

Trabajo Final de la carrera Ingeniería Industrial

Análisis del proceso de toma de decisiones
tecnológicas llevado a cabo en la cadena de
valor de la papa industria del sudeste
bonaerense



Rearte Zurlo, María Paula
Rojas Hribik, Joaquin Francisco

Departamento de Ingeniería Industrial
Mar del Plata

17 de octubre de 2023



RINFI es desarrollado por la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar
documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y
Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto
de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo
con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad
entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Trabajo Final de la carrera Ingeniería Industrial

Análisis del proceso de toma de decisiones
tecnológicas llevado a cabo en la cadena de
valor de la papa industria del sudeste
bonaerense



Rearte Zurlo, María Paula
Rojas Hribik, Joaquin Francisco

Departamento de Ingeniería Industrial
Mar del Plata

17 de octubre de 2023

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

Autores: María Paula Rearte Zurlo
Joaquin Francisco Rojas Hribik

Director: Mg. Ing. Oscar Antonio Morcela
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería, UNMDP

Codirector: Ing. Ricardo Manuel Massano
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería, UNMDP

Evaluadores: Ing. Guillermo Adrián Carrizo
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería, UNMDP

Dra. Alicia Inés Zanfrillo
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería, UNMDP

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
TABLA DE SIGLAS	vii
RESUMEN	viii
PALABRAS CLAVES	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Cadena de valor	3
2.1.1 Cadena de valor de la papa industria	3
2.2 Industria 4.0	6
2.2.1 Tecnologías 4.0	7
2.2.2 La Industria 4.0 en el sector alimentario argentino	11
2.2.3 Industria 5.0: Adopción de tecnología en busca de la sostenibilidad	15
2.2.3.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible	16
2.3 Toma de decisiones tecnológicas	17
2.3.1 Modelos de toma de decisiones	17
2.3.2 Modelo de gestión estratégica de recursos tecnológicos	19
2.3.2.1 Matriz FODA	21
2.4 Factores que influyen en la adopción de nuevas tecnologías	22
3. METODOLOGÍA	27
4. DESARROLLO	31
4.1 Descripción del sector papero del sudeste bonaerense	31
4.2 Relevamiento de la oferta de tecnologías digitales aplicable concretamente a la cadena de valor seleccionada	36
4.3 Descripción del stock de tecnologías 4.0 que poseen las empresas regionales de la cadena en sus procesos de agregado de valor	41
4.4 Modelado del proceso de toma de decisiones tecnológicas	44
4.4.1 Factores internos	44
4.4.2 Factores externos	48
4.4.3 Matriz FODA	52
4.5 Estudio de las barreras para la decisión de fomentar el proceso de adopción y tecnología	54

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

4.5.1 Barreras según nivel tecnológico	54
4.5.2 Barreras según eslabón en la cadena productiva	56
4.6 Análisis del impacto de la tecnología 4.0 y de los factores del desarrollo sostenible a lo largo de la cadena de valor	59
5. DISCUSIÓN	64
6. CONCLUSIONES	67
7. BIBLIOGRAFÍA	69
8. ANEXOS	76
Anexo I: Protocolo de entrevistas	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de agronegocios de la papa en Argentina.....	4
Figura 2: Cadena de producción de la papa de Balcarce.	5
Figura 3: Circuito productivo de la papa en el sudeste bonaerense.....	6
Figura 4: Evolución de las revoluciones industriales.....	7
Figura 5: Tecnologías de la Industria 4.0.....	8
Figura 6: Distribución de las empresas por grupos.....	12
Figura 7: Distribución por grupo y rama de actividad (en porcentaje).	12
Figura 8: Importancia de habilidades en Tecnologías 4.0 para contratar (en porcentaje).	13
Figura 9: Relevamiento de Capacidades de Desarrollo de Tecnologías 4.0 para el Agro.....	14
Figura 10: Estado de avance de los principales desarrollos relevados.....	15
Figura 11: 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	16
Figura 12: Modelo de gestión estratégica de los recursos tecnológicos en pequeñas empresas manufactureras.....	19
Figura 13: Factores que influyen en la adopción y apropiación de TIC en empresas.....	23
Figura 14: Obstáculos en la adopción de tecnologías digitales en mipymes argentinas.	24
Figura 15: <i>Partner</i> tecnológico más adecuado.....	25
Figura 16: Evolución de la superficie sembrada de papa en el sudeste bonaerense.	31
Figura 17: Superficie sembrada de papa en el sudeste bonaerense en 2022-2023.....	32
Figura 18: Cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense.....	35
Figura 19: Aplicación de tecnologías 4.0 según eslabón de la CV.....	40
Figura 20: Aplicación de tecnologías 4.0 según eslabón de la CV y su frecuencia.	43
Figura 21: ODS aplicables a la industria de la papa.	60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Resumen de empresas entrevistadas.	28
Cuadro 2: Descripción de entrevistados y detalle de eslabones analizados.	29
Cuadro 3: Aplicación de tecnologías 4.0 según eslabón de la CV.	42
Cuadro 4: Listado de factores identificados en la toma de decisiones tecnológicas.	44
Cuadro 5: Matriz FODA según eslabón en la CV.....	53
Cuadro 6: Planilla de validación del banco de preguntas a utilizar.	78

TABLA DE SIGLAS

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CGV	Cadena global de valor
CV	Cadena de valor
ERT	Estrategia de Recursos Tecnológicos
FENAPP	Federación Nacional de Productores de Papa
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
GIS	Sistemas de información geográfica (por sus siglas en inglés: <i>Geographical Information System</i>)
GPS	Sistemas de posicionamiento global (por sus siglas en inglés: <i>Global Positioning System</i>)
IA	Inteligencia artificial
INASE	Instituto Nacional de Semillas
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial
IIoT	Internet Industrial de las cosas (por sus siglas en inglés: <i>Industrial Internet of Things</i>)
ISO	Organización Internacional de Normalización (por sus siglas en inglés: <i>International Organization for Standardization</i>)
mipyme	Micro, pequeña o mediana empresa
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PLC	Controlador Lógico Programable (por sus siglas en inglés: <i>Programmable Logic Controller</i>)
pyme	Pequeña o mediana empresa
RSE	Responsabilidad Social Empresaria
SAGyP	Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca
SCADA	Control de supervisión y Adquisición de Datos (por sus siglas en inglés: <i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>).
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TRL	Niveles de madurez tecnológica (por sus siglas en inglés: <i>Technology Readiness Levels</i>)
UNMDP	Universidad Nacional de Mar del Plata

RESUMEN

Este estudio se concentra en el impacto de la Industria 4.0 en la producción de papas en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. A través de entrevistas y fuentes bibliográficas, se identificaron una amplia gama de tecnologías 4.0, desde la computación en la nube hasta la robótica, que son adoptadas por las empresas para mejorar sus procesos. La adopción tecnológica se correlaciona con la posición en la cadena productiva, como así lo hacen los factores para tomar esta decisión. Por ejemplo, las empresas de manufactura tienen mayor tecnología que las de logística de transporte, y el sector de producción de papas posee ciertas tecnologías, pero existe resistencia cultural a su expansión. Los entrevistados subrayan la relevancia del aspecto ambiental para la sostenibilidad empresarial, destacando medidas implementadas para preservar el entorno. Asimismo, se observa que la dimensión económica prevalece en la industria, mientras que la social cobra mayor importancia en empresas de mayor envergadura. En síntesis, este estudio corrobora la hipótesis, proporcionando un marco esencial para promover la adopción de tecnologías 4.0 en la industria de la papa y capitalizar sus beneficios en la región, al mismo tiempo que destaca la necesidad de considerar tanto la sostenibilidad económica como la social y ambiental en la implementación de estas innovaciones.

PALABRAS CLAVES

industria 4.0, adopción de tecnologías, sostenibilidad, triple impacto, análisis estratégico, eslabón productivo

ABSTRACT

This study focuses on the impact of Industry 4.0 on potato production in the southeast of the Buenos Aires province. Through interviews and bibliographic sources, a wide range of Industry 4.0 technologies, from cloud computing to robotics, were identified as being adopted by companies to enhance their processes. Technological adoption correlates with the position in the production chain, as well as the factors influencing this decision. For example, manufacturing companies have higher technology levels compared to transportation logistics, and the potato production sector possesses certain technologies, but faces cultural resistance to their expansion. Interviewees emphasize the relevance of the environmental aspect for business sustainability, highlighting measures implemented to preserve the environment. Additionally, it is observed that the economic dimension prevails in the industry, while the social aspect gains greater importance in larger-scale enterprises. In summary, this study corroborates the hypothesis, providing an essential framework to promote the adoption of Industry 4.0 technologies in the potato industry and capitalize on their benefits in the region, while also emphasizing the need to consider both economic and social as well as environmental sustainability in the implementation of these innovations.

KEY WORDS

industry 4.0, technology adoption, sustainability, triple impact, strategic analysis, productive link

1. INTRODUCCIÓN

Este Trabajo Final de carrera se desarrolla en el marco del Proyecto de Investigación: “Industria 5.0: Industrias inteligentes en el camino de la transformación digital sostenible”, perteneciente al Grupo de Investigación “Gestión de la Innovación Tecnológica y la Economía del Conocimiento - GITEC” de la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.

La temática se centra en el actual desafío de las empresas de desarrollar nuevas estrategias que les permitan asumir una actitud proactiva en entornos complejos y generar mayor valor agregado, para así poder continuar siendo competitivas y a la vez hacer sostenible esa competitividad.

Dentro de esas posibles estrategias, el estudio se enfoca en la adopción de un conjunto de tecnologías reconocidas bajo la denominación de “Industria 4.0”, que buscan generar la transformación disruptiva en la organización y gestión de toda la cadena de valor involucrada en la industria manufacturera, impulsada por la innovación digital (Deloitte, 2015). Las mismas se pueden agrupar en 10 pilares: inteligencia artificial, internet industrial de las cosas, robots autónomos, simulación, sistemas de integración horizontal y vertical, ciberseguridad, computación en la nube, impresión 3D, realidad aumentada, analítica de macrodatos (Basco et al., 2018).

De manera complementaria, el estudio aborda el concepto de “Industria 5.0”, que considera que la prioridad de las empresas va más allá de la aplicación de tecnologías, sino que apunta a la sostenibilidad a partir de cumplir tres pilares en este orden: responsabilidad ambiental, cohesión social y eficiencia económica (Zanfrillo y Morcela, 2022).

Particularmente se busca analizar cómo es el proceso de adopción de las nuevas tecnologías digitales y su impacto en la sostenibilidad en la cadena de valor de la papa industria del sudeste de la Provincia de Buenos Aires, región que aporta el 55% de la producción en Argentina y concentra todos los eslabones de la cadena de valor: productores primarios, industrias y transporte (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2023). Este sector resulta de interés ya que últimamente ha experimentado importantes cambios con relación a los actores que intervienen y las formas de producir y agregar valor a la producción mediante diferentes estrategias como integración vertical, mejoras en la materia prima, mejoras en los procesos, nuevos productos, diferenciación a través de sellos de calidad, entre otros (Bruno et al., 2022).

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

Otro aspecto que motiva la elección del tópico es que la investigación cualitativa de los procesos de adopción de las nuevas tecnologías digitales es aún novedosa en la literatura científica. La revisión bibliográfica sobre esta temática deriva principalmente en dos fuentes: la publicación de Motta et al. (2019) y el documento de Dini et al. (2021). Ambos casos parten de realizar entrevistas en profundidad, con un formato semiestructurado, a muestras deliberadamente sesgadas, con el objetivo de indagar exploratoriamente sobre las motivaciones, beneficios y obstáculos a la introducción de tecnologías 4.0 en mipymes industriales de Argentina y América Latina, respectivamente. Como principal hallazgo, identifican una serie de factores, tanto internos como externos a las firmas, que pueden influir en su adopción de nuevas tecnologías digitales. Algunos ejemplos de estos factores son: el conocimiento de la tecnología, el nivel de sus competencias internas, aspectos culturales y organizativos respecto al cambio, oferta disponible de tecnologías, inversiones necesarias, infraestructura de conectividad, entre otras. Cabe destacar que también existen estudios de tipo cuantitativo, como Pérez González et al. (2018) y Albrieu et al. (2019), que a partir de encuestas arriban a resultados similares a los ya mencionados.

