalmente a los ahorros de emisiones mencionados en el párrafo anterior, el mismo estudio estima que la expansión de estas prácticas ha permitido un importante nivel de incremento en los niveles de retención de carbono en los suelos, la cual se ha estimado en unos 79.589 millones de kg de dióxido de carbono

El análisis y la naturaleza de los beneficios mencionados arriba tienen que ser puestos en el contexto de otros aspectos que pueden ser negativos y deben ser considerados. Uno es el de los potenciales riesgos que implica la permanente pérdida de nutrientes asociada a la producción de soja y los bajos niveles relativos de fertilización que se dan en la Argentina; el segundo aspecto está vinculado con la naturaleza – mayor fragilidad – de los ecosistemas del NEA y el NOA, hacia donde se expandió la producción de la soja. Ambos temas se detallan más adelante.

3.2. Los impactos asociados a la "sojización" de la agricultura argentina

Una de las preocupaciones más frecuentemente mencionadas respecto de las transformaciones en la agricultura argentina de las últimas décadas es el crecimiento del monocultivo de soja y las consecuencias que eso puede tener no solo sobre la sostenibilidad de los esquemas productivos, sino incluso sobre la economía del país, por una excesiva concentración del comercio exterior. El tema de la "sojización" es casi un lugar común en las discusiones sobre las políticas sectoriales y la evolución del sector; sin embargo, hay muy pocos análisis (por lo menos publicados) que aporten elementos de juicio cuantitativos sobre su magnitud y posibles consecuencias. En los párrafos siguientes se adelantan algunos conceptos en base a un trabajo de Cap *et al* (2012), que analizó el proceso en la Argentina en comparación con lo que ocurre en los otros grandes actores del mercado mundial de soja (EEUU y Brasil).

A los efectos del análisis, el proceso de "sojización" se define como: *una situación de desequilibrio en la asignación de tierra, caracterizada por el predominio sostenido en el tiempo, del área cultivada con soja en relación a la sumatoria de las áreas con soja y con maíz (su principal "competidor" por tierra, tomando en consideración variables agroecológicas)* (Cap, *et. al. op.cit*., traducción del inglés de los autores). En base a esta definición y, a partir de la opinión de especialistas sobre las rotaciones deseables[17], los autores proponen un indicador simplificado[18], el

[16] En el pasado más reciente, los efectos positivos de estas rotaciones se pueden haber visto un tanto reducidos, como consecuencia de la pérdida de competitividad del maíz *vis a vis* la de la soja, circunstancia que se tradujo en un mayor impulso a rotaciones soja-soja, que no aprovechan las ventajas de la SD en cuanto al reciclado de nutrientes. No hay información detallada disponible para poder ahondar en la naturaleza de estos impactos, pero la mera forma en que evolucionaron los agregados productivos en los dos cultivos permiten plantear que los efectos han estado presente y resalta la importancia de tomar en cuenta este tipo de consideraciones a la hora de diseñar las políticas para el sector.

[17] Para el sur de la Provincia de Córdoba:

a. MAIZ-SOJA-TRIGO / SOJA
b. MAIZ-TRIGO / SOJA
c. MAIZ-SOJA-MAIZ-SOJA-TRIGO / SOJA

RLAI, "relative land allocation index" o "índice de asignación relativa de tierra" (traducción del original en inglés) para cuantificar la magnitud de la "sojización" y su evolución en el tiempo entre 1996 y 2011, para cinco países: Argentina, Estados Unidos, Brasil, Paraguay y Bolivia. La fórmula propuesta para calcular el RLAI es:

RLAI = [Área con soja/ (Área con soja + Área con maíz)] x 2

En base a la rotación aconsejable simplificada (la del "corn belt" americano), la asignación relativa de tierra se puede asociar con un sistema sustentable de producción, cuando el RLAI se aproxima al valor de 1, es decir, las áreas con soja y con maíz son prácticamente iguales. Según el trabajo mencionado, la "fotografía" para la campaña 2011/2012 (Tabla 3.1) y la "película" para el período 1980-2011 (Tabla 3.2), la cual resalta claramente la existencia de una fuerte tendencia al monocultivo en los países del sur (Argentina, Paraguay y Bolivia), *vis a vis* lo que ocurre en la agricultura americana y (en menor medida) la brasileña.

Tabla 3.1

Ranking de "sojización" para 2011/12 (desvío de RLAI=1.0)

	País	Desvío
1	Argentina	+0.67
2	Paraguay	+0.63
3	Bolivia	+0.54
4	Brasil	+0.24
5	Estados Unidos	-0.07

Fuente: Cap *et.al.,* en base a datos de MAGyP, FAOStat y USDA (2012).

