

Roberto Bisang, Guillermo Anlló
& Mercedes Campi

POLÍTICAS TECNOLÓGICAS PARA LA INNOVACIÓN: LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA ARGENTINA



POLÍTICAS TECNOLÓGICAS PARA LA INNOVACIÓN: LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA ARGENTINA

Primera edición: julio de 2015

© 2015, Roberto Bisang, Guillermo Anlló & Mercedes Campi

© 2015, Cieplan

Dag Hammarskjöld N°3269, piso 3, Vitacura

Santiago - Chile

Fono: (56 2) 2796 5660

Web: www.cieplan.org

Edición: Cecilia Barría

Coordinación General: Jorge Olave

Diseño portada y diagramación: Triángulo / www.triangulo.co

ISBN: N° 978-956-204-050-1

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del «Copyright», bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

Impreso por: Micopia.cl / Imprenta sustentable y Boutique Creativa.

Impreso en Chile / Printed in Chile



Impreso en Papel Tom & Otto, PEFC certified, libre de ácido, libre de cloro y 100% Fibra Virgen.

**Roberto Bisang, Guillermo Anlló
& Mercedes Campi**

**POLÍTICAS TECNOLÓGICAS PARA
LA INNOVACIÓN: LA PRODUCCIÓN
AGRÍCOLA ARGENTINA**

PRESENTACIÓN

Este artículo forma parte de un Proyecto de Investigación cuyo objetivo es analizar la “Innovación Tecnológica Latinoamericana en Recursos Naturales”. La competitividad configura el mecanismo de acceso al mercado mundial. Para este propósito la innovación tecnológica desempeña un rol fundamental para que dicha inserción sea competitiva.

Es sabido que América Latina tiene ventajas comparativas en recursos naturales (RRNN). ¿Cómo los RRNN afectan o influyen en el proceso de inserción en la economía mundial?; además, ¿cómo puede ir América Latina más allá de los RRNN? Aún más, ¿pueden los RRNN constituir una base para la generación de innovación tecnológica?

El propósito de este Proyecto de Investigación es examinar la evidencia empírica existente en cinco países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Chile, México y Uruguay) y evaluar el rol de los RRNN para la generación de innovación tecnológica. El foco estará en las “políticas tecnológicas” y en la “institucionalidad para la innovación”. Versiones preliminares de los artículos fueron presentadas y debatidas en dos Workshops Internacionales, realizados en Santiago (18 de marzo de 2015) y en Montevideo (20 de marzo de 2015).

Ver al final de este documento el set completo de los artículos y el perfil de todos los investigadores.

Las ideas y planteamientos contenidos en este artículo (y en todos los artículos de este Proyecto) son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF, banco de desarrollo de América Latina, ni de la Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN).

Patricio Meller
Director del Proyecto

RESEÑA DE LOS AUTORES

ROBERTO BISANG

Licenciado en Economía (UNR, 1977) y MSc. en Economía (CEMA, 1982). Profesor visitante de Science Policy Research Unit (Universidad de Sussex, Inglaterra). Investigador del Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP) FCE/UBA y de la U. de Tres de Febrero. Especialista en organización industrial, tecnología y análisis sectorial. Docente de la UBA, U. Nacional de Gral. Sarmiento, U. Nacional de Rosario, Mar del Plata, San Andrés, Di Tella y Austral. Evaluador de proyectos de CTI en varias instituciones (CONICET, INTA, UBA, SECYT). Consultor de diversos organismos internacionales (CEPAL, Banco Mundial, BID, OPS, OMS, ONUDI, FAO), nacionales (Secretaría de Industria, MINAGRI, MINCYT, INTA y otros) y empresas privadas.

GUILLERMO ANLLÓ

Candidato a Doctor en Ciencias Políticas de la Universidad Nacional de San Martín. Magister en Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Quilmes. Licenciado en Economía de la Universidad de Buenos Aires. Docente/Investigador del Instituto Interdisciplinario de Economía Política de la Universidad de Buenos Aires. Consultor Internacional de organismos como CEPAL, BID, BANCO MUNDIAL, OIT, OMPI. Algunas de sus áreas de interés son: política y gestión de la ciencia; tecnología e innovación; teoría de redes y cadenas de valor; recursos naturales de origen biológico renovables; bioeconomía.

MERCEDES CAMPI

Doctorada en Economía de la Scuola Superiore Sant'Anna di Studi Universitari e di Perfezionamento. Master en Investigación Histórica de la Universidad de San Andrés. Licenciada en Economía de la Universidad de Buenos Aires. Investigadora del Instituto Interdisciplinario de Economía Política de la Universidad de Buenos Aires. Ha sido investigadora asociada del Laboratory of Management & Economics (LEM) & Institute of Economics, Sant'Anna School of Advanced Studies, Pisa, Italia. Áreas de interés: Cambio Tecnológico; Innovación y Desarrollo Económico; Derechos de Propiedad Intelectual; Agricultura; Biotecnología.

POLÍTICAS TECNOLÓGICAS PARA LA INNOVACIÓN: LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA ARGENTINA

Autores: Roberto Bisang, Guillermo Anlló & Mercedes Campi *, **

Resumen

En las dos últimas décadas, la actividad agrícola argentina casi triplicó sus niveles de producción. Este artículo analiza el vínculo entre el dinamismo de la agricultura de los cultivos anuales (especialmente la soja y el maíz) en Argentina y el Sistema Nacional de Innovación (SNI). Se argumenta que el éxito del nuevo modelo de innovación está estrechamente ligado a la estructura de la red agraria de proveedores, contratistas de servicios y modernas empresas agropecuarias. Además influyen los procesos de aprendizaje y acumulación de conocimientos tanto en el sector privado como en el público. Estos dieron pie a innovaciones exitosas de altísimo impacto, permitieron el desarrollo de ventajas competitivas y estimularon la concentración de la I+D en el sector privado. El desafío futuro radica en llegar a un número importante de agentes a través de unos pocos innovadores, aprovechando la institucionalidad privada ya existente con una coordinación pública adecuada. Esta debería estar orientada a intervenir en el conjunto de innovaciones críticas y con lineamientos sobre especialización que apunten a complejizar la estructura productiva, más allá de la especialización en bienes no diferenciados intensivos en recursos naturales.

* Investigadores del Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP) FCE-UBA/ CONICET.

** Los autores agradecen los comentarios realizados por Marcos Kulka, Carlos Gana, Carlos Torres, José Bervejillo, Miguel Sierra y por otros asistentes a los Seminarios sobre Innovación Tecnológica Latinoamericana en Recursos Naturales, organizados por el CIEPLAN y la CAF llevados a cabo en Santiago de Chile y Montevideo el 18 y 20 de marzo de 2015, respectivamente.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2. EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN	15
2.1. DE LAS INSTITUCIONES DE CYT AL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN	15
2.2. EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DESDE LA VISIÓN DEL USUARIO/INNOVADOR	19
3. EL SUBSISTEMA DE INNOVACIÓN DESDE LA VISIÓN DEL INNOVADOR AGROPECUARIO	22
3.1. LA RED DE INNOVACIÓN EN EL AGRO. ¿QUIÉN ES EL INNOVADOR?	22
3.2. LOS INSUMOS PARA LAS INNOVACIONES AGRARIAS	26
3.2.1. APROVISIONAMIENTO DE INSUMOS TANGIBLES	26
3.2.2. LOS PROVEEDORES DE CONOCIMIENTO DESINCORPORADO PARA LA INNOVACIÓN	32
3.3. RUTINAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE INNOVACIÓN AGRARIA	37
3.4. RESULTADOS	40
4. EL SUBSISTEMA DE INNOVACIÓN AGRÍCOLA EN ACCIÓN: NUEVO PAQUETE TECNOLÓGICO	43
4.1. INTRODUCCIÓN	43
4.2. EL CASO DE LA SOJA. ANTECEDENTES O CÓMO SURGE UN COMPLEJO	44
4.3. EL ARROZ MUTAGÉNICO: OTRO SALTO TECNOLÓGICO Y PRODUCTIVO DISRUPTIVO	52
4.4. RASGOS DEL MODELO TECNOLÓGICO Y SU FUNCIONAMIENTO EN EL SUBSISTEMA DE INNOVACIÓN.	54
5. ELEMENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS DE INNOVACIÓN EN EL ÁREA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES	58
6. ANEXO	66
7. REFERENCIAS	74
8. COMENTARIOS AL ARTÍCULO	66
8.1. MIGUEL SIERRA - INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA (INIA), URUGUAY.....	79

8.2. JOSÉ E. BERVEJILLO - OFICINA DE PROGRAMACIÓN Y POLÍTICA AGROPECUARIA (OPYPA), URUGUAY.	79
8.3. CARLOS TORRES - UNIVERSIDAD DE TALCA, CHILE.....	80
8.4. CARLOS GANA - AGRÍCOLA NACIONAL S.A.C. E I. (ANASAC), CHILE.	83
8.5. MARCOS KULKA - FUNDACIÓN CHILE, CHILE.	86
8.6. PREGUNTAS Y COMENTARIOS DEL PÚBLICO	89
8.7. RESPUESTA DE DE ROBERTO BISANG (COAUTOR).....	90
OTROS ARTÍCULOS VINCULADOS AL PROYECTO “INNOVACIÓN TECNOLÓGICA LATINOAMERICANA EN RECURSOS NATURALES”	93
RESEÑA DE OTROS INVESTIGADORES ASOCIADOS AL PROYECTO	96

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es el análisis de la relación existente entre el reciente dinamismo productivo de un conjunto de actividades asociadas con el uso de los recursos naturales (RRNN), en particular la moderna agricultura comercial, y el sistema nacional de innovación argentino.

En las dos últimas décadas, la actividad agrícola argentina casi triplicó sus niveles de producción¹ luego de varias décadas de crecimiento poco dinámico; en ese lapso, la superficie cultivable pasó de 19,7 millones de hectáreas en 1994 a 35,7 millones de hectáreas en 2013 (la frontera agrícola se expandió en casi un 80%).

En paralelo, la brecha de productividad física respecto de las mejores economías agrarias mundiales se achicó considerablemente para los cultivos anuales más representativos: soja, maíz y trigo.

Mejoras en las productividades físicas del agro y desarrollos “aguas abajo” en las capacidades de molienda rápidamente rebasaron las posibilidades de absorción del mercado interno y derivaron en crecientes flujos exportables. En poco más de dos décadas, la presencia argentina en determinados mercados cobró significación mundial (36%-46% de las exportaciones de aceites/pellets de soja, 12,5% del comercio mundial de maíz y poco más del 50% del biodiésel).

Diversos autores dan cuenta del cambio tecnológico como explicación básica del salto productivo de la actividad (Anlló *et al.*, 2013; Trigo, 2011; Reca *et al.*, 2010). Mejorar los rendimientos físicos y acceder a nuevas tierras (muchas de ellas consideradas hasta entonces como “marginales”) son el resultado de la implementación disruptiva de un nuevo paquete productivo y la adopción de una remozada forma de organización del agro argentino: la dupla siembra directa y semillas mejoradas biotecnológicamente y el desarrollo masivo de la agricultura bajo contrato.

Estas innovaciones colocan la relación tecnología-recurso natural como eventual motor de futuros procesos de desarrollo. El agro no es ya sinónimo de

¹ Estimada en 101,2 millones de toneladas (2013), de las cuales 50,6 corresponden a soja; 25,7 a maíz; 9,2 a trigo y el resto a otros cultivos; dos décadas atrás (1994) se producían 40,1 millones de toneladas, de las cuales 10,7 eran de soja y una cifra similar de maíz y trigo.

RRNN, sino una actividad que se basa en ellos y demanda de una tecnología que le otorgue sentido económico.

La preocupación de las innovaciones aplicadas al agro son de vieja data en Argentina. Bajo el modelo agroexportador, estas giraron sobre la importación de maquinarias y equipos y material genético (vegetal y animal), pero con la necesidad de un profundo proceso de adaptación local. Varias iniciativas públicas y privadas sustentaron los primeros desarrollos de semillas y mejoras de razas bovinas y ovinas (López, 2003; Sesto, 2007; Campi, 2011)².

A mediados del siglo XX, bajo la estrategia de desarrollo industrial sustitutivo, la iniciativa pública dio origen a una gran cantidad de instituciones de ciencia y tecnología (CyT). Nacieron así la CONEA, el INTI, el INIDEP y el CONICET, que se sumaron a las actividades desarrolladas por las universidades y unas pocas iniciativas privadas.

El principio general que sustentaba a este conjunto de instituciones era el logro de una mayor autonomía tecnológica a partir de un modelo cuyo dinamismo estaba centrado en la industria y en el que el agro era una actividad accesoria (proveedora de divisas y bienes/salarios baratos).

En el plano agropecuario, un hito fue la creación del INTA en 1956 con la explícita intención de achicar la brecha tecnológica que se había ensanchado, dada la tardía reacción local en la adopción de la denominada “revolución verde” (Prebisch, 1955).

A fines del siglo XX comienza a permear el concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI), concepción que demanda una creciente articulación de las instituciones previas (la mayoría de ellas autónomas) y una subordinación de los resultados a las demandas públicas y privadas de la sociedad. Como es de esperar, se trata de un modelo en formación que pasa del concepto de ciencia y tecnología al de innovación y ubica el usuario como demandante final del sistema.

Una primera serie de reformas, a mediados de los 90, introdujo una nueva institucionalidad, basada en la separación de las fases de planificación y coordinación de las de ejecución y de estas con las de control.

Surgen, entonces, la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica y los fondos concursables, adicionales a los recursos originales vía presupuesto público. Todo ello, con un renovado interés por la presencia privada como actor central del sistema.

Más recientemente, se reforzó la idea de sistema con la creación de un Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva; el desarrollo de nuevos

² En paralelo, hubo un destacado desarrollo de las ciencias asociadas con la biomedicina y la biología que sentaron las bases para los actuales desarrollos biotecnológicos.

instrumentos y la puesta en marcha de diversos programas operativos, tratando de mejorar el ensamble público y privado en el marco de estrategias de mediano plazo.

No solo cambió el esquema institucional y político de las actividades de CyT, sino que también lo hizo y de manera disruptiva el contexto tecnoproductivo y las fuerzas empresariales. Un epicentro de ello fue la denominada revolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la irrupción de las tecnologías asociadas con la moderna biología aplicada a las producciones basadas en seres vivos. En este caso, ahora se trata de producir no solo alimentos, sino materia prima industrial y energética sobre la base de una matriz productiva sustentable.

Teniendo como marco conceptual la bioeconomía (entendida como el desarrollo sustentable sobre la base de la captura de energía libre y su transformación en bienes a partir del uso de seres vivos como convertidores de materias primas³) se resignifica el rol de los RRNN y, en ese contexto, la agricultura tiene un papel protagónico.

A diferencia de lo ocurrido en el pasado, el agro argentino está inmerso en un cambio tecnoproductivo con un escaso rezago internacional que lo ubica competitivamente en el escenario internacional y le abre las puertas a nuevas posibilidades de desarrollo. De allí que se resignifique el rol de las innovaciones y su institucionalidad aplicadas a la agricultura como primera etapa de un modelo económico basado en la industrialización de los RRNN.

Las preguntas son casi inevitables. ¿Las recientes mejoras de la productividad agrícola (y los futuros desarrollos a partir de ella) guardan relación con el desempeño del sistema nacional de innovación? ¿Cómo se innova en el agro argentino? ¿Qué especificidades propias tiene la actividad, que demanda un diseño particular de políticas públicas especialmente en materia innovativa? ¿Con qué objetivos, instrumentos e institucionalidad?

Para analizar estos temas, en una primera sección se pasa revista de manera sucinta al enfoque del SNI: estructura formal, sus principales instituciones, dinámicas de funcionamiento, medición de recursos y resultados, con énfasis en las específicamente orientadas al agro. Se trata de esbozar el soporte teórico para abordar el análisis de los respectivos subsistemas específicos.

La sección 2 gira en torno al análisis de la forma en que el innovador agropecuario percibe y articula su propio subsistema sobre la base de la institucionalidad existente.

³ Como respuesta a los nuevos desafíos globales: la alimentación de crecientes masas poblacionales urbanas; el agotamiento de las fuentes tradicionales de energía (dando lugar al uso masivo de biocombustibles) y los problemas de sustentabilidad (habilitando el desarrollo de la “química verde”, centrada en la biodegradación de materiales en escalas temporales humanas).

En la sección 3 se analiza la dinámica de funcionamiento de este subsistema a partir de la experiencia reciente en la adopción de un nuevo paquete tecnológico y organizacional.

Finalmente, en la **sección 4** se reflexiona acerca de los desafíos que enfrentan las políticas públicas ante los nuevos objetivos que plantea un modelo de desarrollo con énfasis en la industrialización de los recursos naturales.

2. EL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN

2.1. De las instituciones de CyT al Sistema Nacional de Innovación

Según la revisión más reciente del Manual de Oslo, una innovación es “*la implementación de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio), o proceso, o un nuevo método de marketing, o un nuevo método organizativo en la práctica de negocios, la organización al interior del lugar de trabajo o las relaciones externas*” (OECD, 2005).

En consecuencia, la innovación no se restringe a la creación de conocimiento mediante actividades de investigación y desarrollo (I+D), sino que incluye también tareas relacionadas con la implementación y comercialización, otorgándole así un claro sentido económico y comercial. Por ello, cobran relevancia los mecanismos de adopción, absorción y adaptación de las innovaciones, aspectos fundamentales a la hora de diseñar políticas.

Con el desplazamiento del modelo de producción “fordista” y la aparición de casos de desarrollo exitosos basados en esquemas más flexibles y rentables, algunos de los desarrollos teóricos que venían gestándose en los márgenes de la disciplina fueron ganando espacio para poder explicar la complejidad que implica la generación y uso del conocimiento como sustento de la competitividad; ello consolida el concepto de innovación como categoría analítica.

Adicionalmente, en un intento por ampliar el marco conceptual, a lo largo de las últimas décadas, se ha extendido el uso de la teoría de sistemas para analizar el proceso de innovación.

Un Sistema Nacional de Innovación es un subsistema de la economía en el cual las instituciones interactúan y se influyen mutuamente en la realización de la actividad innovadora (Freeman, 1987; Nelson, 1993; Lundvall, 1992).

Este enfoque analiza dicha actividad en un sentido más amplio, abarcando productos y procesos innovadores, los esfuerzos de I+D de las empresas y los organismos públicos, así como los procesos de aprendizaje, los mecanismos de

incentivos o la disponibilidad de mano de obra calificada. Se basa en la noción no lineal de los procesos de innovación multidisciplinarios y la interacción en el nivel de la organización, además del intercambio entre organizaciones e instituciones (Balzat y Horst, 2004). Asimismo, el enfoque puede ser aplicado a sectores particulares, como en este caso al agro, teniendo en cuenta sus especificidades (Breschi y Malerba, 1997; Malerba, 2002).

El abordaje del SNI no implica desconocer que el fenómeno posee un fuerte componente individual (*entrepreneur* o empresa), sino que plantea un marco analítico de mayor amplitud donde puedan contemplarse aspectos extraeconómicos. Desde esa perspectiva, se sostiene que el fenómeno tecnológico tiene una connotación altamente sistémica en su generación y difusión y una fuerte impronta evolutiva. Cambia así el marco analítico que encuadra el problema y se replantean algunas cuestiones como objeto de análisis, a saber:

a) Los objetivos del sistema en su conjunto.

- Inicialmente, el eje de la preocupación es la innovación, es decir, las variaciones en el acervo tecnológico de las organizaciones públicas y privadas que integran el sistema y su aplicación comercial exitosa.
- Prima la idea del resultado asociado a la solución de un problema o concreción de una estrategia, además del esfuerzo necesario para lograrlo.
- Se introducen así otras dimensiones temporales, a la vez que se amplía la variedad de activos tecnológicos no patentables.
- Se trata de un concepto más cercano al conjunto de actividades de las empresas: su entorno, decisiones y estrategias.
- Un tema central se refiere a las formas de relación, los incentivos y las dinámicas operativas establecidas entre las distintas categorías (I+D, ciencia, básica y/o aplicada, tecnología, difusión y absorción) que contribuyen al proceso de innovación.
- Otros temas pertinentes son los procesos de fijación de los objetivos (comunes e individuales), su evaluación y corrección/ajuste temporal, la relación entre planes públicos y estrategias privadas, etc.

El agro argentino –como veremos en las secciones siguientes– es un caso de interés analítico sobre estos temas.

b) Los agentes (organizaciones) que componen el sistema.

- Se incluye la descripción de su estructura: tamaño, forma de organización, etc.
- Se describe su conducta: actividades que realizan en el campo de la generación de conocimiento y ganancias de competitividad, objetivos individuales, motivaciones, sistemas de incentivos, etc.
- Considera no solo las instituciones públicas y otras entidades sin fines de lucro, sino también las empresas productoras de bienes y servicios.

De allí que –en el marco de este trabajo– exista la necesidad de establecer sucintamente la estructura del negocio agrario argentino sobre el que operan actualmente las innovaciones.

c) Las reglas (instituciones) de gobernabilidad entre los agentes, con sus correspondientes jerarquías. Existen algunos elementos centrales en estos aspectos que guían la conducta de las firmas:

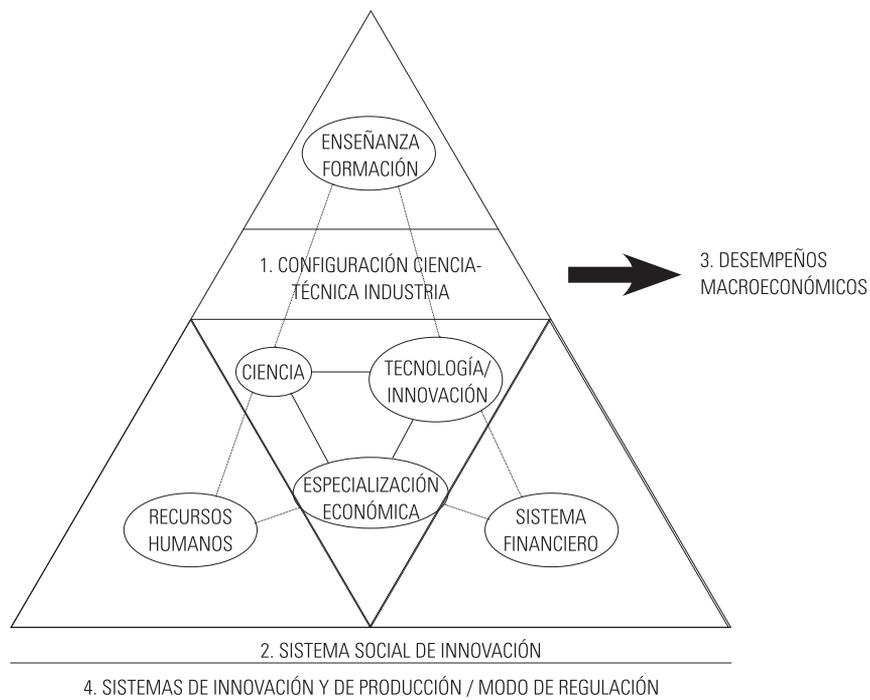
- una determinada jerarquía con cierta distribución de roles (niveles de coordinación, ejecución, etc.), tanto al interior de la empresa, como de las diferentes cadenas de valor;
- reglas de comportamiento que guían la operatoria cotidiana de los agentes con sus pares locales o del exterior;
- mecanismos de aprendizaje y corrección para establecer normas de funcionamiento y fijar objetivos;
- sistemas de incentivos.

En todos los casos existen dos planos analíticos diferenciados relativos a: 1. Las organizaciones individuales (públicas y privadas) y 2. El conjunto institucional como sistema en sí.

d) La relación del sistema con el entorno en el que opera.

- Inicialmente, obliga a delimitar el sistema y
- permite analizar la relación (en ambas direcciones) entre los cambios operados por el sistema y el entorno. Es decir, la innovación es el resultado de la interacción entre varios subsistemas (ver Figura 1).

Figura 1
DEL PERFIL CIENTÍFICO Y TÉCNICO A LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN Y PRODUCCIÓN



Fuente: Amable, Barré y Boyer (1997).

e) Desde esta visión se puede establecer que el sistema de innovación está conformado por y se retroalimenta de:

- el subsistema científico;
- el subsistema de educación y formación;
- el subsistema financiero y
- las diferentes facetas de intervención estatal que impactan sobre la conducta innovadora: la infraestructura, la legislación, la educación, la actuación sobre fallas de mercado (economías de escala, información asimétrica, etc.) y los mercados externos (subsidios, impuestos, barreras, tipo de cambio).

La aplicación del concepto de sistema a las actividades de innovación amplía el objeto de análisis, respecto de las visiones convencionales circunscritas, por lo general, a organizaciones públicas y de corte individual. Desde esa óptica, el análisis de un caso nacional o sectorial concreto puede llevarse a cabo con mayor amplitud

incorporando las conductas y motivaciones de los agentes, sus relaciones, los incentivos vigentes y la relación entre el sistema de innovación y el entorno.

Dado que la innovación es un fenómeno que se concibe sistémicamente es que este presenta una complejidad multifacética a la hora de diseñar políticas.

2.2. El Sistema Nacional de Innovación desde la visión del usuario/innovador

Frente a este tipo de esfuerzo y enfoque, cabe preguntarse cómo perciben el SNI los usuarios; es decir, los innovadores que implementan el proceso⁴. El límite que cada uno de ellos tiene en el momento que participa y se relaciona en un SIN se compone de las siguientes variables:

- el conocimiento de los actores del sistema;
- la oferta de tecnologías a disposición;
- la disponibilidad de capacidades técnicas para resolver problemas puntuales;
- el catálogo de proyectos de investigación que está desarrollando cada uno de los agentes y
- la existencia de otros agentes económicos con preocupaciones similares, iguales o concurrentes.

