



Innovación, habilidades y nuevas áreas de conocimiento en sectores tecnológicos emergentes: el caso de la Agricultura y Ganadería de Precisión^ξ

Jeremías Lachman^{*}

Andrés López^{**}

Resumen

El objetivo del presente trabajo es reflexionar sobre las implicancias y alcances de la conformación de un nuevo paradigma tecno-productivo aplicado a la producción de bienes de base biológica, conocido como Agricultura y Ganadería de Precisión. El mismo da cuenta de un proceso creciente de servificación y digitalización de las tareas llevadas a cabo en la ganadería y la agricultura, y de una también creciente utilización de equipamiento e instrumentos de precisión capaces de interconectarse entre sí. A partir de una encuesta realizada por los autores, la cual fue completada por 77 firmas que producen bienes y servicios para la agricultura y ganadería de precisión, complementada con entrevistas con actores relevantes, el trabajo discute los rasgos estructurales que distinguen a estas empresas, su desempeño, y sus rutinas y logros en materia de innovación. Asimismo, el trabajo analiza las habilidades y nuevas áreas del conocimiento demandadas por las empresas bajo estudio. Los resultados muestran un sector emergente y dinámico tanto en materia de empleo como de exportaciones, que basa su desempeño en una fuerte actividad innovativa que se despliega en redes de cooperación con distintos actores del ecosistema. Asimismo, se observa un cambio sustantivo en el tipo de personal requerido –y las áreas de conocimiento respectivas– vis a vis las habituales en las empresas que proveían de bienes y servicios para el agro. De lo analizado emergen nuevos desafíos para la política pública si se quiere aprovechar las oportunidades que genera la emergencia de este nuevo paradigma tanto para diversificar la estructura productiva y exportadora como para potenciar un sendero de expansión agropecuaria más sustentable.

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

Abstract

The objective of this paper is to analyze the implications and scope of the emergence of a new techno-productive paradigm applied to the production of biological-based goods, known as Precision Agriculture and Cattle Ranching. This paradigm is based on the increasing servification

^ξ Recibido 8 de agosto 2018 / Aceptado 5 de noviembre 2018.

^{*} IIEP BAIRES, UBA-CONICET. Correo electrónico: jeremiaslachman@gmail.com

^{**} IIEP BAIRES, UBA-CONICET. Correo electrónico : anlopez1962@gmail.com

and digitalization of the activities associated to cattle ranch and agriculture, and on the growing use of precision equipment and instruments able to interconnect to each other. Based on a survey conducted by the authors, which was completed by 77 firms that produce goods and services for precision agriculture, complemented by interviews with relevant actors, the paper discusses the structural features that distinguish these companies, their performance, and their innovation routines and achievements. The paper also analyses the skills and new areas of knowledge demanded by the companies under study. The results show that this emerging sector has been very dynamic in terms of employment and exports. This dynamism is to a large extent based on a strong innovative activity that is deployed in cooperation networks with different actors within the related ecosystem. Likewise, a substantive change in the type of personnel required -and their respective knowledge areas- is observed vis-à-vis what was usual in the former generation of firms providing goods and services for agriculture. From this analysis, new challenges for public policy emerge in order to take advantage of the opportunities generated by the emergence of this new paradigm both to diversify the productive and export structure and to promote a more sustainable agricultural expansion model.

Key words: Precision farming; Natural resources; Innovation; Argentina

Códigos JEL: O33; Q16; L8

1. Introducción

La convergencia de avances en algunos campos de conocimiento –en particular la ciencia de datos y la inteligencia artificial-, junto con el desarrollo de modernos dispositivos electrónicos – e.g. equipos que, a partir de sensores, aplican herbicidas únicamente en lugares donde se identifiquen malezas, en lugar de rociar todo el campo-, la puesta a disposición de nuevas fuentes de información (e.g. imágenes satelitales) y el enorme incremento en la capacidad de procesamiento y almacenamiento de datos posibilitado por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICS) dio lugar al surgimiento de un nuevo paradigma tecno-productivo aplicado a las producciones de base biológica: la llamada Agricultura y Ganadería de Precisión (AP). Esta se basa en un conjunto de herramientas –tanto físicas como digitales- dirigidas a implementar esquemas de producción “sitio-específicos” (Scaramuzza, et al. 2014; Faulkner, 2014). El objetivo es armar procesos productivos flexibles, los cuales permiten aumentar los rendimientos agrícolas al tiempo que también reducen la necesidad de insumos productivos – ahorrando costos y generando menores impactos ambientales.

El desarrollo de estas tecnologías dio lugar al nacimiento y expansión de una nueva tipología de firmas dedicadas a proveer equipamientos y/o servicios intensivos en conocimientos para las producciones agrícolas y ganaderas. Estas empresas se enfrentan a diversos desafíos provenientes del hecho de que operan en un área tecnológica emergente, lo cual implica tanto la necesidad de desarrollar conocimientos nuevos como de acceder a recursos humanos con capacidades diferentes a las utilizadas previamente en la provisión de bienes y servicios para el agro. Por ejemplo, una empresa que decida brindar servicios a partir de una plataforma digital –es decir, sin que necesariamente haya alguna persona atendiendo personalmente demandas puntuales de clientes-, va a requerir personal que maneje áreas del conocimiento científico y técnico diferentes a los asociados a las ciencias agronómicas (por ejemplo, programadores y/o científicos de datos).

En este escenario, el objetivo del presente trabajo es elaborar un diagnóstico inicial de la situación de las empresas que proveen tecnologías para la AP y analizar en particular la naturaleza de sus actividades innovativas, sus logros en esa materia, las vinculaciones con otros agentes y el tipo de habilidades y campos de conocimiento que demandan. Para cumplir con tales objetivos utilizaremos los resultados de una encuesta que fue completada por 77 empresas del sector. A su vez, para el análisis complementamos dichos resultados con entrevistas realizadas a diversos actores relevantes, incluyendo gerentes de empresas, expertos, referentes sectoriales y funcionarios de áreas de gobierno ligadas a estos temas.