Tabla 3.2

Ranking de tendencias de "sojización" (1980-2011), tasa anual (%)

	País	Δ RLAI/año
1	Bolivia	+5.0
2	Argentina	+3.0
3	Brasil	+2.0
4	Paraguay	0.0
4	Estados Unidos	0.0

Fuente: Cap *et.al.,* en base a datos de MAGyP, FAOStat y USDA (2012).

Desde nuestro punto de vista, el tema es, sin embargo, cuál ha sido el papel de las variedades GM en este fenómeno. En este sentido, Cap *et al (op.cit.)* también analizaron la incidencia, sobre el proceso de "sojización", de la adopción por los productores de los países

Para el "corn belt" de Estados Unidos: SOJA-MAÍZ-SOJA.

[18] Parte del supuesto de que el competidor por tierra más relevante de la soja es el maíz.

estudiados, de materiales de soja GM, controlando por el año de liberación o disponibilidad efectiva de dichas variedades. La disponibilidad de variedades GM explican el 82% (R^2 ajustado) de la "sojización" en Brasil, el 62% para Bolivia y apenas el 52% para el caso de Argentina. Este resultado no debería sorprender, dado que Trigo y Cap (2006) estimaron que, de acuerdo a los datos del Censo Nacional Agropecuario (CNA) de 1988, que refiere a la situación de las Explotaciones Agropecuarias (EAP) en 1987, en la Región Pampeana, los productores más pequeños, de menos de 300 has, ya se habían "sojizado" 9 años antes de la liberación de la soja GM. Para las explotaciones de hasta 100 ha, el RLAI implícito alcanzó un valor, ese año, de 1,40.

En síntesis, la "sojización" es un fenómeno y una preocupación con fundamento, pero la relación causal con la disponibilidad de variedades GM explica apenas la mitad del proceso. Eso significa que, si las variables determinantes de la otra mitad no hubieran estado presentes, es probable que el área sembrada con soja se hubiera reducido en la campaña 2015/16 en unas 6 millones de hectáreas (el área sembrada hubiera sido, en esa campaña, de 14 millones en lugar de 20) (ver Tabla 2.2). El debate de este tema tan preocupante debe necesariamente enriquecerse con la identificación y análisis de esas variables. Se pueden mencionar dos determinantes como fuertes candidatos, una vinculada a las tecnologías y otra al campo de los procesos regulatorios:

1) La sinergia soja GM - SD. El potencial de esta conjunción de tecnologías se expresó con más intensidad en la Argentina que en el centro de origen de las mismas, esto es, el Medio Oeste de los Estados Unidos. Según el USDA, en el "corn belt", la adopción de la siembra directa en soja es del 45%[19]. Las muy bajas temperaturas del invierno en buena parte del área agrícola de esa región requieren, en la preparación de la cama de siembra, la inversión del pan de tierra para exponerlo a la radiación solar y el contacto con el aire templado, para viabilizar la germinación de las semillas. Esa limitación agroecológica no existe en nuestra zona núcleo (dónde se incrementó el área con doble cultivo trigo-soja de segunda en unas 3 millones de ha) (Trigo y Cap, 2006) ni en las regiones marginales del NOA y NEA en las que se materializó la expansión horizontal de la frontera agropecuaria (lo que explicaría las otras 2 millones de ha[20]).

2) La demora en la aprobación de tecnologías GM para el maíz que, de haber estado disponibles, probablemente hubieran inducido un incremento en el porcentaje del área con un sistema de rotaciones tecnológicamente aconsejable (soja-maíz). Esta decisión política afectó negativamente la rentabilidad del cultivo del maíz alterando su competitividad relativa con la soja y, por lo tanto, promoviendo su monocultivo, probadamente insustentable en el mediano plazo.

