



Del upgrading al cambio estructural: el caso de la industria agrobiotecnológica argentina

*Pablo Wahren**

*Sebastián Sztulwark***

Fecha de recepción: 24 de febrero de 2025

Fecha de aprobación: 15 de junio de 2025

Resumen: El objetivo del presente artículo es estudiar la relación entre el *upgrading* y el cambio estructural. La hipótesis que guía la investigación sostiene que es posible diferenciar los procesos de *upgrading* a partir del tipo de innovación involucrada. Mediante una revisión crítica del enfoque de cadenas globales de valor (CGV) se construye una nueva tipología que distingue entre dos tipos de *upgrading*: uno asociado al dominio de la innovación fundamental, que promueve el cambio estructural, y otro vinculado a innovaciones de tipo complementario, cuyo impacto es más limitado. Asimismo, se examinan los requisitos e implicancias de cada recorrido. Para abordar el problema se seleccionó un caso de estudio: el de la inserción de la Argentina en la industria agrobiotecnológica mundial. En esta dirección, se analizan las trayectorias de *upgrading* diferenciadas de dos empresas argentinas dentro de esta industria: por un lado, Don Mario, que realizó diversos *upgradings* en torno a la innovación complementaria; por el otro, Bioceres, que apuesta por el dominio de la innovación fundamental. Las trayectorias de estas firmas se reconstruyeron a partir de fuentes primarias como entrevistas semiestructuradas, documentos empresariales y artículos de prensa, así como también de fuentes secundarias, tales como estadísticas y bibliografía especializada. El análisis sugiere que para fomentar el cambio estructural en economías periféricas es crucial promover políticas públicas que apoyen el desarrollo de capacidades relativas a la innovación fundamental, lo cual implica fortalecer el sistema nacional de innovación, robustecer las capacidades de gobernanza y recurrir a concertaciones público-privadas estratégicas.

Clasificación JEL: F63; L16; L65; O30; O54.

Palabras clave: cambio estructural, upgrading, innovación, cadenas globales de valor, agrobiotecnología.

Cómo citar

Wahren, P., & Sztulwark, S. (2025). Del upgrading al cambio estructural: el caso de la industria agrobiotecnológica argentina. *Apuntes del Cenes*, 44(80) Págs. 219 - 249. <https://doi.org/10.19053/upct.01203053.v44.n80.2025.19121>

* Doctor en Desarrollo Económico [1]. pwahren@campus.ungs.edu.ar <https://orcid.org/0009-0005-0222-1637>
✉ Corresponding author

** Doctor en Economía [1]. sztulwark@campus.ungs.edu.ar <https://orcid.org/0000-0002-5993-7370>

[1] Docente e investigador del Instituto de Industria de la Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina

Upgrading and Structural Change: the Case of Argentine Agrobiotechnology Industry

Abstract

This article examines the relationship between upgrading processes and structural change. The guiding hypothesis is that different types of upgrading can be distinguished based on the nature of the innovation involved. Through a critical review of the Global Value Chains (GVC) approach, a new typology is proposed that differentiates between two types of upgrading: one associated with the mastery of fundamental innovation, which fosters structural change, and another linked to complementary innovations, whose impact is more limited. The requirements and implications of each path are also examined. To address this issue, an exploratory study was designed based on a case study of Argentina's integration into the global agrobiotechnology industry. The analysis focuses on the differentiated upgrading trajectories of two Argentine firms within this sector. On the one hand, Don Mario, which has engaged in various forms of upgrading centered on complementary innovation; on the other, Bioceres, which aims to develop and control fundamental innovations. These trajectories were reconstructed using primary sources such as semi-structured interviews, corporate documents, and press articles, as well as secondary sources. The analysis suggests that promoting structural change in peripheral economies requires public policies that support capacity-building related to fundamental innovation. This, in turn, implies strengthening the national innovation system, enhancing governance capabilities, and fostering strategic public-private coordination.

Keywords: structural change, upgrading, innovation, global value chains, agrobiotechnology.

INTRODUCCIÓN

El enfoque de cadenas globales de valor (CGV) ha sido muy difundido entre académicos de distintas tradiciones y entre diversas instituciones dedicadas al diseño de política pública (Gereffi & Lee, 2012). La contribución principal del enfoque es dar cuenta de la nueva forma de organización productiva que opera en el capitalismo global a partir de la década de 1970, caracterizada por la fragmentación y deslocalización del proceso productivo bajo la coordinación de firmas denominadas líderes (Gereffi et al., 2001). A partir de estos aportes, en la última década el enfoque de CGV ganó relevancia como herramienta para pensar el desarrollo económico (Gereffi & Lee, 2012; Ponte et al., 2019). El puente para ello es el concepto de *upgrading* (o “ascenso industrial”), que refiere a cambios de posición de las empresas hacia nuevos procesos, productos o funciones dentro de la cadena o a movimientos entre cadenas.

Para el enfoque de CGV, el *upgrading* ofrece un marco que no solo es relevante para las firmas, sino que sirve para pensar estrategias que modifiquen

la posición de los países en la economía global (Gereffi et al., 2001). Sin embargo, se ha presentado un debate acerca de la manera en que las CGV inciden en el desarrollo económico. Por un lado, una visión económica más ortodoxa, asociada a los principales organismos internacionales, que concibe una relación lineal entre la inserción en CGV y el desarrollo económico mediada por el *upgrading*. En este sentido, se recomienda la remoción de aquellas barreras que obstaculizan la integración de las empresas nacionales en estas cadenas globales (Banco Mundial, 2020). Por otro lado, una mirada más crítica, asociada a la teoría del sistema mundo (TSM), que focaliza en los obstáculos para desarrollarse por esta vía, debido a la existencia de elementos estructurales que tienden a reproducir la desigualdad entre el centro y la periferia (Werner et al., 2014).

El debate expone que el pasaje del enfoque de CGV a una teoría del desarrollo económico aún está incompleto. No solo porque su foco teórico aborda parcialmente las múltiples dimensiones involucradas en el proceso de desarrollo económico, sino también porque el con-

cepto de *upgrading* presenta problemas que abren la puerta a malentendidos y a conclusiones divergentes. En primer lugar, tiende a reducirse a una dimensión microeconómica que relega ciertos elementos del entorno mesoeconómico, determinantes para el desempeño de las firmas. En segundo lugar, no se plantea una jerarquía de los diferentes tipos de *upgrading* de acuerdo con su impacto sobre las estructuras productivas de los países.

En este marco, emerge una pregunta de investigación poco abordada para la literatura existente: ¿en qué condiciones el *upgrading* puede ser un camino hacia el cambio estructural? Responder este interrogante implica ampliar el corpus teórico existente de CGV. En particular, requiere articularlo con la problemática del cambio estructural, de matriz estructuralista¹, ubicando, a su vez, el problema de la estructura económica en el marco de las transformaciones contemporáneas de la economía mundial.

Sobre esta base, el objetivo del presente artículo es analizar la relación entre los distintos procesos de *upgrading* y el cambio estructural. La hipótesis que guía la investigación es que es posible diferenciar los procesos de *upgrading* según el tipo de innovación involucrada. Así, se identifican dos tipos de *upgrading*: uno que promueve el cambio estructural, asociado al dominio de

la innovación fundamental, y otro que no, vinculado al desarrollo de innovaciones de tipo complementario.

Desde este posicionamiento conceptual se diseñó un trabajo exploratorio sobre la relación entre *upgrading* y cambio estructural a partir de un caso de estudio: el de la inserción de la Argentina en la industria agrobiotecnológica mundial. El caso adquiere relevancia para esta discusión en la medida que da cuenta de trayectorias diferenciadas en materia de *upgrading* dentro de una industria de alta tecnología desde un país semiperiférico. Para el trabajo se diseñó una metodología cualitativa de estudio de caso, que, a través de fuentes primarias y secundarias, analiza las trayectorias de *upgrading* de dos empresas agrobiotecnológicas argentinas y su relación con el entorno local y global. Se trata de dos casos empresariales exitosos con, hasta el momento, diferentes objetivos. Por un lado, Don Mario, compañía que realizó diversos procesos de *upgrading* relativos a innovaciones sobre los activos complementarios de la industria (innovación complementaria). Por el otro, Bioceres, firma que se encuentra transitando un proceso de *upgrading* hacia innovaciones ligadas al activo fundamental, es decir, aquel que estructura la cadena (innovación fundamental). Se presentará la historia de ambas empresas y se responderán aquellas preguntas particulares de la investigación a partir del análisis de

¹ En la tradición estructuralista, el cambio estructural refiere a un cambio de posición en la estructura de la economía mundial, dirigido a funciones de centralidad.

fuentes estadísticas, de la revisión de la literatura especializada, de las declaraciones públicas de sus protagonistas en medios de prensa y de los resultados de un conjunto de entrevistas semiestructuradas. Entre estas últimas se destacan las entrevistas a dos directivos de Bioceres y a dos directivos de Don Mario.

El artículo se estructura en tres secciones. En la primera se presenta el marco conceptual de la investigación, en el que a partir de una integración de enfoques teóricos se reconstruyen las categorías de *upgrading* en función de su relación con el cambio estructural. En la segunda sección se describe el funcionamiento del entorno mesoeconómico global en el que operan las firmas agrobiotecnológicas y se informa de las características que adopta en Argentina. En la tercera sección se aplican las categorías propuestas y la nueva tipología de *upgrading* a los casos de las empresas Don Mario y Bioceres. Por último, se presentan las reflexiones finales.

