

Serie Documentos de Trabajo del IIEP

Nº 38 - Diciembre de 2018

Nuevas oportunidades y desafíos productivos en la Argentina:
Resultados de la Primera Encuesta Nacional a Empresas de
Agricultura y Ganadería de Precisión

Jeremías **Lachman** y Andrés **López**



Instituto Interdisciplinario de
Economía Política de Buenos Aires
(IIEP-BAIRES)

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas
Instituto Interdisciplinario de Economía Política de Buenos Aires
Av. Córdoba 2122 - 2º piso (C1120 AAQ)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
Tel +54 11 5285-6578

<http://iiep-baires.econ.uba.ar/>

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva
Av. Rivadavia 1917 (C1033AAJ)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
Tel +54 11 5983-1420

<http://www.conicet.gov.ar/>

ISSN 2451-5728

Los Documentos de Trabajo del IIEP reflejan avances de investigaciones realizadas en el Instituto y se publican con acuerdo de la Comisión de Publicaciones. L@s autor@s son responsables de las opiniones expresadas en los documentos.
Desarrollo editorial: Ed. Hebe Dato

El Instituto Interdisciplinario de Economía Política de Buenos Aires (IIEP-BAIRES) reconoce a los autores de los artículos de la Serie de Documentos de Trabajo del IIEP la propiedad de sus derechos patrimoniales para disponer de su obra, publicarla, traducirla, adaptarla y reproducirla en cualquier forma. (Según el art. 2, Ley 11.723).



Esta es una obra bajo Licencia Creative Commons
Se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Nuevas oportunidades y desafíos productivos en la Argentina:

Resultados de la Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión

Jeremías Lachman

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS. BUENOS AIRES, ARGENTINA.

CONICET-UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. INSTITUTO INTERDISCIPLINARIO DE ECONOMÍA POLÍTICA DE BUENOS AIRES (IIEP-BAIRES). BUENOS AIRES, ARGENTINA.

jeremiaslachman@gmail.com

Andrés López

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS. BUENOS AIRES, ARGENTINA.

CONICET-UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. INSTITUTO INTERDISCIPLINARIO DE ECONOMÍA POLÍTICA DE BUENOS AIRES (IIEP-BAIRES). BUENOS AIRES, ARGENTINA.

andres.lopez@fce.uba.ar

New opportunities and challenges for productive development in Argentina: Results from the First Survey to Precision Agriculture and Livestock Ranching Firms

ABSTRACT

The so-called “precision agriculture” is the outcome of two convergent processes: i) the emergence of new technological developments with diverse applications in agriculture and livestock, several of them derived from innovations in the field of ICT, and linked to data science, artificial intelligence and electronics; ii) the transformations that occurred in the organization of the production of biological-based goods, particularly in the case of extensive agriculture. A large group of Argentine companies have joined this new techno-productive paradigm with the aim of developing and commercializing goods and services associated with precision agriculture. The objective of this working paper is to analyze the characteristics, performance and future perspectives of this group of companies. The main source of information for this purpose is the First National Survey of Precision Agriculture and Livestock, which included 77 companies. The results of the survey were complemented with multiple interviews and meetings with industry leaders and experts. In both cases, the issues addressed included the structural characteristics of these firms, their achievements, routines and personnel employed for innovation activities as well as the obstacles they perceive for further growth. Based on this analysis, the document discusses the opportunities and challenges faced by this emerging sector.

RESUMEN

La llamada “agricultura de precisión” resulta de la convergencia de dos procesos paralelos: i) el surgimiento de nuevos desarrollos tecnológicos con diversas aplicaciones en la agricultura y la ganadería, varios de ellos derivados de innovaciones en el campo de las TIC, y ligados a la ciencia de datos, la inteligencia artificial y la electrónica; ii) las transformaciones ocurridas en la organización de la producción de los bienes de base biológica, en particular en el caso de la agricultura extensiva. Un nutrido grupo de empresas argentinas se han montado sobre este nuevo paradigma tecno-productivo con el objetivo de desarrollar y comercializar bienes y servicios asociados a la agricultura de precisión. El objetivo del presente documento de trabajo es analizar las características, desempeño y perspectivas futuras de este grupo de empresas. La fuente principal de información a tales efectos es la Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión, la cual abarcó a 77 empresas. Los resultados de la encuesta fueron complementados con múltiples entrevistas y reuniones con referentes y expertos del sector. En ambos casos se abordaron temas ligados a las características estructurales de las firmas, sus logros, rutinas y personal empleado para las actividades de innovación, así como también los obstáculos que identifican como limitantes para su crecimiento. A partir de este análisis, el documento discute las oportunidades y los desafíos enfrentados por este sector emergente.

Keywords: Precision Agriculture - Natural Resources - Innovation - Argentina

Palabras claves: Agricultura de precisión - Recursos Naturales - Innovación - Argentina

JEL Codes: O33 - Q16 - L8

Los autores agradecen la colaboración de Laura Cappelletti y Gustavo Cukierman. También agradecen la valiosa contribución de Roberto Bisang, quien participó junto con los autores en el diseño inicial del proyecto, la formulación de hipótesis y la elaboración de la encuesta.

INDICE

1. Introducción	2
2. Cadenas de valor en las producciones de base biológica: las oportunidades para el <i>upgrading</i>	4
3. El agro argentino: de la producción extensiva a la agricultura y la ganadería de precisión	7
4. Panorama de la adopción de tecnologías de precisión en el agro argentino	12
5. El desarrollo local de tecnologías de precisión para el agro	14
5.1 Rasgos estructurales y desempeño de las firmas que operan en el mercado local.....	17
5.2 Actividades de innovación	25
5.3 Obstáculos al crecimiento	37
6. Conclusiones	38
Bibliografía	42
Anexo 1. Exportaciones del complejo de maquinaria agrícola y agropartes	46

1. Introducción

En lo que va del nuevo milenio ha emergido en la Argentina un conjunto de empresas dedicadas al desarrollo de tecnologías para la agricultura a partir del uso de innovaciones asociadas a la electrónica, así como también otras -más novedosas- ligadas a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Este proceso se asocia al surgimiento de la llamada “agricultura de precisión”, la cual se basa en un conjunto de herramientas -tanto físicas como digitales- dirigidas a implementar esquemas de producción “sitio-específicos” (Scaramuzza et al., 2014; Faulkner and Cebul, 2014). Estos esquemas flexibles tienen la ventaja de posibilitar mejoras en los rendimientos a campo, al tiempo que también reducen la necesidad de insumos productivos; ahorrando costos y generando menores impactos ambientales.

Al interior de este conjunto de empresas podemos distinguir tres grandes grupos: i) aquellas dedicadas al desarrollo de equipos e instrumentos, aquí llamadas agropartes de precisión, (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2014); ii) las que proveen servicios basados en conocimiento (SBC) para procesos de producción en el agro y la ganadería y iii) los emprendimientos que prestan servicios para diversos eslabones de la cadena agropecuaria (Banco Internacional de Desarrollo, 2018; Wolfert et al., 2017; Sonka, 2014).

En este escenario, el objetivo del presente trabajo es elaborar un diagnóstico inicial de la situación de las empresas dedicadas al desarrollo de estas nuevas tecnologías para las producciones de base biológica en la Argentina. En particular, se busca conocer los rasgos estructurales de estas empresas (e.g. origen, facturación, empleo, exportaciones), sus principales logros, rutinas y recursos humanos empleados para la innovación y, por último, los principales obstáculos que enfrentan para su crecimiento.

Para esto elaboramos una encuesta que fue completada por 77 empresas del sector. A su vez, los resultados de esta encuesta fueron complementados con entrevistas a diversos actores relevantes, incluyendo gerentes de empresas, expertos, referentes sectoriales y funcionarios de áreas de gobierno ligadas a estos temas.

El primer grupo está centralmente orientado a desarrollar equipamiento que es implementado -en la etapa de fabricación o a *posteriori*- en la maquinaria agrícola. Estos equipos permiten por lo general ahorrar costos de insumos y/o reducir impactos ambientales -a partir de una aplicación mucho más eficiente de aquellos-, así como también cumplir con las prescripciones generadas por quienes toman las decisiones agronómicas.

Este grupo está integrado por un colectivo ampliamente heterogéneo de empresas. Las diferencias se basan centralmente en términos del origen de las empresas, tanto temporal como técnico, donde, e.g. algunas provienen de una base ligada al desarrollo de implementos mecánicos, mientras que otras están mucho más asociadas a los componentes electrónicos, el tamaño -cantidad de personal empleado y/o facturación promedio alcanzada- y las capacidades para el desarrollo de tecnologías; mientras que en algunas existen rutinas permanentes orientadas a concebir y desarrollar innovaciones, otras llevan adelante estas actividades de forma mucho más esporádica.

A su vez, otro espacio de distinción dentro de este grupo radica en los modelos de negocios que sustentan la actividad. Mientras que algunas firmas están enfocadas en el desarrollo de equipos de precisión, para otras se trata de una actividad más dentro de un

modelo de negocios más diversificado. Esta serie de diferencias al interior de este segmento genera que las posibilidades de exportación y de ingreso a cadenas globales de valor estén presentes en un número relativamente acotado de estas empresas. Así, la porción mayoritaria de estas firmas está fundamentalmente orientada al mercado interno.

Tanto el segundo como el tercer grupo de firmas están ligados a la prestación de servicios, generalmente en base a plataformas TIC. Los emprendimientos son mucho más recientes y pequeños -en términos de empleo y facturación- en relación al primer grupo. A su vez, mientras que el segundo grupo tiene una orientación directa hacia los procesos de producción a campo, el tercer grupo provee servicios más diversos que pueden aplicarse sobre distintas etapas de la cadena.

Las firmas que integran el segundo grupo en general basan sus servicios a partir de un proceso compuesto por la captura de datos -a través de imágenes aéreas, satelitales, datos de sensores y/o de estaciones meteorológicas-, el procesamiento de los mismos -usualmente a partir de la utilización de algoritmos computacionales- y su entrega de forma relativamente sencilla a los usuarios finales; quienes de forma creciente acceden a los mismos a partir de plataformas digitales. En términos generales, los usos de estos servicios por parte de las empresas de producción agrícola tienen una amplia variedad, asociada en parte a la alta customización que caracteriza a los servicios basados en conocimiento (SBC) en general. Sin embargo, y de forma muy genérica, sus principales usos se sintetizan en tres aspectos centrales: i) producción por ambiente¹; ii) monitoreo de cultivos y/o del rodeo²; y iii) controles operativos³.

Por último, el tercer grupo de empresas, las cuales son todavía más recientes que las anteriores, ofrece un conjunto de servicios ligados a las diversas necesidades que emergen en los múltiples eslabones que componen las cadenas de valor agropecuarias. El uso de estas tecnologías plantea, e.g. la posibilidad de obtener fondos de financiamiento para producciones biológicas de fuentes alternativas a las convencionales, la aplicación de contratos a partir de la tecnología *blockchain* o el desarrollo de innovaciones orientadas a reducir costos e ineficiencias en la logística para el transporte de la producción.

El desarrollo de estas nuevas tecnologías ligadas a producciones de base biológica es novedoso para la región y el mundo, habiendo sido escasamente estudiado hasta el momento (Dahl Andersen et al., 2018), en particular en América Latina. Sin embargo, consideramos que su análisis es de gran interés, dadas las claras complementariedades productivas que existen en nuestro país y en la región. En efecto, a partir de su amplia superficie cultivable, América Latina dispone de un potencial distintivo en materia de producciones biológicas y de biomasa en general. De este modo, una forma de plantear una alternativa para el *upgrading* en cadenas de valor de producciones biológicas (el cual usualmente se asocia a un mayor nivel de procesamiento de los recursos naturales

¹ A partir de un conocimiento más preciso de la multiplicidad de ambientes que conviven en un determinado espacio, los productores pueden adoptar decisiones dirigidas a explotar el máximo potencial de cada uno de estos microambientes.

² A partir de dispositivos específicos -como drones o imágenes satelitales en agro o cámaras para el caso de producciones pecuarias-, el usuario de este servicio puede mantener un monitoreo completo y sistemático de su producción. Esto permite, e.g., la detección temprana de plagas en cultivos agrícolas.

³ Se trata de servicios que, a partir de los datos georreferenciados capturados y del procesamiento de los mismos, pueden dar a conocer en tiempo real las tareas operativas que se están llevando a cabo.

exportables), podría basarse en el impulso para el desarrollo de *clusters* de proveedores de bienes y servicios de alta tecnología para el agro y la ganadería (así como han hecho países como Australia o Noruega en el caso de la minería o el petróleo).⁴

A continuación, se presenta una discusión sobre cadenas de valor ligadas a la producción de bienes de base biológica, focalizando en particular en el rol de los eslabones ligados a los proveedores de servicios y de maquinaria agrícola. En la sección tres se realiza una breve descripción de las transformaciones tecno-productivas que derivaron en la emergencia de la llamada “agricultura de precisión”. En la cuarta sección se presenta de forma estilizada el estado actual de la adopción de estas tecnologías en la Argentina. En la sección cinco se analiza la situación actual de la oferta de productos y servicios vinculados a la agricultura y la ganadería de precisión en la Argentina, incluyendo tanto un análisis de sus características estructurales, como de su dinámica innovativa y los obstáculos a su desarrollo. El trabajo cierra con algunas sugerencias de política para potenciar este sector y apoyar procesos de escalamiento en las cadenas de valor de base biológica.

2. Cadenas de valor en las producciones de base biológica: las oportunidades para el *upgrading*

El concepto de cadena de valor se ha impuesto como esquema analítico básico dominante en buena parte de la literatura reciente sobre comercio y desarrollo. Esto es sin dudas bienvenido en varios sentidos, incluyendo el hecho de que permite salir de las taxonomías sectoriales tradicionales, para enfatizar la idea de que los procesos productivos (históricamente, pero con mayor fuerza en las décadas recientes), involucran procesos de coordinación entre diferentes agentes y actividades. Así, una cadena de valor ha sido definida como “*the full range of activities that are required to bring a product from its conception, through its design, its sourced raw materials and intermediate inputs, its marketing, its distribution and its support to the final consumer*”⁵.

En las últimas décadas la fragmentación de estas cadenas se ha hecho global, gracias a la baja de los costos de transporte (incluidos los arancelarios), pero fundamentalmente por la enorme reducción de los costos y tiempos requeridos para coordinar actividades llevadas adelante en lugares remotos, resultante del acelerado desarrollo y expansión de las TIC; lo que Baldwin (2011) llama “*the second unbundling*”. En este escenario, una creciente literatura ha hecho hincapié en la necesidad de identificar oportunidades de escalamiento (*upgrading*) dentro de las distintas cadenas de valor, entendidas como aquellas que permiten pasar a desarrollar actividades más complejas dentro de esas cadenas.

Las oportunidades en esta materia pueden incluir producir más eficientemente (escalamiento en los procesos o *process upgrading*), orientarse a líneas de producto con mayor valor unitario (escalamiento en los productos o *product upgrading*), desplazarse hacia tareas que requieran mayores capacidades –e.g. diseño o marketing– (escalamiento funcional o *functional upgrading*) o aplicar la competencia adquirida en una función particular para desplazarse hacia otro sector (escalamiento intersectorial o *intersectoral upgrading*), Pietrobelli y Rabellotti (2005).

⁴ Sasson y Blomgren (2011), Urzua et al. (2017) y Martínez-Fernández (2010).

⁵ <http://www.globalvaluechains.org/concepts.html>

De este análisis emerge, entre otras cuestiones relevantes, la identificación de más una avenida para el “escalamiento” en las cadenas de valor basadas en recursos naturales. En la discusión pública y en el discurso político es usual que se identifique ese escalamiento con el “agregado de valor” vía procesamiento de dichos recursos. Esta opción implica promover los encadenamientos hacia adelante, generalmente con la idea de “industrializar” los recursos naturales. Sin embargo, hay otras formas de encadenamientos factibles y potencialmente importantes desde el punto de vista del desarrollo. Por un lado, hablamos de los encadenamientos hacia atrás (provisión de insumos, servicios, bienes de capital y conocimiento para las producciones de base biológica). Por otro, existen los encadenamientos “laterales”, en los cuales dichos insumos, conocimiento, bienes de capital y servicios son utilizados en áreas que no están directamente vinculadas con la producción de recursos naturales.

Estas dos clases de encadenamientos tienen, a nuestro juicio, posibilidades incluso más promisorias que el procesamiento de recursos naturales. En primer lugar, las barreras a la entrada en sectores como los de alimentos procesados, e.g. parecen ser muy altas (incluyendo no solo las propias del mercado -marcas, escalas, etc.-, sino también las regulatorias, como el escalamiento tarifario) -ver INAI (2015) y Rebizo y Tejeda Rodríguez (2011). En segundo lugar, son pocas las empresas de naciones emergentes que tienen el tamaño, las capacidades organizativas y comerciales y el acceso a fondos necesarios para entrar en la competencia internacional en esos segmentos (y considerando también el poco interés de las multinacionales por situar en nuestros países polos de exportación globales de alimentos procesados). Finalmente, y siguiendo a Hirschman (1977), los eslabonamientos hacia atrás tienen mayor potencial de desarrollo porque se vinculan con sectores que son tecnológicamente más cercanos a los actores que operan en las industrias basadas en recursos naturales; en cambio, los eslabonamientos hacia adelante a menudo utilizan tecnologías que son menos familiares para los actores locales.

En paralelo a los procesos de fragmentación productiva global, los servicios, y en particular los SBC, juegan un rol cada vez mayor en la economía global. Entre los factores que están detrás de este fenómeno se incluye la tendencia de las corporaciones a focalizarse en sus *core business*, terciarizando actividades que anteriormente se realizaban al interior de cada empresa. Este proceso de desverticalización también ha ocurrido en torno a las actividades primarias (agro, minería, petróleo, forestación, etc.), dando como resultado la emergencia de un creciente número de proveedores de servicios especializados en actividades como ingeniería, I+D, software y servicios informáticos, calidad, trazabilidad, logística, comunicaciones, asesoramiento y consultoría profesional y otros diversos servicios profesionales y técnicos específicos a cada cadena (Zurbriggen y Sierra, 2015; Dahl Andersen et al., 2018).

Pero adicionalmente se observa que, al descomponer el valor agregado de un producto industrial, agroindustrial o primario, la porción del mismo que es generado por actividades de servicios es creciente. Este proceso se enmarca en la llamada “servificación” de la economía, de la cual la agricultura y ganadería de precisión son un ejemplo. Finalmente, las firmas de los más variados sectores, pero en particular las que producen bienes de origen biológico, enfrentan cada vez con más frecuencia requerimientos en materia de calidad, trazabilidad, sanidad, medio ambiente, relaciones laborales, etc. y deben en consecuencia adoptar sistemas que garanticen y acrediten el cumplimiento de los mismos (los cuales generalmente son desarrollados por proveedores especializados independientes).

Más allá de algunos avances en las áreas de biotecnología agropecuaria o bioinformática (ver Gajst y Frugoni, 2016), o de ciertas exportaciones de ingeniería asociadas al sector energía, la Argentina todavía está lejos de aprovechar las oportunidades de generar plataformas con proyección internacional de proveedores de servicios conocimiento-intensivos en cadenas basadas en recursos naturales

En cuanto a la industria de maquinaria agrícola -tractores, cosechadoras, sembradoras, tolvas, etc.- y de equipamiento especializado, de larga trayectoria en la Argentina, el sector está compuesto principalmente por PyMES nacionales y por firmas multinacionales. Las firmas locales que proveen partes y equipos para los fabricantes de maquinaria agrícola enfrentan dificultades para integrarse comercialmente con sus pares de origen extranjero, o bien para participar activamente del entramado de la cadena global de valor de esta industria. A su vez, las firmas multinacionales están enfocadas principalmente en abastecer a la demanda local con equipamiento importado (Langard, 2011).

