

Digitalización y servicios intensivos en conocimientos en RRNN renovables: el sector agtech en la Argentina

Jeremías Lachman¹ y Andrés López² (IIEP BAIREs, UBA-CONICET)

Resumen

Este trabajo estudia nuevas oportunidades para el desarrollo económico generadas en actividades basadas en RRNN renovables, particularmente en agricultura y ganadería. Con tal propósito analizamos las principales transformaciones ocurridas en estas actividades en los últimos años y nos focalizamos en el surgimiento de servicios intensivos en conocimientos de base digital (“agtech”). Realizamos una encuesta a empresas proveedoras de dichos servicios con el objetivo de caracterizar el ecosistema tecnoproductivo agtech en Argentina. Por último, realizamos un estudio de caso para profundizar en los factores centrales que posibilitan el nacimiento y posterior crecimiento de dichas empresas. Los resultados obtenidos muestran un conjunto de empresas de nueva generación, altamente innovadoras y de rápida internacionalización. El caso de estudio ejemplifica estos aspectos y además muestra como la combinación de elementos del contexto local –e.g. una demanda dispuesta a adoptar innovaciones e incluso a colaborar en su desarrollo y la disponibilidad de capital humano calificado- sumados al desarrollo de capacidades internas a la firma fueron centrales para su crecimiento tanto a nivel local como internacional.

Abstract

This paper analyses new emerging opportunities for economic development in renewable natural resources based activities, particularly in agriculture and livestock. For this purpose, we analyse the main transformations that took place in these activities in recent years with a focus on “agtech” firms, which provide knowledge intensive services based on digital technologies. We conducted a survey to this a group of firms with the aim of learning about the agtech ecosystem in Argentina. Then, we developed a case study to deepen the analyses on the central factors that explain the emergence and expansion of these firms which are characterized by a high degree of innovativeness and fast internationalization processes. The case study also shows how the combination of local context elements –e.g. a demand willing to adopt innovations and even to collaborate with these developments and the availability of skilled human capital– in addition to the development of internal firm capacities were central for its growth in the local and international markets.

Código JEL: O31, L20, Q20

Palabras clave: Recursos naturales, innovación, servicios basados en conocimientos, agricultura de precisión

Key words: Natural resources, innovation, knowledge based services, precision agriculture

1. Introducción

El rol de los recursos naturales en los procesos de desarrollo económico ha sido materia de discusión en gran parte de América Latina, así como también en otros países donde los mismos

¹ Contacto: jeremiaslachman@gmail.com

² Contacto: anlopez1962@gmail.com

se presentan con relativa abundancia. Si bien, en décadas previas surgió una literatura que sugería que eran una “maldición” (Sachs y Warner, 2001; Auty, 2001), a lo largo de los últimos años emergieron nuevos estudios que resaltan sus potencialidades como motor para el crecimiento (Dahl Andersen, 2012; Morris et al., 2012).

En particular, esta nueva literatura resalta las posibilidades de generar encadenamientos aguas arriba, aguas abajo u horizontales a partir de las producciones basadas en RRNN (Kaplinsky y Morris, 2016). De hecho, los últimos 20 años han sido testigos en varios países de la emergencia de clusters de empresas pequeñas y medianas dedicadas a la provisión de bienes y/o servicios que son utilizados como insumos en producciones de recursos naturales³ (Moris et al., 2012). Este fenómeno está vinculado tanto a la producción de RRNN no renovables (Katz y Pietrobelli, 2018; Pietrobelli et al. 2018; Urzua, 2013; Kaplan, 2012) como renovables (Lachman y López, 2019; Lachman y López, 2018a, Gutman y Lavarello, 2012; Anlló et al. 2011).

Estos hechos estarían implicando nuevas oportunidades para el *upgrading* en las cadenas globales de valor (CGV)⁴ basadas en RRNN hasta ahora escasamente estudiados. Por ejemplo, en Argentina algunas de estas firmas pudieron no solo tener éxito en el ambiente local, sino que también, y de forma temprana en relación a su nacimiento, se destacaron por lograr internacionalizar sus operaciones (Lachman y López, 2018b).

En el caso de los recursos naturales renovables –en particular la agricultura extensiva y la ganadería-, estos hechos ocurrieron de forma asociada a sustantivas transformaciones en la organización de la producción. Estos cambios derivaron en modificaciones en la gobernanza de la cadena, caracterizada por el pasaje de una integración vertical a una mayor coordinación en red (Bisang, 2007 y 2003), y generaron nuevas oportunidades para la incorporación de actores antes ajenos al sector, como por ejemplo el caso de las firmas basadas en servicios intensivos en conocimiento.

Dada la relevancia que tiene la producción de RRNN renovables, tanto para Argentina como para otros países en desarrollo, entendemos que la identificación de nuevas oportunidades para el *upgrading* en tecnologías emergentes resulta central. En este escenario, el objetivo del presente trabajo se basa en analizar las transformaciones recientes ligadas a la provisión de servicios intensivos en conocimientos para la agricultura extensiva. A partir de trabajo de campo –encuesta a empresas y estudio de caso- analizamos tanto los rasgos principales de este sector en

³ Por ejemplo, Kaplan (2012) ilustra este punto con el caso de empresas que brindan servicios y/o equipos para el sector minero en Sudáfrica y Urzúa (2013) hace lo propio para Australia. A su vez, Lachman y López (2018b) estudian las características de empresas de servicios y equipamiento de precisión para la agricultura y ganadería en Argentina, mientras que Anlló et al. (2011) analizan los principales rasgos de las empresas de biotecnología, también en Argentina.

⁴ Se entiende por GVC a “*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*”. 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. Esto puede 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 –por ejemplo, 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).

Argentina, así como también los principales factores que incidieron en el surgimiento y expansión del mismo.

En particular nos focalizamos en las empresas de agtech. Si bien no existe hasta el momento una definición establecida sobre este segmento de firmas, en el presente trabajo nos vamos a referir a aquellas que proveen servicios intensivos en conocimiento basados en tecnologías digitales para diversas etapas del proceso productivo de los alimentos, desde la producción a campo hasta las fases de industrialización y comercialización. Se trata de firmas de reciente generación, que en la mayoría de los casos utilizan tecnologías disruptivas –e.g. ciencia de datos, inteligencia artificial, etc.- para el servicio que prestan.

Si bien se trata de un sector novedoso, durante el año 2018 las inversiones a nivel internacional de capitales de riesgo en esta área fueron estimadas en 16.8 mil millones de dólares (AgFunder, 2019), siendo Estados Unidos el país líder, seguido por Asia (principalmente China) y luego la Unión Europea. Para América Latina la información es escasa, pero ubica a Brasil y Argentina como países líderes en este segmento.

El trabajo se estructura en 5 secciones. A continuación, presentamos una discusión conceptual sobre los nuevos patrones de cambio tecnológico en las actividades de RRNN, poniendo el foco en el desarrollo de servicios basados en conocimiento para (SBC) la agricultura y ganadería. En la sección 3 presentamos los principales rasgos del ecosistema agtech en Argentina, así como también sus principales logros y rutinas vinculadas al desarrollo de nuevas tecnologías. En la sección 4 se presenta un estudio de caso de una de las empresas referentes de agtech en Argentina, con el propósito de analizar los factores centrales que explican el nacimiento y posterior crecimiento de esta firma. En la sección 5 presentamos las conclusiones.

