

El desarrollo de bioinsumos como camino hacia una especialización sustentable: capacidades, oportunidades y recomendaciones de políticas para Argentina ^{ξ1}

Bioinputs development for a path to sustainable specialization: capabilities, opportunities and policy recommendations for Argentina

*Gabriela Starobinsky**

*Jesica Mozone***

*Exequiel Di Marzo Broggi****

*Hernán Braude*****

Resumen

Ante las problemáticas a nivel mundial en torno al cambio climático, la contaminación ambiental, y las proyecciones del crecimiento de la población, la seguridad alimentaria junto a un paradigma de producción agropecuaria más sustentable se tornan desafíos centrales. Así, el uso en el sector agrícola de pesticidas y fertilizantes químicos enfrenta crecientes limitaciones. De hecho, un conjunto de países y regiones como la Unión Europea, Estados Unidos, China, entre otros, conducen desde hace varios años una serie de políticas destinadas a la regulación del uso de productos de síntesis química y la promoción de insumos de origen biológico (IPCC, 2021; OCDE/FAO, 2019; IICA, 2019; Hodson de Jaramillo et al., 2019; Rodríguez et al., 2019, Bisang y Trigo, 2017). Argentina, como uno de los principales productores de alimentos a nivel mundial, desempeña un rol relevante en materia de seguridad alimentaria, y enfrenta el desafío de reconvertir la matriz tecno-productiva del sector agrícola para disminuir el uso de agroquímicos, y avanzar hacia la difusión de tecnologías ambientalmente amigables como los bioinsumos. En ese sentido, el trabajo presenta un diagnóstico en profundidad de las capacidades científico-tecnológicas y productivas, las oportunidades de mercado y una serie de lineamientos de políticas para promover el desarrollo temprano de estas tecnologías.

ξ Recibido 01 de marzo 2024 / Aceptado 03 de junio de 2024.

¹ El presente artículo se encuentra basado en el trabajo Starobinsky, G., Mozone, J., Di Marzo Broggi, E. y Braude, E. (noviembre de 2021). Bioinsumos para la agricultura que demandan esfuerzos de investigación y desarrollo. Capacidades existentes y estrategia de política pública para impulsar su desarrollo en Argentina. Documentos de Trabajo del CCE N° 17. Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.

* Universidad Nacional de Chilecito. Correo electrónico: gstarobinsky@undec.edu.ar

** Consejo Federal de Inversiones. Correo electrónico: monzonjesica@gmail.com

*** Universidad de Buenos Aires. Correo electrónico: exequiel.dimarzo@gmail.com

**** UNESCO. Correo electrónico: hernanbraude22@gmail.com

Palabras clave: bionsumos, capacidades científico-tecnológicas, estrategias productivas, políticas de promoción

Códigos JEL: Q16; O25; L1

Abstract

Given the worldwide problems around climate change, environmental pollution, and projections of population growth, food security together with a more sustainable agricultural production paradigm become central challenges. Thus, the use in the agricultural sector of pesticides and chemical fertilizers faces increasing limitations. In fact, a group of countries and regions such as the European Union, the United States, China, among others, have been conducting for several years a series of policies aimed at regulating the use of chemical synthesis products and the promotion of inputs of biological origin (IPCC, 2021; OECD/FAO, 2019; IICA, 2019; Hodson de Jaramillo et al., 2019; Rodríguez et al., 2019, Bisang and Trigo, 2017). Argentina, as one of the main food producers worldwide, plays a relevant role in food security, and faces the challenge of reconvertng the techno-productive matrix of the agricultural sector to reduce the use of agrochemicals, and move towards the diffusion of environmentally friendly technologies such as bio-inputs. In this sense, the work presents an in-depth diagnosis of scientific-technological and productive capacities, market opportunities and a series of policy guidelines to promote the early development of these technologies.

Keywords: bio-inputs, scientific-technological capabilities, productive strategies, promotion policies

JEL codes: Q16; O25; L1

Introducción

En el marco de los desafíos que se enfrentan a nivel mundial en torno al cambio climático, la degradación de recursos naturales y la contaminación ambiental, existe amplio consenso en relación con la necesidad de avanzar hacia procesos productivos que promuevan un desarrollo sustentable. En particular, las proyecciones sobre el crecimiento de la población mundial, el nivel de ingresos y los procesos de urbanización indican para las próximas décadas una tendencia de fuerte incremento en el nivel de consumo de bienes y servicios, que implicará mayores niveles de producción. Para el año 2028 se estima una población mundial de 8.400 millones de personas y de 10.000 millones para fines del siglo XXI, principalmente en África subsahariana y Asia meridional. Esto, junto con el aumento del nivel de ingresos en ciertas regiones, impulsará la demanda de alimentos no solo en términos de cantidad sino también de calidad nutricional. Así, la seguridad alimentaria y la transformación de los paradigmas tecno-económicos para una producción agropecuaria más sustentable se tornan desafíos centrales para las próximas décadas (IPCC, 2021; IICA, 2019; OCDE/FAO, 2019; Hodson de Jaramillo et al., 2019).

En este marco, el uso de agroquímicos como componente central del paquete tecnológico de la producción agrícola enfrenta cuestionamientos por sus efectos tanto sobre el ambiente como sobre la inocuidad de los alimentos y la salud humana. De hecho, un conjunto de países y regiones como la Unión Europea, Estados Unidos, China², entre otros, conducen desde hace varios años una serie de políticas en torno a la regulación del uso de productos de síntesis química, así como al establecimiento de límites máximos de residuos químicos en alimentos, y la promoción de insumos de origen biológico para la producción agropecuaria. En consonancia con estas señales, se observa a nivel mundial un crecimiento dinámico y sostenido –aunque no exponencial– del mercado de bioinsumos para la agricultura, estimado en torno al 15% anual desde hace una década.