El trabajo se estructura de la siguiente manera. En la siguiente sección se introducen los conceptos básicos que están detrás de la agricultura y ganadería de precisión. En la sección tres se presenta una caracterización de las empresas que desarrollan tecnologías para la AP en Argentina. Luego, en la sección 4 del trabajo se analizan las rutinas y logros de estas empresas en el área de la innovación, así como las habilidades y los campos de conocimiento que son relevantes para estas empresas. Por último en la sección 5 se presentan las conclusiones del trabajo.

2. La agricultura y ganadería de precisión: emergencia y conceptos básicos

Diversos autores (Teubal, 2005; 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 y con una relativa baja demanda de insumos, 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 una 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 –por ejemplo, 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)¹.

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”² 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, por ejemplo, en la aplicación de herbicidas.

¹ 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.

² 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.

ISSN: 2344-9195 <http://www.redpymes.org.ar/index.php/nuestra-revista/> / <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pid/index> Pymes, Innovación y Desarrollo – editada por la Asociación Civil Red Pymes Mercosur

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.

Esquema 1. Principales usos y aplicaciones de los servicios 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 prescritas
<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

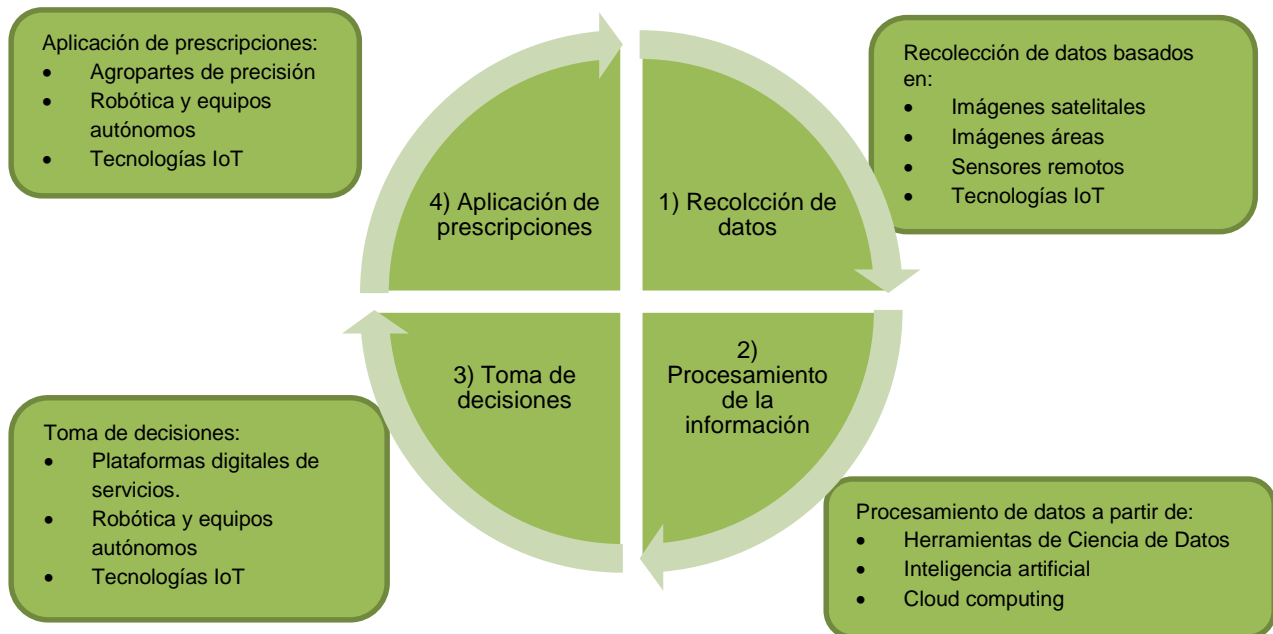
Nota: elaboración propia.

De forma estilizada podría ilustrarse en cuatro pasos secuenciales el proceso de producción ligado a la agricultura y ganadería de precisión (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, por ejemplo, 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, por ejemplo, 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” 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 la agricultura y ganadería de precisión



Nota: 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, se asiste a la emergencia de empresas ligadas a la provisión de servicios basados en conocimiento (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.³) y firmas que desarrollan maquinaria agrícola (e.g. tractores, sembradoras, cosechadoras, fertilizadoras, etc.).

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 cadenas⁴. 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 Argentina ya existen documentados desarrollos locales asociados a la agricultura y ganadería de precisión, los cuales están cercanos a las mejores prácticas internacionales (BID, 2018; Bisang y Fuchs, 2016; 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 -MINCyT (MINCyT, 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 *et al*, 2010; Qiang *et al*, 2011; FAO, 2013). En la sección siguiente analizamos la oferta local de estas tecnologías mientras que en la sección 4 discutimos el perfil innovador de las empresas que las proveen.

3. Rasgos estructurales de las firmas que desarrollan tecnologías para la AP

Esta sección y la siguiente se basan en datos recolectados a partir de la Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión⁵. Esta encuesta fue elaborada por

³ 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/>

⁴ 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 coordinan las rutinas productivas del resto de los agentes participantes de la cadena.

⁵ La encuesta cubrió dimensiones adicionales a las aquí analizadas. Estos resultados pueden verse en Lachman y López (2018). ISSN: 2344-9195 <http://www.redpymes.org.ar/index.php/nuestra-revista/> / <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pid/index> Pymes, Innovación y Desarrollo – editada por la Asociación Civil Red Pymes Mercosur

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.

un equipo de trabajo integrado por investigadores del Instituto Interdisciplinario de Economía Política (IIEP BAIRES) dependiente de la UBA⁶ y el CONICET⁷.

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 INTA⁸ Manfredi, CREA⁹ 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–.

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.

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 (INTA, 2014); ii) las que proveen 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 (BID, 2018; Wolfert, 2017; Sonka, 2014).

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. Las empresas que integran este grupo son un colectivo heterogéneo en términos de su origen -donde, por ejemplo, algunas provienen de una base ligada al desarrollo de implementos mecánicos, mientras que otras están mucho más asociadas a los componentes electrónicos. Asimismo, también hay diferencias en el tamaño y en 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-. Esta serie de diferencias genera que las posibilidades de exportación estén presentes en un número relativamente acotado de empresas. Así, la porción mayoritaria de firmas de este segmento está fundamentalmente orientada al mercado interno.