2. El nuevo escenario tecno-productivo en el agro y el sector agtech

2.1 Innovación y nuevos patrones de cambio tecnológico en actividades basadas en recursos naturales

Tradicionalmente, se consideraba que las actividades ligadas a la producción y/o extracción de RRNN generaban pocas oportunidades para el desarrollo económico debido al limitado derrame hacia otros sectores productivos y su escaso dinamismo innovativo. En efecto, la famosa taxonomía de Pavit (1984) ubica a esta actividad bajo un patrón de cambio tecnológico dominado por proveedores. En esta misma dirección Singer (1950) argumentaba que las empresas líderes en RRNN suelen tener poco interés en establecer vínculos con otros actores del ambiente local, centralmente debido a que las capacidades tecnológicas requeridas para el desarrollo de insumos y equipos divergen de aquellas ligadas a la producción de RRNN.

Esta concepción de los RRNN tuvo su correlato en un relativo bajo interés por parte de la investigación académica en los procesos de cambio tecnológico en dichas actividades. De hecho, Dahl Andersen et al. (2018) señalan que los estudios sobre innovación en estas áreas solo representan el 0,85% del número total de publicaciones, en tanto presentan un claro sesgo hacia las industrias manufactureras.

Sin embargo, trabajos recientes, motivados en gran medida por el *boom* de las actividades basadas en RRNN al calor del ciclo prolongado de precios altos de la pasada década, han comenzado a estudiar con mayor énfasis las posibilidades de los procesos de desarrollo económico basados en actividades de RRNN (Katz y Pietrobelli, 2018; Dahl Andersen, 2012;

Morris et al., 2012). En particular esta serie de trabajos enfatizar las posibilidades de este sector como una nueva ventana de oportunidades para el desarrollo de procesos virtuosos, ligado a la innovación, la acumulación de capacidades tecnológicas y procesos de aprendizaje.

En esta dirección, Crespi et al. (2017) enfatizan que las actividades basadas en RRNN pueden convertirse en una nueva oportunidad para el desarrollo económico a partir de las diferencias estructurales que existen entre ellas y las industrias manufactureras convencionales. Los autores destacan: i) la especificidad local, vinculado a que las actividades de RRNN se llevan a cabo en ambientes que disponen de características siempre singulares, afectando las decisiones de producción y siendo esencialmente heterogéneas entre regiones geográficas⁵; ii) una organización de la producción crecientemente basada en nuevos desarrollos científicos⁶; iii) procesos de *outsourcing* y *subcontracting*, en referencia al cambio desde la integración vertical que caracterizaba la mayoría de las actividades de RRNN hacia una mayor subcontratación de tareas⁷; iv) fenómenos de acción colectiva liderados por comunidades locales con el objetivo de proteger la sostenibilidad del medio ambiente.

Otros autores resaltan las oportunidades de encadenamientos abiertas en el nuevo escenario tecno-productivo de las cadenas de valor basadas en RRNN. En particular, a partir de estudios de caso empíricos, diversos autores –e.g. Morris et al. (2012), Kaplinsky y Morris (2016)- evidencian la generación de círculos virtuosos en el desarrollo sectorial luego del establecimiento de vínculos entre actores ligados a las fases propiamente de producción y/o extracción de RRNN con otros eslabones de la cadena –ya sea aguas arriba o abajo. De estas vinculaciones se derivan de forma creciente procesos de aprendizaje tecnológico y acumulación dinámica de capacidades a lo largo de toda la cadena⁸.

Sin embargo, cabe señalar que también existen características estructurales en las actividades basadas en RRNN que operan como obstáculos al desarrollo de otros actores de la cadena. Por ejemplo, en el caso de la minería en países que no tienen un sector maduro de proveedores de equipos y servicios –como sería el caso de casi todos los de América Latina-, en los proyectos mineros más grandes, típicamente operados por empresas extranjeras, resulta poco frecuente que sean utilizados insumos provenientes de actores locales, en particular en la fase de operación de la mina (Stubrin, 2018; Urzua, 2013). Los elevados costos de entrada y los ciclos prolongados sobre los cuales se opera en una mina, sumados a posibles *lock-in* tecnológicos, generan reticencia por parte de las empresas ya establecidas en el mercado a adoptar nuevas tecnologías, en particular aquellas desarrolladas por nuevos proveedores locales.

⁵ Los autores mencionan ejemplos de características biológicas, geológicas, terrestres o mineras como algo dado localmente e imposible de replicar, hecho que si sucede en las actividades industriales. Por esta razón, sostienen que el medio ambiente local y las características ecológicas inciden en el modelo de organización de la producción y las oportunidades tecnológicas y de innovación.

⁶ En este aspecto, los autores enfatizan el hecho de que el cambio tecnológico mencionado también trae nuevas oportunidades para el establecimiento de vínculos con empresas emergentes, muchas de ellas intensivas en conocimiento –e.g. biotecnología, genética, informática, etc.

⁷ En este sentido, los autores destacan que estos procesos son relativamente nuevos en las actividades basadas en RRNN, mientras que en la industria dicho fenómeno comenzó hace algunas décadas.

⁸ Mientras que algunos autores se focalizan en los procesos de vinculaciones y generaciones de capacidades tecnológicas en países de altos ingresos (Ville y Wicken, 2012; Martínez-Fernández, 2010) otros autores hacen lo mismo para países en desarrollo (e.g. en América Latina se destacan los trabajos de Lachman y López, 2018 a y b; Anlló et al., 2015; Katz y Pietrobelli, 2018; Stubrin, 2018).

Esto no sería el caso en la agricultura, donde pueden distinguirse dos elementos centrales que faciliten la vinculación con nuevos proveedores, así como también la incorporación de nuevas tecnologías. En primer lugar, al tratarse de una actividad en la cual el ciclo de producción es relativamente más corto –por lo general en cultivos extensivos es de un año-, el testeado de nuevas tecnologías puede realizarse con menores costos y riesgos relativos a lo que ocurre por ejemplo en la minería o en la industria petrolera. A su vez, en segundo lugar, en un mismo campo pueden implementarse diversas estrategias productivas, hecho que facilita en una etapa inicial la experimentación de nuevas tecnologías en porciones pequeñas de la explotación, para luego eventualmente masificar su uso.

Sin embargo, trabajos recientes evidencian barreras en la utilización de tecnologías digitales en la agricultura. Por ejemplo, Lachman y López (2019) estudian los obstáculos a la innovación y el crecimiento de empresas de equipos y servicios digitales en Argentina y encuentran que la falta de conocimientos tecnológicos en los usuarios resulta en una barrera a la difusión de las nuevas tecnologías.

Estas diferencias estructurales entre diversas actividades basadas en RRNN sugiere la relevancia de considerar las particularidades de cada caso para analizar los potenciales derrames y encadenamientos en la cadena, o bien los obstáculos para que estos ocurran. En esta dirección, en la siguiente sub-sección presentamos brevemente las principales transformaciones observadas recientemente en la agricultura extensiva y ganadería.

