

Gestión de la innovación en ecosistemas orientados a la servitización digital en el sector de la maquinaria agrícola de Argentina

Autores: Rodríguez, María Alejandra; Lepratte, Leandro*; Blanc, Rafael; Hegglin, Daniel; Ruhl, Leandro

Contacto: *llepratte@gmail.com

País: Argentina

Resumen

Existe una tendencia en las manufactureras a configurar estrategias de servitización digital. Para lograr esto las firmas organizan modalidades de gestión de la innovación que les permiten co-producir sistemas de productos-servicios conformando ecosistemas de servitización digital.

El sector de maquinaria agrícola de Argentina evidencia esta tendencia. Aquí juegan un rol clave las interacciones de las firmas de maquinaria con los usuarios, las Agtech e instituciones orientadas a la transformación digital en el agro.

El trabajo analiza las modalidades de gestión de la innovación que las firmas de maquinaria agrícola desarrollan en los ecosistemas de servitización digital.

En los resultados, se mapean ambos ecosistemas, se analiza la estructura de gobernanza y se estilizan y comparan los modelos de gestión de la innovación a nivel firmas y ecosistema. Los principales hallazgos, en forma preliminar, son tres: (1) existen novedosas modalidades de co-construcción de conocimientos y co-producción de sistemas producto- servicio a nivel de ecosistemas. (2) Las relaciones de co-producción de estos sistemas basados en tecnologías digitales se tornan relevantes para la creación de valor. (3) Las empresas de maquinaria agrícola crean y/o adaptan sus áreas de gestión de la innovación incorporando I+D con orientación a la robótica e Inteligencia Artificial, en co-producción con proveedores Agtech. Finalmente, se plantean desafíos para los gestores tecnológicos.

1. Introducción

Existe una tendencia en las manufactureras a configurar estrategias de servitización digital. A la servitización digital se la entiende como un proceso de transición hacia soluciones inteligentes o sistemas de producto-servicios-software, que permiten crear y capturar valor a través del monitoreo, control, optimización y funcionamiento autónomo (Kohtamäki et al., 2019, 2020). En esta transición, se transforman procesos, capacidades y rutinas en las industrias en búsqueda de mayor valor agregado en servicios que surgen de la aplicación de tecnologías digitales habilitadoras (Kohtamäki et al., 2019; Sjödin et al., 2020), generándose procesos de innovación tecnológicas y no tecnológicas. Para lograr esto las firmas desarrollan novedosas modalidades de gestión de la innovación tecnológicas y no tecnológicas que les permiten co-producir sistemas de productos-servicios-software, con proveedores y clientes, conformando ecosistemas de servitización digital (Gebauer et al., 2021; Kohtamäki et al., 2020; Lepratte y Yoguel, 2023; Vendrell-Herrero et al., 2017).

Nuestro trabajo, tiene por objetivo analizar las modalidades de gestión tecnológica y de la innovación que las firmas de maquinaria agrícola desarrollan en los ecosistemas de servitización digital. Para esto se estudiaron 2 casos en profundidad de ecosistemas orientados a servitización digital en el sector maquinaria agrícola de Argentina. Se selecciona este sector por ser uno de los más avanzado en el país en procesos

de servitización junto a firmas del tipo Agtech y que a su vez ha sido poco explorado en su análisis en términos de ecosistemas orientados a servitización digital.

El trabajo se organiza de la siguiente manera, luego de la introducción se presenta la Sección 2 con el marco teórico y la Sección 3 con la metodología. En la sección 4, se mapean e identifican los principales procesos de co-producción y co-construcción en ambos ecosistemas; en la sección 5 discute acerca de los modelos de gestión tecnológica y de la innovación emergentes. Finalmente se plantean las principales conclusiones junto a los desafíos para los gestores tecnológicos y de la innovación.

2. Marco teórico

La servitización digital (Kohtamäki et al., 2019) es un proceso de transición de sectores centrados en manufacturas hacia soluciones inteligentes o sistemas que combinan productos, servicios y software-plataformas digitales. Estas soluciones permiten generar y aprovechar valor mediante el monitoreo, control, optimización y funcionamiento autónomo (Kohtamäki et al., 2019, 2020) de productos manufacturados. Durante esta transición, las industrias llevan adelante transformaciones digitales para ofrecer servicios de mayor valor (Kohtamäki et al., 2020; Sjödin et al., 2020). Esto implica procesos de innovación tanto tecnológica como no tecnológica (Gebauer et al., 2021; Vendrell-Herrero et al., 2017). Esta transición es compleja y de carácter sociotécnica (Rabetino et al., 2017) y requiere el desarrollo de nuevos modelos de gestión tecnológica y de la innovación adecuados a los enfoques negocio a escala de ecosistemas orientados hacia la servitización digital (Lerch y Gotsch, 2015; Rodríguez et al., 2021; Sjödin et al., 2019). De este modo, las dinámicas de cambio tecnológico y de innovación que emergen de ecosistemas de manufactureras, proveedores de servicios intensivos en conocimientos y de tecnologías que introducen tecnologías digitales y procesos de plataformización orientados hacia la servitización digital, transforman los enfoques tradicionales de la gestión tecnológica y de la innovación (Cenamor et al., 2019; Gawer, 2014; Kapoor et al., 2021; Tian et al., 2021; Wei et al., 2019)