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.

⁶ Universidad de Buenos Aires.

⁷ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

⁸ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

⁹ CREA -o AACREA- es la sigla de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola. Esta es una de 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.

ISSN: 2344-9195 <http://www.redpymes.org.ar/index.php/nuestra-revista/> / <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pid/index> Pymes, Innovación y Desarrollo – editada por la Asociación Civil Red Pymes Mercosur

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.

Tanto el segundo como el tercer grupo de firmas están ligados a la prestación de servicios, generalmente en base a plataformas TICs. 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 SBC en general. Sin embargo, y de forma muy genérica, sus principales usos se sintetizan en tres aspectos centrales: i) producción por ambiente¹⁰; ii) monitoreo de cultivos y/o del rodeo¹¹; iii) controles operativos¹².

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, por ejemplo, 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.

Siguiendo esta clasificación, 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.

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 AP datan aproximadamente de 1998¹³. 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 AP.

¹⁰ 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.

¹¹ 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, por ejemplo, la detección temprana de plagas en cultivos agrícolas.

¹² 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.

¹³ En contraposición, el año promedio de creación de las empresas de SBC AP fue el 2009 y para las de AgTech fue el 2013.

ISSN: 2344-9195 <http://www.redpymes.org.ar/index.php/nuestra-revista/> / <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pid/index> Pymes, Innovación y Desarrollo – editada por la Asociación Civil Red Pymes Mercosur

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.

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 AP sin la utilización de estas nuevas tecnologías, todas las empresas de reciente formación registradas en nuestra encuesta utilizan estos nuevos desarrollos para brindar 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.

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 extranjero¹⁴, 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 Argentina¹⁵.

En cuanto al tamaño, las firmas de agropartes de precisión registraron volúmenes de facturación significativamente mayores a sus pares de servicios (Gráfico 1), aunque por cierto hay empresas en ese grupo en todos los segmentos de ingresos¹⁶. 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.

¹⁴ 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.

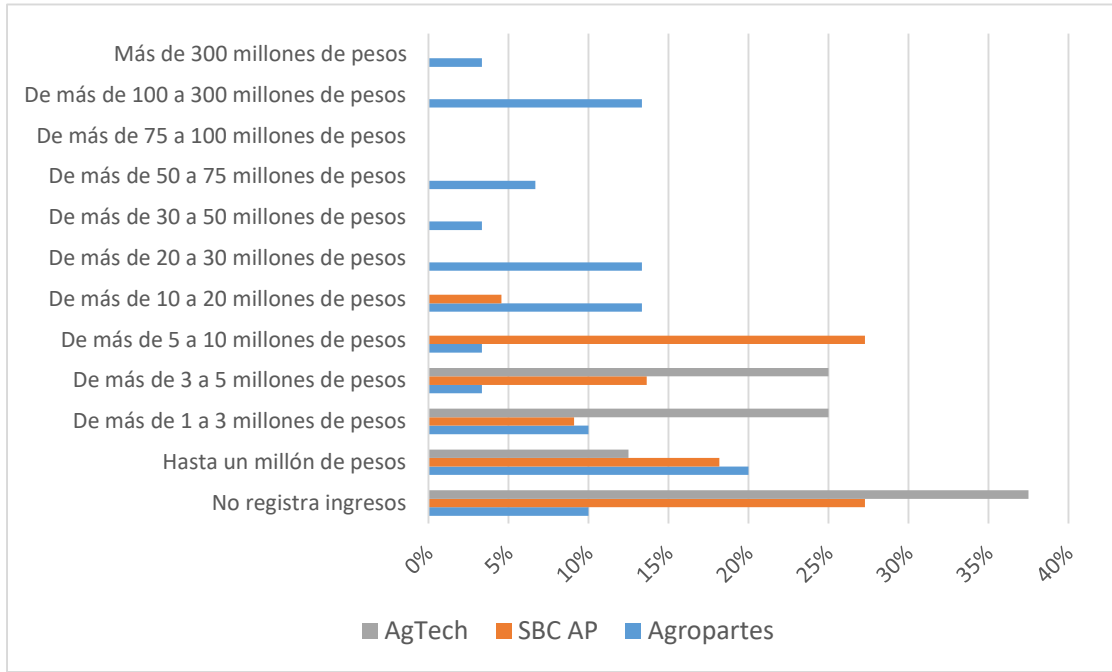
¹⁵ También existen empresas de SBC AP que son enteramente de capitales extranjeros. Estos casos abarcan a un número relativamente pequeño de las firmas de servicios, aunque en ciertos casos de rápida expansión. Algunas de estas firmas extranjeras están únicamente ligadas a los servicios para la agricultura 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.

¹⁶ 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.

ISSN: 2344-9195 <http://www.redpymes.org.ar/index.php/nuestra-revista/> <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pid/index> Pymes, Innovación y Desarrollo – editada por la Asociación Civil Red Pymes Mercosur

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.

Gráfico 1. 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 trabajo¹⁷. 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 2 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 precisión¹⁸, corroborando lo encontrado en el caso de las ventas promedio.

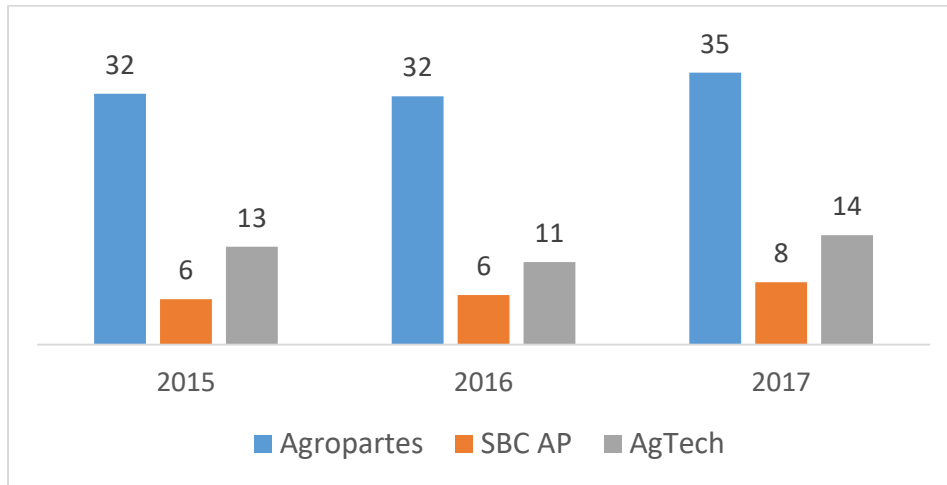
¹⁷ Este número incluye únicamente al empleo directo generado por las empresas que respondieron la encuesta. Según estimaciones realizadas por el INTA Manfredi la cantidad total de puestos de trabajo directos generados en esta industria es aproximadamente de 2400 trabajadores.