En otro orden, los requerimientos de los usuarios en muy pocos casos son explícitos, más bien son percepciones o demandas difusas. A menudo se formulan utilizando un lenguaje y una metodología distintos a los empleados por los “oferentes” del sistema, especialmente las instituciones públicas. Son, por ello, relaciones imperfectas y plagadas de asimétricas de información; tienen especificidades en el campo agrícola asociadas a la cambiante naturaleza del objeto de trabajo y su constante evolución en cada ciclo de cosecha.

Cabe añadir las habituales asincronías entre la generación de tecnología o de innovaciones y su uso concreto. Los tiempos de creación de nuevo conocimiento no suelen ser congruentes con las urgencias que enfrentan las empresas, por lo que, a la hora de optar por distintas innovaciones, las decisiones se ven

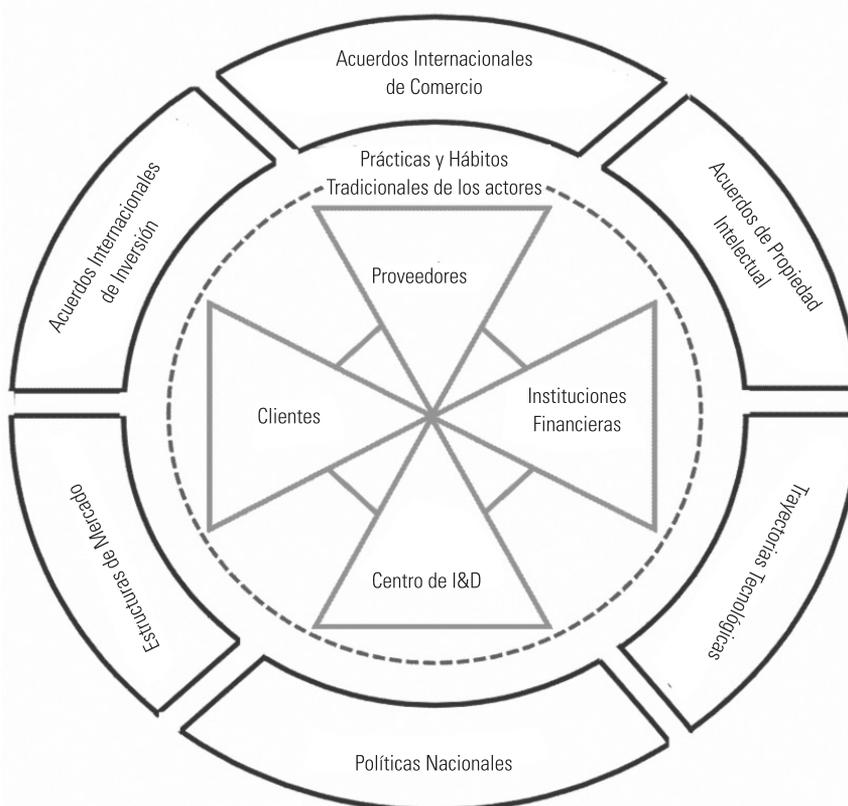
⁴ Utilizamos el concepto de usuario/innovador, pues permite incorporar tanto a las organizaciones privadas como al propio sector público, especialmente en lo relativo a los organismos descentralizados que llevan adelante innovación.

condicionadas por la perentoriedad, más aún en actividades biológicas en que los tiempos los marca la naturaleza, y la variabilidad de respuestas es una constante.

Por último, mientras que la oferta del sistema tiene como eje, por lo general, el desarrollo de tecnologías de procesos o productos plenamente contenidas en algún tipo de soporte físico (máquina, computador o papel) que permita su plena transferibilidad, los usuarios/innovadores habitualmente requieren soluciones particulares, sobre todo quienes manipulan seres vivos. Como resultado, la articulación del usuario/innovador con el sistema de innovación –cuando existe y se refiere a una actividad/producto específico– es fuertemente asimétrica en información, uso del lenguaje, temporalidad y contenido temático.

Estilizadamente, en la Figura 2 se puede visualizar al usuario/innovador en el centro de una diana, influido por una diversidad de factores que van moldeando su conducta innovadora y conformando su propio subsistema de innovación.

Figura 2
COMPONENTES DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN



Fuente: Mytelka (2000).

Mientras que en el enfoque genérico del SNI existe un esquema de jerarquía, su operatoria real parece modelar otra perspectiva:

- el usuario/innovador, por lo general, “desarrolla” su propio subsistema a partir de problemas y desafíos innovativos particulares;
- tiene menos en cuenta las jerarquías y más las relaciones concretas a las que accede;
- maneja información parcial, segmentada y no siempre técnicamente objetiva;
- trabaja en función de objetivos cambiantes convalidados por el propio mercado;
- suele valorar más los resultados operativos cotidianos (por presión del mercado) que los esfuerzos científicos de largo plazo.

Todo ello en un marco de asimetrías de información, racionalidad limitada y, eventualmente, comportamientos de tipo *moral hazard*, guiado bajo la lógica de que las innovaciones son una herramienta para el logro de objetivos económicos.

Desde la óptica del usuario/innovador, los sistemas de innovación difieren en su funcionamiento, características y resultados según el tipo de actividad y situación específica.

Existe una estrecha relación entre el tipo de subsistema que se genera, su eficiencia y pertinencia, y las características de cada tipo de usuario/innovador, su localización, desarrollo previo y percepción del futuro. Así, se vincula la complejidad de los sistemas de innovación con las características de las formas de organización de la producción específica de la actividad a analizar.

3. EL SUBSISTEMA DE INNOVACIÓN DESDE LA VISIÓN DEL INNOVADOR AGROPECUARIO

3.1. La red de innovación en el agro. ¿Quién es el innovador?

A partir de la perspectiva desarrollada previamente, nos centraremos en la conformación estructural y dinámica de funcionamiento del subsistema de innovación agrícola argentino⁵.

En primer lugar, cabe identificar quiénes son los agentes económicos en las producciones agrícolas que motorizan a las innovaciones. La respuesta tradicional remitiría al productor agropecuario que, generalmente, controlaba el recurso natural (tierra), poseía máquinas propias y detentaba el conocimiento para armar un paquete tecnológico apropiado a cada suelo y condición climática.

Contemporáneamente, en el caso argentino y en otras economías agrarias relevantes, la agricultura se basa en un modelo de organización donde se separa la propiedad de la tierra de su uso, vía arrendamiento de los propietarios a empresas de producción agropecuaria (EPA); o bien las EPA tercerizan parte relevante de las actividades a favor de los contratistas de servicios agropecuarios, a la vez que adquieren una variedad de insumos industriales.

De esta forma, las EPA detentan el control del proceso de producción, pero el desarrollo *in situ* de las actividades corre por cuenta de una amplia gama de servicios provistos por contratistas especializados y de empresas agropecuarias tradicionales integradas verticalmente.

En esta remozada estructura local, alrededor de 2/3 de la superficie cultivada se desarrollan en terrenos alquilados, mientras que el resto corresponde a productores tradicionales con tierras propias (Anlló *et al.*, 2013; Reca *et al.*, 2010).

Complementariamente, un porcentaje similar –en promedio para una decena de actividades que conforman un ciclo de cosecha– corresponde a las ac-

⁵ Este tiene como referente y parte relevante al subsistema formal de CyT, cuyos rasgos estructurales, recursos involucrados y principales resultados son relevados en el Anexo.

tividades desarrolladas por los contratistas de servicios (MINAGRI, 2014). En otro orden, excluidos los alquileres, 2/3 de los costos corresponden a insumos industriales de uso específico (Calzada y Corina, 2015).

A partir de esta estructura productiva, se identifican tres perfiles de agentes económicos que son los responsables de decidir e instrumentar las innovaciones: las empresas agrícolas tradicionales, las EPA y los contratistas de servicios agropecuarios.

Las empresas agrícolas tradicionales (otrora epicentro del agro argentino y hoy en fuerte retroceso y recomposición):

- detentan el control de la tierra vía propiedad y cuentan con maquinaria propia y un elenco estable de trabajadores (mano de obra familiar o contratada);
- el productor decide qué, cómo y cuándo sembrar, sobre la base del control de factores de producción propios y el conocimiento tecnológico acumulado y fortalecido por los *staff* de profesionales;
- la base de su negocio es tanto la rentabilidad de corto plazo asociada a cada ciclo productivo, como la capitalización a largo plazo de ciertos activos: tierra, genética animal y vegetal⁶.

Las EPA:

- se articulan basándose en la contratación casi total de los factores productivos para el desarrollo de uno o varios ciclos de cosecha;
- arriendan el grueso de la tierra a cultivar;
- subcontratan todos los servicios;
- adquieren una gran cantidad de insumos provenientes del sector industrial (semillas, fertilizantes, herbicidas, etc.) y, en el extremo opuesto, colocan las cosechas al final del ciclo;
- son empresas que, en lo esencial, coordinan factores de producción teniendo en vista un mercado de futuro, a partir del conocimiento de mercados, tecnologías y acceso a diversas fuentes de financiación⁷.

⁶ Un modelo de negocio similar en su estructura al de las empresas industriales integradas, con grandes inmovilizaciones de activos físicos especializados y dedicadas a producir bienes serios con ganancias de economías de escala.

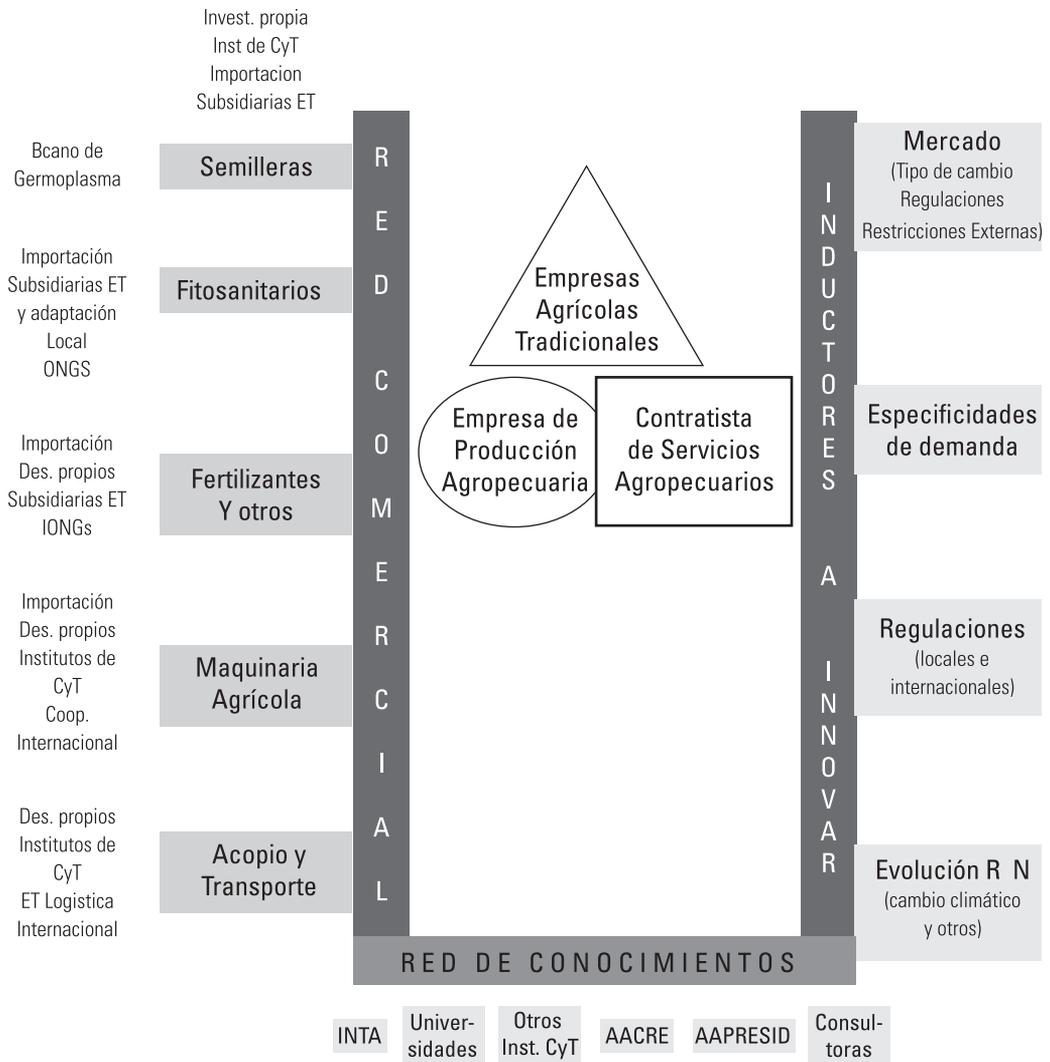
⁷ Es un modelo similar al de las organizaciones industriales y de servicios concebidas bajo la lógica de redes de contratos, con activos específicos repartidos entre distintos estamentos de la red, con un amplio mix productivo que se sostiene sobre las economías de variedad.

Los contratistas de servicios agropecuarios:

- brindan una amplia gama de servicios: siembra, fumigación, seguimiento y control, cosecha, almacenamiento y clasificación de granos, nivelación/preparación de suelos, poda, etc.;
- son los operadores reales de buena parte del proceso productivo, ya que implementan cotidianamente las innovaciones y desarrollan procesos de aprendizaje *on the job*;
- poseen diversas maquinarias específicas (sembradoras directas, fumigadoras autopropulsadas, embolsadoras, cosechadoras, etc.) de creciente sofisticación (con monitores de desplazamiento, suministro *on line* de información de rendimientos), en constante evolución técnica y manejo operativo especializado. Por lo general, se accede a estos equipos vía endeudamiento bancario sobre maquinarias sujetas a rápida amortización tecnológica⁸.

⁸ Se trata de unas 14.000 a 16.000 empresas proveedoras de diversos servicios, responsables de algo más del 60% de la siembra directa, el 75% de las fumigaciones, el 95% de la cosecha, el 90% del ensilado y el 100% de la sistematización del riego y la forestación, con un nivel de facturación estimado entre 1.800 y 2.300 millones de dólares anuales. Son los responsables directos de alrededor del 70% de la aplicación de unos 8.000 millones de dólares de insumos que demanda una campaña anual de cosecha (MINAGRI, 2014).

Figura 3
ESTRUCTURA DE LA RED DE INNOVACIÓN DEL AGRO ARGENTINO



Fuente: Elaboración propia.

Las innovaciones se acompañan con los ciclos productivos. Al inicio de estos, se toman decisiones tecnológicas y comerciales básicas (qué sembrar, con qué densidad, cómo financiar, qué instrumentos de cobertura utilizar, etc.) que en el transcurso del proceso pueden ser modificadas y/o complementadas (uso de herbicidas, insecticidas y fertilizantes; forma y tiempo de cosecha, elección del sistema de almacenamiento, etc.). Ello sienta las bases para que la trilogía de innovadores desarrolle su propio proceso de aprendizaje.

Las innovaciones responderán, pues, a razones económicas impulsadas desde la oferta o la demanda y a los desafíos que constantemente plantean ambientes (temperaturas, lluvias, etc.) y evoluciones de la propia biología (malezas, insectos, etc.).

3.2. Los insumos para las innovaciones agrarias

¿Cómo se abastecen de insumos y conocimientos (desincorporados) los innovadores? Inicialmente, modelan sus innovaciones a partir de información e insumos que les llegan por las redes comerciales. A ello se suman los oferentes de conocimientos operacionales sobre el proceso productivo, comercial y financiero: entidades privadas sin fines de lucro, consultoras, universidades nacionales y extranjeras, organismos públicos de CyT.

Finalmente, las empresas demandantes de granos, los entes regulatorios locales e internacionales y/o la voz de los propios consumidores modelan incentivos para direccionar a la innovación.

Como es de esperar, tanto en el armado del paquete tecnológico como en su posterior implementación, a lo largo de cada cosecha, los innovadores desarrollan un proceso de aprendizaje que retroalimenta a la red. En ese paquete técnico los derechos de propiedad tienen particularidades propias de la actividad⁹.

3.2.1. Aprovechamiento de insumos tangibles

Semillas. Es el insumo clave a partir del cual se articula buena parte de la función y del proceso productivo. Se originan en el trabajo de los fitomejoradores, cuyo

⁹ Las mejoras en las semillas son alcanzadas por los derechos de obtentores vegetales, mientras que los genes y derivados (secuencias génicas, procesos de aislamientos, *kits* de diagnósticos) son del ámbito de las patentes (este sistema cubre también a las moléculas básicas de la mayoría de los fitosanitarios de origen petroquímico y algunos desarrollos de maquinaria agrícola). A ello cabe sumar las protecciones a las marcas. Salvo esos casos, el grueso de las tecnologías –especialmente las de proceso– es de libre apropiación, dado que la velocidad de las innovaciones (que se acompaña con la constante aparición de desafíos tecnológicos) supera a los (extensos) lapsos de gestión de derechos de propiedad.

resultado son las variedades de los diversos cultivos¹⁰. Argentina tiene una larga historia en el desarrollo de semillas¹¹.

En este sendero, la reciente irrupción de la biotecnología afecta la actividad en tres planos:

1. el uso de técnicas biotecnológicas aplicables al fitomejoramiento tradicional¹²;
2. la transgenia: logrando resistencia o tolerancia a determinados efectos a partir de la introducción de genes de otras especies;
3. la mutagénesis: “guiando” con cierta precisión el proceso de mutación natural dentro de la misma variedad/especie.

Argentina se incorporó tempranamente al selecto grupo de países que “fabrican” semillas usando la biotecnología. Los lanzamientos de las semillas de soja, maíz, algodón (transgénicos) y arroz y girasol (mutagénicos) datan de mediados de los años 90 y fueron simultáneos a los primeros usos comerciales exitosos, pero con una dinámica de difusión mucho más pronunciada (Trigo, 2011; Campi, 2013). A la fecha, se encuentran aprobados para su liberación comercial 30 tipos de semillas transgénicas resistentes a distintos insectos y tolerantes a herbicidas.

Se estima que la actividad semillera tiene una facturación que ronda los 950-1.000 millones de dólares anuales¹³. De ese total, unos 500 millones corres-

¹⁰ Son escasos los materiales genéticos originarios de Argentina (unos pocos maíces, variedades de quinoa, etc.). La mayor parte proviene de introducciones foráneas, algunas con la inmigración y otras más recientes (como la soja o la canola), que demandan un proceso adaptativo a las condiciones locales.

¹¹ Se trata de un sendero evolutivo que se inicia con la introducción –a fines del siglo XIX– de los primeros materiales en los cultivos de trigo y maíz, con la presencia de fitomejoradores privados e institutos públicos. Merecen señalarse algunos hitos: 1) las primeras empresas mejoradoras de trigo que se establecieron a inicios del siglo XX; 2) los esfuerzos del sector público para establecer líneas de investigación a partir de investigadores extranjeros (a partir de los años 20) e institucionalidades para regular el mercado (Instituto de Semillas); 3) el desarrollo (temprano en perspectiva internacional) de los híbridos de maíz y 4) la introducción del germenoplasma mexicano a mediados de los años 70.

¹² La más conocida es la de marcadores moleculares, que permite identificar la presencia de los rasgos deseados sin necesidad de desarrollar todo el ciclo productivo. Secuenciación de genes e identificación de rasgos mutantes son otras.

¹³ Otras estimaciones, referidas a la cuenta de semillas en la contabilidad de la producción agraria, indican unos U\$S1.500 millones para 2007 (Lódola et al., 2010) y U\$S1.761 para 2010, cifra que contiene las ventas de inoculantes; al detraer estos, ronda los U\$S1.600 millones (AACREA, 2012). La diferencia –respecto de los U\$S1.000 millones contabilizados por las cámaras sectoriales– responde a los costos de comercialización y a la presencia de semillas de reproducción ilegal.

ponden a maíz, un cultivo alógamo y sujeto a hibridaciones, del cual alrededor del 80% son semillas genéticamente modificadas (GM). Poco más de 200 millones de dólares corresponden a soja (98%, semillas GM) y 55 millones, a trigo, un cultivo autógeno, pasible de segundas reproducciones sin mayor pérdida de atributos, con los consiguientes problemas de derechos de propiedad intelectual.

Otros cultivos de menor porte, como el girasol, el sorgo, la cebada, el centeno y las semillas forrajeras, completan el panorama.

La actividad está conformada por unas 900 empresas que emplean de manera directa 8.200 personas, entre las cuales destaca la actividad de unos 700 investigadores y genetistas, con un gasto en I+D que ronda los 47 millones de dólares anuales (Bisang y Pontelli, 2012)¹⁴.

En otro orden, se verifica un creciente proceso de exportación de semillas que oscila en torno a los 280 millones de dólares anuales. Se trata de una actividad altamente innovadora. Si se consideran los cuatro cultivos principales (maíz, soja, trigo y girasol), anualmente se aprueban alrededor de 200 nuevas variedades.

Fitosanitarios. Se trata de una multiplicidad de productos (herbicidas e insecticidas) para atender malezas e insectos o reponer nutrientes químicos al suelo. Ello deriva en una variada oferta que tiene en común la matriz industrial (muy intensiva en conocimiento) y el rol de los canales comerciales como vía de llegada a los productores y contratistas de servicios agropecuarios.

A nivel de herbicidas, el producto central es el glifosato, complementado por otros productos más focalizados en sus efectos. La preeminencia del glifosato se asocia a las semillas GM (soja, maíz y algodón) tolerantes a dicho herbicida. Su oferta se reparte en proporciones similares entre la importación y la producción local.

Se suman otros herbicidas de menor relevancia económica, pero importantes para tratamientos de malezas resistentes, de reciente aparición. En estos casos, la oferta es altamente concentrada, con una fuerte presencia de empresas extranjeras; en la mayoría, se trata de productos formulados localmente a partir de la importación de principios activos provenientes del exterior. Según datos de la cámara empresaria, alrededor de un 20% de las ventas anuales son productos que significan una mejora para los usuarios respecto de la campaña previa (CASAFE, 2010).

El mercado actual de herbicidas e insecticidas tiene una fuerte presencia de empresas multinacionales, basadas en el desarrollo de las moléculas químicas básicas sujetas a derechos de propiedad intelectual. Las firmas locales son esen-

¹⁴ En todos los casos las conversiones de pesos a dólares se realizan usando el tipo de cambio promedio anual, cotización oficial publicada por el Banco de la Nación Argentina.

cialmente formuladoras y/o importadoras de producto. Anualmente (2012), la actividad agraria absorbe 2.380 millones de dólares, de los cuales el 63% corresponde a herbicidas (70% a glifosato) y el resto a insecticidas (16,2%), fungicidas, acaricidas y otros (Kleffman Group, 2013; CASAFE, 2010).

En ambos casos, las empresas proveedoras de insumos desarrollan localmente actividades de prueba y adaptación a las condiciones locales en sus propios campos y laboratorios. Generan así conocimientos específicos que son transmitidos a los usuarios finales junto con las indicaciones sobre las formas de uso, mantenimiento y deposición de residuos finales (especialmente los envases plásticos). Esas “instrucciones de uso” suelen variar por campañas, de acuerdo a las variaciones en las condiciones agroecológicas.

Varias de las empresas proveedoras de fitosanitarios son, a su vez, productoras de semillas (la mayoría GM), lo cual modela una estrategia tendiente a la venta de paquetes tecnológicos completos con márgenes de flexibilidad que les permiten adaptarse a distintas zonas de producción¹⁵.

Fertilizantes y otros (inoculantes, promotores de crecimiento). A grandes rasgos, los cultivos absorben tres nutrientes centrales: nitrógeno, potasio y fósforo. El primero es abundante en la naturaleza y pasible de ser repuesto a partir del propio proceso de producción agrícola (regeneración), mientras que los dos restantes son minerales (con *stocks* naturales inciertos) y se reponen en la medida en que se incorporen externamente.

Para la incorporación de nitrógeno existen dos vías: 1) fertilizar utilizando urea o 2) captar nitrógeno del aire en función de la autoproducción y captura de este mineral por parte de la propia planta (inoculantes). Entre la extracción de nutrientes y la reposición se produce un claro desbalance en nitrógeno (37%), fósforo (50%) y potasio (99%) (CIAFA, 2014).

Adicionalmente, la reposición de carbono (principal constituyente de los vegetales) al suelo se asocia con la incorporación de rastrojos u otra práctica de cultivo. Esta reposición es importante para la mantención de la materia orgánica y de la estructura del suelo y conlleva una serie de beneficios para la sustentabilidad del sistema productivo.

¹⁵ Empresas como Monsanto, Syngenta y Dow Chemical ofrecen paquetes de soluciones completas a determinados perfiles de demanda de los productores que, a su vez, responden a las propias especificidades de zonas particulares. La tendencia que se modela más recientemente es hacia el apilamiento de varios genes que modifican las semillas (de soja o de maíz) y, como contrapartida, paquetes consorciados de distintos herbicidas. De esta forma, estas empresas prediseñan soluciones ad hoc para el tratamiento de cada desafío productivo particular.

El sector en su conjunto incorpora anualmente unos 3.200 millones de toneladas de fertilizantes, de los cuales un 65% es importado. En fertilizantes nitrogenados, la oferta es local en su casi totalidad¹⁶; mientras que en los fosfatados, la dependencia externa es decisiva. El mercado global ronda los 1.460 millones de dólares anuales.