Sin embargo, algunos trabajos (e.g. Albornoz et al. 2010) resaltan la existencia de casos exitosos -principalmente firmas nacionales centradas en la elaboración de un número reducido de equipos con funcionalidades específicas- que sí han podido mantener vínculos estables con clientes extranjeros. En esta dirección las tablas del Anexo 1 de este trabajo ilustran la evolución y composición de las exportaciones de este sector, donde se verifica el peso preponderante de las agropartes⁶. En base a diversos estudios sobre este último segmento, algunos autores sugieren que el ingreso de empresas locales en redes de provisión global resulta relativamente más factible cuando el desarrollo tecnológico involucrado se encuentra en etapas tempranas, como sería el caso de los equipos ligados a la agricultura de precisión (Bragachini, 2011; Albornoz et al. 2010; Albornoz, 2010).

Entendemos que la emergencia del paradigma tecno-productivo asociado a la agricultura y la ganadería de precisión genera la oportunidad de “montarse” sobre la base de recursos naturales del país promoviendo la formación de *clusters* de proveedores de bienes y servicios intensivos en conocimiento (siguiendo ejemplos de naciones tales como Australia, Canadá o Noruega). Esto generaría al menos dos potenciales impactos positivos. Por un lado, impulsar un *upgrading* en las cadenas de valor agropecuarias vía encadenamientos hacia empresas que pueden desarrollar competencias y capacidades que les permitan no solo abastecer el mercado local, sino también internacionalizarse y eventualmente expandirse incluso hacia otros nuevos negocios con bases de conocimiento similares. En paralelo, el desarrollo de proveedores locales de bienes y servicios *high tech* abre una ventana de oportunidad para promover la adopción de estas novedosas tecnologías, permitiendo una expansión ecológicamente más sustentable de la producción de bienes de base biológica. Estos impactos dependerán de las posibilidades de captar, por parte de las firmas locales, las sinergias derivadas del carácter altamente idiosincrático de estas producciones y la consecuente necesidad de desarrollar soluciones customizadas para adaptarse a las especificidades agronómicas, climáticas, geográficas, etc. El resto del trabajo se dedica a explorar ambas cuestiones.

⁶ Cabe señalar que no todas las exportaciones del segmento de agropartes corresponden a aquellas ligadas a las tecnologías de precisión para el agro y ganadería. Dado que se trata de un sector incipiente todavía no está disponible una clasificación dentro del nomenclador del sistema armonizado para distinguir a las agropartes de precisión del resto.

3. El agro argentino: de la producción extensiva a la agricultura y la ganadería de precisión

En el campo de la economía del desarrollo tradicionalmente se consideraba que las actividades del sector agropecuario tenían un bajo potencial para generar encadenamientos productivos y una escasa dinámica innovadora. Esta caracterización se ajustaba con bastante precisión a la realidad del agro y la ganadería en la Argentina hasta hace unas décadas, en un contexto donde: i) la función técnica que regía el proceso productivo resultaba ser relativamente más intensiva en tierra y mano de obra en detrimento de la utilización del factor capital -equipamiento y maquinaria- (Reca, 1982); ii) los beneficios de la actividad eran distribuidos entre relativamente pocos agentes, en base a un esquema de rentabilidad regido por las variaciones en la cotización internacional de los *commodities* -o algunos otros productos primarios escasamente diferenciados- (Barsky y Gelman, 2009); iii) las innovaciones -ya sea en productos como en procesos- eran esporádicas (Barsky y Gelman, 2009) y las mejoras en productividad provenían de una optimización técnica de las escalas (Teubal et al., 2005) o a partir de la adopción de innovaciones desarrolladas por los proveedores de maquinarias o de fitosanitarios (Pavitt, 1984).

Sin embargo, diversos autores (Ekboir, 2003; Bisang, 2007; Pognante, 2011) muestran que desde mediados de la década del noventa la estructura productiva del sector agrícola se modificó sustancialmente dando lugar a una masiva incorporación de nuevas tecnologías. Este nuevo esquema de organización de la producción implicó un pasaje de una estructura caracterizada por una rígida integración vertical, a una más flexible coordinación en red mediada por contratos entre los agentes.

En esta misma dirección, Anlló, Bisang y Campi (2013) destacan como elemento central del cambio en la organización productiva a la novedosa forma de interacción entre los agentes. Los autores definen a este esquema de coordinación como “agricultura por contrato”: bajo este modelo los dueños de la tierra ceden su uso a las empresas de producción agropecuaria -las cuales asumen el riesgo inherente a la producción-, y a su vez estas empresas subcontratan una parte sustancial de las tareas que tienen que ser realizadas. Esta dinámica es a su vez complementada por los proveedores de insumos industriales y de servicios, quienes inciden fundamentalmente en el armado técnico y operacional del nuevo paquete tecnológico.

A su vez, este nuevo paquete tecnológico supuso el pasaje a una función de producción sustancialmente más intensiva en capital, con un mayor uso de insumos -herbicidas, semillas, etc.- y más demandante en el uso de diversos servicios, los cuales van desde siembra, cosecha y fumigación, hasta otros intensivos en conocimiento y asociados a la aplicación de tecnologías de agricultura de precisión (Anlló, Bisang y Katz, 2015; Reca et al., 2010; Borlaug, 2004).

La agricultura y la ganadería de precisión se basan en la utilización de equipos, agropartes y servicios orientados a optimizar los procesos productivos de base biológica. Estas tecnologías buscan adecuar las prácticas productivas a cada “micro-ambiente”, definido para el caso del agro por ciertas condiciones ambientales, edafológicas -e.g. a partir de la identificación de la composición de nutrientes del suelo-, geográficas y climáticas presentes en todo entorno natural. A partir de un conocimiento más preciso de la multiplicidad de ambientes que conviven en un determinado espacio agrícola, los productores pueden adoptar decisiones dirigidas a explotar el máximo potencial de cada

uno de estos micro-ambientes. A modo de ejemplo, decisiones tales como la “densidad de siembra”, la variedad de cultivo a ser utilizado, la aplicación de herbicidas o la cantidad y el momento apropiado para fertilizar la producción se tomarán en base al análisis de una gran multiplicidad de variables derivadas de datos presentes e históricos. Dichos datos - generados a partir de sensores, imágenes satelitales, etc.- son procesados y luego ofrecidos a partir de servicios en forma de prescripciones. En dichas prescripciones se consideran las particularidades propias de cada micro-ambiente de forma tal de incrementar los rendimientos productivos, así como también reducir el uso innecesario de productos fitosanitarios (amortiguando por tanto los impactos ambientales colaterales)⁷.

A su vez, la aplicación de tecnologías de agricultura y ganadería de precisión posibilita un control permanente de los cultivos y/o de los animales. A partir de dispositivos específicos -como drones o imágenes satelitales en agro o instrumentos ligados a tecnologías de *Internet of Things* (IoT) para las producciones pecuarias-, el usuario de estas tecnologías puede mantener un monitoreo completo y sistemático de su producción. Esto le permite desde la detección temprana de malezas, plagas o enfermedades hasta la identificación de la evolución de rendimientos (sea en términos de granos para las producciones agrícolas, como en relación al nivel de peso y el “engrasamiento”⁸ del rodeo en producciones pecuarias).

Por último, tal como ilustra el Esquema 1, el uso de estas tecnologías también puede estar dirigido a monitorear las labores realizadas a campo. De este modo, a partir de datos georeferenciados capturados y procesados en tiempo real se puede conocer el estado de las tareas operativas que están siendo llevadas a cabo en cada momento del tiempo. Esto suele ser de gran interés para los departamentos de producción de las empresas de base biológica a partir del uso de tableros de control, pero también podría ser utilizado para la fiscalización y control de “buenas practicas” por parte de organismos públicos, e.g. en la aplicación de herbicidas.

⁷ Con respecto a la ganadería de precisión, los impactos son análogos a lo ocurrido en el caso de la agricultura de precisión. Aquí, en lugar de maximizar el potencial productivo de cada micro-ambiente identificado, lo que se buscará será captar las singularidades presentadas en el desarrollo de los animales para elaborar estrategias de producción que puedan potenciar los rasgos presentes en cada uno. De este modo, tomando como ejemplo la producción ganadera dedicada al engorde -también llamada de invernada-, podrán diseñarse programas de alimentación segmentados según la respuesta productiva de cada animal.

⁸ El engrasamiento de un animal está asociado al nivel de grasa corporal desarrollado. Esta variable es un indicador de corte más cualitativo, en relación a la variable de peso, sobre el proceso de engorde del ganado.

Esquema 1. Principales usos y aplicaciones de los SBC para agricultura y ganadería de precisión

Micro-ambientación y segmentación	Monitoreo de cultivos y ganado	Control de tareas y procesos productivos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Densidad variable en siembra	<input type="checkbox"/> Monitoreo de rendimiento agrícola	<input type="checkbox"/> Control de tareas en el campo (siembra, fertilización, etc)
<input type="checkbox"/> Fertilización variable	<input type="checkbox"/> Monitoreo de tasa de conversión ganadera (peso ganado por kg de alimento consumido)	<input type="checkbox"/> Seguimiento de tareas prescriptas
<input type="checkbox"/> Aplicación selectiva de herbicidas	<input type="checkbox"/> Detección temprana de plagas y malezas resistentes	<input type="checkbox"/> Control de "buenas prácticas"
<input type="checkbox"/> Planes de alimentación segmentada para animales	<input type="checkbox"/> Detección temprana de enfermedades en el ganado	<input type="checkbox"/> Trazabilidad del ganado

Fuente: elaboración propia.

Sobre estos tres segmentos de aplicación converge al presente el empleo de tecnologías ligadas a la robótica, la ciencia de datos y la inteligencia artificial. Si bien la adopción de estas tecnologías es todavía escasa, estando todavía en fase de prueba, su masificación derivaría en una mayor automatización de los procesos productivos y una superior autonomía de los equipos utilizados para la toma de decisiones⁹.

Para la prestación de los servicios ligados a la agricultura y ganadería de precisión son cuatro los segmentos críticos a ser sorteados de manera secuencial, tal como ilustra el Esquema 2. El proceso se inicia con la captura y digitalización de datos que pueden provenir de sensores incorporados a la maquinaria agrícola, de equipos específicos (e.g. drones, corrales, bebederos, etc.), de imágenes satelitales (o similares) y/o de la carga manual de datos capturados de forma tradicional. El paso posterior consiste en la codificación y procesamiento de los datos recolectados a fin de convertirlos en una herramienta útil para brindar información de interés, e.g. a partir de la generación de mapas micro-ambientados, mapas de rindes, detección temprana de plagas, enfermedades, errores en las labores productivas, etc.

En tercer lugar, se generan soluciones contingentes ante la multiplicidad de variantes a las que se ven sometidas las producciones llevadas a cabo en ambientes biológicos (Bragachini, 2011). Estas soluciones, las cuales surgen a partir de la implementación de técnicas y herramientas de análisis provenientes, por lo general, de la ciencia de datos y/o de la computación, estarán dirigidas a mejorar el proceso de toma de decisiones del empresario. De este modo, además de la información de interés generada en el paso anterior, estas tecnologías posibilitan el armado de prescripciones orientadas a, e.g. identificar la densidad de siembra óptima, elaborar diversas estrategias de fertilización y/o de fumigación basadas en la probabilidad de ocurrencia de múltiples fenómenos climatológicos, o diseñar programas de alimentación para el ganado segmentados según requerimientos.

Por último, se encuentran las tareas vinculadas a la aplicación de estas prescripciones. Para esto se requiere la utilización de equipamiento especial, el cual "lee" y luego "aplica"

⁹ <https://www.intel.com/content/www/us/en/big-data/article/agriculture-harvests-big-data.html>

en el territorio la prescripción generada. De este modo, el cierre del circuito productivo de la agricultura y/o ganadería de precisión requiere tanto de servicios especializados como de la disponibilidad de agropartes de precisión (e.g. dosificadores variables de siembra, de fertilización o dispositivos para la aplicación selectiva de herbicidas).

Esquema 2. Tareas y tecnologías asociadas a los SBC ligados a la agricultura y ganadería de precisión



Fuente: elaboración propia.

En suma, este nuevo paradigma tecno-productivo aplicado sobre recursos naturales renovables se basa en la digitalización y transformación en datos de fenómenos ocurridos en la naturaleza, de forma tal de implementar un proceso productivo adaptado a las múltiples características demandadas por los micro-ambientes. La fase inicial de recolección es seguida por el procesamiento de grandes bases de datos, de forma tal de generar información económicamente útil para la toma de decisiones productivas. Por último, a partir del equipamiento de precisión disponible en la maquinaria agrícola se pueden implementar a campo las prescripciones generadas en la fase anterior. De todo esto resulta un esquema productivo que en lugar de conducir a una “sobre explotación” o “sobre utilización” de insumos y recursos productivos (tierra, agua, fertilizantes, herbicidas, etc.) para aumentar los rendimientos agrícolas y/o ganaderos, se orienta a desarrollar, de forma flexible, planes para optimizar los recursos disponibles. De este modo, la agricultura y ganadería de precisión derivan en una producción “sitio-específica” de bienes biológicos.

A su vez, el desarrollo de estas tecnologías conlleva una reconfiguración de ciertas industrias ligadas a la provisión de servicios y equipamiento para el agro y la ganadería. En primer lugar, y como será presentado con mayor detalle en la sección 5 de este trabajo, se asiste a la emergencia de empresas ligadas a la provisión de SBC para procesos productivos en el agro y la ganadería. Mientras que en algunos casos se trata de firmas totalmente nuevas en el sector, otras ya prestaban servicios de consultoría a productores agropecuarios, los cuales ahora son complementados con las nuevas tecnologías disponibles.

En segundo lugar, se avanza en el desarrollo de equipos específicos (agropartes de precisión) que resultan centrales para el cumplimiento de las prescripciones. Estos equipos crecientemente cuentan con tecnologías que permiten una mayor autonomía e interoperabilidad. Las firmas involucradas en estas innovaciones son por lo general empresas que ya desarrollaban equipos para la maquinaria agrícola, pero que a partir de las nuevas oportunidades tecnológicas -principalmente asociadas al campo de la electrónica- orientaron su producción hacia estos equipos de precisión. A su vez, en esta industria se da una particular convivencia entre firmas especializadas en equipos de precisión (e.g. banderilleros satelitales, monitores de rendimiento, dosificadores variables en siembra, etc.)¹⁰ y firmas que desarrollan maquinaria agrícola (e.g. tractores, sembradoras, cosechadoras, fertilizadoras, etc.). Las interacciones entre ambos segmentos serán analizadas con mayor detalle en la sección 5 de este trabajo.

Estas transformaciones que están ocurriendo al interior de la cadena de valor ligada a la producción de bienes de base biológica podrían tener implicancias en la “gobernanza” de dichas cadenas¹¹. Si bien este tema no será abordado con mayor profundidad en este trabajo, es claro que estas nuevas tecnológicas -en particular las utilizadas para brindar servicios- van teniendo una mayor relevancia en el armado de la función técnica de producción agropecuaria. Este fenómeno podría conducir a una captura de cuasi-rentas tecnológicas por parte de estas empresas, ubicándolas en el eslabón crítico de la cadena.

En la Argentina ya existen documentados desarrollos locales asociados a la agricultura y ganadería de precisión, los cuales están cercanos a las mejores prácticas internacionales (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018; Trigo, 2016; López et al., 2017) y han dado lugar a emprendimientos comercialmente exitosos (Satorre y Bert, 2014). Asimismo, diversos trabajos analizan las potencialidades económicas de la agricultura y ganadería de precisión y sus impactos en las producciones agropecuarias y agroindustriales, así como sus beneficios eco-sistémicos (Rodríguez et al., 2016; INTA, 2014; Ortega Blu, 2018). Este proceso corre en paralelo y se retroalimenta con una tendencia similar en curso en las principales agroindustrias internacionales, incluyendo Estados Unidos, Canadá, Australia, Alemania, Israel y Brasil (Schimmelpfennig, 2016; Bramley y Trengove, 2013). De hecho, las llamadas *AgroTICs* son uno de los sectores estratégicos abordados en el trabajo de prospectiva hacia el 2020 elaborado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2009). El comportamiento innovador, la dinámica productiva y la potencialidad para crear empleos son aspectos señalados en el mencionado trabajo de prospectiva elaborado por MINCyT, así como también en otros informes internacionales (Gakuru et al., 2009; Kora y Kassem, 2010; Qiang et al., 2011; FAO, 2013). Este documento aporta información nueva y más detallada sobre la oferta local de estas tecnologías (sección 5). En tanto, en la sección siguiente presentamos brevemente alguna información sobre la demanda de bienes y servicios para la agricultura y ganadería de precisión.

¹⁰ Los equipos de precisión mencionados cumplen diversas funciones dentro del proceso de producción agrícola y se incorporan a diversos tipos de maquinaria (e.g. tractor, sembradora, fertilizadora, etc.). Para mayor detalle sobre cada uno de estos equipos consultar el sitio <http://www.agriculturadeprecision.org/>

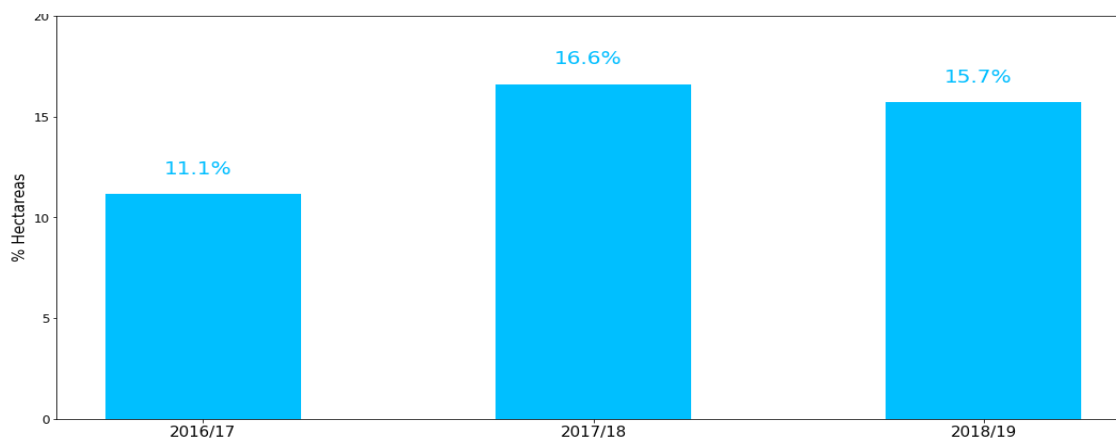
¹¹ El concepto de “gobernanza” en la literatura de cadenas globales de valor hace referencia a la presencia de uno o más actores, ubicados en eslabones estratégicos de la cadena que, a partir de ciertas barreras a la entrada a nuevos competidores, pueden ejercer control sobre el resto de las firmas involucradas en la cadena (Humphrey y Schmitz, 2001). La gobernanza, que en última instancia se traduce en una mayor capacidad de acumulación económica a partir de la captación de cuasi-rentas, será ejercida a partir de diversos mecanismos -e.g. estándares de calidad, tiempos de entrega, insumos requeridos para la producción, etc.- que condicionen y/o coordinen las rutinas productivas del resto de los agentes participantes de la cadena.

4. Panorama de la adopción de tecnologías de precisión en el agro argentino

A pesar de los registros que muestran un crecimiento en la venta de equipos de agricultura de precisión (Scaramuzza et al., 2016), la adopción de estas nuevas tecnologías de forma integrada, en búsqueda de una agricultura sitio-específica (esto es, más allá de la incorporación de algún equipo puntual) estaría acotada a un número relativamente pequeño de productores. Son pocos los trabajos que explotan esta cuestión para el caso argentino (Melchiori et al., 2018)¹², por lo cual resulta útil presentar de forma breve algunos datos básicos disponibles a partir de las encuestas que realiza la empresa Map of Agriculture¹³ en base a consultas a más de 30.000 productores agropecuarios.

De forma estilizada, estos datos confirman que la adopción de tecnologías de precisión por parte de los productores locales se encuentra todavía en etapas iniciales. Sin embargo, a lo largo de las últimas campañas agrícolas se evidencia una tendencia creciente en su difusión (Gráfico 1)¹⁴.