DEL “UPGRADING” AL CAMBIO ESTRUCTURAL

El enfoque de CGV hace un aporte sustancial a la comprensión de la esfera mesoeconómica en el capitalismo contemporáneo, esto es, aquella que alude a las relaciones de competencia y cooperación entre actores que pertenecen a una actividad productiva común. Este da cuenta de cómo se configuran

las relaciones entre las empresas en un marco de transformaciones en la forma de producción global tendientes a la fragmentación del proceso productivo y a la deslocalización geográfica de las actividades que lo componen (Gereffi et al., 2001).

El concepto central que permite expresar el nuevo tipo de relaciones entre las empresas es el de la gobernanza (Gereffi & Lee, 2012), entendida como una “coordinación no de mercado de la actividad económica”² (Gereffi et al., 2001, p. 4). El rol de coordinación es ejercido por firmas líderes que tienen la potestad de definir qué, cómo y quién produce dentro de la CGV en la cual ejercen el liderazgo (Gereffi et al., 2005). En consonancia con las funciones de un gobierno civil, estas empresas ejercen una función legislativa –definición de estándares y reglas a los distintos actores de la cadena–, judicial –monitoreo sobre el cumplimiento de los estándares y reglas– y ejecutiva –tareas de asistencia al resto de la cadena para que los estándares y reglas sean alcanzados– (Davis et al., 2018). Las firmas líderes se posicionan jerárquicamente sobre el resto de las empresas de la cadena gracias a sus *core competencies*, capacidades únicas de las empresas que son esenciales para el funcionamiento de la cadena y difíciles de copiar (Kaplinsky, 2013). Entre estas se encuentran el diseño del producto, la marca y los segmentos de mayor complejidad del

2 Traducción propia.

proceso productivo. Cabe señalar que con el tiempo se amplió la definición de gobernanza para reconocer que, si bien la firma líder ejerce el rol central, también está influida por el proceder de los Estados, organismos internacionales (OOII) y organizaciones de la sociedad civil (Davis et al., 2018).

El otro concepto principal del enfoque es el de *upgrading*, el cual se refiere al carácter dinámico de la relación entre las empresas y su posición en la cadena. Este se concentra en cambios que las empresas o grupos de empresas pueden llevar a cabo para mejorar su posición competitiva en las CGV (Gereffi et al., 2001). La literatura establece cuatro tipos de *upgrading*: de producto, cuando las firmas se mueven hacia líneas de producción más sofisticadas; de proceso, cuando logran realizar el proceso de producción de manera más eficiente; funcional, cuando escalan de segmento en la cadena; e intercadena, cuando trasladan sus actividades hacia otra cadena.

Por lo tanto, el enfoque de CGV aporta a la comprensión de la dimensión mesoeconómica en el capitalismo contemporáneo al incorporar la dimensión espacial global (cadenas globales), el tipo de relaciones entre los actores (gobernanza) y su dinámica (*upgrading*). Sin embargo, observamos dos debilidades en el enfoque propuesto. Por un lado, el foco eminentemente en lo global ocasiona que se pierdan de vista aquellos elementos propios del

territorio que pueden influir en el lugar que ocupan los actores en la cadena, por lo que el *upgrading* queda limitado a una estrategia individual de la empresa (micro). Por el otro, no cuenta con las categorías necesarias para caracterizar las actividades que desempeñan un rol estratégico en el proceso de cambio estructural.

Frente a la primera debilidad, recientemente comenzó a proliferar una literatura que explica las posibilidades de *upgrading* a partir de elementos de los sistemas nacionales de innovación (SNI) de raigambre neoschumpeteriana. Estos análisis señalan que los países que lograron procesos de *upgrading* funcional exitosos, hacia funciones de mayor complejidad técnica, combinaron la inserción en CGV con el desarrollo de SNI fuertes (Jurowetsky et al., 2018). En cambio, los países con SNI fragmentados o débiles tendieron a estancarse en tareas y funciones de bajo valor agregado, incluso con el tiempo quedaron excluidos de la cadena (Lema et al., 2018).

El punto de partida para resolver la segunda debilidad es identificar la relevancia del conocimiento en la división internacional del trabajo actual. Los países centrales se distinguen por ser capaces de crear conocimiento y reflejarlo en innovaciones de tipo fundamental que dan lugar a nuevas técnicas productivas. Estas tienen la capacidad de reconfigurar las condiciones de competencia y de estructurar

las posiciones de centralidad y dominio dentro de una rama. Los segundos, en cambio, reproducen conocimiento ya que se caracterizan por ser adoptantes de técnicas productivas y, en el mejor de los casos, por desarrollar innovaciones de tipo incremental o adaptativo (Altenburg et al., 2008; Sztulwark, 2020). Así, la acción de los actores en el interior de la cadena se enmarca en una determinada trayectoria sectorial de innovación de carácter global, en la cual existen diseños dominantes que constituyen las innovaciones fundamentales sobre las que se estructura cada industria. Este tipo de innovaciones llevan asociados un conjunto de activos complementarios, un marco institucional, estándares de productos y procesos y reglas de apropiación que regulan y configuran la actividad económica de la rama correspondiente (Sztulwark et al., 2023a). En este marco, el dominio de la innovación fundamental se constituye como el aspecto clave para ejercer el liderazgo en la cadena.

Por estos motivos, el concepto de *upgrading* existente en el enfoque de CGV presenta limitaciones para pensar cómo superar la condición periférica, ya que no toma en cuenta las trayectorias históricas de los espacios nacionales y de los límites estructurales existentes para que las firmas que operan en esos territorios puedan desarrollar innovaciones de tipo fundamental. Se trata de aspectos que, en cambio, han sido abordados por el estructuralismo lati-

noamericano a través del concepto de cambio estructural.

La visión original de la CEPAL asimilaba el cambio estructural con la industrialización, entendiendo que esta era el camino para aumentar la productividad agregada de la economía y elevar la calidad de vida de la población (Cimoli et al., 2015). Sin embargo, en las condiciones históricas del nuevo capitalismo, marco en el que se desenvuelven las CGV y en el que la innovación emerge como el vector principal de diferenciación de capitales, el cambio estructural debe ser repensado. En esta dirección, el cambio estructural puede pensarse como un proceso de complejización del conocimiento generado en un determinado territorio, sobre cuya base se construyen capacidades de innovación (en el sentido de difusión comercial de una invención) que permiten un reposicionamiento (*upgrading*) en la jerarquía mundial en el interior de una o varias cadenas globales. Esta interpretación, por lo tanto, difiere de la concepción clásica del cambio estructural, asociada a un movimiento económico entre “grandes sectores”, para ubicar la transformaciones en otros dos niveles de análisis. Por un lado, como un proceso que tiene su fuente en una instancia “previa” a la propiamente económica, que se corresponde con la esfera de la producción de conocimiento. Por otro, como un fenómeno que se verifica como un movimiento interno de una (o varias) industrias, consideradas a partir de su

organización en cuanto cadenas globales de producción.

Como se puede apreciar, el *upgrading* es parte del proceso de cambio estructural, aunque no todas las formas tienen el mismo efecto. Para expresar esta diferencia construimos una nueva tipología en función de sus requisitos e implicaciones sobre el cambio estructural. Por un lado, el *upgrading* de tipo I, que se reduce a innovaciones de tipo complementario, por lo que abarca la mayor parte de los casos documentados en el enfoque de CGV. Por otro lado, el *upgrading* de tipo II, que implica el dominio de la innovación fundamental, por lo que es asimilable a una forma particular de *upgrading* funcional hacia las funciones de la cadena propias de las firmas líderes radicadas en los países centrales³. Mientras en el primer caso las empresas mantienen una posición pasiva frente a las firmas líderes, pudiendo sus innovaciones ser incluso funcionales a estas firmas, en el segundo se requiere el ejercicio de una gobernanza activa tanto para coordinar el proceso productivo como para comandar la distribución de las rentas y reorganizar las jerarquías dentro de la

cadena. Se trata de las funciones propias de la firma líder, por lo que pueden implicar tensiones con esta⁴.

Las condiciones necesarias del entorno son distintas en un caso y otro. El *upgrading* tipo I puede desenvolverse en un SNI débil, orientado al uso de técnicas y diseños existentes. En tanto que el de tipo II requiere el desarrollo de un SNI complejo, abocado al desarrollo de nuevas técnicas y diseños⁵. Los requerimientos institucionales también cambian. En el primer caso, las empresas operan como adoptantes del estándar regulatorio y de las reglas de apropiación propuestos por las firmas que dominan la innovación fundamental. En cambio, en el segundo se requiere crear o fortalecer el estándar regulatorio y las reglas de apropiación de las rentas de la innovación por tratarse de productos de alto contenido de conocimiento. En este proceso cobra relevancia el proceder de los Estados, especialmente cuando se trata de innovaciones de alcance global que requieren negociaciones multilaterales. En lo que respecta a la intervención pública en el ámbito doméstico, para el *upgrading* tipo I resulta suficiente el

3 El *upgrading* funcional puede reflejarse también en una mejora de producto y/o de proceso, pero el eje para pensar el cambio estructural está en el desarrollo de funciones de mayor complejidad a nivel cognitivo y empresarial.