A los fertilizantes industriales se suman otros de origen natural. Una manera de incrementar artificialmente la disposición de nitrógeno para la actividad agrícola es a través de la Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN), proceso que permite fijar el nitrógeno atmosférico que no puede ser asimilado de forma natural por los vegetales¹⁷.

Cuando en el suelo no se dispone de las cepas de las bacterias (rizobios) adecuadas para la fijación del nitrógeno, al inocular se agregan cepas seleccionadas sobre la semilla o el suelo. El mercado argentino de inoculantes es de larga data, pero tiene un crecimiento exponencial a partir del desarrollo de la soja.

En buena medida, el desarrollo empresario guarda cerrada relación con varias instituciones públicas, en especial el INTA, que provee las cepas para su posterior reproducción y acondicionamiento privado para el ingreso al mercado de las semillas.

En la actualidad existen en el mercado unas 30 empresas productoras de inoculantes, entre las cuales se destacan tres, con una participación del orden del 70%. Su nivel de facturación ronda los 100 millones de dólares anuales, con un empleo de unas 800 personas (en producción) y poco más del 2% de las ventas destinadas a I+D (Bisang, 2014).

Maquinaria agrícola. La centenaria producción argentina de maquinaria agrícola sirvió de base para el desarrollo de los equipos asociados con el nuevo modelo tecnoproductivo. Su puesta en marcha dinamizó la actividad que, a lo largo de los años 80, crecía a una moderada tasa como respuesta a las escasas demandas derivadas desde el propio sector agrario.

En este caso, es importante señalar que el mercado de maquinaria agrícola históricamente se divide en un 50% para la producción nacional (sembradoras directas, pulverizadoras, tolvas y otros) y un 50% para la oferta de importados (grandes multinacionales que venden tractores y cosechadoras).

¹⁶ La producción local de nitrogenados está en manos de una única empresa productora de urea –a base de gas– de capitales extranjeros.

¹⁷ El proceso es clave para las leguminosas (el nitrógeno es un nutriente crítico para ellas), que poseen raíces provistas de nódulos que en simbiosis con bacterias que son parte del medio biótico del suelo les permiten asimilar nitrógeno atmosférico mediante la FBN.

La rápida difusión del nuevo paquete tecnológico se dio en simultáneo con el desarrollo de la industria de maquinaria agrícola que, internamente, modificó su oferta en varias direcciones:

- los nuevos equipos desplazaron a los tradicionales impulsores de la actividad;
- se readaptaron algunas empresas para volcarse a las nuevas demandas y aparecieron empresas líderes en la oferta de equipos;
- se generaron capacidades técnicas y productos altamente competitivos en los mercados externos, con lo cual se estatuyó como actividad estratégica complementaria, especialmente para las empresas líderes y especializadas.

Las ventas anuales (2013) al mercado interno de maquinaria agrícola rondan los 1.250 millones de dólares, de los cuales 750 millones corresponden a empresas nacionales y el resto a firmas multinacionales establecidas en el país, o bien importaciones de productos terminados.

Existe una clara diferencia de submercados: las empresas locales tienen mayor predicamento en sembradoras directas, tolvas, embolsadoras y fumigadoras autopropulsadas; mientras que las empresas multinacionales dominan el mercado de las cosechadoras y los tractores (donde también existen firmas locales, pero con una fuerte dependencia externa en el abastecimiento de partes y piezas).

Se trata de una actividad altamente innovadora, con constantes lanzamientos de nuevos productos. Se estima que, en promedio, entre un 20% y 25% de las ventas anuales son productos que representan innovaciones para los usuarios, mientras que el resto es reposición normal de equipos (Bragachini, 2014).

Red comercial. Las grandes empresas proveedoras de semillas y biocidas –masivamente multinacionales– han establecido una profusa red de distribución centrada en la figura comercial del Centro de Servicios. Se trata de establecimientos técnico-comerciales a cargo de profesionales que ofrecen semillas, herbicidas, servicios técnicos y financiamiento (bajo la forma de adelanto de los insumos a cobrar contra la recolección de cosecha).

Los servicios técnicos se refieren a una amplia gama de actividades: análisis de suelo; selección de la semilla más adaptable al suelo/ambiente; diseño del *mix* de fertilizantes; plan de aplicación de herbicidas y seguimiento de cultivo. Por lo general, forman parte del argumento de venta de los bienes físicos (semillas, herbicidas, insecticidas) y se apalancan con la financiación de esta parte del capital circulante.

Considerando solo las seis mayores empresas proveedoras de insumos, la red de distribución se conforma de unas 450 bocas de expendio distribuidas en todas las regiones, siguiendo la ruta de desarrollo inicial y posterior expansión de los cultivos anuales más dinámicos.

Se suman los centros de distribución de las cooperativas (en particular, ACA y AFA) y el accionar de otras organizaciones sin fines de lucro (como AACREA y AAPRESID) que se han ido consolidando como ámbitos de difusión de tecnología (incluida en insumos o bajo el concepto de asesoramiento).

Ello implica que el Centro de Servicios desarrolla un seguimiento de los productores a nivel de lote (con datos sobre comportamiento de cultivos, malezas, insectos, etc.) que retroalimenta el esquema de conocimiento del proveedor. Este nodo de generación de tecnología opera en el marco de una red, de la cual se retroalimenta y establece posiciones de dominio jerárquico.

3.2.2. Los proveedores de conocimiento desincorporado para la innovación

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) es un organismo público asociado al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Fue fundado en 1959 y cuenta con una dotación de poco más de 8.000 personas y un presupuesto público anual (2013) del orden de los 363 millones de dólares. Su estructura consiste en una dirección nacional (INTA Central), 15 centros regionales, 51 estaciones experimentales, seis centros de investigación, 22 institutos de investigación, 350 agencias de extensión (de cobertura nacional), un laboratorio en el exterior (LABINTEX) y dos organizaciones privadas (INTEA y ArgenInta) encargadas de gestionar las relaciones de la institución con el medio productivo.

Inicialmente, se centró en la transferencia de conocimiento tácito al productor (con epicentro en las agencias de extensión). A medida que se complejizaba el tramado de agentes agropecuarios, cobró relevancia el desarrollo de semillas y maquinarias y aparecieron mecanismos formales de transferencia, materializados en convenios de vinculación tecnológica: asistencia técnica, transferencia de tecnología e investigación y desarrollo para fines específicos. Entre 2004 y 2012 se cuentan 126 convenios de asistencia técnica, 81 de transferencia de tecnología y 69 proyectos conjuntos de I+D.

El INTA es el mayor “proveedor” de conocimiento mediante tres grandes vías: 1) abastecedor de insumos a los proveedores, especialmente en materia de genética vegetal; 2) generador de múltiples y variadas capacidades humanas y 3) abastecedor de conocimiento desincorporado a los productores y a la red en su conjunto.

Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Situada en la provincia de Tucumán, su fundación data de 1909. Su presupuesto anual es del orden de los 32 millones de pesos (unos 10,6 millones de dólares), que deriva del recaudado sobre las ventas del complejo caña de azúcar en la provincia.

El Consejo Directivo está compuesto por 11 miembros provenientes de la actividad privada; son representantes tanto de ingenios, como de productores y empresas integradas (ingenios con producción propia). El director ejecutivo (perfil técnico) es elegido por concurso.

La EEAOC cuenta con una plantilla de 428 personas, de las cuales 201 poseen títulos profesionales. Desarrolla sus actividades de I+D a partir de una decena de proyectos sobre temas agrarios de neto corte regional. A ello se suman las actividades de extensión¹⁸, capacitación y otras de índole científica (la institución está asociada al CONICET y edita una revista científica indizada).

Desde 2009, cuenta con una Unidad de Vinculación Tecnológica que canaliza las relaciones con el medio productivo y tecnológico. Posee un campo experimental en la sede central y cuatro subestaciones regionales. La institución ha tenido un gran impacto regional sobre los complejos cañeros, citrícolas y de cultivos tradicionales (EEAOC, 2011).

Datos de 2010 indican que se acreditaron 657 publicaciones, tres patentes, seis derechos de obtentores vegetales, 4.723 informes técnicos y 124.000 servicios específicos.

Universidades. Las universidades aportan al subsistema desde dos perspectivas: 1) formación del recurso humano y 2) generación-adaptación y difusión de tecnología. Se trata de 28 instituciones públicas y 15 privadas, que cuentan con una amplia variedad de carreras universitarias¹⁹.

Datos de 2012 señalan que las carreras de ciencias agropecuarias tenían una matrícula en curso de 38.512 alumnos (93% en universidades públicas), con un total de egresados en el mismo año de 1.762 profesionales (Departamento de Información Universitaria, 2012). Si consideramos que el total de alumnos era de 1.824.904 y el de egresados era de 110.360, se concluye que la participación de las ciencias agropecuarias en el total (2,11% del *stock* de alumnos y 1,6% de los egresados) no guarda relación con la relevancia económica de la actividad, ya que la participación del PBI agropecuario y agroindustrial en el PBI argentino ronda el 17%.

¹⁸ Durante 2010 se desarrollaron 117 jornadas/seminarios/días de campo, con una asistencia de 6.169 participantes.

¹⁹ Datos de 2004 indicaban que “*la oferta de programas de educación superior universitaria agropecuaria y en alimentos representa un total de 342 carreras que se distribuye en 94 unidades académicas estatales y 33 privadas*” (Del Bello *et al.*, 2006).

Un trabajo más amplio, que considera ciencias agropecuarias y afines y distintos estadios de la educación superior, tiene similares conclusiones: “En 2004 el total de alumnos en el sistema de Educación Superior Agraria (ESA) y agroalimentaria eran 82.276, de los cuales 73.552 (89%) cursaban estudios en el subsistema universitario y 8.724 (11%) lo hacían en el subsistema de educación superior no universitaria (tradicionalmente conocido como educación terciaria a cargo de institutos terciarios)” (Del Bello *et al.*, 2006).

AACREA. La Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA) nace en 1960 a partir de los Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola establecidos desde 1957 (a semejanza de los CETA franceses). Se trata de una organización privada de empresarios agropecuarios que tiene como objetivo compartir experiencias y conocimientos para aumentar la rentabilidad y lograr el crecimiento económico sustentable de sus miembros. La actividad central es la de difundir/ajustar tecnologías sobre la base de la idea de grupos CREA.

Cada grupo consta de 10 o 12 empresarios agropecuarios que se reúnen mensualmente para compartir experiencias y colaborar mutuamente en la toma de decisiones. Son coordinados por un presidente (empresario voluntario) y un asesor técnico (rentado por el grupo). Actualmente funcionan 224 grupos que nuclean 2.009 productores distribuidos en 18 regionales que cubren la casi totalidad de las actividades agropecuarias. En su conjunto, son responsables de poco menos de 4 millones de hectáreas cultivadas.

Se organizan en cinco áreas de trabajo: 1) investigación y desarrollo²⁰; 2) administración, procesos y gestión de personas; 3) comunicación y marketing; 4) metodología y desarrollo personal y 5) compromiso con la comunidad. Se estima un gasto anual en I+D del orden de los 9 millones de pesos (unos 1,6 millones de dólares), que se amplía a 42 millones de pesos (unos 7,4 millones de dólares) si se consideran todas las actividades de la institución²¹.

En 2013 se desarrollaron 35 proyectos específicos, 505 ensayos y se llevaron a cabo 91 jornadas a campo con la presencia de 8.843 personas (AACREA, 2015). Tiene dos perfiles de personal: 1) miembros CREA que desarrollan actividades voluntarias²² y 2) un *staff* técnico de 68 personas.

²⁰ Contempla los Programas: Trigueros, Maiceros, Ambientes, Mesa de Planes Nacionales; Comisiones de Agricultura, Ganadería y Lechería; Enfoque Económico, Empresa, Índice Verde y Clima.

²¹ Comunicación Personal 18/02/2015. Ricardo Negri, Gerente de I+D de AACREA.

²² Se contabilizan unas 20.000 horas de trabajo voluntario de los integrantes de los CREA.

Desarrolla múltiples actividades con sus asociados: coordinación de los grupos de trabajo, capacitación²³, informes económicos y asesoramiento (general y específico). Un ícono son los congresos anuales de tecnología²⁴. Todo ello bajo la lógica de autosustentabilidad económica de cada actividad en particular.

AAPRESID. La Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) es una organización no gubernamental creada en 1989 que nuclea a productores y técnicos agropecuarios de todo el país.

Centrada inicialmente en la difusión de la siembra directa, tiene como misión impulsar sistemas de producción sustentables de alimentos, fibras y energía, a través de la innovación, la ciencia y la gestión del conocimiento en red.

Está concebida como un sistema para el desarrollo de tecnologías agropecuarias bajo condiciones particulares de productores, con el objetivo de transferir tecnología a diferentes sectores y a todos los socios. Desarrolla sus actividades mediante cinco programas centrales: 1) Agricultura certificada²⁵; 2) Prospecti-

²³ Se dictaron 14 talleres de formación a 425 asesores CREA; 22 talleres para dirigentes y productores, con la asistencia de 320 participantes, a la vez que 120 empresas completaron el Programa de desarrollo de empresa.

²⁴ El Congreso AACREA de 2013 se estructuró sobre la base de 49 presentaciones técnicas, a lo largo de dos días, con una asistencia estimada en casi 5.000 participantes presenciales y 6.492 personas que siguieron *on line* las presentaciones.

²⁵ Basado en el concepto de buenas prácticas agrícolas (donde se inscribe la siembra directa, pero que comprende, además, sistemas de rotaciones de cultivo, fertilizaciones y otros tipos de prácticas culturales), a través de la certificación del proceso productivo a fin de brindar herramientas para una gestión agronómica profesional (vía el registro ordenado de información y el análisis de indicadores de calidad edáfica y de eficiencia) y visualizar socialmente la forma en que los procesos de producción de alimentos certificada afectan positivamente al ambiente. A la fecha tienen 17 productores, 28 campos y 29.835 hectáreas certificadas y otros 100 productores, 197 campos y 140.933 hectáreas en proceso de certificación.

va AAPRESID; 3) Red de Conocimiento en Malezas Resistentes²⁶; 4) Sistema Chacras²⁷ y 5) Programas Regionales²⁸.

Una actividad emblemática de la institución es el desarrollo de las jornadas anuales, que desde 1992 reúnen a más de 2.500 productores que durante dos días debaten temas que van desde la inserción estratégica de la actividad en la sociedad a problemas tecnológicos específicos.

Es una organización privada sin fines de lucro que tiene un presupuesto anual (2013) del orden de los 15,2 millones de pesos (unos 2,8 millones de dólares), de los cuales 65% proviene de servicios generados por los programas y el resto de la cuota societaria. Cuenta con unos 1.560 socios, un *staff* estable de 15 personas y una amplia red de técnicos involucrados en sus proyectos específicos (AAPRESID, 2014)²⁹.

Consultoras. Existe en el mercado un número indeterminado, pero presuntamente relevante de consultoras agropecuarias que venden diversos servicios de asesoramiento comercial, financiero y de gestión.

La creciente sofisticación de los mercados, así como de la gestión cotidiana, deviene en la necesidad de proveerse de sistemas contables de cierta precisión, un tablero de control sobre determinadas variables (*stocks* de productos finales e

²⁶ La REM (Red de Conocimiento en Malezas Resistentes) es coordinada por AAPRESID y conformada por organizaciones públicas (SENASA, INTA, EEAOC, universidades), privadas (AACREA), laboratorios, productores agropecuarios y proveedores de insumos. Sus objetivos son: i) ser una red de alerta y detección temprana para el estudio de casos sospechosos, con la posterior comprobación científica de la resistencia; ii) difundir la problemática orientada a la prevención; iii) crear un sitio web que resuma la información generada sobre los casos estudiados; iv) coordinar acciones público-privadas para generar soluciones a las problemáticas de malezas. Operativamente, cuenta con un director y un gerente de programa que opera a partir de recibir denuncias de casos que deriva a laboratorios específicos para su clasificación sobre la base de parámetros objetivos (mediante un protocolo técnico específico). Cuenta con referentes técnicos regionales que operan como nodos de la red e intermedian entre el caso y el programa; se trata de una veintena de especialistas reconocidos ubicados en las principales zonas de producción.

²⁷ El Sistema Chacras consiste en una red de explotaciones donde se llevan a cabo programas de desarrollo de métodos de cultivos con sentido de experimentación para su posterior transferencia.

²⁸ Operan 33 programas regionales sobre actividades específicas cuyas funciones son el intercambio de la información y del conocimiento; el establecimiento de una red de información y el desarrollo de recursos humanos a nivel técnico y económico.

²⁹ Existen, además, varias nuevas entidades por cadena (incluyen fitomejoradores, proveedores de insumos, productores, industriales y referentes técnicos para cada caso específico) que, si bien tienen menor relevancia económica, son usinas tecnológicas en sus respectivas actividades. Se destacan MAIZAR, ACSOJA, ARGENTRIGO, ASAGIR, PROARROZ, COVIAR (vinos) e IPCVA (carne vacuna).

insumos, rendimientos físicos/rentabilidades de lotes, gestión financiera, cálculos de costos, etc.). Se destaca, en este plano, un número acotado pero creciente de consultoras asociadas con el tratamiento de la información satelital y su aplicación al proceso de producción.

3.3. Rutinas de funcionamiento de la red de innovación agraria

A partir de esta estructura de decisiones sobre innovaciones y “abastecedores” de insumos para las innovaciones, se sostiene que las razones que llevan a innovar, y con ello a convertir recursos naturales de libre disponibilidad en recursos económicos, están íntimamente asociadas con la estructura y forma de funcionamiento de la red agraria.

Examinemos en detalle las rutinas de las empresas de producción agropecuaria (en sus dos variantes) y de los contratistas de servicios agropecuarios a partir del “abastecimiento” de insumos para innovar.

Sus comportamientos recientes están guiados por la búsqueda de rentabilidad y apañados por la firmeza de la demanda internacional que induce mejoras técnicas. Completan el panorama de elementos de inducción a las innovaciones dos fuerzas: 1) las especificidades técnicas que “impone” la demanda (introduce estándares de calidad solo obtenibles vía mejora en los procesos)³⁰ y 2) el marco regulatorio público en sustento de criterios de sustentabilidad ambiental, cuidado de la diversidad, inocuidad y seguridad de cultivos³¹.

¿Por qué innova la trilogía que conforma el nuevo sujeto agrario en la economía argentina? La empresa de producción agropecuaria opera a partir de alquilar tierras, comprar insumos, contratar el grueso de los servicios agropecuarios y colocar el producto final. Es tomador de precios en ambos extremos del negocio (tierras, insumos y granos) en una actividad de alto riesgo (climático e institucional, dada la probabilidad de cambios de precios relativos desde que toma la decisión de sembrar hasta que cosecha el grano).

Este esquema organizacional las obliga a competir para captar tierras en un mercado de arrendamiento donde el conocimiento es tan relevante como asi-

³⁰ Los compradores externos –particularmente la Unión Europea y China– y las empresas internas de molienda determinan los estándares de granos y semielaborados en términos de contenidos proteicos, granos quebrados, niveles de humedad, existencia de cuerpos extraños, etc.

³¹ Se destacan las regulaciones para el lanzamiento comercial de semillas GM (aprobación de la CONABIA), el control de los desmontes (Ley de Bosques desde 2008) y varias legislaciones locales sobre áreas de fumigación.

métrico en su distribución. En sus costos incluyen el valor de los alquileres y/o el costo de oportunidad de las tierras propias.

Sus variables de control tienen dos capítulos: 1) elegir la mejor tecnología disponible y ajustar con precisión su implementación; 2) gestionar el riesgo inherente a estas producciones a lo largo del ciclo (usando desde seguros climáticos hasta coberturas de precios a futuro en los mercados globales).

En tanto que sus activos críticos son:

- el conocimiento preciso del mercado de alquileres de tierras;
- el acceso a las fuentes de financiamiento, especialmente las alternativas a los mercados financieros tradicionales;
- la articulación con el mercado de contratistas y servicios;
- el poder de negociación con los proveedores de insumos y
- el dominio de las modernas tecnologías aplicadas a la producción que les permite ubicarse en la frontera del conocimiento.

En todos los casos, el conocimiento es sinónimo de valor económico y las innovaciones, que a lo largo de cada ciclo productivo implementan las EPA, son uno de los pilares de la competitividad.

La tecnología que sustenta sus actividades tiene un componente inicial contenido en los insumos y otro complementario bajo la forma de conocimientos no codificados (como el armado del paquete de insumos óptimos para cada lote de producción), que nutriéndose de diversas fuentes se van generando internamente y que, a menudo, requieren la incorporación de profesionales. Ergo, las EPA rápidamente se profesionalizan.

¿Por qué innova el contratista de servicios agropecuarios? La vía que encuentra para acrecentar beneficios y capitalizarse es rotar el capital semifijo (maquinaria agrícola) a alta velocidad tratando de expandir la producción a lo largo del territorio, teniendo como limitantes variables que no controla, como el clima, disponibilidad de tierras en manos de empresas que requieran subcontratación, etc.

En otros términos, las empresas de servicios deben utilizar plenamente sus equipos e incorporar innovaciones para captar contratos, incrementar la tasa de uso y, en consecuencia, sus niveles de beneficio, más aún cuando sus ingresos sean en función del rendimiento y/o un porcentaje de la cosecha total (Lódola, 2008).

La necesidad de utilizar intensivamente el capital reduce el lapso de amortización generando un rápido recambio de maquinaria, lo que facilita la incorporación de innovaciones (Lódola *et al.*, 2005). Para ello debe conseguir trabajo, lo cual obliga a su constante movimiento a las zonas de cultivo que se desarrollan a

lo largo de un meridiano, pues un cultivo puede tener ciclos desfasados casi en un cuatrimestre a lo largo del año³².

De esta forma, las empresas agropecuarias y los contratistas de servicios, como involucrados y decisores directos del agronegocio, son “vectores de innovación”, dada su constante búsqueda de mejoras productivas como clave de supervivencia en los negocios a fin de captar la rentabilidad que supone una demanda creciente y competitiva.

El complemento al esquema es la dinámica tecnológica de los proveedores de insumos. Guiados por el incentivo económico, los oferentes de semillas, inoculantes, coadyuvantes, fungicidas, fitosanitarios, fertilizantes e incluso maquinaria agrícola, no solo aprovisionan a contratistas, agricultores integrados y a las EPA, sino que, además, inducen innovaciones que conllevan procesos de aprendizaje, fortalecidos a través de las instrucciones de uso, cursos de capacitación, difusión de conocimiento general y otras vías de pasaje de información.

Se trata de empresas interesadas en la dinámica innovativa de los reales efectores que, en cada una de sus actividades, llevan a cabo constantes procesos de cambios menores y aprendizaje, desarrollando, en algunos casos, verdaderos modelos de procesos agrícolas a nivel de laboratorio que son pasibles de ser transferidos a contratistas y productores agropecuarios, en sus diversas formas³³. En cierto modo, los proveedores de insumos y servicios son parte de una red de innovación “externa” a los tomadores de decisiones, ligados a su sendero evolutivo.

³² La campaña de un contratista tiene inicio en el norte (con la siembra temprana desde la perspectiva del tradicional cordón maicero central) y termina unos 3-4 meses más tarde en el sur (con la siembra tardía), permitiendo el desplazamiento de la maquinaria. Ello implica, además, un efecto epidémico en la difusión de la tecnología que es viabilizado, precisamente, por la trashumancia de los contratistas de servicios agropecuarios.

³³ Las empresas productoras de semillas “diseñan” variedades bajo condiciones de laboratorio con rendimientos óptimos en función de parámetros controlados de ambiente (humedad, fertilidad del suelo, cantidad de luz, etc.). Estos laboratorios son similares a las instalaciones de I+D de las empresas industriales, con el aditamento de poseer campos experimentales cerrados e integrados al laboratorio (por ejemplo, invernáculos) que sustentan un modelo de retroalimentación entre I+D. El paso siguiente es lograr que el proceso a campo se ajuste a las condiciones de manejo preestablecido para que la semilla “expresé” todo su potencial cuando enfrente un ambiente más complejo y variable. Ello se viabiliza a través de sugerencias a los usuarios sobre el proceso de siembra, seguimiento y cosecha.

3.4. Resultados

Los indicadores acerca del comportamiento innovador de la red en su conjunto pueden aproximarse desde dos perspectivas: 1) la evolución ocurrida en el aprovisionamiento de “insumos” para innovar y 2) los resultados operativos de su aplicación concreta.

Respecto al primero de los temas, en la industria semillera, cabe resaltar los lanzamientos anuales de nuevas variedades, amparados por los derechos de propiedad intelectual (ver Figura 4). Complementariamente, Argentina ha liberado a la utilización 30 eventos transgénicos, ubicándose entre los usuarios líderes mundiales.

En el rubro maquinaria agrícola, en dos décadas, las sembradoras convencionales fueron reemplazadas en un 85% por los nuevos equipos de siembra directa. Algo similar ocurre con las fumigadoras de arrastre versus las de autopropulsión (Bragachini, 2014) y la masiva introducción de las embolsadoras en silos bolsas.