La gestión tecnológica y de la innovación en ecosistemas orientados hacia servitización digital deben hacer frente, en consonancia con los nuevos modelos de negocios y de creación y captura de valor en ecosistemas, a dos procesos emergentes: i) las prácticas organizacionales de co-construcción de conocimientos aplicadas a la transformación digital y la plataformización y ii) las de co-producción de soluciones tecnológicas (sistemas productos-servicios-software) innovadoras basadas en interacciones entre humanos y artefactos digitales, en especial la inteligencia artificial y la robotización.

Sobre i) Huikkola et al. (2020) sostienen que, mediante una interacción más cercana con los clientes y proveedoras las firmas de manufacturas generan nuevas capacidades tecnológicas (capacidades de digitalización) hasta capacidades relacionales basadas en la integración de sistemas producto-servicios-software. Estas capacidades relacionales emergen de rutinas organizacionales destinadas a la coordinación con proveedores y clientes/usuarios para facilitar el aprendizaje. La compleja relación entre las capacidades relacionales y las estrategias de servitización digital generan innovadores activos digitales a partir, inicialmente de la co-construcción de conocimiento (Coreynen et al., 2020; Kamalaldin et al., 2021; Sjödin et al., 2020). En consecuencia, las estrategias tecnológicas de transformación digital implican no solo la incorporación de tecnologías digitales, que permiten la optimización de los procesos internos, sino también la expansión las posibilidades de captura de valor a nivel de plataformas (basadas en redes socio-técnicas y plataformas digitales compartidas). La co-construcción del conocimiento, las sinergias de las redes socio-técnicas (plataformización) y los niveles de aprendizaje (en un entorno de conocimiento distribuido)

muestran el grado de virtuosismo que pueden tener las estrategias de gestión tecnológicas de la transformación digital de las empresas y los ecosistemas (Callon, 2001).

En cuanto a ii) las actividades de innovación en contextos de servitización digital se llevan a cabo en procesos de co-producción de soluciones tecnológicas basadas en tecnologías digitales, tales como la inteligencia artificial y la robotización (Lepratte y Yoguel, 2023) Las características relacionales de las plataformas y otros artefactos digitales orientadas a la servitización digital dinamizan en ensambles sociotécnicos (Glaser et al., 2021) con estrategias de innovación donde pueden surgir nuevos sistemas de productos-servicios-software o servicios digitales. Como tal, la co-producción también puede impulsar la aparición de nuevas redes/plataformas y ecosistemas empresariales digitales guiados por lógicas de servitización (Rodríguez et al., 2021).

3. Metodología

La metodología utilizada en el estudio se basa en el análisis en profundidad de casos. Se estudian dos ecosistemas de la maquinaria agrícola a fin de analizar las modalidades de gestión de la innovación que desarrollan. Los casos fueron seleccionados de manera deliberada (Siggelkow, 2007), tomando como condición que las empresas de maquinaria agrícola estén transitando procesos de servitización o transformación digital y que sean de origen nacional. Se recurrió a un informante calificado del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) para conocer las tendencias del sector en este sentido. Se realizaron en total 6 entrevistas individuales semiestructuradas de 45 minutos cada una con CEOs, gerentes de producción, marketing o actores vinculados con actividades de innovación en 4 firmas analizadas. El procesamiento de las entrevistas grabadas por Zoom permitió el desarrollo de un proceso de teorización conforme a la literatura especializada y propuestas de dimensiones y categorías propias del estudio.

4. Resultados: Análisis de los casos

En esta sección se estilizan los dos casos de ecosistemas de maquinaria agrícola denominados Ecoma₁ y Ecoma₂. Se denomina a las empresas de maquinaria agrícola con el código MAQ, a las empresas Agtechs con AGT y a consultora IT con el código BIT.

4.1. Ecosistema de maquinaria 1 - Ecoma₁

MAQ₁ es una empresa nacional dedicada a la producción de maquinaria agrícola, implementos y servicios relacionados al agro, fundada en 1975. Tiene una destacada trayectoria tecnológica en el sector siendo pionera en América Latina en la producción de equipos autopropulsados con pilotos automáticos. La evolución de sus productos ha ido acompañando los avances tecnológicos que se dieron en el sector hasta la actualidad, tanto en el mecanizado¹ como en tecnologías de agricultura de precisión². Esto la ha llevado a ser la empresa líder en Argentina en rubro pulverizadoras y a tener presencia en mercados como Australia, Sudáfrica, países Europa del este y México. En 2019 fue adquirida por una reconocida multinacional de maquinaria agrícola.

1. Ha logrado desarrollos tecnológicos en vinculación con investigadores de INTA, por los cuales ha presentado 16 de solicitudes de patentes de invención, siendo la más reciente presentada en 2018 presentada junto con el INTA.