Para desarrollar el estudio se ha tomado como punto de partida la siguiente hipótesis: *“Existe un conjunto de factores en la toma de decisiones, tales como falta de conocimiento de las tecnologías, altos costos de inversión y resistencia al cambio, que ralentizan la incorporación de tecnologías 4.0 en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense.”*

Teniendo en cuenta el contexto presentado, el objetivo general del proyecto es conocer el proceso de toma de decisiones de adopción de tecnologías de la industria 4.0 en la cadena de valor de la papa industria del corredor productivo del sudeste bonaerense.

A su vez, la estructura de investigación incluirá el abordaje de los siguientes cinco objetivos específicos:

- 1) Relevar la oferta de tecnologías digitales aplicable concretamente a la cadena de valor seleccionada;
- 2) Describir el stock de tecnologías 4.0 que poseen las empresas regionales de la cadena en sus procesos de agregado de valor;
- 3) Modelar el proceso de toma de decisiones tecnológicas;
- 4) Estudiar las barreras para la decisión de fomentar el proceso de adopción de tecnología;
- 5) Analizar el impacto de la tecnología 4.0 y de los factores del desarrollo sostenible a lo largo de la cadena de valor.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Cadena de valor

Según Porter (1987) la cadena de valor (CV) es una herramienta para poder identificar las fuentes de ventaja competitiva de una empresa, a partir de examinar todas las actividades que desempeña y su forma de interacción con el fin de crear un producto o servicio útil para los compradores. El autor divide dichas actividades en dos grupos: primarias y de apoyo. Las actividades primarias son las que intervienen en la creación del producto, en su venta y transferencia al cliente, así como en la asistencia posterior a la venta. Las actividades de apoyo respaldan a las primarias al ofrecer insumos, tecnología, recursos humanos y diversas funciones globales.

Sin embargo, dicha definición corresponde a un contexto histórico donde las actividades necesarias para producir un bien u ofrecer un servicio se realizaban mayoritariamente dentro de la empresa, debido a las ventajas de costos que traía producir todo en su interior. En la actualidad, con los avances en las tecnologías de la información y la comunicación, el abaratamiento de los costes logísticos y la liberalización del comercio internacional, las empresas logran ventajas desarrollándose en una actividad específica y optando por abastecerse y/o abastecer otras empresas en el mercado. Desde esta perspectiva, el foco de atención pasa de la cadena de valor de una empresa a los eslabones y las relaciones que se producen entre las empresas que conforman una industria a nivel global (Candau et al., 2020).

Considerando esta nueva noción, la cadena de valor puede redefinirse como la colaboración estratégica entre varias empresas de negocios independientes dentro de una cadena productiva de productos o servicios, buscando beneficios para todos los eslabones o etapas productivas (Iglesias, 2002). Cabe destacar que este concepto también puede llegar a encontrarse como cadena global de valor (CGV) en los autores de la economía del conocimiento (Yoguel, 2000; Gereffi, 2001; Barletta et al., 2020).

2.1.1 Cadena de valor de la papa industria

Particularmente sobre la cadena de valor de la papa existen diversas representaciones, con diferentes denominaciones, alcances y niveles de detalle. A continuación, se presentan tres versiones identificadas como recursos valiosos para el desarrollo de este trabajo, todas ellas provenientes de investigaciones previas llevadas a cabo en el país.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

La primera surge del “Estudio de calidad y competitividad del agronegocio de la papa” (Napolitano et al., 2011). Uno de sus objetivos fue definir el siguiente mapa cualitativo mostrado en la figura 1, que contiene las etapas y los actores involucrados del “sistema de agronegocios de la papa en Argentina”, reunidos según cuatro áreas de resultado: insumos y tecnología; producción; almacenaje, acondicionamiento y empaque; e industria. A su vez, estas áreas son atravesadas por los sistemas comercial; de transporte y logística; financiero y de seguros; e investigación, desarrollo y extensión. También se considera un marco institucional.

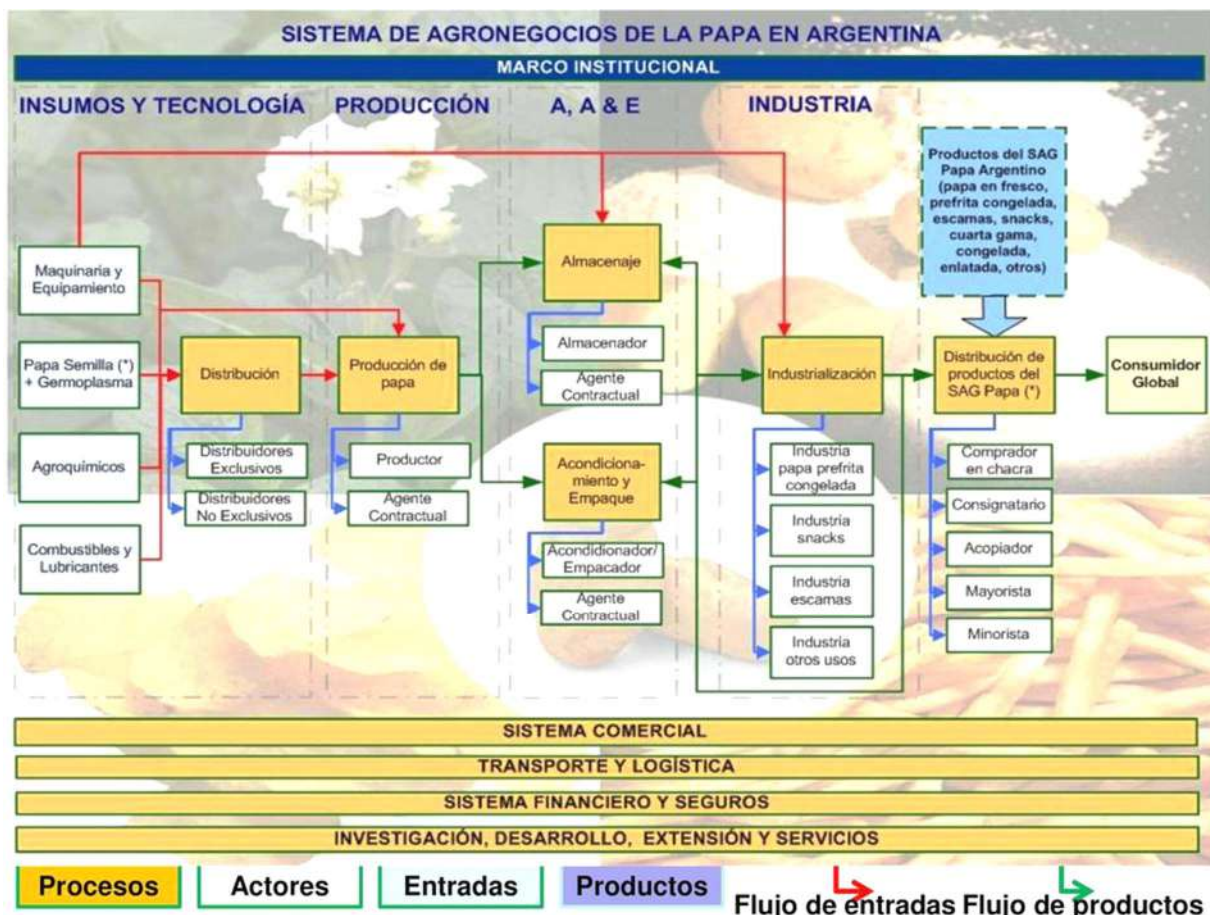


Figura 1: Sistema de agronegocios de la papa en Argentina.

Fuente: Napolitano et al. (2011).

En segundo lugar, Castello et al. (2021) llevaron a cabo un “Estudio de caso a partir de la instalación de una empresa líder en el corazón de la producción de papa en el sudeste de la provincia de Buenos Aires”. Con el fin de analizar el desarrollo de nuevas exportaciones agroindustriales en Argentina gracias a la instalación en los años ‘90 de una empresa multinacional en la ciudad de Balcarce, representó la cadena de producción de la papa particularmente en dicha ciudad, como se muestra en la figura 2. A diferencia de la figura 1, incluye una mayor caracterización del entorno a partir de identificar instituciones públicas,

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

privadas y mixtas, así como proveedores de bienes y servicios. Además, se logran diferenciar los tres destinos que tiene la producción de papa: para semilla, para consumo en fresco y para industria. La papa semilla sirve de insumo para los otros dos tipos, la papa en fresco sufre transformaciones sencillas como lavado y empaque, y la papa industria se procesa principalmente como congelado, snack o escamas (puré).

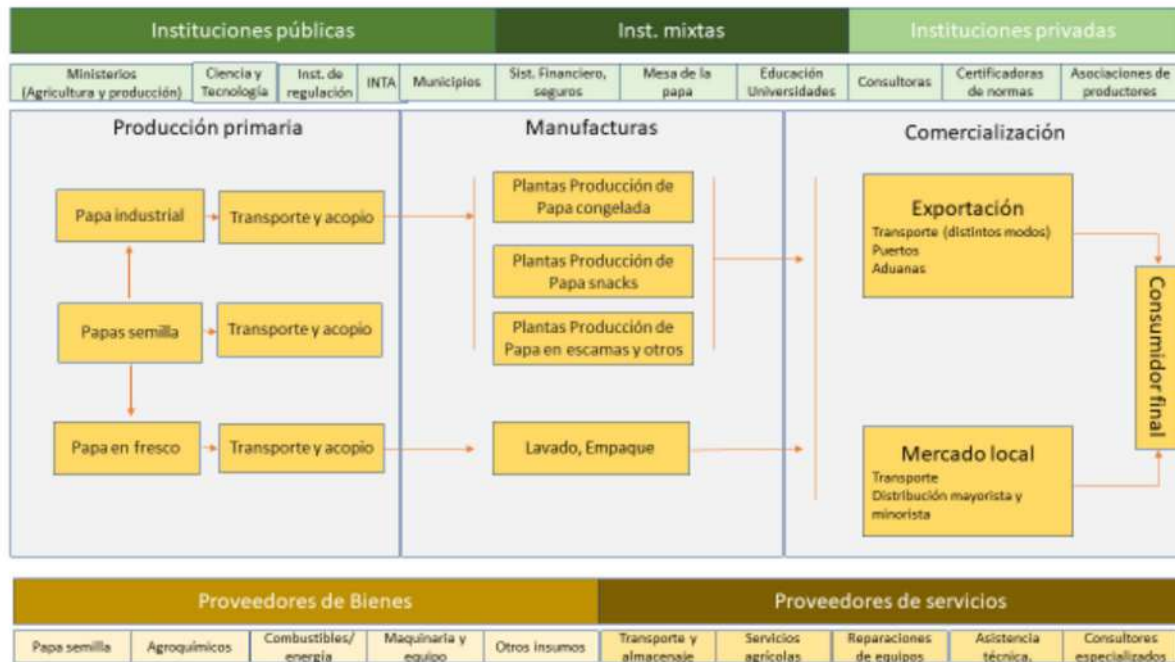


Figura 2: Cadena de producción de la papa de Balcarce.

Fuente: Castello et al. (2021).