4 Las firmas líderes deslocalizaron las actividades productivas, pero no las innovativas, para de esa manera conservar sus capacidades distintivas que les permiten gobernar la cadena (Altenburg et al., 2008). En este sentido, las firmas líderes pueden bloquear o entorpecer los procesos de *upgrading* de empresas participantes en sus cadenas, en la medida en que implique una modificación de las jerarquías establecidas o una disputa de sus *core competencies* (Schmitz, 2004; Lee et al., 2018).

5 Cabe señalar que dentro de cada territorio los atributos del sistema nacional se complementan de manera heterogénea con las distintas cadenas y con las posibilidades de los actores de escalar en ellas. Como resultado de un proceso histórico, en la periferia las características del SNI y del marco institucional pueden resultar más favorables para el *upgrading* en algunas cadenas que en otras. En un intento por captar este fenómeno, Malerba y Nelson (2011) plantean la existencia de sistemas sectoriales (SS), que pueden ser entendidos como una desagregación de los SNI.

diseño de políticas horizontales, basadas en la provisión de bienes públicos como infraestructura o formación de capital humano, o verticales, enfocadas en innovaciones complementarias. En cambio, para el *upgrading* tipo II se requiere una política pública estratégica, caracterizada por la articulación de políticas de ciencia y tecnología con políticas industriales, lo cual se puede cristalizar en concertaciones público-privadas basadas en principios de reciprocidad y obligaciones.

En síntesis, para contribuir al cambio estructural, el *upgrading* debe promover a nivel mesoeconómico el dominio de la innovación fundamental como mecanismo para romper la subordinación en la cadena. La debilidad relativa de la periferia frente al centro, en lo que respecta a la base de conocimiento y a las capacidades de gestión, pone a los actores locales en desventaja para dominar los segmentos de alta innovación que demanda el cambio estructural. Así, acortar esta brecha se constituye en un desafío para la política pública.

EL CASO DE LA INSERCIÓN ARGENTINA EN LA INDUSTRIA AGROBIOTECNOLÓGICA MUNDIAL

En la presente sección se aplicarán las categorías desarrolladas en la sección anterior para analizar la mesoeconomía de la industria agrobiotecnológica a nivel global y a nivel local. Sobre esta base, en la siguiente sección se examinarán empíricamente las diferen-

cias entre los dos tipos de *upgrading* dentro de esta industria a partir de los casos empresariales. Si bien las conclusiones no pueden generalizarse debido a las particularidades del caso, su análisis permite ilustrar las categorías propuestas.

TRANSFORMACIONES ESTRUCTURALES EN LA INDUSTRIA AGROBIOTECNOLÓGICA MUNDIAL

La mesoeconomía en la que operan las firmas de esta industria se configuró a partir de cambios tecnológicos e institucionales ocurridos en el último cuarto del siglo XX. Las transformaciones tecnológicas se enmarcaron en el pasaje de la revolución verde a la revolución biotecnológica. La primera combinó el desarrollo de variedades de semillas de mayor rendimiento, el uso intensivo de insumos químicos y un aumento de la maquinización (Solbrig, 2004). La segunda se destacó por la introducción de los organismos genéticamente modificados (OGM), creados mediante ingeniería genética (Bisang et al., 2008). Esta técnica ha permitido aumentar la precisión de las mejoras en las semillas y realizar, a partir de la introgresión de genes de otras especies, cambios en el genoma que no hubieran sido posibles mediante métodos convencionales (Sovova, 2016). Así, la ingeniería genética se constituyó en la innovación fundamental que reestructuró la agrobiotecnología, por cuanto ha permitido desplegar el potencial productivo del resto de las otras técnicas y ha recon-

vertido la dinámica de la industria semillera (James, 2017). Actualmente, la industria biotecnológica se encuentra en un proceso de transición paradigmática en el cual una nueva técnica biotecnológica denominada edición génica (EG) puede convertirse en innovación fundamental (Sztulwark et al., 2023a). Se trata de un conjunto de métodos que permiten modificar con precisión el ADN mediante la inserción, eliminación o modificación de material genético (Van Eck, 2020).

En la medida que la intensidad del conocimiento se incrementó, también lo hizo la necesidad de construir barreras a la entrada de tipo institucional para la captación de rentas de innovación. En efecto, el desarrollo de la moderna biotecnología fue acompañado por nuevos marcos normativos en materia de propiedad intelectual y estándares regulatorios (Perelmuter, 2018). Este proceso estuvo liderado por los Estados Unidos y Europa e impulsado por los intereses de los grupos económicos que integraron lo químico con lo biológico (Stein, 2005).

A partir de estas transformaciones se conformó una mesoeconomía que reproduce en su interior una división internacional del trabajo y la producción con un patrón de centro-periferia. En

esta mesoeconomía, los países centrales se constituyeron como desarrolladores de la innovación fundamental, mientras que los periféricos se configuraron como adoptantes y, en el mejor de los casos, generadores de innovaciones complementarias. En efecto, en el segmento biotecnológico, donde se aplica la ingeniería genética con fines comerciales, se destaca la preeminencia de empresas originadas en el centro, lo cual se condice con el hecho de que cuentan con los SNI más desarrollados. Se destacan cuatro empresas, las alemanas Bayern y BASF, la estadounidense Corteva Agrisciences y la china ChemChina⁶. Al analizar soja y maíz, los dos principales cultivos genéticamente modificados que se siembran en el mundo, se observa que los eventos transgénicos aprobados son patrimonio casi exclusivo de empresas de los países centrales (ver Figura 1).

Por su parte, los países de América Latina se ubicaron como adoptantes tempranos de la innovación fundamental y tendieron a generar innovaciones complementarias orientadas a la generación de variedades con mayor adaptabilidad a las características de la biosfera local mediante mejoramiento convencional (Lengyel & Bottino, 2010). En términos de cadena, se configuraron tres segmentos dife-

6 En la segunda década del siglo XXI la industria atravesó un proceso de fusiones y adquisiciones entre las principales compañías. Dow se fusionó con Du Pont para conformar Corteva Agriscience, Bayern adquirió Monsanto y ChemChina compró Syngenta. Ahora, la mayor parte de las innovaciones de ChemChina fueron desarrolladas por Syngenta, compañía de origen suizo, por lo que se dieron por fuera del SNI chino. A partir de la adquisición de esta empresa, China aparece como una potencia emergente en la agrobiotecnología mundial.

renciados. En primer lugar, el eslabón biotecnológico, donde se desenvuelve la innovación fundamental. En segundo lugar, el eslabón industrial, donde tienen lugar las innovaciones adaptativas sobre los diseños del primero. Las firmas de este segmento quedaron supeditadas al comando de las empresas proveedoras de eventos transgénicos,

puesto que el acceso a la biotecnología requiere del establecimiento de relaciones contractuales mientras las patentes tengan vigencia. Por último, la cadena se completa con el segmento agrícola, en el cual se producen los cultivos a partir de las tecnologías provistas por las otras partes.

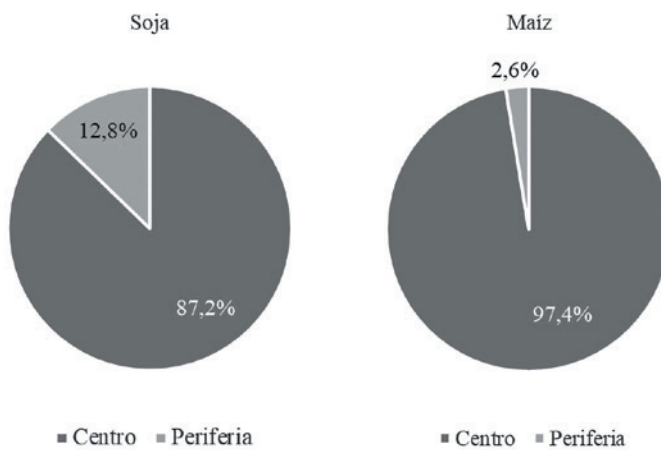


Figura 1. Eventos transgénicos aprobados a nivel mundial por país desarrollador en soja y maíz. Años 1992-2024.

Fuente: elaboración propia con base en ISAAA GM Approval Database.

La dinámica de los segmentos en Argentina

Dada la naturaleza de la innovación, cada segmento presenta distintos grados de concentración, tipos de competencias tecnológicas y barreras a la entrada. El biotecnológico se caracteriza por un grado de concentración muy elevado y está dominado por grandes firmas multinacionales. En efecto, de los 66 eventos autorizados en soja y maíz en Argentina, el 91 % se concentra en

empresas que hoy pertenecen a “las cuatro grandes”.

Las empresas de este eslabón presentan altas capacidades tecnológicas, elevados niveles de gasto en investigación y desarrollo, capacidad comercial, acceso a financiamiento, y también capacidad para afrontar los costosos procesos regulatorios de aprobación de nuevos productos a escala internacional y de litigar para defender derechos de pro-

propiedad intelectual (Sztulwark, 2012)⁷. La conjunción de estos factores deriva en altas barreras a la entrada, tanto en la esfera tecnológica como en la económica, y se distinguen tres fases en el proceso de innovación que demandan distintas capacidades. En primer lugar, el conocimiento científico y tecnológico para desarrollar las invenciones. En segundo lugar, la capacidad financiera y legal para lograr la aprobación de los eventos a nivel internacional y procurar el cumplimiento de los derechos de propiedad intelectual. En tercer lugar, la capacidad comercial para realizar la innovación en el mercado.