2. En la última década fue integrando de manera permanente equipamiento electrónico, con sensores y softwares específicos y dispositivos controladores y/o actuadores para aplicación de dosis variable en siembra y cortes por sección en pulverización; monitores de siembra y pulverización, para control de caída de semillas, dosificación, generación de mapas de siembra y pulverización, y monitoreo general de labores en siembra y pulverización.

En los últimos cinco años, MAQ1 impulsó cambios en sus estrategias de negocios orientándose a la “provisión de soluciones integradas y servicios avanzados” para sus clientes. Esto se debió principalmente a la irrupción de las dinámicas de mercado global en torno a la agricultura digital y las transiciones sociotécnicas hacia formas de producción basadas en tecnologías digitales, sumada a la presión competitiva que ejercen las marcas líderes en maquinaria agrícola y junto al dinamismo permanente del régimen tecnológico de la siembra directa que exige el cumplimiento de leyes y normativas relacionadas al uso de fitosanitarios e impulsa iniciativas para las buenas prácticas agrícolas.

Estos cambios implicaron un camino de cambios de rutinas y desarrollo de capacidades para impulsar procesos de co-construcción de conocimientos y co-producción de soluciones tecnológicas con socios estratégicos. Estos procesos dinámicos de carácter sistémicos entre actores (firmas e instituciones) y tecnologías, principalmente digitales, dan lugar a la emergencia de ecosistemas orientados a la servitización digital. En este caso el Ecomaq1.

La configuración del Ecomaq1 (Figura 1), se establece con tres actores principales: MAQ1 que aporta el sistema de rutina de producción de maquinaria, sus capacidades tecno-productivas y de conocimientos agronómicos y del mercado, y su potencial crecimiento al ser absorbida por una multinacional (JD). AGT1 es una empresa Agtech nacional fundada en 2012, que provee a MAQ1 de un sistema de monitoreo y control en tiempo real de la maquinaria agrícola, basada en una solución IoT que captura datos en tiempo real³, los transforma en conocimiento a partir de modelos matemáticos y los pone a disposición del operador a través de una plataforma digital adaptada exclusivamente para clientes⁴ de MAQ1. Por otro lado, BIT1 una empresa nacional formada en 2019, especialista en diseño de negocios digitales provee a MAQ1 la plataforma digital y app móvil para asistencia técnica y comunicación con clientes.

La solución tecnológica del Ecomaq1 no es definitiva e implica la co-producción permanente entre los equipos de trabajo (I+D, desarrollo de productos) de los actores, incluidos los clientes y concesionarios. A nivel tecnológico MAQ1 y AGT1 trabajan en la actualización y desarrollo de nuevas funcionalidades de la solución que pueden surgir de la retroalimentación de información y conocimiento con clientes. También en la replicación de la solución tecnológica en las restantes líneas de productos de MAQ1 y en la integración a la plataforma global de JD. Esto último implica nuevos aprendizajes e interacciones con áreas de I+D, comercialización, entre otras de JD. MAQ1 y BIT1 trabajan en la actualización de la plataforma digital de clientes y en el desarrollo de una plataforma para ofrecer más servicios a los clientes a través de su red de concesionarios. Además, los equipos de trabajo de AGT1 y BIT1 co-construyen conocimientos, bajo la coordinación de MAQ1, dado que hay retroalimentación entre el sistema de monitoreo de AGT1 y el sistema de asistencia a clientes y portal de concesionarios desarrollados por BIT1.

Al mismo tiempo AGT1, entiende su rol en la innovación del Ecomaq1 y se vincula con centros de investigación⁵ para optimizar los algoritmos del sistema de monitoreo y automatizar lo máximo posible la solución de pulverización. La figura 1, muestra un esquema de la emergencia del Ecomaq1. La solución tec-