Por último, la ponencia “Agregado de valor en el circuito productivo de la papa” (Bruno et al., 2022), define el “circuito productivo de la papa en el sudeste bonaerense” presentado en la figura 3. Lo que destaca este esquema en particular es que existen diferentes productores de papa, así como diferentes industrias procesadoras. Los productores se pueden diferenciar según el destino principal de la producción (mercado en fresco, industria o ambos) y las actividades que integran (producción primaria o producción primaria y acondicionamiento). Las industrias se pueden distinguir según el tamaño (pyme o multinacional), el origen del capital (nacional o extranjero) y el grado de integración (que puede incluir desde producción primaria hasta procesado industrial). Por último, también incluye como actividades de soporte a los proveedores de insumos y servicios, así como las Instituciones de Ciencia y Técnica.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

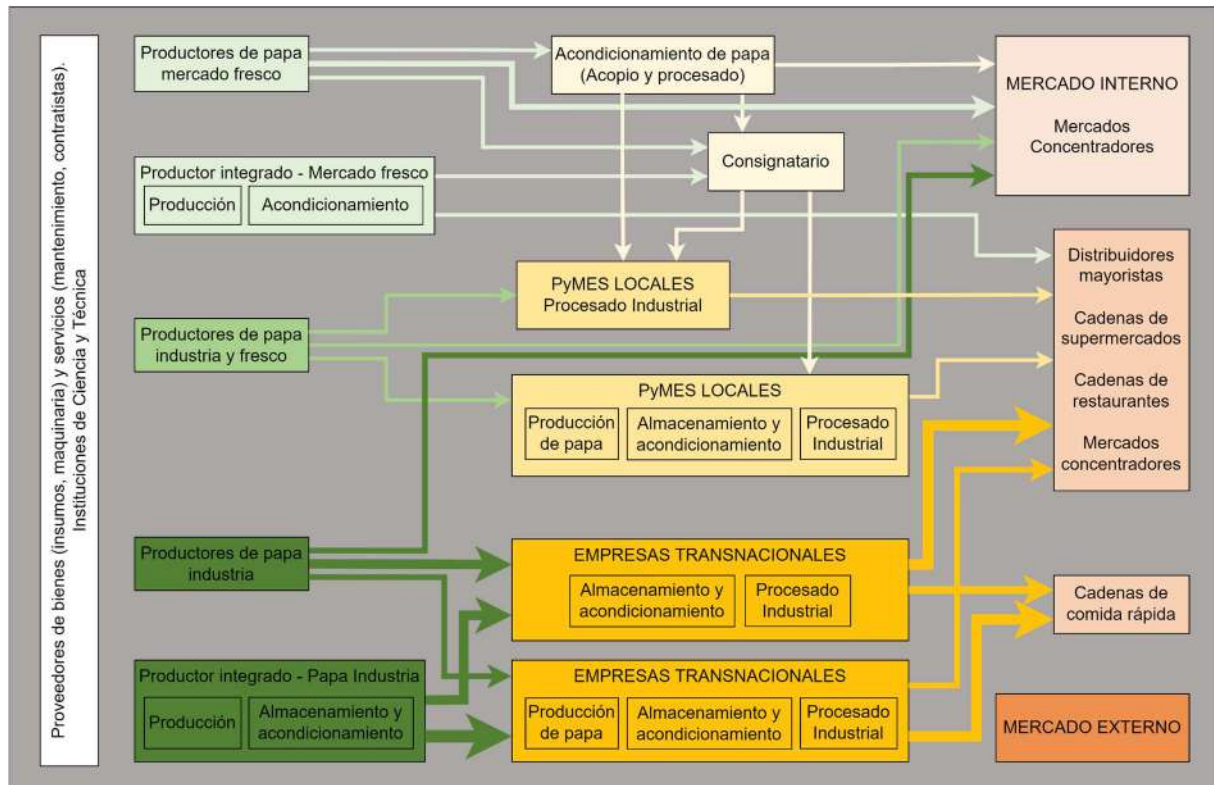


Figura 3: Circuito productivo de la papa en el sudeste bonaerense.

Fuente: Bruno et al. (2022).

2.2 Industria 4.0

El término Industria 4.0, nacido en Alemania, refiere la transformación disruptiva en la organización y gestión de toda la cadena de valor involucrada en la industria manufacturera, impulsada por la innovación digital (Deloitte, 2015). También es habitual referirse a este concepto como Cuarta Revolución Industrial o como “fábricas inteligentes”, ya que propone un nuevo nivel de digitalización en los procesos de fabricación, favoreciendo la trazabilidad, la conectividad y la personalización del cliente (Del Val Román, 2016).

La figura 4 ilustra cómo las revoluciones anteriores fueron conceptualmente asociadas a estadios previos en la evolución del sector industrial. La Primera Revolución Industrial es identificada con la irrupción de la máquina a vapor, en Inglaterra a finales del siglo XVIII. La Segunda Revolución Industrial tuvo lugar cien años más tarde y fue impulsada por la generación de energía eléctrica, la producción en masa y la introducción de la línea de montaje. La Tercera Revolución Industrial se inicia en los años ‘70 del siglo pasado con la automatización de procesos industriales gracias a los avances en la electrónica y la computación. Finalmente, la Cuarta Revolución Industrial es la fase de informatización y digitalización de la producción, impulsada por la convergencia de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con la sensórica y la robótica.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

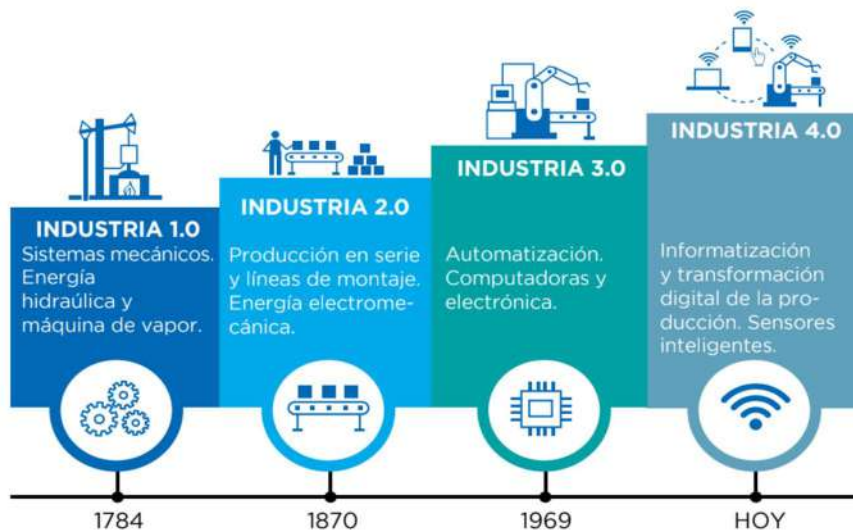


Figura 4: Evolución de las revoluciones industriales.

Fuente: Basco et al. (2018).

Si bien muchas de las tecnologías que hoy convergen ya existían, la diferencia con respecto al pasado se basa en la forma en que se continúan desarrollando y se combinan para generar disrupciones significativas (Basco et al., 2018). A su vez, se configura un nuevo mapa tecnológico en el que intervienen y se conectan en tiempo real todos los actores sociales (consumidores, empresas, gobiernos) a través de distintos dispositivos (celulares inteligentes, computadoras, sensores) y plataformas digitales (*e-commerce*¹, *e-government*², redes sociales), cambiando la forma de producción, de trabajo y de comunicación (Ministerio de Economía de la Nación, 2023).

2.2.1 Tecnologías 4.0

Las tecnologías 4.0, también llamadas tecnologías habilitadoras o nuevas tecnologías digitales, son las herramientas que permiten a las empresas adaptarse a la Industria 4.0 y al modelo de fábrica inteligente a partir de lograr sistemas de producción más eficientes y flexibles.

Se conoce como transformación digital al proceso de integración de estas herramientas en una empresa, en busca de crear ventajas competitivas, mejorar la experiencia del cliente, optimizar la eficiencia operativa y fomentar la innovación. A partir de crear una cooperación de los sistemas de fabricación físicos y virtuales (Schwab, 2016) es posible evolucionar y responder de la mejor manera posible a las imprevisibles y siempre

¹ Comercio electrónico, refiere a la compra y venta de diferentes productos y servicios a través de medios digitales

² Gobierno electrónico, consiste en el uso de las tecnologías de información y comunicaciones para la provisión de servicios gubernamentales directamente a los ciudadanos

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

cambiantes expectativas de los clientes, condiciones del mercado y sucesos a nivel local o global. Entonces, no se trata solo de adoptar tecnología, sino también de transformar los modelos de negocios y ser la base de la estrategia corporativa (Joyanes Aguilar, 2016).

A continuación, se definen las diez tecnologías 4.0 conocidas como pilares tecnológicos, exhibidas en la figura 5.



Figura 5: Tecnologías de la Industria 4.0.

Fuente: Basco et al. (2018).

- Robots autónomos: la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés), en el año 2021 define a un robot autónomo como "un robot con capacidad de realizar ciclos de operación repetitivos preprogramados o no, sin intervención humana directa". Estos robots están equipados con sensores y sistemas de percepción del entorno, son capaces de realizar tareas en ambientes complejos y variables, interactuar con ellos de manera autónoma y responder de forma adecuada a cambios y situaciones imprevistas, sin requerir una supervisión o control humano constante.
- Simulación: en el ámbito industrial, la simulación consiste en representar virtualmente el funcionamiento en tiempo real de determinado conjunto de máquinas, procesos y/o personas, previo a su puesta en marcha. Sirve para ahorrar tiempos y costos asociados a procesos de "prueba y error", ya que permite probar una serie de configuraciones virtuales hasta lograr una óptima en la cual invertir para llevar a la realidad (Basco et al., 2018).

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

- Sistemas de integración horizontal y vertical: refieren a los diferentes tipos de sistemas informáticos existentes que permiten a los fabricantes, los proveedores y los clientes estar estrechamente enlazados verticalmente, facilitando cadenas de valor verdaderamente automatizadas. Y lo mismo a nivel horizontal, entre los distintos departamentos de una empresa, como ingeniería, producción y servicios (Blanco et al., 2020).
- Internet Industrial de las cosas (IIoT): refiere a la interconexión digital de dispositivos o equipos que, gracias a sensores, controladores lógico-programables (PLC) u otras tecnologías, captan y generan información sobre su entorno, o sobre el funcionamiento de máquinas o procesos, y la transmiten de forma automática a través de redes inalámbricas. La información obtenida se procesa mediante herramientas de inteligencia artificial y analítica de datos, y se generan directrices para el funcionamiento de otras máquinas o dispositivos, dando lugar a la comunicación *machine to machine*³ o M2M, o bien, al concepto de fábricas inteligentes (Ministerio de Desarrollo Productivo, 2021).
- Inteligencia artificial: una de las definiciones más abarcativas y generales sobre la inteligencia artificial hace referencia a “la rama de la ciencia y tecnología que crea máquinas inteligentes y programas informáticos para realizar diversas tareas que requieren inteligencia humana” (Fathima, 2021). La inteligencia artificial es la que crea un “cerebro” a las máquinas para que estas puedan tomar decisiones de forma independiente en base los estímulos a los que se encuentra sometida. Estos sistemas cuentan con una característica denominada *machine learning*⁴ o aprendizaje de máquina, mediante la cual, al ser alimentados por una enorme cantidad de datos (recolectados, por ejemplo, mediante macrodatos), generan redes neuronales que son capaces de entender esta información y realizar tareas con una efectividad por encima de la de los humanos.
- Ciberseguridad: agrupa las prácticas y mecanismos que protegen la transmisión y el almacenamiento de datos, a partir de detectar, anticipar y neutralizar las amenazas externas sobre los sistemas de información. Reúne desde estándares y protocolos hasta software especializados de protección y anonimización de datos. Es una herramienta indispensable para la digitalización de una empresa ya que implica

³ Máquina a máquina, intercambio de información o comunicación en formato de datos entre dos máquinas remotas.

⁴ Aprendizaje de máquinas, es un campo de la inteligencia artificial que se centra en desarrollar algoritmos y modelos que permiten a las computadoras aprender patrones y realizar tareas sin ser programadas explícitamente

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

proteger la enorme cantidad de información personal y empresarial que circula a través de internet, computación en la nube y plataformas digitales (Basco et al., 2018, Ministerio de Desarrollo Productivo, 2021).