3.3. Los impactos asociados al uso de herbicidas e insecticidas

La adopción masiva de tecnologías GM está también asociada a una serie de otros beneficios de tipo ambiental y, en cierta medida, una disminución de los riegos para la salud pública, particularmente en lo vinculado a intoxicaciones provenientes del uso de herbicidas. En este sentido, el principal beneficio está asociado al hecho de que el glifosato pertenece, dentro de la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (1988), al grupo de herbicidas de toxicidad clase IV ("prácticamente no tóxicos"). Si bien la introducción de la soja tolerante a herbicidas está usualmente asociada a un aumento en el uso – tanto en volumen total como en número de aplicaciones –, también implica una disminución de la cantidad utilizada de herbicidas de toxicidad de la clase II y III, que son más perjudiciales para la salud, tanto humana como ambiental (Qaim y Traxler, 2001).[21]

[19] http://www.ers.usda.gov/media/1979967/eib147_summary.pdf

[20] https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones

[21] Si bien este estudio se remonta al año 2001, no existen motivos de peso para pensar que este tipo de relaciones hayan variado significativamente con el aumento del uso de las variedades GM que se ha dado desde entonces.

En línea con esto, Brookes y Barfoot (2016) presentan un análisis del impacto de las aplicaciones de herbicidas resultante de la comparación de cuáles serían los niveles de uso de herbicidas requeridos para lograr, a través de medios convencionales, un control de malezas equivalente al que se logra con la utilización de los cultivos GM tolerantes a herbicidas. De esta comparación resulta que los sistemas que combinaron las nuevas tecnologías GM y la SD en 2013/14 han tenido, efectivamente, un nivel de uso de herbicidas algo más alto que las alternativas convencionales (3,11 kg de ca/ha comparados a 2,82 kg/ha), que se refleja en que en esa campaña se utilizó en total un 10.3% más de compuestos activos que lo que se utilizan en el año 2000 (unos 5,8 millones de kg más). Sin embargo, el impacto ambiental de este uso, medido sobre la base de la metodología del Cociente de Impacto Ambiental (EIQ), desarrollada por la Universidad de Cornell en EEUU (que integra la cantidad de ingrediente activo utilizado con otros aspectos clave referidos a la toxicidad y la exposición ambiental de los trabajadores rurales, consumidores, y medio ambiente), representa una mejora de alrededor del 1% sobre los sistemas convencionales – un EIQ de 48,24/ha comparado con un EIQ de 48,75/ha. Este impacto positivo es menor al estimado por los mismos autores para períodos anteriores – 2009/10 – cuando se estimó que el impacto en términos de EIQ era de una mejora de alrededor del 5%. En cierto modo, estos números indican cómo ha ido evolucionando el tema de las malezas resistentes y que la respuesta de los productores ha sido en la dirección del uso de un mayor número de aplicaciones y de formulaciones con una mayor concentración de compuestos activos. Independientemente de esto y, dada la fenomenal expansión del área sembrada durante el período en cuestión, un impacto relativamente pequeño a nivel de hectáreas termina siendo más que significativo a nivel agregado. En este sentido, considerando los valores acumulados desde 1996, la reducción en términos de EIQ ha sido de 9,3% (unos 1,2 millones de EIQ/ha) que lo que hubiese ocurrido si los sistemas de producción se hubieran basado en paquete tecnológico convencional.

El mismo estudio estima que la soja Bt x TH**,** en el relativamente corto tiempo desde su introducción en los planteos productivos, ha permitido una pequeña reducción en el uso de insecticidas – unos 0,08 kg/ha de ingrediente activo – que se refleja en una disminución del EIQ/ha de 1,26. El impacto global de esta mejora es, por ahora, limitado, dado el nivel relativamente bajo de adopción registrado.

Los impactos en relación al maíz son en la misma dirección, aunque de menor magnitud por el hecho de que el área cultivada es más pequeña. En el caso del maíz tolerante a herbicida (TH), Brookes y Barfoot (2016) estiman que, en general, la cantidad de componente activo utilizado en el maíz TH fue menor que para los convencionales, aunque en los últimos años la relación se ha invertido y, en 2014, los maíces TH utilizaron 3,99 kg de ca/ha, lo cual representa alrededor del 10% más de lo que se usó en los cultivos convencionales, lo cual ha hecho que las diferencias a favor de los cultivos GM en términos de EIQ/ha se hayan reducido a solo un 1,5%, frente a porcentajes mucho mas significativos en años anteriores. Sin embargo, si se considera el período entre 2004 (año de la introducción) y 2014, se contabiliza una reducción de 1,9 millones de kg de compuesto activo utilizado, lo cual significa una reducción del 7,2% en el valor estimado de EIQ.

Para el maíz resistente a insectos, los impactos han sido de menor magnitud, principalmente por el hecho de que los niveles de uso de insecticidas en los sistemas convencionales siempre han sido bajos y, por lo tanto, la diferencia con las nuevas tecnologías es poco significativa.