2.2 Transformaciones recientes en la agricultura extensiva y la ganadería

Bisang (2007 y 2003) señala que desde mediados de la década del noventa la estructura productiva del sector agrícola y ganadero 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 et al. (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 y ganadería 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 consumo 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 precisión⁹ (Lachman y López, 2018b; Anlló, *et al.*, 2015; Reca et al., 2010; Borlaug, 2004).

⁹ La agricultura de precisión es definida por el United State Department of Agriculture (USDA) como una estrategia de manejo agronómico que utiliza información específica del sitio para gestionar y optimizar de manera precisa y económica los insumos y las técnicas de producción (<https://agclass.nal.usda.gov/glossary.shtml>).

En particular, a lo largo de los últimos diez años comenzaron a surgir un buen número de firmas proveedoras de servicios intensivos en conocimientos, enmarcadas dentro de lo que en este trabajo llamamos sector agtech. A continuación, se presentan brevemente los principales rasgos y alcances de este sector.

2.3 agtech: principales usos y tecnologías

Tal como fue anteriormente mencionado, entendemos como agtech al conjunto de servicios basados en tecnologías digitales que pueden ser brindados sobre diversos eslabones de la cadena productiva de alimentos, incluyendo desde las fases de producción a campo hasta la industrialización y posterior comercialización.

De este modo, el concepto de agtech resulta más abarcador que lo entendido por agricultura de precisión tal como fue definida por el USDA (ver nota al pie 9), dado que también abarca otros eslabones de la cadena distintos a los propiamente orientados a la producción a campo. Sin embargo, la definición aquí propuesta resulta más restrictiva que otro término también en uso, Agrifood tech. Este último resulta más abarcador, ya que incluye desde los emprendimientos propiamente tecnológicos hasta aquellos que brindan servicios de *delivery* de comida (Agfunder, 2019).

Para el estudio del ecosistema agtech, identificamos 4 usos principales de estos servicios: i) micro-ambientación; ii) monitoreo de cultivos; iii) control de tareas y procesos productivos, y; iv) otras aplicaciones sobre la cadena. La Figura 1 a continuación resume las principales aplicaciones de cada uno de los casos.

Figura 1. Principales usos y aplicaciones del agtech

Micro-ambientación y segmentación	Monitoreo de cultivos y/o ganado	Control de tareas y procesos productivos	Otras aplicaciones en la cadena
<input type="checkbox"/> Densidad variable en siembra <input type="checkbox"/> Fertilización variable <input type="checkbox"/> Aplicación selectiva de herbicidas <input type="checkbox"/> Planes de alimentación segmentada en animales	<input type="checkbox"/> Monitoreo de rendimientos agrícolas <input type="checkbox"/> Monitoreo de tasa de conversión en Ganado (peso Ganado/Kg de alimento consumido) <input type="checkbox"/> Detención temprana de pestes y/o malezas resistentes <input type="checkbox"/> Detección temprana de enfermedades en ganado	<input type="checkbox"/> Control de tareas a campo (siembra, fertilización, etc) <input type="checkbox"/> Rastreo de tareas prescriptas <input type="checkbox"/> Control de "buenas practicas"	<input type="checkbox"/> Logística <input type="checkbox"/> Trazabilidad <input type="checkbox"/> Contratos inteligentes <input type="checkbox"/> Crowdfunding

Uno de los usos más extendidos está relacionado con la adaptación de las prácticas de producción a cada "microambiente" definido, en el caso de la agricultura, por ciertas condiciones ambientales, características del suelo, rasgos geográficos y climáticos que afectan los rendimientos. De este modo, al recopilar y analizar datos detallados de la multiplicidad de entornos que coexisten en un determinado espacio agrícola, los productores pueden tomar decisiones destinadas a explotar el máximo potencial de cada uno de estos microambientes. Estas decisiones, que pueden referirse a la "densidad óptima de siembra", la variedad de cultivos que se utilizarán, la aplicación de herbicidas o la cantidad y el momento apropiado para fertilizar se basan en el análisis de una gran multiplicidad de variables derivadas de datos presentes e históricos. Dicha información es generada a través de sensores, imágenes satelitales, registros

climáticos, etc. Estos datos se procesan y analizan para generar recetas destinadas a aumentar los rendimientos agrícolas, al tiempo que se reduce el uso innecesario de insumos, como agua para riego, herbicidas, fertilizantes, etc., generando menos impactos ambientales colaterales.

En ganadería, estas aplicaciones típicamente permiten diseñar estrategias de alimentación segmentadas. De este modo, según la fase productiva por la que esté pasando el animal se le provee una cantidad y tipo de alimento determinado.

Por otro lado, existen aplicaciones que posibilitan el control permanente de cultivos y/o ganado (FAO, 2013; Quinn, 2013; Kamilaris et al., 2017). Utilizando dispositivos específicos, como drones, imágenes satelitales o instrumentos vinculados a las tecnologías de Internet de las Cosas (IoT), los usuarios pueden monitorear sistemáticamente la evolución de la producción. Esto les permite la detección temprana de malezas, plagas o enfermedades, así como identificar o incluso pronosticar la evolución de rendimientos.

Estas tecnologías también se pueden utilizar para controlar el trabajo realizado en el campo. De esta manera, en base a los datos georreferenciados capturados y procesados en tiempo real, es posible conocer el estado y el progreso de las diferentes tareas que se llevan a cabo. Esto es relevante para los departamentos de producción de empresas agrícolas medianas o grandes, pero también puede ser utilizado por agencias gubernamentales para controlar las prácticas de los agricultores, por ejemplo, mientras se aplican herbicidas.

Finalmente, hay un número creciente de servicios aplicados en las etapas posteriores de la cadena de valor. Estas aplicaciones son relativamente más recientes que las anteriores e incluyen servicios diversos, por ejemplo, aplicaciones para mejorar la logística, esquemas de *crowdfunding*, trazabilidad, contratos inteligentes, seguros y cobertura de riesgos, entre muchos otros.

El desarrollo de estas aplicaciones se basa en el uso de tecnologías de base digital, e incorpora en múltiples ocasiones desarrollos ligados a IoT, ciencia de datos e inteligencia artificial. Estas transformaciones suponen una creciente digitalización de las actividades productivas para la producción de alimentos, asociada a una mayor automatización de los procesos de producción y autonomía de los equipos.

3. El ecosistema agtech en Argentina

3.1 Diseño del relevamiento de datos

En primer lugar, se elaboró un padrón de 50 empresas ligadas al desarrollo de tecnologías agtech 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, AACREA¹⁰ 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-.

¹⁰ CREA -o AACREA- es la sigla de la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola. Es una de las principales asociaciones civiles sin fines de lucro de productores agropecuarios de la Argentina, mayoritariamente de cultivos extensivos.

La encuesta fue completada por 36 firmas. 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 a principios del 2018 se realizaron las primeras pruebas a campo. El mayor porcentaje de encuestas fue completado entre los meses de mayo a julio de 2018.

