

## **La adopción de semillas transgénicas en Argentina. Un análisis desde la perspectiva de la renta de innovación\***

Por Sebastián Sztulwark y Hernán Braude\*\*

### **RESUMEN**

Este trabajo analiza el proceso de adopción de semillas transgénicas en la agricultura argentina desde la perspectiva de la renta de innovación. Luego de precisar teórica y metodológicamente el concepto, se estudia el caso de los dos productos de mayor difusión en la Argentina: la soja RR y el maíz Bt. Para cada uno de ellos se estima la magnitud y evolución de la renta de innovación apropiada por el agricultor, considerando tanto el impacto de la nueva tecnología sobre la productividad agrícola como el sobre-precio que los agricultores pagan por las nuevas semillas respecto a las de tipo convencional. En ese marco, el trabajo aborda el conflicto por la apropiación que surge entre el proveedor de la tecnología y el agricultor, a través del análisis de las condiciones tecnológicas e institucionales que regulan la propiedad intelectual en materia de semillas. Los principales hallazgos del trabajo son: i) que la renta de innovación está asociada al carácter “temprano” de la adopción; ii) que las condiciones de apropiación fueron significativamente más favorables para el agricultor en el caso de la soja RR que en el del maíz Bt; iii) que, dado el perfil de la innovación agrícola y la nueva estructura global del negocio, el espacio para la acumulación de rentas por la vía de la adopción de tecnología incorporada tiende a ser cada vez más estrecho.

### **SUMMARY**

This paper analyzes the process of adoption of transgenic seeds in Argentine agriculture from the perspective of innovation rents. We define the concept –both theoretically and methodologically- and then study the cases of RR soybean and BT corn, the most widely used transgenic products in the country. The magnitude and the evolution of the innovation rent appropriated by farmers are estimated in both cases, considering the impact of the new technology as well as the excess price farmers paid for the new seed, in comparison with the traditional ones. Within this framework and through the analysis of the technological and institutional conditions which regulate the intellectual property rights over seeds, the paper deals with the appropriation conflict that arises between farmers and the provider of the new technology. The main findings are that: i) the innovation rent in Argentina is associated with the early adoption of the new technology; ii) the innovation rent appropriation conditions were significantly more favorable for farmers in the case of RR soybean than in the case of BT corn; iii) given the characteristics of agricultural innovation and the new global agri-business structure, possibilities for accumulating rents by way of adopting embedded technology are becoming increasingly narrow.

---

\* Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto de investigación N°30/4023 “Renta de innovación en la agricultura argentina. El caso de las semillas transgénicas” de la Universidad Nacional de General Sarmiento.

\*\* Ambos autores son investigadores del Instituto de Industria de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), J.M. Gutiérrez 1150, Los Polvorines, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Teléfono: 4469-7579 / 4469-7551. Fax: 4469-7214. Correo electrónico: [ssztulwa@ungs.edu.ar](mailto:ssztulwa@ungs.edu.ar) y [hbraude@ungs.edu.ar](mailto:hbraude@ungs.edu.ar).

## Introducción

La producción agrícola argentina tuvo a lo largo de los últimos 15 años un crecimiento sin precedentes históricos. Desde las 40 millones de toneladas de granos que en promedio se cosechaban a principios de los años noventa, se pasó en la campaña 2007/2008 a un nivel de producción superior a los 96 millones de toneladas. Este inédito comportamiento productivo tuvo que ver, en parte, con el aumento de la demanda mundial de productos agrícolas, asociado –sobre todo– al crecimiento acelerado de algunas economías de Asia, pero también de un mayor uso industrial, ya sea para la elaboración de biocombustibles o de biomasa como base de producciones químicas y nutracéuticas, entre otras.

Este cambio estructural por el lado de la demanda, a su vez, se superpuso con una transformación de largo plazo por el lado de la oferta, que remite a la forma específica en que un nuevo paradigma tecno-económico basado en las tecnologías de la información y la comunicación revoluciona las condiciones de producción en la agricultura.

El hito tecnológico fundamental de la nueva forma histórica de producción agraria tiene que ver con los avances de la moderna biotecnología y, sobre todo, con el desarrollo de semillas modificadas genéticamente (en adelante, MG<sup>1</sup>), aunque el cambio no se agota ahí. La semilla MG, en tanto innovación radical, funcionó como núcleo de un nuevo paquete tecnológico constituido por el uso de herbicidas de aplicación no selectiva, la siembra directa y una nueva generación de maquinaria agrícola informatizada. A su vez, el paquete tecnológico se combinó con un nuevo modelo de organización de la producción en red, que vincula de manera flexible a dueños de la tierra, agricultores, contratistas y proveedores de insumos y servicios especializados (Bisang et al, 2008).

Como en otras etapas históricas, el incremento de la demanda mundial de granos implica para un país como la Argentina, que cuenta con ventajas naturales para la producción agrícola, un incremento de la renta de la tierra. Sin embargo, el hecho de que la Argentina haya sido un adoptante muy temprano de las semillas transgénicas constituye en sí mismo una novedad histórica, a la cual la literatura académica especializada no viene prestando mucha atención. El elemento central a considerar en este caso es la obtención de una renta diferencial por innovación, que se deriva de la difusión asimétrica a nivel internacional de una nueva tecnología que revoluciona los métodos de producción agrícola, otorgando una ventaja económica a quien la adopta tempranamente *vis a vis* el resto de los productores no adoptantes a nivel mundial.

A su vez, este episodio de adopción temprana adquiere relevancia histórica desde el punto de vista del desarrollo económico argentino, en tanto su comprensión puede ayudar a identificar en qué medida la actividad agrícola, en el marco de un cambio en el paradigma tecnológico mundial, puede constituirse como base, no sólo de apropiación de renta de la tierra, sino también de nuevas vías de acumulación asociadas a la adopción de innovaciones tecnológicas, organizacionales e institucionales.

El objetivo principal de este trabajo es estudiar la dinámica de la renta de innovación apropiada por el agricultor que surge de la adopción de semillas MG en Argentina, desde el momento de su liberación comercial en el año 1996 hasta la actualidad, centrando la atención en los dos eventos de mayor impacto en la Argentina: la soja tolerante al herbicida glifosato (soja RR) y el maíz resistente al ataque de lepidópteros (maíz Bt). Su principal contribución radica en la aplicación de un marco teórico-metodológico basado en el concepto de “renta de innovación” que permite, por un lado, realizar una estimación propia de los beneficios económicos que surgen con las difusión de semillas MG en Argentina –que arroja resultados significativamente distintos respecto al trabajo más difundido hasta el momento en el país<sup>2</sup>– y, por otro, extraer

---

<sup>1</sup> En este trabajo se utilizan indistintamente los términos semilla MG o transgénica.

<sup>2</sup> Ver Trigo y Cap (2006).

nuevas conclusiones sobre las perspectiva futuras de acumulación que se abren para la argentina a partir de la adopción de estas nuevas tecnologías.

Dos preguntas centrales sirven de guía para esta investigación: ¿Cuál fue la magnitud y evolución a lo largo del tiempo de la renta de innovación apropiada por el agricultor? ¿Cuáles fueron los factores que explican, para cada uno de los dos casos estudiados, la evolución de esta renta de innovación?

Para abordar estos interrogantes el trabajo parte de definir el concepto de renta de innovación, tomando como punto de partida una visión heterodoxa del proceso competitivo y del papel de la innovación en la dinámica del sistema económico. Desde el punto de vista teórico, el elemento central a considerar en el estudio de la renta de innovación es la existencia de dos dimensiones relacionadas pero analíticamente diferenciadas: la de los elementos que actúan como fuente de renta y los que posibilitan (o limitan) su apropiación privada.

En segundo lugar, se presentan las características principales del proceso de innovación en la agricultura argentina a partir de mediados de la década pasada, cuando se liberan comercialmente los primeros eventos transgénicos. En ese marco, se desarrolla una estimación de la renta innovativa que surge de la adopción de la semillas de soja RR y el maíz Bt, a partir de los siguientes ejes metodológicos: i) caracterización del impacto microeconómico de la innovación a nivel del agricultor; ii) identificación del costo adicional de la innovación pagado por el agricultor; iii) agregación a nivel nacional del efecto microeconómico, considerando el área sembrada con cultivo MG y, en el caso de la soja RR, el porcentaje de semilla fiscalizada para cada año de la medición. La estimación se basó en la realización de entrevistas en profundidad con actores clave, el uso de estadísticas oficiales y la revisión de publicaciones e informes de organismos especializados.

Una vez estimada la renta de innovación, el trabajo aborda el conflicto por la apropiación que surge entre el agricultor y el proveedor de la tecnología, a través del análisis de las condiciones tecnológicas e institucionales que regulan la propiedad intelectual en materia de semillas y que constituyen los elementos de fondo en la explicación de la dinámica de la renta de innovación.

Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo.