- Computación en la nube: es una tecnología que permite el acceso remoto y flexible a programas, almacenamiento de datos y procesamiento de información a través de Internet, sin necesidad de estar conectado a una computadora personal o a un servidor local. Esto es posible gracias a que aprovecha la infraestructura y la escala de Internet para hospedar una amplia gama de recursos, aplicaciones y datos, brindando a los usuarios la capacidad de acceder a ellos desde cualquier dispositivo, como computadoras, tabletas o teléfonos móviles. Esta tecnología ofrece la libertad de trabajar en cualquier lugar y en cualquier momento, sin limitaciones geográficas ni restricciones de tiempo (Rueda, 2009).
- Impresión 3D: también llamada manufactura aditiva, se basa en una serie de procesos que permiten la creación de objetos mediante la superposición de capas de material que se corresponden con las secciones transversales sucesivas de un modelo tridimensional. Aunque los plásticos y las aleaciones metálicas son los materiales predominantes en la impresión 3D, prácticamente cualquier sustancia, desde hormigón hasta tejido vivo, puede ser utilizada en este proceso de fabricación aditiva (Vicente, 2018).
- Realidad aumentada: se caracteriza por la integración de información digital contextualizada y en tiempo real en el mundo físico, permitiendo a los usuarios mejorar su percepción y comprensión del entorno. Esta tecnología se basa en el uso de sensores, cámaras y algoritmos avanzados para detectar y rastrear el entorno físico, y luego superponer información digital de manera precisa y coherente (De Ruyter et al., 2020).
- Analítica de macrodatos: Los macrodatos, también llamados *big data*, se definen en base a las "5 V's": volumen, variedad, velocidad, veracidad y valor. Básicamente son una gran cantidad de datos provenientes de diversas fuentes, que se generan y almacenan a una alta velocidad, y que una vez validados, son útiles para tomar decisiones estratégicas. Entonces, la analítica de macrodatos o *big data analytics* refiere al conjunto de soluciones de hardware y software especialmente diseñadas para capturar, almacenar y procesar conjuntos de datos con esas características (Rozo-García, 2020).

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

La oferta de estas tecnologías se completa con otras que emergen por la convergencia de los pilares tecnológicos mencionados y juegan un rol igualmente relevante en la amplificación de la matriz tecnológica actual. Algunos ejemplos son: drones, sensores inteligentes, plataformas electrónicas abiertas, sistemas de localización, comunicaciones móviles y *blockchain*⁵ (Basco et al., 2018).

2.2.2 La Industria 4.0 en el sector alimentario argentino

En el año 2018 se llevó a cabo una encuesta sobre la adopción de tecnologías 4.0 en la industria nacional. Este estudio fue realizado por Albrieu et al. y contó con la colaboración del Centro para la Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento (CIPPEC), el Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe (INTAL) del sector Comercio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y la Unión Industrial Argentina (UIA).

Como principal hallazgo se obtuvo que la industria argentina, medida por su nivel tecnológico y su dinamismo, presenta una estructura piramidal o de montaña (figura 6) que da cuenta de la existencia de tres grupos:

- **Cóndores:** empresas medianas y grandes exportadoras en las que predominan tecnologías avanzadas, mayormente de tercera generación e, incluso, tecnologías 4.0 en algunas áreas funcionales.
- **Alpinistas:** pymes no exportadoras que poseen tecnologías de segunda y tercera generación y se muestran dinámicas para adoptar tecnologías de nueva generación.
- **Trekkers⁶:** micro y pequeñas empresas no exportadoras que emplean únicamente tecnologías de primera y segunda generación y no están tomando acciones concretas para adoptar nuevas tecnologías.

⁵ Cadena de bloques, representa una base de datos distribuida y segura (gracias al cifrado) que se puede aplicar a todo tipo de transacciones, no necesariamente económicas

⁶ Excursionistas, personas que realizan caminatas o excursiones con un enfoque relajado y recreativo. Buscan principalmente la experiencia al aire libre y el disfrute del paisaje, a diferencia de un alpinista, quien busca superar desafíos más técnicos y alcanzar cimas de montañas significativas.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

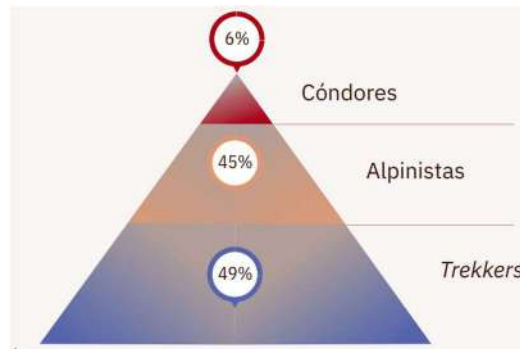


Figura 6: Distribución de las empresas por grupos.

Fuente: Albrieu et al. (2019).

El universo de estudio fueron 307 empresas de más de diez empleados pertenecientes a seis sectores industriales, entre ellos “Alimentos procesados” que alcanzó 47 encuestados. En la figura 7 se puede observar que el sector alimentos procesados ocupa más de la mitad de las firmas del grupo de *trekkers*, menos de un quinto del grupo de Alpinistas y cerca de un tercio de los Cóndores. Esto significa que presenta una gran disparidad de realidades tecnológicas, donde compiten principalmente dos polos opuestos: gran cantidad de micro y pequeñas empresas que no parecen haber comenzado la travesía 4.0, contra algunas medianas y grandes empresas que se mueven más ágilmente frente a climas adversos y tienen un equipamiento más apto para hacer frente a esta nueva revolución.

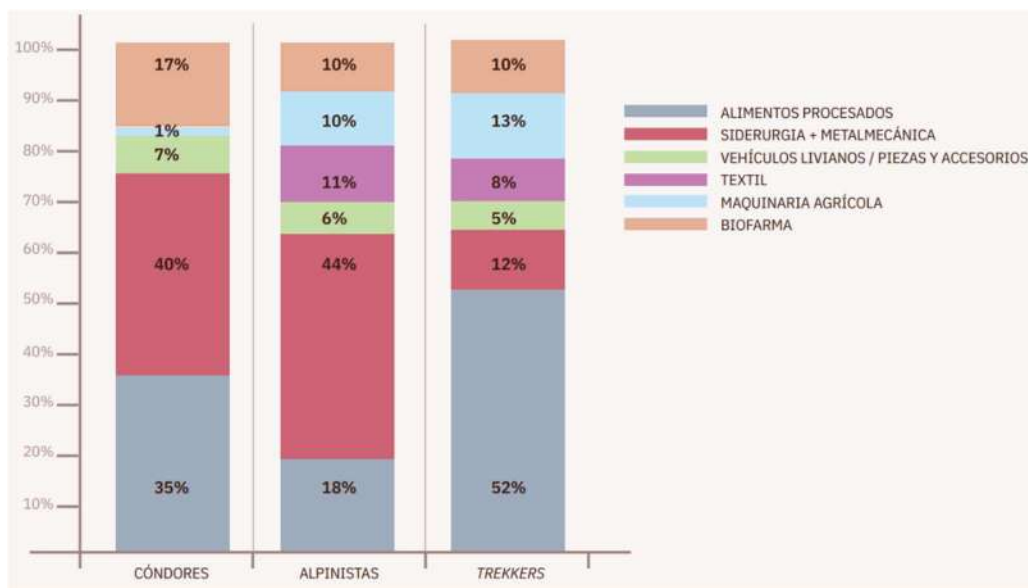


Figura 7: Distribución por grupo y rama de actividad (en porcentaje).

Fuente: Albrieu et al. (2019).

Este bajo grado de adopción de tecnologías de tercera y cuarta generación de la industria tiene su correlato en una baja demanda de habilidades tecnológicas. La figura 8 refleja la importancia que el sector de alimentos procesados demostró en cuanto a contratar

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

personal con habilidades en tecnologías 4.0 en los 2 años previos a la encuesta (2016-2017) y en los 5 años siguientes (2019-2024). Se puede observar que las habilidades vinculadas a mantenimiento preventivo de equipos y a tecnologías para el manejo de stock y logística son las únicas que reflejan porcentajes mayoritarios de respuestas “muy importante” tratándose de tecnologías que no requieren una transformación digital de magnitud en los procesos y negocios de la empresa para ser redituables. Otras tecnologías consideradas, también con aplicación más inmediata y evidente a los procesos industriales, fueron el internet de las cosas (IoT), *big data* y ciberseguridad.



Figura 8: Importancia de habilidades en Tecnologías 4.0 para contratar (en porcentaje).

Fuente: Albrieu et al. (2019).

Luego, respecto al agro, también existe un relevamiento nacional de capacidades de desarrollo de tecnologías 4.0. Se trata de una encuesta realizada en 2023 en el marco de la Misión 6 “Adaptar la producción de alimentos a los desafíos del siglo XXI” dentro del plan para el desarrollo productivo, industrial y tecnológico nacional, Argentina Productiva 2030 (Ministerio de Economía de la Nación, 2023). En este caso, se alcanzó la respuesta de 18 grupos de trabajo a lo largo del país, tales como laboratorios, departamentos, cátedras y centros, dedicados al desarrollo del agro 4.0. Cabe destacar que se define al agro 4.0 a la combinación de dos tendencias: la agricultura de precisión y la industria *agtech*⁷.

La agricultura de precisión se basa en aplicar insumos en la cantidad correcta, en el momento adecuado y en el lugar exacto, utilizando tecnología de la información para adaptar el manejo de suelos y cultivos a la variabilidad en un lote (García y Flego, 2008). Utiliza principalmente cinco tecnologías: los sistemas de posicionamiento global (GPS) y de información geográfica (GIS), sensores remotos, monitores de rendimiento/aplicación y maquinaria inteligente (Santillán y Rentería Rodríguez, 2018). Por su parte, la industria *agtech*

⁷ combinación de "agricultura" y "tecnología", refiere al uso y aplicación de tecnologías innovadoras en el ámbito agrícola para mejorar la eficiencia, sostenibilidad y productividad en la producción de alimentos y manejo de cultivos.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

es más reciente y se caracteriza por usar principalmente tecnologías digitales disruptivas tales como biotecnología, *blockchain* e inteligencia artificial, a lo largo de toda la cadena agroalimentaria. Se enfoca tanto en tareas que se ejecutan en campo como siembra, fertilización, protección de cultivos, detección temprana de enfermedades en cultivos y riego; como en actividades que se realizan a través de toda la cadena como financiación, logística, comercialización, trazabilidad, entre otras (Lachman et al., 2021).

La figura 9 muestra cuáles son los principales desarrollos de los grupos de trabajo relevados. Primero destacan con un 42% los sistemas de monitoreo y/o control con ejecución de acciones automáticas basadas en IA, como *agrobots*⁸, drones, etc. En segundo lugar, con un 29% se encuentran los sistemas de monitoreo y/o control para la toma de decisiones por el ser humano, es decir, sin ejecución de acciones basadas en IA, como, por ejemplo, un sistema de monitoreo de agroquímicos. En tercer lugar, con el 10%, se posiciona el desarrollo de software 4.0 y aplicaciones 4.0 para maquinaria agrícola. Por otro lado, solo dos de los grupos encuestados trabajan en el desarrollo de dispositivos de realidad virtual o aumentada; otros dos grupos en el desarrollo de plataformas para gestión de activos y solo un grupo en el desarrollo de servicios de digitalización de activos.

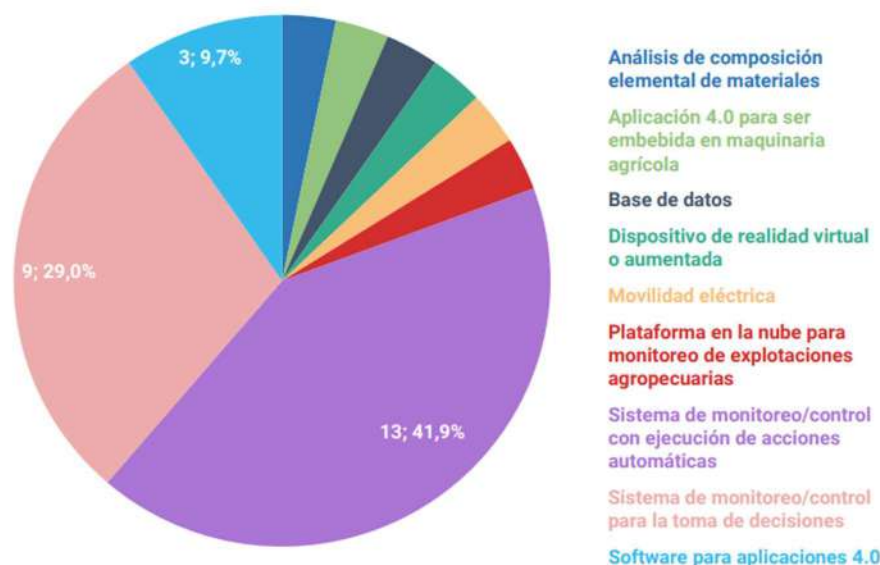


Figura 9: Relevamiento de Capacidades de Desarrollo de Tecnologías 4.0 para el Agro.

Fuente: Ministerio de Economía de la Nación (2023).