En los resultados se hará referencia a dos tipos de firmas distintas: i) empresas que proveen SBC para procesos productivos a campo –llamadas en este trabajo “agtech en el campo”- y que incluyen los tres primeros segmentos de la Figura 1; ii) 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 –“agtech en la cadena”, asociados al cuarto segmento de la Figura 1.

3.2 Principales características de las empresas de agtech en Argentina

En términos generales, las firmas que desarrollan servicios basados en nuevas tecnologías ya sea para tareas a campo o bien para el resto de los eslabones de la cadena son recientes, tal como señala la Tabla 1. Las mismas son nacionales e independientes –es decir, que no pertenecen a otra empresa-, y fueron creadas por grupos de emprendedores relativamente jóvenes (entre los 30 y 45 años)¹¹.

El surgimiento de estas firmas esta típicamente vinculado a las capacidades tecnológicas y no tecnológicas de equipo fundador. De hecho, prácticamente en la totalidad de las empresas encuestadas los emprendedores contribuyeron en el desarrollo inicial de la tecnología necesaria para la operatividad del servicio, así como también en el financiamiento y/o a través de conocimientos tácitos sobre el segmento de la cadena sobre la cual se quiera establecer el negocio.

A su vez, en ambos grupos de firmas la captación de inversores externos fue un elemento central de financiamiento. En esta materia se destaca el rol cumplido por los programas de “incubación” y “aceleración” de emprendimientos. Dichos programas son desarrollados por organizaciones privadas que asisten al grupo emprendedor en el nacimiento y posterior desarrollo de la empresa. Esta asistencia es financiera –ya sea en aportes directos de capital y/o en la asistencia para la realización de rondas de inversión¹²- pero también abarca ámbitos de la organización de la empresa y del desarrollo de planes comerciales.

Dentro del segmento de empresas de “agtech en el campo” los clientes (o potenciales clientes) fueron aportantes de financiamiento en casos específicos, pero no en términos generales. Así, se identificaron casos puntuales dentro de este grupo de empresas donde productores agrícolas aportaron capital para el surgimiento y desarrollo de dichos emprendimientos. El financiamiento por parte del Estado fue relevante, aunque dispar entre grupos. Dentro del grupo de empresas

¹¹ Cabe destacar que existen empresas de dentro del segmento de “agtech en el campo” que son enteramente de capitales extranjeros. Estos casos abarcan a un número relativamente pequeño de las firmas de servicios, de reciente ingreso al mercado, 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.

¹² En promedio, el 24% de los encuestados respondió haber recibido también inversiones del extranjero.

de “agtech en el campo” el 50% de ellas pudo acceder a este tipo de financiamiento, mientras que tan solo el 33% del grupo de “agtech en la cadena” lo logró. El acceso a estos fondos fue posible una vez que las empresas ya pudieran mostrar una posición estable en el mercado, siendo destinados a financiar proyectos de innovación específicos.

La facturación promedio de estas empresas para el año 2017 fue de entre 300 y 500 mil dólares aproximadamente, siendo en valores medios más altos los ingresos para las empresas de “agtech en el campo” en relación al grupo de empresas de “agtech en la cadena”. De hecho, un porcentaje elevado de firmas de este último grupo para dicho año todavía no había registrado ingresos (aproximadamente un 30%). 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 es estable.

Sin embargo, a pesar de ser empresas de reciente formación y en pleno proceso de crecimiento, resulta destacable la pronta internacionalización de sus actividades, tal como se muestra en la Tabla 1. De hecho, el 58% de las empresas de “agtech en el campo” y el 50% de las de firmas de “agtech en la cadena” exportaron al menos una vez entre los años 2014 y 2017. Si bien los principales destinos de estos servicios se localizaron en la región, se destaca el caso de un puñado de empresas con clientes en Europa, Estados Unidos, India y Sudáfrica.

Tabla 1. Información básica de las empresas

Perfil de las empresas	% de firmas encuestadas	Año promedio de nacimiento	Promedio de trabajadores en 2017	Principales fuentes de financiamiento	Clientes objetivo	% de firmas exportadoras
agtech en el campo	72%	2010	8	Fondos propios, capital semilla, fondos privados, Estado	Productores agropecuarios	58%
agtech en la cadena	28%	2014	14		Compañías de seguro, proveedores de insumos, empresas de logística, empresas de alimentos y bebidas	50%

Estas empresas suelen estar compuestas por relativamente pocos trabajadores, aunque prácticamente todos con formación profesional y en muchos casos con maestrías o doctorados y/o trayectoria en investigación científica. A su vez, en ambos casos entre el 40 y 60% de los empleados se dedica a realizar tareas de innovación (tabla 2).

El perfil de los trabajadores de estas empresas tiene su correlato con las principales rutinas en innovación, destacándose las tareas internas para el desarrollo de conocimientos técnicos y/o científicos. A su vez, los campos de conocimiento ligados a la programación, la ciencia de datos y la inteligencia artificial suelen ser los prioritarios para desarrollar los servicios prestados. De hecho, varias de estas empresas no disponen de trabajadores con formación en áreas de la agronomía a pesar de estar brindando servicios para producciones de base biológica.

Tabla 2. Innovación y principales rutinas

Perfil de empresas	Logros en innovación	% de profesionales	% de empleados en tareas de innovación	Principales rutinas en innovación	Principales campos de conocimiento	Estrategias para proteger innovaciones
agtech en el campo	Nuevas para el mundo, nuevas para el país	83%	57%	Desarrollo de conocimiento técnico y/o científico; innovación colaborativa; cursos y congresos	Ciencia de la computación, ciencia de datos, agronomía	Lealtad de los clientes, primeros en el mercado
agtech en la cadena		87%	41%		Ciencia de la computación y de datos	Primeros en el mercado

Por otro lado, el grado de novedad de los servicios desarrollados por estas empresas es elevado. En todas las ocasiones las empresas acusaron haber desarrollado funcionalidades que son completamente nuevas para el mundo o bien, para el país.

A su vez, resulta destacable que apenas un puñado muy reducido de empresas recurrió a mecanismos de protección formal de sus innovaciones. Por el contrario, todas señalaron diversos mecanismos no formales de protección, destacándose la búsqueda de fidelizar a los clientes y de ser los primeros en llegar al mercado (tabla 2).

Al brindar servicios basados en tecnologías disruptivas –e.g. ciencia de datos, inteligencia artificial, etc.- resultó fundamental para estas empresas establecer vinculaciones externas (casi todas las encuestadas acusan al menos una vinculación de este tipo (ver tabla 3). Las vinculaciones con “otras empresas” al igual que con “agencias gubernamentales, laboratorios públicos y universidades” estuvieron mayormente orientadas al desarrollo conjunto de innovaciones. Por ejemplo, dentro del primer grupo, fueron frecuentes las vinculaciones con empresas “nativas digitales” (e.g. IBM, Google, etc.) con el objetivo de recibir apoyo tecnológico. A su vez, dentro del segundo segmento, también se destacaron iniciativas para la “validación a campo” de los servicios, por ejemplo, con el INTA.

De hecho, las vinculaciones con “clientes” estuvieron enteramente destinadas al propósito de validación y testeo. Al tratarse de servicios novedosos, estas empresas requieren interactuar con algunos de sus clientes para poder mejorar su propia calidad operativa. A su vez, estas vinculaciones también fueron centrales para identificar oportunidades de mercado y así desarrollar nuevas funcionalidades en los servicios prestados.

