



# Yura: Relaciones internacionales

Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y de Comercio

Revista electrónica ISSN 1390-938x

N° 9:Enero - marzo 2017

El desarrollo de la agro-biotecnología en Argentina desde una perspectiva de cambio  
estructural pp. 52 – 70

Sztulwark, Sebastián ; Girard, Melisa

UNGS-CONICET

Buenos Aires, Argentina

Juan María Gutierrez 1150, Los Polvorines.

ssztulwa@ungs.edu.ar

*El desarrollo de la agro-biotecnología en Argentina desde una perspectiva de cambio  
estructural*

*Sztulwark, Sebastián ; Girard, Melisa*

*UNGS-CONICET*

*ssztulwa@ungs.edu.ar*

Resumen

52

El objetivo principal de este trabajo fue analizar el desarrollo de la agro-biotecnología en Argentina desde una perspectiva de cambio estructural. El enfoque propuesto se apoyó en la identificación de funciones estructurales (el desarrollo versus la adopción de nuevos diseños y técnicas productivas) dentro de la industria agro-biotecnología mundial. Desde un punto de vista metodológico, el trabajo se focalizó en el caso de las semillas modificadas genéticamente, a partir de los siguientes ejes: i) caracterización de las principales tendencias recientes en el desarrollo de la industria agro-biotecnológica mundial; ii) caracterización del papel de la Argentina en ese proceso; iii) reflexión y análisis de política pública desde una perspectiva de cambio estructural. Los principales resultados del trabajo fueron: la Argentina se insertó durante los últimos años como un adoptante temprano de las tecnologías y productos más avanzados de la agro-biotecnología mundial, industria que está dominada, casi en su totalidad, por un puñado de firmas multinacionales. A pesar de la existencia de una política de ciencia y tecnología que logró ciertos avances parciales pero significativos, la ausencia de cambio estructural en esta actividad se debe, sobre todo, a la escala de los recursos invertidos y a la débil articulación que se produjo entre las etapas de creación y explotación económica del conocimiento.

Palabras clave

Cambio estructural, Agro-biotecnología, Argentina, Políticas públicas.

### Abstract

The main objective of this paper was to analyze the development of agro-biotechnology in Argentina from a perspective of structural change. The proposed approach is based on the identification of structural features (development versus adoption of new designs and production techniques) within agro-biotechnology industry worldwide. From a methodological point of view, the work focused on the case of genetically modified seeds, using the following analytical axes: i) characterization of recent major trends in the development of agro-biotechnology industry worldwide; ii) characterization of the role of Argentina in that process; iii) reflection and analysis of public policy from a perspective of structural change. The main results of the work were: Argentina was inserted in recent years as an early adoptant of the most advanced technologies and products of agro-biotechnology, industry that is dominated almost entirely by a handful of multinational firms. Despite the existence of a policy on science and technology that made some partial but significant progress, the absence of structural change in this activity is due, mainly, to the scale of the resources invested and the weak articulation that occurred between stages of creation and economic exploitation of knowledge.

### Keywords

Structural change, Agro-biotechnology, Argentina, Public policy

La Argentina fue uno de los primeros países del mundo en introducir semillas modificadas genéticamente en su agricultura. Ese paso inicial fue sostenido a lo largo de los últimos 20 años, con un continuo proceso de aprobación para su liberación comercial de nuevos eventos biotecnológicos, incluso en gobiernos con muy diferente sesgo ideológico. Aunque Argentina fue el país pionero en la región en adoptar estas tecnologías, no fue un caso aislado. El modelo se fue extendiendo a los diferentes países del Mercosur y también a Bolivia. En conjunto, esta región constituye la principal área del mundo en producción con cultivos transgénicos.

Sin embargo, este proceso de adopción temprana de una nueva tecnología, sobre cuya base se despliega un nuevo modelo de producción agrícola, no exento de tensiones y cuestionamientos, se dio sin el desarrollo de la tecnología. En efecto, todas las variedades modificadas genéticamente sembradas en los países de esta región incorporan eventos transgénicos desarrollados por un pequeño puñado de empresas multinacionales, de países que poseen sistemas de conocimiento muy desarrollados.

El objetivo de este trabajo es presentar una perspectiva de cambio estructural que permita identificar los rasgos de estructura del modelo emergente y pueda aportar a una mejor comprensión de los caminos posibles para una política pública en el campo de la agro-biotecnología.

El trabajo se organiza de la siguiente manera. En primer lugar, se discute el concepto de cambio estructural, cuyo núcleo fundamental es la definición de funciones estructurales que se articulan en torno a la distinción entre creación y adopción de nuevas innovaciones de alcance mundial. En segundo lugar, se presentan las condiciones histórico-estructurales del desarrollo de la industria agro-biotecnológica, atendiendo tanto a sus dimensiones tecnológica e institucional como a su configuración espacial. A continuación, se presentan las especificidades del caso Argentino. Y, finalmente, algunas reflexiones de política pública para Argentina, con una perspectiva de alcance regional.

### El concepto de cambio estructural

El concepto de cambio estructural ha sido un punto de referencia de mucha importancia en la historia de la teoría del desarrollo económico. Una primera versión de este concepto tiene que ver con la preocupación de cómo afecta el cambio en la composición del producto al crecimiento de una economía representativa. Es una línea que se remonta a los trabajos pioneros, en los años treinta y cuarenta, de autores como Fischer (1939) o Clark [1967 (1940)], y continúa tanto en una perspectiva neoclásica como pos-keynesiana (Syrquin, 1988). La segunda tiene como antecedente a los aportes clásicos del desarrollismo de posguerra y, a diferencia de la anterior, sostiene que ese proceso de cambio difiere en su naturaleza según se trate de una economía desarrollada o sub-desarrollada (Hirschman, 1980). En esta perspectiva, la estructura a la que se hace referencia es la estructura de la economía mundial.