La figura 10 muestra el estado de avance de dichos desarrollos, tanto en curso como finalizados, siendo 31 en total. Como puede observarse, más de la mitad de los desarrollos (58,1%) se encuentran en estadios tempranos de nivel de madurez tecnológica o TRL (Ibáñez

⁸ tecnologías robóticas diseñadas y utilizadas en el ámbito agrícola para realizar tareas específicas, como la siembra, el cultivo, la cosecha o el monitoreo de cultivos.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

de Aldecoa Quintana, 2014) ya que alcanzan sólo la escala laboratorio o piloto. Luego, que menos de un cuarto de desarrollos (22,6%) se está validando en un entorno con características similares o iguales al entorno real. Por último, sólo 6 desarrollos fueron probados con éxito en un entorno real, encontrándose 1 en proceso de transferencia, 2 transferidos o derivados en *spin off*⁹ y 3 ya como productos en el mercado.



Figura 10: Estado de avance de los principales desarrollos relevados.

Fuente: Ministerio de Economía de la Nación (2023).

2.2.3 Industria 5.0: Adopción de tecnología en busca de la sostenibilidad

Una rápida e intensa adopción tecnológica no es automática, requiere de empresas dinámicas que puedan absorber las tecnologías 4.0 y, sobre todo, de una fuerza de trabajo con habilidades, capacidades y conocimientos compatibles y complementarios a esas tecnologías (Albrieu et al., 2019). Este desarrollo de capacidades de absorción tecnológica se conoce como integración hombre-máquina, y depende de factores estructurales, culturales y humanos. Además, el éxito de la implementación de esta cuarta revolución industrial también depende de una real toma de conciencia sobre la importancia de cuidar los recursos naturales y reducir la contaminación de los procesos manufactureros. De aquí surge el concepto de Industria 5.0 donde la prioridad de las empresas va más allá de la aplicación de tecnologías, sino que apunta la sostenibilidad, a partir de cumplir tres pilares, en el siguiente orden: responsabilidad ambiental, cohesión social y eficiencia económica (Zanfrillo, Morcela, 2022).

La responsabilidad ambiental se asocia al uso de tecnologías 4.0 ya que la gestión de recursos como, materia prima, energía y agua, puede realizarse de una manera más eficiente con base en la toma de decisiones de operación más acertadas gracias a la interconexión e integración digital de las diversas áreas de una empresa.

La cohesión social refiere a que la industria debe tener en cuenta las limitaciones sociales, con el objetivo de no dejar a nadie atrás. El proceso de digitalización no sólo cambiará las ocupaciones que los trabajadores desempeñan actualmente, sino que también

⁹ Empresa nueva creada a partir de conocimientos, tecnologías o resultados de investigación.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

modificará las competencias requeridas por los mismos. De esta manera es fundamental priorizar la formación continua de las personas, tanto en términos de habilidades técnicas como profesionales (Walas, 2023).

La eficiencia económica tiene que ver con el aumento en la rentabilidad y la competitividad de las fábricas inteligentes debido a mejor uso de recursos, menores costos, menores tiempos de producción, mayor flexibilidad y productividad, entre otros beneficios (Augspach y Pan Nogueras, 2022).

Finalmente, la adopción de tecnología puede asociarse a la búsqueda de la sostenibilidad, entendida como el desarrollo de las actividades económicas de las diferentes sociedades, empleando procesos consistentes que permitan el cuidado y bienestar de las futuras generaciones (Tamayo y Urrego, 2020).

2.2.3.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos en la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) buscan combatir problemas de carácter mundial agrupados en 17 categorías, tal como se ve en la figura 11. Se establecieron en 2015 en con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas y proteger el planeta, al mismo tiempo que promueven la prosperidad económica de manera sostenible. Las metas que proponen sirven entonces como marco para la acción de los gobiernos, la sociedad civil y el sector privado, para garantizar un futuro sostenible y competitivo (ONU, 2015).



Figura 11: 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Fuente: Organización de las Naciones Unidas (2015).

Esta herramienta global actúa como un mapa que permite a las empresas lograr un triple impacto, abarcando la sostenibilidad en los ámbitos ambiental, económico y social. En

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

otras palabras, el triple impacto, destaca cómo los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) permitirán crear un mundo con un impacto positivo en estos tres aspectos clave.

Por su parte, el desarrollo y la adopción de tecnologías digitales promueven el crecimiento económico sostenible, incorporando simultáneamente los ODS en este proceso (Gaytán et al. 2023). Esto se ve reflejado particularmente en el objetivo 9 “Industria, Innovación e Infraestructuras” que en su cuarta meta propone modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas (ONU, 2015).

2.3 Toma de decisiones tecnológicas

La gestión de la tecnología de una empresa implica la adquisición, desarrollo y aplicación de tecnologías para mantener o mejorar su competitividad en el largo plazo. De esta manera, resulta esencial diseñar una estrategia tecnológica dinámica que identifique y potencie sus recursos y competencias como generadores de valor y mejore tanto su desempeño productivo como su responsabilidad socioambiental. Paralelamente, es imprescindible desarrollar una cultura organizacional que garantice la permanencia de la empresa en un nivel tecnológico favorable, en función de sus capacidades y de los requerimientos del mercado. Esto implica que, además de contar con la tecnología necesaria para llevar a cabo los procesos productivos, es esencial contar con directivos capaces de gestionarla eficazmente y con operarios cualificados que realicen dichos procesos con eficacia, para efectivamente garantizar una proyección a largo plazo (Mantulak et al., 2018).

2.3.1 Modelos de toma de decisiones

La toma de decisiones en una empresa implica la conversión de información en acciones efectivas, y para lograrlo, se integran diversos factores procedimentales, organizacionales, de conocimiento, taxonómico-moderadores y ambientales. Estos elementos se combinan con el propósito de configurar alternativas de decisión que sean óptimas para alcanzar los objetivos de la empresa y mantener un equilibrio dinámico entre las demandas del entorno y las necesidades de la organización (Batista-Matamoros et al., 2015).

Requejo Paiva y Sanchez Pisfil (2019) identifican cuatro modelos de toma de decisiones que se considera que podrían adecuar o adaptar para el funcionamiento dinámico que tiene una empresa frente a los cambios tecnológicos, los cuales son:

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

- Modelo racional: fue fundado por Frederick W. Taylor, Henry Gantt, Frank B. Gillbreth y Harrington Emerson y se basa en cinco etapas: definir el problema, identificar alternativas, comparar y evaluar soluciones, implementar la elegida, y realizar seguimiento y control. Este enfoque es útil en situaciones de incertidumbre y escasa información, donde los ejecutivos no coinciden en metas o acciones a emprender. Es fundamental para el funcionamiento organizacional, requiere respetar la jerarquía y considerar la racionalización de cada paso.
- Modelo bote de basura: fundado por la revista *Administrative Science Quarterly*¹⁰, describe un proceso donde los participantes eligen entre diversas opciones sin considerar necesariamente el problema específico, lo que lleva a decisiones por omisión o contingentes. Las decisiones y participantes varían según la situación, y el resultado depende del tiempo disponible, contexto y disponibilidad de los participantes. Este enfoque se aplica en organizaciones con alta incertidumbre, donde las decisiones surgen de secuencias independientes de eventos. Se visualiza la organización como un "bote de basura" donde se mezclan problemas, soluciones, participantes y oportunidades de elección.
- Modelo favorito implícito: se origina en la investigación sobre toma de decisiones en el puesto realizada por estudiantes de posgrado en administración del *Massachusetts Institute of Technology*¹¹ en el año 2000. Se basa en la idea de que los individuos simplifican el proceso de resolver problemas complejos al identificar una alternativa "favorita" de manera implícita. Esto evita la etapa de evaluación de alternativas, convirtiendo el resto del proceso en una confirmación de esa elección. Este enfoque no se basa en la racionalidad objetiva, sino en la elección inicial del decisor.
- Modelo Político: se centra en satisfacer los intereses individuales y metas de actores poderosos en una organización, a través de su influencia de poder en las decisiones y metas a todos los niveles. A menudo prevalece sobre otros modelos y conlleva conflictos y percepciones divergentes, donde las metas pueden percibirse como ganancias o pérdidas. La elección de metas está entonces influenciada por el poder relativo de los participantes, lo que puede llevar a distorsiones de información y limitar la capacidad de tomar decisiones innovadoras. Este modelo, basado en el incrementalismo, promueve pequeños cambios para evaluar mejoras o empeoramientos, reconociendo la complejidad del contexto organizacional.

¹⁰ Ciencia administrativa trimestral

¹¹ Instituto de Tecnología de Massachusetts

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

2.3.2 Modelo de gestión estratégica de recursos tecnológicos

Mantulak et al. (2016) elaboraron un modelo que representa específicamente la gestión estratégica de los recursos tecnológicos en empresas, visible en la figura 12. Su objetivo es reducir la brecha tecnológica que presentan las organizaciones, permitiéndoles aprovechar y desarrollar competencias tecnológicas distintivas, a la par de mejorar el desempeño productivo y potenciar la responsabilidad social. Para ello, parte de un análisis estratégico pertinente basado en las competencias tecnológicas distintivas y las capacidades tecnológicas de la empresa, así como de un adecuado conocimiento del entorno productivo y social en el que se desempeña, para garantizar que la Estrategia de Recursos Tecnológicos (ERT) contribuya a potenciar sus capacidades de gestión y de producción, siempre en consonancia con su estrategia general de desarrollo.

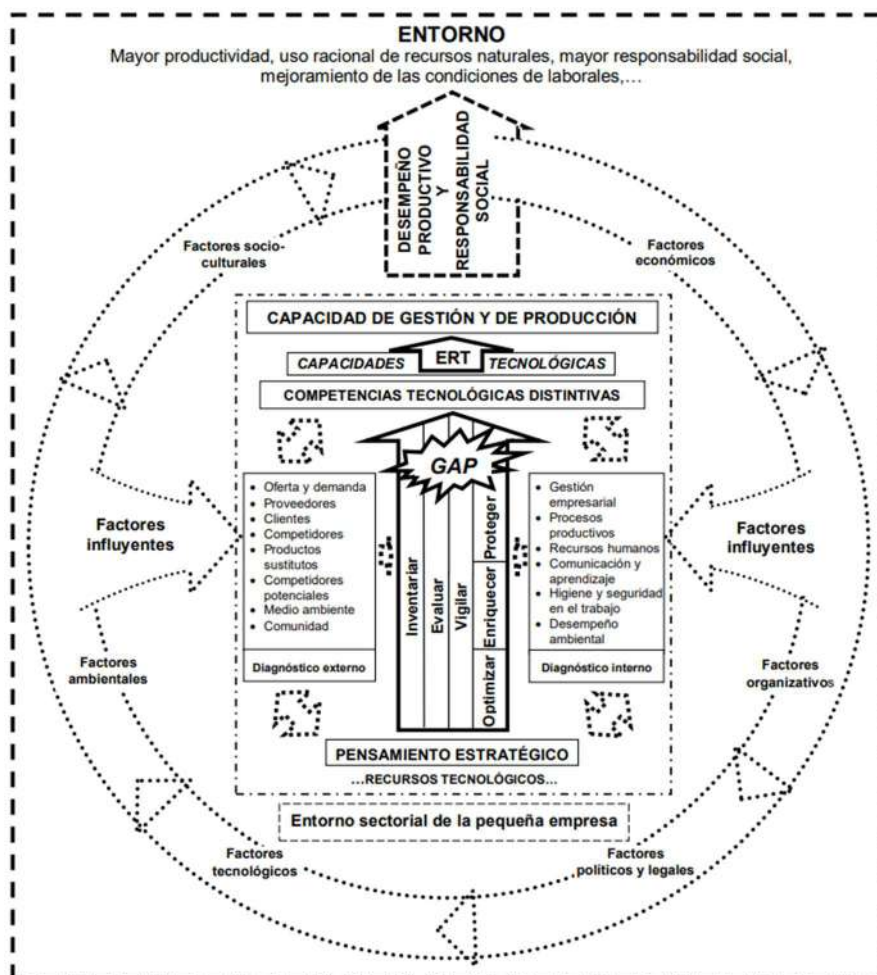


Figura 12: Modelo de gestión estratégica de los recursos tecnológicos en pequeñas empresas manufactureras.

Fuente: Mantulak et al. (2016).