Gráfico 1. Adopción de agricultura de precisión en las últimas tres campañas



Fuente: Map of Agriculture.

Previsiblemente, el porcentaje de adoptantes de estas tecnologías es mayor en aquellos productores que disponen de grandes extensiones de tierra. En efecto, el 24% de las explotaciones de más de 1.000 ha. adoptó estas tecnologías, mientras que las cifras respectivas fueron cercanas al 11% para los productores con explotaciones entre 300 a 1.000 ha. y de menos del 4% para aquellos con explotaciones menores a las 300 ha.

¹² Por el contrario, en países como Estados Unidos, Canadá, Australia, entre otros, los relevamientos del uso y los factores que inciden en la adopción de estas tecnologías se realizan de forma periódica

¹³ Map of Agriculture es una firma de origen neozelandés y con oficinas centrales en Inglaterra, que llegó a la Argentina en el año 2014. Esta empresa, dedicada a realizar consultorías de *business intelligence* para diferentes actores de la cadena agropecuaria, dispone de un equipo que permanentemente está encuestando a productores agropecuarios. Entre la información recolectada por la empresa se encuentra el uso de tecnologías de agricultura de precisión.

¹⁴ Los valores indicados en el Gráficos 1 y 2, así como también los de la Tabla 1, corresponden al porcentaje de productores agropecuarios a nivel nacional que mencionaron utilizar alguna técnica de agricultura de precisión en sus explotaciones (esto es que no necesariamente adoptan un enfoque integrado del tema).

Tabla 1. Porcentaje de productores agropecuarios que adoptaron tecnologías de precisión, según tamaño de la explotación

Tamaño	% de Adopción
de < 300	3,9
de 300 a 500	10,6
de 500 – 1.000	10,9
de > 1.000	24,5

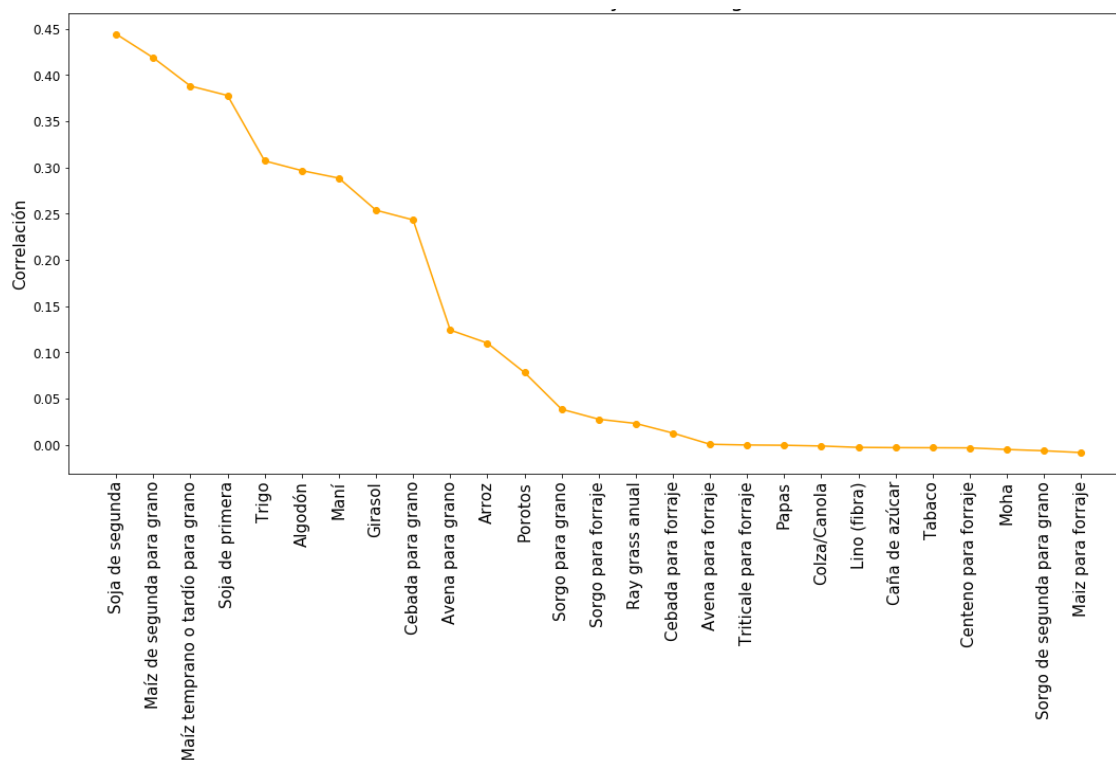
Nota: valores promedio entre campañas 2016/17 y 2017/18.

Fuente: elaboración propia en base a datos de Map of Agriculture.

También hay diferencias en la tasa de adopción entre distintas regiones. Según la misma fuente, dicha tasa fue más alta en aquellas áreas que se incorporaron más recientemente a la agricultura extensiva -en particular, el NOA y NEA- y en donde el tamaño de las explotaciones suele ser mayor que en la región pampeana. Mientras que la adopción de tecnologías de precisión fue del 11% en Santa Fe, 15% en Buenos Aires y 18% en Córdoba, en Salta fue del 36% y en Chaco del 22%.

Por último, otra dimensión donde se observan diferencias significativas es según el tipo de cultivo. En el Gráfico 2 se evidencia que el uso de estas tecnologías es, hasta el momento, un fenómeno con impacto en cultivos extensivos, con destaque para los casos de soja y maíz.

Gráfico 2. Correlación entre adopción de tecnologías AP y cultivos agrícolas



Fuente: Map of Agriculture

5. El desarrollo local de tecnologías de precisión para el agro

En esta sección se presentan los principales resultados obtenidos de la Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión. Esta encuesta fue elaborada por un equipo de trabajo integrado por investigadores (los autores del trabajo más los colegas mencionados en la nota al pie 1) del Instituto Interdisciplinario de Economía Política de Buenos Aires (UBA-CONICET), ubicado en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires. A su vez, el proyecto contó con el apoyo del INTA Manfredi, (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA) y del Ministerio de Producción de la Nación.

El objetivo es elaborar un diagnóstico inicial de la situación de las empresas dedicadas al desarrollo de tecnologías de precisión y servicios TIC para el agro y la ganadería. En particular, se busca conocer los rasgos estructurales de estas empresas (origen, facturación, empleo y exportaciones), sus principales logros, rutinas y recursos humanos empleados para la innovación y, por último, los principales obstáculos que enfrentan para su crecimiento.

En primer lugar, se elaboró un padrón de 120 empresas ligadas al desarrollo de estas tecnologías y se identificó al personal jerárquico a entrevistar en cada caso. La construcción de esta base de datos fue posible a partir de información provista por el INTA Manfredi, AACREA y por notas periodísticas consultadas en Internet. Las encuestas fueron realizadas tanto de forma telefónica -por el Centro de Investigación de Estadística Aplicada de la Universidad Nacional Tres de Febrero- como presencial, por los integrantes del equipo responsable de este trabajo del IIEP-BAIRES.

La encuesta fue completada por 77 empresas del sector, 41 dedicadas al desarrollo de equipos e implementos y otras 36 firmas basadas en la provisión de servicios. A su vez, se realizaron entrevistas a diversos actores relevantes, incluyendo gerentes de empresas, expertos, referentes sectoriales y funcionarios de áreas de gobierno ligadas a estos temas. La encuesta fue diseñada en el año 2017 y principios del 2018 se realizaron las primeras pruebas a campo. La gran parte de las empresas participantes fueron encuestadas durante los meses de mayo a julio.

Siguiendo la distinción realizada en la introducción de este trabajo, en los resultados se hará referencia a tres tipos de firmas distintas i) aquellas dedicadas al desarrollo de equipos e instrumentos de precisión -empresas de agropartes de precisión; ii) empresas que proveen SBC para procesos productivos a campo -llamadas en este trabajo "SBC de AP"- y iii) los emprendimientos que prestan servicios ligados al uso de TIC en eslabones de la cadena agrícola y ganadera distintos al del proceso de producción a campo, llamadas "AgTech". En algunos casos se hará distinción solo entre empresas de agropartes de precisión y de servicios, siendo este último grupo la unión de las categorías ii) y iii) recién mencionadas.

Antes de comentar los resultados obtenidos, el siguiente box presenta casos representativos de cada uno de estos tres grupos a fin de que el lector cuente con una idea más clara del tipo de bienes y servicios que ofrecen las empresas de agricultura y ganadería de precisión.

Las empresas de agricultura y ganadería de precisión: tres casos representativos

Abelardo Cuffia S.A.

La empresa Abelardo Cuffia fue una de las pioneras en el desarrollo de agropartes de precisión tanto en la Argentina como en la región sudamericana. Esta firma nació en el año 1990 en la ciudad de Marcos Juárez, Córdoba y comenzó a comercializar los primeros desarrollos de equipamiento para la agricultura de precisión en el año 1995. El mismo año lanzó al mercado el primer dispositivo para controlar la aplicación de herbicidas en cultivos agrícolas extensivos. Hoy en día es una de las firmas de origen nacional líderes en diversos segmentos de equipos de precisión con presencia en múltiples países de la región.

Esta empresa, que desarrolla equipos específicos para su incorporación en la maquinaria agrícola (tractores, sembradoras, cosechadoras, fertilizadoras, pulverizadoras), dispone de una amplia gama de productos. En particular, los productos insignia que fabrican en la planta ubicada en Marcos Juárez son los monitores de siembra, monitores de rendimiento, banderilleros satelitales, y más recientemente pilotos automáticos, cortes automáticos, dosificadores para pulverización y dosificadores variables para siembra y fertilización. Todos estos equipos, que cumplen funcionalidades específicas en el proceso de producción agrícola, son comercializados tanto a fabricantes de maquinaria agrícola como a usuarios particulares.

En Abelardo Cuffia aproximadamente el 15% de los 48 trabajadores con los que cuenta en la actualidad se dedica a tareas de innovación. Gran parte de estas actividades están destinadas tanto a desarrollar productos totalmente novedosos, así como también a lograr mejoras en las prestaciones de los ya existentes. Por último, cabe señalar que la firma ha logrado patentar un buen número de productos propios, tanto en la Argentina como en otros países del mundo.

Frontec S.A.

Frontec S.A. es un ejemplo de firma de SBC de AP. Esta empresa brinda servicios para el agro a partir del procesamiento de imágenes satelitales y de grandes bases de datos -tanto públicas como privadas- generadas a partir de series históricas de clima, mapas de suelo y rendimiento de campañas anteriores. Estos servicios están basados en el desarrollo de algoritmos para el procesamiento de datos y modelos de simulación que le permiten al productor optimizar la productividad y la rentabilidad de su campo con menor impacto sobre el medio ambiente.

A partir de los productos que la empresa ofrece -entre ellos, ambientación y prescripciones de siembra y fertilización, monitoreo *online* de cultivos y mapa de rindes-, los usuarios pueden implementar esquemas de producción flexibles y adaptables a las necesidades específicas de los micro-ambientes identificados en una determinada unidad

productiva. Esto posibilita reducir considerablemente los costos por tonelada producida, incrementando en algunos casos la calidad del producto también. Además, a partir de las prescripciones elaboradas por la plataforma, el servicio brinda apoyo al productor agrícola en la toma de decisiones, que van desde la identificación de densidad de siembra óptima para cada uno de los ambientes detectados en un campo hasta la configuración de múltiples estrategias de fertilización.

Estos servicios son ofrecidos a través de una plataforma del tipo *Software as a Service* (SaaS). Una plataforma SaaS se basa en un modelo de distribución donde tanto el software como los datos procesados por el mismo son almacenados y manejados en servidores a disposición de la compañía, a los cuales los clientes acceden a través de Internet. Así, la empresa que decide adquirir estos servicios puede ingresar a la plataforma de Frontec regularmente y desde cualquier computadora o dispositivo móvil, en cualquier región del planeta. La implementación de este método de comercialización le permitió a Frontec plantearse, desde el inicio, como una plataforma de servicios intensivos en conocimientos con amplias posibilidades de escalar el emprendimiento a nivel global. De este modo, clientes en cualquier parte del mundo pueden contratar los servicios de esta compañía, primero creando un usuario en el sitio y seleccionando el servicio que quieren adquirir, para luego ubicar geográficamente la superficie a ser analizada. A su vez, la potencialidad de crecimiento de esta empresa es alta -en términos de la cantidad de explotaciones que podría analizar- dado que en lugar de “horas hombre” de ingenieros agrónomos utiliza algoritmos como soporte para la prestación del servicio.

Zoomagri

Zoomagri es una startup perteneciente al mundo del AgTech que brinda servicios para la identificación de calidades y/o anomalías en cereales y oleaginosas en la industria de la molienda y acopio. La empresa, que nació en el año 2015 a partir de una serie de logros basados en experimentaciones con técnicas de inteligencia artificial y *computer vision* aplicadas a la lectura de imágenes, cuenta hoy con el apoyo de dos de las principales firmas de esta industria (Nidera y Quilmes), quienes fueron adoptantes tempranos de sus tecnologías y abrieron espacios para su experimentación.

El desarrollo ideado inicialmente se basó en el armado de un dispositivo -similar a un *scanner*- para la captura de fotografías de forma aleatoria a cereales y oleaginosas para ser procesadas por empresas de molienda. A su vez, a partir de sofisticadas herramientas ligadas a la ciencia de la computación -que desarrollaron de forma conjunta con la firma IBM- lograron obtener un sistema que permite identificar diversos aspectos ligados a la calidad física del grano. Este desarrollo permite a diversos actores de la cadena agroindustrial disponer de mayor transparencia y objetividad a la hora de identificar la calidad de un lote de cereales.

Como se mencionó antes, uno de sus primeros clientes fue la cervecería Quilmes, quien adquirió el servicio de Zoomagri para monitorear los granos de cebada previamente a su procesamiento. En particular, esta empresa estaba interesada en poder identificar si en

los lotes de cereales, que iban a ingresar a la fase industrial, había mezclas de diversas variedades de este cultivo, hecho que reduce la calidad del producto derivado, la malta. Esta actividad de monitoreo, que antes era realizada a partir de análisis de ADN, al cual se le asociaban altos costos y demoras de entre 4 a 10 días para la obtención de resultados, ahora es realizada en menos de 5 minutos con costos significativamente menores. A su vez, el sistema desarrollado por Zoomagri posibilita identificar la presencia de materiales extraños en el lote, así como también el porcentaje de granos quebrados, coloreados o insectos.

Si bien el sistema desarrollado se encuentra más avanzado para su aplicación en la cadena industrial de la cebada, al presente cuentan con tecnologías que están por entrar a fase comercial para los cultivos de soja, maíz y trigo. A su vez, para poder llegar a diversos actores de la cadena agroindustrial desarrollaron una nueva versión del sistema el cual funciona a partir de fotografías captadas por la cámara de un celular. Si bien esta versión dispone de algunas prestaciones menos que las que ofrecen a las grandes firmas de cereales y oleaginosas, el mismo expande las posibilidades de uso para múltiples actores de la cadena, incluyendo productores agropecuarios y centros de acopio que están interesados en servicios que eleven el nivel de transparencia en las transacciones comerciales.

5.1 Rasgos estructurales y desempeño de las firmas que operan en el mercado local

Las firmas que pertenecen al grupo de agropartes de precisión son las de mayor antigüedad entre las encuestadas; en promedio fueron creadas en 1989, aunque los primeros desarrollos de equipos para la agricultura de precisión datan aproximadamente de 1998¹⁵. De hecho, muchas de estas empresas ya proveían a la industria de maquinaria agrícola de partes y piezas y sus trayectorias tecnológicas previas -por lo general asociadas a la electrónica y/o la mecánica- jugaron un rol central a la hora de integrar a su oferta de productos los desarrollos ligados a la agricultura de precisión.

En contraposición, las firmas de servicios son mucho más recientes en el mercado, y una parte importante de ellas tiene menos de 5 años de existencia. Si bien durante la década del '90 habían comenzado a surgir empresas de servicios que brindaban asesoramiento a productores para aumentar sus rendimientos, el modo en cómo se ofrecen estos servicios comenzó a cambiar diametralmente en los últimos años. En particular, este fenómeno estuvo ligado a la profundización de los conocimientos en dos áreas específicas de las ciencias aplicadas, como lo son la ciencia de datos y la ciencia de la computación, en particular la inteligencia artificial.

De este modo, si bien en la actualidad hay empresas que brindan servicios de agricultura de precisión sin la utilización de estas nuevas tecnologías, todas las empresas de reciente formación registradas en nuestra encuesta recurren a aquellas para brindar sus servicios. Como veremos, esto tiene repercusiones en cuanto a las competencias y conocimientos técnicos y/o científicos requeridos para la prestación de los servicios respectivos.

¹⁵ En contraposición, el año promedio de creación de las empresas de SBC de AP fue el año 2009 y para las de AgTech fue el año 2013.

En general, las empresas encuestadas se caracterizan por ser principalmente independientes -es decir, no forman parte de grupos empresarios-, y por tener baja participación de capital extranjero¹⁶, en particular aquellas de agropartes de precisión. Sin embargo, en este último aspecto hay algunas particularidades a destacar. Mientras que en las empresas de servicios las inversiones extranjeras llegaron por lo general de forma ex-post al surgimiento de la firma -en particular, ligadas a capitales de riesgo o a partir de inversiones recibidas por aceleradoras de emprendimientos en el extranjero-, lo opuesto fue la tendencia general en las empresas de agropartes de precisión. En este último grupo, las firmas que respondieron tener capitales extranjeros por lo general tienen sus casas matrices en el extranjero y filiales en la Argentina.¹⁷

En cuanto al tamaño, las firmas de agropartes de precisión registraron volúmenes de facturación significativamente mayores a sus pares de servicios (Gráfico 3), aunque por cierto hay empresas en ese grupo en todos los segmentos de ingresos.¹⁸ Por otro lado, las empresas de servicios se ubicaron en rangos menores, siendo significativo el número de ellas que todavía no registró ingresos. Esta situación da cuenta de un conjunto de firmas que se encuentra en pleno proceso de gestación y cuya inserción en el mercado todavía no sería estable. Algo similar ocurre con una parte de las firmas de AgTech, aunque en rangos de facturación aún menores.