El concepto de estructura enfatiza los aspectos invariantes de un determinado modo de funcionamiento. En el estructuralismo latinoamericano (Bielschowsky, 1998) ese aspecto invariante es el carácter jerárquico que asume la relación entre un polo central (dominante) y un polo periférico (subordinado). En el polo central, núcleo del dinamismo tecnológico mundial, la estructura es homogénea y diversificada. Esto es, todas las actividades productivas tienen niveles de productividad cercanas a la frontera internacional y su dinámica económica externa no depende de un solo sector productivo. En contraste, el polo periférico se incorpora tardíamente a la difusión del cambio tecnológico y, de ese proceso, su estructura adquiere un carácter heterogéneo (actividades de alta productividad conviviendo con otras de muy baja eficiencia) y especializado (su inserción internacional se apoya unilateralmente en la exportación de bienes de escasa elaboración y baja integración económica interna) (Prebisch, 1981).

En esta perspectiva estructuralista, por lo tanto, la economía mundial se estructura, esto es, adquiere una dinámica relativamente estable, a partir de la definición de funciones estructurales diferenciadas. En este trabajo se propone la distinción entre funciones periféricas y de centralidad como un modo de diferenciar el papel que juegan los distintos territorios de la economía mundial en la definición de la dirección que asume el cambio tecnológico y en la configuración de los nuevos modelos productivos dominantes. El cambio estructural implica, de este modo, un cambio de posición dentro de esa estructura y significa, en lo fundamental, una asunción, aunque sea parcial, de ciertas funciones de centralidad dentro de la economía mundial.

Las características que definen las funciones de centralidad en la economía mundial varían históricamente. El patrón que se articula en torno al par bienes industriales / primarios es el que se corresponde con la etapa del estructuralismo de posguerra. En cambio, en la etapa actual, ese patrón se ha complejizado notablemente, de la mano de una creciente heterogeneidad tecnológica al interior de los grandes sectores de la economía (Kaplinsky, 2000). El criterio que se sigue en este trabajo es que la definición de funciones estructurales debe articularse a partir de la distinción entre creación y adopción de nuevos diseños de producto y técnicas productivas<sup>1</sup>. El modelo productivo global se estructura en base a la difusión de la innovación, pero las funciones en torno a su dinámica económica dividen a los diferentes territorios de la economía mundial.

De este modo, la asunción de funciones de centralidad tiene como requisito la capacidad de generar conocimiento de frontera, sobre cuya base se desarrollan nuevos diseños de producto y técnicas productivas. Esto implica el desarrollo de complejos sistemas de conocimiento, pero también de una estructura empresarial que sea capaz de gestionar la explotación económica de ese conocimiento a escala del espacio ampliado de la economía mundial (Altenburg et al, 2008).

En cambio, las funciones periféricas se vinculan con la adopción (relativamente temprana, en tanto existe una competencia entre diferentes espacios de acumulación periféricos por la velocidad de adopción) de las técnicas y diseños productivos desarrollados en los espacios centrales de la economía mundial, actividades que no están exentas de ciertos requisitos productivos y tecnológicos. Esto es, la propia asunción de una función periférica requiere el desarrollo de capacidades de adopción, que se vinculan con cierto umbral de capacidades tecnológicas y el desarrollo de activos complementarios para la difusión de los productos en los que se objetivan los diseños y técnicas que efectivamente se imponen en el mercado como dominantes.

Se puede tomar la distinción schumpeteriana entre invención e innovación para pensar el cambio estructural (Schumpeter, 2002 [1939]). La invención es la actividad de creación de nuevo conocimiento. La innovación, en cambio, consiste en el uso de ese conocimiento para obtener una ventaja en el mercado que actúe como fuente de renta. En un sistema de conocimiento de un país desarrollado operan distintas empresas. Estas empresas no tienen la misma capacidad para explotar el conocimiento generado en un ámbito externo a sí mismas. Hay heterogeneidad de estrategias. A su vez, una empresa con gran capacidad de innovación que se localiza en un territorio cuyo sistema de conocimiento es de baja complejidad ve estructuralmente limitado su horizonte de valorización productiva. Son las dos dimensiones las que interactúan, la de una infraestructura social de investigación, por un lado, y la de los recursos empresariales para gestionar a una escala global un producto innovador, por otro. Así, el cambio estructural se lo puede pensar como el cambio en la dinámica interna de acumulación de un territorio en relación a su capacidad de crear conocimiento y de explotarlo económicamente, esto es, de obtener una renta de innovación (Sztulwark, 2015).

En las páginas que siguen se presenta una perspectiva de cambio estructural para pensar el caso de la agro-biotecnología en Argentina. Utilizando las categorías presentadas en esta sección surge que las dimensiones fundamentales a considerar son: la configuración de una dinámica global en la que se presentan funciones estructuralmente diferenciadas y las bases político/institucionales con las que un territorio se integra en esa estructura.