Argentina, como uno de los principales productores y proveedores de alimentos a nivel mundial, desempeña un rol relevante en materia de seguridad alimentaria, y enfrenta así una serie de desafíos y oportunidades en torno a los procesos señalados. Por un lado, los desafíos de reconvertir la matriz tecno-productiva del sector agrícola para disminuir el uso de agroquímicos y cumplimentar con las mayores exigencias y regulaciones de los mercados de destino, y de avanzar hacia la difusión de tecnologías ambientalmente amigables como los bioinsumos. Por otro lado, las posibilidades del país de convertirse en desarrollador, adoptante y exportador temprano de estas tecnologías, que muestran un dinamismo creciente en la última década y una proyección destacada para la próximas; así como de consolidarse y expandirse como exportador de alimentos en mercados con crecientes exigencias de calidad e inocuidad.

Sobre la base del escenario planteado, el trabajo persigue los siguientes objetivos específicos: 1- realizar un diagnóstico de situación de las tendencias de mercado, producción y comercialización de bioinsumos a nivel internacional, y de América Latina en particular; 2- efectuar un análisis integral y en profundidad sobre las capacidades de investigación, desarrollo, producción y empresariales que existen a nivel nacional en materia de bioinsumos para la agricultura, identificando oportunidades y amenazas; 3- estudiar las políticas de promoción productiva en Argentina y su rol en el impulso del sector; 4- conducir un análisis integral para plantear una serie de lineamientos de acción para la promoción de este sector emergente.

Dichas dimensiones de análisis se abordan bajo las concepciones del estructuralismo latinoamericano en torno a la especialización sectorial y las políticas productivas. El estudio ha sido desarrollado a partir de una metodología cuali-cuantitativa llevada a cabo por medio de un profundo relevamiento de información primaria y secundaria, tanto a nivel internacional como nacional, y de la conducción de un amplio conjunto de entrevistas con actores involucrados en la investigación, desarrollo, producción, comercialización y regulación de bioinsumos a nivel nacional. A continuación de esta introducción se presentan el marco conceptual, la metodología conducida, los resultados alcanzados y por último las reflexiones finales en torno al diagnóstico y lineamientos de políticas.

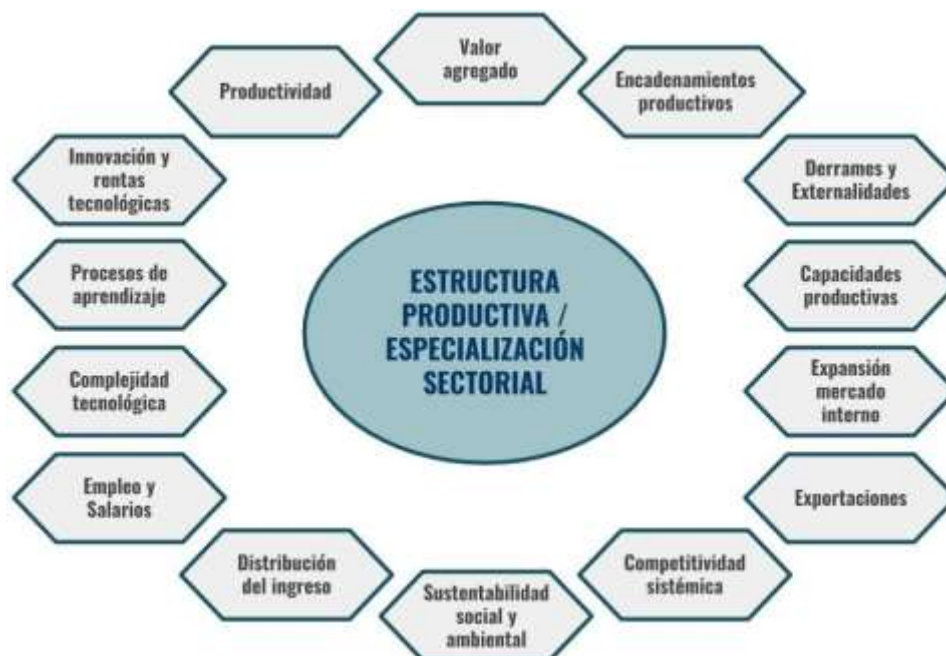
² <http://npic.orst.edu/reg/laws.html>; https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides_es; <https://www.cirs-reach.com/news-and-articles/Interpretation-of-China-Regulatory-Requirements-on-Public-Health-Pesticides.html>; <https://agenciaterraviva.com.ar/alemania-ratifico-su-intencion-de-prohibir-el-glifosato/>

Marco conceptual

Los debates sobre la configuración de la estructura productiva y la especialización sectorial así como sus consecuencias en términos de desarrollo económico cobran plena vigencia ante los desafíos vigentes a nivel mundial. En particular, se destaca el pensamiento de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe que desde 1940 aborda la discusión sobre la especialización de los países en desarrollo y su inserción internacional. Si bien por aquel entonces su implementación se centró en la promoción industrial por sobre el sector agropecuario, la concepción estructuralista resaltaba la relevancia de su articulación, así como las oportunidades de progreso técnico en el agro (Bielschowsky, 2009; Rodríguez, 2006; Rosales, 1988; Prebisch, 1949; Prebisch, 1952, Pinto, 1970).

Por su parte, el neoestructuralismo retoma dichos planteamientos y los articula con elementos del evolucionismo para renovar la discusión de la estructura productiva, la especialización sectorial, la innovación, los procesos de aprendizajes y la política industrial. Así, se resignifica la idea del cambio estructural considerando los efectos sistémicos, las ventajas competitivas potenciales, y el impacto sobre las dimensiones socio-económicas y ambientales específicas de cada actividad productiva (Esquema N°1) (Bárcena y Torres, 2019; CEPAL, 2015; CEPAL, 2012; Bielschowsky, 2009; Fajnzylber, 1990; Sunkel, 1991).

Esquema N°1. Dimensiones de impactos sistémicos de la especialización



Fuente: elaboración propia.