## **1. El concepto de renta de innovación**

El concepto de renta económica fue desarrollado originariamente por los autores de la economía política clásica, asociado a las particularidades que asumía el proceso de acumulación capitalista en las actividades en las que intervenían medios de producción naturales (como la tierra). El aporte fundamental deriva de David Ricardo (1994 [1821]), quien planteó el carácter diferencial de la renta de la tierra, a partir de la heterogeneidad y no reproductibilidad de ese medio de producción natural. El planteo de Ricardo se orientaba a explicar cómo a medida que se desplaza la frontera agrícola y es necesario poner en funcionamiento tierras de menor calidad, los poseedores de las tierras más fértiles (o mejor ubicadas) recibirían una retribución diferencial por el mayor rendimiento que en ellas se obtiene. Por su parte, Marx (1975 [1867]) retoma el aporte fundamental de Ricardo, pero enfatiza el carácter “intensivo” de la renta que surge del aumento de los rendimientos agrícolas como resultado de inversiones adicionales. Es lo que Marx llama renta diferencial de tipo II, que implica una fuente de renta derivada del aumento de la intensidad del capital en la agricultura. También desarrolla otra modalidad, llamada renta absoluta, que no deriva de las condiciones de heterogeneidad de la tierra sino de la misma existencia de la propiedad.

Ya en el siglo XX, el concepto de renta económica fue desligado de las condiciones de producción asociadas a un medio de producción natural pero no de su carácter diferencial. Por ejemplo, los autores evolucionistas y neo-schumpeterianos, siguiendo la caracterización de Marshall, desarrollaron la noción de cuasi-renta como un tipo de ganancia extraordinaria que

deriva de la innovación y es erosionada una vez que se difunde a lo largo del sistema económico. Esta perspectiva sitúa al concepto de renta en el marco de una serie de definiciones heterodoxas sobre el funcionamiento del sistema económico, tales como i) que el proceso de innovación asume un carácter estructural y no necesariamente transitorio; ii) que la posibilidad de mantener ganancias elevadas y sostenidas en el tiempo suele estar asociado a la capacidad de innovar de los agentes; y iii) que ese proceso de generación y apropiación de rentas de innovación es un aspecto crucial en la comprensión de la dinámica de cualquier economía capitalista (Schumpeter, 1942; Dosi et al, 1993; Metcalfe et al, 2003).

De este modo, si desde una perspectiva clásica la renta tiene que ver con la monopolización<sup>3</sup> de un recurso natural de rendimiento diferencial y de limitada reproductibilidad, en un sentido schumpeteriano, en cambio, ésta se asienta directamente sobre la innovación y la atención recae sobre el desarrollo de capacidades tecno-productivas como base de diferenciación respecto a los competidores y sobre la creación de barreras a la entrada que limiten, aunque sea parcialmente, la libre difusión del conocimiento.

Integrando ambas tradiciones teóricas se puede reformular el concepto de renta económica como la apropiación privada de los beneficios económicos que surgen de la posesión o el desarrollo de recursos productivos sobre los que se funda una ventaja de carácter diferencial respecto de la competencia. Estos recursos pueden ser naturales (agrícolas, mineros o energéticos) o socialmente construidos (conocimiento). En un caso hablaremos de renta de la tierra y en el otro de rentas de innovación, para hacer alusión a la fuente (natural o construida) de la ventaja productiva<sup>4</sup>.

El problema de “apropiación”, sin embargo, aparece más acabadamente desarrollado en los autores de la llamada Economía del Conocimiento. El elemento fundamental a considerar para esta corriente es la distinción entre conocimiento e información. En efecto, mientras la reproducción de la información (un conjunto de datos estructurados y formateados pero inertes e inactivos) sólo cuesta el precio de la copia, la reproducción del conocimiento cuesta mucho más, puesto que lo que se debe reproducir es una capacidad cognoscitiva difícil de explicitar y de transferir de un individuo a otro (David y Foray, 2002). Ahora bien, en tanto la mercantilización del conocimiento requiere de su transformación en información, se crean condiciones de “bien público” que pueden anular las rentas privadas de los propietarios del conocimiento (Rivera Ríos, 2005). De este modo, la codificación del conocimiento constituye un factor crítico en el proceso de creación y apropiación de rentas de innovación, problema que adquiere particular relevancia histórica a partir de la difusión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (Rullani, 2004; Moulier Boutang, 2004).

En esta perspectiva, la apropiación privada de la renta depende del grado en que el propietario de la innovación pueda ejercer un control económico de la difusión del conocimiento, esto es, en la medida en que tenga la capacidad práctica de evitar que terceros hagan uso gratuito de la innovación (Rullani, 2004). Estas barreras a la entrada pueden ser de tipo tecnológicas, como la complejidad del conocimiento (dificultad de la imitación), el ritmo de innovación o el dominio de activos complementarios especializados, pero también de tipo formal (instituidas), como los derechos de propiedad intelectual o los acuerdos contractuales entre privados para desarrollar transferencias controladas de tecnología (Kaplinsky, 2005; Teece, 1986; Cohendet et al, 2003).

En suma, el concepto de renta de innovación remite a dos dimensiones relacionadas pero analíticamente diferenciadas: la de los elementos que actúan como fuente de renta (la

---

<sup>3</sup> El término “monopolización” se lo utiliza en el sentido que Marx le otorga en el tomo III de El Capital. Esto es, no en referencia a una estructura de mercado específica, sino al ejercicio efectivo de la propiedad privada sobre el recurso productivo que funda una ventaja diferencial (por ejemplo, la tierra).

<sup>4</sup> En el caso de la innovación, que es el eje de este trabajo, esa ventaja diferencial puede constituirse sobre la base de innovaciones de productos o de procesos. En un caso, la fuente de renta estará asociada a la fijación de un sobre-precio respecto al del producto convencional. En el otro, a la reducción de los costos unitarios de producción derivados de la incorporación de nuevos medios de producción (insumos o instrumentos de trabajo) o de mejoras en el plano organizativo.

innovación) y aquellos que permiten (o limitan) su apropiación privada. Una perspectiva que conduce a las condiciones tecnológicas e institucionales del proceso de innovación y, por lo tanto, a una mejor comprensión del potencial de acumulación que la adopción de una nueva tecnología supone para un territorio concreto.

## 2. Las semillas transgénicas y la innovación en la agricultura argentina

La adopción de semillas transgénicas significó un cambio histórico en la producción agrícola argentina. En efecto, hacia los años treinta del siglo pasado, y en el marco de la maduración del modelo de desarrollo de tipo “agro-exportador”, la producción total de granos oscilaba en torno a los 20 millones de toneladas por año. Algunas décadas después, y en el contexto de la denominada “Revolución Verde”, se desarrolló un nuevo modelo productivo más “capital intensivo”, de la mano de la mecanización del agro, el desarrollo de variedades híbridas y la incorporación masiva de agroquímicos, que permitió, hacia mediados de los años ochenta, superar la barrera de las 40 millones de toneladas por año.

Como se puede ver en el gráfico 1, a partir de mediados de los años noventa se produce un nuevo salto que permitió incrementar la producción agrícola hasta 96,3 millones de toneladas en la campaña 2007/08, más que duplicando la producción en poco más de una década. Una parte de este desempeño está relacionada con el incremento de la demanda mundial de granos, originada tanto por el crecimiento acelerado de algunas economías asiáticas<sup>5</sup> como por el surgimiento de nuevos destinos para la producción agrícola, como –por ejemplo– la elaboración de bio-combustibles.

Este cambio estructural por el lado de la demanda, a su vez, se superpuso con una transformación de largo plazo en las condiciones de producción agrícolas, que remite a la forma específica en que un nuevo paradigma tecno-económico basado en las tecnologías de la información y la comunicación revoluciona las condiciones de producción en la agricultura (Parayil, 2003). El hito tecnológico fundamental de este cambio histórico a nivel productivo tiene que ver con las aplicaciones que surgen de la moderna biotecnología y, sobre todo, con el desarrollo de semillas modificadas genéticamente.

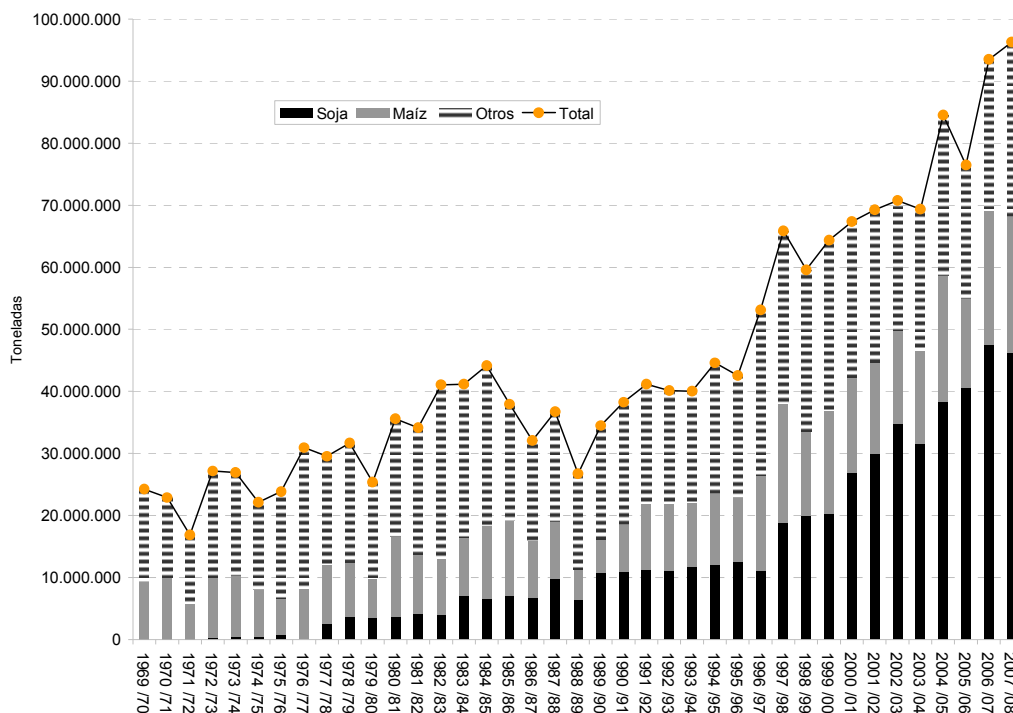
La biotecnología hace referencia a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos en usos específicos (Echenique *et al*, 2004). El empleo del conocimiento genómico en las diferentes áreas de la producción permite diseñar y producir nuevas moléculas, nuevos productos y nuevos procesos. El elemento más novedoso de la moderna biotecnología es el desarrollo de la ingeniería genética, esto es, un conjunto de técnicas que permiten la modificación dirigida y controlada de un genoma, agregando, eliminando o modificando alguno de sus genes<sup>6</sup>. En el campo propiamente agrícola, una planta transgénica es aquella en la cual se ha introducido uno o varios genes nuevos, o en la que se ha modificado la función de algún gen propio (Díaz, 2003; Rifkin, 1999).