## Resultados: El marco histórico-estructural de la agro-biotecnología

### 1.1 Base de conocimiento y modelo institucional inicial de la agro-biotecnología mundial

Las posibilidades abiertas por la nueva trayectoria de la biotecnología moderna derivan, en primer lugar, de la conformación de una nueva base de conocimiento, resultado de los impresionantes avances científicos en el campo de la biología molecular, como el descubrimiento de Watson y Crick en el año 1953 de la estructura en doble hélice de la molécula de ADN o los experimentos pioneros de Cohen y Boyer sobre ADN recombinante, que darían viabilidad técnica a la transferencia de genes de un organismo a otro (Rifkin, 1998). La convergencia, a su vez, con la microelectrónica y la informática permitió transformar los instrumentos de trabajo (microscopios, bioinformática, etc.) abriendo un enorme potencial en el campo de la investigación científica.

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 (Bisang et al, 2006). La transgénesis como método de mejoramiento vegetal implica un verdadero cambio tecnológico radical en la forma de transferir información genética. Mientras las formas convencionales de cruzamiento eran un método de prueba y error, que incluía la transferencia de genes indeseados, esta nueva técnica permite la modificación controlada y dirigida (con alta precisión) del genoma de un ser vivo. Esto implica un salto cualitativo: la manipulación de plantas (u otro organismo vivo) insertando, alterando o removiendo genes con un propósito específico, a partir del conocimiento de la información que cada gen codifica como instrucción al interior de cada célula. De ahí la importancia creciente del conocimiento genómico como campo destinado al estudio de la función de los genes (Pellegrini, 2013; Bisang et al, 2006).

Los materiales genéticamente modificados para la agricultura que tuvieron (hasta el momento) difusión comercial a nivel internacional, fueron los denominados “de primera generación”, aquellos que modifican algunos caracteres productivos de tal forma que disminuyen el riesgo de cosecha del productor. Hasta el momento, las dos características agronómicas que tuvieron una mayor difusión comercial fueron la tolerancia a herbicidas y la resistencia al ataque de insectos. Aunque existen una gran variedad de eventos aprobados a nivel mundial orientados a las modificaciones de calidad de producto, hasta el momento, y debido a las controversias y debates que su seguridad generan, sólo tuvieron difusión comercial los que se orientan a proveer alguna mejora de tipo agronómica (Sztulwark y Girard, 2016).

Es necesario, sin embargo, distinguir entre la biotecnología como campo de conocimiento de las técnicas que surgen de ese campo. En efecto, la ingeniería genética y las semillas modificadas genéticamente son una referencia ineludible, pero no agotan las posibilidades abiertas por la difusión de la moderna agro-biotecnología. Por un lado, es importante señalar que existen técnicas modernas, como los marcadores moleculares, que pueden utilizarse para mejorar los procesos de mejora vegetal tradicionales. Existe también una importante vía de desarrollo tecnológico que combina los principios de la biología molecular con los de la nanotecnología. A su vez, el desarrollo y la introducción de las técnicas CRISPRs y TALENs, que por medio de la edición génica permiten obtener resultados muy precisos y sin tener que requerir la introducción de un gen de otra especie (Peterson et al, 2016).

Desde el punto de vista de su configuración institucional, la industria agro-biotecnológica comenzó a desplegarse a partir del año 1980, cuando la corte suprema de Estados Unidos extendió la protección de patentes a organismos vivos (como genes, líneas celulares, tejidos y organismos sometidos a ingeniería genética) (Abarza et al, 2004). Ese mismo año, el acta Bayh-Dole, también en Estados Unidos, abrió el camino para la comercialización (vía patentes o licencias) del conocimiento científico generando en las universidades e instituciones públicas de investigación (Coriat et al, 2003). Por último, otro elemento institucional fundamental para el desarrollo de la agro-biotecnología tiene que ver con el marco regulatorio de biotecnología aprobado en Estados Unidos en el año 1986, que sirvió de modelo para los sistemas regulatorios aplicados en el resto del mundo. A partir de ese cambio institucional, se produjo un impresionante flujo de conocimiento científico hacia la industria, conformando redes entre corporaciones de biotecnología y universidades (Parayil, 2003). Estos hechos le confirieron al desarrollo institucional de la biotecnología, al menos en un comienzo, una impronta muy fuerte del modelo de innovación norteamericano.

Este modelo de innovación norteamericano en el campo de la biotecnología comenzó a internacionalizarse en los años ochenta y se consolidó como modelo global a partir de los noventa, sentando las bases para los acuerdos sobre derechos de propiedad intelectual (ADPIC) en el marco de la Organización Mundial del Comercio. En este sentido, en la fase de instalación y despliegue productivo de la moderna biotecnología agrícola, los agentes privados (desde los pequeños “desprendimientos” universitarios hasta las grandes corporaciones biotecnológicas) tuvieron un claro protagonismo en la configuración del modelo de innovación. Así, se presenta un marcado contraste en relación al modo de difusión tecnológica de la “revolución verde”, en el que existía un claro liderazgo de las instituciones públicas de fomento agrícola (Parayil, 2003).