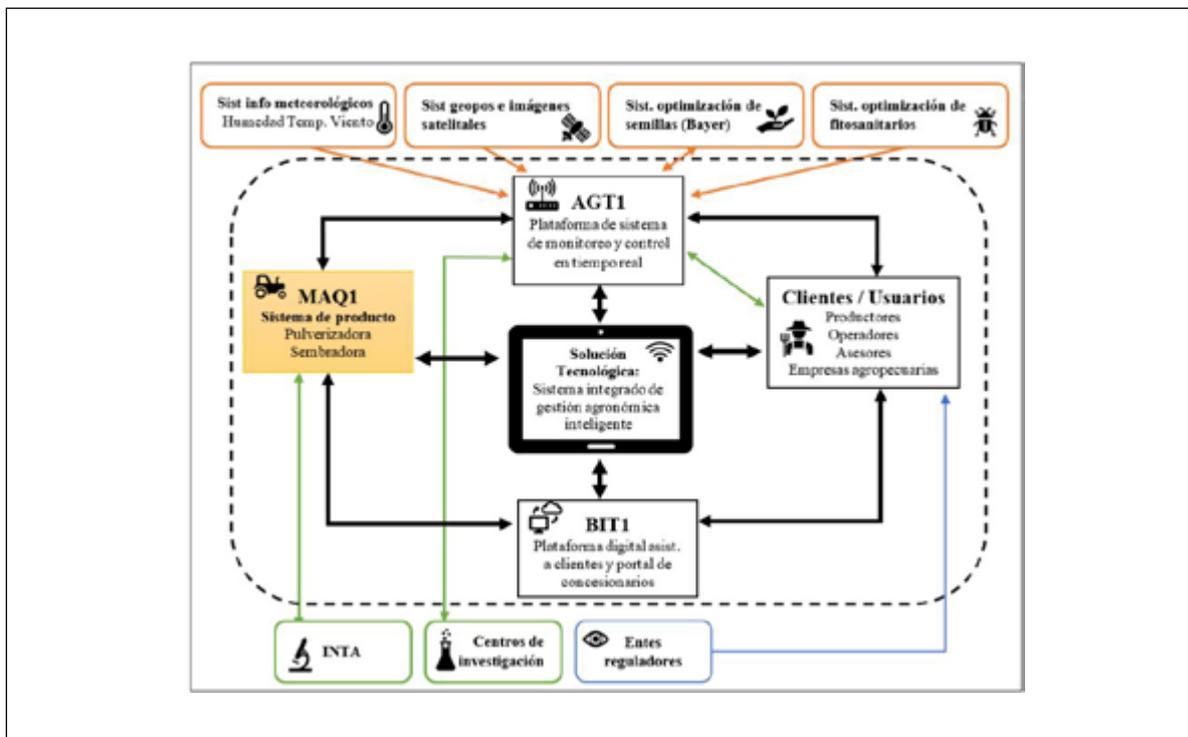
3. Datos capturados de sistemas de información climática (temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento), de geoposicionamiento, y de sensores de la maquinaria que permiten monitorear y controlar variables de velocidad de siembra, densidad de semillas, índice de deriva, taponamiento y evaporación, calidad de aplicación de fitosanitarios, rendimiento de cosecha, humedad grano, análisis de trayectos, entre otras.

4. La solución viene instalada de fábrica y a partir del segundo año los clientes deben pagar una licencia anual (AGT1) para mantener los servicios de acompañamiento brindados por el sistema de monitoreo y control de maquinaria y labores en tiempo real.

5. Tiene vínculos con Centro de Investigación de Métodos Computacionales (CIMEC, CONICET-UNL) y el Instituto de I+D+i Plapiqui (CONICET-UNS).

nológica, es resultado de procesos de co- producción (flechas negras) y co-construcción de conocimientos (flechas verdes). El sistema de productos de MAQ1 se integra con otros sistemas y fuentes de información (flechas anaranjadas). Entes reguladores flechas azules.

FIGURA 1. Emergencia del Ecomaq1



Fuente: Elaboración propia

4.2. Ecosistema de maquinaria 2 – Ecomaq2

MAQ2 es una empresa nacional dedicada a la producción de fertilizadoras autopropulsadas y de arrastre y servicios relacionados. Nace en 2005, de una innovación que introduce en el rubro de fertilización una solución tecnológica que no existía en el mercado argentino: *la dosificación variable por cinta proporcional al avance*. La difusión de esta tecnología, rápidamente posicionó la empresa en el liderazgo del mercado argentino.

Los crecientes avances en agricultura digital y el régimen tecnológico de la siembra directa que requiere de manejos, control y monitoreo de la fertilidad y nutrición de suelos⁶, llevaron a la empresa a potenciar los esfuerzos de innovación tecnológica. Sus capacidades tecno-productivas le permitieron lograr soluciones innovadoras⁷ que optimizan los sistemas de dosificación variable de fertilizantes en base a la creciente incorporación de tecnologías de agricultura de precisión e impulsando la provisión de servicios avanzados a sus clientes. Estos avances tecnológicos, en principio, se fueron dando desde el área de ingeniería interna y en algunos casos en colaboración con investigadores del INTA Balcarce y la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNMdP para desarrollos y ensayos. Luego inició una búsqueda de socios estratégicos para la transformación digital de su negocio, dando lugar a la emergencia del Ecomaq2 orientado a la servitización digital.

6. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2021), Fertilidad y nutrición de suelos. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe-fertilidad-nutricion-suelos-200mt-magyp.pdf>

7. Hasta 2017, la empresa presentó seis solicitudes de patentes, todas fueron concedidas y cuatro se encuentran vigentes.

La configuración del Ecoma2 (Figura 2), se establece con dos actores principales los cuales configuran una alianza sociotécnica denominada “Programa de I+D colaborativa”⁸. MAQ2 porta su experticia en fertilización de suelos y AGT2, una empresa de tecnología que desarrolla sistemas de información para el agro, fundada en 2014, provee a MAQ2 de una plataforma de agricultura digital para soportar y resolver decisiones de agronegocios. AGT2 principalmente es clave en su aporte de conocimientos sobre software e inteligencia artificial y experticia en sistemas de monitoreo de cultivos.