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

El análisis estratégico incluye la realización de dos diagnósticos complementarios entre sí. El diagnóstico interno implica analizar los recursos tecnológicos y aspectos funcionales, como la gestión, producción, recursos humanos, seguridad laboral y prácticas ambientales, para identificar recursos tecnológicos estratégicos y factores clave de éxito. Por su parte, el diagnóstico externo del análisis estratégico incluye el análisis de clientes, proveedores, competidores actuales y potenciales, productos sustitutos y también de diversos factores presentes en el entorno de desempeño de la empresa. Dichos factores del entorno actúan sobre la empresa en forma directa o indirecta, con influencias que pueden resultar positivas o negativas para su desempeño productivo. Los autores los agruparon genéricamente para su análisis en 6 categorías que se desarrollan a continuación:

- Factores tecnológicos: conjunto de conocimientos, experticias, maquinaria, equipos y procedimientos industriales actuales y futuros.
- Factores económicos: comportamiento de la economía y el flujo de bienes y servicios.
- Factores organizacionales: funcionamiento e interrelación de las diversas organizaciones dentro de la misma región.
- Factores políticos y legales: cambios y/o modificaciones en leyes y regulaciones, como consecuencia de los movimientos políticos y legales dentro del mercado, el sector y la sociedad en su conjunto.
- Factores socioculturales: dinámicas sociales y usos, costumbres y valores de la población de una región.
- Factores ambientales: disponibilidad de recursos naturales y diversas fuentes de energía.

Luego, la figura 12 también indica que la gestión de la estrategia tecnológica representa un proceso que puede incluir algunos de los siguientes seis pasos. Los primeros tres suelen ser de apoyo, mientras que los últimos tres deben ser activos.

- Inventariar: significa realizar el diagnóstico integral de los recursos tecnológicos y de los diversos factores internos que permiten dimensionar el patrimonio tecnológico, logrando así construir una visión holística de la empresa, mediante la identificación de sus fortalezas y debilidades.
- Vigilar: consiste en analizar el entorno tecnológico sectorial y general, para identificar los diversos recursos tecnológicos disponibles en el mercado y los utilizados por los

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

competidores, además de observar al conjunto de los factores externos y su posible evolución. Esta función aporta al análisis del posicionamiento tecnológico y la influencia socioambiental de la empresa a partir de detectar oportunidades y amenazas.

- **Evaluar:** viabiliza la valoración de los recursos tecnológicos y la identificación de los factores clave al interior de la empresa, así como de los factores influyentes del entorno, para posibilitar la determinación de las competencias tecnológicas distintivas y la consecuente formulación de la estrategia de recursos tecnológicos.
- **Enriquecer:** permite consolidar y mejorar los activos tecnológicos (tangibles e intangibles) en función de las competencias tecnológicas distintivas. La función facilita la aplicación de planes tecnológicos para el mejoramiento de capacidades de gestión y de producción de la empresa.
- **Optimizar:** permite la utilización eficaz y eficiente de los recursos tecnológicos. La función favorece el mejoramiento de los procesos productivos y de las condiciones de higiene y seguridad en el trabajo, así como la posibilidad de mitigar impactos sobre el entorno, todo lo cual contribuye al mejoramiento del desempeño productivo y de la responsabilidad social de la empresa.
- **Proteger:** viabiliza el adecuado resguardo de los recursos y las competencias tecnológicas distintivas que le permitan a empresa diferenciar sus productos de los de la competencia. La función posibilita la revalorización y retención de los recursos humanos, a través de prácticas de incentivos por aumento de la productividad y mejoras en la calidad de los productos.

2.3.2.1 Matriz FODA

El análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), es una herramienta que relaciona los factores tanto internos como externos, positivos y negativos, sobre la adopción de tecnologías.

Las fortalezas y oportunidades son factores que fomentan la transformación tecnológica. Las debilidades y amenazas son elementos que actúan como barreras para que este proceso no se lleve a cabo.

Los factores internos son aspectos que surgen de las características propias de las empresas, ya sean positivos (fortalezas) o negativos (debilidades). Mientras que aquellos

condicionantes que se deben a agentes que se encuentran por fuera de las organizaciones son los factores externos, los cuales pueden ser incentivos (oportunidades) o perjuicios (amenazas).

2.4 Factores que influyen en la adopción de nuevas tecnologías

Existen diversos modelos teóricos que identifican factores influyentes en la adopción tecnológica y la innovación en las organizaciones. El documento “Transformación digital de las mipymes: elementos para el diseño de políticas” (Dini et al., 2021), basado en estudios de caso latinoamericanos, agrupa los factores en tres categorías principales visibles en la figura 13: características de la firma, de la tecnología y del entorno. Adicionalmente, sugiere que un componente económico, principalmente vinculado a los costos macroeconómicos, puede desembocar en una actitud más o menos conservadora de las empresas para ejecutar cambios internos.

Las características de la firma que condicionan la incorporación de tecnologías son diversas (Yoguel, 2000). Por un lado, el tamaño o volumen de producción, acota los recursos disponibles para invertir. Luego, las experiencias desarrolladas y las competencias digitales de sus colaboradores influyen en el reconocimiento, selección y adopción de nuevas soluciones tecnológicas (Dini et al., 2021). La estructura organizativa constituye otro condicionante ya que la estrategia corporativa y la toma de decisiones deben motivar el cambio tecnológico. Por último, la actitud empresarial hacia la tecnología tiende a ser similar entre las empresas que forman parte de un mismo sector mientras que entre diferentes sectores existe una gran heterogeneidad de adopción.

Respecto al contexto tecnológico, existen tres factores principales: la oferta tecnológica propiamente dicha, el costo de inversión que implica su adquisición y la calidad de la infraestructura, asociada a un ancho de banda y conexión a Internet confiable.

Las condiciones de entorno más relevantes se relacionan con cómo los niveles alcanzados en materia de educación, ciencia y tecnología, así como el desarrollo de la industria productora de TIC inciden y condicionan, favorable o negativamente, la difusión y apropiación de las TIC en las empresas. Destacan entonces el rol de las instituciones de apoyo y de las asociaciones empresariales, para la formación o consolidación de competencias digitales o para la generación de bienes colectivos como plantas o laboratorios demostrativos. También, existe una presión competitiva ejercida no solo por la propia competencia sino también por los proveedores y/o clientes, quienes demandan un cierto grado de digitalización.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

A los elementos mencionados se agrega el marco legal, en Argentina define los instrumentos basados en TIC que pueden ser utilizados por las empresas (firma electrónica, e-mail certificado, factura electrónica) y el nivel de seguridad de estos (Rivas y Stumpo, 2011).

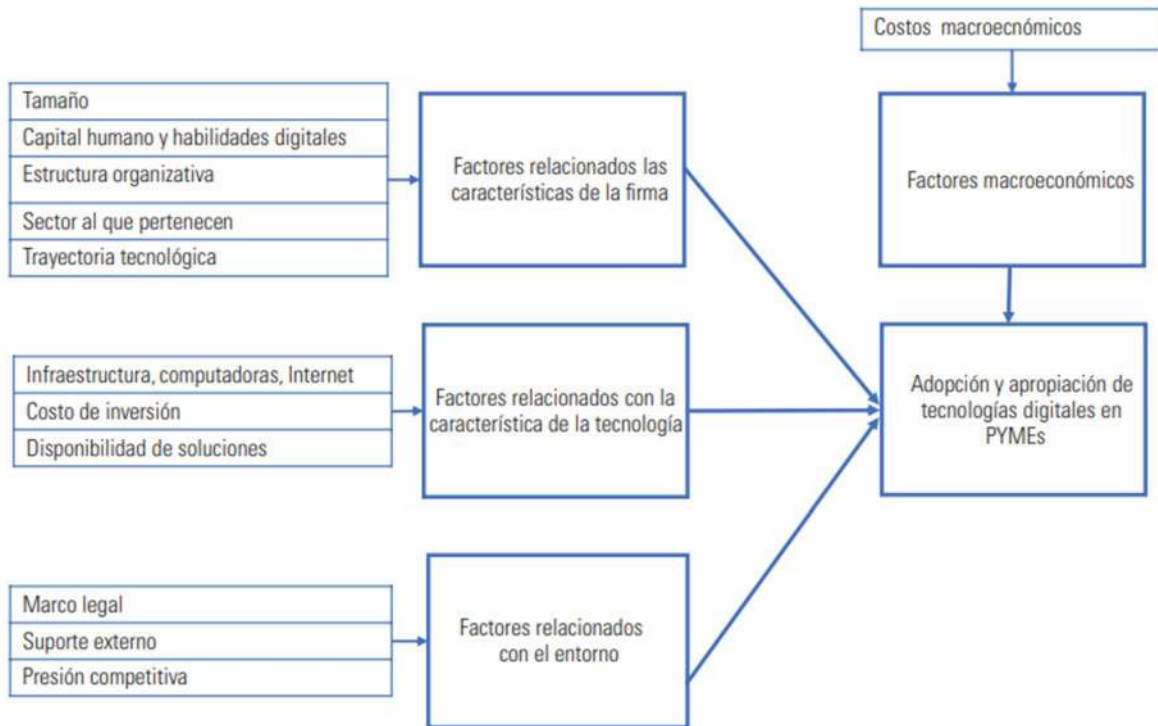


Figura 13: Factores que influyen en la adopción y apropiación de TIC en empresas.

Fuente: Dini et al. (2021).

Adicionalmente, otras fuentes de información identifican directamente obstáculos o barreras hacia la adopción de nuevas tecnologías en las empresas. Es decir, consideran sólo factores con connotación negativa. Por ejemplo, la figura 14 presenta nueve obstáculos definidos en “Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina” (Motta et al., 2019), un estudio cualitativo conformado por el análisis de una serie de casos en micro, pequeñas y medianas empresas industriales de las provincias de Córdoba y Santa Fe. Los primeros cuatro ítems corresponden a aspectos sobre los que las empresas pueden tener un mayor control. Los restantes se encuentran fuera de control de las empresas o bien se derivan de las características estructurales de las mipymes nacionales. A continuación, se describen brevemente todos ellos.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

1. Falta de conocimiento de la tecnología
2. Deficiencias en competencias digitales internas
3. Cultura, hábitos organizacionales y resistencia al cambio.
4. Reducido volumen de transacciones
5. Dificultad de acceso al financiamiento y tamaño de la inversión
6. Limitaciones de la Infraestructura de Conectividad
7. Algunas insuficiencias en la oferta de tecnologías 4.0
8. El elevado grado de diversificación productiva de las mipymes industriales en Argentina
9. Baja sofisticación de la demanda y la propia naturaleza de la actividad productiva de la empresa.

Figura 14: Obstáculos en la adopción de tecnologías digitales en mipymes argentinas.

Fuente: Motta et al. (2019).

La falta de conocimiento del funcionamiento y características de las nuevas tecnologías digitales es un obstáculo particularmente relevante para las empresas que no han iniciado ningún tipo de mejoras de este tipo. A su vez, para iniciar este proceso de transformación es un factor crítico contar con competencias previas en digitalización.

La resistencia al cambio puede aparecer debido a que el cambio de prácticas de trabajo puede parecer costoso y poco claro en cuanto a beneficios, especialmente si los métodos anteriores ya eran efectivos. Además, la aplicabilidad de ciertas tecnologías suele cobrar sentido ante una elevadísima cantidad de transacciones o de clientes, lo que no se aplica frecuentemente a la pyme argentina, que generalmente cuenta con menos de un millón de transacciones mensuales.

La falta de financiamiento adecuado provoca que las inversiones se enfoquen en áreas de menor costo, como la implementación de software y la instalación de sensores. Si existen proyectos superiores, estos avanzan de manera intermitente según la disponibilidad de recursos internos, lo que a veces provoca demoras en su implementación.

Los problemas de conectividad, principalmente la falta de cobertura de red, afectan la recolección de datos de sensores y dificultan su aprovechamiento para análisis de datos.

Las principales insuficiencias en cuanto a oferta pueden tener que ver con no existir mejoras para ciertas maquinarias tradicionales o presentar dificultades en el desarrollo de software a medida.