### 1.2 Estructura económica mundial de la agro-biotecnología

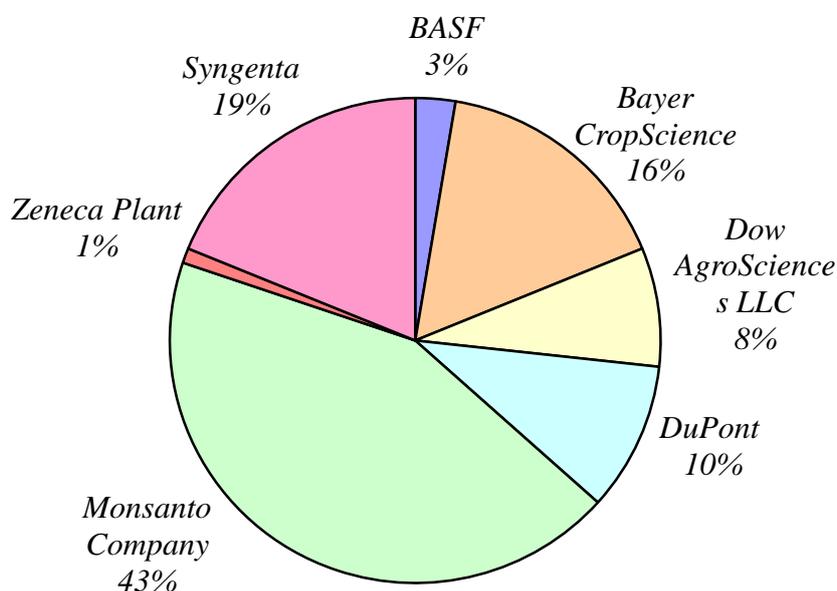
La conformación de una estructura mundial diferenciada en el campo de la agro-biotecnología remite a dos dimensiones complementarias, la invención y la innovación, pero que pueden considerarse, por una cuestión de conveniencia expositiva, por separado. Por un lado, la existencia de sistemas de conocimiento que logran dar pasos significativos en materia de investigación básica y aplicada en el campo específico de la agro-biotecnología. Como se mencionó previamente, estas actividades de invención propiamente dichas no pueden desplegarse sin el apoyo de una infraestructura de investigación y formación que logre producir conocimiento de frontera.

En efecto, se trata de países que vuelcan una enorme cantidad de recursos a la investigación. Por ejemplo, sólo en materia de investigación básica, en el año 2013, Estados Unidos gastó 80.460 millones de dólares, Japón 20.496 millones de dólares y China 15.624 millones de dólares (OECD, 2016). Asimismo, para el año 2015, Estados Unidos presupuestó un gasto de I+D orientado hacia la agricultura de 2.541 millones de dólares, mientras que Japón lo hizo por 975 millones de dólares (OECD, 2016).

En este sentido, se puede afirmar, que el dominio de la actividad de invención en materia de agro-biotecnología tiene un umbral muy elevado tanto en términos de recursos invertidos como de tiempo de maduración y desarrollo de un sistema, que logre dar consistencia al desarrollo de un campo de conocimiento, del cual surgen de manera permanente nuevos diseños dominantes y técnicas productivas.

Por otro lado, es conocido el alto grado de concentración en unas pocas empresas que existe en el desarrollo y la comercialización de productos biotecnológicos, en particular de semillas transgénicas. Estas empresas, de carácter transnacional, son las que normalmente se encargan de llevar adelante el proceso de innovación y difusión de cada uno de los eventos transgénicos que son aprobados para la siembra y el consumo en diferentes tipos de cultivos. El poder monopólico de esas empresas se sostiene mediante el patentamiento de las innovaciones y por medio de una estructura contractual que permite a dichas empresas controlar gran parte del mercado de semillas a nivel global. En efecto, según datos publicados por el *International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications* (ISAAA, 2016), de los 387 eventos transgénicos aprobados a nivel mundial entre los años 1992 y 2015, el 94 por ciento fueron desarrollados en los países que poseen los sistemas de conocimiento más desarrollados<sup>ii</sup>. A su vez, y como se observa en el Gráfico 1, casi el 80% de ellos fueron desarrollados únicamente por tres empresas: Monsanto Company, Syngenta y Bayer CropScience. En los últimos meses, además, se viene produciendo un proceso de fusiones y adquisiciones que involucran a las principales empresas del sector, provocando un escenario de muy alta concentración económica mundial.

Estas empresas presentan, a su vez, condiciones de estructura (capacidades y recursos) que les permiten transformar invenciones en innovaciones, esto es, introducir exitosamente en el mercado los productos de la agro-biotecnología a nivel mundial. Estas condiciones remiten, por un lado, a la capacidad, no tanto de investigar, sino de tomar las invenciones del sistema y desarrollar productos (o diseños) dominantes. Esto requiere una estructura organizacional (el laboratorio de I+D que, en sentido estricto, es más de desarrollo que de investigación) que logre vincular a la empresa con ese sistema de conocimiento. Para alcanzar este tipo de estructura se necesitan recursos. En este sentido, al observar el nivel de gasto en I+D que ejecutan algunas de las principales empresas en biotecnología agrícola podemos ver que, para el año 2013, Monsanto destinó a este rubro 1.533 millones de dólares, mientras que Syngenta mantuvo un gasto de 1.376 millones de dólares (Statista, 2016) Pero también son de importancia otras inversiones significativas en materia de propiedad intelectual, aspectos regulatorios o comerciales, entre otros. En suma, lo que se presenta a nivel de empresa, es un elevado umbral para acceder a las actividades de innovación de frontera mundial, que son las que se asocian a las funciones de centralidad propias de una estructura mundial asimétrica.



Fuente: Elaboración propia en base a datos publicados por ISAAA (2016).

Gráfico 1. Eventos transgénicos aprobados a nivel mundial desarrollados por empresas transnacionales, 1992 a 2015.