Tabla 3. Vinculaciones con fines tecnológicos y no tecnológicos

Perfil de empresas	Vínculos con clientes	Vínculos con otras empresas	Vínculos con agencias gubernamentales, laboratorios públicos y universidades.	Vinculaciones con cámaras de productores
--------------------	-----------------------	-----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------

	Al menos uno	Promedio ponderado del número total de vínculos	Al menos uno	Promedio ponderado del número total de vínculos	Al menos uno	Promedio ponderado del número total de vínculos	Al menos uno	Promedio ponderado del número total de vínculos
agtech en el campo	72%	4,4	88%	3,05	95%	2,1	67%	1,2
agtech en la cadena	33%	3,2	83%	3,45	67%	1	83%	1,3

En síntesis, el ecosistema agtech en Argentina está compuesto por un grupo emergente de firmas, de rápida internacionalización e intensivas en el desarrollo de actividades de innovación. El financiamiento requerido para el nacimiento y crecimiento de estos emprendimientos estuvo sustentado por fuentes no tradicionales –destacándose fondos propios, de inversores de riesgo y, en algunos casos, públicos y/o de clientes en el caso de “agtech en el campo”.

Se trata de firmas pequeñas que emplean personal de alto nivel de calificación, en algunos casos inclusive con experiencia en investigación académica, y que desarrollan rutinas internas dirigidas al desarrollo de nuevos conocimientos técnicos y/o científicos. A su vez, los campos de conocimiento más demandados estuvieron ligados más a la ciencia de la computación y de datos, que al campo agronómico. Esto sugiere un viraje en las competencias requeridas a la hora de desarrollar servicios para RRNN renovables. Por último, la cooperación con terceras partes también fue la regla por parte de este grupo de empresas. Estas actividades estuvieron dirigidas tanto a buscar apoyo para el desarrollo tecnológico como para la validación de los servicios prestados con los clientes.

4. El surgimiento y expansión de empresas de agtech: un estudio de caso

4.1 Diseño del caso

En esta sección presentamos un estudio de caso con el propósito de analizar los factores asociados al surgimiento y crecimiento de las empresas de agtech. Nuestro objetivo es mostrar mediante esta aproximación metodológica, "cómo" y "por qué" una de las empresas líderes del sector adoptó una determinada estrategia que le permitió desarrollar capacidades y tener éxito en el mercado local y extranjero.

Consideramos que, debido a la complejidad del escenario examinado, donde intervienen múltiples fuentes de causalidad y relaciones co-lineales entre variables, los estudios de caso resultan un enfoque adecuado (Rubin y Rubin, 2005). La empresa estudiada fue seleccionada luego de haber realizado la encuesta a todo el sector y de haber mantenido entrevistas con múltiples actores. A continuación, presentamos una descripción detallada de los esfuerzos y las rutinas desarrolladas por esta firma de forma tal de poder comprender su trayectoria tanto en aspectos tecnológicos como no tecnológicos.

4.2 Presentación del caso de Frontec

Frontec S.A. es una empresa que 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 agrícola optimizar la productividad de su campo y maximizar la rentabilidad de manera ambientalmente sostenible.

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. 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.

La empresa se constituyó en junio de 2014 y en la actualidad cuenta con más de 5 mil usuarios a nivel nacional que utilizan el servicio en un área equivalente al 10% de la superficie sembrada localmente¹³. Su creación fue resultado de una iniciativa pública-privada, liderada por INVAP S.E.¹⁴ y Los Grobo S.A. por el lado privado¹⁵. La idea que surgió en una charla de café entre Guillermo Salvatierra, actual CEO de Frontec y en ese entonces investigador de INVAP, y Gustavo Grobocopatel, presidente del grupo Los Grobo, estaba dirigida a poder brindar un servicio que redujera una asimetría de información propia del nuevo modelo de producción agrícola, llamado “agricultura por contrato”. En efecto, este nuevo modelo de negocios está asociado a una desvinculación de la empresa agrícola que gestiona el proceso productivo de la tenencia de ciertos activos críticos, entre ellos la tierra. De este modo, las empresas de producción agrícola arriendan campos de terceros, bajo diversas estructuras contractuales, para luego gestionar la explotación de los recursos. El problema asociado a este modo de organización productiva es que la parte que va a arrendar el campo no conoce con certeza y de forma anticipada el histórico potencial productivo del campo, tanto en términos de rendimientos agrícolas como también en relación a la ocurrencia de siniestros derivados de fenómenos meteorológicos o biológicos –principalmente, inundaciones y afectación por plagas- (este problema se exagera para las empresas que quieran operar en regiones nuevas para ellas).

La solución ideada por estos dos emprendedores fue la de utilizar imágenes satelitales y datos meteorológicos globales para poder reconstruir el pasado de cualquier lote ubicado en la Tierra. A partir de esta reconstrucción, las partes podrían disponer de toda la información necesaria acerca del potencial productivo de un campo y de este modo poder fijar un precio de contrato más transparente.

Los primeros años de la empresa estuvieron enfocados al desarrollo de algoritmos y modelos de simulación que, a partir de herramientas de ciencia de datos y de inteligencia artificial, pudieran

¹³ Tal como se menciona más adelante, la empresa firmó un contrato con una empresa de seguros líder en el país, la cual ofrece a sus clientes la posibilidad de utilizar de forma gratuita la plataforma de Frontec. El número recién mencionado de extensión cubierta surge principalmente a partir de consultas que realizaron clientes de esta empresa de seguros, por lo cual es posible que varios usuarios hayan hecho consultas en el sitio sin luego haber utilizado el servicio brindado a la hora de planear su estrategia productiva.

¹⁴ INVAP S.E., cuyo acrónimo significa Investigaciones Aplicadas Sociedad del Estado, es una empresa pública dedicada a la fabricación de reactores nucleares, radares metodológicos y satélites especiales, entre otros bienes de alta tecnología.

¹⁵ En el año 2017 el grupo Los Grobo se despidió de las acciones de Frontec, pasando a ser está enteramente propiedad de INVAP.

procesar inmensas bases de datos. En otras palabras, la idea era sustituir el trabajo de “horas hombre” en la lectura e interpretación de las imágenes satelitales y de los datos meteorológicos, a partir de la sistematización computacional de conocimientos propios de las ciencias agrarias y atmosféricas.

Estos desarrollos se complementaron con la configuración de un esquema de gestión y comercialización de la 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. Esta combinación de innovaciones tecnológicas, organizacionales y de métodos de comercialización le posibilitaron a Frontec plantearse desde el inicio como una plataforma de servicios intensivos en conocimiento 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.

Sin embargo, lo distintivo de Frontec a la hora de comenzar a comercializar sus servicios estuvo enfocado en haber logrado una plataforma única para el desarrollo de un índice verde¹⁶ histórico a partir del análisis de imágenes satelitales y de datos atmosféricos pasados. Esto demandó el desarrollo de algoritmos que pudieran calibrar y corregir las imágenes históricas captadas por los satélites en base a diversas distorsiones generadas por factores atmosféricos y espaciales.