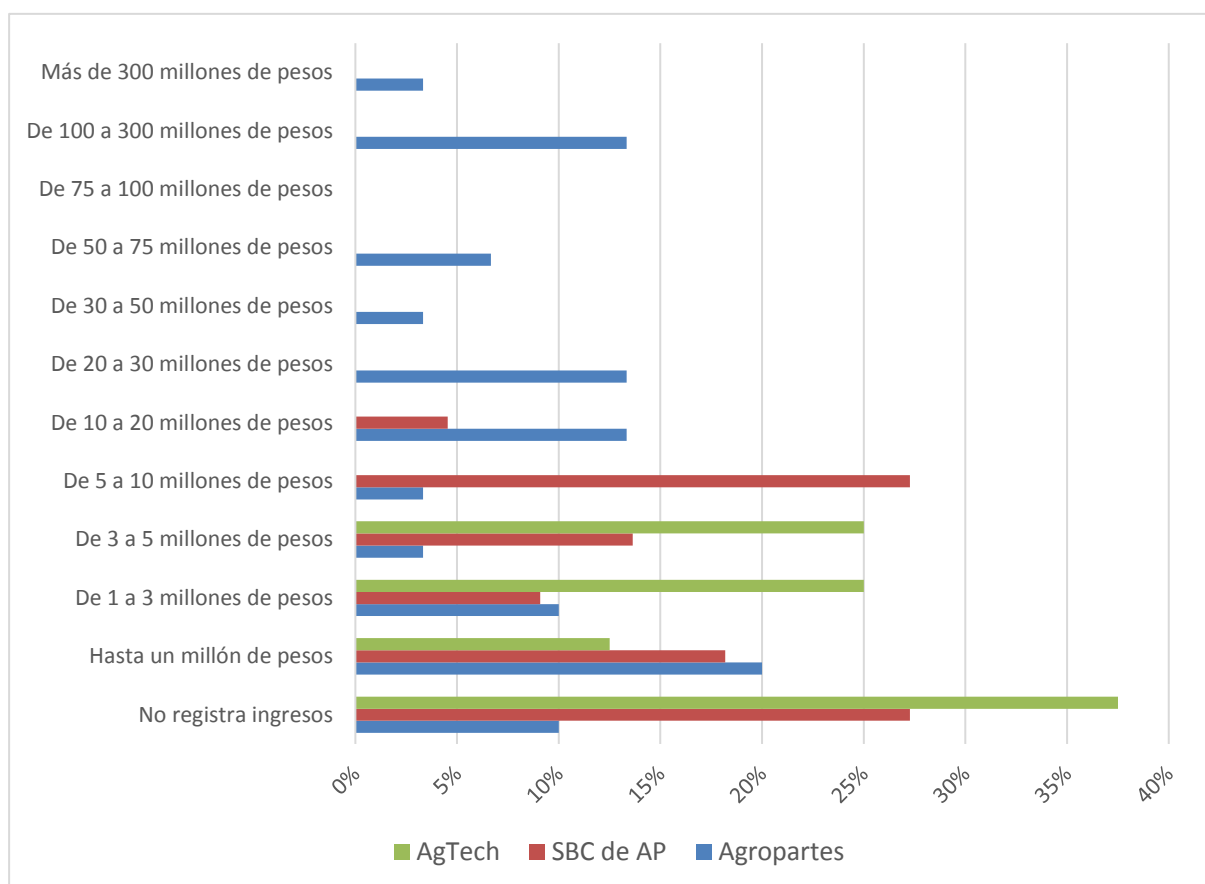
¹⁶ En particular, solo el 10% tanto de las firmas de agropartes de precisión como de servicios respondieron no ser independientes. Por otro lado, el 24% de las firmas de servicios recibió inversiones del extranjero, contra un 7,5% en el caso de las firmas de agropartes de precisión.

¹⁷ También existen empresas de SBC de AP que son enteramente de capitales extranjeros. Estos casos abarcan a un número relativamente pequeño de las firmas de servicios, aunque en ciertos casos de rápida expansión. Algunas de estas firmas extranjeras están únicamente ligadas a los servicios para la agricultura y/o ganadería de precisión, mientras que otras dependen de empresas multinacionales proveedoras de insumos para el sector (e.g. herbicidas, semillas, etc.). Lamentablemente no tenemos casos de este último segmento de firmas en la encuesta que hemos realizado.

¹⁸ Si se consideran los ingresos totales de las firmas, es decir incluyendo aquellos que no provengan de la venta ligada a la agricultura y ganadería de precisión, la diferencia entre segmentos de firmas se agudiza ligeramente, a favor de las que producen agropartes de precisión. Para simplificar la exposición de los resultados presentamos acá únicamente los ingresos por ventas en agricultura y ganadería de precisión.

Gráfico 3. Participación de las empresas por rango de ventas ligadas a agricultura y ganadería de precisión en el año 2017

- En términos porcentuales -



Fuente: elaboración propia.

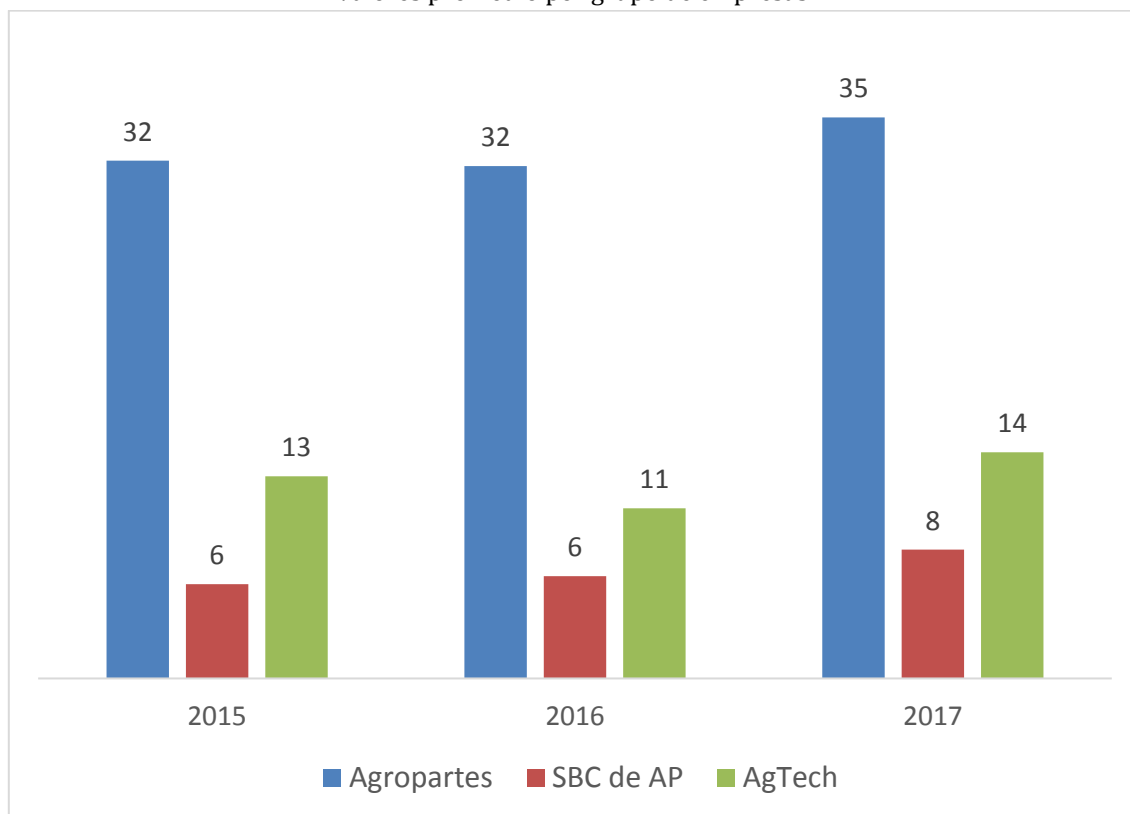
En relación al empleo generado por el sector en su conjunto, para el año 2017 los resultados de la encuesta arrojan una cantidad total levemente superior a los 1.900 puestos de trabajo.¹⁹ A su vez, el crecimiento interanual en términos de la creación de nuevos puestos de trabajo directos fue levemente superior al 10% para el periodo 2015-2017. Por otro lado, el Gráfico 4 muestra la cantidad promedio de empleados por grupo de empresas y su evolución a lo largo de los últimos tres años. Se puede ver que las firmas con mayor número de trabajadores empleados son las de agropartes de precisión²⁰, corroborando lo encontrado en el caso de las ventas promedio.

¹⁹ Este número incluye únicamente al empleo directo generado por las empresas que respondieron la encuesta. Según estimaciones realizadas por el INTA Manfredi la cantidad total de puestos de trabajo directos generados en esta industria es aproximadamente de 2.400 trabajadores.

²⁰ Cabe destacar que, si bien la cantidad de trabajadores en promedio contratados por las empresas creció de forma moderada, parte del aumento total de los puestos de trabajadores de esta industria se debió al surgimiento de nuevas empresas.

Gráfico 4. Personal total empleado según tipo de empresa

- Valores promedio por grupo de empresas -



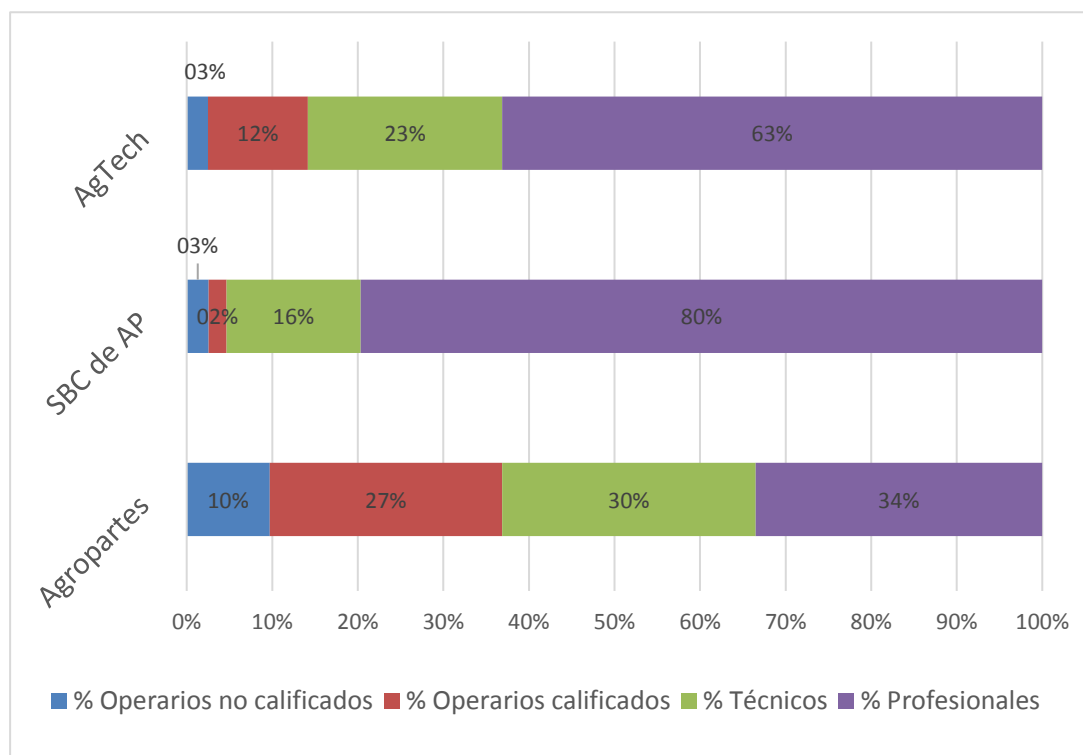
Nota: Se incluye todo tipo de personal (efectivo, temporario y otros.) así como también dueños o socios de la empresa (aunque trabajen en ella de forma parcial).

Fuente: elaboración propia.

El Gráfico 5 ilustra la calificación de los trabajadores en los tres grupos de empresas. En primer lugar, destaca el alto grado de calificación promedio en todos los grupos, en particular en las empresas ligadas a los servicios. En el caso de las empresas de AgTech el 63% de los trabajadores es profesional, mientras que en las de SBC de AP esta cifra asciende a casi el 80%. Pero incluso en el grupo de agropartes de precisión la presencia de operarios no calificados es menor al 10%. Este patrón de empleo, tal como profundizaremos en la siguiente sub-sección, está ligado a la alta intensidad en tareas en innovación llevadas a cabo dentro de los tres segmentos de firmas.

Gráfico 5. Calificación de los trabajadores según tipo de empresa

- En términos porcentuales -



Fuente: elaboración propia.

El Gráfico 6 muestra diferencias significativas en términos de la composición de la cartera de clientes dentro de cada grupo. En el caso de las ventas de las firmas de SBC de AP, los productores agropecuarios representan casi el 80% de la facturación total, mientras que si también se suman los contratistas de servicios se alcanza el 90% de los ingresos.²¹ Las empresas de agropartes de precisión, en tanto, tienen el 40% de sus ingresos asociados a ventas a productores y otro 20% a contratistas. Las ventas a fabricantes de maquinaria agrícola representan otro 20%, lo cual denota bajos niveles de integración entre proveedores de agropartes y fabricantes de maquinaria.²²

En gran medida esto se debe a que las empresas multinacionales de este último rubro, quienes comercializan maquinaria agrícola con gran parte de los equipos de precisión ya incorporados, importan casi la totalidad de dichos equipos, con lo cual la integración con firmas locales es prácticamente nula.²³ De hecho, algunos de los entrevistados mencionaron que, siguiendo estrategias de producción diseñadas en sus casas matrices o en la central

²¹ Resulta habitual que en ocasiones los contratistas de servicios sean también productores agropecuarios, motivo por el cual la frontera entre estos dos grupos suele ser algo difusa.

²² Si excluimos de la muestra a aquellas empresas que solo importan equipos de precisión, el porcentaje de ingresos derivado de ventas a empresas de maquinaria agrícola para las firmas restantes es ligeramente mayor al recién mencionado. Sin embargo, las proporciones generales de la composición de la cartera de clientes no se modifican.

²³ De hecho, ninguna de las firmas encuestadas acusó vínculos con las empresas multinacionales del sector. A su vez, al encuestar a una de estas multinacionales nos confirmaron que todos los equipos de precisión que ofrecían eran importados.

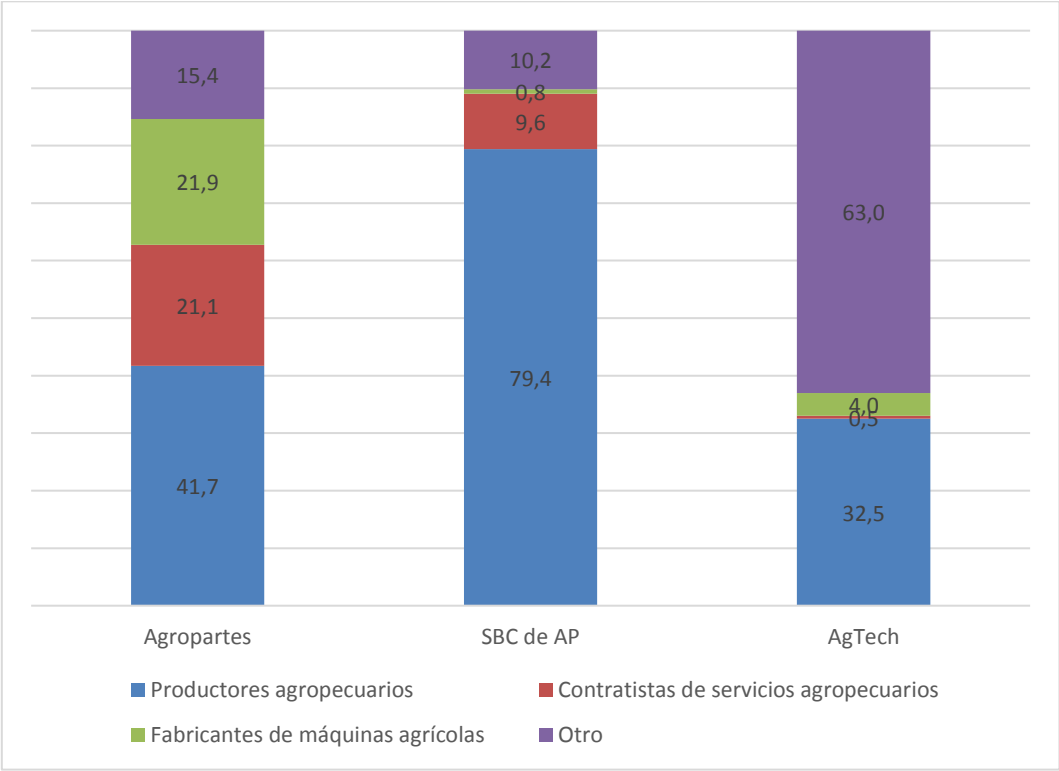
regional, el equipamiento de precisión incorporado en la maquinaria agrícola ofrecida en la región de Sudamérica proviene de fábricas en China, Europa, Estados Unidos o Brasil.

Por otro lado, las empresas de maquinaria agrícola de origen nacional tendieron a ofrecer sus productos sin los equipos de precisión incorporados, a menos que el comprador las decidiera agregar²⁴ escogiendo la marca de su preferencia. En consecuencia, salvo algunas excepciones, las firmas de agropartes de precisión estuvieron mayoritariamente orientadas a ofrecer sus productos a usuarios finales y no a otros segmentos de la cadena.²⁵

Por su parte, el rubro “otros” concentra el grueso de las ventas de las firmas de AgTech. Dentro de este grupo hay una amplia heterogeneidad en términos de mercados y eslabones atendidos. Mientras algunas firmas se enfocan en brindar servicios aguas arriba del proceso agrícola y ganadero (e.g. empresas de genética vegetal y animal, fuentes alternativas para el financiamiento, aseguradoras, etc.), otras se especializan aguas abajo (e.g. traders de granos, industria agroalimentaria, logística, etc.).

Gráfico 6. Participación de segmentos de clientes en el total de ventas de agricultura de precisión

- En términos porcentuales -



Fuente: elaboración propia.

²⁴ Esta conclusión no surge estrictamente de los resultados de la encuesta, sino que se deriva a partir de las entrevistas realizadas con expertos del área. Estos nos mencionaron que la situación señalada en el cuerpo del trabajo podría modificarse en los próximos años, cuando las empresas de maquinaria agrícola comiencen a vender sus productos con los equipos de precisión directamente instalados de fábrica.

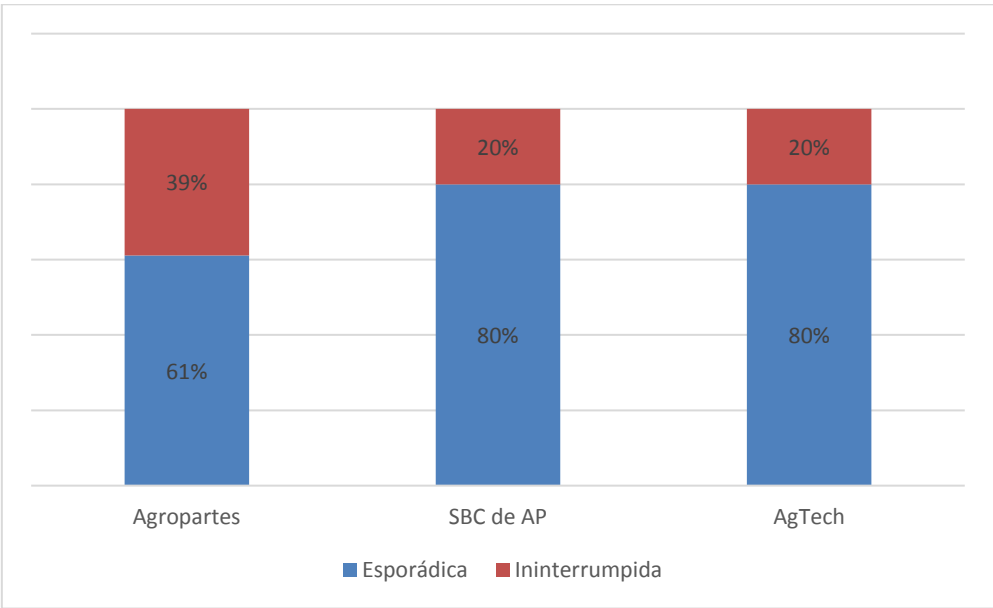
²⁵ Queda como una pregunta abierta el motivo por el cual las empresas de maquinaria agrícola tienden a no incorporar en sus productos estos equipos de precisión de origen local.

Esta industria mostró un singular dinamismo en materia de comercio exterior durante el período analizado. En particular, se destaca que el 46% de las empresas de agropartes de precisión exportaron por lo menos una vez entre el periodo 2014 y 2017, siendo este porcentaje mayor para las firmas de SBC de AP y para las de AgTech, con el 58% y 50% respectivamente.

Por otro lado, para poder identificar distintos tipos de vínculos establecidos con el mercado externo, se preguntó la frecuencia de las exportaciones para los cuatro años de interés (2014-2017), lo que posibilitó distinguir entre empresas que exportaron de forma ininterrumpida y aquellas que lo hicieron de modo esporádico.²⁶

Gráfico 7. Empresas que realizaron ventas externas relacionadas a la agricultura de precisión entre los años 2014 y 2017

- En términos porcentuales -



Fuente: elaboración propia.

En primer lugar, se destaca el alto porcentaje de firmas de los tres segmentos que pudieron exportar, aunque sea de forma esporádica. Las firmas de agropartes de precisión fueron aquellas que en mayor medida pudieron mantener vínculos estables a lo largo del periodo analizado: el 39% de las que exportaron lo hicieron de forma ininterrumpida, mientras que el restante 61% lo hizo de modo esporádico. En contraste, solo el 20% de las empresas de servicios que exportaron lo hizo de forma ininterrumpida.