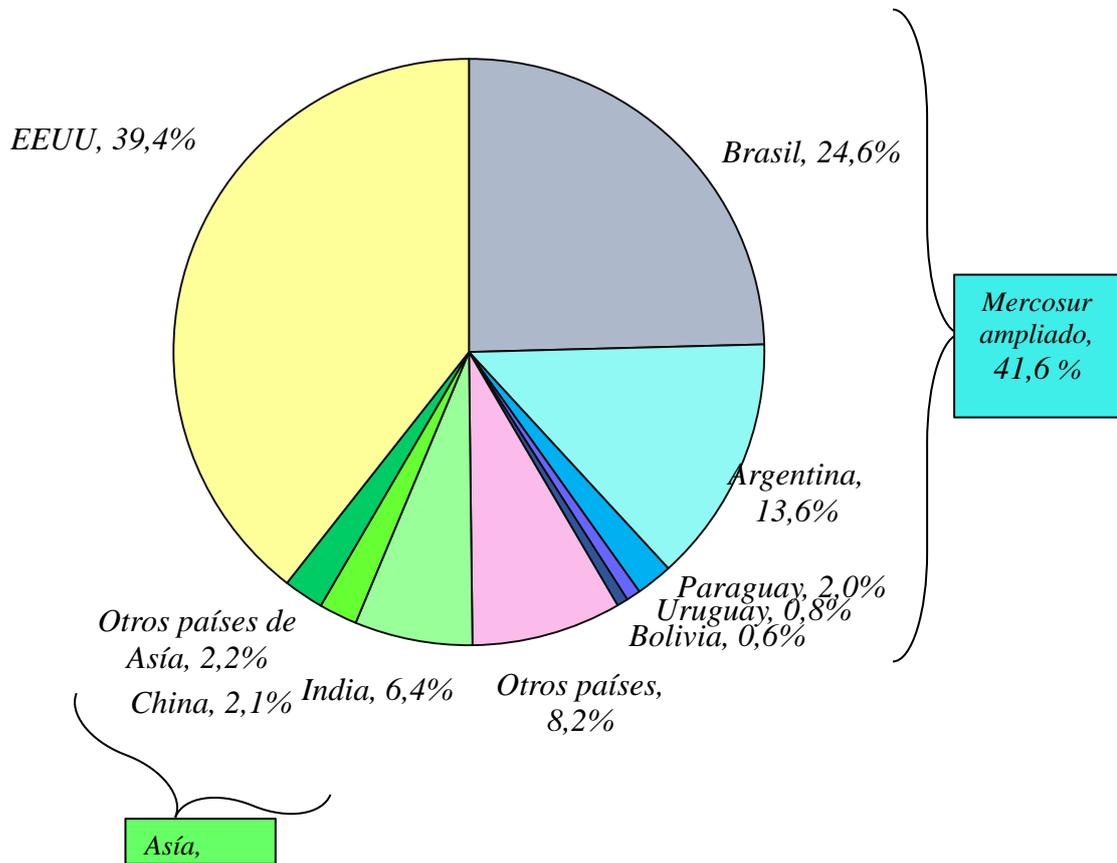
## 2. El caso argentino

Las semillas transgénicas han tenido una muy amplia difusión en los países del MERCOSUR. Si bien Estados Unidos es el país pionero en el desarrollo y uso de esta tecnología, recientemente, la región de MERCOSUR ampliado (que incluye a Bolivia) se ha posicionado como el primer espacio regional del mundo en la producción de este tipo de cultivos. En el Gráfico 2 se observa que, en el año 2015, la región del MERCOSUR ampliado utilizó una superficie de 74,8 millones de hectáreas para la siembra de cultivos transgénicos, lo que representan el 41,6 por ciento del área mundial. Asimismo, Estados Unidos se encontró muy cercano a esa cifra, sembró alrededor de 70,9 millones de hectáreas, lo que constituye el 39,4 por ciento del área mundial. Asimismo, es importante destacar que los principales países ubicados en Asia tienen una participación mucho menor: India sembró en el mismo año unas 11,6 millones de hectáreas (6,4 por ciento del área mundial) y China 3,7 millones de hectáreas (2,1 por ciento del total mundial).

Dentro del MERCOSUR, los dos países de mayor protagonismo en este tipo de cultivos fueron Brasil con 44,2 millones de hectáreas (el 24,6 por ciento del área mundial) y Argentina con 24,5 millones de hectáreas (13,6 por ciento del total mundial). Más atrás quedaron Paraguay (3,6 millones de hectáreas), Uruguay (1,6 millones de hectáreas) y Bolivia (1,1 millón de hectáreas). Por último aparece Chile con una superficie marginal (menos de 50 mil hectáreas).