Una de esas características productivas del tejido Pyme argentino es el alto grado de diversificación productiva de las empresas, que se refleja en un bajo nivel de especialización, tanto a nivel de productos como de procesos. En estos casos, la información generada por

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

sensores y software es menos detallada para procesos individuales que en empresas especializadas. Esto dificulta el uso de tecnologías que requieren grandes volúmenes de datos. Además, la diversificación aumenta la complejidad al implementar tecnologías como el *machine learning* debido a la necesidad de conectar equipos diversos y sistemas de software diferentes, lo que complica el diseño y la interpretación de datos para tareas variadas.

Respecto al obstáculo de la baja sofisticación de la demanda y la propia naturaleza de la actividad productiva de la empresa se refiere a que, en algunas empresas diversificadas o en sectores con procesos simples, la adopción de tecnologías digitales más avanzadas puede no ser considerada necesaria para desempeñarse en el mercado.

Pérez González et al. (2018) hallan un resultado similar en pymes industriales de España, donde la barrera encontrada como la más importante es que este tipo de firmas no considera prioritario o necesario la incorporación de tecnologías en su actividad competitiva y productiva. Luego, en segundo y tercer lugar identificaron la relación costo-beneficio de las inversiones necesarias y la calificación del personal, respectivamente. En cuarto lugar, destacaron un obstáculo no mencionado hasta el momento: la ausencia de un *partner*¹² tecnológico de confianza. Este aspecto generó la consulta a las empresas por cómo debían ser los *partners* tecnológicos apropiados y cómo consideran que debería realizarse el proceso de transformación digital, ofreciéndose como alternativas, la subcontratación a empresas de consultoría, modelos cooperativos supervisados por Universidades, grupos de investigación o administraciones públicas, o personal específico contratado por la empresa. La figura 15 muestra que la opción que obtuvo más puntuación media (4,05 siendo 5 “muy adecuado”) y por tanto preferida para realizar la transformación digital, fueron los modelos cooperativos con universidades o administraciones públicas.

Seleccione cual considera que sería la opción más adecuada para realizar la transformación digital siendo 1 = poco adecuado y 5 = muy adecuado	Valor Medio
Cooperación con universidades y administraciones públicas	4,05
Contratar personal específico por parte de la empresa	3,02
Subcontratar con consultoras	2,60

Figura 15: *Partner* tecnológico más adecuado.

Fuente: Pérez González et al. (2018).

¹² Compañero o socio tecnológico, representa una entidad, empresa o colaborador con el cual se establece una relación estratégica para colaborar en el desarrollo, implementación o soporte de soluciones tecnológicas.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

Para finalizar, se cita nuevamente al estudio realizado por Albrieu et al. (2019) donde también se enlistaron obstáculos similares y se relevó su influencia para los tres tipos de empresas en Argentina según su nivel tecnológico. Como se ve en la figura 16, para los cóndores los dos principales obstáculos identificados son dos aspectos externos: las falencias de la infraestructura de conectividad y deficiencias en los marcos regulatorios. Los alpinistas, por su parte, perciben principalmente la falta de acceso al financiamiento y de recursos humanos capacitados. Respecto a los *trekkers*, señalan como limitantes la cultura de la empresa y el desconocimiento de la tecnología.

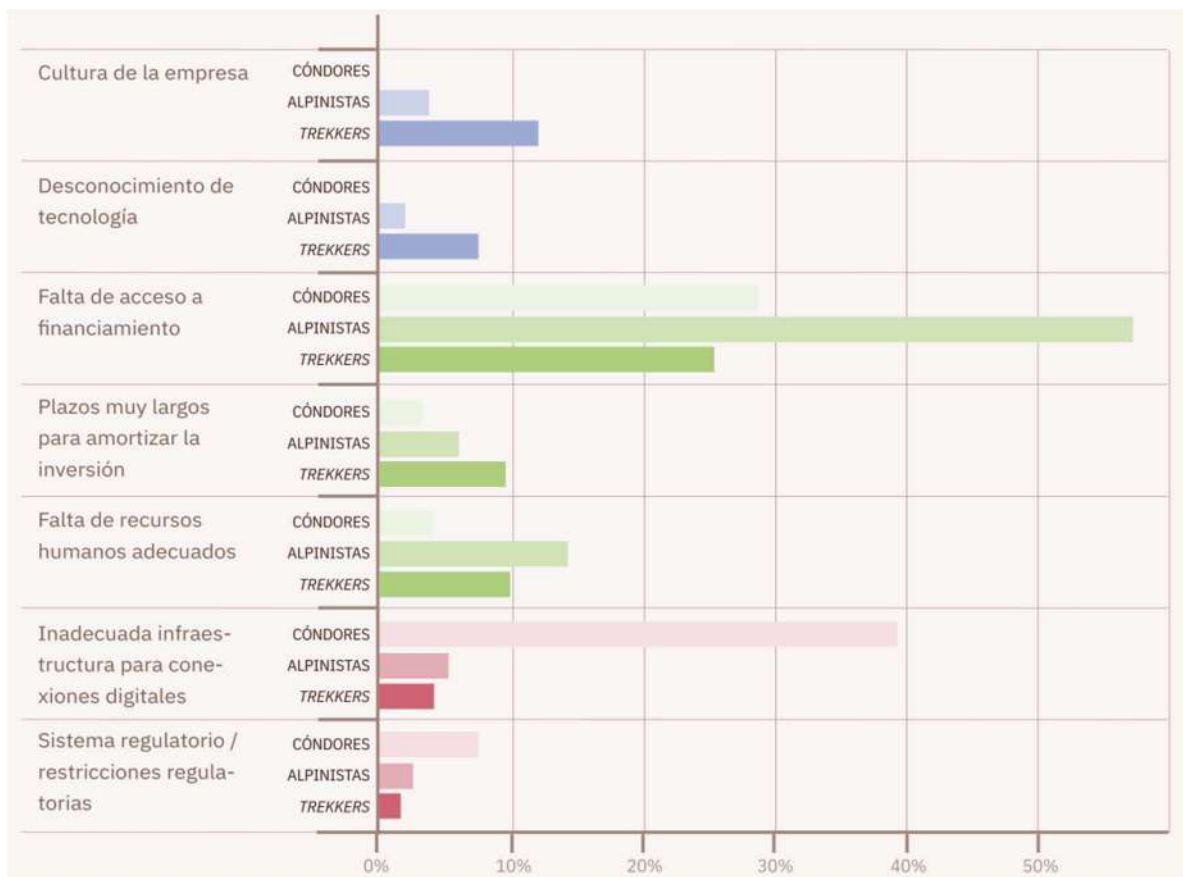


Figura 16: Principales obstáculos para la adopción de tecnologías según grupo.

Fuente: Albrieu et al. (2019).

3. METODOLOGÍA

Para comenzar a analizar el proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense, se caracterizó al sector mediante la revisión bibliográfica de diversos informes de entidades nacionales y provinciales, así como artículos periodísticos específicos de la producción de papa.

El relevamiento de la oferta tecnológica aplicable a la industria de la papa fue realizado mediante un análisis documental de la información relativa a tecnologías 4.0 disponibles en el mercado.

Como fuente principal para los siguientes objetivos se realizaron entrevistas semiestructuradas, sobre una muestra selectiva, intencional y no probabilística. Para la selección de las organizaciones se tomaron criterios funcionales como: tamaño, localización, antigüedad, nivel de tecnología utilizada y ubicación en la cadena de valor.

El banco de preguntas utilizado se diseñó tomando como base encuestas realizadas en tres trabajos de investigación en la temática (Albrieu et al., 2019; Carmona et al., 2020; Fernández Franco et al., 2022). Además, se validó por juicio de expertos (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018): dos investigadoras reconocidas en el área de alimentos y un oferente de tecnologías digitales (ver Anexo I).

Se realizaron 12 entrevistas en total, con una duración entre 30 y 90 minutos cada una, en los meses de agosto y septiembre de 2023. Se agruparon según tres eslabones principales: producción primaria, industria y logística. La cantidad a realizar surgió durante el trabajo de campo a partir de arribar a la saturación teórica de los contenidos que se buscó relevar (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018).

El cuadro 1 resume las empresas entrevistadas destacando el partido bonaerense donde se desempeñan, el eslabón principal al que pertenecen y una estimación de su nivel tecnológico y dinamismo según la clasificación planteada por Albrieu et al. (2019). Se puede observar que también se incorporó la visión externa de dos proveedores de bienes tecnológicos.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

ENTREVISTA	ESLABÓN PRINCIPAL	DESCRIPCIÓN DE EMPRESA	NIVEL TECNOLÓGICO ESTIMADO	LOCALIZACIÓN
E01	Industria	Empresa multinacional integrada	Cóndor	Balcarce
E02	Producción primaria	Productor integrado	Alpinista	Gral. Alvarado
E03	Logística	Transporte a granel	<i>Trekker</i>	Gral. Alvarado
E04	Industria	Empresa multinacional semi integrada	Cóndor	Gral. Pueyrredon
E05	Industria	PyME nacional	<i>Trekker</i>	Balcarce
E06	Producción primaria	Productor integrado	Alpinista	Gral. Alvarado
E07	Proveedor de bienes	Productor de papa semilla	<i>Trekker</i>	Gral. Pueyrredon
E08	Industria	PyME nacional integrada	Alpinista	Balcarce
E09	Industria	Empresa multinacional integrada	Cóndor	Balcarce
E10	Proveedor de bienes	Fabricante de maquinaria agrícola	Alpinista	Balcarce
E11	Industria	Empresa multinacional semi integrada	Cóndor	Gral. Pueyrredon
E12	Logística	Distribuidora de congelados	<i>Trekker</i>	Gral. Pueyrredon

Cuadro 1: Resumen de empresas entrevistadas.

Fuente: Elaboración propia en base a trabajo de campo (2023).

A su vez, el cuadro 2 presenta una descripción integral de los entrevistados, detallando su cargo y antigüedad en el sector papero del sudeste bonaerense, e indicando sobre qué eslabones brindaron información efectiva. Es decir, si bien todos ellos desempeñan roles en empresas específicas de la cadena, su vasta experiencia en el sector permitió realizar complementariamente análisis de sus proveedores como de sus clientes, y en varios casos sobre su competencia. Como se puede observar, prácticamente todos fueron capaces de mencionar al menos un eslabón adicional al que ocupan como principal, lo cual contribuyó a elaborar finalmente una amplia descripción del sector.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

ENTREVISTA	DESCRIPCIÓN DEL ENTREVISTADO	ESLABÓN ANALIZADO		
		PRODUCCIÓN PRIMARIA	INDUSTRIA	LOGÍSTICA
E01	Mecánico, trabaja como oficial de mantenimiento, pero previamente rotó en diferentes puestos durante 23 años en una industria de papa prefrita congelada.	X	X	X
E02	Ingeniero agrónomo, trabajó como director técnico de producción de papa durante 12 años y actualmente lleva adelante un emprendimiento personal de desarrollo de tecnologías digitales para el campo.	X	X	
E03	Socio fundador de empresa de transporte a granel, es el principal administrador de los camiones que conectan el campo con una de las industrias de snacks de papa.	X		X
E04	Ingeniero industrial, actualmente se desarrolla como gerente de operaciones y tiene más de 10 años de experiencia en la industria de papa prefrita congelada.	X	X	X
E05	Ingeniero Industrial, director y fundador de industria nacional de snacks de papa, con 8 años de trayectoria en el mercado.	X	X	
E06	Diseñador industrial, director de empresa familiar de producción primaria y acondicionamiento hace más de 10 años.	X	X	X
E07	Ingeniero agrónomo, copropietario y director de empresa de producción de papa semilla hace 10 años.	X		
E08	Ingeniero mecánico, gerente general de empresa de producción de papa congelada, con 8 años de experiencia en la industria.		X	X
E09	Ingeniera en alimentos, gerente de planta en diferentes sedes de industria multinacional de papa prefrita congelada (Argentina, Colombia, Canadá y Estados Unidos), con más de 20 años de trayectoria en la empresa.	X	X	X
E10	Socio gerente de empresa de maquinarias agrícolas, con 12 años dentro experiencia en el sector papero.	X		
E11	Ingeniero industrial, líder de gestión de manufactura y rendimiento en industria de snack de papa, 7 años de experiencia en la empresa.	X	X	X
E12	Licenciado en Administración de empresas, socio gerente, 20 años trabajando en una empresa distribuidora de papa procesada a cadenas de restaurantes de la zona.		X	X

Cuadro 2: Descripción de entrevistados y detalle de eslabones analizados.