Sin embargo, que un mayor porcentaje de empresas de agropartes de precisión haya exportado de forma ininterrumpida en relación a las de servicios podría desprenderse del

²⁶ A las empresas también se les preguntó si además de exportaciones ligadas a la agricultura y/o ganadería de precisión, también exportaban otros tipos de bienes y/o servicios. Por el lado de las firmas de servicios todas las exportaciones fueron de agricultura y/o ganadería de precisión. En contraste, las firmas de agropartes de precisión sí venden en el exterior otro tipo de productos. Es relevante destacar que todas las empresas que exportaron de forma ininterrumpida agropartes, exportaron por lo menos de forma esporádica sus equipos de agricultura de precisión. Sin embargo, esto no fue siempre el caso para aquellas que exportaron otros productos de forma esporádica. Esto sugeriría que aquellas firmas con vínculos más estables tuvieron mayor éxito en incluir, dentro de sus productos exportados, a aquellos ligados a la agricultura y ganadería de precisión.

hecho de que tienen mayor cantidad de años en el mercado. Por ejemplo, mientras que las empresas de agropartes de precisión que exportaron lo hicieron por primera vez, en promedio, en el año 2009, las firmas de servicios comenzaron en el año 2015.

En segundo lugar, y en relación con lo anterior, es remarcable el alto porcentaje de empresas de servicios -tanto aquellas de SBC de AP y de AgTech- que pudieron exportar a pesar de tratarse de firmas relativamente nuevas en el mercado. Este hecho se distingue con singularidad en las empresas de SBC de AP, donde casi el 60% de estas exportó por lo menos una vez entre los años 2014 y 2017.

Sin embargo, los ingresos por exportaciones en relación a la facturación total fueron relativamente bajos en los tres grupos. Dentro del grupo de empresas de agropartes de precisión las exportaciones representaron aproximadamente el 11% de los ingresos ligados ventas de dichos equipos. En las firmas de servicios el peso de los ingresos por exportaciones sobre los ingresos totales fue aproximadamente del 13%.

Por último, la Tabla 2 muestra el ranking de países a los cuales se exportó y la cantidad de empresas que lo hicieron, según cada grupo. Se destaca el mayor peso de los países de la región, siendo Brasil, Uruguay y Colombia los más importantes. Por otro lado, vale señalar que las firmas de SBC de AP, a pesar de ser exportadoras más recientes en relación a las firmas de agropartes de precisión, pudieron superarlas en cantidad de destinos exportados. A su vez, la encuesta también muestra que para estas firmas de servicios fue relativamente rápido el ingreso a mercados alternativos con extensa producción agrícola, e.g. en países africanos o la India.

Tabla 2. Ranking de socios comerciales, según grupo de empresas

País	Agropartes de precisión	SBC de AP	AgTech	Total
Brasil	7	10	1	18
Uruguay	8	7	0	15
Colombia	6	6	0	12
Bolivia	6	4	0	10
Chile	4	2	0	6
España	3	1	0	4
Estados Unidos	0	2	2	4
Perú	1	1	0	2
Rusia	2	0	0	2
Venezuela	1	1	0	2
Australia	1	0	0	1
Bélgica	0	0	1	1
Costa Rica	0	1	0	1
Cuba	1	0	0	1
Etiopía	0	1	0	1
Francia	1	0	0	1
India	0	1	0	1
Sudáfrica	0	1	0	1
Uganda	0	1	0	1
Zimbawe	1	0	0	1

Fuente: elaboración propia.

En su conjunto, estos datos muestran que un grupo importante de firmas de esta industria ha logrado internacionalizarse en un tiempo relativamente breve. Sin embargo, queda por explorar con mayor profundidad cuales son los principales factores que posibilitan a estas firmas establecer vínculos con clientes extranjeros (ver Lachman y López, 2018).

5.2 Actividades de innovación²⁷

5.2.1 Logros, protección de las innovaciones y fuentes de financiamiento

A las empresas participantes de la encuesta se les consultó por sus logros en innovación, las rutinas que llevan a cabo para concebir o desarrollar las mismas, así como también sobre las características del personal empleado para estas tareas. En promedio, el 64% de las empresas de agropartes de precisión está actualmente comercializando al menos un producto resultado de sus esfuerzos en innovación, mientras que el 36% restante vende únicamente productos desarrollados por otras empresas (por lo general importados).

Cabe señalar que aún en los productos comercializados y desarrollados por firmas locales existe una presencia importante de componentes importados, la cual varía según el producto que se trate. Por ejemplo, en los equipos de dosificación variable en siembra y fertilización el peso de los componentes importados estuvo entre el 10% y el 30%, mientras que pilotos automáticos, banderilleros satelitales y monitores de rendimiento²⁸, tuvieron entre un 30% al 60% de insumos importados. En términos generales, a medida que aumentan los requerimientos de componentes electrónicos sofisticados, se incrementa la presencia de piezas importadas.

A su vez, la totalidad de las empresas de servicios basados en plataformas TIC tuvieron algún tipo de logro en materia de innovación. Sin embargo, el 27% de las empresas de SBC de AP y el 30% de las empresas de AgTech mencionaron que sus innovaciones todavía no se encuentran en fase comercial. En tanto, las empresas de SBC de AP de origen extranjero mencionaron únicamente logros en la adaptación de los servicios desarrollados en sus países de origen a las particularidades locales, mientras que las firmas nacionales reportaron logros originales.

Por otro lado, el desarrollo de mejoras incrementales sobre innovaciones propias también es una actividad usual en las empresas encuestadas. En particular, las firmas de SBC de AP fueron las más dinámicas en este aspecto. Dado que las novedades tecnológicas que sustentan los servicios que ofrecen a productores agrícolas y/o ganaderos están en etapa de desarrollo y aprendizaje, resulta habitual que periódicamente estén incorporando nuevas prestaciones o mejorando la calidad de las ya existentes. Por ejemplo, las empresas pueden tener desarrollos elaborados de micro-ambientación y prescripción variable para siembra en soja y maíz, y luego pueden ampliar el servicio también a trigo. También suelen realizar tareas periódicas de

²⁷ En la encuesta se definió innovación como la introducción al mercado de un producto (bien o servicio) nuevo o significativamente mejorado, de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores. Estas innovaciones pudieron haber sido realizadas al interior de la empresa, pero también en colaboración con terceros o directamente llevadas adelante en su totalidad por otra empresa. No se incluye en esta definición la compra de productos y/o servicios que sean solo comercializados por la empresa.

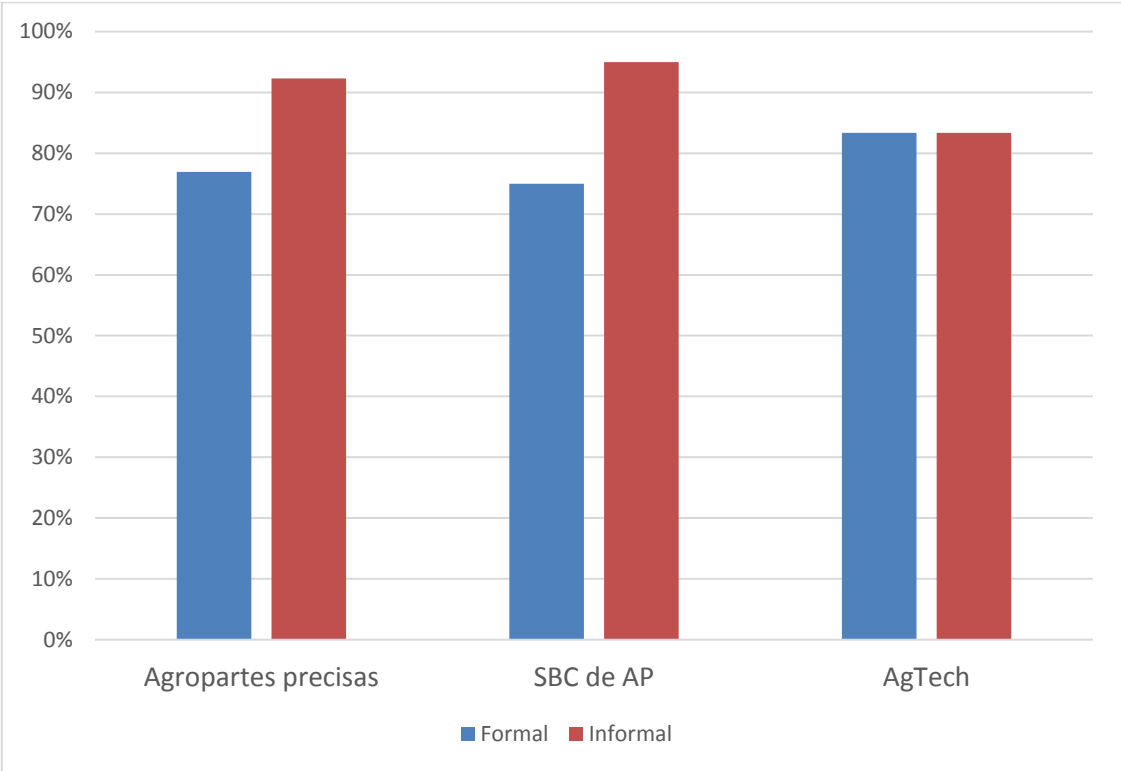
²⁸ Para referencias sobre cada uno de estos equipos y su funcionalidad en el proceso de producción agrícola y/o ganadero ver el sitio <http://www.agriculturadeprecision.org>

“entrenamiento” y mejora en la calibración de los algoritmos utilizados, de forma tal de incrementar la calidad de los servicios prestados.

En relación a la protección de las innovaciones, alrededor del 90% de todas las empresas que tuvieron algún logro en esta materia mencionaron haber recurrido a algún tipo de mecanismo formal; ya sea en el ámbito local, como internacional. A la vez, prácticamente todas emplearon métodos informales de protección de las innovaciones. Los Gráficos 8, 8a y 8b resumen -en términos porcentuales- las distintas herramientas empleadas por cada uno de los grupos.

Gráfico 8. Mecanismos de protección de las innovaciones

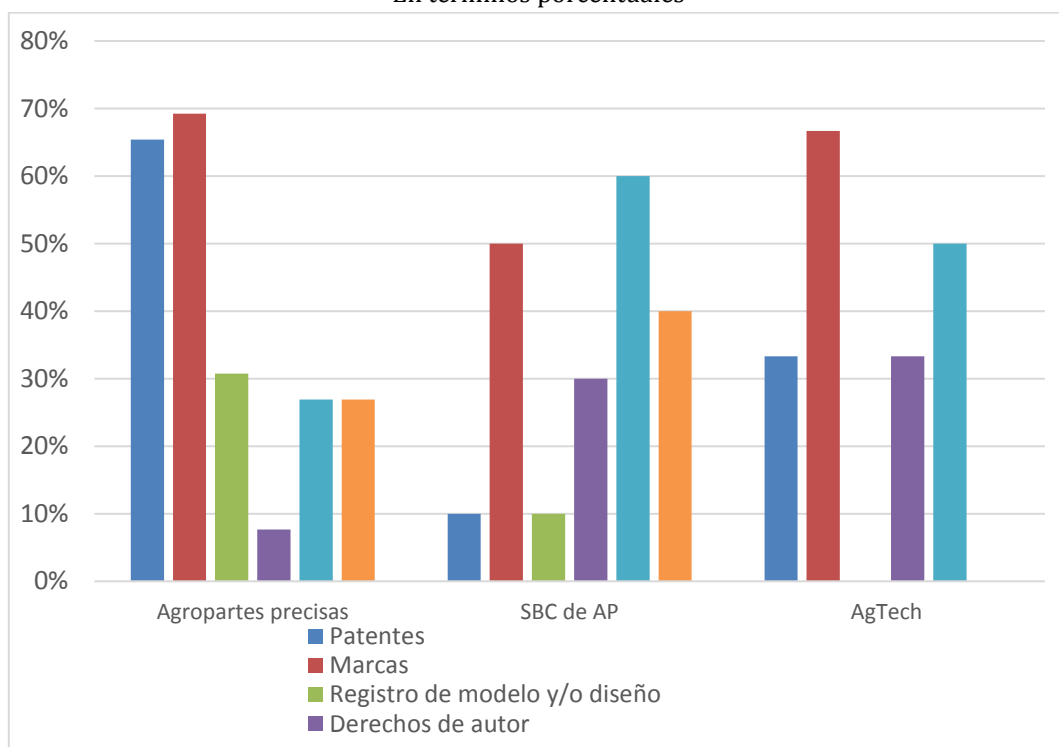
- En términos porcentuales -



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 8a. Elección de mecanismos formales de protección de las innovaciones

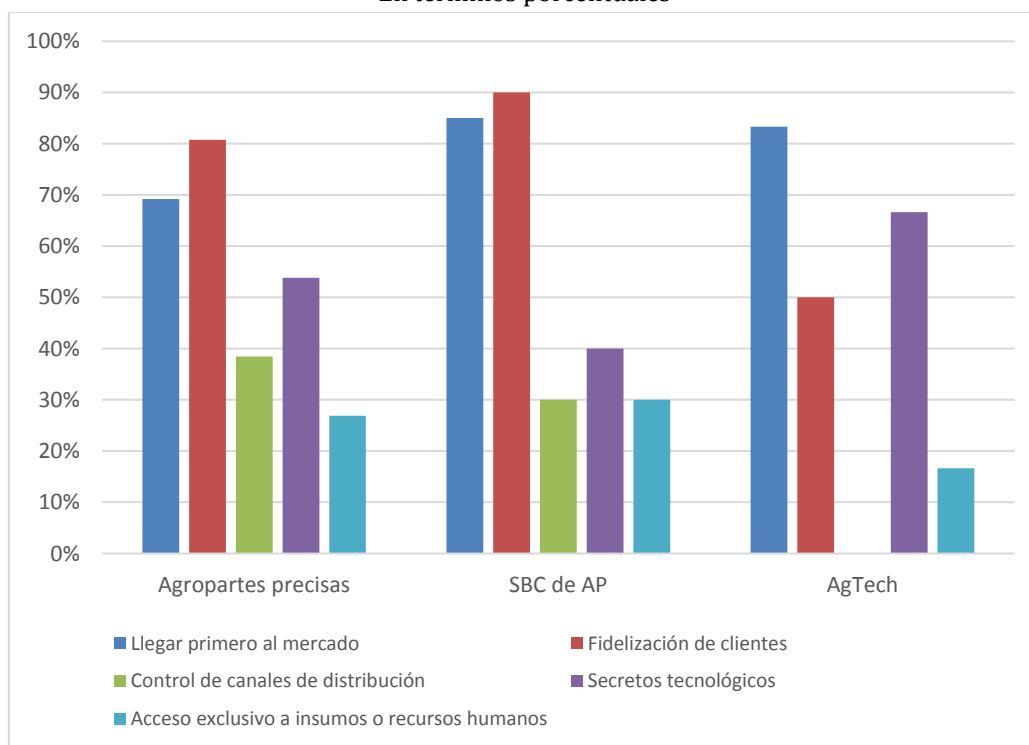
- En términos porcentuales -



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 8b. Elección de mecanismos informales de protección de las innovaciones

- En términos porcentuales -



Fuente: elaboración propia.

Por el lado de la protección formal de las innovaciones, las patentes y el registro de marcas fueron los instrumentos más habituales por parte de las empresas de agropartes de precisión. En el caso de las firmas de servicios, las marcas y los contratos de confidencialidad con el personal, fueron las más señaladas.

En relación a los mecanismos informales, “llegar primero al mercado” y buscar la “fidelización de clientes” fueron centrales en los grupos de empresas de agropartes de precisión y de SBC de AP, mientras que en aquellas de AgTech también se destacaron los esfuerzos por mantener cuestiones tecnológicas en secreto.

Asimismo, la encuesta también recolectó información en relación a las fuentes de financiamiento utilizadas para las innovaciones. En primer lugar, resultó significativo el porcentaje de empresas que financiaron sus innovaciones con fondos propios. En particular, todas las firmas de agropartes de precisión respondieron haber reinvertido utilidades para financiar proyectos de innovación, mientras que aproximadamente el 80% de las firmas de servicios también mencionaron esta fuente de financiamiento. Dentro de este último segmento, resultó frecuente la utilización de ahorros personales como capital inicial del emprendimiento.

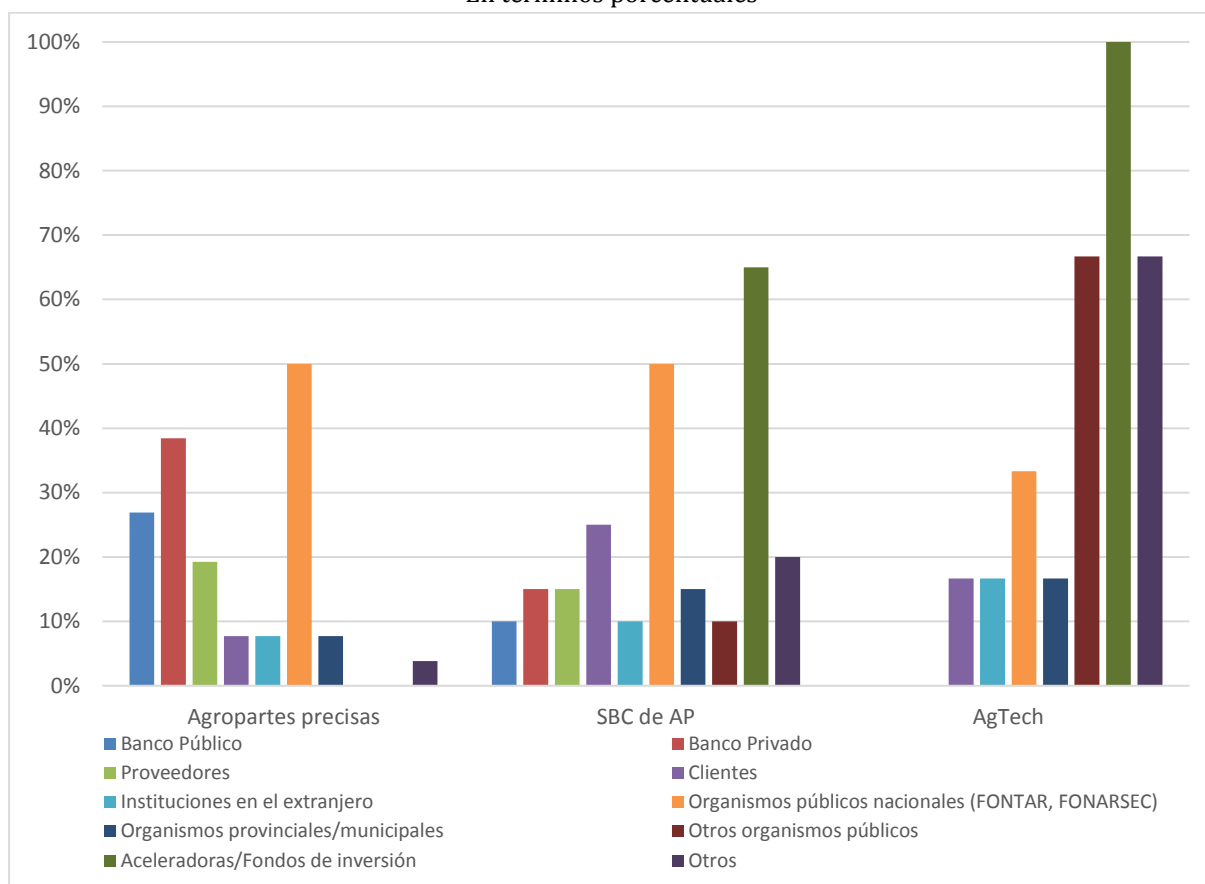
En Grafico 9 muestra, en términos porcentuales, el financiamiento percibido a partir de distintas fuentes externas a la firma para la innovación (los porcentajes se calculan sobre el total de empresas con logros en materia de innovación). Fueron las empresas de Agtech las que más intensamente usaron esas fuentes, seguidas de las que proveen SBC de AP y, por último, las de agropartes.