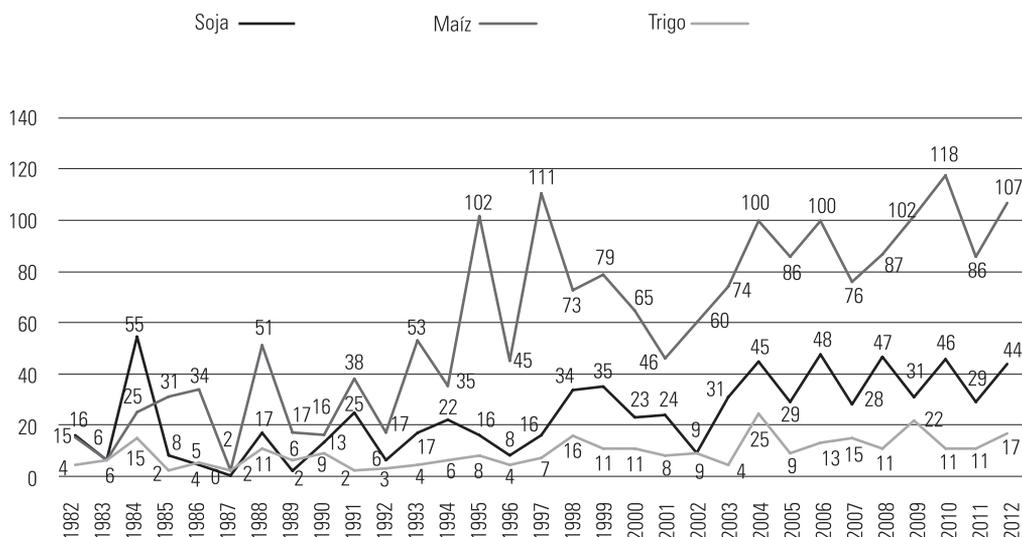
La oferta de fitosanitarios, en tanto, es compatible con la existente en las agriculturas más desarrolladas, siendo común los lanzamientos simultáneos de los paquetes completos de herbicidas en el ámbito local respecto al internacional.

Si el análisis se centra en la trilogía de innovadores que llevan a campo las nuevas técnicas, se destaca lo siguiente:

- el sistema de siembra directa cubre entre el 78% y 90% de implantación de los cuatro cultivos centrales (AAPRESID, 2014);
- el uso de semillas GM supera el 90% en soja, maíz y algodón;
- en arroz, las semillas mutagénicas cubrieron en pocos años cerca de la mitad de los cultivos.

Como parte de gestionar el riesgo inherente a la actividad, la cobertura de seguros climáticos trepa al 62% de la superficie cultivada, a la vez que el 52% de las empresas medianas (250-600 hectáreas) utilizaron contratos de precios a futuro en la campaña 2011/12, y su uso alcanzó entre el 81% y el 89% por parte de las empresas más grandes (CEA-Univ. Austral, 2009 y 2013). Es decir, la trilogía de innovadores adopta rápidamente el uso de diversas técnicas disponibles en la red de proveedores.

Figura 4
EVOLUCIÓN DE LAS VARIETADES DE MAÍZ, SOJA Y TRIGO INSCRITAS EN EL
REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES
(APROBACIONES ANUALES)



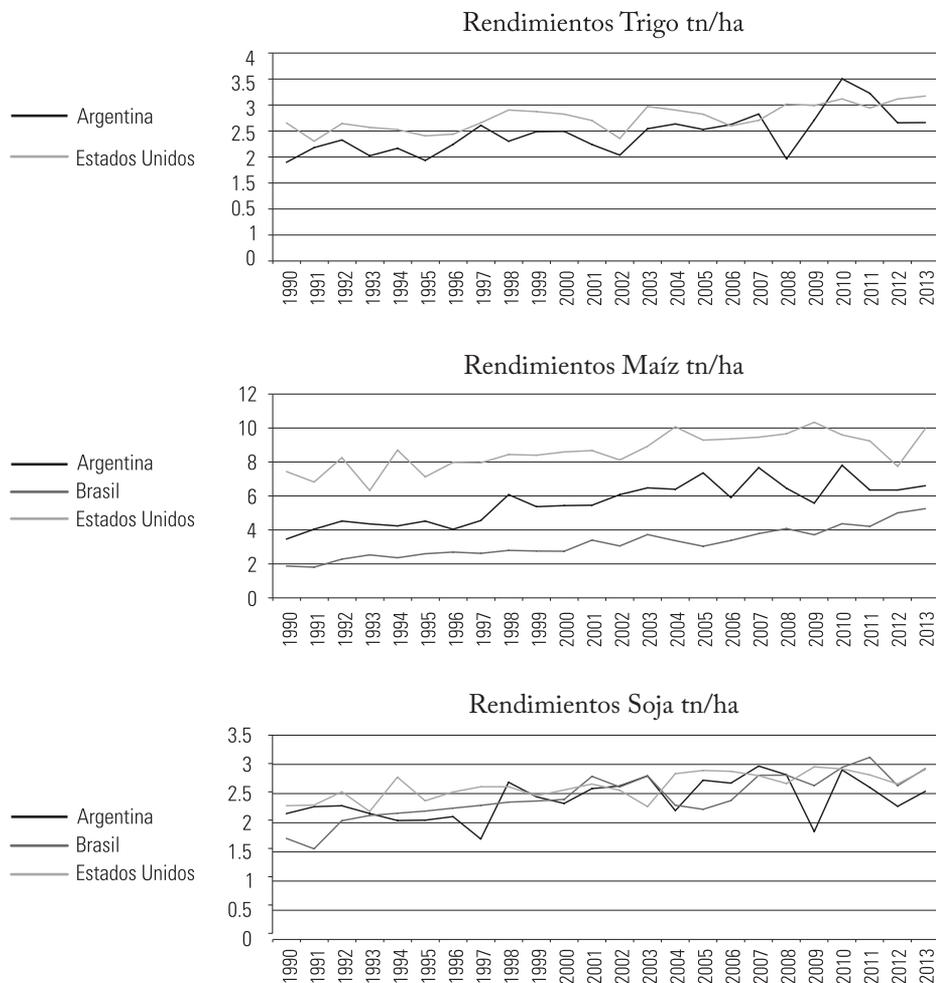
Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos del Instituto Nacional de Semillas (INASE).

La implementación de tales innovaciones tiene resultados positivos en el plano productivo. Entre 1994 y 2013 la producción de granos creció un 152% en volúmenes físicos (pasando de 40,1 millones de toneladas a 101,2 millones), mientras que el área cultivable lo hizo en un 82% (de 19,6 millones de hectáreas a 35,7 millones).

El crecimiento de la superficie hacia áreas marginales –con regímenes climáticos menos favorables que los de la tradicional pampa húmeda– fue posible dado el uso de semillas adaptadas a especificidades zonales y al ahorro de tiempo y humedad de las nuevas tecnologías. Aun así, existe una parte relevante no explicada por el ensanchamiento de la frontera productiva que es atribuible a las mejoras en los rendimientos físicos, fruto de las innovaciones.

Los rendimientos promedios por hectárea de soja, maíz y trigo mejoraron rápidamente y minimizaron las brechas productivas respecto de los mejores estándares registrados en las economías que dominan el comercio mundial de granos (ver Figura 5).

Figura 5
RENDIMIENTOS COMPARADOS DE TRIGO, MAÍZ Y SOJA.
ARGENTINA, ESTADOS UNIDOS Y BRASIL



Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos de FAO (2015) y SIIA (2015).

Esta mejora genuina de competitividad da como resultado una fuerte participación en el comercio mundial: en maní, del 28%; sorgo, 23%; maíz, 12,5%; granos de soja, 7,6%. En aceites de soja es de 46,5% y harinas de soja, 36,8%. En el caso de los biocombustibles de base oleosa, la presencia en el comercio mundial es del 50,9% (INAI, 2014).

Examinemos a continuación la dinámica de funcionamiento de la red de innovaciones en las últimas décadas, en el marco de la adopción de un nuevo paquete tecnológico agrícola.

4. EL SUBSISTEMA DE INNOVACIÓN AGRÍCOLA EN ACCIÓN: NUEVO PAQUETE TECNOLÓGICO

4.1. *Introducción*

El conocimiento tácito, con alto componente local, se aplica al uso de las tecnologías y organización de la producción y tiene particular relevancia en la agricultura, ya que las condiciones locales son determinantes y variables por ciclo. Además, el cambio tecnológico y de las formas de organización de la producción tiene lugar en el marco de un Sistema Nacional de Innovación también cambiante.

De esta forma, el sistema de producción agrario argentino, y en particular el caso de la soja, está determinado por: 1) la combinación e interacción de la dotación de recursos, determinada por las condiciones ecológicas de las tierras, el clima y las condiciones físicas del medio en general; 2) la tecnología y ciertas variables económicas, principalmente los precios de bienes e insumos que determinan la rentabilidad sobre la cual el productor toma sus decisiones (Campi, 2012).

El análisis de cada tecnología aplicada en el agro debe considerar ciertas especificidades. La agricultura depende de procesos biológicos que escapan al control del hombre, lo cual introduce una alta variabilidad en los resultados, así como un mayor riesgo.

Además, las innovaciones involucran diferentes tecnologías que se coordinan y complementan, aunque frecuentemente existe una o varias que operan a modo de articuladoras de las restantes (por ejemplo, la semilla predetermina el uso de herbicidas específicos). Por ello, la agricultura adopta un conjunto de tecnologías articuladas que se retroalimentan y potencian, en aras de cumplimentar pasos técnicos secuenciales.

Como se expresara previamente, detrás de la adaptación, adopción y difusión de cada tecnología existen proveedores, mercados, derechos de propiedad intelectual, rutinas en las relaciones de generación y aprovisionamiento de tecnologías, instituciones públicas de fomento a la CyT, los cuales conforman el SNI.

¿Cómo funcionó recientemente este proceso en el agro argentino? Analizaremos para ello lo ocurrido en los casos de la soja y el arroz³⁴.

4.2. El caso de la soja. Antecedentes o cómo surge un complejo

La difusión de la soja comenzó hacia los años 70, luego de investigaciones que mostraron resultados alentadores en su adaptación a diferentes zonas agroecológicas argentinas. Si bien desde principios del siglo XX se habían realizado ensayos con distintas variedades, el cultivo no prosperó en la región pampeana debido principalmente a dificultades en su manejo. La Estación Experimental Obispo Colombres fue pionera en estudios sobre soja realizados para hallar cultivos que permitieran reemplazar el monocultivo de la caña de azúcar (Bisang y Sztulwark, 2006).

Tempranamente, la empresa privada Agrosoja SRL fue constituida con el objeto de difundir el cultivo en Argentina y realizó esfuerzos para probar la adaptación a las condiciones locales de variedades traídas de Estados Unidos. Sin embargo, no tuvo los resultados esperados y concluyó su labor hacia fines de los 50 (Jacobs y Gutiérrez, 1985). Otro trabajo pionero fue el de la Estación Experimental de Salta, donde se realizó un programa de promoción del cultivo.

Si bien estas investigaciones permitieron superar la mayor parte de los problemas agronómicos, persistían otros que frenaban su difusión: la carencia de demanda externa e interna significativa y la falta de reconocimiento oficial del cultivo y precio de referencia en las cotizaciones comerciales.

Hacia los años 60 surgieron nuevas iniciativas en torno a variedades de soja importadas de Estados Unidos que dieron paso a un activo proceso de investigación (Obschatko, 1988). Algunas facultades de agronomía dependientes de universidades nacionales tuvieron un papel relevante en la realización de actividades de investigación básica (Katz y Bercovich, 1990; Reza, 2006).

En 1965, con el objetivo de alentar la producción de soja, la Junta Nacional de Granos estatuyó el mercado al fijar un precio mínimo, al tiempo que estableció patrones para su comercialización. En simultáneo, ciertos cambios en el contexto externo aumentaron la demanda de soja, lo que actuó como un fuerte incentivo³⁵.

³⁴ La soja como representativa de los cultivos masivos de ciclo anual (maíz, sorgo, cebada, trigo, centeno y otros) y el arroz como caso de cultivo regional más acotado.

³⁵ El paulatino agotamiento de la anchoveta peruana como proveedora de harinas proteicas para la alimentación ganadera fue uno de ellos.

Hacia 1970, el INTA estableció un programa de mejoramiento y adaptación de distintas variedades que permitiría la posterior difusión masiva del cultivo. Inscribió diversas variedades y alcanzó un cierto liderazgo en la creación de cultivares.

Simultáneamente, otros desarrollos fueron impulsados por semilleros y, desde 1973, por la Secretaría de Agricultura, creadora de un proyecto nacional que aglutinó esfuerzos públicos y privados (Bisang y Sztulwark, 2006).

Como resultado, a mediados de los 70, la soja ya se había instalado en parte de la región pampeana. Su expansión se reflejó en el rápido aumento de la superficie sembrada, en los rendimientos y en la extensión del doble cultivo trigo-soja.

Asimismo, su difusión trajo aparejada la adopción de nuevas técnicas de producción e insumos. Junto al cultivo de la soja se adoptó un paquete tecnológico específico que incluyó el uso de prácticas adecuadas de manejo, nuevas maquinarias y herbicidas e inoculantes.

El INTA tuvo un papel relevante en la elaboración y difusión de recomendaciones sobre técnicas agronómicas y en tareas de fitomejoramiento, cuyos resultados fueron publicados para su libre uso por parte de empresas privadas. En dicho sector, una tarea similar fue asumida por los grupos CREA, nucleados por AACREA.

La notable expansión de la soja “convencional” se dio al mismo tiempo que se difundía tímidamente la siembra directa: una tecnología de proceso que permite la implantación en una sola aplicación, sin remover el suelo con la sembradora directa, sobre el rastrojo del cultivo precedente, abriendo un surco de un tamaño mínimo para introducir y luego cubrir las semillas³⁶.

Su puesta en práctica como parte del nuevo paquete técnico fue resultado de varias décadas de experimentación y ajuste. Las primeras investigaciones sobre siembra directa en Argentina (en maíz, soja y trigo) se remontan a la década del 60. Inicialmente, un grupo de investigadores del INTA Marcos Juárez y otro del INTA Pergamino iniciaron la experimentación en campos de productores y demostraron los mayores rendimientos derivados de su uso y los impactos positivos sobre la creciente erosión de los suelos.

Ambas instituciones obtuvieron avances en métodos de control de malezas; publicaron sus resultados y realizaron encuentros de difusión. Asimismo, solicitaron a productores locales de maquinaria asistencia para la fabricación de sembradoras adaptadas a la siembra directa. Trabajaron en colaboración con empresas

³⁶ Mediante esta técnica no se rotura la tierra, exigiendo reducir al máximo la competencia de otras especies, por lo que el uso de los herbicidas queda atado a la siembra directa. Además, si se desea reducir tiempos y mejorar desarrollos, la siembra directa se complementa con el uso de diversos tipos de fertilizantes.

proveedoras de otros insumos, universidades y algunas agencias internacionales de desarrollo (Bisang, 2003).

Al mismo tiempo, productores pioneros, preocupados por la erosión de sus campos ubicados en las mejores zonas agrícolas del país, aplicaron la siembra directa en sus explotaciones, para lo cual debieron adaptar sus maquinarias de siembra convencional utilizando su experiencia, conocimientos e ingenio.

En 1989, un conjunto de pioneros agrícolas privados fundó la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID), en la cual convergen productores, proveedores de insumos e instituciones públicas de investigación, con el objetivo de propagar el sistema de siembra directa. Sin embargo, su difusión se vio inicialmente obstaculizada por varios factores:

- la siembra directa es un sistema de producción complejo, con diferencias notables respecto de la convencional, y requiere la capacitación de los productores y de los profesionales encargados de su difusión;
- no es una técnica aislada, sino un sistema que conlleva el empleo de maquinaria específica y mayor uso de herbicidas, lo que implicaba altos costos (Latanzi *et al.*, 2004);
- la presencia de distintas conformaciones de suelos demandó un equipo con mínima flexibilidad operativa.

En las primeras experimentaciones, el sistema involucraba altos costos no solo por la maquinaria especializada, sino también por el precio del herbicida usado (atrazinas) que, además, presentaba deficiencias en el control de malezas (Alapin, 2006).

Sin embargo, la acumulación de conocimiento derivado de las acciones de difusión garantizó que cuando se dieron las condiciones económicas para su adopción, la siembra directa fuera un sistema conocido por buena parte de los productores, facilitando su rápida expansión.

Lanzamiento y consolidación. A inicios de los 90, superados los problemas iniciales y en el marco de nuevas condiciones macroeconómicas, con rápido crecimiento de la oferta de sembradoras de siembra directa, reducción de los precios de los herbicidas y repunte de la demanda internacional de granos y oleaginosas, la interacción entre sector público y privado se tradujo en la obtención y difusión de procesos y productos adaptados a las condiciones locales.

Al requerir un menor tiempo de labranza que la convencional, la siembra directa impulsó la veloz expansión del doble cultivo por la región pampeana y

zonas extrapampeanas, extendiendo la frontera agrícola. Los principales cultivos que impulsaron la siembra directa fueron la soja y el trigo, y en menor medida el maíz. Posteriormente, se sumó el resto de los cultivos, hasta que la siembra directa alcanzó en Argentina una de las mayores tasas de adopción a nivel mundial.

Al mismo tiempo, el crecimiento del cultivo de la soja se aceleró, en un contexto de profundos cambios estructurales. Su notable expansión fue consecuencia de su mayor rentabilidad, sus rendimientos más altos y estables respecto a otros cultivos y de las condiciones favorables de la demanda mundial.

El modelo se consolidó cuando se liberó el uso de las semillas GM, a mediados de los años 90. Su difusión derivó en un cambio en la industria local de fitomejoramiento con un progresivo predominio de un grupo acotado de empresas transnacionales que tienen un fuerte potencial económico; dominan las mejores técnicas internacionales de la ingeniería genética y, mediante patentes, controlan genes relevantes para adherir a variedades específicas.

Por su parte, aunque más modestos en términos de recursos, equipamiento e investigadores, surgieron algunos esfuerzos locales en biotecnología concentrados en un rango más acotado de productos, los cuales actúan en paralelo con algunas iniciativas públicas de magnitud y alcance significativamente menores (Anlló *et al.*, 2011)³⁷.

Sin embargo, la difusión de semillas GM requiere su introducción en variedades mejoradas y adaptadas localmente. El dominio de este activo crítico y la larga trayectoria en fitomejoramiento de algunas empresas locales de mejoramiento convencional de semillas las revalorizó y llevó a su articulación con los nuevos agentes mediante alianzas o acuerdos de colaboración, tanto con empresas de biotecnología como con otras dedicadas a la producción de herbicidas y la química fina.

Al mismo tiempo, otras empresas locales fueron adquiridas por empresas multinacionales, ya sea por sus facilidades productivas o por su red de distribución y comercialización.

La reestructuración de la industria de fitomejoramiento llevó a un aumento en la obtención de nuevas variedades adaptadas a la diversidad edáfica que plan-

³⁷ Por ejemplo, el Instituto de Biología Molecular y Celular de Rosario (IBR), dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la Universidad Nacional de Rosario (UNR), realiza investigaciones científicas y tecnológicas en las áreas de biología molecular y celular, bioquímica, genética y microbiología, entre otras. El INTA lleva a cabo investigación biotecnológica en el Instituto de Biología Molecular y en otros laboratorios de algunas EEA. Por su parte, el CONICET, en sus diversos institutos, nuclea importantes grupos de investigadores y algunas facultades de agronomía también desarrollan programas de investigación en este tema (Bisang *et al.*, 2009).

tea la expansión de la frontera agrícola, las cuales se concentran en la actualidad mayormente en variedades GM.

El primer evento transgénico liberado en Argentina fue la llamada soja RR (Round Up Ready), que contiene un gen que le otorga tolerancia al glifosato, lo que posibilita el control de las malezas con un solo producto y permite el uso del herbicida cuando el cultivo está en desarrollo, promoviendo el uso de la siembra directa. La soja RR fue patentada en Estados Unidos por la empresa Monsanto y su denominación deriva del nombre comercial del herbicida.

En nuestro país, los primeros ensayos sobre soja transgénica comenzaron en 1991. Dado que la variedad desarrollada originalmente no tuvo buena adaptación a las condiciones agroecológicas locales, se desarrolló un programa de investigación que resultó en la obtención de una variedad que, tras la solicitud de la empresa Nidera³⁸, fue aprobada para su comercialización en 1996³⁹.

Las semillas de soja GM, adoptadas casi en simultáneo con su lanzamiento mundial, tuvieron una difusión a una velocidad sin precedentes. En solo cuatro campañas, la soja tolerante al glifosato alcanzó una tasa de adopción cercana al 90%, reemplazando completamente a la soja convencional.

Entre los factores que propiciaron la rápida difusión y adopción de semillas transgénicas, se pueden citar los siguientes:

- la tradición pública y privada en fitomejoramiento;
- la existencia de una industria de semillas donde convergen institutos públicos, empresas nacionales y multinacionales;
- la desregulación y apertura que favoreció la instalación de empresas extranjeras proveedoras de estos insumos;
- el bajo precio de la semilla en comparación con otros países y la reducción en el precio del glifosato tras el vencimiento de la

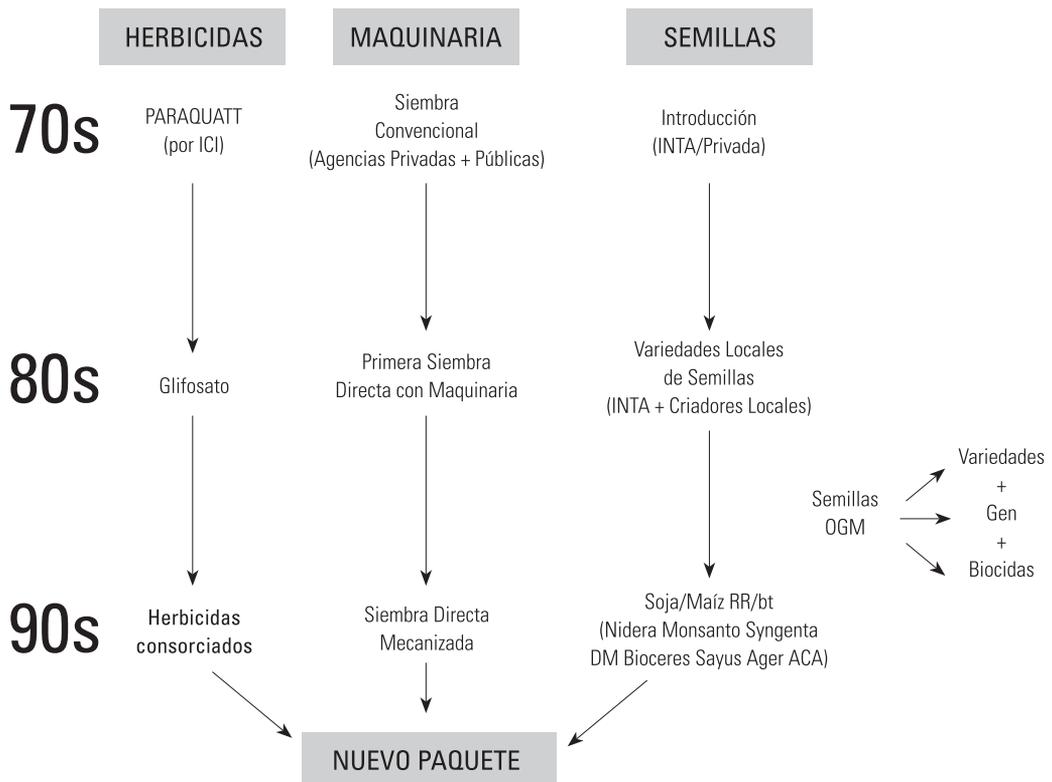
³⁸ El núcleo de investigadores de dicha empresa conformó un grupo privado de investigadores altamente reconocido local y regionalmente.

³⁹ Aunque fue desarrollado por Monsanto, el gen RR fue transferido a Argentina por Nidera. Esto ocurrió porque algunos años antes en Estados Unidos, Monsanto cedió a Asgrow la licencia para que usara el gen. Por ello, cuando Nidera adquirió Asgrow Argentina, obtuvo acceso al gen y lo liberó en el país. Al haber sido introducido por otra empresa, Monsanto no pudo patentarlo en Argentina, pero a pesar de ello, solicitó la patente para el gen RR en Argentina después de la reforma de la Ley de Patentes de 1995. Sin embargo, dado que había transcurrido más de un año desde que la empresa solicitara la patente en Estados Unidos, la aplicación no fue aceptada como válida en Argentina. Pese a ello, a través de acuerdos privados que reconocen la propiedad de la patente y estipulan las regalías a pagar, Monsanto licencia el uso del gen RR a otras empresas que lo comercializan en Argentina (Qaim y Traxler, 2002; Chudnovsky, 2005; López, 2010).

patente en el 2000, lo que derivó a nivel mundial en la multiplicación de agentes en la producción y comercialización en el mercado (Campi, 2013);

- la particular situación económica financiera de mediados de los 90, con alto endeudamiento, caída en los precios internacionales y alta capacidad instalada en las unidades productivas agrícolas y en la industria procesadora, que demandaba tecnologías ahorradoras de costos;
- el marco regulatorio lábil en materia de semillas, respecto a otros países.

Figura 6
EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN RED



Fuente: Bisang (2007).

El proceso de cambio tecnológico se desarrolló a partir de la acumulación de experiencias innovativas en los sectores público y privado, lo cual generó sinergias y complementariedades. Este proceso tuvo lugar en un particular marco regulatorio⁴⁰ sobre la base de un activo de conocimiento previo y con un modelo de organización de la producción que sustenta buena parte de la dinámica del crecimiento actual.

Al tiempo que las semillas de soja GM se difundían notablemente, se expandieron también con rapidez otras innovaciones que ya venían siendo incorporadas, como herbicidas, inoculantes, fertilizantes, silos bolsas, maquinarias para siembra directa, otras semillas, etc., las cuales complementaron el modelo tecnológico que se volvió predominante en los últimos años.