Se propone así una transformación productiva hacia sectores intensivos en innovación, con mayor productividad y competitividad, efectos multiplicadores, y mejor equidad

distributiva, que permitan promover un desarrollo inclusivo y sustentable. Esto no se genera de manera endógena sino que para ello se requiere la planificación y el diseño de políticas industriales orientadas hacia sectores identificados como estratégicos. En este marco, emergen oportunidades ligadas a la agroindustria y la biotecnología, por lo que analizar su potencialidad de desarrollo se torna relevante (Sánchez 2019; Abeles et al. 2017; Porta 2006; Ocampo 2005; Cimoli, 2005).

Metodología

El estudio ha sido desarrollado a partir una metodología cuali-cuantitativa que implicó un relevamiento y procesamiento de información estadística primaria y secundaria, tanto a nivel internacional como nacional, y de la conducción de un amplio conjunto de entrevistas en profundidad con actores involucrados en la investigación, desarrollo, producción, comercialización y regulación de bioinsumos a nivel nacional. Se realizaron 33 entrevistas a centros y grupos de investigación del subsistema científico-tecnológico, organizaciones de apoyo a nuevos emprendimientos, entes regulatorios, emprendedores, pequeñas y medianas empresas (PyMEs), grandes empresas nacionales, y multinacionales. Para la identificación de la muestra de actores entrevistados se condujo un análisis previo pormenorizado de los integrantes de la cadena de valor a partir de diversas fuentes de información, que luego se amplió a partir del método “bola de nieve” a partir de las referencias identificadas por los entrevistados (ver Anexo I).

Las entrevistas fueron de carácter semi-estructuradas de más de dos horas de duración cada una, por lo que lograron ser focalizadas y en profundidad con informantes clave. Se construyeron para ello diferentes pautas-guía de preguntas para cada perfil entrevistado que permitieron un diálogo orientado y flexible para alcanzar tanto especificidad, como amplitud y profundidad en relación a los objetivos plasmados. Entre las ventajas de conducir entrevistas abiertas en base a un cuestionario de guía se destaca la posibilidad de obtener mayor riqueza informativa, captar el enfoque de los entrevistados, contar con la posibilidad de clarificar ideas y repreguntar.

La información cualitativa se complementó con estadísticas e indicadores obtenidos de informes de mercado de consultoras internacionales, organizaciones internacionales como el Banco Mundial, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la base de datos de estadísticas de comercio internacional de las Naciones Unidas (COMTRADE), y nacionales como el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), los ex Ministerio de Desarrollo Productivo, y ex Ministerio de Agricultura, entre otros.

En base a un análisis sistematizado e integral de la información relevada, en una primera instancia, se efectuó una caracterización sobre la evolución y tendencias generales a nivel mundial y en Argentina. Luego, se analizaron las capacidades del sistema científico-tecnológico nacional y del sector empresario, el marco regulatorio y las políticas de promoción vigentes. Por último, se llevó a cabo un análisis integral de

oportunidades, capacidades, amenazas y debilidades para proponer ejes y lineamientos de acción.

Resultados y Discusión

Drivers y tendencias mundiales

En el marco de los desafíos que se enfrentan a nivel mundial en torno al cambio climático, la degradación de recursos naturales y la contaminación ambiental, sumado a las proyecciones sobre el crecimiento de la población mundial, el nivel de ingresos y los procesos de urbanización, implican no sólo una mayor demanda de alimentos sino también de mejor calidad nutricional, por lo que la seguridad alimentaria y la transformación de los paradigmas tecno-económicos para una producción agropecuaria más sustentable se tornan desafíos centrales para las próximas décadas (OCDE/FAO, 2019; IPCC, 2021; IICA, 2019; Hodson de Jaramillo et al., 2019).

Así, la revolución que en su momento implicó el uso en el sector agrícola de pesticidas y fertilizantes químicos enfrenta crecientes limitaciones. De hecho, un conjunto de países y regiones como la Unión Europea, Estados Unidos, China, entre otros, conducen desde hace varios años una serie de políticas en torno a la regulación del uso de productos de síntesis química, así como al establecimiento de límites máximos de residuos químicos en alimentos³. Pueden destacarse entonces como principales drivers para la producción de bioinsumos a nivel mundial la mayor demanda dado el cambio en los hábitos de consumo, la modificación de los marcos regulatorios y las nuevas tecnologías *agrotech* que acompañan la transformación de los modelos de producción en el sector agropecuario (Figura N°1).

³ <http://npic.orst.edu/reg/laws.html>; https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides_es; <https://www.cirs-reach.com/news-and-articles/Interpretation-of-China-Regulatory-Requirements-on-Public-Health-Pesticides.html>; <https://agenciaterraviva.com.ar/alemania-ratifico-su-intencion-de-prohibir-el-glifosato/>

Figura N°1. Drivers a nivel mundial para la producción de bioinsumos



Fuente: elaboración propia.

Específicamente, los bioinsumos agrícolas abarcan aquellos que poseen un efecto directo sobre la agricultura, impulsando el crecimiento o desarrollo vegetal, combatiendo directa o indirectamente una plaga y/o disminuyendo los efectos negativos de todo tipo de estrés biótico o abiótico sobre los cultivos. Pueden ser clasificados en dos grandes grupos, los que estimulan el crecimiento o desarrollo de las plantas (bioestimulantes) y los que buscan combatir plagas o disminuir sus efectos negativos (biocontroladores). A su vez, un mismo agente biológico puede tener más de un efecto benéfico sobre las plantas (Cuadro N°1). A partir de estos procesos, los bioinsumos, como tecnología emergente, pueden tener un papel clave en la transición hacia un nuevo paradigma tecno-productivo para el sector agrícola como elemento central del paquete tecnológico.