Los impactos en relación al algodón son significativos en términos relativos aunque por la menor extensión que abarca este cultivo, los valores agregados no alcanzan la magnitud registrada en los otros cultivos GM que se utilizan en el país. Los impactos observados, sin embargo, están en línea con lo que se observa en otras partes del mundo. De acuerdo al mismo estudio de Brookes y Barfoot (*op. cit.*), en 2014, la reducción del herbicida usado en el algodón fue de 0,27 millones de kg de componente activo, en comparación con los que se hubiesen usado con las variedades convencionales, lo cual representa un 18% menos en términos del EIQ/ha asociado. Entre 2002 y 2014 el total de componente activo utilizado se redujo en unos 4,8 millones de kg – un reducción del 18% – lo que en términos del EIQ asociado representa una reducción del 32% para todo el período. En el caso de los insecticidas, en 2014, el volumen promedio utilizado por los productores fue un

36,4% menor que el necesario de haberse usado variedades convencionales, lo cual representa un reducción, en términos de EIQ, de 38,2/ha a 15,1/ha. Los mismos autores estiman que, en 2014, hubo un ahorro de 118253 kg de compuesto activo, mientras que el acumulado desde 1998 representó un ahorro de 1,14 millones de kg y de 77,7 millones de unidades de EIQ/ha.

3.4. Los impactos asociados a la expansión del cultivo hacia áreas de mayor fragilidad y al balance de fósforo en los suelos dedicados a soja

Los beneficios mencionados en los párrafos anteriores deben ser puestos en el contexto de los riesgos potenciales que están asociados al fenomenal proceso de expansión que se ha descripto en las primeras secciones de este informe. Particularmente importantes en este sentido, son los que están asociados a la reducción de nutrientes disponibles en los suelos, como resultado de los bajos niveles relativos de fertilización que se dan en la Argentina y el deterioro de los ecosistemas más frágiles en las nuevas áreas de cultivo del NEA y NOA que se han ido incorporando a la producción de soja hacia el final de este período.

En lo que hace a la expansión hacia nuevas áreas, no cabe duda que ha habido un importante crecimiento del área con soja en las provincias del NEA y del NOA. De acuerdo a la información disponible, esta pasó de menos de un millón de hectáreas a fines de la década de 1990, a más de 2,6 millones una década más tarde (aunque el peso relativo de estas regiones se redujo en el total nacional, de un pico del 16% a principio de los años 2000, a alrededor de un 11-12% en los últimos años[22]). En este último caso, la realidad es que se dispone de poca información objetiva que permita hacer un análisis de cuáles pueden ser los impactos del proceso. Sea cual fuere la evolución más reciente, lo ocurrido es un fenómeno de magnitud y, teniendo en cuenta la naturaleza de los recursos involucrados –tierras consideradas frágiles, de alta biodiversidad-, algunos comentarios son importantes a la hora de poner la discusión en el contexto adecuado, sobre todo apuntando a aportar al diseño de políticas que aseguren la sostenibilidad de los procesos involucrados.

En relación al proceso de cambio en el uso de la tierra en las provincias del norte, es cierto que la soja es uno de los actores centrales del proceso actual de "agriculturización" que se ha dado en las mismas, pero también lo es el hecho de que este proceso empezó bastante antes de que la soja hiciera irrupción en el escenario agrícola de la Argentina y que buena parte de las áreas que hoy se cultivan con soja ya estaban dedicadas a la agricultura con anterioridad. Independientemente de ello, el tema de la sostenibilidad de las estrategias productivas es de extrema relevancia y debería ser abordado con el aporte de mayor información acerca de los impactos que efectivamente se están dando, ya que los sistemas en transformación están restringidos a los sectores de selva pedemontana en tierra plana, mientras que las selvas pedemontanas y montanas sobre pendiente, donde se ubica la mayoría de la biodiversidad y que proporcionan el grueso de los servicios ecológicos de las Yungas (uno de los ecosistemas que se denuncian como más afectados, (ver WWF, 2014), no estarían necesariamente amenazadas por la expansión agrícola (Grau, Gasparri y Aide, 2005). Asimismo, también existen evidencias de que los procesos de expansión hacia las otras áreas consideradas como "nuevas", en cuanto a la agricultura, como podrían ser las del norte de Córdoba y otras en el Chaco y Norte de Santa Fe, los procesos de cambio en el uso del suelo también parecerían obedecer a fuentes múltiples, incluidos los cambios en el régimen de lluvias, que permitieron hacer agricultura en áreas donde antes no se podía y anteceden a la aparición de la soja como opción productiva (Paruelo y Oesterheld, 2004).