El segmento industrial conecta los avances de la moderna biotecnología con la producción agrícola a partir del mejoramiento de variedades genéticamente modificadas. Este segmento está constituido por empresas nacionales, pero también por las empresas transnacionales del primer segmento que cuentan con filiales en los mercados de su interés. Desde 1996 registraron variedades en el Instituto Nacional de Semillas (INASE), en calidad de solicitantes, 72 empresas en soja y 173 empresas en maíz. Entre los participantes se destaca la presencia de capitales nacionales. En los registros asociados a semillas de soja, la firma que encabeza el *ranking* es la argentina Don Mario, con un 32 % de los registros totales. En las semillas de maíz, el *ranking* es liderado por las multinacionales del

segmento biotecnológico que integran verticalmente el segmento industrial, pero aparecen 3 firmas de origen nacional en el *top* 10. Actualmente, la Asociación Semilleros Argentinos, que agrupa a las empresas que proveen el 90 % de las semillas sembradas a nivel local, reúne a 31 y 32 empresas de soja y maíz respectivamente (ASA, s.f.). En comparación con el segmento biotecnológico, se observa una mayor cantidad de actores participantes y la presencia de capitales nacionales en posiciones relevantes.

Las competencias de estas firmas se basan en la generación de variedades por fitomejoramiento para aumentar la adaptabilidad a las características del ambiente local. Este tipo de mejoras se basan en técnicas convencionales como el cruzamiento de semillas, apoyado en técnicas modernas como el uso de marcadores moleculares para acelerar y precisar el proceso de mejoramiento. El negocio requiere además capacidades de multiplicación de las semillas mejoradas, procesamiento, almacenamiento y distribución comercial. Las empresas locales deben pagar a las firmas multinacionales regalías por el uso de eventos transgénicos patentados. En este segmento, las barreras a la entrada se reducen por cuanto la tecnología requerida para el mejoramiento convencional es menos compleja y el registro de variedades es más simple y económico. Asimismo, al tratarse

⁷ Los costos de desarrollar y desregular un evento transgénico se ubican en promedio en 287 millones de dólares, correspondiendo poco más de un tercio a la fase de investigación (McDougall, 2016).

de variedades adaptadas a un entorno local, la escala de desarrollo y comercialización es menor que la de los eventos transgénicos. En cuanto a la apropiación de rentas de innovación, existe una diferencia entre semillas autóгамas y alógamas. Las primeras, al transmitir casi idéntica carga genética del progenitor a la descendencia, requieren de mecanismos institucionales o privados (o de ambos) para la captación de rentas de innovación. En cambio, las segundas, al ser híbridas, gozan de una protección natural, ya que no conservan las mejoras entre generaciones. En Argentina esta diferencia ha dado lugar a estrategias de integración vertical en maíz por parte de las firmas del eslabón anterior y a un mayor espacio para otros actores en soja.

El segmento agrícola es el responsable de llevar adelante la producción de cultivos, lo que conlleva la aplicación

del paquete tecnológico desarrollado por los anteriores segmentos y la articulación de múltiples actores. Según el Censo Agropecuario 2018 (INDEC, 2021), en Argentina existen 42 148 explotaciones agropecuarias (EAP) de soja y 80 164 de maíz. Resulta evidente el contraste entre la cantidad de participantes de este segmento con relación a los anteriores. El modelo típico de las últimas décadas consiste en productores que desarrollan sus actividades sobre tierras alquiladas y realizan las tareas productivas mediante contratistas que aportan el trabajo y la maquinaria agrícola (Bisang, 2022). La competencia principal de estas firmas es la capacidad de coordinación y se asienta sobre atributos específicos: conocen el mercado de tierras, tienen acceso a fuentes de financiamiento heterogéneas, cuentan con saber sobre la oferta de servicios e insumos y aplican las modernas tecnologías.

Tabla 1. Características por segmento

Segmento	Concentración	Competencias	Barrera a la entrada	Tipo de innovación
Bioteecnológico	5 empresas maíz 6 empresas soja	Ingeniería genética y desarrollo de paquetes tecnológicos	Alta	Fundamental de producto
Industrial	32 empresas maíz 31 empresas soja	Fitomejoramiento, multiplicación, procesamiento y distribución de semillas	Media	Complementaria de producto
Agrícola	80 164 explotaciones maíz 42 148 explotaciones soja	Coordinación de actividades productivas y financieras	Media-baja	Complementaria de proceso

Del análisis precedente se concluye que las firmas biotecnológicas son aquellas que presentan las mayores capacidades vinculadas a la innovación fundamental. Estos capitales, al dominar las innovaciones claves del modelo, ocupan la posición de liderazgo desde la que ejercen la gobernanza sobre el resto de los actores. Las empresas de los otros eslabones que busquen realizar funciones de mayor complejidad para independizarse del comando de la firma líder deben escalar hacia este segmento, lo que implicaría realizar lo que en este trabajo llamamos *upgrading* de tipo II.

LA CONJUNCIÓN DE LA MICRO Y LA MESO A PARTIR DE DOS TRAYECTORIAS DE UPGRADING

Tras haber analizado las condiciones mesoeconómicas de la industria agrobiotecnológica, en la siguiente sección se presentan las experiencias y estrategias de dos empresas argentinas para escalar en la cadena y se estudian los casos a la luz de las categorías propuestas.

Don Mario: *upgrading* de tipo 1 consolidado

Don Mario nació en Chacabuco —provincia de Buenos Aires, Argentina— en el año 1982 y en 1988 lanzó comercialmente su primera variedad de soja, la DM 49. La apuesta de la empresa fue importar semillas de grupo de madurez IV, denominadas de ciclo corto, para reducir el tiempo de desarrollo del cul-

tivo en la zona núcleo. Las actividades de la empresa en soja comenzaron antes del *boom* del cultivo. Ya con la introducción de los OGM, en 1996, fueron los primeros en lanzar una semilla Grupo IV con el evento RR, lo que indica la rápida adaptación que hicieron de la innovación fundamental a las características del ambiente local (Bartolomé, citado en [Bichos de Campo, 2019](#)).

En sus primeros años, la empresa compraba material desarrollado en Estados Unidos para testearlo localmente y, si funcionaba, multiplicarlo y comercializarlo en el país. Desde la compañía señalan que el gran salto se produjo luego, cuando la empresa comenzó a realizar por sí misma el mejoramiento genético (comunicación personal). En la medida en que, por sus rendimientos, las semillas de soja genéticamente modificadas resultaban superiores para el eslabón agrícola, era indispensable llevar a cabo el mejoramiento sobre éstas. Para acceder a la biotecnología celebraron un acuerdo con Monsanto para incorporar el gen RR a sus variedades y comercializarlas a través de la red de la multinacional ([Craviotti, 2017](#)). Así fue como en un momento la empresa tenía gran parte de su germoplasma en semillas RR1 (Round Up Ready), de tolerancia al herbicida glifosato. Sin embargo, a la vez que esto le abría puertas al mercado, también implicaba ciertos condicionamientos. Además del pago de licencia por el uso, incluso cuando Monsanto no tenía patentada su tecnología en el país, emergían algunas

restricciones de tipo productivo. Por ejemplo, con argumentos regulatorios, la empresa dueña del evento prohibía combinarlo con los de otras compañías. Este tipo de condicionamientos daba lugar a que el mejoramiento se realizara sobre plataformas separadas⁸, lo cual podía resultar particularmente problemático en caso de que uno de los eventos se volviera obsoleto, ya que esa trayectoria se perdería (comunicación personal). Posteriormente, el acceso a la semilla genéticamente modificada RR2-INTACTA también se dio mediante contrato de licencia con Monsanto.

Cabe señalar que los problemas que afrontó la multinacional en materia de propiedad intelectual en el país resultaron una oportunidad para ingresar al mercado de variedades de soja⁹. En contraste, en Brasil, que desarrolló reglas de apropiación de carácter más estricto y tiene condiciones naturales que dificultan la práctica de uso propio, la presencia de las multinacionales en el mercado de variedades es superior (Bartolomé, citado en [Rodríguez Ansorena, 2019](#)). En Argentina, aproximadamente el 20 % de las semillas de soja son fiscalizadas, mientras que en Brasil esa cifra asciende al 70 % ([San Martín, 2022](#)).

Tras los progresos en el contexto local, la empresa comenzó a expandir sus

prácticas a otros territorios con el objetivo de generar genética que se adapte a las principales regiones sojeras del mundo (Bartolomé, citado en [Bichos de Campo, 2019](#)). Para llevar adelante esta expansión, Don Mario se asoció con firmas locales, a fin de ganar acceso al mercado, conocer el entorno de negocios, ampliar el germoplasma disponible y conocer mejor las condiciones agroecológicas específicas ([Marin et al., 2015](#)). Se estima que un 45 % de la soja sembrada en el mundo tiene su genética, lo que convierte a la empresa en un actor de peso global dentro del segmento industrial (Bartolomé, citado en [Radici, 2023](#)).

A pesar de su crecimiento en el eslabón industrial y la incorporación de nuevas técnicas, la empresa no escaló hacia el eslabón biotecnológico. Tal como señaló públicamente Ignacio Bartolomé, el CEO de la compañía (Bartolomé, citado en [Radici, 2023](#)):

La estrategia de la compañía siempre fue tener foco en el mejoramiento genético vegetal en soja. Nunca nos metimos en biotecnología e integrarnos hacia atrás, en desarrollar nuestros propios eventos biotecnológicos.