¹⁸ 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.

ISSN: 2344-9195 <http://www.redpymes.org.ar/index.php/nuestra-revista/> / <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pid/index> Pymes, Innovación y Desarrollo – editada por la Asociación Civil Red Pymes Mercosur

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.

Gráfico 2. Personal total empleado según tipo de empresa (valores promedio por grupo de empresas)

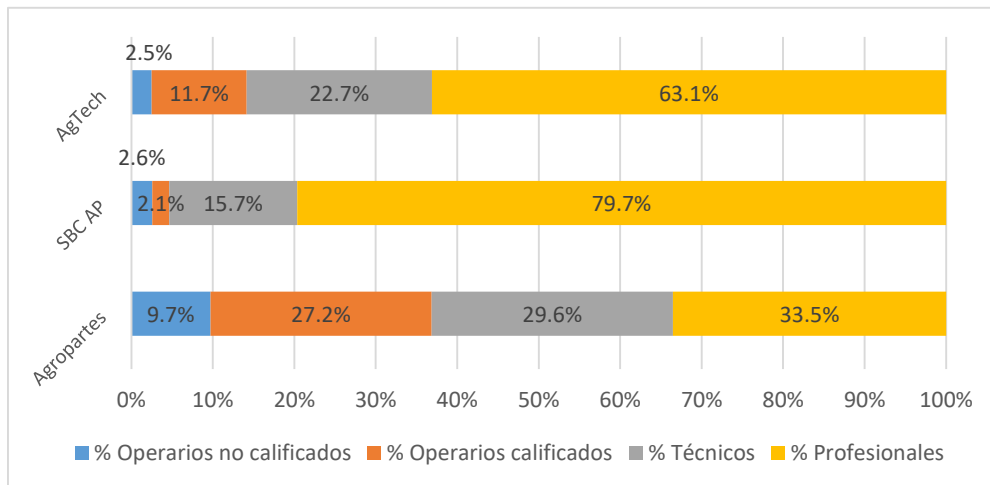


Nota: Se incluye todo tipo de personal (efectivo, temporario y otros.) así como también dueños o socios de la empresa (aunque trabajen en ella de forma parcial).

Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 3 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 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 3. Calificación de los trabajadores según tipo de empresa (en términos porcentuales)

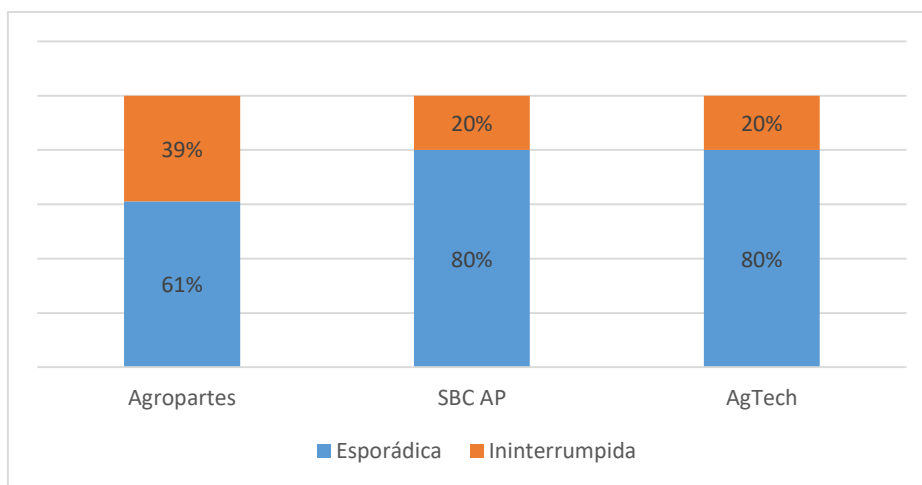


Fuente: Elaboración propia.

Esta industria mostró un importante 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 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 permitió distinguir entre empresas que exportaron de forma ininterrumpida y aquellas que lo hicieron de modo esporádico.

Gráfico 4. Empresas que realizaron ventas externas relacionadas a la agricultura y ganadería 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 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 AP y de AgTech– que pudieron exportar a pesar de tratarse de firmas relativamente nuevas en el mercado. Este hecho se distingue en particular en las empresas de SBC 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%.

A las empresas también se les preguntó si además de exportaciones ligadas a la agricultura y/o ganadería de precisión, exportaron 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 vendieron en el exterior otro tipo de productos. De hecho, dentro de este último segmento de firmas, aquellas que exportaron de forma ininterrumpida alguno de sus productos, vendieron por lo menos de forma esporádica 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 en mercados extranjeros tuvieron mayor éxito en incluir dentro de sus productos exportados aquellos ligados a la agricultura y ganadería de precisión.

Por último, en relación al destino de las exportaciones para ambos segmentos de empresas, en términos generales 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 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 –por ejemplo, en países africanos o la India-.

4. Innovación, capacidades y nuevas áreas de conocimiento

En relación a los logros en materia de innovación, 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).