Sin embargo, el punto más relevante a considerar, a la hora de pensar el modelo de desarrollo de la biotecnología agrícola en la región, es que esta adopción temprana de una innovación de alto impacto productivo y social, se dio sin el control de la propia tecnología. En efecto, si se analiza quienes fueron los actores económicos que llevaron estas tecnologías al mercado en estos países, la conclusión es contundente: según los datos ofrecidos por ISAAA, de los 128 eventos biotecnológicos aprobados en los cuatro países del MERCOSUR (50 en Brasil, 41 en Argentina, 17 en Uruguay y 20 en Paraguay), sólo 4 corresponden completamente a organizaciones de los países de la región. Es el caso del poroto con resistencia a virus (EMBRAPA) y del eucaliptus con mayor rendimiento (FuturaGeneGroup) en Brasil y de la papa con resistencia a virus (Tecnoplant) y de la soja resistente a la sequía (Verdeca), en Argentina. A su vez, un quinto evento fue realizado entre una multinacional y una institución pública de investigación local (se trata de una soja tolerante a herbicida desarrollado entre EMBRAPA y BASF). Como se puede ver en la Tabla 1, prácticamente el total de los eventos aprobados en la región son de propiedad de un muy acotado conjunto de

empresas multinacionales que son las que dominan el negocio mundial de las semillas transgénicas tal como fue descrito más arriba. De ese total, además, solo dos empresas (Monsanto y Syngenta) concentran casi el 62 % de los eventos aprobados (Sztulwark y Girard, 2015).



Fuente: Elaboración propia en base a datos publicados por ISAAA (2016).

Gráfico 2. Superficie total sembrada con cultivos transgénicos en 2015 (millones de hectáreas y porcentajes).

Tabla 1.

Eventos transgénicos aprobados en el MERCOSUR, 1992 a 2015: por desarrollador y país.

Desarrollador/ País	Argentina	Brasil	Uruguay	Paraguay	Total eventos aprobados por desarrollador
BASF	1	1	1	1	4
Bayer CropScience	3	8	2	0	13
Dow AgroScience	3	7	1	2	13
Dow AgroScience y Dupont	1	0	1	0	2
DuPont	2	6	0	1	9
Tecnoplant Argentina	1	0	0	0	1
Verdeca	1	0	0	0	1
EMBRAPA	0	1	0	0	1
FuturaGene Group	0	1	0	0	1
Monsanto	15	19	9	11	54
Syngenta	14	7	3	5	29
<b>Total eventos aprobados por país</b>	<b>41</b>	<b>50</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>128</b>

Fuente: elaboración propia en base a datos publicados por ISAAA (2016).

De este modo, lo que surge como un primer rasgo estructural del modo en el que la región se integra a esta industria global es su gran capacidad para adoptar la tecnología pero no tanto para desarrollarla. El control de la tecnología, al menos hasta el momento, está en manos de seis corporaciones globales que tienen la capacidad efectiva de vincularse con los sistemas de innovación más desarrollados del mundo, desarrollar los productos y luego desplegar capacidades empresariales para explotarlos económicamente a nivel global.

Este último punto es particularmente relevante porque, al mirar un poco más en profundidad los casos del MERCOSUR, se verifica una clara asimetría entre los avances en materia de investigación básica aplicada y la capacidad efectiva para desplegar una estructura empresarial de comando que permita explotar una tecnología, no solo a nivel global, sino también a escala nacional.

Argentina fue un país pionero en la región en la adopción de cultivos transgénicos. En el año 1991 se creó la Comisión Nacional de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA), el organismo encargado de establecer y evaluar las condiciones de bioseguridad para la realización de ensayos con organismos vegetales genéticamente modificados. Con la aprobación de la soja RR en el año 1996, solo unos meses después de la aprobación de ese evento en Estados Unidos, el país inició un proceso sostenido de incorporación de eventos transgénicos, en una política que se sostuvo de manera permanente durante los últimos 20 años, atravesando gobiernos de signo ideológico muy diferentes.

En todo este período se verifica un amplio predominio de actores transnacionales. Recién en el año 2015 se registraron dos aprobaciones de eventos transgénicos desarrollados por actores locales. Se trata, en un caso, de una soja resistente a la sequía, desarrollado por el CONICET y la Universidad Nacional del Litoral, luego licenciado a Bioceres, una empresa privada nacional, para su explotación comercial. A su vez, esta firma llegó a un acuerdo en el año 2012 con la norteamericana Arcadía Biosciencias, dando lugar a un *jointventure* llamado Verdeca para su explotación a nivel mundial. El segundo caso es el de una papa resistente al virus PVY, desarrollada por el Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética e Ingeniería Molecular (INGEBI), del CONICET, en acuerdo con la firma TECNOPLANT, dependiente del laboratorio SIDUS, para su explotación comercial. En ambos casos se trata de investigaciones públicas que se asocian con socios privados para su explotación económica. Es importante mencionar, que aunque fueron aprobados para su liberación comercial todavía ninguno de ellos llegó al mercado.

En el caso Argentino, además de estos dos casos, existen varias líneas de trabajo en tecnologías transgénicas, como por ejemplo, los casos de la caña de azúcar tolerante al glifosato (Estación experimental Obispo Colombres), el trigo tolerante a la sequía y salinidad (UNL, INDEAR, CONICET) y el maíz resistente al virus del mal de Río Cuarto (INTA).