Asimismo, el nuevo paquete tecnológico fue acompañado de un cambio radical en la forma de organización de la producción y en el uso de los factores productivos, lo que tuvo como correlato cambios en los agentes que intervienen en el sistema productivo y las relaciones que establecen entre ellos, materializado tanto en el surgimiento de nuevos agentes, como en la reconfiguración y consolidación de otros de existencia previa.

Un paso posterior al desarrollo de la soja fue su concatenación con cuantiosas inversiones en facilidades de molienda y logística de exportaciones, dando lugar a la conformación de modernos y eficientes clústers productivos con significativos impactos sobre la localización de la actividad económica.

⁴⁰ No patentabilidad de genes al momento de liberarse la soja RR; libre patente para el glifosato; un marco regulatorio para derechos de obtentores vegetales cuya institucionalidad facilita el uso de semilla sin pago de regalías (se estima que alrededor del 50% de la semilla de soja RR original usada habitualmente no pagaba las correspondientes regalías); la llegada de un conjunto de empresas multinacionales con fuertes inversiones en la capacidad de molienda local de soja que hacían de puente con la demanda internacional; impuestos al comercio exterior que favorecen las colocaciones de semi-elaborados por sobre los granos; la existencia de una comisión de control con alta capacidad técnica para monitorear el desarrollo y liberación comercial de los eventos transgénicos.

LOS COMPLEJOS AGROINDUSTRIALES

En simultáneo con la consolidación del nuevo esquema agrario, en las primeras etapas de desarrollo manufacturero, ya desde inicios de los años 80, se instalaron modernos complejos de molienda de granos en localizaciones que existían previamente, pero cobraron una inusitada magnitud. Se trata de complejos que aúnan capacidades de recepción de granos, molienda a gran escala, facilidades portuarias y logísticas de exportación.

Más recientemente, a las capacidades de molienda de oleaginosas se adicionaron complejos de producción de biodiésel a partir de la industrialización *on line* del aceite. Estos complejos se ubican en zonas que aúnan facilidades portuarias de gran calado, cercanía con el *hinterland* productivo e infraestructura de transporte y energía. El Gran Rosario, Bahía Blanca/Quequén y San Pedro, en menor medida, han conformado verdaderos clústers industrializadores/exportadores que son las manifestaciones “aguas abajo” del nuevo modelo agrario.

El valor agregado correspondiente a la producción de grasas y aceites de la subregión Santa Fe Sur-Rosario, que representaba el 25% del total zonal en 1993, pasó a explicar el 62,9% una década más tarde (Castagna, Báscolo y Secreto, 2010). El crecimiento en términos de valor agregado de esta actividad entre los censos económicos de 1994 y 2004 responde a la confluencia de varios cambios estructurales: 1) el avance del cultivo de la soja a raíz de los cambios tecnoproductivos en este sector, especialmente la adopción de la semilla GM; 2) la posición estratégica de las terminales portuarias localizadas en esta región, potenciada por los efectos de la desregulación de 1993; 3) las ventajas competitivas de la industria aceitera derivadas de la baja distancia de aprovisionamiento de sus insumos y su elevado grado de tecnificación (Báscolo, Ghilardi y Secreto, 2009).

Desde sus comienzos, el nuevo modelo agrario y sus derivaciones industriales tuvieron impactos sobre la localización de la actividad:

- la desverticalización del proceso productivo deslocalizó el lugar de producción del ámbito de residencia de los contratistas que desarrollan las actividades;
- las nuevas tecnologías ampliaron las fronteras cultivables, desplazando otras actividades o incorporando nuevas tierras y borrando, además, las fronteras entre la agricultura pampeana y las economías regionales;
- los centros de servicios –siguiendo la ruta de la expansión del nuevo modelo– establecieron un nuevo tramado comercial de abastecimiento;
- se consolidaron los clústers industriales derivados de la molienda de oleaginosas cercanos a los puertos de embarque dedicados a las exportaciones.

En síntesis, diversos factores fueron determinantes para la difusión de la soja y los insumos asociados. La convergencia de ventanas de oportunidades, ante cambios en el mercado internacional⁴¹ y cambios en las rentabilidades relativas que encontraron a los productores en una situación de alto endeudamiento, dio como resultado la incorporación de tecnologías ahorradoras de costo de alta pro-

⁴¹ Una creciente demanda externa, la “transferencia” de parte de la experimental nueva tecnología.

ductividad⁴². Ello fue posible por la existencia de capacidades y conocimiento acumulado en el sector privado y de una institucionalidad pública.

Si bien en el caso de la soja los esfuerzos no fueron coordinados, estos dieron pie a la innovación dirigida por un grupo de agentes privados líderes que fueron rápidamente seguidos por el resto del sector.

4.3. El arroz mutagénico: otro salto tecnológico y productivo disruptivo⁴³

Otro caso ilustrativo de los procesos de adaptación, generación y difusión de innovaciones lo constituye la liberación al uso comercial de una variedad de arroz resistente a herbicidas del grupo de las imidazolinonas, obtenida mediante la tecnología de mutagénesis inducida.

El arroz es un cultivo tradicional que en la década del 90 tuvo un dinamismo productivo en paralelo e inducido por precios internacionales en alza durante la mayor parte de esa década, por lo que un porcentaje creciente de lo producido se destinó a mercados internacionales.

Luego de la fase expansiva en la producción de arroz, entre 1999 y 2002, la superficie sembrada, la producción y el saldo exportable de este cereal se desplomaron. Este comportamiento poco dinámico se asociaba con la aparición en algunas regiones de malezas que redujeron la superficie cultivable y afectaron los rendimientos. La genética existente no ofrecía respuesta a tales problemas, a la vez que redundaba en rendimientos dispares y baja calidad que afectaban posteriormente su procesamiento industrial y comercialización.

Como respuesta a la reducción de la competitividad del cultivo del arroz, surgieron diversas iniciativas tendientes a dar un salto cualitativo en la genética del arroz como instrumento articulador de un nuevo paquete técnico.

El proceso está sustentado en dos pilares: 1) los resultados científicos obtenidos por el programa de mejoramiento de arroz del INTA y 2) una estructura institucional colaborativa: entre el INTA y los productores arroceros de la provincia de Entre Ríos nucleados en la Fundación Proarroz; entre los productores de arroz de Entre Ríos y el estado provincial; entre el INTA y los proveedores de herbicidas; dentro del INTA, entre grupos de trabajo orientados a los aspectos científicos de las mutaciones y otros al fitomejoramiento convencional de la semilla.

⁴² La dupla siembra directa y uso de semilla GM implica una reducción de los costos del orden del 25%.

⁴³ Este apartado se basa en el trabajo de Bisang y Stubrin (2015).

Ante esta situación se presentaban dos grandes desafíos: 1) ampliar y diversificar la base exportadora como vía de crecimiento económico de la actividad en su conjunto y 2) desarrollar paquetes técnicos capaces de emparejar rentabilidades de otros sectores y dar respuesta a desafíos técnicos (como el arroz colorado), sobre la base del uso masivo de nuevas variedades de semillas y procesos de producción. Estos desafíos, ahora en el marco de nuevas condiciones macroeconómicas, son el punto de partida para un “salto” cualitativo en la producción.

La demanda de los productores arroceros de nuevas variedades que permitieran superar las limitaciones del sector, por un lado, y la existencia de capacidades científicas y tecnológicas en el INTA, por el otro, se conjugaron a fin de dar lugar al desarrollo exitoso de nuevas variedades de arroz por parte del programa de mejoramiento de arroz del EEA Concepción del Uruguay, en colaboración con investigadores del INTA Castelar.

En este contexto, destaca la variedad de arroz resistente a herbicidas del grupo de las imidazolinonas, denominada Puitá INTA CL, que permitió articular un nuevo paquete tecnológico que sustentó un salto de productividad y calidad en la producción argentina de arroz. Y no solo eso, la mutante lanzada por el INTA se constituyó también en un desarrollo tecnológico con impactos internacionales.

El desarrollo científico y tecnológico devenido en innovación contribuyó a un cambio de la dinámica del sector arrocero en Argentina en distintas dimensiones, a saber:

- permitió la expansión de la superficie cultivada a zonas anteriormente afectadas por persistentes malezas;
- redujo costos y simplificó el proceso productivo a nivel primario, debido a la menor necesidad de aplicaciones de herbicidas y a la obtención de mayor flexibilidad en cuanto a riego;
- mejoró la calidad del grano, posibilitando oportunidades de mercado que independizan las colocaciones externas del monopsonio brasileño y
- abrió las puertas al negocio de la genética del arroz, dado que la problemática del arroz colorado no se circunscribe al ámbito local, sino que trasciende a otras agriculturas.

Desde 2002, con la recuperación de los precios internacionales, la nueva situación cambiaría argentina y cambios tecnológicos introducidos en la producción local, se logró revertir el panorama prevaleciente, dando una nueva oportunidad expansiva a la producción arrocera.

En la última década, los trabajos de mejoramiento en arroz llevados a cabo en la EEA INTA Concepción del Uruguay modificaron sustancialmente la genética disponible en el mercado de arroz argentino y mundial. El proceso de transformación de los desarrollos científicos en variedades comerciales se produjo en el marco de la articulación de actores de la cadena de arroz que generaron una nueva institucionalidad en esta actividad.

El caso del arroz es un claro ejemplo del funcionamiento del subsistema de innovación en el que distintos actores interactuaron para convertir desarrollos científicos llevados a cabo por el sector público en innovaciones productivas exitosas de alto impacto. Estas innovaciones surgieron por la necesidad de solucionar un problema concreto de la actividad.

4.4. Rasgos del modelo tecnológico y su funcionamiento en el subsistema de innovación

Los dos casos analizados ilustran ciertos rasgos del funcionamiento del subsistema de innovación del agro argentino. Ciertas características son de particular relevancia para nuestro análisis:

- a) La producción primaria está articulada con etapas previas y posteriores (industria proveedora de insumos, comercialización y servicios), de modo que los límites de cada etapa se desdibujan.
El nuevo paquete se basa en el uso de insumos industriales cuya fabricación ocurre fuera del establecimiento agropecuario, por lo cual gran parte de la tecnología, en forma de insumos o asesoramiento, es provista por la industria o por el sector servicios. Incluso la maquinaria agrícola, que tradicionalmente se encontraba dentro de la unidad productiva, es hoy provista desde afuera de ella.
Todo esto lleva a visualizar al sector como una red o trama productiva, en la cual interactúan empresas, proveedores y clientes, mediante contratos formales o informales, que crean vínculos a lo largo del tiempo con lenguajes y códigos comunes; facilitan los procesos de coordinación; mejoran la especialización y división de las actividades y convierten el espacio económico en el que se desarrollan en un espacio de generación de ventajas competitivas genuino (Bisang y Gutman, 2005). Se coopera para competir.
- b) Una característica de esta etapa del desarrollo tecnológico es la agudización de la tendencia a la concentración de las actividades de I+D en manos

privadas, actividades que eran en el pasado compartidas de manera más equilibrada por el sector privado y ciertas instituciones públicas. Esto se evidencia especialmente en el caso de las semillas GM y los insumos asociados a ellas.

- c) Como parte de una tendencia mundial, se produjo una creciente privatización de la ciencia, proceso que, en el agro, se vio sustentado por las características de los nuevos insumos y por la adopción y difusión de diversos derechos de propiedad intelectual, así como licencias y alianzas estratégicas que permiten y constituyen nuevas formas de apropiación privada del conocimiento.
- d) En paralelo, el proceso de difusión y aprendizajes, así como las redes conformadas por usuarios y proveedores, se globalizaron y privatizaron. Disminuyó la importancia de la relación entre el productor tradicional y los investigadores y extensionistas del sector público, pese a lo cual aún persisten áreas lideradas por la acción del sector público, como por ejemplo en la difusión de algunas tecnologías de manejo o rotaciones.
- e) En este marco, los esfuerzos de innovación (desarticulados o no) y la acumulación de conocimiento crean la base para saltos en la productividad ante el surgimiento de ventanas de oportunidades.

El desarrollo de la agricultura argentina, y en particular de los casos de la soja y el arroz, se llevó a cabo dentro de un SNI con ciertas reglas de gobernanza y rutinas de funcionamiento, una determinada institucionalidad y un particular marco de derechos de propiedad intelectual.

En todos los casos es destacable la presencia de investigadores, tecnólogos y empresarios que operan como “impulsores” de innovaciones, especialmente de aquellas de libre apropiación. En cada subsegmento insumos/innovaciones es dable ubicar “referentes” convalidados por los restantes agentes de la trama.

El caso de la soja muestra que los aumentos de productividad fueron fruto de innovaciones generadas por los agricultores, investigadores, instituciones públicas y empresas privadas, cuya interacción resultó en la difusión de innovaciones adaptadas a las condiciones locales.

Estos esfuerzos mayormente descoordinados, en un sistema de derechos de propiedad intelectual lábiles (en términos internacionales), con un sistema regulatorio también lábil y ante la aparición de condiciones económicas internacionales favorables, derivaron en la adopción de un modelo tecnológico, lo que fue posible por la experiencia y conocimientos acumulados previamente. La conjugación de esta serie de condiciones favorables encontró al entramado de agentes

del sector agrario dispuesto a incorporar tecnología, realizar adaptaciones a las condiciones locales y desarrollar innovaciones propias.

Por su parte, el caso del arroz evidencia que, al igual que en el caso de la soja, la base de conocimiento previo y la disposición a la innovación de las empresas agropecuarias derivaron en la interacción coordinada del sector público y privado para convertir desarrollos científicos en innovaciones productivas exitosas de alto impacto para la solución de un problema específico⁴⁴.

La evolución del nuevo modelo tecnológico no estuvo (ni está) exenta de problemas. Por ejemplo, la expansión de la soja tuvo efectos contrapuestos.

- Por un lado, generó:
 - mayor ocupación de tierras e intensificación de la producción;
 - ocupación de tierras marginales;
 - un proceso de valorización de tierras;
 - rápida difusión de tecnologías (siembra directa, herbicidas, semillas GM) y
 - mejor resultado económico para las empresas.

- Por otro, presentó vulnerabilidades relacionadas con:
 - el monocultivo, que genera mayor dependencia de mercados y precios externos;
 - degradación del recurso suelo por el abandono de las rotaciones, por el uso intensivo de la tierra (doble cultivo) y por el desbalance en la reposición de nutrientes;
 - desplazamiento de otras actividades que tienen importancia regional y
 - expansión hacia suelos más frágiles.
 - En las zonas extrapampeanas produjo el reemplazo de cultivos regionales; desplazamiento de pequeños y medianos productores y extracción de recursos de las comunidades locales.

Esto es consecuencia de la forma en que se ha expandido la producción hacia estas áreas, dado que muchas empresas agrarias, provenientes de

⁴⁴ Lejos de poder explicarse por el modelo lineal de transferencia de tecnología, resulta de un modelo interactivo de redes que integran producción de conocimiento, adaptación, investigación y educación, y está sustentado por una institucionalidad y reglas de gobernanza pasibles de ser mejoradas.

provincias pampeanas, desarrollan la actividad en zonas extrapampeanas con insumos, mano de obra y recursos de sus localidades.

Las intervenciones de política pública tendieron a intensificar el cultivo de la soja al volverlo más rentable en relación con otros cultivos o con otras actividades que compiten por el uso de la tierra, como la ganadería, la forestación o la lechería. Asimismo, la difusión del modelo implicó la salida de una parte de los productores, lo cual tiene claramente efectos sociales.

Estos problemas dan pie a la formulación de políticas que eviten las externalidades negativas de la actividad y, por el contrario, refuercen las externalidades positivas que alcancen al resto de la sociedad.

5. ELEMENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS DE INNOVACIÓN EN EL ÁREA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Introducción

En las secciones previas se examinaron las vías de relación entre el sistema formal de CyT y sus políticas con el subsistema de innovación “construido” por la tríada de actores sociales y los oferentes de insumos y servicios dedicados al agro.

Se trata de un SNI que tiene la fuerte impronta sustitutiva y, como tal, volcada más hacia la ciencia en general, las tecnologías industriales y la energía que al agro. Se concluía que no existió un plan estratégico explícito ni una política de desarrollo como objetivo expreso del SNI que haya apuntado al surgimiento de un nuevo modelo tecnoproductivo y organizacional aplicado al núcleo acotado de cultivos bajo análisis.

Por el contrario, todo el desarrollo del proceso tuvo márgenes de aleatoriedad donde distintas iniciativas latentes o experimentales de determinadas innovaciones se alinearon en determinadas situaciones –influidas por el comercio internacional– y terminaron conformando un subsistema de innovación agrario que luego se perfeccionó paulatinamente y cuyo accionar explica buena parte de la *performance* productiva reciente.

En cada una de las principales tecnologías (siembra directa, semillas GM, inoculantes, agricultura bajo contrato) que se articularon en un nuevo paquete existieron “referentes” (o grupos de) que aunaron soluciones técnicas con visión de negocios y visualizaron con cierta anticipación la tendencia futura.

Se generó una estructura de red de aprovisionamiento de insumos para innovar, a la vez que una trilogía de actores sociales reemplazó al agricultor tradicional como innovador; ello se replicó en el modelo de difusión.

En todos los casos se consolidaron rutinas de funcionamiento que han probado ser estables frente a períodos de crisis (como eventos climáticos adversos, caídas en los precios internacionales, etc.). Es decir, el sujeto hacia el cual se desarrollaran políticas públicas a futuro es una red, con jerarquías y reglas de gobernanza propias.

El subsistema probó ser altamente funcional a partir de los precios relativos e incentivos vigentes. O sea que las políticas de innovación no responden solo a los incentivos tradicionales propios del ámbito de la CyT, sino también a los precios relativos afectados habitualmente por las variables macroeconómicas.

Curiosamente, nada de ello hubiera sido posible sin la existencia del SNI con sus instituciones formales, que permitió la formación de buena parte del recurso humano; el mantenimiento de proyectos de mediano o largo alcance (como apuestas estratégicas); algunos aportes vía innovaciones puntuales y algunas medidas institucionales o macroeconómicas claves (respecto de los derechos de propiedad intelectual, tipos de cambios diferenciales, ajustes asimétricos de deudas en períodos de crisis, etc.). Es decir, la innovación fue y es marcadamente privada (local e internacional), pero el soporte de insumos para su implementación tiene la impronta de “lo público”.

Otro hecho destacable es que el subsistema se articula y funciona en la medida en que opere en pro de objetivos específicos: soluciones técnicas puntuales que permitan reducir costos, simplificar procesos, mejorar calidad, ampliar el *mix* de producción, todo ello compendiado en el beneficio de los agentes económicos.

Sintetizando, se trata de desarrollar políticas públicas en materia de innovación para una actividad con las siguientes características:

- de creciente base científica;
- sujeta a cambios casi cotidianos;
- inserta en una red de agentes económicos privados y públicos (con ciertos grados de autonomía);
- con habituales asimetrías de información tecnológica,
- con rutinas preestablecidas de funcionamiento e
- inserta en un contexto mundial cuyos resortes políticos son ajenos a la decisión local.

Y el desarrollo de la política pública se asienta en una institucionalidad dispersa, a menudo no coordinada particularmente entre las esferas económicas con las agrarias y científicas.

Las siguientes reflexiones sobre políticas públicas en materia de innovación (que pasaron a ser las políticas agrarias centrales en la mayoría de los países) tienen como punto de partida las antes mencionadas características.

Objeto de las políticas de innovación. Centralmente, son de dos tipos: 1) respuestas perentorias orientadas a solucionar distorsiones que ha ido acumulando el nuevo modelo (mencionadas en la sección previa) y 2) desafíos sobre el desarrollo estratégico del sector a futuro, plano donde la tecnología desempeña un rol central.

En el primero de los casos, la existencia de externalidades negativas (malezas resistentes, superinsectos, contaminación de napas, etc.), el agotamiento de los suelos (por endeble reposición de nutrientes), la reducción de los márgenes de biodiversidad (o la tendencia hacia el monocultivo), etc., indican con cierta clari-

dad el objetivo, que la red toma como propio, sea por pérdida de rentabilidad de los productores o por oportunidad de negocios de los proveedores.

La segunda perspectiva se relaciona con el desarrollo futuro de la actividad. El agro desde mediados de los 90 sumaba, en promedio, alrededor de 5 millones adicionales de toneladas por año hasta el bienio 2007/8, cuando el “amesetamiento” productivo fue acompasado por las mejoras en precios (manteniendo e incluso incrementando el nivel de ingresos sectorial).

Más allá de las distorsiones de política económica y los vaivenes climáticos, la actividad ingresa –como toda revolución técnica– a su inicial madurez con un nivel de producción física estancado en el último lustro y plantea alternativas a futuro.

Las vías de crecimiento a futuro –no excluyentes– son cuatro:

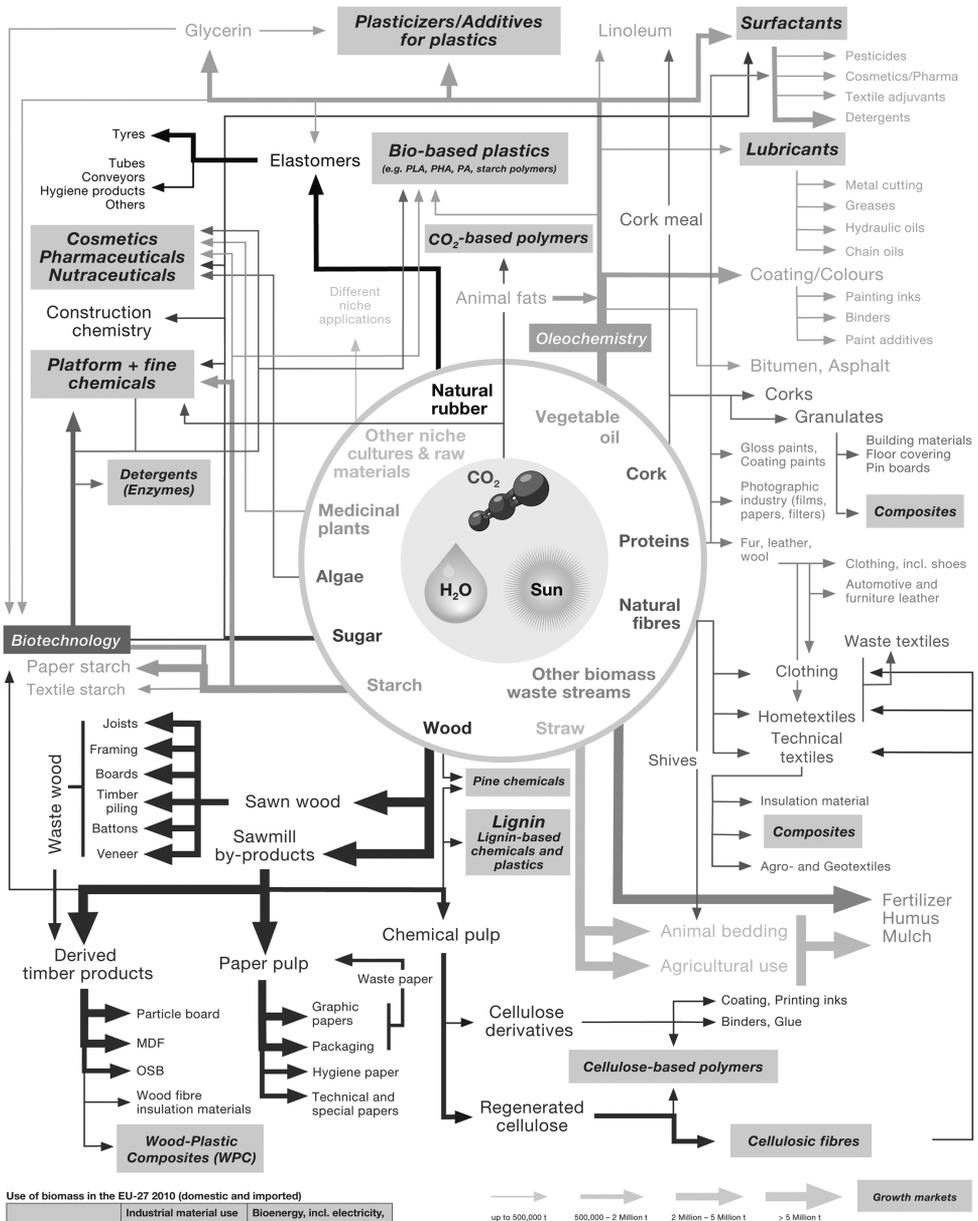
1. difundir plenamente y afinar, con cambios menores, las nuevas tecnologías;
2. sumar valor agregado a los granos a partir de su transformación masiva en animales (y el posterior uso de sus derivados en materia prima industrial), biocombustibles, alimentos terminados;
3. usar la biomasa como punto de partida de los biocombustibles y los bioplásticos;
4. diseñar un nuevo paquete técnico aplicado a la agricultura, cuyos primigenios avances pasan por la agricultura de precisión, que permitan un nuevo ciclo expansivo.

En este marco, cobra relevancia el concepto de bioeconomía, que surgió como parte de una estrategia clave para la explotación sustentable de los RRNN. La definición del término está aún sujeta a debates (Schmid *et al.*, 2012). Sin embargo, puede concordarse que la bioeconomía abarca la producción de los recursos biológicos renovables y su conversión en alimentos, productos para la alimentación animal, productos basados en recursos biológicos y bioenergía (Viaggi *et al.*, 2012)⁴⁵.