Para la superación de este desafío Frontec se vinculó a la Comisión Nacional de Actividad Espacial (CONAE) para recibir asistencia en la medición y calibración de las imágenes satelitales históricas. Estas labores¹⁷ permitieron alcanzar una elevada calidad en la calibración de las imágenes satelitales, de forma tal de poder comercializar el índice verde histórico de cualquier lote en la Tierra.

Por otro lado, Frontec a partir de las vinculaciones con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y con el Centro de Investigaciones del Mar y la Atmosfera (CIMA), instituto asociado al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), pudo adquirir, a partir del financiamiento público, una “super-computadora” –valuada en más de 4 millones de dólares- para el procesamiento de bases de datos meteorológicos. Esta inversión ayudó a mejorar sustancialmente los modelos de simulación y la interpretación de los datos meteorológicos, aunque todavía la Argentina, al igual que la mayoría de los países en desarrollo, está muy

¹⁶ El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), también llamado Índice Verde, surge a partir de la información captada por las imágenes satelitales, y corresponde a la fracción de la radiación solar absorbida por las plantas. Este índice permite conocer algunas características de la vegetación –e.g. la biomasa, el índice de área foliar (IAF) o la productividad- y, en consecuencia, el rendimiento de los cultivos. A su vez, en la ganadería permite conocer la oferta forrajera de modo tal de poder calcular la carga de ganado óptimo.

¹⁷ Dentro de las principales labores desarrolladas a partir de la vinculación entre Frontec y la CONAE se destaca la medición de variables atmosféricas particulares en ubicaciones geográficas específicas coincidentes con el momento puntual en el cual el satélite pasa por ese punto de la Tierra.

retrasada frente a las capacidades de procesamiento disponibles en las naciones avanzadas, algo que limita las potencialidades de este tipo de emprendimientos.

Con el tiempo el análisis histórico de lotes productivos fue complementado con el servicio ligado a la identificación de los micro-ambientes presentes en dichos lotes y con la oferta de soluciones productivas a partir del desarrollo de prescripciones dirigidas a identificar las estrategias óptimas para el desarrollo de una agricultura sitio-específica. Para la provisión de estos servicios la empresa trabaja permanentemente en la mejora de los algoritmos a partir de simulaciones logradas a mediante diversas herramientas de inteligencia artificial¹⁸.

En paralelo, se llevan adelante “validaciones a campo” de la micro-ambientación y de las prescripciones generadas para detectar fallas e imperfecciones en los algoritmos. Un elemento central en este sentido es el establecimiento de vínculos específicos con ciertos clientes. En esta materia fue fundamental contar con la participación del grupo Los Grobo S.A. desde la misma gestación del emprendimiento, ya que permitió una constante retroalimentación de los resultados agronómicos obtenidos a partir del servicio brindado por Frontec.

En esta misma dirección se enmarca la vinculación que tiene Frontec con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Esta relación, que ya tiene más de 3 años de vigencia, le permitió a la empresa continuar con sus ejercicios permanentes de validación de los servicios brindados al tiempo que también le permitió tomar provecho del conocimiento que el INTA dispone de los rasgos y características idiosincráticas de los productores agrícolas nacionales.

La tabla 4 sintetiza los principales logros tecnológicos y no tecnológicos de la empresa, distinguiendo los de carácter “*front office*” –es decir, innovaciones en formas de comercialización o de entrega de los servicios prestados- y aquellos “internos” –es decir, los asociados al desarrollo de las tecnologías y las mejoras en la organización de la empresa.

Tabla 4. Principales logros en innovaciones tecnológicas y no tecnológicas

	"Front office"	"Internos"
Innovaciones tecnológicas	Mapa de Plani-Altimetría	Algoritmos para el procesamiento de imágenes
	Mapa de Productividad	Algoritmos para el procesamiento datos meteorológicos
	Mapa de Unidades Cartográficas	Cobertura del servicio en múltiples cultivos
	Mapa de Manejo Productivo (prescripciones micro-ambientadas en siembra, fertilización y riego)	
	Mapa de Rendimientos históricos	
Innovaciones no tecnológicas	Desarrollo de aplicación para brindar el servicio a través de dispositivos móviles	
	Nuevos métodos para comercializar el servicio (e.g. a través de otra empresa proveedora de insumos para agricultores)	

¹⁸ Por ejemplo, una de las rutinas en innovación destacada por el CEO de Frontec es la realización de estudios *expost* sobre los resultados obtenidos en todos los lotes sobre los cuales se realizan prescripciones de siembra o fertilización. De este modo, a partir de la contrastación entre la estrategia productiva sugerida por la plataforma –dentro de la cual se pronostica un rinde esperado- con los resultados agrícolas finalmente obtenidos –que surgen a partir de los datos captados por sensores de la maquina cosechadora-, se realiza un estudio sobre los espacios en los cuales los pronósticos fallaron. Esto permite identificar los principales factores que influyeron en esta falla, los cuales pudieron haber estado asociados a errores cometidos por operarios en el campo (por ejemplo, si se sembró en algún lugar del campo a una velocidad mayor de la prescrita) o bien por problemas en los algoritmos de la empresa.

La expansión de la empresa también se dio en el ámbito geográfico, ya que al presente cuenta con clientes en diversos países. Un hito fundamental en este sentido fue el ingreso al mercado de la India, para el cual resultó estratégica la vinculación con su primer cliente en ese país, lo cual permitió expandir las posibilidades de “validación a campo” del servicio brindado teniendo en cuenta una región y cultivos distintos a los que solía trabajar con los clientes de América Latina. Este vínculo resultó tan prospero que para el año 2016 el 50% de los ingresos obtenidos provenían de ese país.

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-, lo singular radica en la demanda de habilidades y en los cambios en los conocimientos requeridos del 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 los vínculos establecidos con el grupo Los Grobo y con el INTA. Asimismo, Frontec mantiene relaciones muy cercanas con investigadores de otras organizaciones, en particular de INVAP y del SMN. A su vez, la lectura de *papers* académicos, la participación en congresos y la consulta en plataformas *open source* para el desarrollo de soluciones técnicas resultan también prácticas habituales al interior de la empresa.

Por último, en relación a los obstáculos identificados para la expansión de la empresa, al comienzo el principal fue la mala experiencia previa que varios *early adopters* habían tenido con servicios similares, pero de inferior calidad. Esta situación se revirtió en 2016/2017 cuando una de las principales empresas de seguros para el sector comenzó a ofrecer de forma gratuita a todos sus clientes la posibilidad de utilizar los servicios de Frontec, lo cual significó un salto sustancial en la superficie implantada atendida por la empresa.

Un segundo obstáculo está asociado a la dificultad para acceder a grandes inversiones de capitales de riesgo. En esta materia se destaca una diferencia sustancial con las posibilidades que tienen firmas competidoras de Frontec radicadas en otros países –como Estados Unidos, Europa, Israel, e inclusive Brasil-. Si bien la empresa pudo sortear esta dificultad y financiar su crecimiento a través de inversiones privadas –en particular inversores ángel- y del aporte realizado por su principal cliente en el inicio –el grupo Los Grobo-, la posibilidad de disponer de fondos de capitales de riesgo podría acelerar su expansión, en particular en relación al mejoramiento de las capacidades tecnológicas y al ingreso en mercados extranjeros.