---

<sup>5</sup> Por caso, el consumo medio anual de soja en China pasó de 17 millones de toneladas en el primer lustro de los años noventa a más de 62 millones en el período 2005/09. A su vez, en ese mismo período, la participación de China en el consumo medio anual de soja a nivel mundial se incrementó del 14,6% al 27,7% (Fuente: elaboración propia en base a USDA).

<sup>6</sup> Otras dos aplicaciones importantes de la agro-biotecnología son la producción *in vitro* de plantines y las técnicas de identificación y uso de marcadores moleculares que permiten acelerar los procesos de cruzamiento vegetal.

**Gráfico 1.** Evolución de la producción de cereales y oleaginosas. Argentina. Campaña 1969/70-2007/08 (en toneladas).



Fuente: elaboración propia en base a SAGPyA.

En el caso de la Argentina, hasta la actualidad el Estado nacional<sup>7</sup> autorizó la liberación comercial de 14 eventos biotecnológicos aplicados a tres cultivos: la soja, el maíz y el algodón. Las características principales introducidas fueron la tolerancia a herbicidas no selectivos (glifosato) y la resistencia al ataque de lepidópteros (barrenador del tallo). Estos eventos son provistos por un puñado de grandes firmas transnacionales que controlan el negocio de la agrobiotecnología a nivel global. La difusión de esos eventos transgénicos, sin embargo, requiere su introducción en variedades mejoradas y adaptadas localmente, hecho que revaloriza la industria local de mejoramiento convencional de semillas, de larga tradición en la Argentina.

El cambio tecnológico fue articulado por las semillas GM, pero no se agotó en él. La nueva semilla, sobre todo en el caso de la soja RR, fue el núcleo articulador de un paquete tecnológico constituido por el uso de herbicidas no selectivos, la aplicación de siembra directa<sup>8</sup> y la nueva generación de maquinaria agrícola informatizada. A su vez, el paquete tecnológico se combinó con un modelo de organización de la producción en red, que vincula de manera flexible a los dueños de la tierra, con agricultores, contratistas y proveedores de servicios especializados (Bisang et al, 2008). De la mano de una intensificación de los vínculos productivos a través de contratos, se produce una tendencia a la separación entre el propietario de la tierra y el empresario agrícola, marcando una diferencia sustantiva con respecto al modelo previo que tendía a la integración vertical<sup>9</sup>.

<sup>7</sup> Para poder comerciar un evento transgénico en la Argentina es necesario atravesar un proceso regulatorio que incluye estudios de impacto ambiental, sobre la salud humana y el comercio exterior.

<sup>8</sup> La técnica de siembra directa consiste en la implantación (mecanizada) de la semilla sin la necesidad de roturar la tierra, ni realizar las tareas posteriores de emparejado (Bisang y Sztulwark, 2007).

<sup>9</sup> Estos cambios están asociados, entre otras cuestiones, a las mayores escalas técnicas, económicas y de conocimiento que tiene el nuevo modelo; a la presión del mercado por reducir costos; y a la creciente complejidad técnica del paquete en su conjunto (Bisang y Sztulwark, 2007).

Al observar la evolución de la producción por tipo de cultivo, se destaca claramente el gran dinamismo de la soja. En efecto, la cosecha de esta oleaginosa pasó de 11 millones de toneladas en la campaña 1996/97 a 46,2 millones de toneladas en 2007/8. A su vez, si se toma en consideración la superficie sembrada, la introducción de las semillas MG también constituyó un punto de inflexión. El desarrollo del nuevo modelo productivo profundizó el proceso de “agriculturización” de la actividad primaria en la Argentina, desplazando la actividad ganadera hacia tierras marginales. El proceso estuvo fundamentalmente asociado al avance de la soja hacia regiones no pampeanas<sup>10</sup>, hecho que implicó la sustitución de otros cultivos (como el trigo y el algodón), pero también la ampliación de la frontera agrícola.

Fue justamente en el cultivo de soja donde el ritmo de difusión de las nuevas variedades transgénicas fue más explosivo. En tan sólo siete años las semillas modificadas genéticamente cubrieron el 98% del área sembrada con ese cultivo. Semejante tasa de adopción de una tecnología no registra antecedentes, al menos en el ámbito agrícola argentino. Ejemplos de ello son los hitos tecnológicos previos en materia de semillas: tanto el maíz híbrido (cuya primera siembra data del año 1953) como el trigo con germoplasma mexicano (año 1973) tardaron 25 y 17 años, respectivamente, en alcanzar una difusión del 90% de la superficie sembrada con ese cultivo (Rossi, 2006).

### **3. Renta de innovación en la agricultura argentina**

#### **3.1. Caracterización de la renta de innovación agrícola**

El estudio de la renta de innovación en la agricultura argentina requiere algunas precisiones que logren captar la especificidad propia de las semillas como vehículo de innovación y de la producción agrícola como espacio económico de adopción.

Una de las particularidades de la agricultura es que el cambio tecnológico se realiza principalmente a través de algunos insumos que actúan como vectores de la innovación, cuya adopción supone –para los agricultores– una innovación de proceso (Ruttan, 1986; Pavitt, 1984). De este modo, la semilla MG, que desde el punto de vista de la industria semillera es una innovación de producto basada en la modificación del ADN de una planta, para el agricultor se trata de un insumo cuya adopción permite producir en condiciones superiores respecto a un competidor no adoptante. De este modo, se destaca la vía predominantemente incorporada de la innovación en la agricultura y el carácter diferencial de la renta de innovación que surge con la adopción de las nuevas tecnologías.

La velocidad de adopción de una nueva tecnología en la agricultura depende, según Griliches (1960), de su impacto sobre la rentabilidad. Por su parte, Ruttan y Hayami (1973) plantean otros elementos complementarios, tales como la existencia de un empresariado con espíritu emprendedor y, sobre todo, la disponibilidad de capacidades técnicas y científicas que permitan lograr la adaptación de la nueva tecnología a las características agronómicas locales.

Sin embargo, en el caso de las semillas transgénicas, la innovación trasciende la mera incorporación de este insumo clave. Implica, además, una serie de cambios institucionales que viabilicen su comercialización así como transformaciones técnicas y organizativas sobre cuya base el adoptante busca extraer el máximo provecho de la nueva tecnología. La necesidad de

---

<sup>10</sup> Una derivación importante del nuevo paquete Soja RR/Glifosato/Siembra directa es que en tanto requiere menos labores y pasadas de herbicida, induce un acortamiento del ciclo de producción. Este elemento combinado con el desarrollo de variedades de soja de ciclo corto permitió una importante expansión de la producción a partir de la ampliación de la frontera agrícola y la difusión del doble cultivo.

estos cambios complementarios también contribuye a explicar la asimétrica velocidad de adopción de las semillas MG entre distintos territorios.

En el caso argentino sobresale la temprana adopción de las semillas transgénicas respecto a sus competidores a nivel mundial. En efecto, la siembra de variedades de soja RR comenzó en el país el mismo año que en Estados Unidos (1996), el primer país en autorizar la comercialización para todo uso de la soja transgénica, gracias a la constitución a principios de esa década de un marco regulatorio sobre organismos genéticamente modificados<sup>11</sup>.

A su vez, también se verifica una destacada velocidad de difusión de la nueva tecnología. Tomando en consideración la campaña 2007/08, mientras a nivel mundial el porcentaje de superficie sembrada con cultivos MG (respecto al área total de siembra) fue del 64% para el caso de la soja y del 24% para el maíz, en Argentina esos mismos porcentajes fueron del 99% y 74%, respectivamente<sup>12</sup>.

Entre los factores que explican este desempeño, cabe destacar el perfil más profesionalizado de los actores directamente vinculados con la producción agrícola (productores, contratistas, proveedores de servicios, entre otros) y el desarrollo de nuevas formas de organización productiva en “red”, el papel de las entidades gremiales e instituciones privadas de apoyo a la producción en la adopción del nuevo paquete tecnológico (como, por ejemplo, AACREA, AAPRESID, ACSOJA y MAIZAR) y la contribución tanto del INTA como de las empresas semilleras locales en el desarrollo de programas de investigación en genética que hicieron posible una rápida introducción de los eventos transgénicos a las variedades de soja y maíz que mejor se adaptaban al medio local.

Por su parte, el análisis de las condiciones de apropiación de la renta innovativa también demanda algunas precisiones adicionales. Por ejemplo, una innovación de producto puede ser el fundamento de un poder de mercado que permita obtener un precio diferencial respecto del competidor. Habrá renta de innovación, en ese caso, si el incremento del precio logra superar el costo de introducir la innovación. Este sería el caso, por ejemplo, si se considerara la renta de innovación desde el punto de vista de los proveedores de semillas MG.