La idea central es la siguiente: del *cracking* de la biomasa (sean granos, follaje, maderas, animales, subproductos de faena) surge una diversidad de subproductos que, tecnologías mediante, ingresan a una multiplicidad de cadenas productivas que van más allá de los tradicionales alimentos (ver Figura 7).

⁴⁵ Incluye la agricultura, la silvicultura, la pesca, la alimentación y la producción de pulpa y papel, así como partes de las industrias químicas, biotecnológicas y de energía. Sus sectores tienen un fuerte potencial innovador debido a la aplicación de una amplia variedad de ciencias (ciencias de la vida, agronomía, ecología, ciencias de los alimentos y ciencias sociales), así como tecnologías industriales (biotecnología, nanotecnología, TIC e ingeniería) y su contenido de conocimiento tácito y local (Viaggi *et al.*, 2012; Schmid *et al.*, 2012).

Figura 7
USO INDUSTRIAL DE MATERIALES DE BIOMASA



Use of biomass in the EU-27 2010 (domestic and imported)

	Industrial material use	Bioenergy, incl. electricity, heat, biofuels and biogas
Agricultural biomass	30 Million t*	40 Million t**
Wood	230 Million t***	170 Million t***

* source: estimations by nova-institut based on USDA 2011 and data from Germany, adapted to EU-27
 ** source: USDA 2011 and estimations by nova-institut
 *** source: Merritt et al. 2010

www.nova-institut.de/graphics

Fuente: <http://bio-based.eu>

En todos los casos, las innovaciones son el elemento clave que refuerza y amplía la base competitiva de estas cadenas productivas basadas en los RRNN que conforman la bioeconomía. Se trata –cabe recordarlo– de diseñar políticas de innovación para tramados productivos completos, con varias etapas encadenadas, apuntando hacia aquellas que tengan efectos multiplicadores sobre el resto de los eslabones, o bien que establezcan plataformas tecnológicas de uso en varias otras actividades.

Esta idea subyace y es compartida por la actividad privada y las iniciativas públicas. En el primero de los casos, las temáticas de investigaciones e innovaciones pasan por:

- problemas perentorios de manejo de suelo/humedad;
- control de las malezas resistentes;
- introducción de nuevos materiales génicos (particularmente, de genes apilados destinados a ampliar el grado de cobertura de herbicidas consorciados, resistencia al estrés abiótico y biótico, resistencia a salinidad de suelos, varios desarrollos mutagénicos);
- uso de aditivos que mejoran la *performance* de las semillas (promotores de crecimiento, coadyuvantes, etc.);
- modelos de agricultura de precisión y agricultura certificada⁴⁶.

A nivel público, diversos documentos –nacionales y de instituciones específicas de CyT– van en idéntico sentido, pero agregan otras de mayor cobertura temática y más largo plazo:

- plataformas biotecnológicas completas en cultivos de maíz, soja, caña de azúcar y forrajeras;
- ajuste en la eficiencia energética completa de la cadena de maíz;
- pérdidas post cosecha;
- programas de aseguramiento de calidad de trigo, maíz y otros cereales;
- desarrollo de TIC aplicadas a la mecanización agrícola general (EEAOC, 2011; ; MINAGRI, 2011; MINCYT, 2013).

En el diseño de políticas de innovación, cabe diferenciar estrategias distintas según se trate de cadenas ya consolidadas (como la soja u otros cultivos anuales) o que presuntivamente tienen potencial de desarrollo (como la canola, la quinoa o

⁴⁶ Surge del análisis de las Memorias y Balances de las mayores empresas proveedoras de insumos (Monsanto, Dow, BASF, Pionner, Rizobacter, Novozyme) y de los contenidos de los Congresos Tecnológicos de AACREA, AAPRESID y organizaciones similares.

las plantas aromáticas). En el primero de los casos, el eje central es el escalamiento hacia etapas de mayor valor agregado, o bien la profundización de las innovaciones en el propio agro, planteándose la cobertura de los siguientes aspectos:

1. aumentar el grado de integración nacional de los eslabonamientos existentes; allí las señales de precios relativos (habitualmente provenientes de la macroeconomía) deben compatibilizarse con los incentivos al desarrollo de innovaciones que lo sustenten (el área gubernamental de CyT);
2. fortalecer el tipo de vínculos que los agentes que forman parte de la cadena establecen entre sí y con los sistemas de CyT territoriales en los que actúan;
3. inducir la adopción de formas contractuales (formales o informales) en las relaciones que asumen;
4. aumentar la complejidad de las cadenas en términos de las competencias endógenas adquiridas, lo que requiere operar sobre la capacidad innovativa potencial de la trama, los sistemas de capacitación y la forma en que se organiza el proceso de trabajo.

En el segundo caso, en cambio, las innovaciones se refieren tanto a aspectos técnicos como a tecnologías de organización de la red. Así, las guías operativas se referirán a:

1. la presencia de severos problemas en la normatización de los procesos de cultivo y de productos o servicios a intercambiar y/o generar desde la red. Los programas de desarrollo de protocolos de siembra, cuidado y cosecha son críticos, al igual que su difusión;
2. la existencia de severas distorsiones en los mercados (a las cuales no son ajenas algunas regulaciones incorrectas del sector público) que inducen a los actores a maximizar sus beneficios sobre la base de conductas oportunistas y no de la búsqueda de ganancias de base sistémica.
3. En ese sentido, se puede señalar, por ejemplo, que los mercados que mayores distorsiones impositivas tienen son los menos proclives a operar en red. En otros casos, parte de los problemas se asocia a la deficiente calidad de las intervenciones públicas que alientan o desalientan determinados circuitos o redes;
4. la inexistencia de actores con capacidad y/o interés en armar la red. En muchos casos, a ello se suma la existencia de varios otros con

capacidad de obstruir el surgimiento de al menos algún nodo con cierto poder; en otros casos, los nodos existentes están controlados por actores cuyos objetivos no son coincidentes con los habituales de corte económico.

Metodología. En lo sustantivo, las políticas de innovación para el desarrollo y fortalecimiento de las cadenas agrícolas deberían contemplar:

1. la identificación de una serie de objetivos estratégicos de políticas públicas consistentes con las estrategias privadas cuyos resultados sean de beneficio mutuo para los integrantes de la trama;
2. la selección de un conjunto de tecnologías/innovaciones acotado pero relevante sobre las cuales operar, en función de su efecto difusor sobre otras actividades, el empleo y la generación y difusión de innovaciones;
3. una metodología de gestión basada en la noción de Proyecto Estratégico de innovación por trama; esta se debería acordar entre el gobierno y actores relevantes de la red.
4. El proyecto debería contener especificaciones acerca de los objetivos cuantificados a lograr, las formas de medición, los recursos involucrados y su uso, las obligaciones de los controladores de los nodos centrales y los mecanismos de monitoreo;
5. un Contrato de Gestión –acotado temporalmente y sujeto a auditoría– entre el sector público que ejecute la política y determinados actores que controlan algunos nodos claves de la red, a fin de incluir los objetivos de las políticas públicas en las relaciones habituales entre estos y los restantes actores;
6. los objetivos de dicho contrato deberían contener las metas precisas cuantificadas a lograr en los diversos ámbitos (empleo, inversión, saldo neto con el exterior, desarrollo y difusión de innovaciones).

A su vez, deberían referirse no solo a la *performance* del actor que suscribe el convenio, sino también a la del conjunto de empresas con las que se relaciona (aguas arriba o aguas abajo).

En otros términos, se trata de llegar a un número importante de agentes a través de unos pocos, aprovechando la institucionalidad privada ya existente con una coordinación pública adecuada.

Dicha coordinación debería estar orientada a intervenir en el conjunto de innovaciones críticas o con sentido estratégico de la competitividad de las tramas e incluir, a su vez, desde una perspectiva macroeconómica del desarrollo, lineamientos sobre especialización productiva que apunten a complejizar la estructura productiva, más allá de la especialización en bienes no diferenciados intensivos en recursos naturales.

Los cambios recientes en la economía mundial, donde la demanda creciente de alimentos y energía está presionando sobre los RRNN, plantean una oportunidad para los países como Argentina, con una rica dotación de dichos recursos, así como una importante acumulación de conocimiento y capacidades para su explotación. Al mismo tiempo, plantean desafíos para el diseño de políticas que permitan lograr un uso sustentable de los RRNN, que aseguren la soberanía alimentaria, la biodiversidad y la sustentabilidad ambiental y social de los sistemas de explotación de los recursos.

En ese contexto, y con miras al futuro, la bioeconomía aparece como un concepto superador que claramente excede a la producción agraria destinada a la generación de alimentos. Se plantea como un paradigma en ciernes que –contemplando explícitamente criterios de sustentabilidad– se basa en la transformación de la biomasa, como materia prima de múltiples usos industriales, en un sendero que conjuga favorables dotaciones de recursos con previos desarrollos científicos y tecnológicos de base biológica.

6. ANEXO

EL SUBSISTEMA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO DE ARGENTINA

Estructura

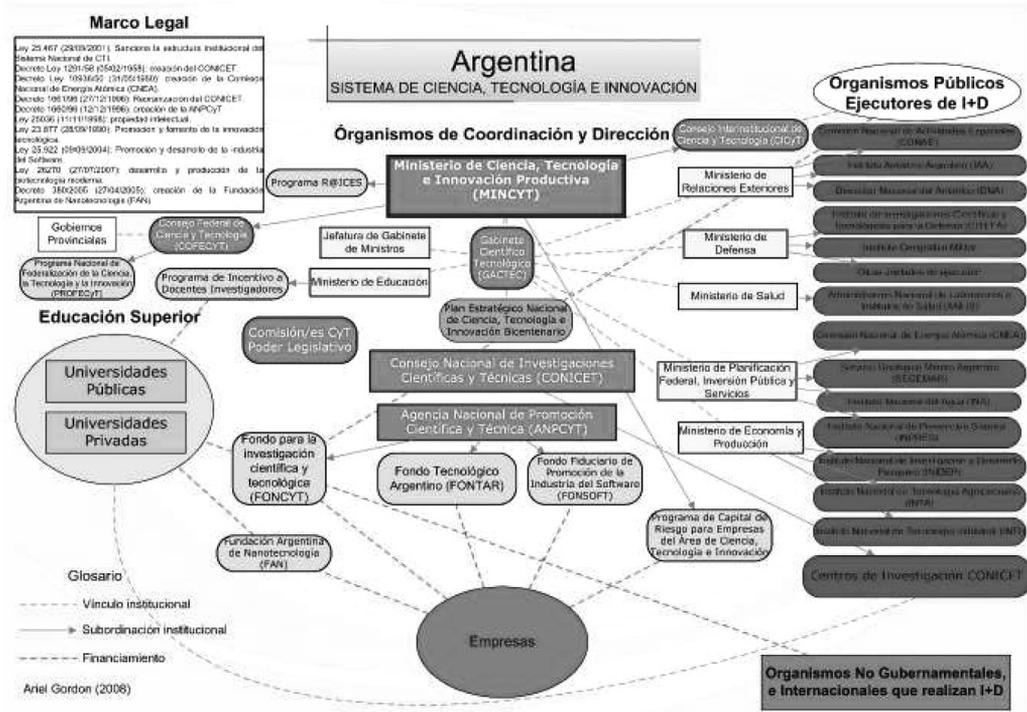
Las competencias del Estado en materia de CyT se localizan en los niveles federal y provincial. El gobierno nacional concentra los principales organismos de formulación de políticas, dirección y coordinación; entre ellos, el más importante es el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT). En el Congreso de la Nación, la Cámara de Senadores y la de Diputados cuentan con comisiones de ciencia y tecnología cuya función es evaluar el desempeño del sector y promover las medidas legislativas que correspondan para su desarrollo.

En el nivel provincial, algunos gobiernos cuentan con órganos específicos responsables de la promoción y coordinación de las actividades científicas y tecnológicas, tales como el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC).

La inversión del sector privado no lucrativo y el sector empresarial tiene menor participación: en ambos casos concentran su accionar en el nivel de la realización de I+D y servicios tecnológicos. El país cuenta con distintas normas que organizan el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, entre las cuales se destaca la Ley 25.467 de Ciencia, Tecnología e Innovación, de septiembre de 2001⁴⁷.

⁴⁷ Elaborado sobre la base del documento de trabajo Emiliozzi, Lemarchand y Gordon (2009) y otras fuentes de información citadas en cada caso particular.

Figura A1
PRINCIPALES INSTITUCIONES DEL SUBSISTEMA CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO



Los principales organismos del gobierno nacional en este ámbito son los siguientes:

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT). Tiene a su cargo establecer las políticas y coordinar las acciones orientadas a fortalecer la capacidad del país en ciencia y tecnología, para dar respuesta a problemas sectoriales y sociales prioritarios, así como para contribuir a incrementar la competitividad del sector productivo.

Organismo de coordinación política interministerial: Gabinete Científico-Tecnológico (GACTEC). El GACTEC es un organismo de definición de políticas y coordinación interministerial creado en 1996 mediante el Decreto 1273/96, en el marco de una reforma de los organismos públicos de CyT implementada en aquel año. Sus objetivos son la definición de políticas y prioridades y la asignación de recursos presupuestarios del Área Ciencia y Tecnología del Sector Público Nacional para contribuir con el crecimiento económico y el bienestar

de la población, el mejoramiento de la educación y la salud pública, la protección del medio ambiente y la defensa nacional.

Organismo de coordinación federal de política de ciencia, tecnología e innovación: Consejo Federal de Ciencia y Tecnología (COFECYT). El COFECYT es un cuerpo de elaboración, asesoramiento y articulación estratégica de políticas y prioridades nacionales y regionales que promueven el desarrollo armónico de las actividades científicas, tecnológicas e innovadoras en el país. Su objetivo es la articulación, programación y coordinación de las políticas nacionales con los organismos provinciales con competencias en ciencia, tecnología e innovación.

El COFECYT lleva a cabo el Programa Nacional de Federalización de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (PROFECyT), creado en 2004 con el fin de promover las actividades para el desarrollo y fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación; la transferencia de conocimientos a la sociedad en todas las provincias y regiones de la nación y para la coordinación y apoyo técnico al Consejo Federal de Ciencia y Tecnología y a los Consejos Regionales de Ciencia y Tecnología en el cumplimiento de sus misiones.

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Es un organismo descentralizado creado en 1958, bajo la jurisdicción del MINCYT. Tiene por misión el fomento y la ejecución de las actividades científicas y tecnológicas en el ámbito nacional y en las distintas áreas del conocimiento, de acuerdo con las políticas generales fijadas por el gobierno y las prioridades y lineamientos establecidos en los Planes Nacionales de Ciencia y Tecnología. Es el principal organismo ejecutor de actividades de I+D junto a las universidades nacionales.

El CONICET actúa en cuatro grandes áreas: “agrarias, ingeniería y de materiales”, “biológicas y de la salud”, “exactas y naturales” y “sociales y humanidades”. Sus acciones se llevan a cabo a través de sus propios institutos, laboratorios y centros de investigación o apoyando a los que funcionan en universidades y en instituciones tanto oficiales como privadas.

Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT). Su misión es promover las actividades relacionadas a la ciencia, la tecnología y la innovación productiva, canalizando los recursos económicos necesarios para tal fin y administrando los medios para la promoción y el fomento del área. Es un organismo desconcentrado, dependiente del MINCYT, dirigido por un Directorio integrado por nueve miembros.

La Agencia gestiona cuatro fondos concursables, los que a su vez reúnen distintos instrumentos: el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), el Fondo

para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), el Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT) y el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC).

Organismos y entidades ejecutoras de I+D. Las principales entidades que realizan I+D pertenecen al sector público. Entre ellas se destacan las del sector universitario, que concentran la mayor cantidad de recursos humanos del sistema científico y tecnológico.

Sector universitario. El sistema universitario está constituido por universidades públicas y privadas bajo jurisdicción del Ministerio de Educación. Cuenta con 47 universidades públicas autónomas (44 nacionales y tres provinciales), 49 universidades privadas y dos universidades externas (FLACSO y Bologna). La investigación se lleva a cabo principalmente en las universidades públicas nacionales. Prácticamente todas las universidades o facultades tienen unidades de vinculación tecnológica que trabajan para y con el sector productivo.

Se indican a continuación algunos de los organismos gubernamentales más relevantes que realizan actividades de I+D:

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Creado en 1956, es un organismo descentralizado, autárquico y autónomo, dependiente del Ministerio de Economía y Producción. Se dedica a la generación, transferencia y extensión de conocimiento para su aplicación en la producción agrícola, ganadera y forestal del país. Cuenta con 15 institutos, 15 centros regionales que integran 47 estaciones experimentales y 240 agencias de extensión para la transferencia de tecnología que cubren todo el país.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Es un organismo descentralizado creado en 1957, dependiente del Ministerio de Economía y Producción. Su misión es promover el desarrollo y la transferencia de tecnología a la industria. Cuenta con 31 áreas de investigación y desarrollo que componen el sistema; 10 de ellas de características regionales, más seis delegaciones regionales distribuidas en todo el país.

Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA). Creada en 1950, depende del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Es el organismo central en materia de actividades científicas y tecnológicas del campo nuclear, en el cual realiza I+D, transferencia de tecnología, venta de servicios especializados y formación de recursos humanos.

Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud “Dr. Carlos G. Malbrán” (ANLIS). Dependiente del Ministerio de Salud, fue creada en 1996 y cuenta con seis institutos y cinco centros.

Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). Organismo descentralizado creado en 1991. Dependiente del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, se ocupa de diseñar, ejecutar, controlar, gestionar y administrar proyectos y emprendimientos en materia espacial.

Dirección Nacional del Antártico (DNA) - Instituto Antártico Argentino (IAA). Organismo dependiente del Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Con su plantel científico, técnico y administrativo, integra un amplio espectro de programas nacionales e internacionales para un mejor conocimiento de la Antártida.

Instituto Nacional del Agua (INA). Organismo descentralizado, dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Desde 1973, es continuador de las tareas iniciadas por el Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas (INCYTH).

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Organismo descentralizado dependiente del Ministerio de Economía y Producción. Fue creado en 1977 sobre la base del antiguo Instituto de Biología Marina de Mar del Plata.

Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITE-DEF). Organismo centralizado y desconcentrado dependiente del Ministerio de Defensa. Creado en 1954, se dedica a la ejecución de actividades de investigación y desarrollo en este campo como única institución conjunta para las Fuerzas Armadas.

Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). Organismo descentralizado creado en 1996, dependiente del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Se dedica a la producción de conocimientos e información geológica, tecnológica, minera y ambiental necesarios para promover el desarrollo sostenible de los recursos naturales no renovables.

Evolución de Recursos Económicos y Humanos

El conjunto de instituciones financiadas desde los presupuestos públicos tiene un nivel de inversión anual del orden de los 11 millones de pesos (unos 2.000 millones de dólares).

Cuadro A1
EVOLUCIÓN DEL GASTO PÚBLICO EN CIENCIA Y TÉCNICA
SEGÚN CONCEPTO FUNCIONAL - AÑO 2013
(EN MILLONES DE PESOS)

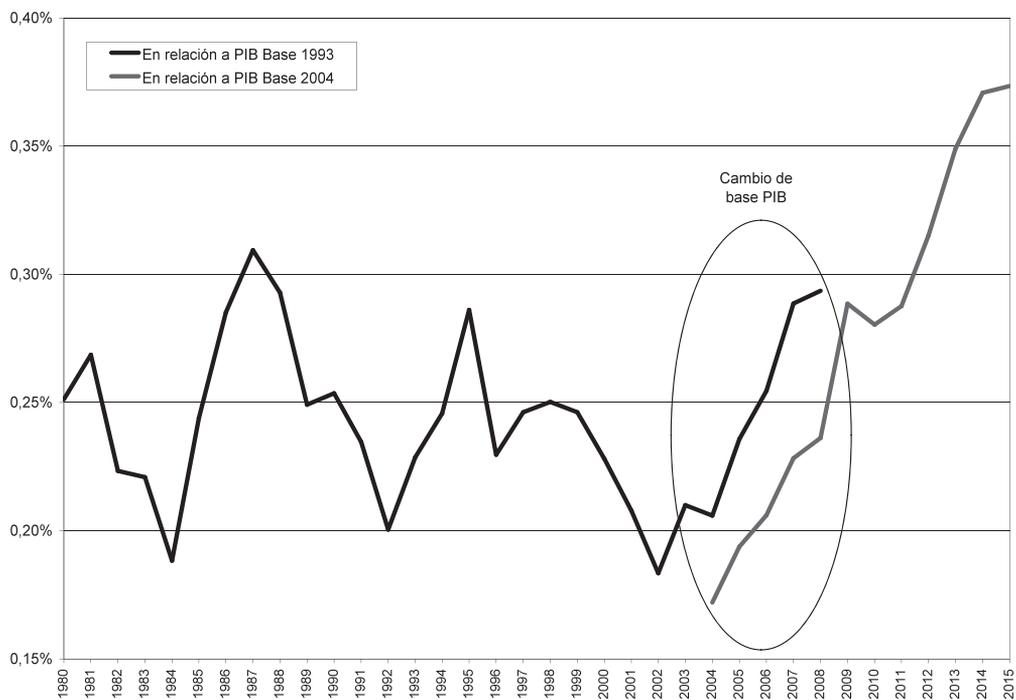
Concepto	2013	Estructura porcentual
Formación de Recursos Humanos	3.135,00	26,9%
Desarrollo Productivo	2.641,30	22,6%
Promoción y Financiamiento CyT	1.114,90	9,6%
Energía Nuclear (CNEA)	1.010,20	8,7%
Actividades Espaciales (CONAE)	860,30	7,4%
Defensa	493,70	4,2%
Actividades Centrales y Comunes	1.517,50	13,0%
Otros (*)	891,30	7,6%
Total	11.664,20	100,0%

Aclaración: (*) Dentro de otros conceptos se incluyen los créditos y gastos desarrollados por el programa Prevención, Control e Investigación de Patologías de Salud de la Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud (ANLIS), la Fundación Miguel Lillo, algunos programas del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, el Instituto Nacional del Agua y el programa Desarrollo del Plan Antártico del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos extraídos de la Oficina Nacional de Presupuesto (ONP).

A lo largo de los últimos años se han ido elevando paulatinamente las erogaciones públicas para estos fines, tendencia que queda claramente reflejada cuando se la relaciona con el PBI.

Figura A2.
EVOLUCIÓN DE LA PARTICIPACIÓN DEL GASTO PÚBLICO EN CIENCIA Y TÉCNICA EN EL PBI (1980-2015)



Fuente: Elaboración propia sobre datos de MECON, Contaduría General de la Nación e INDEC.

CUADRO A2.
EVOLUCIÓN DEL GASTO PÚBLICO EN CIENCIA Y TÉCNICA POR ORGANISMO (1993-2009) (EN PORCENTAJE DEL PIB)

Organismo	1993	2009	Incremento porcentual (1993-2009)	Composición %	
				1993	2009
CONAE	0,003	0,016	370	1,5	5,9
MINCYT/SECYT	0,011	0,040	246	5,1	14,5
SEGEMAR	0,002	0,004	135	0,7	1,4
CNEA	0,018	0,031	77	7,9	11,5
INTA	0,047	0,059	26	20,7	21,5
ANLIS (*)	0,007	0,008	23	2,9	2,9
FUNDACIÓN MIGUEL LILLO	0,001	0,002	8	0,7	0,6
INTI	0,012	0,011	-7	5,5	4,2
CONICET	0,084	0,076	-9	37,3	28,0
UNIVERSIDADES	0,018	0,015	-20	8,1	5,4
CITEDEF	0,006	0,003	-42	2,5	1,2
INIDEP	0,004	0,002	-43	1,9	0,9
INA	0,006	0,003	-51	2,7	1,1
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR	0,006	0,003	-55	2,5	0,9
				100,0	100,
Total Función Ciencia y Técnica	0,23	0,29	26		

Nota: (*) Se compara contra 1994, año de formalización de la ANLIS.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos extraídos de Mosto (2009).

Según la Dirección Nacional de Información Científica, dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina, los últimos años, el objetivo socioeconómico “Producción y Tecnología Agrícola” explica más del 15% del total del gasto en I+D para el país.

7. REFERENCIAS

- AACREA (2015). Disponible en: www.aacrea.org.ar
- AAPRESID (2014). *Memorias y Balance*. Disponible en: www.aapresid.org
- Alapin, H. (2006). “Historia de la difusión de un nuevo paradigma tecnológico en la agricultura. La siembra directa y sus desarrollos asociados”. Tesina de la Carrera de Especialización de Historia Económica y de las Políticas Económicas, Facultad de Ciencias Económicas, UBA.
- Amable, B.; Barré, R. y Boyer, R. (1997). *Les systèmes d'innovation à l'ère de la globalisation*. París, Económica.
- Anlló, G.; Bisang, R. y Campi, M. (eds.) (2013). *Claves para repensar el agro argentino*. Buenos Aires, Eudeba.
- Anlló, G.; Bisang, R. y Stubrin, L. (2011). “Las empresas de biotecnología en Argentina”, Colección Documento de Proyectos, Oficina de la CEPAL en Buenos Aires.
- Balzat, M. y Horst, H. (2004). “Recent trends in the research on national innovation systems”, en *Journal of Evolutionary Economics*, 14(2), 197-210.
- Báscolo, P.; Ghilardi, M. y Secreto, M. (2009). “La recuperación industrial del Aglomerado Gran Rosario a inicios del siglo XXI”, en *Saberes. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas*, N° 1, 23-42.
- Bisang, R. (2003). “Apertura económica, innovación y estructura productiva: La aplicación de la biotecnología en la producción agrícola pampeana argentina”, en *Desarrollo Económico*, vol. 43, N° 171.
- _____ (2007). “El desarrollo agropecuario en las últimas décadas ¿volver a creer?”, en KOSACOFF, B. (ed.). *Crisis, recuperación y nuevos dilemas. La economía argentina 2002-2007*. Santiago de Chile, CEPAL, Publicación de las Naciones Unidas.
- _____ (2014). “Las Empresas de Biotecnología en Argentina”. Documento de Trabajo. MINCYT. Disponible en: http://indicadorescti.mincyt.gob.ar/documentos/Empresas_Bio_Argentina.pdf
- Bisang, R.; Campi, M. y Cesa, V. (2009). “Biotecnología y desarrollo”, en *Documentos de Proyectos*, N° 35, CEPAL, Buenos Aires.