Dada la envergadura que adquirió la compañía, cabe preguntarse por qué no apostó a realizar un *upgrading* tipo II hacia el eslabón biotecnológico. En

8 La empresa realizaba el mejoramiento de las semillas RR en una línea exclusiva, sin poder trasladar los avances hacia otras semillas genéticamente modificadas.

9 Sobre los problemas de apropiabilidad de rentas de innovación de la semilla RR ver [Sztulwark \(2012\)](#) y para el caso INTACTA ver [Wahren \(2023\)](#).

primer lugar, aparece el mencionado foco en la especialización. En segundo lugar, los costos y los riesgos (Marín & Stubrin, 2015). En tercer lugar, avanzar en la transgénesis, una vez que el tamaño de la empresa comenzó a ser suficiente para realizar este tipo de inversiones, entrañaba el riesgo de dañar la relación con los proveedores de biotecnología y perder el acceso a los eventos transgénicos (comunicación personal). Esto hubiera implicado la exclusión de gran parte del mercado. Por último, actualmente la edición génica le ofrece a Don Mario nuevas oportunidades para el acceso al segmento biotecnológico (Bartolomé, citado en Pulla, 2018). Esto se debe a que es una tecnología más accesible y con menores exigencias regulatorias que la transgénesis. Los marcos normativos tienden a tratar las transformaciones logradas por esta vía como mejoras de tipo convencional, en la medida que no impliquen la introducción de un gen foráneo a la especie (Sztulwark et al., 2023a).

Actualmente, Don Mario está empleando la EG para fortalecer el mejoramiento de variedades de soja en entornos locales, de manera complementaria a la transgénesis (Marín et al., 2022; Sztulwark et al., 2023b). Mediante esta técnica, la empresa no solo puede acelerar el proceso de mejoramiento, sino que también puede realizar modificaciones que serían muy difíciles de alcanzar mediante las técni-

cas convencionales. Para ello, concentra sus esfuerzos de investigación en la materia en su laboratorio de Londrina en Brasil, el cual se constituyó como su centro global de marcadores moleculares. La decisión de trasladar las actividades de I+D a partir del año 2013 se debe a la escala del mercado brasileiro y a las restricciones a las importaciones imperantes en Argentina (comunicación personal).

Bioceres: upgrading de tipo 2 en proceso

La historia de Bioceres se remonta al año 2001, cuando 23 productores agrícolas reunidos en AAPRESID¹⁰ decidieron crear una empresa de biotecnología. El objetivo del grupo era poder desarrollar biotecnología propia para resolver los problemas locales que las grandes multinacionales no abordaban y, según su visión, no afrontarían (El Cronista, 2021). El objetivo planteado implicaba ubicarse en el segmento biotecnológico que ya desde ese entonces estaba dominado por un conjunto de grandes empresas.

Para sortear las altas barreras a la entrada, la empresa buscó articular con el sector público y aprovechar los recursos científicos disponibles en el país (El Cronista, 2021). Con esta lógica, el modelo de negocios de la empresa atravesó tres etapas. En sus orígenes la inversión se centraba

10 Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa.

en proyectos específicos. Para ello, aportaban financiamiento y gestión a líneas de investigación ya iniciadas del sector público, sin necesidad de contar con laboratorios propios (Pellegrini, 2011). La segunda etapa del modelo de negocios, fechada en 2004, se inició cuando la empresa creó, junto a la compañía Biosidus y el CONICET, el Instituto Nacional de Agrobiotecnología de Rosario (INDEAR). La creación de INDEAR le permitió a la empresa ingresar en diversos proyectos de investigación ya iniciados con distintos perfiles de riesgo, tiempos de desarrollo y perfiles regulatorios. Para ese entonces, la Universidad Nacional del Litoral ya había desarrollado la tecnología HB4, que se convertiría en el eje estratégico de la empresa. Se trata de una semilla tolerante a la sequía basada en el gen Hahb-4 proveniente del girasol, que le confiere a la planta una tolerancia superior frente al estrés hídrico y, por tanto, un rendimiento superior en esas condiciones.

La instalación de laboratorios propios fue un proceso de aprendizaje de la experiencia previa y tenía tres objetivos que dan cuenta de ciertas limitaciones del SNI local (comunicación personal). El primero, conservar y capitalizar en la empresa el *know-how* adquirido en las líneas de investigación truncas. El segundo, contar con un laboratorio de mayor escala que permita acelerar los ritmos de trabajo, tomando en cuenta que los laboratorios públicos estaban diseñados para realizar inves-

tigación básica y no para avanzar en desarrollos con fines comerciales. El tercero, implementar técnicas propias de introgresión de genes en cultivos de interés comercial.

Dado que la tecnología HB4 había sido probada en la especie *Arabidopsis thaliana*, se buscaba avanzar en la introgresión del gen en cultivos de interés comercial. La primera opción para alcanzar este fin había sido trabajar en colaboración con institutos públicos, pero estos trabajaban con técnicas patentadas que solo eran libres para investigación. Como alternativa se buscó establecer colaboraciones con universidades norteamericanas. Sin embargo, la empresa se encontró con una respuesta negativa. Estas instituciones estaban disponibles exclusivamente para colaboraciones con fines no comerciales. Para fines comerciales trabajan en asociación con las grandes firmas biotecnológicas, por lo que evitan colaborar con potenciales competidores. De este modo, la solución fue realizar esta tarea internamente en INDEAR (comunicación personal). En este periodo también se creó Bioceres Semillas, empresa especializada en el desarrollo de variedades de semilla para mejorar el rendimiento según zona geográfica (Pellegrini, 2011).

La tercera etapa se fecha a partir del año 2012. La estrategia se enfocó en la expansión internacional y en cambios en la forma de financiamiento, en busca de la introducción del evento transgénico

HB4 en el mercado global. El primer paso fue el patentamiento, el cual “fue abordado muy tempranamente” y con financiamiento propio apenas se confirmó el potencial de la tecnología de resistencia a sequía (comunicación personal). En 2012, tras lograr la optimización de la tecnología, mediante una modificación del gen Hahb-4 para no penalizar rendimiento en condiciones normales, se realizó una nueva patente. En esta, la titularidad de Bioceres, UNL y CONICET es del 40 %, 30 % y 30 % respectivamente, y la empresa cuenta con la licencia exclusiva para el uso comercial hasta 2033 (Girard, 2020). Asimismo, se conformaron distintos joint ventures para el desarrollo y comercialización a escala global. En soja se destacó la conformación de Verdeca, junto a la estadounidense Arcadia Biosciences en 2012, y en trigo la creación de Trigal Genetics, con la francesa Florimond Desprez en 2013. En el caso de la soja se señalaron “las capacidades globales de Arcadia en el marco regulatorio” como la contribución de esta firma a la alianza (<https://web.archive.org/web/20210117003121/https://verdeca.com/about>). Es decir, la presencia de la empresa extranjera se presentaba como complemento para poder afrontar el proceso de desregulación del evento en los mercados de interés (Feeney et al., 2016). En el caso del cereal, se eligió a la francesa Florimond Desprez por ser una empresa líder en germoplasma de trigo (comunicado Florimond Desprez, 7 de mayo de 2013). En ambos casos, las empresas

contribuyeron también financieramente al desarrollo de los productos (Girard, 2020). Cabe señalar que la asociación con estas compañías, en lugar de un miembro de “las cuatro grandes”, se debió a posibilidad de establecer una negociación más equivalente, que le permitiera a la empresa conservar la propiedad de la tecnología y mantener el control sobre el proceso de desarrollo comercial (comunicación personal).

En paralelo al proceso de desregulación, la empresa se planteó la construcción de un paquete tecnológico asociado. Lo más relevante en este punto es el desarrollo de germoplasmas de élite para incorporar la tolerancia a la sequía (comunicación personal). Para mejorar las variedades generó una red de producción y multiplicadores. El germoplasma propio permite el acceso directo al mercado en caso de enfrentar limitaciones para autorizar la tecnología o no llegar a acuerdos sobre las condiciones comerciales (comunicación personal). No obstante, la empresa ya avanzó en licencias con otras compañías mejoradoras de variedades (Girard, 2020). El hecho de licenciar a otras compañías, además de diversificar costos de inversión, permite abrir otros mercados a partir de las redes de estas firmas. Otros desarrollos que están acompañando a la tecnología HB4 son técnicas de control biológico de enfermedades en semillas y fertilizantes granulados y microgranulados. Este paquete se enmarca en una plataforma digital cuyo objetivo es hacer más efi-

ciente la aplicación y el seguimiento de cultivos. Todos estos avances requieren también la conformación de redes de distribución de la tecnología.

En cuanto a los cambios en la forma de financiamiento, el primer hito fue la adquisición de la empresa Rizobacter, la cual se dedica al desarrollo y producción de fertilizantes y tiene canales de comercialización a nivel internacional. Este hecho es relevante porque esta unidad se ha vuelto el núcleo de la facturación y posibilitó que en 2019 la empresa acceda a la Bolsa de Nueva York (NYSE), lo que constituyó el segundo hito en términos de capitalización (El Cronista, 2021). En el año 2021 transfirió su cotización al NASDAQ (Agrofy News, 2021). Esta mayor escala financiera le permitió a Bioceres adquirir el 50 % de Arcadia en Verdeca y recuperar el control sobre la tecnología HB4 en soja (Bioceres, 2020).