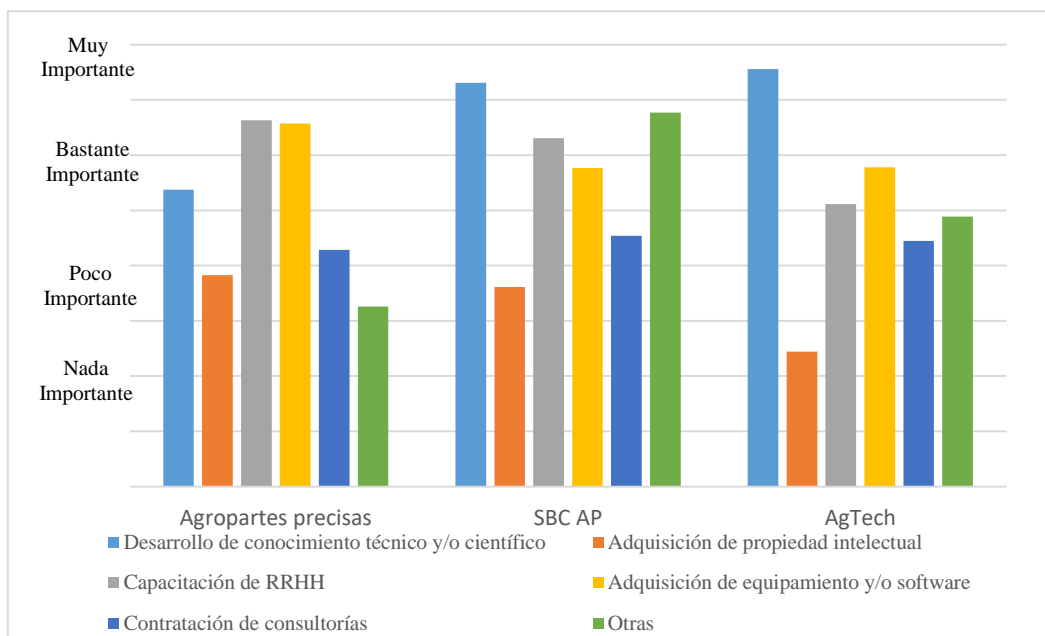
A su vez, la totalidad de las empresas de servicios basados en plataformas TIC tuvieron algún tipo de logro en materia de innovación. Sin embargo, el 27% de las empresas de SBC de AP y el 30% de las empresas de AgTech mencionaron que sus innovaciones todavía no se encuentran en fase comercial. En tanto, las empresas de SBC 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 desarrollos originales.

Por otro lado, la generación de mejoras incrementales sobre innovaciones propias también es una actividad usual en las empresas encuestadas. En particular, las firmas de SBC 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 “entrenamiento” y mejora en la calibración de los algoritmos utilizados, de forma tal de incrementar la calidad de los servicios prestados.

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 5).

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 eficiencia, costos, calidad, prestaciones, etc. La categoría “otras actividades” también tuvo un peso importante en las firmas de servicios, en especial en aquellas de SBC AP. En particular, aquí hablamos de desarrollos tecnológicos colaborativos o de código abierto, incluyendo frameworks y libraries para ciencia de datos e inteligencia artificial.

Gráfico 5. Actividades realizadas para concebir y/o desarrollar innovaciones



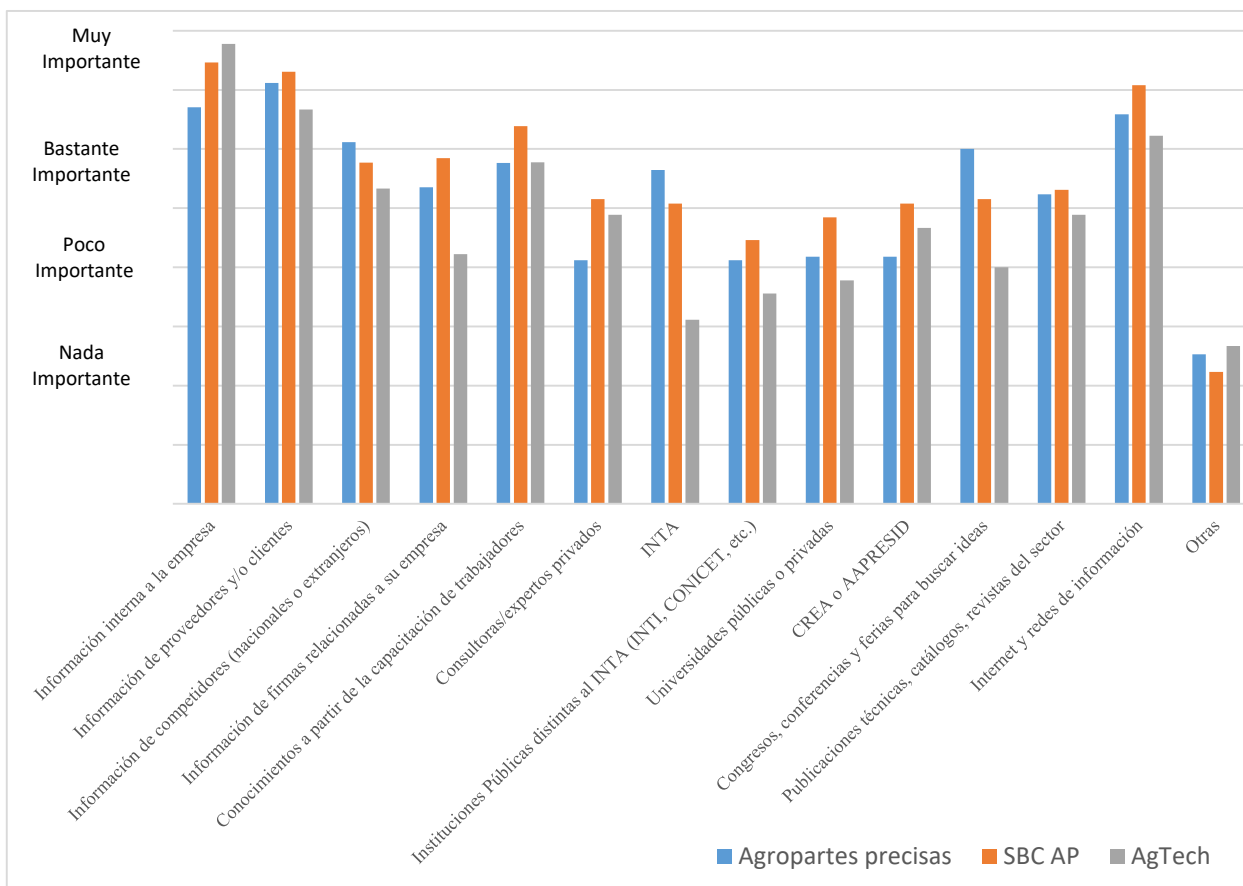
Fuente: Elaboración propia.