Por otra parte, en el análisis de estos procesos y sus consecuencias también hay que traer a colación que muchos de los riesgos que se plantean provienen, no solo de la "agriculturización", sino también del carácter de monocultivo que esta ha tenido. En relación a este tema, el análisis no puede hacer abstracción del impacto que, sobre este fenómeno han tenido las políticas públicas que, particularmente de 2008 en adelante, alteraron de manera perversa las relaciones de

[22] Bolsa de Comercio de Rosario, https://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/infoboletinsemanal.aspx?IdArticulo=965

rentabilidad en contra de cultivos como el maíz, dejando a la soja como la única opción productiva para esas regiones.

En cuanto al tema de la reposición de nutrientes, la preocupación creciente de instituciones como el INTA, Fertilizar y Fundación Producir Conservando está asociada con la sostenibilidad de un sistema sin reposición de nutrientes, especialmente fósforo.[23] Las preocupaciones no son sólo respecto a impactos en la productividad parcial del factor tierra, es decir, en los rendimientos a través de la mejora en el balance de nutrientes del suelo y la capacidad de fijación biológica de N, sino también en la calidad proteica del grano y, asociado a ésta, la eficiencia de los procesos de industrialización (mayor proporción del producto industrial con el mismo volumen de molienda (Wnuk 2008). La importancia de estas preocupaciones se pone de manifiesto en el hecho de que entre 2002 y 2014 el contenido proteico de la soja argentina se redujo en casi un 2%, pasando de 39,05% a 37,09%, generando importantes costos económicos que, para la cosecha de 2013, fueron estimados por la Bolsa de Cereales de Rosario en USD 405 millones.[24],[25]

En la Tabla 3.1 se resume la evolución estimada de la exportación de fósforo, expresada en toneladas de superfosfato triple (SFT) y la del costo de reposición, en millones de dólares. El total acumulado de este proceso, altamente detrimental de la fertilidad química del suelo, supera las 21 millones de toneladas de SFT. El costo de reposición, valuada a los precios de cada año de la serie, es de unos 10055 millones de dólares, una cifra, sin duda importante, pero que representa apenas el 8,5% del beneficio bruto total acumulado durante el período bajo análisis (si se hubiera repuesto anualmente en la cantidad requerida para mantener la fertilidad).

Nuevamente, como en el caso de la expansión hacia las nuevas áreas, está claro que los riesgos que cuestionan la sostenibilidad de mediano y largo plazo de los sistemas de producción predominantes, se dan en el contexto de un vacío de políticas, que tiende a profundizar las variables de riesgo y demandarían un análisis más abarcativo de los procesos, sus costos y beneficios, de manera de poder definir un marco de políticas (de incentivos, regulatoria, normativa o una combinación de instrumentos), que aseguren un sendero productivo que permita continuar el desarrollo del subsector más importante en términos de la generación de divisas para el país, pero reconozca y minimice los aspectos potencialmente negativos, como los mencionados.

[23] http://www.lanacion.com.ar/1420252-no-se-fertiliza-la-soja-y-pierde-el-suelo
[24] Wnuk, Fernando, presentación ppt en Seminario ACSOJA, Mayo 8, 2014, Buenos Aires, Argentina.
[25] http://www.agrovoz.com.ar/la-voz-del-campo/la-menor-proteina-en-la-soja-tiene-un-costo-de-us-405-millones

las nuevas tecnologías no han sido solo económicos, sino que también han existido importantes beneficios en aspectos ambientales a nivel local y, que por la escala de los procesos involucrados, alcanzan una dimensión global. Sin embargo, también hay algunos interrogantes que no deben ser obviados. Todo proceso de cambio tiene tanto beneficios como costos y éste no es la excepción. En paralelo con los beneficios contabilizados, hay señales de problemas que es necesario atender, máxime dada la magnitud de los beneficios económicos involucrados. Estas señales tienen que ver, principalmente, con aspectos que amenazan la sostenibilidad de la producción agrícola, así como con el deterioro de algunas de las ganancias en el campo ambiental. En ambos casos, la respuesta parecería estar en el campo de las políticas públicas y en el hecho de que hasta el momento, los temas de preocupación han estado mayormente ausentes durante el diseño de las mismas.