Pero la situación es distinta si, como nos proponemos en este trabajo, consideramos la renta de innovación que apropia el agricultor por la adopción de la nueva tecnología. En este caso, el elemento central es que el grano como producto del proceso agrícola es, al menos hasta este momento histórico, un bien indiferenciado<sup>13</sup>. Situación que tiene un claro correlato a nivel económico, en tanto no existe un diferencial de precios entre un grano hecho con semilla transgénica y otro hecho con semilla convencional<sup>14</sup>. En el marco de un mercado mundial de *commodities* agrícolas altamente desarrollado, la fijación del precio de estos productos depende de las condiciones de oferta y demanda globales. Esto es: descontando las diferencias del flete y las restricciones arancelarias y para-arancelarias al comercio, existe un solo precio de estos productos a nivel global.

---

<sup>11</sup> En 1991 se creó la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA), organismo encargado de evaluar las solicitudes de liberación al ambiente de organismos vegetales genéticamente modificados. En Brasil, por ejemplo, la CNTBio –institución equivalente de la CONABIA argentina- recién se constituyó en 1995, mientras que la siembra de semillas modificadas genéticamente fue legalizada en el año 2005 (durante las campañas 2002/2003 y 2003/2004 la comercialización de cultivos transgénicos fue autorizada de manera *ex post* por un decreto de la Presidencia de la Nación, atendiendo así a la difusión que, por la vía del contrabando desde la Argentina, había tenido la soja RR).

<sup>12</sup> Fuente: elaboración propia sobre la base de ISAAA y Argenbio.

<sup>13</sup> A pesar de que el proceso productivo de un grano es diferente si fue realizado con una semilla MG o una convencional, de acuerdo con el marco regulatorio argentino (que es convergente con sus equivalentes a nivel mundial), el producto emergente de ese proceso (el grano en tanto bien de consumo) no tiene ninguna diferencia significativa, haya sido o no producido a partir de una semilla transgénica.

<sup>14</sup> La segunda generación de semillas MG, en cambio, apunta justamente a la diferenciación de productos más que a la de procesos.



El costo de producción de un grano, por el contrario, no es global. Está sujeto a las condiciones productivas que rigen en un territorio específico. Las rentas económicas a nivel internacional surgen precisamente de contraponer en el mercado mundial estructuras de producción de carácter heterogéneo (Dabat et al, 2007). Lo mismo puede plantearse para un productor individual: la mejora de la eficiencia relativa en la producción de un bien, dado un determinado precio fijado en el mercado mundial, constituye para él una renta económica, en la medida que esa mejora productiva más que compense el costo de adoptar la innovación. Por lo tanto, en nuestro caso de estudio, el elemento decisivo que determina la apropiación de la renta de innovación no tiene que ver con la fijación del precio final del producto (que se determina globalmente, en un mercado atomizado) sino fundamentalmente con el precio de compra de la semilla MG.

En los dos productos considerados en este trabajo, la soja RR y el maíz Bt, la diferenciación se da a nivel de proceso. Si, como vimos previamente, el efecto de la nueva tecnología es el aumento de la productividad por capital invertido (ya sea vía reducción de costos de producción o incremento del rendimiento productivo), entonces **la renta de innovación será el plus de productividad generado por la innovación, ajustado por el costo adicional de la nueva semilla, en comparación con la tecnología convencional.**

Este incremento (o plus) de productividad generado por la innovación remite al impacto económico directo que obtiene el productor por la adopción de las semillas MG. En el caso del maíz, se considera el aumento del rendimiento productivo por hectárea que se produce por el ahorro de pérdidas en las cosechas, y se lo aplica al área sembrada con el cultivo MG. En el caso de la soja RR esto alude a la reducción de costos de producción derivados del ahorro de mano de obra y de insumos que permite la nueva tecnología. Para la estimación de la renta de innovación se considera el ahorro por hectárea y luego se lo multiplica por el área sembrada en los años considerados en la medición. El efecto “intensivo” (la reducción de costos) de la soja RR se aplica “extensivamente” a todas las tierras en las que este cultivo se expandió a lo largo de los últimos años.

Este procedimiento contrasta con el utilizado en el trabajo de Trigo y Cap (2006), que constituye hasta el momento el estudio de referencia sobre el tema en Argentina, en el que se separa analíticamente el efecto “intensivo”, asociado a la reducción de costos, del “extensivo”, vinculado a la expansión de la soja a nuevas tierras, ya sea por la ampliación de la frontera agrícola, el desplazamiento de producciones alternativas o el crecimiento del doble cultivo con soja de segunda. En la estimación de este segundo efecto, los autores atribuyen plenamente a la nueva tecnología los beneficios derivados de la expansión del área sembrada con soja<sup>15</sup>. Esta metodología, sin embargo, tiene algunas limitaciones. La principal radica en que estos autores contabilizan el ingreso bruto generado en las nuevas tierras hacia las que se extendió la soja RR, sin considerar los costos en que debe incurrirse para llevar a cabo esas producciones. De este modo, al utilizar como indicador el ingreso y no la ganancia o renta, se tiende a sobreestimar el impacto de la difusión de la soja RR. El detalle no es menor, si se tiene en cuenta que la estimación de los autores arroja que el 91% del beneficio económico derivado de la introducción de la soja RR –que para los 10 años comprendidos entre las campañas 96/97 y 06/07 ascendería a 19.737 millones de dólares– se explicaría por el efecto “extensivo”<sup>16</sup>.

---

<sup>15</sup> El trabajo mencionado atribuye a la tecnología RR el ingreso total obtenido por las ventas del grano en las nuevas tierras ganadas por la ampliación de la frontera agrícola y la extensión del doble cultivo, mientras que en el caso de las tierras en las que la expansión de la soja desplaza otras producciones se contabiliza el “efecto sustitución” asociado a la misma.

<sup>16</sup> Otro aspecto crítico tiene que ver con el cálculo del efecto “sustitución”. En este sentido, los autores concluyen que el beneficio bruto por la introducción de la soja transgénica habría sido inferior al beneficio neto, es decir, a aquél que se obtuvo mediante el ajuste de los beneficios brutos –intensivos y extensivos– por el efecto “sustitución”. Lo que está implícito en este resultado es la objetable atribución a la soja transgénica de los beneficios económicos derivados del incremento de productividad en la actividad ganadera, que fue lo que permitió que, a pesar de haber cedido más de cinco millones de hectáreas a manos de la soja, la producción de leche y carne bovina no sólo no cayera, sino que incluso se

Por el lado de los costos, se toma en consideración el diferencial de precios de la semillas MG *vis a vis* la semilla convencional. Esto es, el sobre-costo que le implica al agricultor acceder a la nueva tecnología. En el caso de la soja, dado su carácter de especie autógama, que puede sembrarse sin perder sus cualidades productivas mejoradas, solo se considera el costo de la semilla efectivamente pagada, lo que implica ponderar el área sembrada con ese cultivo en relación a la semilla fiscalizada, descontando tanto el mercado ilegal de semilla (la llamada “bolsa blanca”) como la resiembra de semilla libre que lleva a cabo el agricultor al ejercer el derecho de “uso propio”.

### **3.2. Estimación de la renta de innovación en los casos de la soja RR y el maíz Bt en Argentina**

Luego de caracterizar el proceso de adopción de semillas MG en la agricultura argentina y la renta de innovación del agricultor a la que dio lugar, el paso siguiente consiste en estimar la magnitud que la misma alcanzó en los casos de la soja RR y el maíz Bt. Para ello es necesario primero establecer el monto del plus de productividad generado por la adopción de las semillas transgénicas y descontar luego el costo adicional en que incurrió el agricultor para poder introducir la novedad.

#### El caso de la Soja RR

En el caso de la soja RR, el plus de productividad se da por medio de la reducción de costos asociados al control de malezas. Con las nuevas tecnologías de transgénesis vegetal fue posible introducir en la semilla de soja un gen de una bacteria del suelo que brinda a la planta resistencia a la aplicación del herbicida no selectivo “glifosato”. En consecuencia, la adopción de la soja transgénica conllevó el reemplazo del set de herbicidas selectivos de pre y post-emergencia que requerían las variedades convencionales, y la eliminación de labores e insumos vinculados a su aplicación (Trigo y Cap, 2006). De acuerdo con las estimaciones realizadas por el International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA), la reducción de costos inducida por la innovación osciló entre las campañas 1996/07 y 2007/08 entre los 24 y 30 dólares por hectárea.

El cálculo del plus de productividad consiste entonces en multiplicar el monto ahorrado por hectárea debido a la disminución de los costos, por la superficie sembrada con variedades de soja genéticamente modificadas. Como se observa en el cuadro 1, la suma total del plus de productividad acumulado a lo largo de 12 años fue de 3.374 millones de dólares. El monto anual de ese plus sigue un comportamiento ascendente en la medida que se eleva el área sembrada con soja RR. Pero además recibe un impulso adicional a partir de la campaña 2001/02 producto de la disminución en el precio del glifosato –inducida por las crecientes importaciones provenientes de China–, que amplió la diferencia entre el costo de la siembra con semilla resistente a ese herbicida y el de aquella efectuada con semilla convencional.