Los procesos de co-producción del ecosistema son formalizados, con objetivos y tiempos, siendo liderado al principio por los departamentos de ingeniería de MAQ2 y AGT2.

Entre otras cosas, adaptaron el sistema de telemetría de MAQ2 a la plataforma digital de AGT2. De este proceso también participaron clientes y especialistas del INTA y de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNMdP, para validaciones y pruebas a campo.

En cuanto a los procesos de co-construcción de conocimientos y nuevos de co-producción de soluciones tecnológicas el Ecoma2 genera nuevas rutinas y capacidades a partir de la creación de un departamento de “Agtech y Robotics” y la incorporación de un especialista en mecanizado agrícola y robótica en MAQ2. Este departamento coordina proyectos de I+D+i del ecosistema. La solución tecnológica del Ecoma2 no es definitiva e implica co-producciones permanentes entre los actores, incluidos los clientes y las tecnologías. A nivel tecnológico, MAQ2 a través de su departamento de “Agtech y Robotics” y el equipo de desarrollo de AGT2 trabajan en la mejora de la solución tecnológica y en la innovación en servicios a través de la incorporación de nuevas aplicaciones a la plataforma. Una de ellas es medir la calidad de aplicación de fertilizantes⁹ en tiempo real, que consta de un dron con inteligencia artificial conectado a la plataforma y a la maquinaria agrícola.

Los actores del Ecoma2 vislumbra que en los próximos años el negocio agrícola estará totalmente atravesado por la transición hacia la transformación digital, en particular por la robótica y los equipos autónomos, por lo cual consideran la expansión y/o evolución de estrategias de negocios y tecnológicas del mismo. En este sentido, incorporan progresivamente las cuestiones relacionadas con la transición hacia la sustentabilidad. A su vez, se encuentran explorando, con un partner de robótica para el agro. Aquí se darían procesos de co-construcción de conocimientos y co-producción. Por su parte, AGT2 realiza vigilancia tecnológica y de mercado para la innovación y vinculaciones con la academia¹⁰.

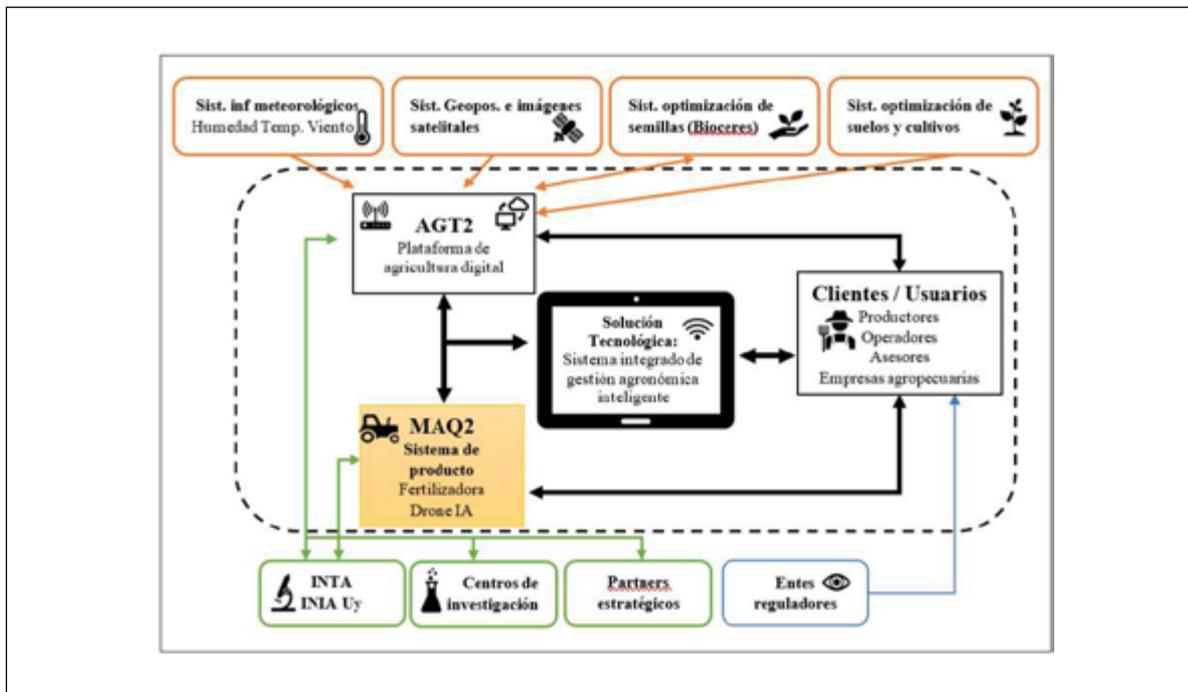
La Figura 2 muestra un esquema de la emergencia del Ecoma2. La solución tecnológica, es resultado de procesos de co-producción (flechas negras) y co-construcción de conocimientos (flechas verdes) entre los actores. El sistema de productos de MAQ2 se integra con otros sistemas y fuentes de información (flechas anaranjadas).