CAPITULO 4
EL DESAFÍO DE MANTENER LA COMPETITIVIDAD

En retrospectiva, no cabe duda de lo que ha representado la adopción de las tecnologías GM para la agricultura argentina y para el país en su conjunto. Es evidente, también, que el impulso a la revolución agrícola que se dio en la Argentina provino no sólo de estas tecnologías, sino que otros factores vinculados a las políticas económicas y sectoriales e incluso otras innovaciones, como la siembra directa, tuvieron una gran influencia. Pero a estas alturas no cabe duda de que sin la biotecnología agrícola el proceso hubiese tenido una dinámica muy diferente y la economía del país también lo hubiese sido. Es más, el análisis desarrollado en el capítulo 2 de este informe acerca del impacto global de la adopción de las tecnologías GM en la Argentina lleva a pensar que la economía global hubiese sido también bastante diferente de no haberse dado los hechos que se dieron en nuestro país. La magnitud de los beneficios identificados en este informe resalta el valor de la biotecnología agrícola y la importancia que tiene reflexionar acerca de cuál debe ser el derrotero futuro de las tecnologías en esta área.

Lo anterior no quiere decir que las tecnologías en el "pipeline" actual deban ser analizadas en función de lo ocurrido en los últimos 20 años. La historia y el futuro nunca son lineales y, difícilmente, sea razonable esperar que las tecnologías por venir reproduzcan el derrotero de la primera generación de tecnologías GM. Sin embargo, la estimación realizada por Trigo (2011) sobre el potencial del trigo tolerante a sequía pone en evidencia que aún hay muchos beneficios que aprovechar si pudiera ser puesto en el mercado.

Independientemente de lo anterior, el tema hoy parece pasar por cómo mantener y expandir la vigencia de los activos tecnológicos actualmente en el mercado, cosa que la información disponible parece poner crecientemente en duda, planteando un problema para las estrategias productivas futuras un problema que, lejos de ser puntual, debe ser considerado como de carácter estratégico. Existen varias dimensiones que deberían ser objeto de consideración en relación a esto.

La primera de ellas es la existencia de evidencia empírica que respaldaría la hipótesis de que el vigor de las tecnologías que están hace tiempo en el mercado ya no es el que fue. Si bien es un proceso previsible, tratándose de un hecho natural, son crecientes los informes respecto de la existencia de malezas resistentes al herbicida glifosato y, si bien no hay demasiadas precisiones sobre las especies de malezas y su distribución territorial, lo cierto es que el problema es real y merece ser adecuadamente considerado. De hecho, hay información disponible que indica que ante este problema, se han empezado a utilizar un mayor número de aplicaciones y formulaciones de mayor concentración (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2016). Del mismo modo, las tecnologías de resistencia a insectos (Bt) también están enfrentando desafíos no menores. Estos aspectos son muy importantes, no por el hecho tecnológico en sí mismo, sino porque estas tecnologías son esenciales para la productividad de los cultivos, lo que, a su vez, constituye una variable determinante de la competitividad de la Argentina en los mercados mundiales. Estas problemáticas refuerzan la necesidad de concentrar esfuerzos en la implementación de sistemas de Manejo Integrado de Plagas y la aplicación sistemática de refugios, como se discute más adelante.

Por otra parte, las tecnologías GM son un componente central del paquete de la siembra directa y de las buenas prácticas agrícolas, dos de los principales pilares sobre los que se fundamenta el liderazgo de Argentina en la intensificación agrícola sustentable como base de la seguridad alimentaria global. Llamativamente, la implementación de estas prácticas también ha sido afectada, a juzgar por el estancamiento y/o la caída de las áreas bajo siembra directa en algunas de las principales zonas productoras del país (RETAA, 2016).

Estos aspectos son críticos, ya que además de los efectos que hoy se pueden observar, se puede anticipar que el cambio climático inevitablemente tenderá a agravar los problemas que se presentan hasta ahora. En este sentido, se espera un incremento en las precipitaciones en las principales áreas productoras, lo que resultará en nuevas malezas y plagas, así como cambios más

rápidos en las ya existentes, las que a su vez requerirán estrategias tecnológicas más complejas. En el caso de los cultivos Bt, esto significa un mayor cuidado de las tecnologías existentes a través del correcto manejo de la resistencia de insectos; en el caso del control de malezas, una canasta más diversa de tecnologías que permita la rotación de principios activos y modos de acción, cosa que recomienda tanto la siembra directa como las buenas prácticas agrícolas. En este contexto, varias de las tecnologías que están siendo evaluadas en el sistema regulatorio adquieren un valor estratégico que trasciende el beneficio económico, ya que son clave para garantizar la sustentabilidad de la producción de soja y maíz en Argentina.