En cuanto a la relevancia de las distintas fuentes de financiamiento, destaca en los tres grupos el papel de los organismos públicos nacionales -como Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), Fondo Argentino Sectorial (FORNASEC) y Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT). Esta fuente de financiamiento, además de ser la más importante de las de origen público, fue de mayor relevancia que otras alternativas de origen privado tradicionales (e.g. bancos comerciales). Esta situación refleja que el rol del sector público es central para la provisión de financiamiento para la innovación en este tipo de sectores, un resultado esperable considerando tanto el estadio de desarrollo tecnológico que atraviesan, como el pobre desarrollo de fuentes privadas de financiamiento para la innovación en la Argentina.²⁹

²⁹ En algunas de las entrevistas realizadas se señaló que los recursos aportados por el sector público no siempre son suficientes para financiar las innovaciones buscadas. A su vez, también fueron destacadas dificultades burocráticas, en particular en las firmas que habían obtenido -y/o que habían solicitado- por primera vez este tipo de financiamiento.

Gráfico 9. Fuentes de financiamiento para las innovaciones

- En términos porcentuales -



Fuente: elaboración propia.

A su vez, en las firmas de servicios las “aceleradoras de emprendimientos” o los “fondos ángel de inversión” fueron fuentes de primer orden de relevancia. La primera fuente tuvo un mayor peso en las empresas más jóvenes, mientras que las que tienen más años en el mercado tuvieron una mayor inclinación hacia los fondos del FONTAR o del FONSOFT (adicionalmente, muchas veces estos fondos requieren a las empresas el cumplimiento de ciertos indicadores o condiciones que los start ups no reúnen). En este sentido también hay que considerar que, como se destacó en algunas entrevistas, es relevante el efecto de la nueva “Ley de Apoyo al Capital Emprendedor” (Ley N°27.349). A través de esta norma, aquellas empresas que sean beneficiadas por fondos otorgados por aceleradoras de emprendimientos pueden solicitar los mismos montos a fondos públicos. En otras palabras, el Estado les duplica a las empresas el financiamiento recibido de fondos de aceleradoras.

Los fondos de “otros organismos públicos”³⁰ fueron relevantes en las empresas de AgTech. Aquí, por lo general estas empresas especificaron el financiamiento y/o el apoyo para innovaciones de organismos provinciales. En varias ocasiones este financiamiento no fue en términos monetarios sino a través de la provisión de insumos o servicios críticos para el funcionamiento de la empresa como, e.g. oficinas de trabajo, conexión a Internet,

³⁰ Dentro de la categoría “otros organismos públicos” se consideraron aquellos dirigidos a financiar el capital emprendedor. Cabe señalar estos pudieron provenir tanto de fondos nacionales como provinciales.

etc. En este aspecto la provincia de Córdoba fue la más activa, seguida por la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la provincia de Santa Fe y luego Buenos Aires. No fueron detectadas por la encuesta iniciativas similares en otras provincias del país.

Los clientes fueron fuentes de recursos importantes para las empresas de SBC de AP (aproximadamente el 25% de estas empresas tuvo acceso a estos fondos). Por último, el financiamiento de innovaciones a partir de bancos públicos y privados estuvo restringido centralmente al segmento de empresas de agropartes de precisión. El escaso tamaño del sector financiero local y la dificultad del mismo para otorgar fondos a empresas con poca trayectoria en el mercado y/o que carecen de colaterales que sirvan como garantía de los créditos (es el caso de las empresas de servicios usualmente) explican esta situación.

5.2.2 Rutinas en innovación

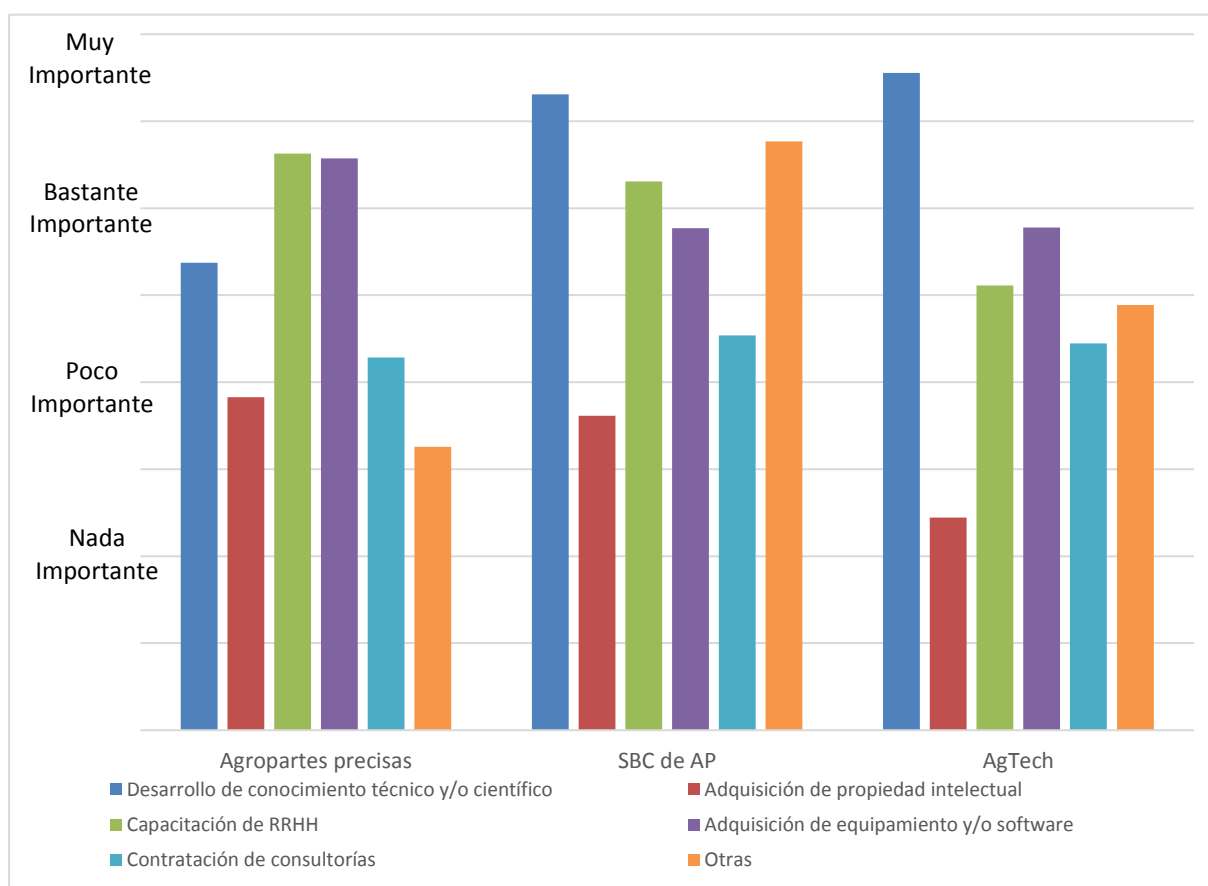
En relación a las actividades rutinarias para la innovación desarrolladas al interior de las empresas, la totalidad de las firmas de servicios se involucraron en ellas, mientras que en las firmas de agropartes de precisión el porcentaje superó al 85%. A su vez, se les pidió a las empresas que calificaran el nivel de importancia que le asignaban a distintas actividades de innovación llevadas (Gráfico 10).³¹

En primer lugar, para las empresas de servicios destaca el rol que juegan las actividades dirigidas al desarrollo de conocimientos técnicos y/o científicos. Esto es esperable considerando que se trata de tecnologías emergentes que todavía están recorriendo una curva de aprendizaje en la cual aparecen desafíos y oportunidades asociadas a la eficiencia, los costos, la calidad, las prestaciones, etc. La categoría “otras actividades” también tuvo un peso importante en las firmas de servicios, en especial en aquellas de SBC de AP. En particular, aquí hablamos de desarrollos tecnológicos colaborativos o de código abierto, incluyendo *frameworks* y *libraries*³² para ciencia de datos e inteligencia artificial.

³¹ En esta pregunta los encuestados debían calificar las diversas categorías incluidas entre “nada importante”, “poco importante”, “bastante importante” y “muy importante”.

³² Los *frameworks* y *libraries* son herramientas utilizadas para la programación en informática donde los desarrollos logrados por un programador son utilizados luego por otros. Si bien existen importantes diferencias entre estos dos instrumentos, de forma estilizada ambos se basan en un conjunto de códigos de programación con funcionalidades específicas que son de libre acceso para otros. Estas herramientas colaborativas, en consecuencia, facilitan la innovación al permitir el acceso a desarrollos tecnológicos previos.

Gráfico 10. Actividades realizadas para concebir y/o desarrollar innovaciones



Fuente: Elaboración propia.

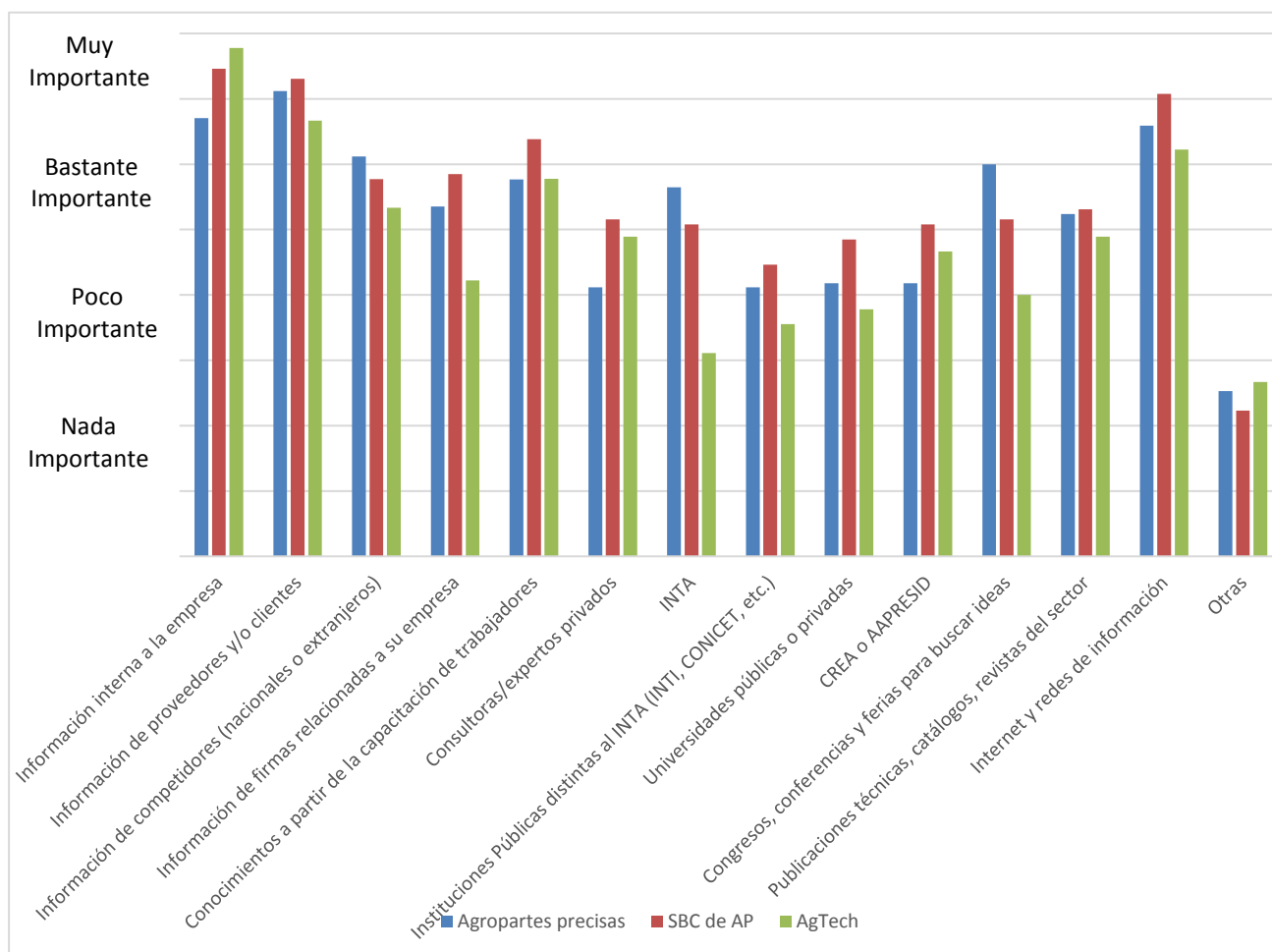
Por otro lado, dentro de las firmas de agropartes de precisión la capacitación de RRHH para las innovaciones y la adquisición de equipamiento son las actividades de mayor relevancia, mientras que el desarrollo de conocimientos técnicos y/o científicos ocupó el tercer lugar. En términos generales, podría pensarse que en estas empresas predomina un perfil innovador basado en la adopción de conocimientos y/o tecnologías desarrolladas por terceros, para lo cual se requiere capacitar al personal, comprar equipamiento y en ciertos casos llevar adelante tareas de investigación. Esta es la base que permite a este grupo de empresas lanzar sus propios productos al mercado, como mejoras o adaptaciones de otros ya existentes.

Por otro lado, a las empresas también se les preguntó acerca de las diversas fuentes de información tecnológica utilizadas a la hora de pensar y/o desarrollar innovaciones.³³ En esta materia se destaca en primer orden de importancia para las firmas de servicios -y en segundo lugar para aquellas de agropartes de precisión- la “información interna de la empresa”. De este modo, los procesos de aprendizaje propios de las firmas -ya sean aquellos derivados de tareas de innovación, así como también otros de diversa naturaleza³⁴- son altamente valorados como espacios a partir de los cuales surgen nuevas innovaciones (Gráfico 11).

³³ En este caso también a los encuestados se les pidió que calificaran las diversas categorías incluidas entre “nada importante”, “poco importante”, “bastante importante” y “muy importante”.

³⁴ Por ejemplo, a partir de flujos internos de información entre los trabajadores de la empresa

Gráfico 11. Fuentes de información tecnológica para la innovación



Fuente: Elaboración propia.

En segundo orden de importancia para las firmas de servicios -y en primer lugar para aquellas de agropartes de precisión- aparece la información generada a partir del contacto con proveedores y/o clientes. Esto muestra la relevancia del aprendizaje interactivo, en particular con los clientes, los cuales aportan información valiosa sobre el funcionamiento de tecnologías que todavía están en proceso de desarrollo.

En tercer orden de importancia, para los tres grupos, se destaca “Internet y redes de información”. En consonancia con lo referido anteriormente, las firmas de servicios tendieron a recurrir a estos espacios de forma sistemática para la utilización y/o desarrollo de soluciones tecnológicas de código abierto. A su vez, también resulta habitual que en estas firmas -en particular en aquellas que brindan sus servicios a partir de plataformas digitales-, se analice el comportamiento de sus usuarios a la hora de consumir el servicio. De hecho, es frecuente el desarrollo de métricas específicas para delinear patrones de comportamiento en los usuarios, de modo tal de ir adaptando la prestación del servicio.³⁵

³⁵ Por ejemplo, a partir de una entrevista mantenida con una empresa incluida dentro del grupo de SBC de AP nos mencionaron que a partir de esta fuente de información pudieron identificar que los productores tendían de forma creciente a consumir el servicio brindado en dispositivos móviles, en lugar de computadoras. Este hecho los llevó a mejorar las interfaces y el diseño en dichos dispositivos móviles de forma tal de mejorar la experiencia del usuario.

Para las empresas de agropartes de precisión las capacitaciones de trabajadores, así como también las estrategias y actividades de competidores nacionales o extranjeros, resultaron fuentes de información tecnológica relevantes. Por último, en relación a los organismos de ciencia y tecnología nacionales, el INTA fue el más valorado. Sin embargo, y tal como será analizado más adelante, en algunas empresas específicas otros organismos de CyT también fueron centrales en los procesos de innovación.

Dado que los procesos de innovación usualmente requieren la colaboración con otros agentes externos a la empresa, en la encuesta se preguntó acerca de los vínculos establecidos con terceros a tal fin, distinguiendo tres dimensiones: productos, procesos y métodos de comercialización.

En primer lugar, se destaca que el 85% del total de firmas relevadas en la encuesta acusó por lo menos una vinculación externa para la innovación. Este porcentaje es aún mayor -aproximadamente el 92%- si se considera únicamente las firmas de servicios. Por otro lado, aquellas firmas de agropartes de precisión que se vincularon para innovar lo hicieron en promedio con 4,5 empresas y/u organismos distintos entre el año 2014 y 2017. Este valor promedio es mayor para las firmas de servicios (8,2 para las empresas de SBC de AP y 6,2 para las de AgTech).

En la Tabla 3 se presenta el perfil de colaboraciones de los distintos grupos de empresas.³⁶ En términos generales, las vinculaciones para la innovación con proveedores, clientes y el INTA tuvieron un peso relevante en los tres segmentos. Por ejemplo, dentro del grupo de firmas de agropartes de precisión el 48% se vinculó con proveedores, el 65% con clientes y el 61% con el INTA. Mientras que la cooperación con proveedores es ligeramente mayor en este grupo que para las firmas de servicios, los clientes son más relevantes para las empresas de SBC de AP, para las cuales la “validación a campo” de sus tecnologías es un aspecto clave del proceso de desarrollo innovativo.

Tabla 3. Vinculaciones y colaboración para el desarrollo de innovaciones

	Con proveedores	Con Clientes	Con otras empresas del sector	INT A	INTI	Institutos públicos de CyT	Cámaras de empresarios	Universidades	Otros
Agropartes precisas	48%	65%	19%	61%	6%	3%	19%	32%	23%
SBC de AP	43%	70%	65%	65%	0%	22%	48%	48%	22%
AgTech	33%	56%	22%	44%	0%	22%	78%	44%	56%

Fuente: elaboración propia.

Estas labores de validación se basan en la realización de pruebas que contrasten las prescripciones y pronósticos generados por los algoritmos desarrollados con los eventos y resultados finalmente ocurridos a campo. Estos ejercicios, donde por lo general son utilizados modelos de inteligencia artificial, son cruciales para “entrenar” a los algoritmos que realizan las prescripciones de modo tal de mejorar su capacidad explicativa y predictiva.

³⁶ Los porcentajes corresponden a la incidencia de cada uno de los actores señalados por las empresas sobre el total de vínculos mantenidos. En otras palabras, son los valores correspondientes a la cantidad de firmas con vínculos establecidos con cada uno de los actores -según los segmentos de firmas- sobre la cantidad total de empresas con vinculaciones de algún tipo.

Las vinculaciones con universidades y con institutos de CyT (distintos del INTA e INTI; este último casi no juega ningún rol en esta materia) fueron de mayor importancia para las firmas de servicios que para aquellas dedicadas a las agropartes de precisión. Según lo comentado por distintos entrevistados, en muchos casos se requiere el acceso a conocimientos técnicos y/o científicos específicos, lo cual lleva a las firmas a cooperar con organismos diversos, incluyendo el servicio meteorológico nacional, INVAP S.E., institutos del CONICET, etc.

Por otro lado, las firmas de SBC de AP también fueron muy dinámicas en el establecimiento de vínculos para la innovación entre ellas. Dado que estas empresas se suelen especializar en la prestación de algún tipo de servicio específico, se identificaron iniciativas de colaboración con otras firmas focalizadas en servicios complementarios; e.g. prescripciones para la fertilización y para el riego. Sin embargo, por lo general son relativamente escasos los desarrollos de este tipo que se encuentran ya en fase comercial.

Las firmas de servicios también fueron dinámicas en el establecimiento de vínculos con cámaras empresarias, en particular con CREA y la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID).³⁷ Estas vinculaciones, en la gran mayoría de los casos, estuvieron dirigidas al desarrollo de canales de comercialización. Por último, el 77% de las empresas de AgTech mantuvieron otros tipos de vínculos, por fuera de las categorías establecidas en la encuesta. En particular, dentro de este segmento se remarcaron los lazos establecidos con aceleradoras de emprendimientos, las cuales apoyan las actividades de innovación principalmente en aspectos comerciales y organizativos.