Por su parte, la estimación de los costos de la innovación asumidos por el agricultor supone tomar el diferencial de precio por hectárea existente entre la nueva semilla genéticamente modificada y la convencional, y multiplicarlo por la superficie sembrada con las nuevas semillas. A su vez, el valor obtenido debe ser ponderado año a año por el porcentaje de la superficie sembrada en que se utilizaron variedades fiscalizadas, que fueron aquellas que efectivamente incorporaron aquel diferencial.

---

eleva. El monto de estos beneficios habrían ascendido en el período comprendido por el estudio a 686 millones de dólares, equivalente a un 39% de los beneficios asociados al efecto “intensivo”.

El costo acumulado de adopción de la innovación ascendió en el período considerado a poco más de 354 millones de dólares. Contrariamente a lo ocurrido con el plus de productividad, su volumen anual no creció con la extensión del área sembrada con semilla transgénica. E incluso, en algunos años, descendió. Ello se debió a que la progresiva difusión de la semilla transgénica fue acompañada por un aumento del área sembrada bajo el amparo del derecho de uso propio del agricultor. Además, en paralelo se fue desarrollando un mercado ilegal de multiplicación de semillas (la llamada “bolsa blanca”). Ambos fenómenos provocaron que la participación de la semilla fiscalizada en el total del negocio disminuyese y, como correlato, que su precio declinase sensiblemente. Como consecuencia, en la medida en que creció el grado de accesibilidad a las semillas MG, se redujo su diferencia de precio respecto de la semilla convencional. Sobreprecio que inicialmente fue de 54 dólares por hectárea y que luego se redujo por debajo de los 10 dólares.

La diferencia entre el plus de productividad y el costo de la innovación acumulado entre los años 1996/2008 da como resultado la renta de innovación apropiada por el agricultor, que, en el caso de la soja RR, ascendió a 3.020 millones de dólares. La conjunción del aumento de la superficie sembrada con variedades transgénicas, el incremento de la reducción de costos derivada de su incorporación, y la caída del porcentaje de semilla fiscalizada y de su precio, generó que el monto anual de esa renta se elevase año a año, por lo que el 80% de esos 3.020 millones de dólares apropiados por el agricultor fueron captados en el segundo sexenio del período aquí comprendido.

**Cuadro 1.** Estimación de la renta de innovación. El caso de la Soja RR. Argentina. Campañas 1996/97-2007/08.

Campaña	Área sembrada con soja RR (miles de ha)	Reducción de costos (U\$S/ha)	Plus de productividad por Innovación (U\$S)	Porcentaje semilla fiscalizada	Diferencia de precio entre semilla RR y convencional (U\$S/ha)	Costo de la innovación (U\$S)	Renta de innovación del agricultor (U\$S)
	(A)	(B)	(C)=(A)*(B)	(D)	(E)	(F)=(A)*(D)*(E)	(G) = (C) – (F)
96/97	370	26,1	9.657.000	32%	54,00	6.393.600	3.263.400
97/98	1.756	25,3	44.461.920	32%	41,36	23.241.011	21.220.909
98/99	4.800	24,7	118.608.000	51%	33,50	82.490.400	36.117.600
99/00	6.640	24,4	162.082.400	30%	17,10	33.609.024	128.473.376
00/01	9.000	24,3	218.790.000	20%	19,60	34.574.400	184.215.600
01/02	10.925	24,3	265.586.750	26%	15,40	43.911.945	221.674.805
02/03	12.446	29,0	360.934.000	19%	14,00	32.757.872	328.176.128
03/04	13.230	29,0	383.670.000	14%	3,50	6.529.005	377.140.995
04/05	14.058	30,0	421.740.000	21%	7,40	21.950.161	399.789.839
05/06	15.200	30,2	459.040.000	21%	5,60	18.045.440	440.994.560
06/07	15.840	28,7	454.924.800	21%	5,60	18.805.248	436.119.552
07/08	16.600	28,6	474.926.000	21%	9,10	32.024.720	442.901.280
<b>Acumulado</b>			3.374.420.870	<b>Acumulado</b>		354.332.826	3.020.088.044

Fuentes: Área sembrada, Argenbio. Reducción de costos, Brookes y Barfoot (2008). Porcentaje de semilla fiscalizada, USDA (2006). Para las campañas 06/07 y 07/08 se supuso el mismo porcentaje que en las dos anteriores. La diferencia de precio, elaboración propia en base a SAGPyA, Lema y Penna (2002) y Márgenes Agropecuarios, números varios. Renta de innovación: elaboración propia en base a fuentes previas.

Por su parte, y de acuerdo con las estimaciones realizadas por la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, el monto anual promedio de la renta de la tierra<sup>17</sup> entre las campañas 96/97 y 03/04 ascendió a 67 dólares por hectárea (Ingaramo, 2004). De este modo, al considerar la renta de innovación promedio anual resultante de la adopción de la soja transgénica en ese período (18 dólares por hectárea), resulta que ésta equivaldría a cerca de un 27% de la renta de la tierra.

### El caso del Maíz Bt

La adopción de la tecnología Bt generó en el caso del maíz un incremento de productividad derivado de la prevención de las pérdidas que causa el posible ataque de una plaga, la *Diatraea saccharalis* (barrenador del tallo), en su estado larval. El nuevo gen provee al cultivo de maíz de resistencia a la plaga en cuestión y, por lo tanto, lo protege de las potenciales mermas de rendimiento (Trigo y Cap, 2006).

En este caso, el plus de productividad está asociado a los ingresos superiores que resultan de un mayor nivel de producción, en relación a los que potencialmente se obtendrían si el maíz se hallase expuesto a los efectos negativos provocados por el ataque de la *Diatraea saccharalis*. En consecuencia, para el cálculo del plus de productividad se debe estimar en primer lugar el aumento logrado en el volumen de producción, luego valorizarlo con el precio de la tonelada de maíz de cada año y finalmente multiplicar el valor resultante por la superficie sembrada con el cultivo. Partiendo entonces de una estimación que ubica el incremento inducido en los rendimientos por la incorporación de la tecnología Bt en un 9% (Brookes y Barfoot, 2006), y considerando el precio percibido por el agricultor<sup>18</sup>, se concluye que la adopción del maíz Bt generó en diez años un plus de productividad, respecto de los híbridos convencionales, de 592,9 millones de dólares. Aquí, nuevamente, el sendero descrito por ese incremento de productividad fue ascendente, en consonancia con la extensión de la superficie de maíz Bt sembrada y, sobre todo en los últimos años, con el aumento de los precios del cereal; las únicas excepciones fueron las campañas 2004/05 y 2005/06, cuando la caída de la superficie sembrada, del precio del cultivo y/o del rendimiento promedio registrado en el país (variable sobre la que se aplica el diferencial de rendimiento al que da lugar la tecnología Bt) condujeron a la baja del monto anual.

A su vez, para el cálculo del costo de la innovación asumido por el agricultor se siguen los mismos pasos que en el caso de la soja, con la diferencia de que aquí no es necesario considerar la incidencia de la semilla no fiscalizada, dado que su presencia en el mercado resulta marginal. Ello ayuda a explicar por qué el diferencial de precios con la semilla convencional no sufrió alteraciones significativas a lo largo del período. Y que, contrariamente a lo observado en el caso de la oleaginosa, la evolución de los costos de la innovación en que incurrió el agricultor fue relativamente similar al del plus de productividad, en tanto fue elevándose junto a la expansión de la superficie sembrada.

Nuevamente, la brecha entre el plus de productividad y el costo de la innovación explica el monto alcanzado por la renta de innovación acumulada entre las campañas 98/99 y 07/08, que en el caso del maíz fue de 289 millones de dólares. Al igual que en el caso de la soja, su sendero de evolución fue ininterrumpidamente ascendente, con la única excepción, ya explicada, de las campañas 04/05 y 05/06.

A su vez, la magnitud de la renta de innovación por hectárea habría representado, entre las campañas 98/99 y 03/04, un promedio del 19,8% de la renta de la tierra por hectárea, que en ese lapso fue de 63 dólares, de acuerdo con la estimación de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (Ingaramo, 2004).

---

<sup>17</sup> Esta estimación surge de considerar la renta de la tierra promedio correspondiente a los cuatro cultivos principales que se siembran en la región pampeana: soja, maíz, trigo y girasol.

<sup>18</sup> Considerando como tal al precio FOB menos los gastos de comercialización.

**Cuadro 2.** Estimación de la renta de innovación. El caso del maíz Bt. Argentina. Campañas 1998/99-2007/08.

Campaña	Área sembrada con maíz Bt (ha)	Producción adicional por incremento del rendimiento (ton/ha)	Precios percibidos por el agricultor <sup>(1)</sup> (U\$/Ton)	Plus de productividad por Innovación (U\$S)	Diferencia de precio entre semilla Bt y la convencional (U\$/ha)	Costo de la innovación (U\$S)	Renta de innovación del agricultor (U\$S)
	(A)	(B)	(C)	(D)=(A)*(B)*(C)	(E)	(F)=(A)*(E)	(G)=(D)-(F)
98/99	16.351	0,483	62	490.195	22	359.728	130.467
99/00	219.114	0,486	56	5.995.100	22	4.820.508	1.174.592
00/01	698.905	0,482	49	16.616.335	22	15.375.901	1.240.434
01/02	918.498	0,533	56	27.355.092	22	20.206.963	7.148.129
02/03	1.233.750	0,563	80	55.464.939	22	27.142.491	28.322.448
03/04	1.494.200	0,551	93	76.824.799	22	32.872.400	43.952.399
04/05	2.028.687	0,392	65	51.297.998	22	44.631.111	6.666.887
05/06	2.080.167	0,313	83	54.057.039	22	45.763.671	8.293.368
06/07	2.361.635	0,407	129	123.745.794	22	51.955.972	71.789.822
07/08	2.755.535	0,343	192	181.051.576	22	60.621.776	120.429.801
<b>Acumulado</b>				592.898.866	<b>Acumulado</b>	303.750.520	289.148.345

<sup>(1)</sup> Precios promedio para el período marzo-junio de cada año publicados por la Cámara Arbitral de Cereales de Rosario + Retenciones – Gastos de comercialización desde una distancia de 200km hasta el puerto de Rosario.