Por otro lado, el CEO de la empresa destaca que una de las “facilidades” que encontró en el ámbito local fue la alta calificación de los graduados y la creatividad de estos para hallar soluciones técnicas a diversos problemas presentados. A su vez, la posibilidad de contar con la asistencia de investigadores de larga trayectoria en INVAP, el SMN y el CIMA también fue un elemento central que posibilitó el crecimiento de Frontec. En el mismo sentido operan el hecho de haber establecido vinculaciones con una empresa líder en la producción agrícola, como lo es el grupo Los Grobo, así como también con el organismo público de mayor alcance a nivel nacional en materia de ensayos y experimentación agrícola, el INTA. Ambas organizaciones

aportaron conocimientos específicos muy relevantes para que Frontec pudiera dar un servicio competitivo a nivel mundial.

4.3 Principales resultados del estudio de caso

A partir de este caso de estudio es posible identificar una serie de activos críticos, vinculados al desarrollo de capacidades propias que, sumados a ciertos rasgos del contexto local, fueron centrales para explicar el proceso de creación y posterior crecimiento experimentado por esta empresa.

En primer lugar, se destacan las capacidades tecnológicas internas a la firma necesarias para desarrollar la plataforma digital a partir de las cuales se brindan los servicios. Estos últimos están orientados a resolver problemas que habían sido identificados en el contexto de las producciones agrícolas locales, pero que sin embargo también son de aplicación a producciones de otros países y regiones. Esta situación llevó a Frontec a pensar, desde el inicio de sus actividades, en estrategias de expansión de alcance global.

En segundo lugar, la demanda local operó como un espacio central para el aprendizaje y el perfeccionamiento de la calidad de los servicios prestados, los cuales tienen la característica de ser fácilmente escalables. En este sentido la vinculación con los primeros clientes fue de crucial relevancia y permitió obtener información valiosa para el posterior desarrollo del emprendimiento. En el mismo sentido operó la búsqueda de contactos con clientes o socios fronteras afuera, en busca de adaptar los servicios a las demandas específicas de diversos mercados.

En tercer lugar, la elección de un soporte digital para la prestación de los servicios fue central para facilitar el proceso de internacionalización. Por ejemplo, Frontec, al adoptar un modelo de negocio enteramente SaaS, pudo pasar a comercializar sus servicios en diversas regiones sin mayores dificultades.

Cuarto, otro aspecto central a la hora de desarrollar las capacidades necesarias fue la vinculación con otras empresas u organismos locales. La base científica que sustenta la prestación de los servicios de ambos emprendimientos es permanentemente alimentada vía las relaciones establecidas con organismos públicos de ciencia y tecnología. Por ejemplo, las vinculaciones con CONAE, el SMN o el CIMA del CONICET fueron y son estratégicas para el desarrollo de nuevas tecnologías. Estas vinculaciones permitieron tanto la concreción de inversiones en conjunto – como la adquisición de una computadora especial para el desarrollo de modelos de simulación y el procesamiento de datos climatológicos-, como también el perfeccionamiento de los algoritmos empleados para prestar los servicios respectivos. Por otro lado, esta empresa también fue dinámica a la hora de establecer vinculaciones con otras firmas u organismos a la hora de buscar soluciones no tecnológicas. En esta dirección se enmarcan las relaciones establecidas con el Grupo Los Grobo, las que le posibilitaron a la empresa no solo validar los desarrollos, sino que también identificar conocimientos tácitos del sector agrícola, relevantes para la comercialización del servicio.

Quinto, la lectura de *papers* académicos, la asistencia a congresos y la participación en plataformas digitales dedicadas al desarrollo colaborativo de innovaciones fueron fuentes externas de información frecuentemente empleadas para resolver dificultades técnicas o para pensar el desarrollo de innovaciones. En sexto lugar, otro activo crítico que dispuso esta empresa para crecer fue el acceso a financiamiento. El mismo provino de fuentes externas a la empresa, siendo algo esperable tratándose de firmas nacientes, incluyendo clientes, inversores

independientes y fondos de capital de riesgo. Un rasgo particular identificado como factor relevante por el CEO para poder acceder a estas fuentes de financiamiento estuvo ligado a las vinculaciones personales e institucionales preexistentes a la conformación de la empresa.

El último activo crítico que estuvo a disposición de esta firma a la hora de generar las capacidades necesarias para crecer está ligado a la posibilidad de contratar recursos humanos con las calificaciones necesarias. A su vez, en el caso estudiado, los vínculos previos de los emprendedores y del personal contratado con universidades u organismos públicos de investigación eran muy estrechos. Esto ilustra el rol clave de los sistemas de innovación también en el plano de la formación de capital humano en disciplinas científico-tecnológicas.

5. Conclusiones

En este trabajo hemos documentado brevemente las profundas transformaciones en curso en los procesos de producción de bienes de base biológica, asociadas a un proceso creciente de digitalización y servificación de dichas producciones. En efecto, a partir de avances ocurridos principalmente en las áreas de la ciencia de la computación –incluyendo las herramientas de inteligencia artificial-, la ciencia de datos y las tecnologías ligadas a IoT- se ha abierto la posibilidad de cambios significativos en al menos cuatro ámbitos claves: i) una gestión productiva orientada a identificar y aprovechar las heterogeneidades ambientales y biológicas de forma tal de adaptar el proceso de producción en función de dichas variaciones ; ii) el monitoreo preciso y en tiempo real de la evolución de las producciones agropecuarias, las cuales se ven sometidas a variables climáticas, biológicas y sanitarias; iii) la mayor productividad de las labores operativas llevadas a cabo en los establecimientos, principalmente a partir del uso de tecnologías que permiten establecer controles sobre el trabajo realizado o bien que automatizan dichas tareas, y; iv) un abanico grande de nuevos servicios para múltiples eslabones de la cadena orientados a volver más eficientes los procesos productivos, de gestión y comercialización.

Estos cambios tecnológicos, además de posibilitar mejoras en los rendimientos agropecuarios y reducir los impactos ambientales de las producciones respectivas, abren la oportunidad de generar mayores encadenamientos productivos hacia otros sectores, en particular con empresas de servicios intensivas en conocimiento y proveedoras de TICs, tal como se ejemplifica en el caso aquí analizado. Otro aspecto importante de estas transformaciones es que no solo logran ahorrar -o aumentar la productividad- del trabajo poco calificado, sino que también en algunos casos comienzan a sustituir trabajo potencialmente realizado por empleados calificados, como por ejemplo algunas tareas propias de ingenieros agrónomos. En efecto, a partir del desarrollo de plataformas digitales, orientadas a sugerir esquemas de producción a partir del análisis de una gran multiplicidad de datos, algunas tareas complejas también son factibles de ser brindadas de manera automatizada.

Los resultados derivados de la encuesta muestran que las firmas que proveen estos servicios se caracterizan por ser de reciente gestación, innovadoras y de rápida internacionalización. A su vez, son demandantes de trabajadores altamente calificados, siendo frecuente la presencia de posgraduados y de personal con antecedentes académicos.