5.2.3 Recursos humanos para la innovación

Para tener una dimensión de los recursos asignados a tareas de innovación se consideró preferible indagar sobre personal antes que preguntar acerca de gastos. Esta elección se basa en que las empresas encuestadas son mayormente PyMEs, y en particular en el caso de servicios jóvenes y todavía en proceso de consolidación, lo cual lleva a pensar que no cuentan con registros fieles de gastos monetarios asignados a actividades de innovación.

La Tabla 4 muestra la cantidad total de personal empleado para las tareas de innovación, considerando tanto aquellos que tuvieron una dedicación exclusiva a estas tareas, como aquellos que lo hicieron de forma esporádica. En total, las empresas encuestadas destinaron en el año 2017 400 trabajadores a tareas de innovación: 248 de forma exclusiva y 152 de forma esporádica. En consecuencia, más del 20% de los trabajadores contratados por estas empresas se dedica a tareas de innovación. Sin embargo, este porcentaje difiere sensiblemente según el tipo de empresa considerada. Mientras que en las empresas de agropartes de precisión el porcentaje de empleados dedicados a tareas de innovación fue aproximadamente del 16%, en las empresas de servicios superó al 50%.

³⁷ CREA -o AACREA- es la sigla de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola y AAPRESID la de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa. Ambas son las principales asociaciones civiles sin fines de lucro de productores agropecuarios de la Argentina, mayoritariamente de cultivos extensivos. Dentro de sus principales objetivos se destaca la realización de actividades para ensayar soluciones a problemas tecnológicos -pero también otros de índole no tecnológica- que los productores enfrentan. De este modo, estas organizaciones buscan mejorar aspectos económicos y agro-ecológicos del sector agropecuario a partir de la realización de tareas de experimentación, capacitación y transferencia de conocimiento.

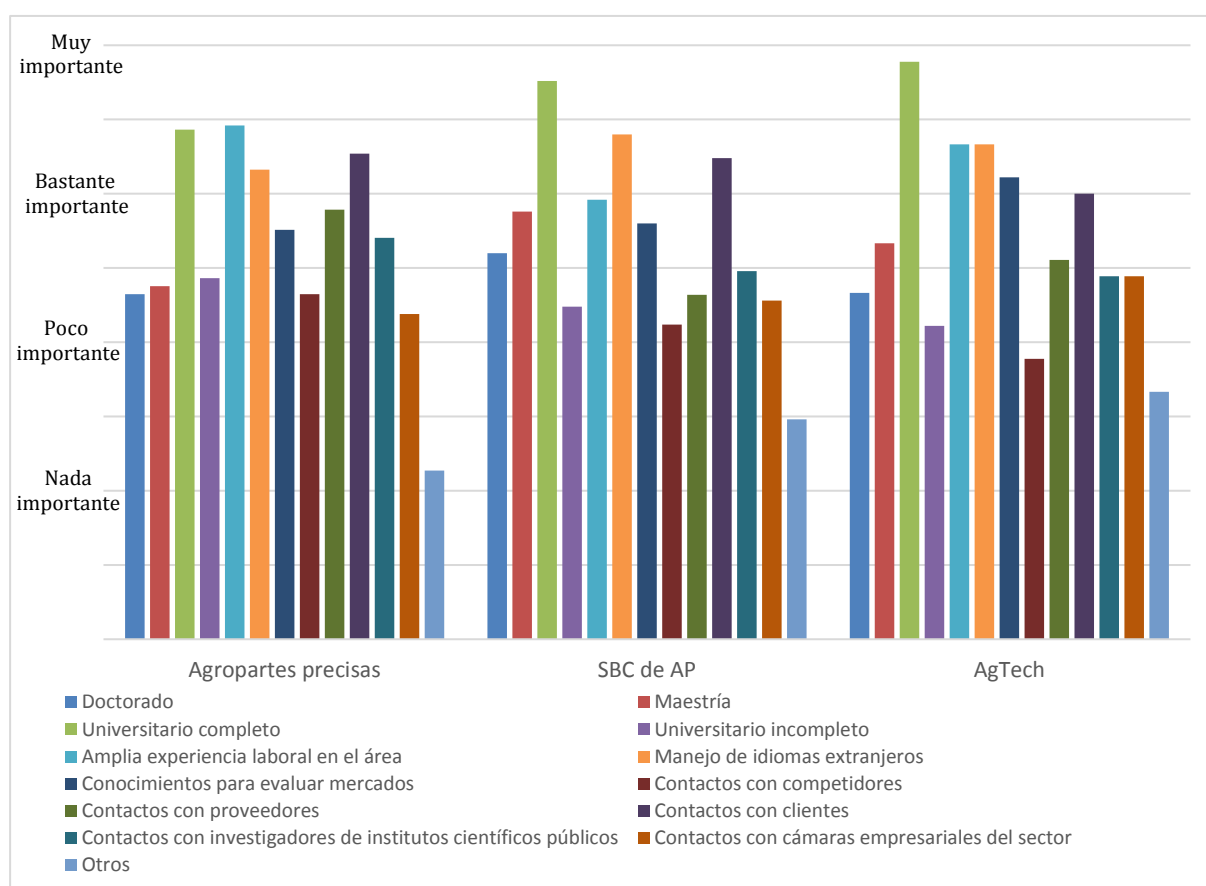
Tabla 4. RRHH empleados para tareas de innovación, según dedicación y grupo de firmas

	Dedicación exclusiva	Dedicación esporádica	Total
Agropartes de precisión	156	74	230
SBC de AP	58	61	119
AgTech	34	17	51
Total	248	152	400

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a las características deseadas del personal vinculado con actividades innovativas se preguntó³⁸ sobre la valoración de diversos rasgos generales y sobre el dominio de diferentes campos de conocimiento (Gráficos 12 y 13).

Gráfico 12. Valoración de características de los RRHH para la innovación



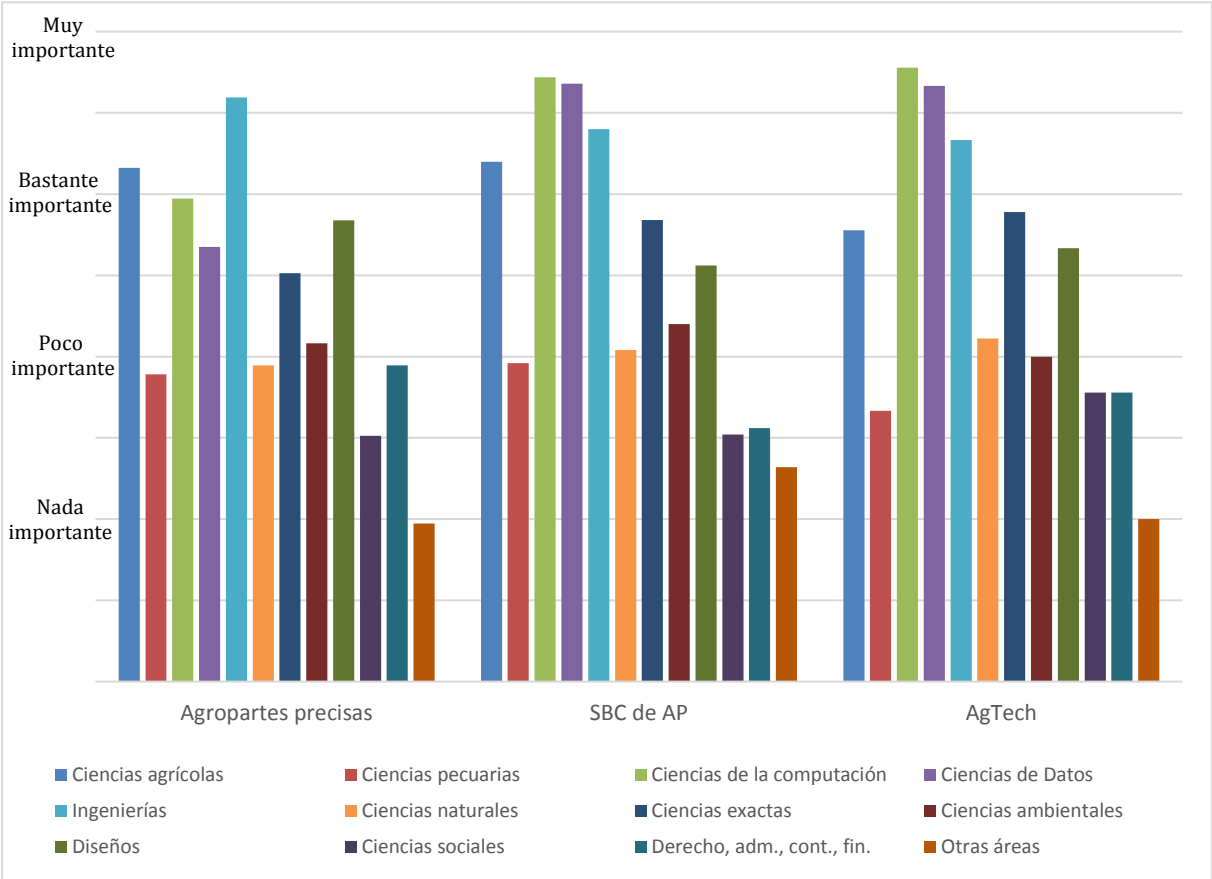
Fuente: elaboración propia.

En primer lugar, se destaca en los tres segmentos de empresas el rol preponderante de la formación universitaria en el personal destinado a tareas de innovación. En segundo lugar, la experiencia laboral previa también resultó un rasgo muy valorado, en particular en las empresas de agropartes de precisión y en las firmas de AgTech. En tercer lugar, las

³⁸ En estas preguntas, los encuestados debían calificar las diversas categorías incluidas entre “nada importante”, “poco importante”, “bastante importante” y “muy importante”.

habilidades “blandas”, como el manejo de idiomas extranjeros o contactos con clientes, también tuvieron una gran relevancia en los tres grupos de empresas.

Gráfico 13. Valoración de los campos de conocimiento en los RRHH para la innovación



Fuente: elaboración propia.

En relación a la valoración de los campos de conocimiento de los RRHH para la innovación³⁹, se destaca que las áreas de ingeniería fueron las más valoradas en las empresas de agropartes de precisión, ocupando un tercer orden de importancia en las firmas de servicios. Por su parte, las firmas de SBC de AP y AgTech valoraron en primer y segundo lugar los conocimientos propios de la ciencia de la computación y la ciencia de datos.

Resulta singular que las firmas de servicios -en particular las de SBC de AP- valoraran más los conocimientos ligados a las ciencias de datos y ciencias de la computación que los propios de las ciencias agrícolas y/o pecuarias. Esta situación denotaría cambios relevantes en las capacidades tecnológicas y científicas involucradas a la hora de brindar dichos servicios. Por último, las ciencias exactas también tuvieron una valoración positiva

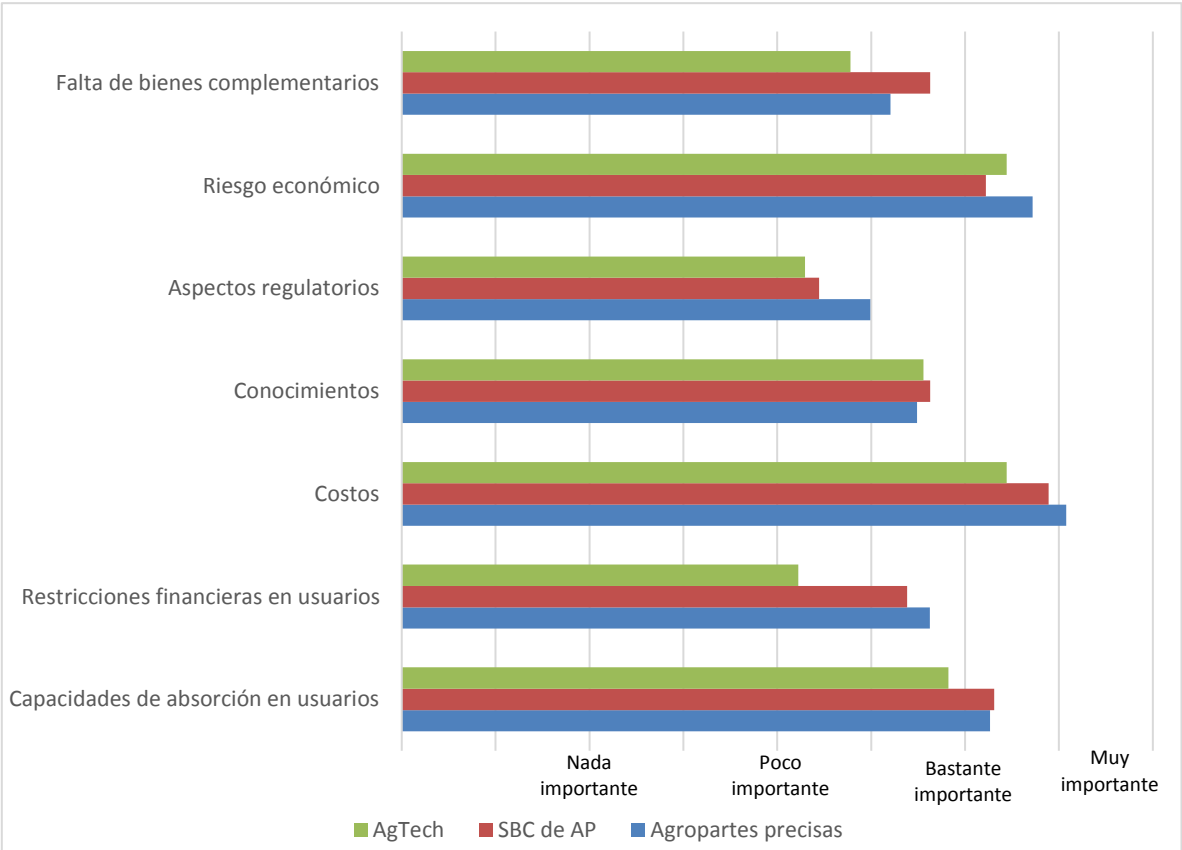
³⁹ A los encuestados se les pidió que calificaran las diversas categorías incluidas entre “nada importante”, “poco importante”, “bastante importante” y “muy importante”.

por parte de las firmas de servicios. De hecho, las empresas de AgTech valoraron más los conocimientos en esta área que aquellos asociados a las ciencias agropecuarias.⁴⁰

5.3 Obstáculos al crecimiento

Finalmente, se les consultó a las empresas sobre los obstáculos a la innovación y al crecimiento. Las respuestas fueron agrupadas en siete rubros, adaptando las categorías del Manual de Oslo de 2005 (OECD, 2005): mercados, conocimientos, costos y regulación.⁴¹ En primer lugar, los obstáculos del mercado fueron separados en dos: i) aquellos ligados a las restricciones financieras de los usuarios y; ii) aquellos otros derivados de la falta de capacidades de absorción en usuarios. A su vez, se incorporó como categorías adicionales el “riesgo económico” -e.g. la inestabilidad macroeconómica- y la “falta de bienes complementarios”. Esta última categoría se refiere a cuestiones asociadas, e.g. a la falta de conectividad a Internet en los campos, la no existencia de normas para la interoperabilidad entre equipos, etc. A continuación, el Gráfico 14 muestra la valoración relativa de cada uno de estos obstáculos según los distintos grupos de firmas.

Gráfico 14. Obstáculos al crecimiento y a la innovación



Fuente: elaboración propia.

⁴⁰ Un hecho singular que surgió a partir de la encuesta a algunas de las firmas de SBC de AP es que estas no contaban con un solo trabajador que fuera graduado en ciencias agropecuarias, o por lo menos, no trabajando en tareas de innovación.

⁴¹ Esta pregunta siguió el formato de las anteriores, donde los encuestados tenían que calificar una serie de obstáculos a la innovación y al crecimiento según si los consideraban como “nada importante”, “poco importante”, “bastante importante” y “muy importante”.

En primer lugar, la categoría de “costos” fue destacada por los tres grupos de empresas. Aquí las dificultades para la obtención de fuentes de financiamiento a bajo costo y la alta carga tributaria fueron los principales aspectos señalados como barreras al crecimiento y a la innovación. En segundo lugar, el “riesgo económico” también fue señalado por los tres grupos como una variable muy relevante.

Por otro lado, las firmas de agropartes de precisión y de SBC de AP destacaron como obstáculos relevantes las “capacidades de absorción en usuarios” y la “falta de bienes complementarios”. Esto abre la puerta a acciones de política específicas. Por ejemplo, a partir de diversos ámbitos de intervención pública podrían ser promovidos mecanismos que ayuden a difundir los beneficios de estas tecnologías, incluyendo pruebas piloto, esquemas de provisión de información, etc. A su vez, también se requieren normativas que promuevan la difusión de estándares que faciliten la comunicación entre equipos, así como la instalación de la infraestructura necesaria para una mayor conectividad en los campos.

6. Conclusiones

En los últimos años se desplegó un conjunto de transformaciones tecnológicas, productivas y organizacionales que condujeron a la conformación de un nuevo paradigma emergente en el sector productor de bienes de origen biológico. Este nuevo paradigma, conocido como agricultura y ganadería de precisión, dio lugar, en el caso argentino, al surgimiento de un conjunto de firmas que proveen equipamientos y/o servicios de alta tecnología tanto para el medio local, como para mercados externos.

Si bien en la actualidad la adopción de estas tecnologías es todavía baja en la Argentina, su difusión ha ido en aumento a lo largo de las últimas campañas. A su vez, el nivel de adopción revela importantes diferencias según el tamaño de la explotación agrícola, su ubicación geográfica y el tipo de cultivo.

En este contexto, el sector de las firmas dedicadas a la agricultura y ganadería de precisión registró un crecimiento importante, tanto por la apertura de nuevos emprendimientos como por el incremento del empleo promedio de los ya existentes. Este crecimiento se observó en los tres grupos aquí examinados (proveedores de agropartes de precisión, prestadores de servicios basados en conocimiento y firmas de Agtech), aunque en estos dos últimos grupos hay un número no menor de firmas que todavía no registran ingresos, reflejo del carácter incipiente de sus desarrollos tecnológicos.

El dinamismo del sector se trasladó al plano del comercio exterior. Si bien un mayor porcentaje de empresas de agropartes de precisión fueron las que pudieron exportar de forma ininterrumpida entre los años 2014 y 2017, resulta remarcable el hecho de que las firmas de servicios, a pesar de ser muy recientes en el mercado, ya hayan podido encontrar clientes en el extranjero. Si bien en los tres grupos los ingresos por ventas al extranjero son todavía una fracción pequeña, esta relativa facilidad demostrada para establecer vínculos comerciales, fronteras afuera, denotaría que existen amplias posibilidades de crecimiento en este ámbito.

Los resultados de nuestra encuesta indican que el sector en su conjunto fue muy dinámico en el desarrollo de innovaciones, ya sea a través de la introducción de productos o

servicios totalmente novedosos, como a partir de mejoras incrementales.⁴² Un indicador del alcance de estos logros es que en los tres segmentos estudiados hubo un alto porcentaje de firmas que buscaron la protección de sus innovaciones ya sea a partir de mecanismos formales como informales, siendo estos últimos levemente más utilizados.

La dinámica tecnológica de este sector se explica por el hecho de que la gran mayoría de las empresas en los tres grupos realizan de manera rutinaria actividades en búsqueda de generar innovaciones. Si bien las empresas de servicios, en particular aquellas de SBC de AP, fueron ligeramente más intensivas en estos términos, y con una mayor orientación hacia tareas ligadas al desarrollo de nuevos conocimientos, las firmas de agropartes de precisión también han encarado estas tareas de manera sistemática, aunque con un mayor sesgo a descansar en la capacitación de empleados y la adquisición de equipos y maquinaria.