Si bien la facturación hoy descansa en actividades complementarias a las que inicialmente apuntó a la empresa, lo que le da valor en el mercado a la compañía y su principal apuesta comercial es la tecnología HB4 (Trucco, citado en Lendoiro, 2021). La soja HB4 está aprobada para siembra y consumo en cinco países y para consumo en dos países más. El trigo HB4 cuenta con la aprobación para siembra y consumo en tres países y exclusivamente para consumo

en otros siete países¹¹. Sin embargo, hasta el momento solo está siendo comercializada en Argentina y Brasil en circuito cerrado. Es decir, mediante una red de productores que reciben los insumos y luego hacen entrega del grano.

Requisitos e implicancias de los distintos tipos de *upgrading*

Los casos revelan dos trayectorias diferenciadas de *upgrading*. Don Mario llevó adelante una estrategia de *upgrading* de tipo I, mientras que Bioceres apuntó desde sus orígenes al *upgrading* de tipo II. Estos recorridos exponen distintos requisitos y conllevan diferentes implicancias sobre el cambio estructural.

Carácter de la innovación

La estrategia de *upgrading* de Don Mario se basa en el dominio de la innovación complementaria. En primer lugar, se constata un *upgrading* funcional al pasar de comercializar el germoplasma importado al desarrollo del propio. Durante este tiempo realizaron diversas *upgradings* de producto, expresadas en variedades de mayor rendimiento, y de proceso, con nuevas técnicas para acelerar y abaratar el proceso de mejoramiento. Y el acceso a la innovación fundamental se configuró a partir de licencias con las firmas líderes. El *upgrading* funcional hacia el eslabón biotecnológico no solo no fue alcan-

11 https://generacionhb4.com.ar/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA_qG5BhDTARisAA0UHSKKu-QYPAOBpqOo8Nk-7qPEOrVty61T9gl_AnqqASRdRlwOrNvwOvUaAnrZEALw_wcB

zado, sino que tampoco fue un objetivo de la empresa. La apuesta actual por la edición génica abre el interrogante acerca de si la empresa avanzará en *upgrading* de tipo II por esta vía, especialmente si la compañía ingresa en el segmento de *gen discovery*, que consiste en la tarea de identificación de genes plausibles de ser editados para conseguir características deseables¹².

Por el contrario, Bioceres desde sus inicios apuntó a realizar *upgrading* orientado al dominio de la innovación fundamental. La apuesta de la empresa se concentra en el desarrollo de la tecnología HB4 para llevarla al mercado. En lo que respecta a la innovación complementaria, la compañía realizó desarrollos propios de variedades, pero la estrategia consiste mayoritariamente en la articulación con firmas del eslabón industrial para este tipo de actividades.

Gobernanza

La estrategia de negocios de Don Mario ha sido de complementariedad con las firmas ubicadas en el eslabón de la biotecnología, ya que utilizaron sus eventos transgénicos en lugar de desarrollar los propios. Particularmente, en Argentina el ingreso de la empresa al mercado de variedades de soja fue funcional a la firma líder, ya que a esta le resultaba conveniente para cobrar regalías, al no poder captar las rentas de la innovación

de la manera deseada debido al marco institucional.

A diferencia de *upgrading* tipo I, el de tipo II conlleva tensiones con los grupos económicos que lideran el segmento biotecnológico al implicar una disputa de sus *core competencies*. Lo que en el caso de Don Mario apareció como una amenaza latente, en la experiencia de Bioceres se materializó en el bloqueo de las firmas líderes para acceder al SNI norteamericano con fines comerciales y a la dificultad de realizar una sociedad comercial con ellas para llevar la tecnología HB4 al mercado. Por otro lado, dado el carácter de la innovación, en Bioceres surgió la necesidad de desplegar una gobernanza propia. Esto se expresa en la construcción de redes de producción y comercialización de semillas y del paquete tecnológico asociado.

Perfil del SNI

Ambas empresas se desarrollaron en el marco de un sistema nacional de innovación heterogéneo, que cuenta con una trayectoria de investigación relativamente más avanzada en la agricultura que en otros sectores. En 2022 este sector fue el principal destinatario del gasto en I+D de organismos públicos, con 21 % del total y el cuarto sector en importancia de la I+D empresarial (Mincyt, 2023). Sin embargo, estas inversiones son relativamente bajas con relación a otros países y son volátiles

12 Con este fin, la empresa adquirió la compañía estadounidense Traitology (I. Bartolomé, citado en Radici, 2023).

debido a la inestabilidad macroeconómica local. Asimismo, la existencia de investigaciones en el ámbito científico nacional de interés global coexiste con la falta de articulación con el sector privado para dar lugar a innovaciones de uso comercial (Anlló et al., 2016).

En este marco, la estrategia de Don Mario fue compatible con las características del SNI local y sus atributos sectoriales, ya que encontró el capital humano y el soporte científico suficiente para el tipo de *upgrading* buscado. Bioceres, en cambio, para alcanzar *upgrading* tipo II se basó en las oportunidades no explotadas del SNI local, que contaba con investigaciones agrobiotecnológicas de interés global en curso sin perspectiva de llegar al mercado. A partir de la concertación público-privada se recorrieron las distintas etapas para escalar comercialmente investigaciones que de otro modo hubiesen quedado limitadas al ámbito del laboratorio.

Requerimientos institucionales

En cuanto a los requerimientos institucionales, la actividad principal que realiza Don Mario no está sujeta a los estrictos estándares regulatorios de las actividades biotecnológicas, lo que abarata y facilita el proceso de innovación. En lo relativo a la protección de la propiedad intelectual, es dependiente del marco normativo sobre variedades. Por eso, en Argentina el uso propio de semillas habilitado en la Ley de

Semillas implicó una merma de ingresos directos. Sin embargo, este factor le abrió oportunidades en el mercado de semillas de soja al reducir el interés de las firmas multinacionales.

En cambio, para Bioceres los requerimientos institucionales constituyen una de las principales barreras a la entrada. La empresa debió afrontar tempranamente el patentamiento del evento a nivel internacional. Asimismo, debió desarrollar y patentar sus propias técnicas de introgresión de genes al no poder utilizar con fines comerciales técnicas ya patentadas. En paralelo, la empresa debió obtener la desregulación del evento en los países de interés, tanto para la comercialización de semillas como de granos, lo que constituye la tarea más costosa del desarrollo comercial. Para ello, además de modificar su estrategia de financiamiento, recurrió a la asociación con firmas foráneas.

Naturaleza de la intervención pública

En cuanto a la naturaleza de la intervención pública, lo que se observa en Don Mario es que no hizo falta celebrar una concertación público-privado de tipo estratégico. Las características del sistema científico fueron acordes al desenvolvimiento de la firma. No así las condiciones macroeconómicas y regulatorias más generales, que llevaron a que la empresa desplazara sus actividades de investigación a Brasil, otro país de la periferia.

En el caso de Bioceres, la asociación con el Estado fue central en la fase de la invención, ya que se trata de una tecnología desarrollada en el sector público y luego escalada en un laboratorio de propiedad mixta. La concertación público-privada fue muy relevante en la fase de la invención, pero luego primó la actividad del ente privado para afrontar los pasos restantes para la comercialización de la innovación.

Cambio estructural

El cambio estructural implica un reposicionamiento en la cadena en las

actividades de alta innovación, pero, a la vez, existe una coevolución entre las estructuras del territorio y las estrategias de las empresas. Don Mario ha llevado a cabo un exitoso proceso de *upgrading* tipo I, pero cuyo impacto sobre el cambio estructural, por su propia naturaleza, hasta el momento ha sido débil. Podría cobrar más potencia a partir de su apuesta a la edición génica, pero los beneficios locales se verán limitados por el hecho de que las actividades de investigación están mayormente radicadas en el exterior.

Tabla 2. Requerimientos e implicancias comparados para *upgrading*

Dimensión	Trayectoria	
	Don Mario	Bioceres
Upgrading	Tipo I	Tipo 2
Carácter de la innovación	Complementario: mejoramiento de variedades por métodos convencionales	Fundamental: orientado al desarrollo de eventos transgénicos de nuevo tipo
Gobernanza	Comandado por firma líder que provee acceso a tecnología y establece reglas de apropiación	Comandante: enfrenta tensiones con los grupos económicos que lideran el segmento biotecnológico mundial y requiere comandar una red de actores
Perfil del SNI	Orientado al uso y adopción de técnicas y diseños dominantes, principalmente importados	Capacidades existentes en agrobiotecnología para desarrollar nuevas técnicas y diseños dominantes. Iniciativa privada para resolver problemas de coordinación, de escala y de financiamiento
Requerimientos institucionales	Estándar regulatorio no impone limitaciones. Las reglas de apropiación influyen en la captación de rentas, pero fallas en las reglas abrieron oportunidades.	Requiere sortear los marcos regulatorios a nivel local e internacional para la comercialización. Depende de las reglas de apropiación para captar las rentas de innovación
Naturaleza de la intervención pública	Sin necesidad de concertación estratégica pública-privada. Falencias en el entorno macroeconómico y regulatorio más general	Concertación estratégica público-privada para la fase de la invención y de apoyo para la desregulación a nivel internacional
Cambio estructural	Débil	Potencialmente fuerte, con límites sistémicos

En cambio, en el proceso de *upgrading* tipo II de Bioceres aparecen elementos

que contribuyen a reformular las estructuras del territorio, como la demanda

de mano de obra calificada para las actividades de I+D, demanda de servicios de alta complejidad asociados a la comercialización global de productos de alto contenido tecnológico, *spin-off* de las investigaciones en curso y capacidad para financiar nuevos proyectos biotecnológicos. Sobre este último punto se destaca que Bioceres participa en el fondo SF500 para el desarrollo de empresas de base biotecnológica, en asociación con el gobierno de la provincia de Santa Fe. Ahora bien, el impacto será limitado en la medida que las falencias del SNI local y la falta de planificación limiten la ocurrencia de estas trayectorias a casos individuales.