Las principales rutinas en innovación se basan en tareas internas orientadas al desarrollo de nuevos conocimientos técnicos y/o científicos. La vinculación con otros actores de la cadena es frecuente, ya sea con clientes, otras empresas, institutos de investigación científica y/o

laboratorios públicos. Estos vínculos están orientados tanto al desarrollo de nuevas tecnologías, así como también para la validación a campo de los mismos.

El caso de Frontec permite ejemplificar y analizar con mayor profundidad varios de los aspectos que surgen de la encuesta. A su vez, permite analizar una serie de factores críticos que sustentan el nacimiento y posterior crecimiento de esta empresa. En síntesis, el surgimiento y expansión de Frontec se basa en una combinación de elementos propios del contexto local –existencia de una demanda dispuesta a adoptar innovaciones, disponibilidad de capital humano calificado-, el desarrollo de capacidades internas, la adopción de una visión de mercado global desde la propia concepción del negocio y la trama de vínculos tanto con organizaciones del sistema científico-tecnológico como con financiadores y clientes.

La agenda de políticas públicas en esta área sugiere la necesidad de explorar más acerca de los factores que pueden ayudar a un mayor desarrollo de este tipo de emprendimientos y a promover los procesos de adopción de estos servicios. En particular, el estímulo a estos procesos podría contribuir a un *upgrading* en las respectivas CGV basadas en RRNN, ya sea en materia de diversificación productiva y exportadora, como en el plano de la mejora en la eficiencia y la reducción de impactos ambientales de las producciones de bienes de origen biológico.

Bibliografía

- AgFunder (2019). *AgriFood Tech Investing Report: 18' year in review*. Disponible en <https://agfunder.com/research/agrifood-tech-investing-report-2018/>
- Auty, R. M. 2001. *Resource abundance and economic development*, Oxford University Press.
- Anllo, G., Bisang, R., y J. Katz. 2015. *Aprendiendo con el agro argentino: De la ventaja comparativa a la ventaja competitiva: El rol de las KIBs*, *Discussion Paper IDB-DP-379*. Washington, DC: InterAmerican Development Bank.
- 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 Stubrin, L. (2011). "Las empresas de biotecnología en Argentina", Colección Documento de Proyectos, Oficina de la CEPAL en Buenos Aires.
- 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. (2003). "Apertura económica, innovación y estructura productiva: La aplicación de la biotecnología en la producción agrícola pampeana argentina", en *Desarrollo Económico*, 43(171).
- Borlaug, N.E. (2004), "Prospects for world agriculture in the twenty-first century" en *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.
- Crespi, G., Katz, J. & Olivari, J. (2017). "Innovation, natural resource-based activities and growth in emerging economies: the formation and role of knowledge intensive service firms", *Innovation and Development*, DOI: 10.1080/2157930X.2017.1377387
- Dahl Andersen, A., Marín, A., y Simensen, E. (2018). "Innovation in natural resource-based industries: a pathway to development?", *Innovation and Development*, 8(1), pp. 1-27, DOI: 10.1080/2157930X.2018.1439293
- Dahl Andersen, A. (2012). "Towards a new approach to natural resources and development: the role of learning, innovation and linkage dynamics". *Int. J. Technological Learning, Innovation and Development*, vol. 5(3) <http://dx.doi.org/10.1504/IJTLID.2012.047681>
- FAO (2013). *ICT uses for inclusive agricultural value chains*, en *FAO Publications*, Rome 2013.

- Gutman, G. E., & Lavarello, P. (2012). Building capabilities to catch up with the biotechnological paradigm. Evidence from Argentina, Brazil and Chile agro-food systems. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, 9(4), 392. doi:10.1504/ijlic.2012.049616
- Kamilaris, A., Kartakoullis, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23–37.
- Kaplan, D., (2012). South African mining equipment and specialist services: technological Capacity, export performance and policy. *Resour. Policy* 37, 425–433. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2012.06.001>.
- Katz, J., & Pietrobelli, C. (2018). Natural resource based growth, global value chains and domestic capabilities in the mining industry. *Resources Policy*. doi:10.1016/j.resourpol.2018.02.001
- Kaplinsky R. and Morris M., 2016, “Thinning and Thickening: Productive Sector Policies in The Era of Global Value Chains”, *The European Journal of Development Research*, September Vol.28 (4), pp.625-45. <http://dx.doi.org/10.1057/ejdr.2015.29>
- Lachman, J. and López, A. (2019), "Innovation obstacles in an emerging high tech sector", *Management Research: Journal of the Iberoamerican Academy of Management*. <https://doi.org/10.1108/MRJIAM-11-2018-0883>
- Lachman, J. y López, A. (2018a). Innovación, habilidades y nuevas áreas de conocimiento en sectores tecnológicos emergentes: el caso de la Agricultura y Ganadería de Precisión, *Pymes, Innovación y Desarrollo*, 6(3), pp. 60-85.
- Lachman, J. y López, A. (2018b). 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.
- Martínez-Fernández, C. (2010), “Knowledge-Intensive Service Activities in the Success of the Australian Mining Industry”, *The Services Industries Journal*, 30(1), pp 55-70.
- Morris M., Kaplinsky R. and Kaplan D., 2012, “One Thing Leads to Another” – Commodities, Linkages and Industrial Development: A Conceptual Overview“, MMCP Discussion Paper No. 12 (Revised) October.
- Pavitt, K. (1984), “Sectoral patterns of innovation, Towards a taxonomy and a theory”, *Research Policy*, 13, 343–373.
- Pietrobelli C., Marin A., Olivari J., 2018, “Innovation in mining value chains: New evidence from Latin America”, *Resources Policy*, <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.05.010>
- Pietrobelli, C., 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. Disponible en: <http://www.iabd.org/sds/msm>
- Quinn, J. (2013). Computational Techniques for Crop Disease Monitoring in the Developing World. In Tucker, A., Höppner, F., Siebes, A., and Swift, S. (Eds.), *Advances in Intelligent Data Analysis XII*. IDA 2013. Lecture Notes in Computer Science, 8207.
- 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.
- Rubin, H., and I. Rubin. 2005. *Qualitative Interviewing. The Art of Hearing Data*. 2nd ed. Sage Publications.
- Sachs, J.D. and Warner, A.M. (2001) ‘Natural resources and economic development – the curse of natural resources’, *European Economic Review*, 45(4–6), pp.827–838.
- Singer, H.W. (1950). “The distribution of gains between investing and borrowing countries”, *The American Economic Review*, 40(2), pp.377–382.
- Stubrin L., 2018, “Innovation, learning and competence building in the mining industry. The case of knowledge intensive mining suppliers (KIMS) in Chile”, *Resources Policy*, forthcoming.
- Urzua, O. (2013). The emergence and development of knowledge intensive mining service suppliers in the late 20th century. Sussex University. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4802.0328>
- Ville, S., & Wicken, O. (2012). The dynamics of resource-based economic development: evidence from Australia and Norway. *Industrial and Corporate Change*, 22(5), 1341–1371. doi:10.1093/icc/dts040