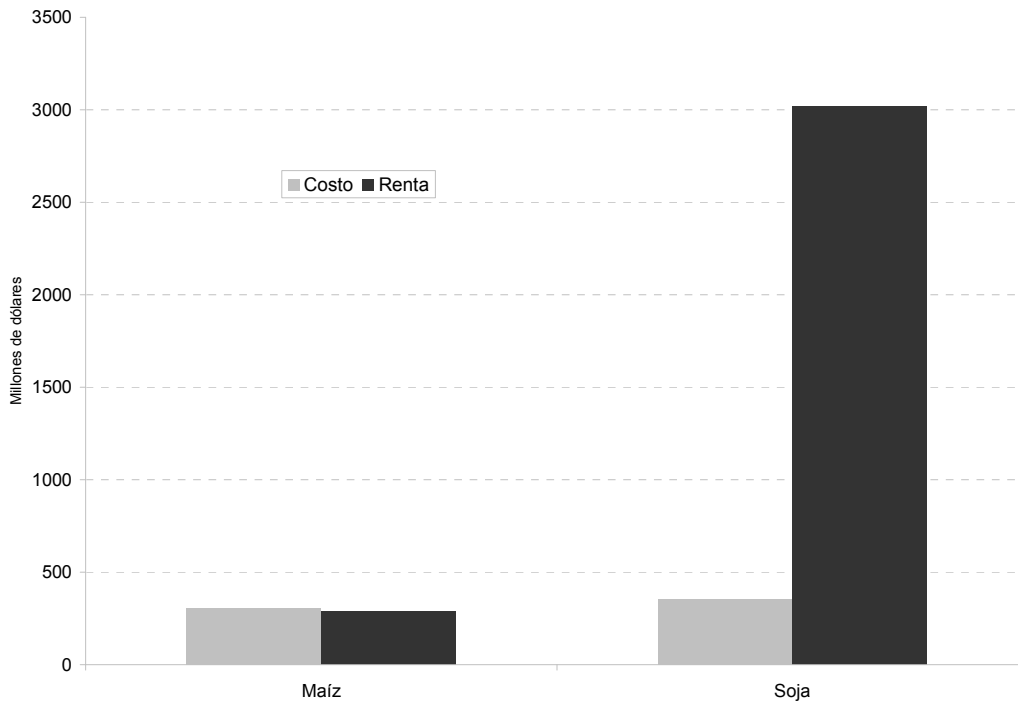
Fuentes: Área sembrada, elaboración propia en base a Argenbio y SAGPyA. Producción adicional, elaboración propia en base a SAGPyA y Brookes y Barfoot (2008). Precios, Bolsa de Cereales de Rosario, Márgenes Agropecuarios y SAGPyA. Diferencia de Precio, Brookes y Barfoot (2008). Renta de innovación: elaboración propia en base a fuentes previas.

### Análisis comparativo

La diferencia en el monto alcanzado por la renta de innovación apropiada por el agricultor en el caso de la soja RR con respecto al maíz Bt fue muy amplia. Así, mientras que con el maíz Bt la renta de innovación acumulada a lo largo de 10 años ascendió a 289 millones de dólares (promedio anual de 28,9 millones), en el caso de la soja RR superó –en los 12 años considerados en la estimación– los 3.000 millones de dólares (promedio anual de 251,6 millones) (Gráfico 2). Esta diferencia fue, principalmente, el resultado de la amplia brecha existente a favor de la soja, tanto en términos de superficie sembrada con el cultivo como en grado de penetración de las variedades genéticamente modificadas. Además, existió una marcada asimetría entre la evolución de los costos de la innovación por hectárea para ambos cultivos. De este modo, a pesar de las notorias diferencias entre los cultivos MG respecto a la extensión del área sembrada, el monto absoluto del costo de adopción acumulado en el período de la medición fue relativamente similar.

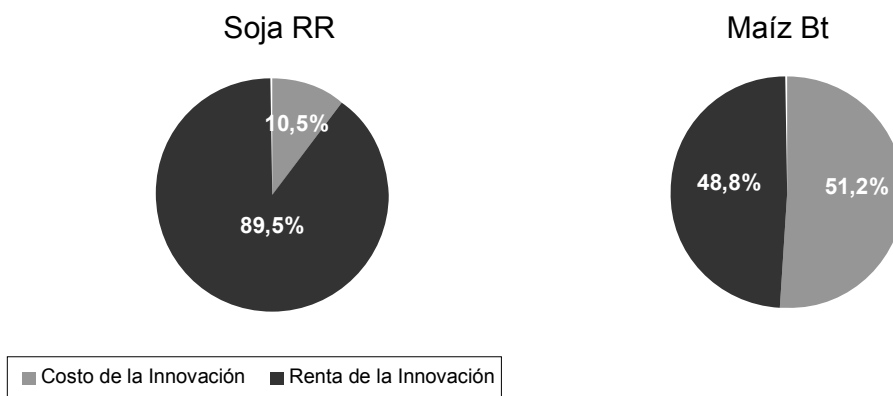
El correlato de esa divergencia fue que la porción del plus de productividad captada por el agricultor fue en el caso de la soja RR significativamente superior al del maíz Bt. Como se ve en el gráfico 3, mientras que en la soja la renta acumulada por el agricultor representó el 89,5%, en el caso del maíz el costo de la innovación insumió más de la mitad de ese plus de productividad.

**Grafico 2.** Renta de innovación y costo de adopción. Soja RR, campañas 1996/97-2007/08 y maíz Bt, campañas 1998/99-2007/08 (en millones de dólares).



Fuente: elaboración propia en base a Brookes y Barfoot (2006), Lema y Penna (2002), USDA (2006), SAGPyA, Argenbio, Bolsa de Cereales de Rosario y Márgenes Agropecuarios

**Gráfico 3.** Distribución del plus de productividad generado por la innovación. Soja RR, campañas 1996/97-2007/08 y maíz Bt, campañas 1998/99-2007/08 (en porcentajes).



Fuente: elaboración propia en base a Brookes y Barfoot (2006), Lema y Penna (2002), USDA (2006), SAGPyA, Argenbio, Bolsa de Cereales de Rosario y Márgenes Agropecuarios

La explicación de esa diferencia observada en la evolución de los costos de la innovación y, por consiguiente, en el patrón de distribución del plus de productividad debe hallarse entonces en las condiciones tecnológicas e institucionales que delimitaron la capacidad de apropiación de los agricultores en cada uno de los casos.

### 3.3. Condiciones tecnológicas e institucionales de apropiación

Dado que el bien final de la producción agrícola es, en este caso, un producto no diferenciado, la apropiación por parte del agricultor de la renta de innovación asociada a la adopción de semillas transgénicas depende de las condiciones que regulan la transacción de la semilla MG entre el proveedor de la tecnología y el productor agrícola. Dos dimensiones fundamentales definen el reparto de la renta entre semilleros<sup>19</sup> y agricultores: una de tipo tecnológica, que hace referencia a las características que el soporte material de la innovación imprime sobre las condiciones de reproducción del conocimiento del cual es portador; y otra de tipo institucional, relacionada con la posibilidad de elevar barreras a la libre difusión de la innovación de tipo legal (la aplicación de derechos de propiedad intelectual) o por acuerdos entre privados que garanticen una transferencia tecnológica controlada. La apropiación de la renta de innovación por parte del agricultor, en este caso, depende del tamaño del sobreprecio (respecto a las variedades convencionales) que debe pagar a su proveedor y, por lo tanto, de la medida en que pueda hacer un uso relativamente libre de la nueva tecnología.

Desde el punto de vista tecnológico, por lo tanto, el elemento a considerar tiene que ver, en primer lugar, con las características de la semilla como soporte en el que se inscribe la innovación de producto (el evento transgénico). En este sentido, se registra una diferencia sustancial entre los dos casos de estudio. Los maíces híbridos no pueden reproducirse sin perder de manera significativa su rendimiento productivo. Esta condición les permitió a los proveedores de la tecnología resguardar sus derechos sobre la reproducción de las semillas que incorporaban el evento. De allí que, en relación a la soja y sin que mediaran dificultades de importancia, los agricultores argentinos debieron pagar un sobre-precio significativo respecto de las semillas convencionales.