Es importante destacar que esta dinámica innovativa se dio en el marco de una política explícita de promoción de la agro-biotecnología en Argentina (Arza y Carattoli, 2012). En efecto, durante los últimos años y, en particular, durante la última década, se verifican una serie de acciones de política pública orientadas a promover este tipo de actividades. Entre las más importantes, se destacan:

66

- Plan Estratégico Nacional de Ciencia, tecnología e Innovación del Bicentenario (2006-2010, MINCYT), en el que se declara a la Biotecnología como área prioritaria y se desarrollan una serie de Instrumentos aplicados de promoción como el PAE, PID, FONARSEC.
- Plan Estratégico para el Desarrollo de la Biotecnología Agropecuaria (2005-2015, SAGPyA) que prevé acciones de estímulo para el desarrollo de la biotecnología agropecuaria.
- Ley de promoción del Desarrollo de la Biotecnología Moderna (26.270/07).
- Participación en iniciativas de cooperación regional como CABBIO, BIOTECSUR o PROCISUR.
- A su vez, como se mencionó previamente, existen en el país instituciones científicas y tecnológicas (como las universidades públicas, el CONICET y el INTA, entre otros) capaces de generar algunas invenciones localizadas pero de potencial impacto global.
- Sin embargo, a pesar de estos avances parciales, todavía sobreviven dificultades significativas para dar pasos más consistentes en materia de cambio estructural. En concreto, existen dos restricciones fundamentales, que tienen que ver con los umbrales de invención e innovación mencionados en el apartado previo.

- Por un lado, en la magnitud de los recursos invertidos en el sistema de conocimiento. Según datos de la OECD (2016), mientras Argentina invirtió el 0,61 por ciento de su PBI en I+D en el año 2013, ese mismo año Estados Unidos realizó una inversión equivalente del 2,74 por ciento. Para dimensionar esta inversión en términos de la población de cada país, lo que se verifica es que mientras Estados Unidos invierte 1.443,85 dólares por habitante, Argentina invierte 91,71 dólares. Esto muestra, para el caso argentino, una inversión en I+D por habitante 15 veces menor que la que realizó Estados Unidos (RYCYT, 2016). En términos específicos de la inversión realizada en el sector agropecuario, en el año 2013, Argentina invirtió 408 millones de dólares en todo el conjunto de actividades de I+D que engloban las ciencias agrarias (OECD, 2016). Sin embargo, la inversión de Estados Unidos únicamente en biotecnología agrícola fue, para el año 2014, de 593 millones de dólares (el 13 por ciento de la inversión realizada por el *National Institute of Food and Agriculture* (NIFA), el *Agricultural Research Service* (ARS) y el *Forest Service* (FS), la cual estuvo dirigida principalmente a los estudios de genética vegetal (5,3 por ciento), a los recursos fitogenéticos (3,4 por ciento), al aumento de eficiencia y resistencia biológica de las plantas (3 por ciento), y a la mejora de su utilidad y calidad (1,60 por ciento) (NIFA, 2016).
- Por otro, en la construcción de capacidades de innovación que permitan explotar el conocimiento a una escala global. En este sentido, se estima que la inversión que realizan las empresas en Argentina en actividades de I+D, vinculadas al desarrollo de biotecnología se encuentra cercana a los 50 millones de dólares anuales (MINCYT, 2014), lo cual entra en fuerte contraste cuando se compara con el gasto realizado por algunas empresas de carácter transnacional. Como se mencionó anteriormente, sólo Monsanto realizó en el año 2013 un gasto en I+D de 1.533 millones de dólares, el equivalente al 27,71 por ciento del gasto total que Argentina realizó en todas las actividades de I+D.

A estas consideraciones sobre los umbrales mínimos necesarios para poder asumir, de manera creciente, funciones de centralidad, se suma la ausencia de una planificación que le de consistencia a las distintas dimensiones del cambio estructural. No se trata simplemente de aumentar los montos de inversión sino de ver cómo éstos se articulan en un proceso que conecte, de modo sistémico, las capacidades de invención de un territorio con su potencial para construir diseños dominantes a nivel global en una industria que tiene a concentrarse cada vez más.

## Conclusiones

Argentina se constituyó en los últimos 20 años en un temprano adoptante de semillas transgénicas. Junto con el resto de los países del Mercosur, se trata de la principal región del mundo que sirve de plataforma para la difusión de este tipo de técnicas productivas. Desde el punto de vista del cambio estructural, sin embargo, este rol de adoptante implica una función periférica en tanto, a pesar de ciertos avances parciales, el núcleo del dinamismo tecnológico y empresarial sigue estando monopolizado por un pequeño grupo de firmas multinacionales que dominan esta industria a nivel global.

68

En el caso argentino, que guarda cierta analogía con el de Brasil, se presentan algunas condiciones para impulsar un proceso más consistente de cambio estructural. Por un lado, la existencia de capacidades científico-tecnológicas acumuladas en el campo agrobiotecnológico que podrían permitir, a pesar de las notorias asimetrías en relación a los países más desarrollados, avanzar hacia la obtención de ciertos grados de autonomía en este plano. Por otro lado, hay factores favorables por el lado de la demanda. En efecto, la región del Mercosur ampliado representa un mercado de gran dimensión para estos productos.

Sobre esta base, las principales dificultades tienen que ver con la escala de los recursos invertidos y con un déficit de planificación, en un doble sentido. En primer lugar, en la articulación entre las dimensiones de creación de conocimiento (invención) y la de su explotación económica (innovación). Es una inconsistencia mayor desarrollar tecnología pero no considerar sus condiciones de apropiación, cuando existen grandes maquinarias empresariales cuya eficacia en este plano es muy alta. En segundo lugar, hay una dimensión regional en la que pensar. El espacio nacional es insuficiente para avanzar hacia procesos de cambio estructural en campos de conocimiento de alto dinamismo mundial.

Finalmente, es importante enfatizar que asumir funciones de centralidad en la agrobiotecnología mundial supone no solo el dominio de un saber productivo existente, sino también una intervención sobre la dirección que el cambio tecnológico asume en un campo específico de conocimiento. En efecto, la innovación es la fuerza que pone en movimiento los elementos estructurantes del sistema de producción. No será posible, en estas condiciones, cuestionar el modelo productivo agrícola emergente en nuestros territorios, sin una reflexión sobre el modelo de innovación que lo sostiene.