CONCLUSIONES

El enfoque de CGV contribuyó a una mejor caracterización de las condiciones mesoeconómicas de la actividad económica a partir de incorporar la dimensión global y la gobernanza entre actores. Sin embargo, no cuenta con ciertas categorías relevantes para convertirse en una herramienta que permita planificar el cambio estructural. Al no distinguir entre los distintos tipos de innovación, no se jerarquizan los tipos de *upgrading* y se pierden de vista elementos del entorno que configuran las posibilidades de escalar en las cadenas. Por este motivo, en la presente investigación propusimos una nueva clasificación de *upgrading* que diferencia entre tipo I y II, en función del dominio de la innovación fundamental.

Los casos analizados revelan los distintos requisitos e implicancias de cada tipo de *upgrading*. En primer lugar, se observan distintos desafíos en cuanto a gobernanza. En el caso de Don Mario, al enfocarse en la innovación complementaria, primó una relación subordinada con las firmas líderes del eslabón biotecnológico. En cambio, en Bioceres se observan trabas para cooperar con estos actores, por cuanto la compañía se enfocó en disputar sus *core competencies*. Asimismo, la empresa debe desplegar su propia gobernanza sobre actores enfocados especializados en la innovación complementaria para llegar al mercado. En segundo lugar, se presenta una diferencia en cuanto a la complejidad de la base de conocimiento y el grado de desarrollo del SNI. El avance de Bioceres hacia el dominio de las técnicas modernas de la biotecnología fue posible gracias a la trayectoria de investigación en este rubro, más profunda debido a la tradición agrícola del país. Sin embargo, también expuso los límites del sistema productivo local a la hora de pasar de la invención a la innovación, lo cual implicó nuevos desafíos tanto en materia tecnológica como comercial. En tercer lugar, los requerimientos institucionales varían. Mientras Don Mario, por el tipo de producto que desarrolla, se enmarca en los estándares regulatorios ya existentes, la actividad de Bioceres implica interceder en los mismos. El desarrollo de los OGM de nueva generación requirió la aprobación país por país de la tecnología HB4, lo que conllevó dificultades técnicas y

altos costos económicos que dieron lugar a alianzas con otras compañías foráneas y a la capitalización en el mercado internacional. En cuarto lugar, en la experiencia de *upgrading* tipo II se observa un rol relevante de la concertación público-privada. Esta se manifestó en mayor medida en la fase del desarrollo tecnológico y en menor medida en la etapa de desarrollo comercial.

Dado que no todos los tipos de *upgrading* tienen las mismas implicancias sobre el cambio estructural, cobra relevancia identificar los requisitos para conducir procesos de *upgrading* tipo II conjuntamente en múltiples cadenas. Eso significa incorporar la dimensión global y sectorial, pero a la vez enfatizar en las condiciones del entorno como el grado de desarrollo del Sistema Nacional de Innovación, los estándares regulatorios y el rol de la concertación público-privada.

La aplicación de las categorías propuestas a un caso exploratorio de relevancia para la economía argentina permite avanzar en una agenda de investigación orientada a pensar la relación entre el *upgrading* y el cambio estructural. En este sentido, una línea de trabajo a futuro implica aplicar las categorías propuestas en esta investigación a otras cadenas productivas enfocándose en distintos países de la región, lo que facilitará contrastar y enriquecer los hallazgos obtenidos.

La tarea de investigación se entrelaza con una dimensión de política, vinculada a cómo conducir un proceso de cambio estructural en la actualidad. A mediados del siglo XX, América Latina tuvo una estrategia de industrialización por sustitución de importaciones, pero las transformaciones neoliberales y la nueva división internacional del trabajo dejaron trunco ese recorrido. Actualmente, la integración global limita las estrategias de desarrollo de mercado internistas que caracterizaron a la región en el siglo XX, y las nuevas actividades centrales del paradigma tecnoeconómico tienen en la base de conocimiento el principal elemento dinamizador. El desafío de encontrar una nueva estrategia de desarrollo para la región que se acomode a las condiciones actuales del capitalismo sigue vigente. En ese marco, se requiere seguir profundizando en la relación entre el *upgrading* y el cambio estructural.

AGRADECIMIENTOS

Al Comité Editorial de la revista *Apuntes del CENES* y a los revisores anónimos por sus sugerencias y comentarios para mejorar el artículo.

FINANCIAMIENTO

Esta investigación se ha basado en entrevistas realizadas en el marco del proyecto de investigación PICT 2018-03700 de la ANPCYT (Argentina) y en la investigación realizada para la

tesis doctoral de uno de los autores, titulada “Gobernanza, poder y cambio estructural. Las cadenas de valor de soja y maíz en el nuevo agro argentino (1996-2020)”.

DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Pablo Wahren: planificación, investigación, redacción, revisión y edición. Sebastián Sztulwark: planificación, investigación, redacción y revisión.

DECLARACIÓN DEL USO DE IA

No se utilizó inteligencia artificial para la elaboración del artículo.

REFERENCIAS

- [1] Agrofy News (2021, 27 abr.). *De Rosario a portada del Nasdaq: Bioceres Crop Solutions ya cotiza en el principal mercado electrónico de Estados Unidos*. <https://news.agrofy.com.ar/noticia/193343/rosario-portada-nasdaq-bioceres-crop-solutions-ya-cotiza-principal-mercado>
- [2] Altenburg, T., Schmitz, H., & Stamm, A. (2008). Breakthrough? China's and India's Transition from Production to Innovation. *World Development*, 36(2), 325-344. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2007.06.011>
- [3] Anlló, G., Añon, M. C., Bassó, S., Bellinzoni, R., Bisang, R., Cardillo, S., ... & Trigo, E. (2016). *Biotecnología argentina al año 2030: llave estratégica para un modelo de desarrollo tecno-productivo*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- [4] ASA. (s.f.). *Socios de ASA*. <https://asa.org.ar/index.php/sobre-asa/nuestra-red>
- [5] Banco Mundial. (2020). World Bank Development Report. *Trading for Development in the Age of Global Value Chains*. <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2020>
- [6] Bertello, F. (2016, 4 jul.). De la pampa húmeda a EE.UU.: una empresa argentina comenzó a vender semillas de soja en ese mercado. *La Nación*. <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/de-la-pampa-humeda-a-eeuu-una-empresa-argentina-comenzo-a-vender-semillas-de-soja-en-ese-mercado-nid1915203/>
- [7] Bichos de Campo (2019, 25 nov.). Gerardo Bartolomé relata el origen de Don Mario, la semillera global de soja que nació sobre 50 hectáreas prestadas en Chacabuco. *Bichos de Campo*. <https://bichosdecampo.com/gerardo-bartolome-re-lata-el-origen-de-don-mario-la-semillera-global-de-soja-que-nacio-sobre-50-hec-tareas-prestadas-en-chacabuco/>
- [8] Bioceres. (2020). *Bioceres Crop Solutions Corp. Acquires full Ownership of HB4® Soy and Strategic Intellectual Property Rights for Wheat*. <https://investors.biocerescrops.com/news/news-details/2020/Bioceres-Crop-Solutions-Corp.-Acquires-full-Ownership-of-HB4-Soy-and-Strategic-Intellectual-Property-Rights-for-Wheat/default.aspx>
- [9] Bisang, R. (2022). Del sector agropecuario a las redes agroindustriales: revisando supuestos del modelo de Stop and Go. *Desarrollo Económico*, 62(236), 1-26.