Distinto fue el caso de la soja, en el que se desató un agudo conflicto por la apropiación de la renta innovativa. Al tratarse de una especie autógama<sup>20</sup>, la difusión de las semillas con el evento incorporado posibilita a los agricultores y multiplicadores preparar y reproducir las variedades transgénicas en su propio campo, sin necesidad de recurrir al proveedor original. Esta característica motivó, por parte de los proveedores de las semillas MG, la búsqueda de alternativas basadas en nuevos desarrollos de la moderna biotecnología que limitasen la libre reproducción de las semillas, las denominadas Tecnologías de Restricción de Usos Genéticos. Se trata de tecnologías que permiten la (des)activación de la función de un transgén a partir del uso de inductores externos como los agroquímicos, siendo el caso más conocido el de la semilla “Terminator”<sup>21</sup>. Sin embargo, el rechazo expresado por agricultores, organizaciones de la sociedad civil y gobiernos, sobre todo de los países en desarrollo, llevó a que Monsanto, la

---

<sup>19</sup> Al interior de la industria semillera, a su vez, existen dos actividades técnicamente diferenciadas: el desarrollo de eventos transgénicos y el mejoramiento de especies vegetales por métodos convencionales.

<sup>20</sup> Las especies autógamas se reproducen por autofecundación, que equivale a decir que los gametos masculino y femenino están presentes en la misma planta. Luego de sucesivas generaciones tenderán a formarse líneas puras, cuyas características podrán reproducirse utilizando el grano de la cosecha como semilla, sin por ello perder rendimiento.

<sup>21</sup> En el año 2006, pese a los intentos en contrario de países como Canadá, la Conferencia de las Partes del Convenio de Diversidad Biológica de Naciones Unidas reafirmó la moratoria de facto sobre las pruebas de campo y la comercialización de estas tecnologías que había decidido en el año 2000. Pese a ello, en 2007 Monsanto adquirió la empresa Delta & Pine Line, que junto al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos había obtenido en ese país, en el año 1998, la primer patente sobre un transgén cuya introducción en la semilla hacía que esta se tornase estéril al momento de la cosecha.

firma propietaria del gen RR, se comprometiese públicamente a no ejercer la explotación comercial de estas tecnologías.

La inviabilidad social de la alternativa tecnológica hizo que los esfuerzos de la empresa para afrontar los problemas de apropiabilidad en especies autóгамas se dirigiesen hacia la vía institucional. Pero la inexistencia de un régimen global que asegurase el cobro de la tecnología incorporada en las semillas por parte de su proveedor implicó que Monsanto tuviese que negociar con los gobiernos y los agricultores de cada país en particular, interponiéndose también la acción de otras organizaciones de la sociedad civil.

En el caso argentino, al momento del lanzamiento comercial de las primeras variedades transgénicas, ya existía un marco normativo sobre semillas de carácter laxo. En efecto, la actividad de mejoramiento vegetal se hallaba regulada por la Ley de Semillas sancionada en el año 1973 y el Acta UPOV 78, acuerdo internacional al que la Argentina adhirió en 1994. A través de esos instrumentos legales se buscaba preservar los derechos de los obtentores vegetales, al tiempo que se mantenían ciertas excepciones favorables a la investigación (derecho del fitomejorador) y al uso para resiembra de semillas de su propia cosecha por parte de los agricultores (derecho al uso propio). Sin embargo, la ausencia de una delimitación del alcance de estos derechos, así como el precario control ejercido por el Instituto Nacional de Semillas (INASE), ente en el que recaía el poder de policía, inducían a que la mayor parte de las semillas utilizadas no fuesen fiscalizadas<sup>22</sup>.

En este contexto, a pesar de no haberse otorgado ninguna patente del evento en nuestro país<sup>23</sup>, y luego de que en marzo de 1996 el Estado argentino aprobara su comercialización, las semillas de soja RR comenzaron a distribuirse en el mercado local. Además de los potenciales beneficios derivados del cobro directo por la nueva tecnología, para Monsanto -hasta allí una empresa líder en la actividad química- la liberación del evento representaba una gran oportunidad para expandir las ventas de su herbicida Round Up (glifosato). A su vez, y dada la resistencia que provocaba por ese entonces la adopción de semillas MG fuera de Estados Unidos, la posibilidad de consolidar la difusión de la nueva tecnología en uno de los principales exportadores de granos del mundo constituía un incentivo importante para que, a pesar de las dificultades para hacer valer en el país la propiedad intelectual sobre el evento transgénico, la empresa decidiese avanzar con el negocio de la soja RR en Argentina.

A pesar de este impulso inicial, unos años después una serie de factores provocaron un aumento significativo de la tensión en torno a la apropiación de la renta de innovación asociada a la adopción de la soja transgénica en Argentina. Esta nueva situación tuvo que ver, por un lado, con la erosión de la rentabilidad en el negocio del glifosato (en el que Monsanto era dominante), provocada por la creciente competencia de otros proveedores locales y de las importaciones, particularmente las provenientes desde China<sup>24</sup>. El segundo elemento a

---

<sup>22</sup> La semilla “fiscalizada” es aquella que se encuentra rotulada con toda la información estipulada para la comercialización de las semillas. Y que además se somete al control oficial durante las etapas de su ciclo de producción.

<sup>23</sup> Monsanto nunca obtuvo la patente del evento en la Argentina. La versión de la propia empresa indica que la solicitud fue presentada en tiempo y forma acorde a la legislación vigente pero que fue denegada por una interpretación de la corte Suprema de Justicia respecto a la validez de las patentes de reválida, en una decisión que afectó a cientos de solicitudes de patentes de otras empresas. En cambio, para Trigo et al (2002), la explicación tiene que ver con la forma en que se dio la primera transferencia del gen RR a la Argentina: “El acceso original al gen RR proviene de una negociación entre Asgrow y Monsanto en los Estados Unidos, a través de la cual Asgrow Argentina accedió al gen para utilizarlo en las variedades que tenía registradas; posteriormente, Nidera al adquirir Asgrow Argentina, accede al gen y le da amplia difusión en el país. De esta forma, cuando Monsanto intentó patentar el gen en la Argentina, esto ya no fue posible debido a que el mismo ya estaba ‘liberado’.”

<sup>24</sup> En el año 1999 la empresa Atanor, perteneciente al grupo estadounidense Albaugh, compró una planta en Pilar para comenzar a producir glifosato genérico con destino al mercado local. A su vez, a partir del año 2001 China se convirtió en el principal origen de las importaciones del principio activo del glifosato. Hasta ese entonces, ese lugar era ocupado por los Estados Unidos, fenómeno que reflejaba las compras realizadas a la casa matriz de Monsanto. En el 2002, Monsanto inicia una causa por dumping a las



considerar tuvo que ver con que (en el marco de un crecimiento explosivo de la soja transgénica en Argentina y de un cambio de estrategia de la firma a nivel global desde el negocio químico hacia la agro-biotecnología) Monsanto no logró incidir de manera significativa sobre las condiciones de apropiación vigentes en el mercado argentino de especies autóгамas. En particular, se destaca la escasa adhesión lograda con el sistema de “regalías extendidas”, dispositivo alternativo de apropiación cuyo objetivo era garantizar el cobro de la tecnología a través de un contrato entre el proveedor de la semilla y el agricultor<sup>25</sup>.

A principios de 2004 la empresa comunicó su decisión de abandonar su programa de investigación y desarrollo de soja en Argentina. Esa situación disparó la preocupación del gobierno argentino, que comenzó a promover la búsqueda de un acuerdo entre la empresa norteamericana y las organizaciones de productores agrícolas. Pero las negociaciones no llegaron a buen término. En contraste con la situación argentina, Monsanto lograba en ese mismo período un acuerdo con los productores agrícolas de Brasil y Paraguay para el pago de la tecnología por la soja RR<sup>26</sup>.

Frente a ese cuadro, en marzo del 2005 Monsanto anunció su pretensión de cobrar por la utilización de las nuevas semillas en los países de destino de las exportaciones argentinas de granos, donde sí contaba con la patente correspondiente. Como consecuencia de esa iniciativa, la firma emprendió acciones legales en Holanda, Dinamarca, España e Inglaterra, para bloquear en puerto el ingreso de las exportaciones argentinas. El Estado argentino intervino activamente en el conflicto, presentándose como tercera parte involucrada en las demandas que Monsanto realizaba contra los importadores, procurando así defender el interés de los agricultores nacionales. En agosto del 2006 la Dirección General de Mercado Interior y Servicios de la Comisión Europea emitió el primer fallo contrario a las pretensiones de Monsanto<sup>27</sup>, al que le sucederían luego sentencias pronunciadas en el mismo sentido por parte de los tribunales español e inglés.

A pesar del revés de Monsanto en los tribunales europeos, el conflicto no cesó. La empresa sostuvo que no introduciría en Argentina nuevos eventos para soja hasta que no se modificaran las condiciones que afectan el cobro de regalías en ese cultivo. Ante la inminente liberación en Estados Unidos de un nuevo evento biotecnológico en soja (el apilado Bt + RR), autoridades del gobierno argentino y representantes de la firma parecían retornar a las negociaciones con el objetivo de acordar un esquema que acercara los intereses de las partes, dejando entrever que la pugna en torno a la renta de innovación derivada de la introducción de la soja RR constituiría ya un caso cerrado.

---

importaciones de glifosato provenientes desde el país asiático. Dos años después, la medida fue desestimada.

<sup>25</sup> En 1999, en vistas del crecimiento del mercado de semillas autóгамas que había provocado la expansión del cultivo de soja transgénica, las empresas semilleras abocadas al mejoramiento de ese tipo de especies vegetales alcanzaron un acuerdo y, a través de la Asociación Argentina de Protección de las Obtenciones Vegetales (ARPOV), establecieron un sistema privado de cobro de regalías a los productores, llamado “Regalías Extendidas”. La base del acuerdo es que el productor que compra una bolsa de semilla fiscalizada debe firmar un contrato con la empresa que desarrolla la variedad, comprometiéndose a pagar en las siembras sucesivas una regalía, aunque no vuelva a comprar semilla original. De esa manera, desde el punto de vista de las empresas, se logra revertir parte de los perjuicios ocasionados por el derecho del agricultor al uso propio (resembrado) de semillas, estipulado en la Ley de Semillas y en el Acta UPOV 67, a la que está adherida la Argentina. Existe una disputa sobre la validez legal del sistema, que aún en el año 2008 no fue resuelto por ningún tribunal. Más allá de esta situación los productores que se adhieren al sistema son una minoría (no más del 10%).