- Bisang, R. y Gutman, G. (2005). “Acumulación y tramas agroalimentarias en América Latina”, en *Revista de la CEPAL*, N° 87.
- Bisang, R. y Pontelli, C. (2012). “Agroalimentos: trayectoria reciente y cambios estructurales”, en Kosacoff, B.; Mercado, R. y Porta, F. *La Argentina del largo plazo: crecimiento, fluctuaciones y cambio estructural*. Buenos Aires, PNUD.
- Bisang, R. y Stubrin, L. (2015). “El aporte del INTA a la generación de nuevas tecnologías agrícolas: El caso del arroz mutagénico”. Mimeo.
- Bisang, R. y Sztulwark, S. (2006). “Tramas productivas de alta tecnología y ocupación. El caso de la soja transgénica en la Argentina”, en Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, Trabajo, ocupación y empleo. Especialización productiva, tramas y negociación colectiva. Buenos Aires, Serie Estudios N° 4.
- Bragachini, M. (2014). “Exportaciones de Maquinaria Agrícola (MA) a nivel global y de Argentina. Mercado interno de Argentina. Análisis y tendencias al 2020”. Córdoba, INTA Manfredi.
- Breschi, S. y Malerba, F. (1997). “Sectoral systems of innovation: technological regimes, Schumpeterian dynamics and spatial boundaries”, en Edquist, C. (ed.). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Londres, Pinter.
- Calzada, J. y Corina, S. (2015). “Los márgenes brutos en soja de primera apenas alcanzan para pagar los alquileres”. Informativo Semanal Bolsa de Comercio de Rosario. Año XXXII, N° 1696. Rosario.
- Campi, M. (2011). “Innovation and Intellectual Property Rights. The case of Soybean Seeds in Argentina and the U.S.”. The 9th GLOBELICS International Conference. Creativity, Innovation and Economic Development, Buenos Aires, 15-17 November.
- _____ (2012). *Tierra, tecnología e innovación. El desarrollo agrario pampeano en el largo plazo, 1860-2007*. Buenos Aires, Prometeo.
- _____ (2013). “Tecnología y Desarrollo Agrario”, en Anlló, G.; Bisang, R. y Campi, M. (eds.). *Claves para repensar el agro argentino*. Buenos Aires, Eudeba.
- Casafe (2010). “La Argentina 2050. La revolución tecnológica del Agro”. Buenos Aires.
- Castagna, A.; Báscolo, P. y Secreto, M. (2011). “Dinámica del Complejo Acero del Sur de Santa Fe”. Decimosextas Jornadas “Investigaciones en la Facultad” de Ciencias Económicas y Estadística, Universidad Nacional de Rosario.

- Centro de Estudios en Agronegocios y Alimentos-Universidad Austral (2009). “Encuesta sobre las necesidades del Productor Agropecuario Argentino”. Disponible en: www.austral.edu.ar/descargas/cienciasempresariales
- _____ (2013). “Encuesta sobre las necesidades del Productor Agropecuario Argentino”. Disponible en: www.austral.edu.ar/descargas/cienciasempresariales
- Chudnovsky, D. (2005). “La sustentabilidad en la industria y la agricultura en Argentina: Luces y sombras”, en Blanco, H.; Togeiro De Almeida, L. y Gallagher, K. (eds.). *Globalización y medio ambiente: Lecciones desde las Américas*. Santiago de Chile, RIDES-GDAE.
- Del Bello, J.; Dávila, M. y Giménez, G. (2006). “La educación superior agropecuaria y agroalimentaria”, en Llach, J.; Del Bello, J.; Carratú, M. y Margiotta, E. *La educación rural, agropecuaria y agroindustrial de nivel primario, medio y superior. Diagnóstico y propuestas*. Buenos Aires, FADA.
- Departamento de Información Universitaria (2012). *Anuario de Estadísticas Universitarias-Argentina*. Secretaría de Políticas Universitarias (SPU), del Ministerio de Educación de la Nación, Buenos Aires.
- EEAOC (2011). *Informe de Autoevaluación*. Tucumán.
- Emiliozzi, S.; Lemarchand, G. y Gordon, A. (2009). “Inventario de instrumentos y modelos de políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe”. Working Paper 9. Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en: <http://www.politicasci.net/>
- FAO (2015). <http://faostat.fao.org/>
- Freeman, C. (1987). *Technology and economic performance: lessons from Japan*. Londres, Pinter.
- INAI (2014). “Escenario de Referencia Agroindustrial Mundial y Argentino al 2023 (ERAMA)”. Buenos Aires, Fundación INAI.
- Jacobs, E. y Gutiérrez, M. (1985). “Empresas productoras de semillas en la Argentina: seis estudios de caso”, en *Documentos del CISEA*, N° 13. Buenos Aires.
- Katz, J. y Bercovich, N. (1990). *Biotecnología y economía política: Estudios del caso argentino*. Buenos Aires, CEAL.
- Kleffman Group (2013). “Consumo de Fitosanitarios en Argentina”. Disponible en: <http://www.kleffmann.com/en/>
- Latanzi, A. *et al.* (2004). “La siembra directa presente y futuro”. INTA Expone 2004 en la Pampa Húmeda. Disponible en: www.inta.gov.ar/expo/intaexpone/intaexpone04/charlas/garcia/siembra.pdf
- Lódola, A. (2008). “Contratistas, cambios tecnológicos y organizacionales en el agro argentino”, en *Documentos de Proyectos*, N° 24, CEPAL. Buenos Aires.

- Lódola, A.; Angeletti, K. y Fossati, R. (2005). “Maquinaria agrícola, estructura agraria y demandantes”, en *Cuadernos de Economía*, N° 72, Ministerio de Economía de la Provincia de Buenos Aires.
- Lódola, A.; Brigo, R. y Morra, F. (2010). “Mapa de cadenas agroalimentarias de Argentina”, en Anlló, G.; Bisang, R. y Salvatierra, G. “Cambios Estructurales en las Actividades Agropecuarias. De lo primario a las cadenas globales de valor”, en *Documentos de Proyectos*, N° 50, Oficina de la CEPAL en Buenos Aires-PROSAP-Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- López, A. (2003). “Sistema nacional de innovación y desarrollo económico: una interpretación del caso argentino”. Tesis de Doctorado FCE-UBA.
- _____ (2010). “Innovation and IPR in a Catch Up-Falling Behind Process: The Argentine Case”, en Odagiri, H.; Goto, A.; Sunami, A. y Nelson, R. (eds.). *Intellectual Property Rights, Development, and Catch Up. An International Comparative Study*. Oxford, Oxford University Press.
- Lundvall, B.-Å. (ed.) (1992). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. Londres, Pinter.
- Malerba, F. (2002). “Sectoral systems of innovation and production”, en *Research Policy*, 31(2), 247-264.
- MINAGRI (2011). “Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal. 2010-2020”. Buenos Aires, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- _____ (2014). “Dirección de Contratistas Rurales, Necesidades de Contratistas Rurales”. Buenos Aires. Mimeo.
- MINCYT (2013). “Trayectoria y Prospectiva de la Agroindustria Alimentaria Argentina: Agenda Estratégica de Innovación”. Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Mosto, G. (2009). *El Gasto Público En Ciencia y Técnica*. Mimeo.
- Mytelka, L. K. (2000). “Local systems of innovation in a globalized world economy”, en *Industry and Innovation*, 7(1), 15-32.
- Nelson, R. (ed.) (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Oxford, Oxford University Press.
- Obschatko, E. (1988). *La transformación económica y tecnológica de la economía pampeana*. Buenos Aires, Ediciones Culturales Argentinas.
- OECD (2005). *Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Manual de Oslo*. Luxemburgo, OECD.
- Prebisch, R. (1955). *Informe Preliminar acerca de la situación económica*. Buenos Aires, Secretaría de Prensa y Actividades Culturales de la Presidencia de la Nación.

- Qaim, M. y Traxler, G. (2002). “Roundup Ready Soybeans in Argentina: Farm Level, Environmental, and Welfare Effects”. Presentado en 6th ICABR Conference on “Agricultural Biotechnologies: New Avenues for Production, Consumption and Technology Transfer”. Ravello.
- Reca, L. (2006). “Aspectos del desarrollo agropecuario argentino, 1875-2005”, en *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*, Tomo XL.
- Reca, L.; Lema, D. y Flood, C. (2010). *El crecimiento de la agricultura argentina. Medio siglo de logros y desafíos*. Buenos Aires, Ed. Facultad de Agronomía de la UBA (FAUBA).
- Schmid, O.; Padel, S. y Levidow, L. (2012). “The Bio-Economy Concept and Knowledge Base in a Public Goods and Farmer Perspective”, en *Bio-Based and Applied Economics*, 1(1), 47-62.
- Sesto, C. (2007). “Procesos innovativos en la agricultura pampeana: base tecnológica, aplicabilidad tecnológica y factibilidad económica, 1860-1900”. Primer Congreso Latinoamericano de Historia Económica, Montevideo.
- SIIA (2015). <http://www.siiia.gov.ar/>
- Trigo, E. (2011). *Quince Años de Cultivos Genéticamente Modificados en la Agricultura Argentina*. Buenos Aires, ArgenBio.
- Viaggi, D.; Mantino, F.; Mazzocchi, M.; Moro, D. y Stefani, G. (2012). “From Agricultural to Bio-based Economics? Context, State of the Art and Challenges”, en *Bio-based and Applied Economics*, 1(1), 3-11.

8. COMENTARIOS AL ARTÍCULO

8.1. Miguel Sierra - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay

El trabajo presentado por Roberto Bisang reafirma una discusión que en Uruguay también se ha dado desde hace mucho tiempo y es que existen polarizaciones. El país no se puede desarrollar si no existe un sector agrícola pujante; pero no hay ningún sector que sea tecnológico *per se*, excluyendo los sectores denominados de alta tecnología.

En el sector agrícola existen acciones y actividades que incorporan tecnología y son intensivas en conocimiento. Y el desafío por ese lado no solo es agregar valor, sino capturar valor, y analizar densidad tecnológica, social y la densidad en sustentabilidad ambiental, que tiene ese agregado de valor. Estas son dimensiones que también debemos incorporar al análisis.

Existe un concepto teórico del Sistema Nacional de Innovación, pero no hay un concepto real, pues lo que funciona en la realidad es algo bastante más complejo de lo planteado teóricamente. Existen imperfecciones, referentes, necesidades de articulación y negociación a veces con perfiles y fronteras institucionales confusos. Son las tramas o redes que plantea Roberto Bisang en su trabajo las realmente innovadoras y no los actores formales ni personalidades jurídicas muy delimitadas. No existe ningún proceso de transformación en el que se haya cumplido el plan estratégico como estaba planteado.

Lo más importante, de cara a las nuevas agencias que se están generando, es crear espacios de confianza donde primen el encuentro, la construcción de visiones compartidas y el enfoque en el proceso. Se deben generar, además, espacios de negociación, pues el proceso de innovación implica negociaciones, conflictos y la contraposición de múltiples intereses del mundo de la investigación, de las empresas, de la política y de los negocios. Por lo que necesitamos salir del idealismo y de la teorización al mundo real.

El autor nos entrega pautas de cómo diseñar políticas, comenzando por diferenciar tramas y redes. Hay redes consolidadas y redes en formación. En este sentido, se propone la necesidad de segmentar las políticas de innovación para redes que están consolidadas y para redes que están en proceso de formación y contemplar en el diseño de políticas las diferentes realidades y problemas de los diversos sectores productivos.

A su vez, se intenta concebir proyectos estratégicos de innovación por trama, donde en cada una se identifiquen los proyectos más potentes que mueven el sector, y sobre la base de ellos cada instituto y agencia tomen decisiones, evitando la múltiple fragmentación que tenemos hoy.

Roberto, además, plantea que el gancho del sector agropecuario vinculado al desarrollo con salto tecnológico tiene que ir necesariamente asociado a la bioeconomía. Aquí cambian las escalas, pues decíamos que el agricultor familiar es quien posee pocas hectáreas de tierra, pero en realidad depende de qué haga con esta tierra. Si se hace biofarma o ganadería, hace una gran diferencia en términos relativos de producción. Por lo que se debe siempre considerar qué se está produciendo y, al acercarnos a la frontera de la bioeconomía, deberían reformularse las escalas mentales que usamos para analizar la economía hoy.

En América Latina le llamamos innovación a conceptos que no lo son, y esto es un punto que no se toca en el *paper*. Generalmente, muchos proyectos de innovación están capturados por la investigación, y es natural que así sea, pero surge la necesidad de comenzar a segmentar adecuadamente al hablar de innovación e investigación. Se deben subir las exigencias, pues de lo contrario, se destinan muchos fondos a áreas más amplias, que si bien son necesarias, no son de innovación propiamente tal.

8.2. José E. Bervejillo - Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA), Uruguay

El trabajo expuesto por Roberto Bisang presenta paralelismos entre la situación que se ha dado en Uruguay y Argentina en el ámbito agrícola. La revolución tecnológica, al igual que muchos procesos que ocurren en Argentina, tiene un impacto de desborde notorio sobre Uruguay.

Una de las principales conclusiones a la que llega el autor dice relación con la evolución que ha tenido el mercado agrícola en ambos países, en particular respecto a la situación de la soja y el arroz.

En el caso de la soja, no hubo un plan estratégico ni agentes que planificaran el desarrollo del sector, ni de parte de agencias de innovación ni de gobierno. El desarrollo que ha tenido este producto responde a una serie de contingencias que se presentaron en el momento y que favorecieron la iniciativa propia de los productores de soja, entre las que se encuentra una situación de precios relativos que favorecía a la innovación. De no haber existido estas eventualidades, Argentina produciría una menor cantidad y Uruguay, probablemente, no produciría soja.

El caso del arroz es una situación bastante parecida, pero que contó con un mayor esfuerzo entre lo público y lo privado.

No existe una única fórmula para el desarrollo tecnológico en el sector agrícola. Este progreso, y quien lo materializa, lo determinan los incentivos existentes. Si estos están en el mercado, los agentes privados van a tomar decisiones; y si no hay incentivos, el Estado puede tener un rol, ya que implica falencias para la toma de decisiones de privados.

Ahondando un poco más en el rol del Estado, se podría decir que este debiera ser el ente garante y regulador en el mercado, estableciendo que la institucionalidad, los contratos y los derechos de propiedad se respeten. Luego de garantizar esto, y una vez que los privados entran en acción, debe asegurar que las condiciones de competencia prevalezcan y no existan fallas de mercado.

Existen casos muy contrastantes. Como indica el autor, la agricultura es un sector donde históricamente los privados han cumplido un rol relevante, promoviendo inversión en tecnología e innovando. Pero si miramos la ganadería (que representa el 50% del sector agropecuario uruguayo), el rol del Estado pasa a ser el principal, ya que no tenemos un cuadro de incentivos que favorezca la inversión en tecnología e innovación por parte de los agentes privados.

La razón detrás de la carencia de incentivos privados es que las tecnologías ganaderas no están incorporadas en los insumos, sino que son tecnologías de procesos y tienen carácter de bien público, en el sentido de que una vez que se ofrecen, se ofrecen para todo el mundo y nadie puede afectar el consumo de otros por haber adoptado tal tecnología.

Dada la naturaleza de bien público, no existen agentes privados que tengan incentivos para invertir en innovaciones, pues no tienen garantía de que pueden apropiarse de los beneficios que se derivan de su innovación. Por lo tanto, dada la diferencia entre las tecnologías que se pueden innovar, no podemos esperar que en la ganadería ocurra lo mismo que pasó con la agricultura.

Por otra parte, pese a la dificultad de innovar por el lado de privados en el sector ganadero y las diferencias existentes con la agricultura, no se puede afirmar que en Uruguay no ha existido progreso tecnológico en estos sectores. En los últimos 30 años, el crecimiento de la productividad total en el sector agro ha sido

2% anual, aproximadamente. Sin embargo, estas cifras no son tan alentadoras, ya que en los últimos cinco o seis años el aumento de productividad se ha visto estancado, siendo explicado solo por la agricultura a granos y la silvicultura. En la ganadería, en tanto, no ha existido progreso técnico.

Considerando lo anterior, es importante notar que si la agricultura y la silvicultura entran en un período de estancamiento, la ganadería tendrá que realizar este impulso por el sector, generando un gran desafío para Uruguay y el sistema de innovación público, dada la estructura del subsector agropecuario. Se debe pensar en términos de cómo hacer para que la ganadería pueda ingresar a un camino de crecimiento sostenido y sustentable.

La nueva estructura empresarial en el agro no se replica en la ganadería con la magnitud en que lo hace para la agricultura. En el sector ganadero, el productor tradicional, pequeño y familiar, sigue siendo muy importante, representando cerca del 20% de la producción. Este conjunto de productores tradicionales, propietarios de la tierra, no toman en cuenta el costo de oportunidad de esta, autoexplotándose y desaprovechando el valor de su propiedad.

La oportunidad a la que nos enfrentamos es pensar en mejorar el desempeño ganadero no a través de la incorporación de insumos de forma masiva, sino que mejorando la organización del sistema de producción. Entonces, el desafío, pese a no responder a una creación tecnológica, es poder incidir sobre la formación de capital humano y sobre la capacidad de gestión de las tecnologías en la ganadería.

Junto con esto, saliendo del ámbito de la producción, se debe estructurar el mercado para que funcione de manera correcta. Se debe trabajar en la búsqueda de objetivos nacionales más elevados, olvidando los incentivos individuales de los agentes que forman la cadena productiva ganadera.

Otro concepto que se quiere plantear tiene relación con la tecnología y la innovación en el sector agropecuario. Esto es un proceso lento, de resultados inciertos y donde la inversión pública es muy relevante, independiente de donde sea, pues las características propias de los procesos agropecuarios así lo determinan. Si no se tiene presente eso, se puede tomar la decisión de dejar de invertir en investigación y desarrollo del sector, dejando todo en manos de productores y agentes privados. Los riesgos asociados a ello tienen que ver con los incentivos.

Puede suceder que la innovación y el desarrollo tecnológico queden centrados en aquellas actividades donde los agentes privados son capaces de apropiarse de los beneficios de la innovación, y todos los otros sectores donde eso no es posible de hacer queden rezagados, produciéndose un sector agropecuario de dos realidades opuestas: uno progresista y otro atrasado. Entonces, la inversión pública en innovación y desarrollo en el sector agropecuario es una inversión que hay

que mirar siempre en el largo plazo, aun cuando hoy la tecnología avanza mucho más rápido de lo que avanzaba años atrás.

Por último, no podemos señalar que el sector agropecuario no genera valor agregado. Si uno compara la producción actual de soja con la existente en la década de 1960 o 1980, la cantidad de valor agregado actual es enorme. En la actualidad, el 45% del valor de la producción agropecuaria uruguaya es ganancia neta en productividad.

8.3. *Carlos Torres - Universidad de Talca, Chile*

El concepto de Sistema de Innovación Nacional, introducido por Freeman y que fue abordado en el artículo, es ampliamente aceptado y ayuda a familiarizarnos rápidamente con la estructura y contenido que están por detrás. Desde este punto de vista, el *paper* es muy valioso en términos de las conclusiones, que entregan recomendaciones de política en particular para el caso de la producción agrícola argentina, donde el efecto del Sistema Nacional de Innovación queda muy bien representado.

En un sentido económico la innovación es fundamental, pero requiere de un contexto que la hace relativa al resto de los competidores. Es decir, el desarrollo de un nuevo producto, proceso o modelo de negocios será innovador en la medida en que genere un diferencial de rentabilidad superior al de la competencia.

En algunos casos las innovaciones han seguido un camino de liderazgo tecnológico, principalmente en industrias donde las ventajas comparativas se han debilitado, como es el caso de Estados Unidos en los años 70; o Israel, Holanda y Dinamarca, que construyeron clústers e industrias basadas en recursos naturales y sentaron los cimientos de su poder de innovación sobre una base industrial y tecnológica muy entramada. Aquí, las ventajas competitivas tenían una naturaleza distinta a las de otros países donde estas son dejadas de lado por ciertas ventajas comparativas que establecen una balanza.

En otros casos la innovación está basada en la adopción, absorción y adaptación de la tecnología y ha sido determinante para los procesos productivos, como es el caso de la industria agrícola argentina. Esto es fundamental para poder seguir de cerca a los países que ostentan u ostentaban altos niveles de productividad en sus cultivos. Aquí, la combinación de ventajas comparativas junto a una rápida respuesta de cambios introducidos, mayoritariamente desde el exterior, ha permitido sostener una posición competitiva.

Algunas líneas acerca de la gobernanza están muy bien fundamentadas en el *paper*, respecto a cuál es el motor o el impulsador de estas innovaciones, que son los mercados, y por lo tanto, son motores que van encauzando la dirección de la innovación.

Cabe referirse a la denominada Trayectoria de Innovación, de Anthony Smith (2002), con un enfoque de cadena de valor, donde la implementación sucesiva de innovaciones permite sostener una rentabilidad superior a la competencia o, en este caso, equiparar a la competencia.

En principio, veíamos que la evolución de la industria más bien era ser seguidora, pero rápidamente fue marcando el paso y logró acoplarse y sincronizarse con el desarrollo tecnológico a nivel mundial y, por lo tanto, mantener una competitividad para poder sustentarse y crecer en el ámbito competitivo mundial. Esas trayectorias pueden ser de productos, procesos, intersectoriales y de cadena, pero por lo general vemos principalmente las de productos y procesos.

Como sugerencia, es importante abordar la representación del sistema de innovación en torno al potencial innovador. Este es influido efectivamente por su entorno, en lo que es propio de este enfoque sistémico del Sistema Nacional de Innovación; sin embargo, cabe resaltar sus características internas.

Se trata de un tomador de riesgo, pero con un origen y trayectoria que lo condiciona, que puede observarse desde tres perspectivas:

1. En primer lugar, la competencia o la competitividad adquirida, aspecto destacado con el enfoque de los recursos y capacidad de la empresa. Esta posee recursos humanos y capital, e independiente de su origen en esta trilogía de actores, tienen una trayectoria preliminar, posiblemente vengan de otros sectores y no sean necesariamente originarios del mundo agrícola.
2. En segundo lugar, está la capacidad de absorción y aprendizaje, que está muy bien reflejada en el artículo.
3. Una tercera visión tiene que ver con el componente estratégico que se remonta a las capacidades dinámicas que tienen las empresas de poder adaptarse al cambio y de poder tomar decisiones en forma rápida y flexible. Aquí cuenta el empresario mismo, sus capacidades de investigaciones de desarrollo, la implementación de procesos para la gestión de innovación.

Un proceso de gestión de innovación inserto en una empresa es, por supuesto, un catalizador para que la toma de decisiones y la adopción de tecnologías sean más aceleradas, por lo que vale la pena detenerse a discutir este punto con mayor profundidad.

Una mirada sobre la cadena de valor nos permite complementar también algunas conclusiones que resaltan en el artículo, en cuanto a la participación de las universidades en el sistema, donde las cifras presentadas podrían dar origen a otras hipótesis necesarias de revisar.

Hay una pequeña participación de estudios universitarios en el ámbito de ciencias agrarias, lo que queda reflejado muy bien en el *paper*, pero que puede tener diversos orígenes. Uno es mirarlo como concepto de cadena de valor o clúster; vemos que el sector agropecuario o agroindustrial es una parte del clúster y una parte de la cadena de valor. Por lo tanto, hay otras capacidades impartidas en el ámbito de los estudios universitarios o de la investigación universitaria relacionadas con biotecnología, bioquímica, mecánica, ingeniería y administración, que también vienen a completar este acervo de recursos y de capacidades en el recurso humano.

Dentro de las rutinas de funcionamiento de la innovación agraria se señalan también inductores de innovación, a los cuales llamaría, más bien, condiciones de borde para el cambio tecnológico. Este cambio tecnológico puede dar origen a la innovación, siempre y cuando genere un diferencial de rentabilidad por sobre la industria, si no, es un cambio tecnológico puro.

El diferencial se genera en la medida en que estas innovaciones bien sean adoptadas tempranamente, o bien sean disruptivas en el contexto del desarrollo de la industria. En una buena parte de los casos se trata de cumplir con las exigencias del mercado, ya que la adopción de tales tecnologías es una condición de participación, es decir, no necesariamente es un reflejo en la rentabilidad, sino que una exigencia.

Es importante destacar el paso desde las ventajas comparativas hacia la construcción de la competitividad basada en una mayor productividad, cuya tasa de crecimiento está en manos de las trayectorias de innovación. ¿De qué manera las empresas van siguiendo esas trayectorias de innovación? Estas pueden verse en el área de procesos; productos; intersectorial, a través de los cambios de una cadena de valor a otra, o bien dentro de la cadena tomar posiciones que tengan mayor rentabilidad, como por ejemplo, la generación de semillas o la producción de nuevas variedades.