Cuadro N°1. Principales ventajas y desventajas tecno-económicas de los bioinsumos

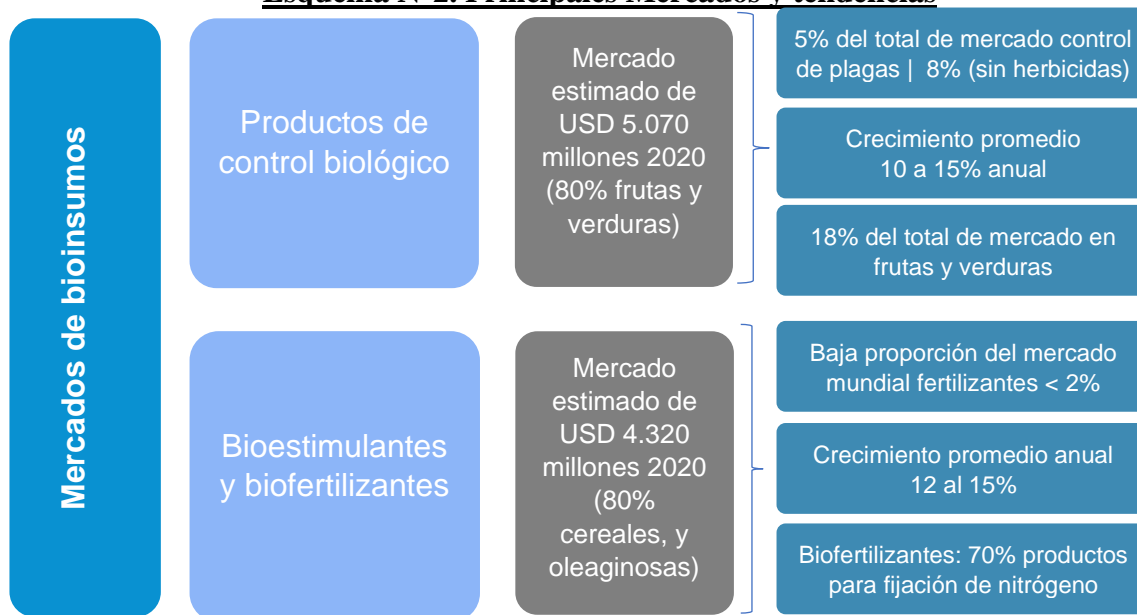
		TECNOLÓGICAS	TÉCNICAS / ECONÓMICAS
BIOCONTROLADORES	 VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientalmente sustentables • No dejan residuos químicos • Acción plaga/enfermedad específica • Múltiples efectos • Bajo de riesgo de liberación (organismos autóctonos) • Complementariedad con agroquímicos • Potencialidad sustitución agroquímicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio competitivo (excepto macroorganismos) • Modalidad de aplicación adaptada a prácticas productivas (excepto macroorganismos para cultivos extensivos)
	 DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad y falta de consistencia de resultados • Mayores tiempos de acción • Baja efectividad ante alta incidencia de plagas/enfermedades • Ecosistema específicos: limitación de globalización 	<ul style="list-style-type: none"> • Momento de aplicación (antes de la aparición de plagas / enfermedades): más riesgo económico • Dosificación (mayor cantidad de aplicaciones) • Requerimiento de condiciones controladas de transporte y almacenamiento
BIOESTIMULANTES	 VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de rendimientos y calidad • Alta complementariedad con agroquímicos • Mayor potencialidad de globalización 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio competitivo • Modalidad de aplicación adaptada a prácticas productivas • Baja proporción en los costos de producción
	 DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • Menor potencialidad de sustitución de agroquímicos (fósforo y potasio) 	<ul style="list-style-type: none"> • Al no tratarse de insumos necesarios para la producción resultan variable de ajuste ante menores márgenes de rentabilidad

Fuente: elaboración propia.

De hecho, estos insumos biológicos presentan a nivel internacional un dinamismo de mercado destacado con un crecimiento promedio de aproximadamente un 15% anual, y una proyección para los próximos años incluso mayor, muy por encima de la evolución

del mercado de agroquímicos (que se encuentra relativamente estancado en torno a un incremento entre el 2% y 3% anual) (Esquema N°2). Si bien actualmente los bioinsumos representan tan sólo el 3,8% del mercado total de insumos considerando agroquímicos, en función de las proyecciones mencionadas y de las mayores regulaciones, éstos irán ganando cuotas de mercado de manera incremental.

Esquema N°2. Principales Mercados y tendencias



Fuente: Elaboración propia en base a Mordor Intelligence.

Los países en donde más avanzó su adopción son, a la vez, aquellos mercados en donde se establecieron regulaciones públicas y privadas más estrictas sobre las condiciones sanitarias de los alimentos, en particular en frutas y verduras, y con mayor consumo de productos orgánicos. De allí que los principales mercados a nivel mundial sean Estados Unidos y la Unión Europea, aunque también tienen un lugar destacado en países como China, India, Brasil o México. La oferta de bioinsumos se caracteriza hasta hoy por su atomización, sin que exista una firma que se destaque a nivel global. Las menores barreras a la entrada y la interacción con clima y suelo, que lleva en varios segmentos a la definición de mercados más regionales que globales, parecieran conspirar contra esa alternativa, permitiendo el despliegue de un universo de pequeñas y medianas empresas.

Capacidades nacionales para el desarrollo y producción de bioinsumos agrícolas

Argentina tiene una larga trayectoria en materia de adopción de bioinsumos, que abarca a todas las instancias y actores de la cadena de valor (Esquema N°3), pero en gran medida circunscripta a la incorporación de inoculantes en base a bacterias para la fijación de nitrógeno en los cultivos de soja. Ese producto es el que da cuenta de la mayor parte de un mercado cuyo tamaño ronda hoy los 80 millones de dólares y las expectativas de crecimiento se encuentran en línea con las tendencias a nivel internacional (Lagler, 2017;

Mamani de Marchese y Filippone, 2018, AgroPages, 2020; CPIA, 2020; Bocchetto et al., 2020). Sin embargo, si se deja a un lado los inoculantes, la Argentina presenta hoy un bajo nivel de adopción de bioinsumos en comparación con otros países de la región, como Chile y Brasil.