8. AGT2 impulsa este mismo “Programa de I+D colaborativo” con una reconocida empresa biotecnológica de semillas.

9. En etapa de pruebas y validaciones al momento de realizar la entrevista.

10. INIA de Uruguay, CONICET-UNC.

FIGURA 2. Emergencia del Ecomaq2



Fuente: Elaboración propia.

5. Discusión

Del análisis de los casos y conforme con la literatura analizada, consideramos que las dinámicas de servitización digital en sectores de manufactura, en este caso de maquinarias agrícolas, representan desafíos y cambios en los modelos de gestión tecnológica y de la innovación (Ver Tabla 1). Si bien persiste la necesidad de contar con rutinas de gestión de las tecnologías e innovación desde las firmas y de estas en relación con otras organizaciones (firmas y/o instituciones de ciencia y tecnología), la dinámica acelerada y la incertidumbre de las transiciones sociotécnicas impulsadas por las tecnologías digitales y la plataformización llevan adoptar modelos de gestión más abiertos, a escala de ecosistemas y con modalidades de gobernanzas que permiten la co-producción de soluciones tecnológicas y co-construcción de conocimientos en sentido ágil y con énfasis en la automatización y aumento de las capacidades de los sistemas producto-servicio-software.

Un primer aspecto a considerar, en estos modelos de gestión de tecnología y la innovación de ecosistemas orientados a la servitización digital en la maquinaria agrícola incorporan elementos del régimen tecnológico de transición hacia la sustentabilidad. El segundo, es que las soluciones tecnológicas co-producidas bajo la gestión de la tecnología y innovación en ambos ecosistemas analizados, se basan cada vez más en tecnologías digitales de inteligencia artificial y robótica, para integrarse a los sistemas productivos agrícolas del futuro que tienen como tendencia el funcionamiento robotizado.

Aquí aparece una tercera cuestión relevante sobre el cambio en los modelos de gestión tecnológica y de la innovación en este escenario. La incorporación de tecnologías digitales, requieren reconocer el carácter performativo de las tecnologías digitales basadas en inteligencia artificial y robótica, y por ende el impacto que tienen estas automatizaciones y aumentando capacidades humanas y de otras tecnologías ensambladas a estas. Las soluciones tecnológicas de los ecosistemas son cada vez más inteligentes y conectadas,

debiendo gestionarse habilidades y competencias humanas basadas en experticias desde una perspectiva de convergencia tecnológica, como así también la conexión de tecnologías y estándares de operación “plataformizados” cada día más complejos en base a sistemas producto-servicio- software. Esto requiere de inversión y capacidades específicas de software, telecomunicaciones, microelectrónica, que se enlazan con conocimiento específicos de agronomía, agroquímica, biotecnología, electromecánica, entre otros. Habilitando soluciones de monitoreo, control, optimización y funcionamiento autónomo y otros servicios avanzados basados en conocimientos creados a partir de los datos.

Una cuarta cuestión a destacar, es el fenómeno de la co-producción y el papel en estos procesos que dan lugar a innovaciones que tienen las Agtechs (sobre todo) y clientes/usuarios, tanto en la etapa de emergencia de los ecosistemas como en la rutinización/estandarización del mismo. La co-producción como proceso central a gestionar, emerge en estos ecosistemas, evidenciando propiedades sistémicas que dan lugar a ensamblajes sociotécnicos con feedback positivos entre skills, rutinas, capacidades y artefactos digitales.

Como quinta cuestión relevante, es entender la complejidad de las soluciones tecnológicas del tipo producto-servicio-software y plataformización. La co-producción de este tipo de soluciones tecnológicas tienden a impulsar procesos de flexibilidad cognitiva e interpretativa entre diferentes actores y artefactos que interactúan en el ensamblaje sociotécnico de estos ecosistemas. Así, en la co-producción de la solución tecnológica se observan instancias iterativas, ya sea en etapas iniciales como en estadios avanzados, de adaptaciones y pruebas de los desarrollos tecnológicos y productos, por parte de los distintos actores, los cuales tienden a formar equipos de trabajo (áreas de desarrollo e ingeniería), como así instancias para mejoras incrementales de la solución tecnológica.

Una sexta cuestión relevante, son los procesos de co-construcción de conocimientos que se dan entre la experticia de las áreas de I+D+i de los actores del ecosistema, como así también en articulación con conocimiento científico tecnológico de Instituciones de Ciencia y Tecnología.