La clasificación del objeto de las políticas de innovación, o más bien de la intervención del sistema de innovación, consiste en las respuestas preventivas a dispersiones y los desafíos estratégicos. Por supuesto, las respuestas preventivas a externalidades negativas son más fáciles de abordar.

Sin embargo, la contribución del *paper* a lo que son los desafíos estratégicos está muy bien lograda, en el sentido de que son recomendaciones que en sí involucran una apuesta, pero que generan valor y nuevas ideas para un avance tecnológico dentro de la industria agrícola argentina, donde el liderazgo tecnológico es clave.

8.4. Carlos Gana - Agrícola Nacional S.A.C. e I. (ANASAC), Chile

El *paper* de Roberto Bisang ayuda a entender el crecimiento explosivo de empresas como ANASAC, en Argentina. En este se expone un diagnóstico respecto a los *drivers* del cambio en la explosión de ciertas industrias que, para el caso de la soja y del maíz, es el alza de la demanda. Estos motores son sumamente escasos en la agricultura y suelen ser los mismos que en el resto de los países agrícolas. El otro motor, para el caso de Argentina, es la capacidad financiera y la capacidad de tomar riesgo por parte de empresarios agrícolas, que componen cerca del 70% de la producción.

Desde la mirada de las empresas privadas, un punto muy relevante son las asimetrías de información. Las relaciones entre las empresas privadas, organismos públicos y/o investigadores de universidades suelen estar marcadas por problemas de comunicación. Cada actor tiene un lenguaje distinto en términos de cómo abordar la realidad y los problemas, por lo que muchas veces no se logra generar trabajos fructíferos ni alcanzar las alianzas estratégicas a las que se apunta.

La falta de información y las ideas preconcebidas sobre el rol de los diferentes actores juegan un papel importante, por lo que una posible forma de resolver este conflicto consiste en generar confianza, a través de incentivar un mayor conocimiento e información respecto al trabajo que todos los actores ejercen en sus industrias.

En la práctica, solo se ha logrado trabajar con instrumentos de uso público cuando se consigue establecer esta confianza entre las empresas privadas, los investigadores y los organismos públicos encargados de estos instrumentos. Alcanzar esa confianza ha permitido un uso mucho más extenso de los beneficios e instrumentos públicos ofrecidos, por parte de las empresas que emplean servicios en áreas de innovación y desarrollo.

La generación de confianza también está relacionada con la educación, que no solo se asocia al conocimiento técnico, sino también al lenguaje y, fundamentalmente, al área de los negocios. En la industria de la soja en Argentina se ha vivido un gran proceso de innovación, pero no en el ámbito de la tecnología, sino

que en el modelo de negocios que viene desarrollándose hace 25 años. Además, no es una innovación solo dentro de Argentina, es la aplicación de una serie de procesos de innovación que viene de parte de los proveedores y tiene un impacto en el plan de negocios general de la industria.

Esto fue un detonador de la explosión que tuvo la producción de la soja y responde a las capacidades de quienes hacen estas gestiones y toman decisiones. La tecnología por sí sola no genera esta magnitud de cambios si no existe una gestión adecuada.

La otra forma de generar la confianza necesaria para trabajar en un sistema integrado de innovación o en un Sistema Nacional de Innovación es el trabajo participativo de todos los involucrados desde el origen de todos los proyectos, encontrando soluciones que incluyan a los clientes, proveedores y distribuidores desde su inicio.

La pregunta que queda por hacernos al discutir sobre la evolución de estas industrias es ¿qué nos queda luego de estas explosiones? Y la respuesta es que si no se forman clústers potentes y no ocurre una reinención de los productores, prácticamente no queda nada. Existen casos donde, por no existir clústers o no construirse de forma sólida, las industrias desaparecen, como la remolacha en Chile y Uruguay y la industria lechera en la Décima Región.

Otro caso importante es la producción de nueces en Turquía, que es un ejemplo de por qué las políticas no funcionan por sí solas. Aquí hubo un esfuerzo político para renovar la industria desde el gobierno, pero que en la práctica no tuvo el apoyo necesario de la industria, por lo que la inversión y los esfuerzos no dieron resultados.

Algunos ejemplos de excelentes clústers que no se basan en la demanda mundial son la soja en Argentina, los salmones en Chile y la industria lechera y forestal en Nueva Zelanda. Lo que la experiencia nos ha demostrado es que en la medida en que se hacen clústers y se involucra a todos los actores, se puede observar un mayor impacto industrial.

8.5. Marcos Kulka - Fundación Chile, Chile

Es importante destacar la historia de la Fundación Chile en el ámbito del salmón, dados los incentivos del mercado y de la propiedad intelectual en los años 80, que se vio marcada por haber tomado la tecnología disponible, sin costos. Dada la regulación que hoy existe en torno a los temas de propiedad intelectual

y de acuerdo a lo segmentadas que están las partes de la cadena, esto es hoy muy difícil de concebir.

Una vez que la Fundación Chile entra en la industria salmonera, crea las primeras empresas productoras, permitiendo que se pasara de exportaciones de 300 toneladas en sus inicios, a prácticamente 800.000 toneladas, con una magnitud de US\$3.800 millones, que corresponde al segundo lugar de producción mundial.

Tanto desde la política pública como desde los incentivos y los actores que van surgiendo en la industria, la Fundación ha ido acompañando esta evolución con la continua creación de empresas y mostrando una señalización en procesos de ingeniería, en vacunas, recirculación de aguas sanitarias, alimentación, etc., contribuyendo en gran medida a alcanzar el nivel de producción actual. La próxima interrogante es si esto va a poder seguir dándose y si el superciclo actual del salmón tiene finalmente una sustentabilidad futura, donde se requerirán niveles de inversión en innovación aún mayores que los actuales.

Por otro lado, tenemos el ejemplo de los *berries*, donde se observan algunas variables similares a la industria del salmón, que permitieron a la Fundación Chile incursionar en este campo también. Nuevamente, nos enfrentamos a problemáticas respecto a los entornos e incentivos de precios, que dan lugar a la creación de una empresa que falló, pero permitió marcar el camino, donde de nuevo se pudo hacer una transferencia tecnológica desde Estados Unidos.

Esta transferencia permitió hacer uso de tierras donde anteriormente no existía este tipo de cultivos y utilizar plantas de congelamiento que tampoco existían para este tipo de productos, lo que ha permitido llegar a valorizar la industria en US\$500 millones, alcanzando el primer lugar en exportadores de arándano a nivel mundial.

Otro ejemplo es la empresa OLEOTOP, que junta la industria agrícola con la salmonera. La industria acuícola consume el 100% del aceite de pescado producido en Chile para las dietas y, dado el crecimiento que tenía la industria salmonera, se vislumbraba que no iba a poder ser satisfecha la demanda en el futuro.

En esta área se vio la ocasión de generar nuevas oportunidades de innovación dentro del modelo. Lo que se hizo fue revitalizar varios cultivos que habían desaparecido, para lograr suplir la demanda por alimento para salmones, a través de reformas a la ingeniería contractual en conjunto con reformas a las relaciones con compradores y proveedores.

Por otro lado, tenemos los *cropcheck*, que básicamente son mejores prácticas que se traen desde Australia para mejorar el rendimiento de cultivos que, para el caso de Chile, representan más del 80% de la superficie cultivada, como el arroz, maíz y trigo. Esto no es una tecnología dura, sino más bien una metodología de logística entre cultivos. Mediante esta práctica se ha logrado mejorar los rendi-

mientos en cerca de 30% en promedio, lo que resulta notable, toda vez que hablamos solo de nuevas prácticas y no de la incorporación de nuevas tecnologías.

Fundación Chile también ha estado vinculada con muchos de los actores en el campo de la biotecnología, el aceite de oliva y en la industria de la fruta, por ejemplo, donde Chile es el mayor exportador, como también en industrias de plantas nativas para producir nutraceuticos, mostrando una serie de avances tecnológicos.

Resulta complicado pensar en que en el futuro se podrá seguir la lógica que se siguió en la década de los 80 y 90, ya que gracias a los procesos de transferencia tecnológica, la adaptación y absorción de la tecnología era viable. Todas esas iniciativas nacieron desde una oportunidad de mercado asociada a una demanda real, y hoy no puede pensarse en este nivel de desarrollo si no se está asociado a la innovación abierta, a una capacidad emprendedora que es irremplazable y a una constante búsqueda de la oportunidad de crear valor agregado.

Existe un concepto que representa el dinamismo de estos procesos y tiene que ver con la redundancia. Por lo general, se busca la mejor política que dará respuesta a los problemas que se identifican, o una “bala de oro”, que no siempre es el mejor escenario. Se debe dejar lugar para cierto nivel de redundancia en las soluciones encontradas, pero es una redundancia inteligente, ya que tiene como objetivo identificar las fallas o errores de forma temprana.

Esto ocurre a nivel de políticas y modelos de financiamiento, y a lo que se apunta en el futuro es administrar el portafolio de opciones que se intenta incentivar, minimizando los riesgos financieros y entendiendo que forman parte de un subsistema complejo, con una serie de interacciones a las que se debe estar atento.

Efectivamente, se identifica un rol importante para el gobierno, toda vez que existen fallas de mercado ligadas a las asimetrías de información y problemas de coordinación que requieren apoyo institucional y un apoyo inicial en sectores potenciales.

8.6. Preguntas y comentarios del público

1. Llama la atención el hecho de que no hubo planes estratégicos. Se dio una articulación público-privada desde abajo y, claramente, hubo liderazgo, pero el proceso tardó 30 años y no queda claro qué lo detonó. Por otro lado, el hecho de que la política pública se dirija a los *stakeholders* y de que exista la necesidad de atender a las estrategias privadas con acciones públicas en esta dirección genera un problema de agencia, y resulta difícil pensar en no quedar capturado por este sector.

2. A modo de sugerencia, debería tenerse más en consideración los inductores de los cuales se hablaba en la presentación. Los cultivos anuales tienen una elasticidad de adaptación distinta a cultivos más intensivos o cultivos frutales. Pero ¿por qué pensar en los inductores? Pues el cultivo de la soja, por ejemplo, ha extendido su terreno a gran parte de los países vecinos, como Paraguay, Brasil, Bolivia, Argentina y Uruguay, movido por la demanda mundial, por lo que representa un eje importante en el movimiento de los cambios tecnológicos.
3. Durante la presentación de Roberto Bisang se habla sobre cómo se innova, y se menciona que el Sistema Nacional de Innovación no es vital, pues no cumple el rol que debería cumplir. En este sentido, podríamos preguntarnos por qué los países desarrollados tienen sistemas de innovación nacionales si en la práctica parece que no funcionan.

Por otro lado, nos enfrentamos a empresarios schumpeterianos que toman riesgos, se la juegan por la innovación y, sorprendentemente, son resistentes a los shocks macro y políticos que han existido en Argentina. A pesar del entorno desfavorable, son capaces de innovar de la forma en que lo han hecho, pensando en el largo plazo. Por lo que queda la duda de por qué preguntarse cómo salir del estado en que estamos, mientras ni siquiera existe un plan estratégico a largo plazo, y hace sentido pensar que si estos empresarios supieron sacar adelante la industria hace 30 años de forma competente, también podrán hacerlo ahora.

8.7. Respuesta de Roberto Bisang (coautor)

En los 20 o 25 años que tiene el actual modelo agrícola ha existido redundancia; hubo muchas apuestas a fondos perdidos y empresas que quebraron en el proceso de búsqueda de la tecnología adecuada, por lo que es válido el comentario hecho por Marcos Kulka en este sentido.

Respecto a las asimetrías de información podemos estar de acuerdo. Sin embargo, respecto a los clústers, el motivo de no haberlos incluido en el *paper* tiene que ver con que este se trató solo de la industria agrícola, por lo que la unidad analítica se cortó en un nivel más bajo de la industrialización, pero que, sin duda, con algunas modificaciones sería muy valioso incluirlo en el análisis.

Ahondando en la innovación, podría destacarse el concepto de gestión de riesgo, lo que se asemeja al punto de la capacidad de innovación que se menciona

en los comentarios. Existen varios indicadores que permitirían medir la capacidad de gestionar el riesgo de los empresarios, y las estadísticas muestran que existe rapidez para gestionar el riesgo en la industria. Por ejemplo, sobre una muestra de 600-700 empresarios (que es algo cercano al 30% de la producción), 60% o 70% toman seguros climáticos y hacen monitorios con drones cada 15 días a sus lotes de producción.

La pregunta que queda por responder es ¿cómo se armó el clúster? Existe hoy un pedido de política pública estratégica que permite equilibrar el peso del sector privado y del sector público. Esta política debe tener una convalidación de la sociedad para decidir la estructura productiva, pues puede ser riesgoso dedicar 20.000 de 34.000 hectáreas a la producción de un solo producto, como la soja. Se exige tomar recaudos, pues no se pueden forzar decisiones privadas sobre precios relativos que llevan a un sistema que puede no ser sustentable en el ámbito económico ni en el ambiental.

Argentina es un país conflictivo y existe tensión entre la institucionalidad con la que se comienza el proceso productivo y los conflictos que pueden llevar a que esta institucionalidad cambie en el tiempo. Este es el contexto en que se plantean las políticas públicas y en el cual los actores deben tomar decisiones, los que han logrado adaptarse a este dinamismo y a jugar de acuerdo a los movimientos del mercado.

En este juego existen cuatro *drivers*, que en general están consensuados: el primero es lograr clústers y generar mayor valor agregado, es decir, hacer negocios profundizando, no expandiendo; el segundo es el cuidado con la sustentabilidad ambiental y económica; el tercero, la previsibilidad en los parámetros macro, y el cuarto, la apertura e inversión en áreas de investigación que hoy no existen y podrían generar ventajas competitivas en el largo plazo.

Existe un conjunto del 10% de los productores que han entrado en la agricultura de precisión, que hace un salto tecnológico en sus procesos de producción. Este *upgrade* tecnológico implica, por ejemplo, una máquina que lee la calidad del suelo y aplica herbicida solo cuando se detectan ciertas plagas, lo que podría reducir los costos de fertilización y en herbicida en un 80%.

Ese es un mundo que alcanza una sofisticación que obliga a establecer diálogos absolutamente distintos con el sector público. Para algunos actores existe el objetivo claro de aumentar la productividad por hectárea de tierra, por lo que la decisión de qué hacer con las tierras va a estar definida por el rendimiento de ella, y ese es el futuro que se aproxima.

Según cálculos de la CEPAL, cuando se trabajó con datos de Argentina de 2007 para obtener el valor agregado de las producciones primarias en el país, se concluyó que la soja tiene cuatro veces más valor agregado que el sector au-

tomotriz. Lo que se hizo fue tomar una serie de factores y agregar valor para un conjunto de productos. Después podemos discutir la composición de ese valor agregado respecto a cuánto es salario, cuánto es retribución al capital y cuánto es renta, pero lo importante es reconocer que existe valor agregado.

Se debe desmitificar que en el sector agrícola no se crea valor agregado, ya que la cuenta abierta que se hizo en Argentina arrojó sobre un 60% de valor agregado en la soja particularmente. Podría argumentarse que dado el precio de la soja hoy, la mitad de esto es renta, lo que es verdad, pero que técnicamente se considera valor agregado igual.

Respecto a una de las preguntas anteriores, es cierto que el trabajo no ahonda en temas como la biofarma y la biorremediación de los suelos, por ejemplo, de que se viene hablando, tanto en la industria petrolera como para referirse al pH de los suelos. Es todo un mundo que debe ser mirado con más atención.

En cuanto al comentario de Patricio, si se entendió que el Sistema Nacional de Innovación (SNI) no sirve para nada, fue un error. Lo que se quiso transmitir fue que la forma en que opera el mundo real no coincide con el esquema formal de este sistema. Sin embargo, también es cierto que el rol del SNI, pensado en el futuro y desde la perspectiva de los operadores del sistema, está más cerca del subsistema de lo que piensan, pero es muy distinto al que tiene originalmente asignado.

Al referirnos a los roles que se le suele asignar al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), no solo refiriéndonos al de Uruguay, sino a los INIA de cada país, se puede observar que no siempre esos roles se condicen con lo que ocurre en la realidad.

Sin embargo, el sector privado de innovación cambia, campaña a campaña, el sesgo de la función de producción, incorporando pequeñas cosas. La mayor parte de los productores argentinos no tiene conocimiento sobre la existencia y el rol del Sistema Nacional de Innovación, pero aun así dependen de las funciones de investigación que este ejerce. Desde esta lógica, el SNI es un actor clave en aprovisionamiento de insumos, pero no es el eje central de la innovación.

Podemos observar que no existe un plan agropecuario, no existe estrategia, pero sí hay meta de bioeconomía al 2030. Esa meta es el pilar del que dependerán todos los otros programas orientados a este sector. En este plano, sí se puede coincidir en que no hay país en el mundo que no tenga intervención estatal en el sector agropecuario. Es un proceso lento, de alto riesgo, y que es universalmente materia de intervención pública. Ningún país ha desistido de intervenir el sector con políticas públicas, pero no lo hacen desde un sistema formal, como hubiésemos pensado en la década del 70, sino que es otro formato de correlación entre lo público y lo privado.

OTROS ARTÍCULOS VINCULADOS AL PROYECTO “INNOVACIÓN TECNOLÓGICA LATINOAMERICANA EN RECURSOS NATURALES”

Redes, Innovación y Trazabilidad en el Sector Cárnico Uruguayo

Autores: Cristina Zurbriggen y Miguel Sierra

Abstract

El crecimiento económico de Uruguay en los últimos años se ha basado parcialmente en el dinamismo de las exportaciones de bienes agroindustriales, siendo el sector cárnico el principal mercado para la exportación y competidor a nivel global. Este artículo analiza desde un enfoque socio-técnico la construcción público-privada de una Plataforma de Información integrada por el Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG) y el Sistema Electrónico de Información de la Industria Cárnica (SEIIC). Esta Plataforma ha permitido que Uruguay sea el único país del mundo donde el 100% del ganado bovino está registrado e identificado electrónicamente en forma individual (83% trazado) lo que permite monitorear toda la cadena de producción, y realizar un seguimiento a los animales desde el nacimiento hasta que la carne llega al consumidor. Asimismo, la acumulación de capacidades tecno-productivas generadas en el sector cárnico está permitiendo desarrollar nuevas innovaciones tecnológicas nacionales como lectores industriales de trazabilidad bovina, tipificadores de canales, y genómica.

Recursos Naturales como Alternativa para la Innovación Tecnológica: Petróleo y Gas en Brasil

Autor: Frederico Rocha

Abstract

Utilizando la industria de petróleo y gas como ejemplo, este trabajo presenta las oportunidades de aprendizaje y de acumulación de capacidades tecnológicas que pueden representar las industrias de recursos naturales en Brasil. Se profundiza en las características del proceso de crecimiento de la industria petrolera impulsado por PETROBRAS que, desde su creación en 1950, ha sido el mayor pilar de este crecimiento. En este sentido se destaca que el éxito del sector petrolero no fue fortuito sino el resultado de un proceso de aprendizaje y de acumulación de capacidades. El trabajo sostiene además que PETROBRAS ha sido una herramienta fundamental para el desarrollo del sector de proveedores de la industria de petróleo y gas y ha generado un conjunto de externalidades positivas que ha permitido la formación de una importante red de conocimiento compuesta por empresas e instituciones públicas y académicas. También se analizan algunas deficiencias en el enfoque de la política de contenido local, donde ha habido problemas en la generación de incentivos para adquirir competitividad, lo que ha llevado a endurecer progresivamente esta regulación, generando aumentos en costos y retrasos en inversiones. Adicionalmente no se ha vinculado la política de contenido local con la política de innovación, entregando señales confusas a los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades. En este sentido se plantea el desafío de crear incentivos para la innovación continua en la industria.

Política de Innovación para Fortalecer las Capacidades en Manufactura Avanzada en México

Autor: Gabriela Dutrénit

Abstract

México ha atraído a empresas multinacionales integradas a Cadenas Globales de Valor (CGV), lo que ha generado cambios económicos estructurales importantes pasando a tener exportaciones compuestas en un 84,3% por manufacturas en 2013. Sin embargo, a pesar de producir y exportar bienes de alto contenido tecnológico, el valor agregado de los bienes que entran a las CGV es reducido, lo que pone en evidencia algunas falencias del modelo mexicano. Esto genera oportuni-

dades de mejora. Algunas de las estrategias para aprovechar estas oportunidades son: (i) la política “Diseñado en México” liderada por ProMéxico, y (ii) Diseño y desarrollo de productos y procesos de alto valor agregado, elaborado por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT). Este trabajo propone planes de acción específicos para lograr el desafío de enfocarse en sectores estratégicos/prioritarios y ponerlos en el centro de las estrategias de desarrollo del país, donde se destaca la participación de los sectores de Ciencia, Tecnología e Información (CTI). Los desafíos para alcanzar estos objetivos se concentran en las dificultades observadas para operar el marco institucional asociado a la gobernanza del sistema, traducido como fallas de coordinación y falta de consensos políticos.

El Cobre Chileno como Plataforma de Innovación Tecnológica

Autores: Patricio Meller y Joaquín Gana

Abstract

El cobre ha desempeñado un rol clave en el crecimiento y desarrollo chileno a través del triple impacto macroeconómico en la Balanza de Pagos, los ingresos fiscales y el ritmo de crecimiento. Previamente ello era suficiente, pero ahora no basta: se requiere del cobre un rol adicional vinculado a la innovación tecnológica. Este trabajo presenta la minería cuprífera como una plataforma de innovación basada en tres pilares: (A) Transferencia y Diseminación Tecnológica, (B) Generación de Innovación Tecnológica y (C) Inserción en Cadenas Globales de Valor. El primer pilar desmitifica a la minería como una industria de escasa intensidad tecnológica y critica la escasa transferencia y diseminación de la tecnología moderna existente en la Gran Minería hacia el resto de los sectores del país. El segundo pilar presenta el Programa de Proveedores de Clase Mundial como un mecanismo para generar innovación en la minería y analiza comparativamente el desarrollo del sector de proveedores intensivos en conocimiento de Australia. El tercer pilar cuestiona la escasa inserción de Chile en las Cadenas Globales de Valor de los insumos y servicios asociados a la minería del cobre y explora las posibilidades de una política de contenido local, bien definida y vinculada a políticas de innovación, como un espacio de aprendizaje para la construcción de capacidades tecnológicas domésticas.

RESEÑA DE OTROS INVESTIGADORES ASOCIADOS AL PROYECTO

GABRIELA DUTRÉNIT (MÉXICO)

Licenciada en Economía de la Universidad de La Habana, Magíster en Economía de la UNAM, México, y Doctora en Economía de la Innovación en el Science Policy Research Unit de la Universidad de Sussex, Inglaterra. Es investigadora y docente del Posgrado en Economía y Gestión de la Innovación de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco; miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), Nivel III; miembro del comité científico internacional de Global Network for Economics of Learning Innovation, and Competence Building Systems (Globelics) y Coordinadora de su capítulo latinoamericano (LALICS). Fue Coordinadora General del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, desde julio de 2012-agosto de 2014.

JOAQUÍN GANA (CHILE)

Licenciado en Economía de la Universidad de Chile. Ha sido docente en el programa de Bachillerato de la Universidad de Chile. Actualmente se desempeña como Asistente de Investigación en la Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN).

PATRICIO MELLER (CHILE)

Ingeniero civil de la Universidad de Chile y Magíster en Ciencias y Doctor en Economía de la Universidad de California, Berkeley. Profesor titular de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile e investigador de la Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN). Ha sido presidente del Consejo Asesor Presidencial sobre Trabajo y Equidad (2007-2008) y director de CODELCO (2000-2006). Se ha desempeñado como profesor visitante de la Universidad de Notre Dame y Universidad de Boston. Es autor de numerosas publicaciones y una serie de libros sobre economía chilena, minería y comercio internacional, entre otros. Actualmente es el presidente de la Fundación Chile y director de proyectos de CIEPLAN.

FREDERICO ROCHA (BRASIL)

Graduado en Ciencias Económicas de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Magíster y Doctor en Economía de Industria y Tecnología de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Es profesor asociado y director del Instituto de Economía de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Posee diversas publicaciones en el área económica, con énfasis en economía industrial y específicamente en temas de productividad, industria brasileña, fusiones y adquisiciones, empresas multinacionales y competencias tecnológicas. En la actualidad investiga sobre temas asociados a la industria del petróleo, gas y recursos naturales.

MIGUEL SIERRA (URUGUAY)

Doctor en Tecnología de Alimentos en la Universidad Politécnica de Valencia. Master en Ciencia e Ingeniería de Alimentos de la Universidad Politécnica de Valencia. Ingeniero Agrónomo de la Universidad de la República del Uruguay. Ha sido consultor de FAO e investigador invitado en Wageningen University, Communication and Innovation Studies Department. Actualmente se desempeña como gerente de Innovación y Comunicación del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria del Uruguay (INIA), delegado institucional al Consejo Sectorial de Biotecnología del Uruguay y miembro del Comité Evaluador de Globelics, Red Internacional sobre Sistemas Nacionales de Innovación. Co-lidera un proyecto internacional de FONTAGRO sobre intensificación sustentable en lechería.

CRISTINA ZURBRIGGEN (URUGUAY)

Licenciada en Sociología de la U. de la República, Uruguay, y Doctora en Ciencias Políticas por la U. Eberhard Karls de Tübingen, Alemania. Fue directora de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) en Uruguay. Ha sido evaluadora de proyectos para el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONDECYT) Chile, de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT), Argentina. Actualmente trabaja como investigadora y profesora de posgrado en la Facultad de Ciencias Sociales de la U. de la República, Uruguay.