Esquema N°3. Cadena de valor de bioinsumos en Argentina



Fuente: elaboración propia.

El desarrollo y oferta de bioinsumos en el país encuentra en las capacidades del subsistema científico-tecnológico a una de sus fortalezas. A partir de un relevamiento que implicó una serie de entrevistas en profundidad, se mapearon las capacidades existentes en buena parte de los principales centros de investigación (13), pertenecientes al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y/o las Universidades Nacionales, y también aquellos con mayores capacidades productivas financiados por gobiernos provinciales. Estos centros, desplegados en 9 provincias del país (Mapa N°1), cuentan en general con plantel de investigadores e infraestructura adecuada para llevar a cabo desarrollos a escala de laboratorio, pero tienden a encontrar mayores limitaciones para avanzar en las instancias de formulación, escalado y pruebas a campo, y su transferencia.

Mapa N°1. Distribución territorial de los centros y grupos de investigación entrevistados



Fuente: elaboración propia.

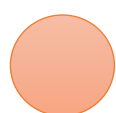
En conjunto se relevó una cartera de 55 desarrollos en distintos grados de avance, sobre la base de diversos agentes efectores (principalmente hongos, bacterias y artrópodos) (Tabla N°1). En términos de su orientación, se destacan mayormente los avances de productos de biocontrol para su aplicación en cultivos intensivos como frutales y hortalizas. Cabe destacar que no se han identificado grupos o experiencias que se encuentren trabajando en el desarrollo de bioherbicidas para el combate de malezas, una de las principales problemáticas que enfrenta el sector agrícola y la oportunidad de mercado de mayor tamaño. Sí existen empresas locales invirtiendo en investigación y desarrollo de bioherbicidas, algunas incluso a través de la vinculación con centros de otros países.

Tabla N°1. Plataformas utilizadas, agentes efectores y grado de avance de los desarrollos del subsistema científico-tecnológico

Plataforma	Estado de Avance				
	Inicial	Intermedio	Desarrollado	Transferido	Total
BIOCONTROLADORES	11	12	8	4	35
Artrópodos		6	3	-	9
Bacterias	3		1	-	4
Biomoléculas Efectoras	2	1	1	1	5
Hongos	3	5	2	3	13
Nemátodos	-	-	1	-	1
Virus	3	-	-	-	3
BIOESTIMULANTES	9	6	2	3	20
Bacterias	7	6	-	1	14
Hongos	2	-	2	2	6
Total	20	18	10	7	55

Fuente: elaboración propia en base a información relevada en las entrevistas.

El subsistema científico-tecnológico presenta en este mercado un nivel de articulación relativamente elevado con el ámbito empresarial, aunque principalmente asociada a la provisión de cepas y servicios especializados. Como fuera apuntado, las experiencias de transferencia de tecnología y surgimiento de *spin-offs* han sido, hasta la fecha, menos habituales.



Escasos desarrollos en base a extractos botánicos, algas, nemátodos y virus.

No se registraron experiencias de grupos en el segmento de bioherbicidas. Menor orientación relativa hacia bioestimulantes y cultivos extensivos.



Investigaciones básicas en proceso (tiempo promedio 10 años)

Compatibilización de bioinsumos y agroquímicos

Bioinductores (consorcio microbiano) y bioestimulantes

Hongos mitigadores de condiciones abióticas -estrés hídrico y salino-

Nanotecnología



Amplia diversidad de desarrollos en hongos, bacterias y artrópodos (con organismos conocidos tiempo promedio 2 años).

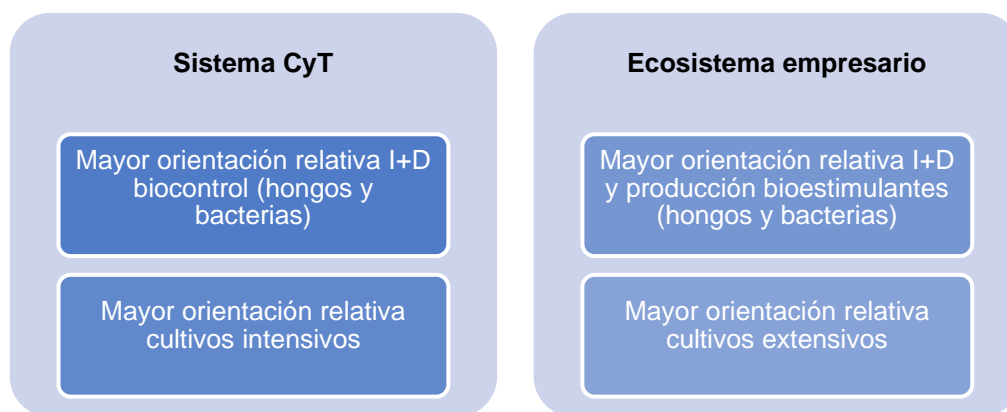
Técnicas de producción, escalado e implementación a campo de insectos benéficos.

Ceparios de microorganismos e insectarios que nutren investigaciones actuales y futuras.

Por su parte, el ecosistema empresarial está hoy conformado por un conjunto de organizaciones con trayectorias fundamentalmente ligadas a la producción y comercialización de inoculantes para cultivos extensivos. Se trata de un grupo de 110 empresas, que abarcan tanto grandes firmas de capitales extranjeros como pequeñas, medianas y grandes de origen nacional. Para el caso de biocontroladores se identifican 45 empresas que han registrado productos de carácter más reciente. También en instancia de registro se encuentran desarrollos orientados a la promoción del crecimiento.

Así, en términos generales, mientras que las empresas del sector se especializan en desarrollos y producción de bioestimulantes para cultivos extensivos, la orientación del subsistema científico-tecnológico apunta principalmente a productos de control biológico para cultivos intensivos (Cuadro N°2).

Cuadro N°2. Especialización nacional para el desarrollo y producción de bioinsumos



Fuente: elaboración propia.