TABLA 1. Comparación de modelos de gestión de la innovación

DIMENSIONES	ECOMAQ ₁	ECOMAQ ₂
Orientación general de la estrategia de servitización digital del ecosistema	Solución integrada de productos y servicios avanzados orientados a optimizar los procesos agrícolas del cliente. Nueva fuerza de servicios de monitoreo y asistencia desde concesionarios. Tendencia a la autonomía del sistema. Foco en la sustentabilidad.	Solución integrada de productos y servicios avanzados orientados a optimizar los procesos agrícolas y rendimientos del cliente. Integración de la solución con UAV + computer visión. Tendencia a integración con agobots. Foco en la sustentabilidad.
Mercado de empresas de maquinaria	Pulverizadoras autopropulsadas y sembradoras. Mercado nacional y exterior.	Fertilizadoras autopropulsadas y de arrastre. Mercado nacional y exterior.
Actores relevantes	Maquinaria agrícola; Agtech; Consultora IT desarrollo web; Concesionarios; Usuarios; Instituciones de ciencia y tecnología.	Maquinaria agrícola; Agtech; Usuarios; Partners tecnológicos (AI en programación e inversionistas); Instituciones de ciencia y tecnología.

DIMENSIONES	ECOMAQ1	ECOMAQ2
Tecnologías relevantes para la servitización digital	Aplicaciones de productos inteligentes ¹¹ . Motores de análisis y modelos matemáticos (algoritmos). Plataforma de aplicaciones ¹² . Redes de comunicación ¹³ . Software del producto ¹⁴ . Hardware del producto ¹⁵ . Gateway para fuentes de información externas. Herramientas de integración con sistemas empresariales (ERP, CRM y PLM).	Aplicaciones de productos inteligentes. Motores de análisis y modelos matemáticos (algoritmos). Plataforma de aplicaciones. Redes de comunicación. Software del producto. Hardware del producto. Gateway para fuentes de información externas. Herramientas de integración con sistemas empresariales (ERP, CRM y PLM). UAV y herramientas de AI.
Co-Producción de Solución Tecnológica orientada a servitización digital	Alianza estratégica para desarrollo de plataforma digital, con participación activa de MAQ1, AGT1, BIT1, concesionarios y clientes. Lidera MAQ1 y el aporte clave AGT1. Se toma como base el desarrollo tecnológico de la AGT1 y se realizan adaptaciones, que implica interacciones permanentes de los equipos de trabajo de MAQ1, AGT1, BIT1. Se prueban y validan con ciertos clientes y concesionarios, luego se expanden hacia otros. Se está replicando con otra línea de productos de MAQ2.	Alianza estratégica MAQ2 y AGT2 de I+D para la transformación digital del negocio. Formal, proyecto con instancias de validación con objetivos y tiempos establecidos. Se toma como base la infraestructura tecnológica de la AGT2 y se realizan adaptaciones. Equipos de trabajo de MAQ2 y AGT2 en permanente interacción para desarrollar nuevas funcionalidades y nuevos proyectos. MAQ2 creación área de Agtech y robótica.
Modalidad de co-construcción de conocimientos	Dinámica de trabajo ágil. Deliberación y pruebas. Mejoramiento e innovación del desarrollo tecnológico que habilita la servitización. I+D AGT1 con instituciones de ciencia y tecnología.	Dinámica de trabajo ágil. Deliberación y pruebas. I+D propia de MAQ2 y aportes de especialistas de Instituciones de ciencia y tecnología. Vigilancia tecnológica de AGT2.
Disciplinas intervinientes y áreas de experticia (converg. científico – tecnol.) respecto a la solución tecnol. del ecosistema	Agronomía, manejo de malezas y plagas en cultivos; Agroquímica; Biotecnología; Inteligencia artificial; Imágenes satelitales; Microelectrónica; Telecomunicaciones; Electromecánica.	Agronomía: nutrición de suelos y cultivos; Biotecnología (semillas); Inteligencia artificial (computer vision); Imágenes satelitales; Microelectrónica.

Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones

Consideramos tres hallazgos relevantes que impactan en los modelos de gestión de la innovación y el cambio tecnológico a partir de este estudio:

1. Existen novedosas modalidades de co-construcción de conocimientos y co-producción de sistemas producto-servicio-software y plataformización a nivel de ecosistemas, que requieren que los gestores desarrollen enfoques orientados a dinamizar y configurar ensamblajes de tipo sociotécnicos orientados a la innovación.

11. Aplicaciones de software que se ejecutan en servidores remotos y gestionan la supervisión, el control, la optimización y el funcionamiento autónomo de las funciones de los productos.

12. Un entorno de desarrollo y ejecución de aplicaciones que permite la creación rápida de aplicaciones empresariales inteligentes y conectadas mediante herramientas de acceso a datos, visualización y ejecución.

13. Protocolos que permiten las comunicaciones entre el producto y la nube.

14. Un sistema operativo integrado, aplicaciones de software a bordo, una interfaz de usuario mejorada y componentes de control del producto.

15. Sensores integrados, procesadores y un puerto/antena de conectividad que complementan los componentes mecánicos y eléctricos tradicionales.

2. Las relaciones de co-producción de estos sistemas basados en tecnologías digitales, en especialmente inteligencia artificial y robotización, se tornan relevantes para la creación de valor, y junto a la tendencia creciente de adopción de regímenes tecnológicos orientados por las transiciones hacia la sustentabilidad.