<sup>26</sup> Se trata del sistema de “Regalías globales”, mecanismo por el cual se garantizaba al proveedor de la tecnología el cobro de la regalía en el momento en que el grano llegaba al puerto para la exportación.

<sup>27</sup> El fallo afirma que no es suficiente que la información genética se haya incorporado en el producto (en alusión al grano) y que esté siempre presente en el mismo, sino que además es necesario que esta información genética ejerza su función. Por este motivo, el organismo consideró que “la protección de la patente no puede extenderse a los productos derivados en los cuales la información genética es residual y no ejerce ya función genética”.

## 5. Conclusiones

La adopción temprana de semillas transgénicas le permitió a una gran proporción de agricultores argentinos obtener un diferencial de productividad respecto de sus competidores no adoptantes a nivel mundial. Este hecho es inédito en la historia de la agricultura argentina, caracterizada por incorporar tardíamente las principales innovaciones agrícolas y cuya inserción internacional se apoya –sobre todo– en la existencia de ventajas competitivas naturales, más que en las construidas. Esta adopción temprana de la innovación, sin embargo, no implica necesaria ni automáticamente su conversión en renta de innovación. La apropiación de ese plus de productividad fue motivo de tensión entre los agricultores y los proveedores de la tecnología, una puja que se materializó económicamente en el diferencial de precios entre la semilla convencional y la modificada genéticamente.

Los resultados que surgen de este trabajo revelan, en primer lugar, que al comparar los dos principales cultivos MG difundidos en Argentina, el monto de la renta de innovación apropiada por los agricultores locales fue mucho mayor en el caso de la soja RR (3.020 millones de dólares acumulados entre 1996 y 2008) que en el del maíz Bt (289 millones de dólares acumulado entre 1998 y 2008). Esta divergencia en el tamaño de la renta innovativa está asociada sobre todo a dos elementos que, a su vez, están relacionados entre sí: el menor costo relativo de la tecnología RR y la mayor extensión del área sembrada con ese cultivo. El trabajo también puso de manifiesto la importancia económica de estas rentas de innovación. Para el caso de la soja RR, la renta de innovación fue equivalente al 27% de la renta de la tierra por hectárea. En el caso del maíz Bt, esa misma relación se mantuvo en torno al 20%, aunque con picos más elevados en los años en los que los precios de los granos fueron más bajos.

El segundo elemento a considerar es que las condiciones institucionales de apropiación juegan un papel muy importante en la dinámica de la renta de innovación, sobre todo cuando no existen condiciones técnicas o naturales que bloqueen la libre difusión de la tecnología. A diferencia del caso del maíz, que por su condición de híbrido goza de autoprotección tecnológica contra su libre reproducción, en el caso de la soja RR la (re) definición del marco institucional que regula la propiedad intelectual en materia de semillas se presentó como el espacio decisivo para dirimir el reparto de la renta entre los agricultores y el proveedor de la tecnología clave. En la medida en que la empresa proveedora de la semilla MG no fue capaz de controlar el proceso de difusión de la tecnología, los agricultores argentinos lograron apropiarse de una parte significativa del incremento de productividad derivado de esa innovación.

De cara al futuro, es difícil esperar que se repitan los factores que hicieron posible el inédito caso de la soja RR en Argentina. Por un lado, la progresiva difusión de los cultivos transgénicos a nivel mundial tiende a socavar la ventaja diferencial asociada al carácter de adoptante temprano. Por otro lado, y dado el acelerado ritmo de innovación y la creciente concentración de la investigación y desarrollo en un puñado de grandes proveedores globales, es de suponer que las condiciones de apropiación se irán orientando cada vez más hacia los intereses de los actores que dominan el negocio de las semillas transgénicas. Aunque, como lo muestra el caso de la soja RR en Argentina, ese proceso no es automático ni está exento de tensiones.

En este marco, a pesar de su carácter novedoso, la adopción temprana de tecnología incorporada se presenta como un camino cada vez más estrecho para la apropiación de rentas de innovación, en tanto el núcleo de la nueva capacidad innovativa global se halla fuera de la producción propiamente agrícola. El establecimiento de un puente entre las rentas apropiadas en el presente y la construcción de capacidades locales de innovación en materia de biotecnología agrícola se presenta como el elemento crítico para la construcción de nuevas vías de acumulación.

## Bibliografía

- Bisang, R., Anlló, G. y Campi, M. (2008): “Una revolución (no tan) silenciosa. Claves para repensar el agro en Argentina”, Desarrollo Económico Revista de Ciencias Sociales, Vol.48, Nº 190-191, julio-diciembre, Buenos Aires.
- Bisang, R. y Sztulwark, S. (2007): “Tramas productivas de alta tecnología y ocupación. El caso de la soja transgénica en Argentina”, en Estructura productiva y empleo. Un enfoque transversal, Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de la Nación, Buenos Aires.
- Brookes, G. y Barfoot, P. (2006): GM Crops: The First Ten Years - Global Socio-Economic and Environmental Impacts, ISAAA, Brief N°36.
- Dabat, A., Rivera Ríos, M.A. y Sztulwark, S. (2007): “Rentas económicas en el marco de la globalización: desarrollo y aprendizaje”, Problemas del Desarrollo, Vol. 38, núm. 151, octubre-diciembre.
- David, P. (1986): “Technology diffusion, public policy and industrial competitiveness”, en The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth, N. Landau y N. Rosenberg (Ed.), Washington, D.C. National Academy Press.
- Díaz, A. (2003): Biotecnología en industrias de alimentos, Cepal, Buenos Aires.
- Dosi, G., Pavitt, K. y Soete, L. (1993): La economía del cambio técnico y el comercio internacional, Conacyt-Secofi, México.
- Dosi, G. (1982): “Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change”, Research Policy, vol. 11, núm. 3, junio.
- Echenique, V., Rubinstein, C. y Mroginski, L. (2004): Biotecnología y mejoramiento vegetal, Ediciones INTA.
- Griliches, Z. (1960): “Hybrid Corn and the Economics of Innovation”, Science, vol. 132, N°3422, pp 275-280.
- Ingaramo, J. (2004): La renta de las tierras pampeanas, Bolsa de Cereales de Buenos Aires.
- Kaplinsky, R. (2005): Globalization, Poverty and Inequality. Between a rock and a hard place, Polity Press, Cambridge.
- Lema, D. y Penna, J. A. (2002): “Adoption of herbicide resistant soybeans in Argentina: an economic analysis”. INTA, Serie Documentos de Trabajo, N° 18.
- Marx, K. (1975 [1867]): El capital. Crítica de la economía política, Fondo de Cultura Económica, México.
- Metcalf, J. S., Ramlogan, R. y Uyarra, E. (2003): “Economic development and the competitive process”, ponencia presentada en el Seminario Globelics 2003, Rio de Janeiro.
- Moulier-Boutang, Y. (2004): “Riqueza, propiedad, libertad y renta en el capitalismo cognitivo” en Capitalismo Cognitivo. Propiedad intelectual y creación colectiva, Traficantes de Sueños, Madrid.
- Nelson, R. and Winter, S. (1982): An Evolutionary Theory of Economic Change, Harvard University Press, Cambridge.
- Parayil, G. (2003): “Mapping technological trajectories of the Green Revolution and the Gene Revolution from modernization to globalization”, Research Policy, núm 32.
- Pavitt, K. (1984): “Patterns of technological change. Toward a taxonomy and a theory”, Research Policy, núm. 13.
- Ricardo, D. (1994 [1821]): Principios de economía política y tributación, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires.
- Rifkin, J. (1999): El siglo de la biotecnología, Crítica-Marcombo, Barcelona.
- Rossi, D. (2006): “El contexto del proceso de adopción de cultivares transgénicos en la Argentina”, Revista Agromensajes, N°20, diciembre.
- Rivera Ríos, M. A. (2005): Capitalismo informático, cambio tecnológico y desarrollo nacional, Universidad de Guadalajara, Universidad Nacional Autónoma de México, UCLA Program on México, PRFOMEX / Juan Pablos Editor, México.
- Rullani, E. (2000): “El capitalismo cognitivo: du déjà vú?”, Revista Multitudes N°2.

- Ruttan, V.W. (1986): "Technical change and innovation in agricultura", en Landau, R. y Rosenberg, N. (eds), The positive sum strategy, National Academy Press, Washington D.C.
- Ruttan, V.W. y Hayami, Y. (1973): "Technology transfer and agricultural development", Technology and Culture, Vol. 14, N°2, Parte 1, pp. 119-151.
- Schumpeter, J. (1968): Capitalismo, Socialismo y democracia, Aguilar, S. A., Madrid.
- Teece, D. (1986): "Profiting from technological innovation", Research Policy 15 (6).
- Trigo, E. y Cap, E.(2006): Diez años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina, ArgenBio, diciembre.
- 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.
- USDA (2006): "Argentina Planting Seeds", GAIN Report, USDA Foreign Agricultural Service.