Hacia su interior, el universo empresarial presenta diversos modelos de negocios y estrategias: desde empresas integradas, hasta startups especializadas en I+D, pasando por aquellas orientadas al desarrollo y producción y otras exclusivamente abocadas a la comercialización de bioinsumos. Entre las medianas y grandes empresas de origen nacional que se encuentran llevando adelante estrategias que abarcan la integralidad de la cadena de valor para el desarrollo de nuevas tecnologías caben destacar a Bioceres (a través de Rizobacter⁴), Terragene (a través de Protergium) e YPF-Agro (apoyándose en Y-TEC) (Esquema N°4).

⁴ Rizobacter es una de las principales empresas productoras de biofertilizantes a nivel mundial.

Esquema N°4. Eslabones productivos según tipo de empresa


Tipo de Empresa	Identificación nuevos agentes efectores y pruebas de concepto	Escalado y Formulación	Producción	Comercialización
PyMEs / Start Ups	X	X		
Multinacionales	X*	X	X	X
Empresas medianas y grandes nacionales	X	X	X	X
		X	X	X
PyMEs			X	X
				X

*Conducen I+D en bioinsumos en centros de I+D fuera del país

Fuente: elaboración propia.

El segmento de PyMEs se encuentra integrado por un número importante de firmas que, con la difusión de inoculantes a nivel nacional, ha incursionado en este segmento produciendo biofertilizantes. La mayor parte de estas firmas cuentan con equipos de I+D sumamente reducidos (o incluso no poseen), por lo que generalmente no formulan sus productos y concentran su actividad en la comercialización y producción. Dentro de este estrato, ciertas firmas producen a fason para empresas que cuentan con una marca más desarrollada y que operan dentro de este segmento como comercializadoras.

En términos generales, tomando en cuenta la morfología del mercado de bioinsumos, las firmas pequeñas desarrollan estrategias defensivas, focalizándose en la comercialización de los productos, los servicios posventa y la adaptación con mayor flexibilidad a las necesidades de los productores agrícolas. Las medianas y grandes consolidadas en el mercado nacional, por su parte, han avanzado en un proceso de internacionalización insertándose en mercados limítrofes como Paraguay y Uruguay, mientras que las de mayor envergadura han logrado sumar otros destinos regionales tales como Brasil, Colombia y México; y otras incluso el mercado europeo y africano.

El mercado interno es hasta ahora el principal destino de la producción, aunque, como se mencionó, se destacan algunas experiencias de exportación y de procesos de registro en otros países. Así, si bien aún la inserción externa es débil, un conjunto de empresas (incluso PyMEs) se encuentra llevando adelante estrategias exportadoras, que dependen del tipo de producto, de su potencialidad para internacionalizarse y de las regulaciones vigentes en cada país, destacándose en ese sentido los costos que insumen las gestiones del proceso de registro.

Además de los factores que dificultan la adopción desde la perspectiva de la demanda; y de las necesidades de capital de riesgo y de alineación entre las estrategias de investigación y, sobre todo, desarrollo del subsistema científico-tecnológico y empresarial, una dimensión crítica para facilitar la difusión de nuevas soluciones tecnológicas es la regulatoria. Los tiempos involucrados, las exigencias de ensayos y

pruebas, el tratamiento enmarcado en las normativas de agroquímicos, la falta de clasificaciones específicas, y la diversidad normativa vigente entre provincias, se presentan como los mayores obstáculos para la comercialización de nuevos desarrollos. En cuanto a las estrategias de protección de la propiedad intelectual, la imposibilidad de registrar organismos vivos en Argentina es otra limitación para empresas de mayor porte que apuntan a hacer innovación de frontera, aunque no así para aquellas que son de menor envergadura.

Adicionalmente, el mercado enfrenta hoy dificultades para certificar la calidad de las soluciones. La heterogeneidad que, en consecuencia, enfrenta el productor atenta contra la confiabilidad en estas soluciones, elemento que se torna especialmente crítico en el caso de una tecnología emergente, donde existe escaso conocimiento sobre el producto y los proveedores.

Conclusiones

Argentina, como uno de los principales productores y proveedores de alimentos a nivel mundial, desempeña un rol relevante en materia de seguridad alimentaria, y enfrenta así una serie de desafíos y oportunidades en torno a los procesos señalados. Por un lado, los desafíos de reconvertir la matriz tecno-productiva del sector agrícola para disminuir el uso de agroquímicos para cumplimentar con las mayores exigencias y regulaciones de los mercados de destino, y de avanzar hacia la difusión de tecnologías ambientalmente amigables como los bioinsumos. Por otro lado, dadas las capacidades construidas, el país puede convertirse en un desarrollador, adoptante y exportador temprano de estas tecnologías que muestran un dinamismo creciente en la última década y una proyección destacada para la próximas. Así como también, consolidarse y expandirse como exportador de alimentos en mercados con crecientes exigencias de calidad e inocuidad.