3. Las empresas de manufactureras tradicionales deben crear y/o adaptar sus áreas de gestión de la innovación incorporando I+D con orientación a la robótica e Inteligencia Artificial, impulsando modelos ágiles en co-producción con proveedores Agtech. Los mecanismos de apropiación de valor y cuasi-rentas extraordinarias producto de las innovaciones desarrolladas a escala de ecosistemas es crucial reconocer y controlar por parte de los gestores tecnológicos. Renovados desafíos de gobernanza de la gestión tecnológica e innovación de ecosistemas orientados a la servitización digital ser requieren explorar en forma permanente frente al gran dinamismo del cambio tecnológico.

Referencias bibliográficas

- Callon, M. (2001). Redes tecno-económicas e irreversibilidad. *REDES*, 8, 43.
- Cenamora, J., Parida, V. y Wincent, J. (2019). How entrepreneurial SMEs compete through digital platforms: The roles of digital platform capability, network capability and ambidexterity. *Journal of Business Research*, 100, 196-206.
- Coreynen, W., Matthyssens, P., Vanderstraeten, J. y van Witteloostuijn, A. (2020). Unravelling the internal and external drivers of digital servitization: A dynamic capabilities and contingency perspective on firm strategy. *Industrial Marketing Management*, 89, 265-277.
- Gawer, A. (2014). Bridging differing perspectives on technological platforms: Toward an integrative framework. *Research Policy*, 43(7), 1239-1249.
- Gebauer, H., Paiola, M., Saccani, N. y Rapaccini, M. (2021). Digital servitization: Crossing the perspectives of digitization and servitization. *Industrial Marketing Management*, 93, 382-388.
- Glaser, V. L., Pollock, N. y D'Adderio, L. (2021). The Biography of an Algorithm: Performing algorithmic technologies in organizations. *Organization Theory*, 2(2), 26317877211004610.
- Huikkola, T., Rabetino, R., Kohtamäki, M. y Gebauer, H. (2020). Firm boundaries in servitization: Interplay and repositioning practices. *Industrial Marketing Management*, 90, 90-105.
- Kamalaldin, A., Sjödin, D., Hullova, D. y Parida, V. (2021). Configuring ecosystem strategies for digitally enabled process innovation: A framework for equipment suppliers in the process industries. *Technovation*, 105, 102250.
- Kapoor, K., Bigdeli, A. Z., Schroeder, A. y Baines, T. (2021). A platform ecosystem view of servitization in manufacturing. *Technovation*, 102248.
- Kohtamäki, M., Parida, V., Oghazi, P., Gebauer, H. y Baines, T. (2019). Digital servitization business models in ecosystems: A theory of the firm. *Journal of Business Research*, 104, 380-392.
- Kohtamäki, M., Parida, V., Sjödin, D., Henneberg, S. y Rabetino, R. (2020). Configurational approach to digital servitization business models. *Advanced Services for Sustainability and Growth*, 38.
- Lepratte, L. y Yoguel, G. (2023). Artefacts, routines, and co-production: A pioneering case of artificial intelligence-based health services in Argentina. *Industry and Innovation*, 0(0), 1-23.
- Leusch, C. y Gotsch, M. (2015). Digitalized Product-Service Systems in Manufacturing Firms: A Case Study Analysis. *Research-Technology Management*, 58(5), 45-52.

- Rabetino, R., Kohtamäki, M. y Gebauer, H. (2017). Strategy map of servitization. *International Journal of Production Economics*, 192, 144-156.
- Rodríguez, M. A., Lepratte, L. y Rabetino, R. (2021). *Dynamic Capabilities as Enablers of Digital Servitization in Innovation Ecosystems: An Evolutionary Perspective*. En M. Kohtamäki, T. Baines, R. Rabetino, A. Z. Bigdeli, C. Kowalkowski, R. Oliva y V. Parida (Eds.), *The Palgrave Handbook of Servitization* (pp. 181-195). Springer International Publishing.
- Siggelkow, N. (2007). Persuasion With Case Studies. *Academy of Management Journal*, 50(1), 20-24.
- Sjödín, D., Parida, V. y Kohtamäki, M. (2019). Relational governance strategies for advanced service provision: Multiple paths to superior financial performance in servitization. *Journal of Business Research*, 101, 906-915.
- Sjödín, D., Parida, V., Kohtamäki, M. y Wincent, J. (2020). An agile co-creation process for digital servitization: A micro-service innovation approach. *Journal of Business Research*, 112, 478- 491.
- Tian, J., Coreynen, W., Matthyssens, P. y Shen, L. (2021). Platform-based servitization and business model adaptation by established manufacturers. *Technovation*, 102222.
- Vendrell-Herrero, F., Bustinza, O. F., Parry, G. y Georgantzis, N. (2017). Servitization, digitization and supply chain interdependency. *Industrial Marketing Management*, 60, 69-81.
- Wei, R., Geiger, S. y Vize, R. (2019). A platform approach in solution business: How platform openness can be used to control solution networks. *Industrial Marketing Management*, 83, 251-265.