La biotecnología agrícola, con sus más y sus menos, ha sido en la Argentina una política de estado. En un primer momento, el país se benefició de ser un "adoptante temprano" de las nuevas tecnologías, con réditos importantes y más allá de lo económico. En efecto, las nuevas tecnologías fueron un componente central del nuevo modelo de organización en red, una de las bases de la alta competitividad que hoy exhibe la agricultura argentina. Esto permitió acumular beneficios y llegar hasta aquí, pero es indispensable que se continúe y que, incluso, se profundice. Dos dimensiones merecen ser comentadas en este sentido.

Una tiene que ver con la dirección del proceso tecnológico. El ciclo que parece aproximarse a su final fue, esencialmente, impulsado desde la oferta. La disponibilidad de innovaciones apropiadas para las condiciones agroecológicas y organizativas de la agricultura argentina fue un determinante básico que gatilló el proceso de adopción que terminó transformando los sistemas productivos en el complejo de alta productividad actual. Sin embargo, los temas que se mencionaron en los párrafos anteriores sugieren que los desafíos hoy aparecen más desde la demanda, es decir, es la propia complejidad de los sistemas productivos en vigencia la que está requiriendo de nuevas respuestas que, muy probablemente, solo la biotecnología puede generar. El desafío es generar las condiciones institucionales para que esas tecnologías se hagan disponibles. En este sentido, I+D, propiedad intelectual, bioseguridad, negociaciones internacionales, entre otros, son todos aspectos que deberán entrar en juego en el entramado de las políticas de biotecnología a considerar en el futuro.

Otro aspecto a tomar en cuenta en ese entramado es la creciente importancia de la bioeconomía –entendida como producción y utilización intensiva en conocimientos de los recursos, procesos y principios biológicos, para la provisión sostenible de bienes y servicios en todos los sectores de la economía- como opción estratégica para el país. A nivel global el concepto cobra vigencia por la preocupación por encontrar opciones más sustentables para hacer frente a las demandas de una población en constante crecimiento, con recursos cada vez más escasos y acotados por los efectos del cambio climático e, incluso, el eventual desplazamiento del petróleo como base de la matriz energética. A nivel nacional, la bioeconomía se visualiza cada vez más como una estrategia válida para orientar los procesos de inversión indispensables en la nueva etapa que encara el país. En este contexto, las experiencias y estrategias en bioeconomía se asientan en dos aspectos fundamentales: la disponibilidad de biomasa y el aprovechamiento de las nuevas tecnologías, ya sea para expandir la disponibilidad, como para ampliar tanto sus funcionalidades como las formas de aprovechamiento. La biotecnología es esencial en ambos componentes y la Argentina tiene en sus actuales experiencias una inmejorable plataforma a partir de la cual construir nuevas oportunidades de innovación, crecimiento económico y bienestar social. Los aspectos tratados en este informe resaltan, más allá de cualquier debate, que cuando se confió en las nuevas tecnologías el beneficio obtenido fue enorme, también indican que todavía hay más potencial por delante a aprovechar. El desafío está en encontrar los senderos e instrumentos de políticas adecuados para las necesidades de estos tiempos, de manera de asegurar que el país pueda seguir siendo líder en este campo del desarrollo tecnológico.

BIBLIOGRAFÍA

ArgenBio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología), www.argenbio.org.

Bolsa de Cereales de Buenos Aires (2016), Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada, ReTAA, Buenos Aires, Argentina

Brookes G, Banfoot P (2016) Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2014: Impacts on pesticide use and carbon emissions, GM crops & Food, 7(2): 84-116

Cap E, Malach V (2012) Changing patterns in land allocation to soybeans and maize in Argentina and the Americas and the role of GM varieties. A comparative analysis. Proceedings. 28th International Conference of Agricultural Economists. Foz de Iguacu, Brazil.

Costamagna O (2004) Mercado de Semillas. Impacto del Proyecto del Fondo Fiduciario (Regalías Globales)", Foro de Perspectiva Agroindustrial 2004, Seminario Outlook de la Agroindustria Argentina: El campo como eje de la sociedad argentina.

Cruzate G, Casas R (2003) Balance de Nutrientes. Revista Fertilizar INTA, Año 8, Número Especial "Sostenibilidad", ISSN 1666.8812, pp 7-13, Diciembre.

Elena MG (2001) Ventajas Económicas del Algodón Transgénico en Argentina. INTA. Estación Experimental Sáenz Peña. Chaco. Documento de trabajo.