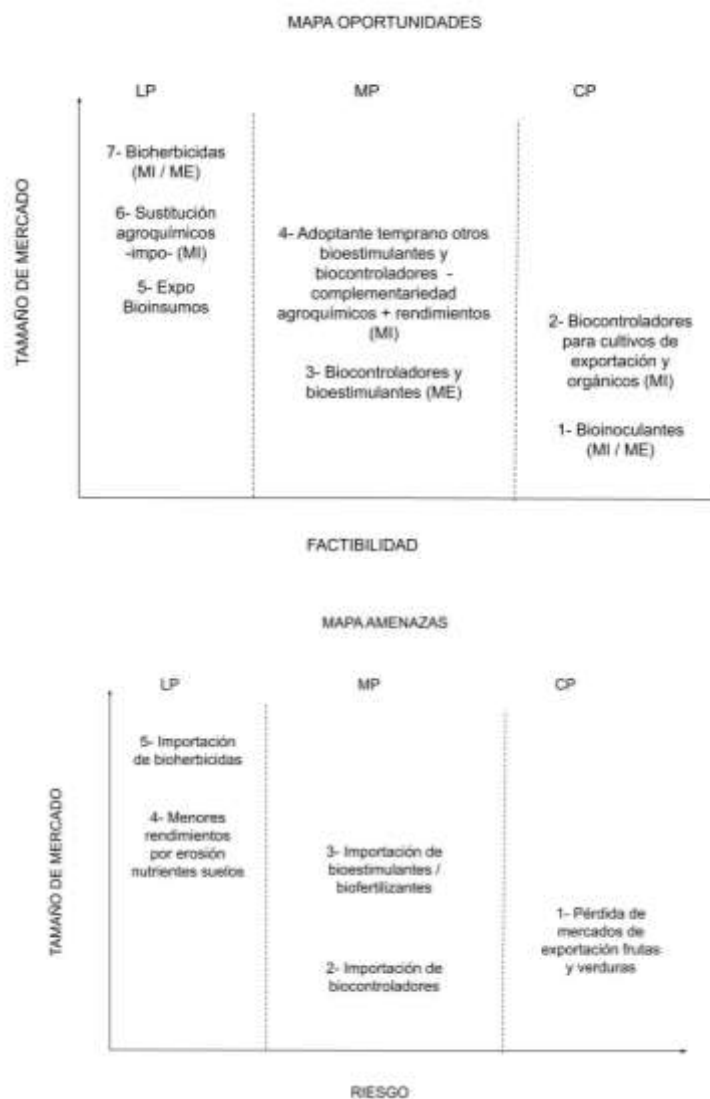
Las oportunidades y riesgos para la economía argentina, difieren en el grado de factibilidad y tienden de hecho a estar correlacionadas con el período temporal a ser considerado (Mapa N°2). A corto y mediano plazo, las crecientes exigencias de los destinos de exportación, en especial en lo concerniente a frutas y verduras, implican que el riesgo/oportunidad más importante es el de la pérdida/ganancia de participación de mercado a manos/expensas de quienes adopten tempranamente/tardíamente tecnologías más sustentables.

Ahora bien, el crecimiento de esa demanda, tanto a nivel nacional como regional, constituye en ese período de tiempo el tractor más relevante para el desarrollo de estas tecnologías, pudiendo el país apoyarse en sus capacidades científico-tecnológicas y empresarias para convertirse en un desarrollador, productor y exportador de tecnologías en algunos de los segmentos vinculados por ejemplo al control de plagas.

En el largo plazo, lo que está en juego no es sólo la oportunidad de sostener y/o expandir las exportaciones de productos agrícolas (ya no sólo frutas y verduras) y bioinsumos, sino también la sustitución, -aunque sea parcial- de un mercado local de agroquímicos cuyo tamaño se estima en unos 2.800 millones de dólares, 40% del cual se

abastece hoy con producción nacional. Adicionalmente, cabe apuntar que la incapacidad de modificar el paradigma tecno-productivo no sólo conllevaría el riesgo de pérdida de mercados para la producción agrícola, sino también el de verificar una pérdida de productividad, sea por la reducción de los rendimientos o bien por la necesidad de mayores inversiones para sostenerlos.

Mapa N°2. Oportunidades y amenazas de mercado para el desarrollo y producción de bioinsumos



Fuente: elaboración propia.

A nivel nacional el marco institucional y las políticas de promoción específicamente orientadas al sector de bioinsumos aún son limitadas dado que se trata de un sector emergente. La principal iniciativa a nivel institucional se puede destacar la creación del Comité Asesor en Bioinsumos de Uso Agropecuario (CABUA) en el año 2013, el cual ha conducido una serie de acciones de difusión y recomendaciones sobre la normativa de regulación de bioinsumos (Goulet y Hubert, 2020). En relación a las políticas de promoción no se encuentran instrumentos vigentes orientados para el sector.

A partir del análisis efectuado, se pueden destacar una serie de lineamientos de políticas públicas para maximizar las probabilidades de que el país tenga un rol activo en el desarrollo, y no sólo en la adopción, de bioinsumos. En este sentido, se propone un abordaje integral, que abarque aspectos relacionados tanto con la oferta como con la demanda de estas tecnologías, contribuyendo así a la construcción de un mercado que aún se encuentra en un estadio emergente. Abordaje que, dada la diversidad de organismos con incumbencia en la materia, debe además encontrar los mecanismos adecuados para materializar la articulación interinstitucional.

Así, se pueden delinear acciones dirigidas a promover la investigación, desarrollo, producción, demanda y exportación de bioinsumos, como también para los esquemas de regulación y control y la gobernanza de este conjunto de acciones. Realizar convocatorias de investigación dirigidas a suplir las áreas de vacancia identificadas que son relevantes en términos económicos; inducir la vinculación academia-empresa para la realización de ensayos a campo y escalado; conformar una Red Nacional de centros de demostración, “productores líderes” y extensionistas para la agricultura avanzada; incentivar la participación de los propios productores agrarios como capitalistas de riesgo; apoyar los procesos de registro en mercados externos; diferenciar impositivamente la compra de bioinsumos; y generar una instancia especializada para la evaluación previa a su comercialización, son algunas de las iniciativas que se sugieren.

En función de las capacidades actuales y potenciales con las que cuenta el país, y a partir de la conducción de acciones orientadas para el fortalecimiento del sector, Argentina enfrenta la oportunidad de consolidarse como desarrollador y adoptante temprano de estas tecnologías emergentes, que se presentan como un elemento central en la transición hacia un nuevo paradigma tecno-económico para la producción agrícola en las próximas décadas.

Bibliografía

- Abeles, M., Cimoli, M., y Lavarello, P. (eds.) (2017). *Manufactura y cambio estructural: aportes para pensar la política industrial en la Argentina*. Libros de la CEPAL, N° 149 (LC/PUB.2017/21-P). Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- AgroPages (2020). 2020 Latin America Focus. *AgroPages Agribusiness Magazine*.
- Bárcena, A. y Torres, M. (eds.) (2019). *Del estructuralismo al neoestructuralismo: la travesía intelectual de Osvaldo Sunkel*. Libros de la CEPAL (LC/PUB.2019/9).

- Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Bielschowsky, R. (2009). Sesenta años de la CEPAL: estructuralismo y neoestructuralismo. *Revista CEPAL*, (97), (LC/G.2400-P).
- Bisang, R. y Trigo, E. (2017). Bioeconomía argentina: Modelo de negocios para una nueva matriz productiva. Documento elaborado en el marco del convenio de colaboración entre el Ministerio de Agroindustria de la Nación y la Bolsa de Cereales de Buenos Aires.
- Bocchetto, R., Gauna, D., Bravo, G., González, C., Rearte, M., et al. (2020). Bioeconomía del Norte Argentino: situación actual, potencialidades y futuros posibles. Proyecto “Bioeconomía Argentina: Construyendo un Futuro Inteligente y Sustentable para el Norte Argentino 2030”. Documento de Trabajo. Buenos Aires: MINCYT - INTA-INTI-UNNE-UNSa-UNSE.
- CEPAL (2015). *Neoestructuralismo y corrientes heterodoxas en América Latina y el Caribe a inicios del siglo XXI*. Libros de la CEPAL (LC/G.2633-P/Rev.1). Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL (2012). *Cambio estructural para la igualdad: una visión integrada del desarrollo*. Libros de la CEPAL (LC/G.2524(SES.34/3)). Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Cimoli, M. (2005). Structural heterogeneity, technological asymmetries and growth in Latin America. Documentos de Proyecto (LC/W.35). Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CPIA (2020). Bioinsumos. *Agropost* (168). Consejo de los Profesionales del Agro, Alimentos y Agroindustria.
- Fajnzylber, F. (1990). *Industrialización en América Latina: de la ‘caja negra’ al ‘casillero vacío*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Hodson de Jaramillo, E., Henry, G. y Trigo, E. (Eds.) (2019). *Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina*. Primera edición. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad.
- IICA (2019). Programa de bioeconomía y desarrollo productivo abordajes conceptuales y metodológicos para la cooperación técnica. Costa Rica, San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- IPCC (2021). Informe sobre el clima. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Organización de las Naciones Unidas.
- Lagler, J. C. (2017). Bioinsumos: distintas percepciones haciendo foco en la fertilización biológica. *Agronomía y ambiente*, 37(1), pp. 73-89.

- Mamani de Marchese, A. y Filippone, M.P (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 38(1), 9-21.
- Mordor Intelligence (2019). Global Biological Control Market. Growth, Trends and Forecasts. Mordor Intelligence Report.
- Mordor Intelligence (2019). Global Biofungicide Market. Growth, Trends and Forecasts. Mordor Intelligence Report.
- Mordor Intelligence (2019). Global Biofertilizer Market. Growth, Trends and Forecasts. Mordor Intelligence Report.
- Mordor Intelligence (2019). Global Biopesticide Market. Growth, Trends and Forecasts. Mordor Intelligence Report.
- Mordor Intelligence (2019). Global Biostimulant Market. Growth, Trends and Forecasts. Mordor Intelligence Report.
- Ocampo, J. A. (2005). La búsqueda de la eficiencia dinámica: dinámica estructural y crecimiento económico en los países en desarrollo. En Ocampo J. A. (ed). *Más allá de las reformas. Dinámica estructural y vulnerabilidad*. Bogotá: Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Alfaomega.
- OCDE/FAO (2019). Perspectivas Agrícolas 2019-2028. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OECD Publishing, París/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma.
- Pinto, A. (1970). Naturaleza e implicaciones de la heterogeneidad estructural de la América Latina. *El Trimestre Económico*, 37(145), 83-100.
- Porta, F. (2006). Especialización productiva e inserción internacional. Evidencias y reflexiones sobre el caso argentino. En Lugones, G. y F. Porta (comps.). Enfoques y metodologías alternativas para la medición de las capacidades innovativas. Proyecto PICT 02-09536, Buenos Aires, Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT)/Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT).
- Prebisch, R. (1949). El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas. *El Trimestre Económico*, 16 (63), 347-431.
- Prebisch, R. (1952). Problemas teóricos y prácticos del crecimiento económico. Informe E/CN.12/221. México D.F.: Naciones Unidas.
- Rodríguez, O. (2006). *El estructuralismo latinoamericano*. México, D.F.: Siglo Veintiuno/Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Rodríguez, A. G., Rodrigues, M. y Sotomayor, O. (2019). Towards a sustainable bioeconomy in Latin America and the Caribbean: elements for a regional vision. Serie Recursos Naturales y Desarrollo N°193. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Rosales, O. (1988). Balance y renovación en el paradigma estructuralista del desarrollo latinoamericano. *Revista de la CEPAL*, (34), (LC/G.1521-P).

Sánchez, J. (coord.) (2019). Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL. Libros de la CEPAL, N° 158 (LC/PUB.2019/18-P). Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Sunkel, O. (1991). Del desarrollo hacia adentro al desarrollo desde dentro. *Revista mexicana de sociología*, 51(1), 3-42.

Anexos

Anexo I Actores entrevistados

Aceleradora del Litoral
Agro Advance Technology
ANNUIT
Bayer
Biofábrica Misiones
Bioloop
Brometan
CEMUBIO - INTA
Centro de Bioquímica y Microbiología de Suelos - UNQ
CEPAVE - UNLP
CeTBIO - UNC
CITES
CKC
CRILAR La Rioja
GridX
IBT - UNSJ
IMYZA - INTA
INBA - UBA
INBIOAR
Indrasa
INSIBIO - UNT
ISCAMEN
ITANOA - EEAO
Laboratorio Coloid
Laboratorio de Microbiología del Suelo - INTECH
Laboratorio San Pablo
Nitrap
Protergium
Rizobacter
SENASA
Syngenta
YPF Agro