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. Esto 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. 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 de otros ámbitos relevantes¹⁹- son altamente valorados como espacios a partir de los cuales surgen nuevas innovaciones (Gráfico 6).

Gráfico 6. 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

¹⁹ Entre ellos se pueden destacar procesos de aprendizaje derivados de los propios procesos productivos, así como de la interacción con clientes, proveedores y otros actores del ecosistema.
ISSN: 2344-9195 <http://www.redpymes.org.ar/index.php/nuestra-revista/> / <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pid/index> Pymes, Innovación y Desarrollo – editada por la Asociación Civil Red Pymes Mercosur
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.

específicas para delinear patrones de comportamiento en los usuarios de modo tal de ir adaptando la prestación del servicio.

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 ciencia y tecnología (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 AP y 6,2 para las de AgTech).

En la Tabla 1 se presenta el perfil de colaboraciones de los distintos grupos de empresas. 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 AP, para las cuales la “validación a campo” de sus tecnologías es un aspecto clave del proceso de desarrollo innovativo.

Tabla 1. Vinculaciones y colaboración para el desarrollo de innovaciones

	Con proveedores	Con Clientes	Con otras empresas del sector	INTA	INTI	Institutos públicos de CyT	Cámaras de empresarios	Universidades	Otros
Agropartes precisas	48%	65%	19%	61%	6%	3%	19%	32%	23%
SBC 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.

Las vinculaciones con universidades y con institutos de CyT (distintos del INTA e INTI²⁰ –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 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 –por ejemplo, prescripciones para fertilización y para 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 AAPRESID²¹. 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.

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 2 muestra la cantidad total de personal empleado para las tareas de innovación, considerado 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 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%.

²⁰ Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

²¹ AAPRESID es la sigla de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa. Esta institución, al igual que el caso de CREA, es una de las asociaciones civiles sin fines de lucro de productores agropecuarios más grande de la Argentina, también enfocada mayoritariamente de cultivos extensivos. En AAPRESID también suelen realizarse regularmente actividades orientadas a proveer soluciones a problemas tecnológicos y no tecnológicos que enfrentan los productores. 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.

ISSN: 2344-9195 <http://www.redpymes.org.ar/index.php/nuestra-revista/> / <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pid/index> Pymes, Innovación y Desarrollo – editada por la Asociación Civil Red Pymes Mercosur

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.

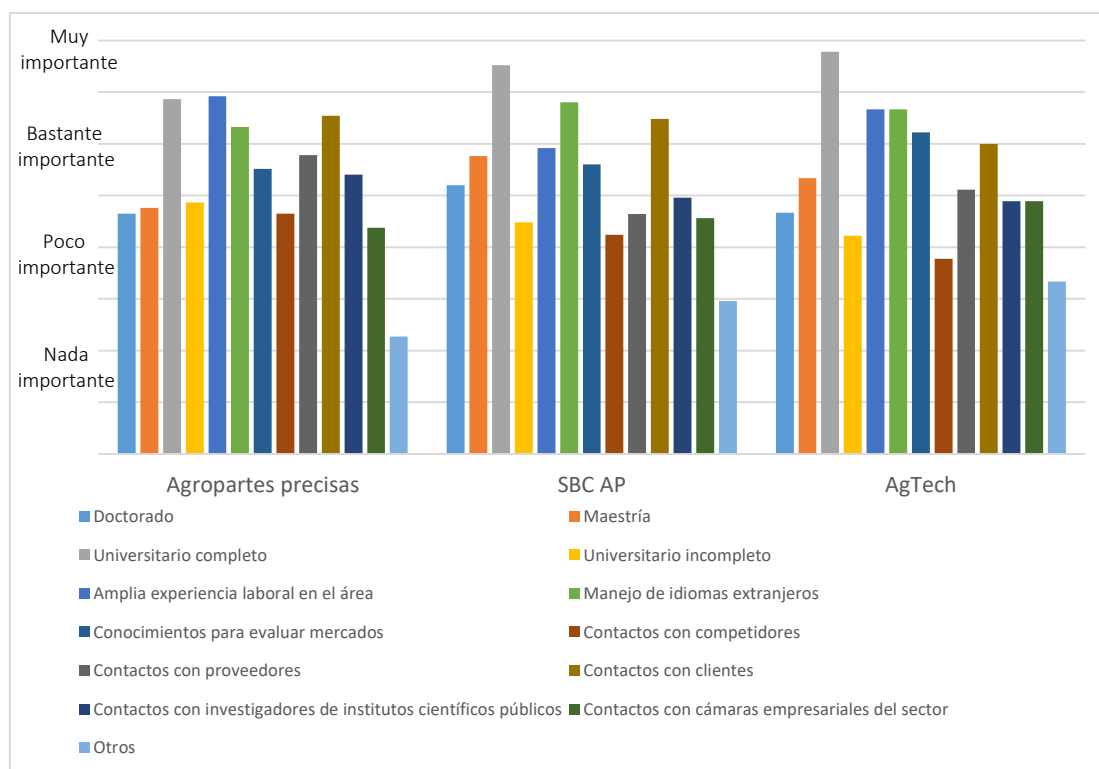
Tabla 2. RRHH empleados para tareas de innovación, según dedicación y grupo de firmas

	<u>Dedicación exclusiva</u>	<u>Dedicación esporádica</u>	<u>Total</u>
Agropartes de precisión	156	74	230
SBC 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 preguntó²² sobre la valoración de diversos rasgos generales y sobre el dominio de diferentes campos de conocimiento (Gráficos 7 y 8).