Lista de referencias

- Abarza, J., Cabrera, J. y Katz, J. (2004). Transgénicos y propiedad intelectual, en Barcena, Katz, Morales y Schaper (eds.), *Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto*. CEPAL: Santiago de Chile.
- Altenburg, T., Schmitz, H. y Stamm, A. (2008). Breakthrough? China's and India's transition from production to innovation. *World Development*, 36 (2), 325-344.
- Arza, V y Carattoli, M. (2012). El desarrollo de la biotecnología y las vinculaciones público-privadas. Una discusión de la literatura orientada al caso argentino. *Realidad Económica*, 266, 49-71.
- Bielschowsky, R. (1998). Evolución de las ideas de la CEPAL. *Revista de la CEPAL*. Santiago de Chile. Número extraordinario.
- Bisang, R., Gutman, G., Lavarello, P., Sztulwark, S. y DÍAZ, A. (comp) (2006). *Biotecnología y desarrollo. Un modelo para armar en la Argentina*. Buenos Aires: Prometeo.
- Clark, C. (1967 [1940]). Las condiciones del progreso económico. Madrid: Ed.Alianza.
- Coriat, B. Orsi, F. y Weinstein, O. (2003). Does biotech reflect a new science based innovation regime? *Industry and Innovation*, 10(3), septiembre.
- Fisher, A.G.B. (1939). Production, primary, secondary and tertiary. *Economic Record*. 15, 24-38.
- Hirschman, A. (1980). Auge y ocaso de la teoría económica del desarrollo. *El Trimestre Económico*, 47 (4), nº188, México, D.F: Fondo de Cultura Económica, octubre-diciembre.
- ISAAA (2016). GM ApprovalDatabase. Disponible en <http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/>
- Kaplinsky, R. (2000). Globalization and Unequalization: What can Be Learned from Value Chain Analysis. *The Journal of Development Studies*. 37(2), diciembre.
- MINCYT (2014). Las empresas de biotecnología en Argentina. Documento de trabajo. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Argentina. Disponible en [indicadorescti.mincyt.gob.ar/documentos/Empresas\\_Bio\\_Argentina.pdf](http://indicadorescti.mincyt.gob.ar/documentos/Empresas_Bio_Argentina.pdf)
- NIFA (2016). Data Gateway. Disponible en <https://nifa.usda.gov/data>
- OECD (2016). OECD Database. Disponible en <http://stats.oecd.org/index.aspx>
- Parayil, G. (2003). Mapping technological trajectories of the Green Revolution and the Gene Revolution from modernization to globalization. *Research Policy*, 32(6), 971-990.
- Pellegrini, P. (2013). *Transgénicos. Ciencia, agricultura y controversias en la Argentina*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.
- Peterson B.A., Haak D.C., Nishimura M.T., Teixeira P.J.P.L., James S.R., Dangl J.L., et al. (2016). Genome-Wide Assessment of Efficiency and Specificity in CRISPR/Cas9 Mediated Multiple Site Targeting in Arabidopsis. *PLoS ONE*, 11(9).

Prebisch, R. (1981). *Capitalismo periférico. Crisis y transformación*. México DF: Fondo de Cultura Económica.

Rifkin, J. (1998). *La era de la biotecnología. El comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz*, Barcelona: Editorial Crítica.

RYCYT (2016). Disponible en <http://www.ricyt.org/por-pais-sp-980863014>

Schumpeter, J. (2002 [1939]). *Ciclos económicos. Análisis teórico, histórico y estadístico del proceso capitalista*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Statista (2016). The Statistics Porta. Disponible en <https://www.statista.com/>

70

Syrquin, M. (1988). Patterns of Structural Change, en H. Chenery y T. N. Srinivasan (eds.), *Handbook of Development Economics Vol.I*, Amsterdam: North-Holland, 203–273.

Sztulwark, S. (2015). ¿Prebisch renace en el nuevo capitalismo? Workshop Alternativas al neoliberalismo en América Latina: Explorando potencialidades y limitaciones del pensamiento latinoamericano sobre el desarrollo, UNAM, México DF., 23 al 25 marzo de 2015.

Sztulwark, S. (2012). *Rentas de innovación en cadenas globales de producción. El caso de las semillas transgénicas en Argentina*. Universidad Nacional de General Sarmiento.

Sztulwark, S. y Girard, M. (2016). Genetically modified seeds and the de-commodification of primary goods. *International Journal of Biotechnology*, 14(2).

Sztulwark, S. y Girard, M. (2015). Estrategias nacionales de innovación en biotecnología agrícola. Implicancias para el Mercosur. ALTEC, XVI Congreso Latino-Ibero Americano de Gestión Tecnológica, Porto Alegre, Brasil.

#### Notas a pie de página

---

<sup>i</sup> El término “nuevo” refiere, en este caso, a nuevo a nivel mundial. De este modo, la función de centralidad alude al desarrollo e imposición de innovaciones globales, que son de una naturaleza diferente de aquellas que tiene un orden local o nacional (Altenburg et al, 2008).

<sup>ii</sup>Un mismo evento puede ser aprobado por diferentes países. Para evitar duplicaciones, sólo se contabilizan los eventos independientemente de la cantidad de países en los que hayan sido aprobados.