- [10] Cimoli, M., Pereima Neto, J. B. & Porcile, G. (2015). *Cambio estructural y crecimiento*. CEPAL.
- [11] Craviotti, C. (2017). Agentes, alianzas y controversias en redes globales: la producción de variedades de semillas de soja en Argentina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 12(35), 109-130.
- [12] Davis, D., Kaplinsky, R., & Morris, M. (2018). Rents, Power and Governance in Global Value Chains. *Journal of World-Systems Research*, 24(1), 43-71. <https://doi.org/10.5195/jwsr.2018.662>
- [13] El Cronista. (2021, 2 jul.). Empezaron en el 2001 con \$ 600 cada uno, hoy facturan u\$s 177 M y cotizan en NYC: Bioceres, el próximo unicornio, a fondo. *El Cronista*. <https://www.cronista.com/apertura-negocio/empresas/empezaron-en-el-2001-con-600-cada-uno-hoy-facturan-us-177-m-y-cotizan-en-nyc-bioceres-el-proximo-unicornio-a-fondo/>
- [14] Feeney, R., Pérez, C., & Mac Clay, P. (2016). Bioceres: AG Biotechnology from Argentina. *International Journal on Food System Dynamics*, 7(2), 92-114. <https://doi.org/10.18461/ijfsd.v7i2.724>
- [15] Florimond Desprez. (2013, 7 may.). *Florimond Desprez y Bioceres crearon la empresa Trigall Genetics*. <https://www.florimond-desprez.com/ar/es/ar/presse/communiques-de-presse/florimond-desprez-et-bioceres-creent-la-societe-trigall-genetics-3.html>
- [16] Fröbel, F., Heinrichs, J., & Kreye, O. (1980). *The New International Division of Labour: Structural Unemployment in Industrialised Countries and Industrialisation in Developing Countries*. Cambridge University Press.
- [17] GDM. (2018). GDM lanza su marca Donmario en Estados Unidos. <https://www.donmario.com/el-know-how-sojero-puesto-en-marcha-en-maiz-2-2/>
- [18] Gereffi, G., Humphrey, J., Kaplinsky, R., & Sturgeon, J. (2001). Introduction: Globalisation, value chains and development. *IDS Bulletin*, 32(3), 1-8. <https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.2001.mp32003001.x>
- [19] Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The Governance of Global Value Chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78-104. <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>

- [20] Gereffi, G., & Lee, J. (2012). Why the World Suddenly Cares about Global Supply Chains. *Journal of Supply Chain Management*, 48(3), 24-32. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.2012.03271.x>
- [21] Girard (2020). *Desarrollo de biotecnología agrícola en Argentina. El caso de la papa resistente a PVY y la soja tolerante a la sequía (HB4)*. (Tesis de maestría), Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/2340>
- [22] INDEC. (2021). *Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados definitivos*. https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_definitivos.pdf
- [23] James, C. (2017). *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2017: Biotech Crop Adoption Surges as Economic Benefits Accumulate in 22 Years*. International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA).
- [24] Jurowetzki, R., Lema, R., & Lundvall, B. Å. (2018). Combining Innovation Systems and Global Value Chains for Development: Towards a Research Agenda. *The European Journal of Development Research*, 30(3), 364-388. <https://doi.org/10.1057/s41287-018-0137-4>
- [25] Kaplinsky, R. (2013). Global Value Chains: Where They Came from, Where They Are Going and Why This Is Important. *Innovation, Knowledge, Development Working Papers*, 68, 1-28.
- [26] Lee, K., Szapiro, M., & Mao, Z. (2018). From Global Value Chains (GVC) to Innovation Systems for Local Value Chains and Knowledge Creation. *The European Journal of Development Research*, 30(3), 424-441. <https://doi.org/10.1057/s41287-017-0111-6>
- [27] Lema, R., Rabellotti, R., & Sampath, P. G. (2018). Innovation Trajectories in Developing Countries: Co-evolution of Global Value Chains and Innovation Systems. *The European Journal of Development Research*, 30(3), 345-363. <https://doi.org/10.1057/s41287-018-0149-0>
- [28] Lendoiro, F. (2021, 13 may.). Los 3 pilares sobre los que Bioceres se va a triplicar en 3 años, detallados por su CEO. *El Cronista*. <https://www.cronista.com/apertura-negocio/empresas/ceo-de-bioceres-argentina-tiene-costos-favorables-para-la-biotecnologia-el-problema-es-cuando-hay-que-monetizarlos/>

- [29] Lengyel, M. & Bottino, G. (2010). *La coproducción de la innovación y su diseño institucional: evidencia de la industria argentina*. Inter-American Development Bank Science and Technology Department.
- [30] Malerba, F., & Nelson, R. (2011). Learning and Catching Up in Different Sectoral Systems: Evidence from Six Industries. *Industrial and Corporate Change*, 20(6), 1645-1675. <https://doi.org/10.1093/icc/dtr062>
- [31] Marín, A., Stubrin, L., & Silva Junior, J. (2015). *KIBS Associated to Natural Resource Based Industries: Seeds Innovation and Regional Providers of the Technology Services Embodied in Seeds in Argentina and Brazil, 2000-2014*. Inter-American Development Bank.
- [32] Marín, A., Stubrin, L., Carrera, E., Palacín, R., & Mauro, L. M. (2022). *Caso de estudio Don Mario: una empresa argentina que gana el mercado global de semilla de soja* (n.º 2274. Banco Interamericano de Desarrollo.
- [33] McDougall, P. (2016). *The Cost of New Agrochemical Product Discovery, Development and Registration in 1995, 2000, 2005-8 and 2010-2014*. CropLife International. <https://croplife.org/wp-content/uploads/2016/04/Cost-of-CP-report-FINAL.pdf>
- [34] Mincyt (2023). *Indicadores de ciencia y tecnología Argentina 2022*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/indicadores_2022_web_26-12-23.pdf
- [35] Pellegrini, P. (2011). Dinámicas de innovación en biotecnología vegetal: estudios de caso en empresas de Argentina y Francia. *Redes*, 17(32), 39-63. <https://doi.org/10.48160/18517072re32.292>
- [36] Perelmuter, T. (2018). Propiedad intelectual en semillas: los dispositivos del cercamiento jurídico en Argentina. *Mundo Agrario*, 19(42), 1-18.
- [37] Ponte, S., Gereffi, G. & Raj-Reichert, G. (2019). Introduction to the Handbook on Global Value Chains. In S. Ponte, G. Gereffi and G. Raj-Reichert (Eds.) *Handbook on Global Value Chains* (pp. 1-28). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781788113779>
- [38] Pulla, F. (2018, 26 mar.). *Informe especial: la pelea de los “semilleros” argentinos para competir con Monsanto*. InfoTechnogy. <https://www.infotechnology.com/negocios/Informe-especial-la-pelea-de-los-semilleros-argentinos-para-competir-con-Monsanto-20180326-0003.html>

- [39] Radici, F. (2023, 29 ago.). Ignacio Bartolomé, CEO de Grupo Don Mario: “El 45% de la soja que se planta en el mundo tiene genética nuestra”. *Forbes Argentina*. <https://www.forbesargentina.com/negocios/ignacio-bartolome-ceo-grupo-don-mario-el-45-soja-planta-mundo-tiene-genetica-nuestra-n39787>
- [40] Rodríguez Ansorena, T. (2019, 4 ene.). El gen argentino. *Forbes Argentina*. <https://www.forbesargentina.com/negocios/el-gen-argentino-n1591>
- [41] Rossi, D. (2006). El contexto del proceso de adopción de cultivares transgénicos en la Argentina. *AgroMensajes*, (20), 16-56.
- [42] San Martín, O. (2022). Nueva ley de semillas. La palabra oficial. *Avance Agroindustrial*, 43(1), 5-7.
- [43] Schmitz, H. (2004). Local Upgrading in Global Chains: Recent Findings. In *DRUID Summer Conference*, 14-16 June, Elsinore. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.473.5624&rep=repl&type=pdf>
- [44] SISA. (2023). *Soja 2022-2023*. INASE. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inase_if_soja19_2020.pdf
- [45] Solbrig, O. (2004). Ventajas y desventajas de la agrobiotecnología. En A. Bárcena, J. Katz, C. Morales y M. Schapper (eds.) *Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto* (pp. 33-69). CEPAL.
- [46] Sovová, T., Kerins, G., Demnerová, K., & Yovesná, J. (2016). Genome Editing with Engineered Nucleases in Economically Important Animals and Plants: State of the Art in the Research Pipeline”. *Curr. Issues Mol. Biol*, 21(21), 41-62.
- [47] Stein, H. (2005). Intellectual Property and Genetically Modified Seeds: The United States, Trade, and the Developing World. *Northwestern Journal of Technology and Intellectual Property*, 3(2), 151.
- [48] Sztulwark, S. (2012). *Renta de innovación en cadenas globales de producción: el caso de las semillas transgénicas en Argentina*. Universidad Nacional de General Sarmiento.
- [49] Sztulwark, S. (2020). La condición periférica en el nuevo capitalismo. *Problemas del Desarrollo*, 51(200), 3-24. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2020.200.68283>

- [50] Sztulwark, S., Locher, V., Wahren, P., & Girard, M. (2023a). Transición paradigmática en la industria agro-biotecnológica mundial. *Ensayos de Economía*, 33(63), 145-165. <https://doi.org/10.15446/ede.v33n63.107479>
- [51] Sztulwark, S., Wahren, P., Locher, V., & Girard, M. (2023b). La Argentina ante el nuevo escenario de la industria agrobiotecnológica mundial. *Pampa*, 28, E0075. <https://doi.org/10.14409/pampa.2023.28.e0075>.
- [52] Trucco, F. (2021). *Entrevista a Federico Trucco-CEO de Bioceres*. <https://www.youtube.com/watch?v=co8mYoCo4vA>
- [53] Van Eck, J. (2020). Applying Gene Editing to Tailor Precise Genetic Modifications in Plants. *Journal of Biological Chemistry*, 295(38), 13267-13276. <https://doi.org/10.1074/jbc.REV120.010850>
- [54] Wahren, P. (2023). Gobernanza y apropiación de rentas en la cadena de valor de la soja: el caso Intacta-Bolsatech. *Revista de Economía Política de Buenos Aires*, 27(17), 33-67. [https://doi.org/10.56503/repba.Nro.27\(17\)pp33-67](https://doi.org/10.56503/repba.Nro.27(17)pp33-67)
- [55] Werner, M., Bair, J., & Fernández, V. R. (2014). Linking Up to Development? Global Value Chains and the Making of a post-Washington Consensus. *Development and Change*, 45(6), 1219-1247. <https://doi.org/10.1111/dech.12132>