Gráfico 7. Valoración de características de los RRHH para la innovación



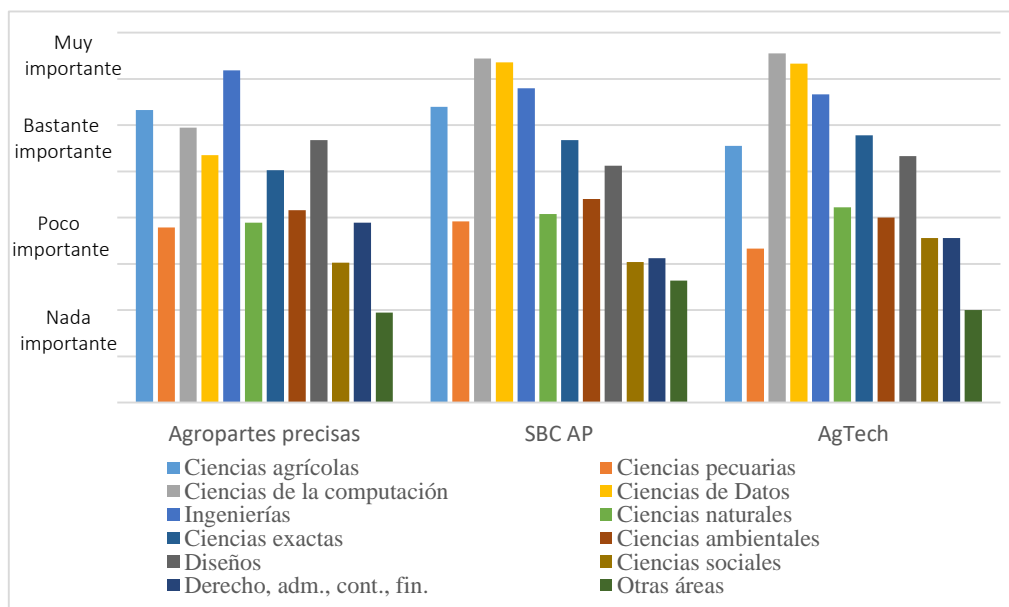
Fuente: Elaboración propia.

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 habilidades “blandas”,

²²²² En estas preguntas, los encuestados debían calificar las diversas categorías incluidas entre “nada importante”, “poco importante”, “bastante importante” y “muy importante”.

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

Gráfico 8. 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 innovación²³, 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 AP y AgTech valoraron en primer y segundo lugar los conocimientos propios de la ciencia de la computación y la ciencia de datos.

Resulta significativo que las firmas de servicios –en particular las de SBC 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 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 agropecuarias²⁴.

A continuación, se ilustran los temas discutidos en esta sección con tres casos de empresas que representan las respectivas categorías utilizadas en este trabajo.

²³ A los encuestados se les pidió que calificaran las diversas categorías incluidas entre “nada importante”, “poco importante”, “bastante importante” y “muy importante”.

²⁴ Un hecho llamativo que surgió a partir de la encuesta a algunas de las firmas de SBC 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.

ISSN: 2344-9195 <http://www.redpymes.org.ar/index.php/nuestra-revista/> / <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pid/index> Pymes, Innovación y Desarrollo – editada por la Asociación Civil Red Pymes Mercosur

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 License.

Frontec S.A.: una firma de servicios para el agro basada en ciencia de datos e inteligencia artificial

Frontec S.A. es un claro ejemplo de las nuevas habilidades y campos de conocimientos demandados por las empresas que proveen SBC para el agro. En particular, esta firma brinda servicios 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 posibilitó 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.

Finalmente, si bien el crecimiento de la firma en términos de la creación de empleo fue modesto - pasó de tener 6 empleados en el año 2014 a 16 en el 2017-, es interesante destacar el tipo de habilidades específicas y campos de conocimiento requeridos en el personal ocupado. Todos los empleados de la empresa son graduados o estudiantes avanzados de carreras técnicas o de ciencias exactas –en particular profesionales ligados a la ciencia de la computación, la atmosfera, así como también matemáticos y físicos-, y una parte importante de ellos cuenta con nivel de maestría e incluso doctorado. En contrapartida, la empresa al presente no cuenta con ningún ingeniero agrónomo, en parte gracias a la posibilidad de externalizar la provisión de conocimientos propios de las ciencias agronómicas a través de vinculaciones con terceros.

Zoomagri: aplicando inteligencia artificial en servicios para empresas de molienda y acopio de granos

Zoomagri es una startup perteneciente al grupo 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.

El emprendimiento que se formó a partir de una asociación entre tres amigos -todos profesionales, uno con trayectoria en la industria exportadora de *commodities* agrícolas y los otros dos ya emprendedores y con conocimientos avanzados en programación-, pasó a contar con 13 integrantes en para el 2017. Todos en el equipo desempeñan de algún modo tareas ligadas a la innovación, 7 de forma exclusiva y 5 de forma esporádica. Siendo todos profesionales o estudiantes avanzados de carreras técnicas, las habilidades más demandadas por la empresa son aquellas ligadas a la programación, en particular en áreas de inteligencia artificial -aunque también disponen de un ingeniero agrónomo entre sus filas.

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 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 o coloreados o la presencia de 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 menos prestaciones que la que ofrecen a las grandes firmas de cereales y oleaginosas, la misma 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.

Abelardo Cuffia: empresa de componentes electrónicos para el agro

La empresa Abelardo Cuffia fue una de las pioneras en el desarrollo de agropartes de precisión tanto en 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 1995. En dicho 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 empleados se dedica a tareas de innovación, la mayoría de ellos con formación en ingeniería electrónica. Gran parte de estas actividades están destinadas tanto a desarrollar nuevos productos, así como también a lograr mejoras en las prestaciones de los ya existentes. Por último, cabe señalar que la firma ha patentado productos propios tanto en Argentina como en otros países del mundo.

5. Conclusiones

Las transformaciones ocurridas a lo largo de los últimos años en distintas áreas del conocimiento y la tecnología condujeron a la formación de un nuevo paradigma tecno-productivo de aplicación en producciones de base biológica, conocido como agricultura y ganadería de precisión. El mismo está orientado al desarrollo de una agricultura “sitio-específica”, donde las heterogeneidades del ambiente son la base a partir de la cual se diagraman los procesos productivos óptimos. A su vez, estas tecnologías posibilitan la reducción en el consumo promedio de insumos, dando lugar a una agricultura y/o ganadería ecológicamente más sustentable.

En Argentina, estas transformaciones estuvieron acompañadas por el surgimiento y expansión de un nutrido grupo de firmas dedicadas a desarrollar dichas tecnologías. Las mismas, pese a ser relativamente jóvenes y aun pequeñas, en particular las que brindan servicios, mostraron un dinamismo significativo, tanto en materia de empleo como de exportaciones, incluso hacia destinos extra-regionales.