Para aproximarnos a la intensidad relativa de los esfuerzos realizados en esta área hemos usado un indicador basado en el porcentaje del personal que se dedica a tareas vinculadas al desarrollo de innovaciones. En promedio, el sector destina un 20% de la mano de obra a dicho propósito, aunque en las empresas de servicios el valor fue sustancialmente mayor (arriba del 50%). Estas cifras son bastante mayores a las registradas para el conjunto del sector industrial en la Argentina (menos del 4%, según los datos de la ENDEI, 2015).

Las empresas innovadoras de los tres grupos utilizaron diversas fuentes para captar los fondos necesarios para los proyectos respectivos; en este contexto, el financiamiento provisto a partir de fondos públicos fue muy relevante para todo el sector. La utilización de fondos propios también fue una práctica generalizada. Ambos hallazgos van *pari passu* lo observado para el sector manufacturero argentino en su conjunto (ENDEI, 2015). En tanto, las empresas de más reciente formación tuvieron una mayor inclinación a buscar financiamiento de fuentes menos tradicionales, como, e.g. las aceleradoras de emprendimientos.

A pesar de que los procesos productivos internos a la empresa fueron una fuente de información tecnológica central para los tres grupos, otros actores cumplieron también un rol preponderante en este sentido. En particular, los clientes, los proveedores y el INTA, también constituyeron fuentes de información relevantes para los innovadores. Un dato interesante es que en los tres grupos se destaca “Internet y redes de información” como otra fuente de información significativa. Las firmas de servicios tendieron a recurrir a estos espacios de forma sistemática para la utilización y/o desarrollo de soluciones tecnológicas de código abierto. A su vez, también resulta habitual que las empresas de agricultura de precisión analicen el comportamiento de sus usuarios a la hora de consumir el servicio a través de la información que recolectan a través de sus plataformas digitales.

También resultó frecuente el establecimiento de vinculaciones para el desarrollo de innovaciones. En este campo, las empresas de SBC de AP fueron las más dinámicas estableciendo vínculos tanto entre ellas (para llevar adelante proyectos que requieren servicios complementarios), como con clientes, el INTA, universidades y otros organismos de CyT (aunque los otros dos grupos también fueron activos en esta materia). Mientras que las vinculaciones con clientes y el INTA estuvieron por lo general orientadas

⁴² Solo en el segmento de agropartes de precisión se identificaron casos de empresas que se dedican únicamente a comercializar equipos desarrollados por otros, por lo general importados.

a desarrollar tareas de validación a campo -de modo tal de mejorar la prestación del servicio-, las últimas dos se focalizaron más en desarrollar de forma conjunta nuevos conocimientos técnicos y/o científicos. Las firmas de servicios también fueron dinámicas en el establecimiento de vínculos con cámaras empresarias, en particular con CREA y AAPRESID. Estas vinculaciones, en la gran mayoría de los casos, estuvieron dirigidas al desarrollo de canales de comercialización.

En relación a la valoración de las diversas áreas del conocimiento demandadas a la hora de reclutar personal destinado a tareas de innovación surgieron distinciones entre los segmentos de empresas. Mientras que las ingenierías fueron las más valoradas en las empresas de agropartes de precisión, la ciencia de la computación y la ciencia de datos son centrales para las empresas de servicios. Un aspecto singular, que fue destacado en el trabajo de campo, radica en el hecho de que estas firmas valoran más las áreas del conocimiento recién mencionadas que aquellas directamente ligadas a las ciencias agropecuarias. Este fenómeno implicaría un cambio relevante en la naturaleza de la prestación de estos servicios, donde capacidades y habilidades en programación, en el uso de herramientas para el análisis de grandes bases de datos o en el manejo de modelos basados en inteligencia artificial pasan a ser prioritarios.

Por último, diversos obstáculos fueron identificados como limitantes de la innovación y el crecimiento de estas firmas. Si bien ciertos aspectos estructurales de la economía nacional fueron los más apuntados (e.g. riesgo económico y elevados costos); también fueron identificados otros más específicos. En particular, se destacaron dificultades en términos de la capacidad de absorción de nuevas tecnologías por parte de los productores agropecuarios y la falta de bienes complementarios (e.g. conectividad a Internet, normas para la interoperabilidad de equipos, etc.) para el eficiente uso de los bienes y/o servicios ofrecidos por estas firmas (ambos factores podrían estar, entre otros, detrás de la todavía baja tasa de adopción antes referida).

Esto abre la puerta a acciones de política específicas. Por ejemplo, a partir de diversos ámbitos de intervención pública podrían ser promovidos mecanismos que ayuden a difundir los beneficios de estas tecnologías, incluyendo pruebas piloto, esquemas de provisión de información, etc. A su vez, también se requieren normativas que promuevan la difusión de estándares que faciliten la comunicación entre equipos, así como también la instalación de la infraestructura necesaria para una mayor conectividad en los campos. Estas políticas del “lado de la demanda” obviamente serían complementarias de otras que faciliten el desarrollo de la oferta, fundamentalmente en lo que hace a un mejor acceso a financiamiento.

Para cerrar este documento, entendemos que, como se mencionó más arriba en este mismo trabajo, la emergencia del paradigma tecno-productivo, asociado a la agricultura y la ganadería de precisión, genera la oportunidad de “montarse” sobre la base de recursos naturales del país promoviendo la formación de *clusters* de proveedores de bienes y servicios intensivos en conocimiento. Esto generaría al menos dos potenciales impactos positivos. Por un lado, impulsar un *upgrading* en las cadenas de valor agropecuarias vía encadenamientos hacia empresas, que pueden desarrollar competencias y capacidades que les permitan no solo abastecer el mercado local, sino también internacionalizarse y eventualmente expandirse incluso hacia otros nuevos negocios con bases de conocimiento similares. En paralelo, el desarrollo de proveedores locales de bienes y servicios *high tech* abre una ventana de oportunidad para promover de manera más eficaz la adopción de estas novedosas tecnologías, permitiendo una

expansión ecológicamente más sustentable de la producción de bienes de base biológica. Este trabajo ha intentado aportar evidencia sobre estos nuevos fenómenos, con el fin no solo de generar conocimiento relevante desde el punto de vista académico, sino también de contribuir a los procesos de decisión en el ámbito de la política pública.

Bibliografía

- Albornoz, I. (2010) "La inserción internacional de la industria argentina de Maquinaria Agrícola. Posicionamiento económico y estratégico en el marco de las Cadenas Globales de Valor, y perspectivas futuras". Tesis de maestría en Economía y Desarrollo Industrial. Universidad Nacional de General Sarmiento. En <http://www.ungs.edu.ar/areas/pos-tesis/79/la-insercion-internacional-de-laindustria-argentina-de-maquinaria-agricola-posicionamiento-economicoy-estrategico-en-el-marco-de-las-cadenas-global.html>
- Albornoz, I., Bisang, R. y Anlló, G. (2010). "La cadena de valor de la maquinaria agrícola argentina: estructura y evolución del sector a la salida de la convertibilidad", Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile.
- Anlló, G.; Bisang, R. y Campi, M. (2013). "Claves para repensar el agro argentino", Eudeba, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- Anlló, G.; Bisang, R. y Katz, J (2015). "Apremiendo con el Agro", Banco Interamericano de Desarrollo, Marzo 2015.
- Baldwin, R. (2011), "Trade and Industrialization after Globalization's 2nd Unbundling: How Building and Joining a Supply Chain Are Different and Why It Matters", NBER Working Paper, 17716.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2018). "La Revolución Agtech en Argentina: Financiamiento, Oportunidades y Desafíos", División de Conectividad, Mercados y Finanzas (CMF) a través del programa de Cooperación Técnica Regional "Apoyo al financiamiento de Internet de las cosas y nuevas tecnologías para la mejora de la productividad en América Latina y el Caribe", financiada por el Fondo Especial de Banda Ancha del Banco Interamericano de Desarrollo, y bajo la supervisión general de Juan Antonio Ketterer, Jefe de División, CMF.
- Barsky, O. and Gelman, J.D. (2009). "Historia del agro argentino: desde la Conquista hasta comienzos del siglo XXI", Sudamericana, Buenos Aires, Argentina.
- Bisang R. y Fuch M. (2016). Las empresas de biotecnología en Argentina. Publicado por Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, abril de 2016.
- Bisang, R. (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, Oficina de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe en Buenos Aires.
- Borlaug, N.E. (2004). "Prospects for world agriculture in the twenty-first century", In: Sustainable Agriculture and the International Rice-Wheat System Lal, R.; Hobbs, P.R.; Uphoff, N. & Hansen, D.O. (Eds.), pp. 1-18, Marcel Dekker, ISBN: 0-8247-5491-3, New York.
- Bragachini, M. (2011). "Desarrollo Industrial de la Maquinaria Agrícola y Agropartes en Argentina: Impacto Económico y Social". INTA Manfredi. Disponible para su descarga en: <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/maquinaria/DesarrolloIndustrialMaquinariaAgricolaYAgropartes.asp>
- Bramley, R. and Trengove, A. (2013). "The adoption of precision agriculture in an Australian broadacre cropping system: Challenges and opportunities", Eng. Agríc. vol.33 no.3 Jaboticabal May/June 2013

- Dahl Andersen, A.; Marín, A., y Simensen, E. (2018). "Innovation in natural resource-based industries: a pathway to development? Introduction to special issue", *Innovation and Development*, 8:1, 1-27, DOI: 10.1080/2157930X.2018.1439293
- Ekboir, J. (2003). "Adoption of no-till by small farmers: Understanding the generation of complex technologies", *Conservation agriculture*, Springer: 501-508.
- Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación (2015). "Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación. Principales Resultados 2010-2012", Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación.
- Faulkner, A. and Cebul, K. (2014). "Agriculture Gets Smart: The Rise of Data and Robotics", *Cleantech Agriculture Report*. Cleantech Group.
- Gajst, N. and Frugoni, M.L. (2016). "Informes de cadenas de valor: Software y Servicios Informáticos", Año 1 - N° 12 - septiembre 2016, ISSN 2525-0221
- Gakuru, M.; Winters, K. and Stepman, F. (2009). "Inventory of Innovative Farmer Advisory Services Using ICTs", The Forum for Agricultural Research in Africa. Disponible en http://www.fara-africa.org/media/uploads/File/NSF2/RAILS/Innovative_Farmer_Advisory_Systems.pdf
- Hirschman, A. O. (1977). "A generalized linkage approach to development, with special reference to staples". En *Essays on Economic Development and Cultural Change in Honor of Bert F. Hoselitz*, ed. M. Nash, Chicago: University of Chicago Press. Reprinted in A.O. Hirschman, *Essays in Trespassing*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- Humphrey, J. and Schmitz, H. (2001). "Governance in Global Value Chains", *Institute of Development Studies. IDS Bulletin* 32.3. Disponible en: https://www.ids.ac.uk/files/humphrey_schmitz_32_3.pdf
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2014). "Tecnología precisa", INTA Informa, Edición especial sobre la Red Agricultura de Precisión del INTA EEA Manfredi.
- Instituto para las Negociaciones Agrícolas Internacionales (2015). "Mega-Regionalismos y Comercio Agroindustrial: Impactos para Argentina", Disponible en: <http://www.inai.org.ar/archivos/notas/Mega-Regionalismo%20y%20Comercio%20Agroindustrial.pdf>
- Kora, G. and Kassem, M. (2010). "The Application of Information and Communication Technologies in Agricultural and Rural Development in Egypt", *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/i1930e/i1930e00.pdf>
- Lachman, J. y López, A. (2018). "Las empresas de Servicios Basados en Conocimiento para producciones de base biológica: el caso de la agricultura y ganadería de precisión", trabajo presentado en el congreso organizado por el Foro Global de Servicios de UNCTAD y Redlas 2018, "Los servicios basados en conocimiento como oportunidad para la diversificación productiva y exportadora" -13 y 14 de septiembre de 2018, Buenos Aires, Argentina.
- Langard, F. (2011). "La industria de maquinaria agrícola en Argentina frente a la estructura sectorial del mercado internacional", *Geograficando*, 7 (7), 167-185. En *Memoria Académica*. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.5097/pr.5097.pdf

López, A.; Pascuini, P. y Ramos, A. (2017). "Al Infinito y Más Allá: Una Exploración sobre la Economía del Espacio en Argentina", IIEP-BAIRES, Serie Documentos de Trabajo 17, Buenos Aires, Mayo 2017.

Martínez-Fernández, C. (2010). "Knowledge-Intensive Service Activities in the Success of the Australian Mining Industry", *The Services Industries Journal*, Vol 30, N° 1, pp 55-70.

Melchiori, R.; Albarenque, S. and Kemerer, A. (2018). "Evolución y cambios en la adopción de la agricultura de precisión en argentina", 17° Curso Internacional de Agricultura y Ganadería de Precisión y Maquinas precisas, E.E.A INTA Manfredi, Córdoba, Argentina.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2009). "Libro blanco de la prospectiva TIC: Proyecto 2020", Edición N. 1. - Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2009.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013). "ICT uses for inclusive agricultural value chains", FAO Publications, Rome 2013.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2005). "Oslo Manual Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data", Third Edition.

Ortega Blu, R. (2018). "La aplicación de agrotecnología para la seguridad alimentaria en el cono sur", 17° Curso Internacional de Agricultura y Ganadería de Precisión y Maquinas precisas, E.E.A INTA Manfredi, Córdoba, Argentina.

Pavitt, K. (1984). "Sectoral patterns of innovation, Towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, 13, 343-373.

Pietrobelli, C. y Rabellotti, R., (2005). "Mejora de la competitividad en *clusters* y cadenas productivas en América Latina: El papel de las políticas", Banco Interamericano de Desarrollo, Serie de buenas prácticas del Departamento de Desarrollo Sostenible Washington, D.C.

Pognante, J. (2011). "Siembra directa." INTA, Actualización Técnica (58).

Qiang, C.; Kuek, S.; Dymond, A. and Esselar, S. (2011). "Mobile Applications for Agriculture and Rural Development", The World Bank publications. Disponible en: http://siteresources.worldbank.org/INFORMATIONANDCOMMUNICATIONANDTECHNOLOGIES/Resources/MobileApplications_for_ARD.pdf

Rebizo, M.M. y Tejeda Rodríguez, A. (2011). "Balance de inserción internacional de las cadenas agroindustriales argentinas", Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Documentos de Proyectos 390(243), Santiago de Chile.

Reca, L.G. (1982). "El sector agropecuario pampeano: situación actual y posibilidades de crecimiento", Fundación de Estudios Contemporáneos, Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

Reca, L.G.; Lema, D. y Flood, C. (2010). "El crecimiento de la agricultura argentina. Medio siglo de logros y desafíos" Editorial Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Rodríguez, R.; Sopena, R.; Vicini, L.; Morales, G.; Puzitanelli, M.; Juárez, E. y Miraglio, W. (2016). "Dosis variable (VRT) de fertilizantes sólidos en el cultivo de caña de azúcar 2015 en Tucumán, Argentina". En "Agricultura y Ganadería de precisión y agregado de valor en origen". Ediciones INTA, 2016.

- Sasson, A. and Blomgren, A. (2011). "Knowledge Based Oil and Gas Industry", Research Report 3/2011, ISSN: 0803-2610
- Satorre, E. y Bert, F. (2014). "Agricultura por ambiente: Conceptos para su incorporación eficaz en el manejo de nuestros campos", Cultivar Decisiones Nro. 13 marzo 2014. www.cultiagro.org.
- Scaramuzza, F.; Accoroni, C.; Méndez, A.; Villarroel, D. y Vélez, J. (2014). "El potencial de la Agricultura de Precisión actual y futuro", Publicaciones Bolas de Comercio de Rosario, Año CIII - N° 1523.
- Scaramuzza, F.; Vélez, J. y Villarroel, D. (2016). "Adopción de Agricultura de Precisión en Argentina: Evolución en los principales segmentos". En "Agricultura y Ganadería de precisión y agregado de valor en origen". Ediciones INTA, 2016.
- Schimmelpfennig, D. (2016). "Farm Profits and Adoption of Precision Agriculture". No. 249773. United States Department of Agriculture, Economic Research Service.
- Sonka, S., (2014). "Big Data and the Ag sector: more than lots of numbers", International Food and Agribusiness Management Review 17, 1.
- Teubal, M.; Domínguez, D. y Sabatino, P. (2005). "Transformaciones agrarias en la Argentina", En N. Giarraca y M. Teubal, El campo en la encrucijada, Buenos Aires, Argentina.
- Trigo, E. (2016). "20 años de cultivos genéticamente modificados en la Argentina", Publicado por ArgenBio, noviembre, 2016.
- Urzúa, O.; Wood, A.; Iizuka, M.; Vargas, F. and Baumann, J. (2017). "Discovering new Public-Private Partnerships for productive and technological development in emerging mining countries", RedSur Background Documents Series of the Natural Resources and Development Report, working paper n° 5, Edition 2016 - 2017
- Wolfert, S.; Gea, L.; Verdouw, C. and Bogaardt, M. (2017). "Big Data in Smart Farming - A Review", Agricultural Systems, 153: 69-80.
- Zurbriggen, C. y Sierra, M. (2015). "Redes, innovación y trazabilidad en el sector cárnico uruguayo", CAF/CIEPLAN, ISBN: N° 978-956-204-049-5.

Anexo 1. Exportaciones del complejo de maquinaria agrícola y agropartes

A. Evolución de la composición de las exportaciones de maquinaria agrícola y agropartes, 1996-2015

	1996	2000	2004	2008	2012	2015	Promedio
Agropartes	46,0%	64,3%	50,5%	37,0%	34,5%	51,2%	42,2%
Siembra y labranza del suelo	14,4%	4,2%	15,6%	17,5%	18,1%	12,8%	15,4%
Cosechadoras de granos	3,4%	9,8%	3,6%	8,3%	12,9%	7,3%	9,6%
Almacenamiento y transporte	6,2%	5,9%	8,8%	9,7%	8,4%	11,6%	9,5%
Procesamiento de granos y semillas	6,3%	2,2%	6,6%	7,9%	6,3%	8,4%	6,4%
Pulverización y riego	2,8%	4,1%	5,6%	7,1%	4,4%	2,2%	5,0%
Equipamiento para ganadería	2,4%	1,5%	2,0%	3,6%	5,2%	2,9%	4,4%
Tracción de maquinaria	11,4%	3,4%	2,1%	5,0%	7,9%	0,8%	4,2%
Equipamiento para lechería	5,5%	4,5%	4,3%	3,5%	1,3%	2,1%	2,7%
Forrajería	1,6%	0,2%	0,9%	0,5%	1,1%	0,7%	0,7%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

B. Evolución de los montos exportados de maquinaria agrícola y agropartes, en dólares constantes, 1996-2015

	1996	2000	2004	2008	2012	2015
Agropartes	16.268.936	34.334.642	38.250.898	134.544.088	137.645.492	90.149.416
Almacenamiento y transporte	2.196.328	3.151.081	6.666.856	35.158.781	33.530.231	20.360.977
Cosechadoras de granos	1.197.252	5.223.583	2.759.445	30.051.566	51.500.000	12.861.970
Equipamiento para ganadería	850.956	785.633	1.479.433	13.250.291	20.708.219	5.070.230
Equipamiento para lechería	1.954.894	2.379.024	3.280.664	12.870.958	5.331.926	3.750.412
Forrajería	559.934	123.519	651.772	1.674.930	4.279.329	1.286.993
Procesamiento de granos y semillas	2.231.063	1.161.921	4.971.622	28.635.251	25.130.811	14.821.868
Pulverización y riego	979.729	2.176.052	4.244.698	25.980.299	17.453.632	3.842.773
Siembra y labranza del suelo	5.082.424	2.218.624	11.852.223	63.709.900	72.122.881	22.543.552
Tracción de maquinaria	4.033.897	1.818.902	1.601.198	18.144.394	31.734.950	1.402.562
Total sectorial	35.355.412	53.372.981	75.758.809	364.020.460	399.437.470	176.090.753

Nota: elaboración propia a partir de datos a 6 dígitos del SA, descargados de COMTRADE. La clasificación de los segmentos que componen al sector fue realizada por CAFMA (Cámara Argentina Fabricantes de Maquinaria Agrícola).