Finger R, Hartmann M, Feitknecht M (2009) Adoption patterns of herbicide-tolerant soybeans in Argentina. *AgBioForum*, *12*(3&4), 404-411 (http://www.agbioforum.org)

García FO (2005) Soja: Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo, INPOFOS, Informaciones Agronómicas Nº27 – Septiembre 2005 (http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/3234DEDECFD3B41E85257999005FC651/$FILE/FGarcia%20-%20Soja%20CriteriosFertilizaci%C3%B3n.pdf)

Grau HR, Gasparri NI, Aide TM (2005) Agriculture expansion and deforestation in seasonally dry forests of north-west Argentina. Environmental Conservation 32:140-148.

Huang K (2006) A Look at Food Price Elasticities and Flexibilities.Poster Paper.26th Conference of the International Asociation of Agricultural Economists.12-18 de agosto de 2006. Gold Coast, Queensland, Australia.

Iannone N (2002) Servicio técnico Diatraea en maíz. INTA Pergamino. www.elsitioagricola.com/plagas/intapergamino/diatraea20020502.asp

James C (2015) 20th Anniversary (1996 to 2015) of the Global Commercialization of Biotech Crops and Biotech Crop Highlights in 2015. ISAAA Brief No. 51. ISAAA: Ithaca, NY.

Martínez F, Cordone G (2015) Impacto de la fertilización en soja sobre la calidad del grano, IAH18, http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/09DD01D2BDADA9A503257E5E00008A33/$FILE/17.pdf

Paruelo J, Oesterheld M (2004) Patrones espaciales y temporales de la expansión de la soja en la Argentina. Relación con factores socioeconómicos y ambientales, Buenos Aires, Facultad de Agronomía-UBA.

Penna J, Lema D (2003) Adoption of Herbicide Tolerant Soybeans in Argentina: An Economic Analysis" in The Economic and Environmental Impacts of Agbiotech. A Global Perspective.Nicholas Kalaitzandonakes (ed.). Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.

Pincen D, Viglizzo EF, Carreño LV, Frank FC (2010) La relación soja-ecología-ambiente. Entre el mito y la realidad, en Viglizzo y Jobbágy, Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental, Ediciones INTA, 53-63.

Prize G, et al (2003) Size and Distribution of Market Benefits from Adopting Biotech Crops. United States Department of Agriculture.Electronic Report from the Economic Research Service. Technical Bulletin Number 1906. November.

Qaim M, Traxler G (2002) Roundup Ready Soybeans in Argentina: Farm Level, Environmental and Welfare Effects, 6° Conference ICABR on "Agricultural Biotechnologies: New Avenues for Production, Consumption and Technology Transfer". Ravello, Italia.

Sosa M (2002) Daño por Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz bajo siembra directa en diferentes épocas en el noreste santafesino, INTA - Estación Experimental Agropecuaria Reconquista (http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/05-Agrarias/A-061.pdf)

Trigo E, Chudnovsky D, Cap E, López A (2002) Los Transgénicos en la Agricultura Argentina: Una historia con final abierto, Libros del Zorzal, Buenos Aires, Argentina.

Trigo E, Cap E (2006) Diez años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina, ArgenBio, Buenos Aires, Argentina

Trigo E, Cap EJ, Villarreal F, Malach V (2009) Innovating in the Pampas Zero-tillage soybean cultivation in Argentina, en "Millions Fed: Proven successes in agricultural development", David J. Spielman and Rajul Pandya-Lorch (eds.), IFPRI Books (ISBN 978-0-89629-661-9), Washington DC

Trigo E, Villareal F (2010) La innovación biotecnológica en el sector agrícola, en Lucio G. Reca, Daniel Lema y Carlos Flood (eds.) El crecimiento de la agricultura argentina. Medio siglo de logros y desafíos, Cap. 7, pp. 161-189, Universidad de Buenos Aires.

Trigo E (2011) Quince años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina, ArgenBio, Buenos Aires, Argentina

Viglizzo EF, Carreño LV, Pereyra H, Ricard F, Clatt J, Pincén D. (2010) Dinámica de la frontera agropecuaria y cambio tecnológico, en Viglizzo y Jobbágy, Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental, Ediciones INTA, 9-16.

WWF (2014) El Crecimiento de la Soja: Impactos y Soluciones, WWF International, Gland, Suiza.

ArgenBio.org

Transgenicos20.ArgenBio.org

ArgenBio

#Transgénicos20Años

ArgenBiooficial