La gran mayoría de las empresas del sector comercializan productos y/o servicios que son resultado de sus propias actividades de innovación, de carácter novedoso o incremental según el caso. De hecho, el grueso de las firmas encuestadas realizó de manera rutinaria actividades en búsqueda de generar innovaciones, a las cuales asignó, en promedio, un 20% de su personal. En contraste, menos del 4% del personal de las empresas manufactureras argentinas se dedica a actividades de innovación según la última información disponible (Encuesta Nacional de Dinámica de Empleo e Innovación 2010-2012). Más en general, las firmas de AP destacan en todos los rubros ligados a actividades de innovación, incluyendo también vinculaciones y resultados.

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 fueron centrales para las empresas de servicios. De hecho, y tal como se destacó en uno de los casos presentados, las firmas de servicios valoraron 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.

La emergencia del paradigma tecno-productivo asociado a la agricultura y la ganadería de precisión puede generar transformaciones estructurales significativas en el conjunto de la economía. En primer lugar, estas tecnologías tienen un demostrado potencial para ampliar, de forma ambientalmente sostenible, las posibilidades de producción de bienes de base biológica. En Argentina, si bien el porcentaje de adopción de estas tecnologías es aun relativamente bajo (16% en la campaña 2018/19 según datos de la empresa Map of Agriculture, citados en Lachman y López, 2018), ha venido creciendo en los últimos años (en 2016/17 era de 11%), en particular en cultivos como soja y maíz. El desarrollo de una base doméstica de proveedores de bienes y servicios high tech abre una ventana de oportunidad para promover de manera más eficaz y veloz la adopción de estas nuevas tecnologías, en tanto permite una oferta orientada a los requerimientos técnicos e idiosincráticos de los productores locales.

En segundo lugar, el desarrollo de un cluster local de proveedores de tecnologías para la agricultura y ganadería de precisión puede eventualmente derivar en experiencias similares a las observadas en naciones como Australia, Canadá o Noruega, en donde emergieron sectores proveedores de bienes y servicios intensivos en conocimiento para el sector primario que luego se tornaron internacionalmente competitivos. Así, aparece la oportunidad de 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.

Finalmente, muchos de los campos de conocimientos destacados en las empresas proveedoras de servicios para la agricultura de precisión tienen aplicaciones en otros sectores productivos, en tanto se basan en el uso de herramientas vinculadas a campos tecnológicos emergentes de propósito general, tales como la ciencia de datos y la inteligencia artificial. En consecuencia, su potencial impacto positivo excede el ámbito propio de la producción de bienes de base biológica.

Este trabajo ha intentado aportar evidencia sobre el nuevo fenómeno de la agricultura y la ganadería de precisión, 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. En particular, un mejor entendimiento de las dinámicas y rutinas innovativas de estas empresas, incluyendo sus vinculaciones y fuentes de información, ayudará a un mejor diseño de políticas tecnológicas orientadas a este sector. Asimismo, de nuestro estudio emergen también conclusiones relevantes para las políticas de formación de recursos humanos.

Dado lo incipiente de esta industria, se abre por supuesto una amplia agenda de investigación destinada a evaluar su desarrollo y a generar conocimiento que contribuya a que se concreten sus potenciales efectos transformadores sobre el conjunto de la economía. En este sentido, consideramos que todavía se encuentran escasamente explorados los aspectos asociados a la demanda de estas nuevas tecnologías. Estudios e investigaciones sobre los factores que subyacen a la adopción de las tecnologías de precisión para la agricultura y ganadería podrían contribuir al diseño de políticas públicas que potencien el crecimiento de este sector emergente y dinámico.

Referencias

- Anlló, G. Bisang R. y Katz J (2015). Aprendiendo con el Agro. *BID*, N° IDB-DP-379, marzo 2015.
- Anlló, G., Bisang, R. y Campi, M. (2013). *Claves para repensar el agro argentino*. Eudeba, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
- BID (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 BID, y bajo la supervisión general de Juan Antonio Ketterer, Jefe de División, CMF.
- 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 CEPAL en Buenos Aires.
- Bisang R. y Fuch M. (2016). *Las empresas de biotecnología en Argentina*. Mincyt, Buenos Aires, Argentina.
- Borlaug, N.E. (2004). Prospects for world agriculture in the twenty-first century. In Lal, R.; Hobbs, P.R.; Uphoff, N. & Hansen, D.O. (Eds.), *Sustainable Agriculture and the International Rice-Wheat System*, 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. y Trengove A. (2013). The adoption of precision agriculture in an Australian broadacre cropping system: Challenges and opportunities. *Eng. Agríc.* 33(3), Jaboticabal May/June 2013
- FAO (2013). *ICT uses for inclusive agricultural value chains*. FAO Publications, Rome 2013.
- Faulkner, A., Cebul, K. (2014). *Agriculture Gets Smart: The Rise of Data and Robotics*. Cleantech Agriculture Report. Cleantech Group.
- 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
- Humphrey, J. y 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

- INTA (2014). *Tecnología precisa*. INTA Informa, Edición especial sobre la Red Agricultura de Precisión del INTA EEA Manfredi.
- 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). Nuevas oportunidades y desafíos productivos en la Argentina: Resultados de la Primera Encuesta Nacional a Empresas de Agricultura y Ganadería de Precisión. *IIEP-BAIRES*, Serie Documentos de Trabajo 38, Buenos Aires, diciembre de 2018.
- 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.
- Mincyt (2009). *Proyecto 2020*. Edición N. 1. - Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2009.
- 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.
- 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
- 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.
- Rodriguez, R., Sopena, R., Vicini, L, Morales, G., Puzitanelli, M., Juarez, 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.
- 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., Vélez, J. (2014). El potencial de la Agricultura de Precisión actual y futuro. *Publicaciones Bolas de Comercio de Rosario*, Año CIII - N° 1523.
- 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), pp. 114–136.
- 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.
- Wolfert, S., Gea, L., Verdouw, C. and M. Bogaardt (2017). Big Data in Smart Farming – A Review. *Agricultural Systems*, 153, pp. 69-80.