Fuente: Elaboración propia en base a trabajo de campo (2023).

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

Luego, con el objetivo de modelar el proceso de toma de decisiones tecnológicas se describieron los diferentes factores detectados y se categorizaron según diversas tendencias utilizando una matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) para cada una. En cuanto al estudio de las barreras en la adopción de estas tecnologías se partió de las amenazas y debilidades identificadas en el apartado anterior.

El impacto de la tecnología 4.0 y de los factores del desarrollo sostenible en la cadena de valor seleccionada se plasmó con un análisis crítico en base a los ODS aplicables y la visión de triple impacto.

4. DESARROLLO

Para analizar el proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense, se realizó un estudio cualitativo de carácter transversal a todo el sector. Para ello, se utilizaron fuentes tanto primarias como secundarias de información. Para los primeros dos capítulos, dedicados a la contextualización del sector y al relevamiento de las tecnologías 4.0 aplicables al mismo, las fuentes fueron publicaciones, artículos, documentos técnicos, trabajos de investigación, entre otros. Luego, el desarrollo de los siguientes cuatro capítulos se basó exclusivamente en entrevistas realizadas a distintos actores pertenecientes a la cadena global de valor de la papa industria: representantes de empresas dedicadas a la producción primaria, procesamiento industrial y transporte de este producto, junto con proveedores de tecnologías aplicables a este sector.

4.1 Descripción del sector papero del sudeste bonaerense

El sudeste de la provincia de Buenos Aires es reconocido por ser la principal zona de producción de papa en la Argentina, aportando el 55% de las toneladas que se cosechan a nivel nacional (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2023). Como se observa en la figura 16, en los últimos 10 años la superficie sembrada de la región aumentó en aproximadamente 6000 hectáreas (Atucha et al., 2018; Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2023; Argenpapa, 2023). Particularmente el reporte de la campaña 2022-2023 registró un total de 32724 hectáreas, ubicadas principalmente en los partidos de Balcarce, Tandil, Lobería, General Alvarado y General Pueyrredon, tal como se observa en la figura 17 (Argenpapa, 2023).

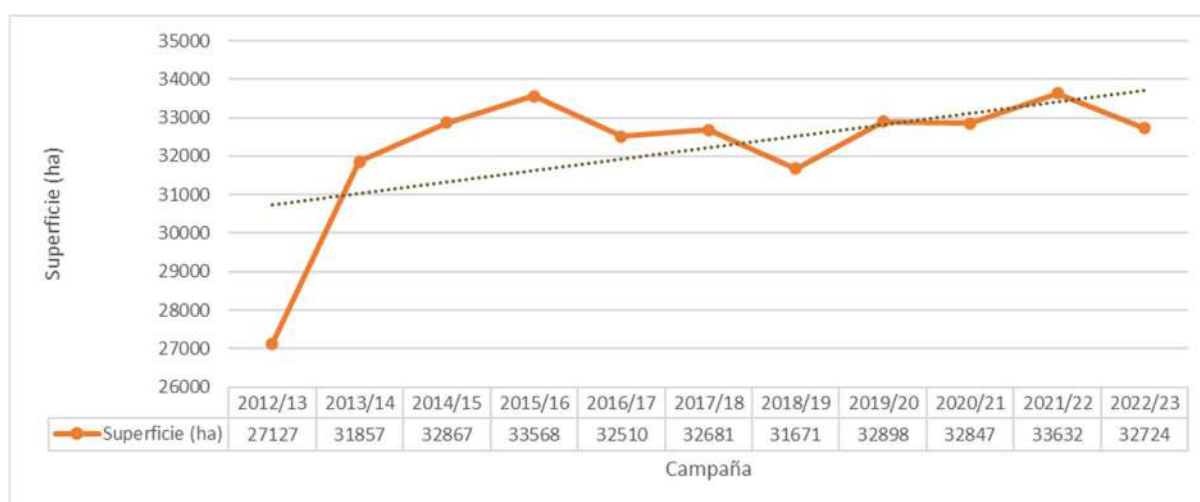


Figura 16: Evolución de la superficie sembrada de papa en el sudeste bonaerense.

Fuente: Elaboración propia en base a Atucha et al. (2018), Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (2023), Argenpapa (2023)

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

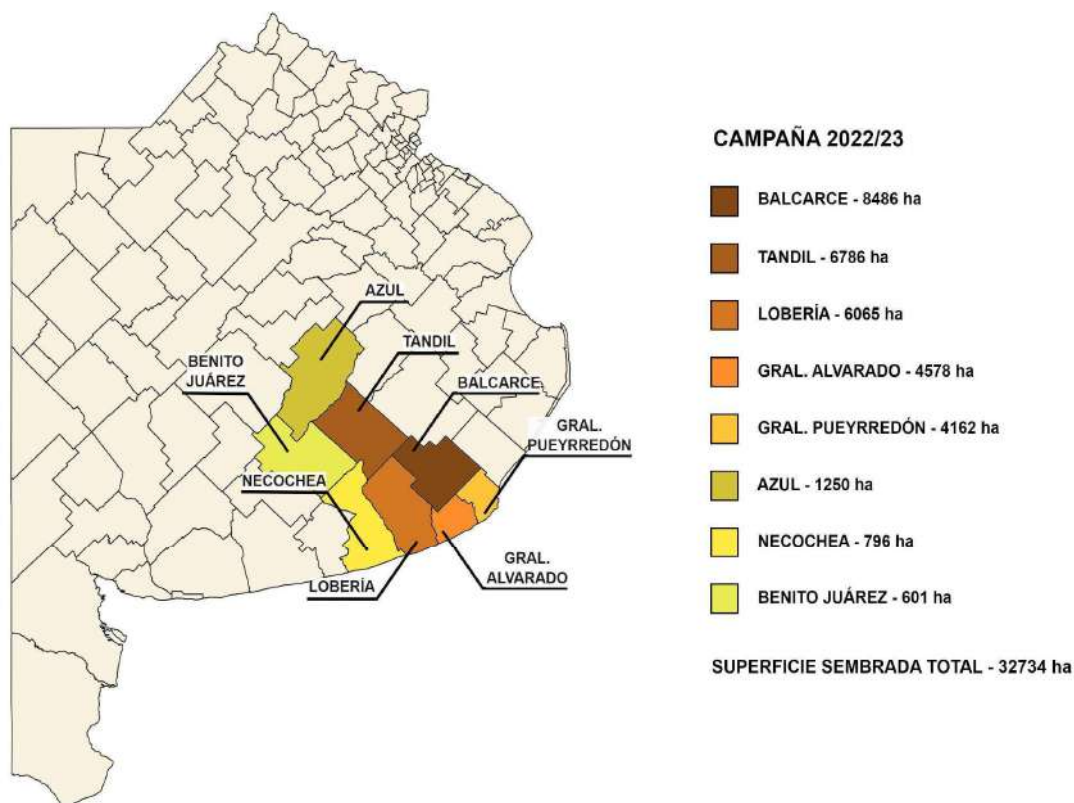


Figura 17: Superficie sembrada de papa en el sudeste bonaerense en 2022-2023.

Fuente: Argenpapa (2023)

A su vez, la producción papera se diferencia en tres destinos: para consumo en fresco, para semilla y para procesamiento industrial. Cada uno de estos tiene una organización de la producción específica, acorde a los requerimientos que se plantean al producto a obtenerse.

La producción para consumo en fresco alcanza casi el 60% de la superficie de la zona (Agritotal, 2023) y generalmente se realiza bajo negocios de tradición familiar que implantan entre 40 y 450 ha, siendo el promedio 220 ha (Bruno et al., 2022). Su comercialización se realiza a través de distintas vías: en chacra a acopiadores, a través de consignatarios en mercados concentradores, directa a supermercados y a exportadores (Posada, 2019).

La papa semilla es la que inicia el cultivo de los otros dos destinos. Se produce en una zona diferenciada, en los partidos de Tres Arroyos, González Chaves y San Cayetano (Desarrollo Agrario, 2017). Esto asegura niveles elevados de sanidad y está estrictamente reglado por el Estado a través del Instituto Nacional de Semillas (INASE). Las variedades de papa más representativas y que más se producen en Argentina son: Spunta, Atlantic, Innovator y Sagitta. Spunta es la que más adaptada está al consumo fresco, Atlantic e Innovator son adaptadas a procesos más industriales (INASE, 2020).

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

Finalmente, la figura 18 presenta la cadena de valor de la papa para procesamiento industrial o “papa industria”, sobre la cual efectivamente se vuelcan los objetivos de este trabajo. La misma fue realizada en base a los trabajos de Napolitano et al. (2011), Castello et al. (2021) y Bruno et al. (2022). Se pueden observar eslabones centrales y auxiliares, asimilables a los conceptos de actividades primarias y de apoyo que plantea la definición de cadena de valor de Porter (1987). A continuación, se caracterizan cada uno de los eslabones centrales.

Producción primaria

Los productores de papa para industria cuentan con un alto grado de tecnificación, operan 425 ha en promedio y se destacan en la implementación de estrategias de agregado de valor mediante la mecanización de los procesos y certificación en normas de buenas prácticas agrícolas, como Global GAP y Rain Forest. Algunos incluso combinan destino a industria con consumo en fresco (Bruno et al., 2022).

A diferencia de la venta para el consumo en fresco, la papa que se destina al procesamiento industrial se trabaja con contratos entre la industria y los productores. De este modo, la industria se asegura un aprovisionamiento regular y previsible, a la vez que los productores conocen el precio y poseen certeza de cobro. Además, el uso de contratos impulsa el seguimiento de estándares de calidad ya que no se realizan pagos por bolsas, tierra, defectos, enfermedades o papas pequeñas (menores de 50 mm), a la par que se puede bonificar por el contenido de materia seca o calidad de fritura que se precise según el posterior procesamiento que se aplique en la papa (Instituto de Desarrollo Rural, 2020).

Acopio y acondicionamiento

El 90% de la superficie de esta región se destina a la siembra de papa de tipo semi-tardío. Esto implica que la siembra se lleva a cabo entre los meses de octubre y noviembre, y la cosecha se realiza desde enero hasta junio (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2023). De esta manera, para los meses en los que no hay cosecha, se almacena papa en cámaras bajo condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y concentración de dióxido de carbono, a la vez que se utilizan inhibidores de brotación. De esta manera se evita que el almidón se desdoble en azúcares perdiendo su calidad industrial (Redepapa, 2018).

Luego, una vez que se requieren para producir, se someten a procesos de acondicionamiento como lavado y cepillado y se realiza una primera selección de descartes, previo a ingresar a industria.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

Particularmente para este eslabón no hay empresas que se dediquen exclusivamente a realizarlo, sino que puede estar integrado tanto por el productor como por la industria.

Industria

Los productos principales son papas prefritas congeladas, snacks y escamas de papa, representando el 30%, 8% y 3% sobre el total de toneladas cosechadas en la región (Agritotal, 2023). Son cinco las firmas que concentran la industrialización de la papa, en su mayoría multinacionales, y en menor proporción existen otras industrias nacionales de baja escala o artesanales (Castello et al., 2021).

Comercialización

La producción regional de papa industrializada destina únicamente el 35% al mercado interno, siendo sus principales clientes los restaurantes, bares, hamburgueserías y cadenas de comida rápida. El resto se exporta a Brasil, con aproximadamente el 86% del total, siguiéndole en importancia, Chile, Uruguay, Bolivia y Paraguay (Castello et al., 2021).

Logística

Dentro de los proveedores de insumos y servicios, destaca el transporte como una parte también fundamental en la cadena, ya que comunica a todos los agentes participantes. Existen dos momentos críticos de traslado, el de la materia prima entre el campo y la industria y el del producto terminado hacia el consumo masivo. Actualmente ambos servicios se tercerizan, quedando a merced de la empresa transportista.

A raíz de este contexto, se decidió realizar el análisis cualitativo del sector en base a tres eslabones: la producción primaria, la industria y la logística. De esta manera, se absorbe la actividad de acopio y almacenamiento en los eslabones de producción primaria e industria, según sea el caso. Respecto a la logística, se incluyó al transporte intermedio como final en conjunto.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

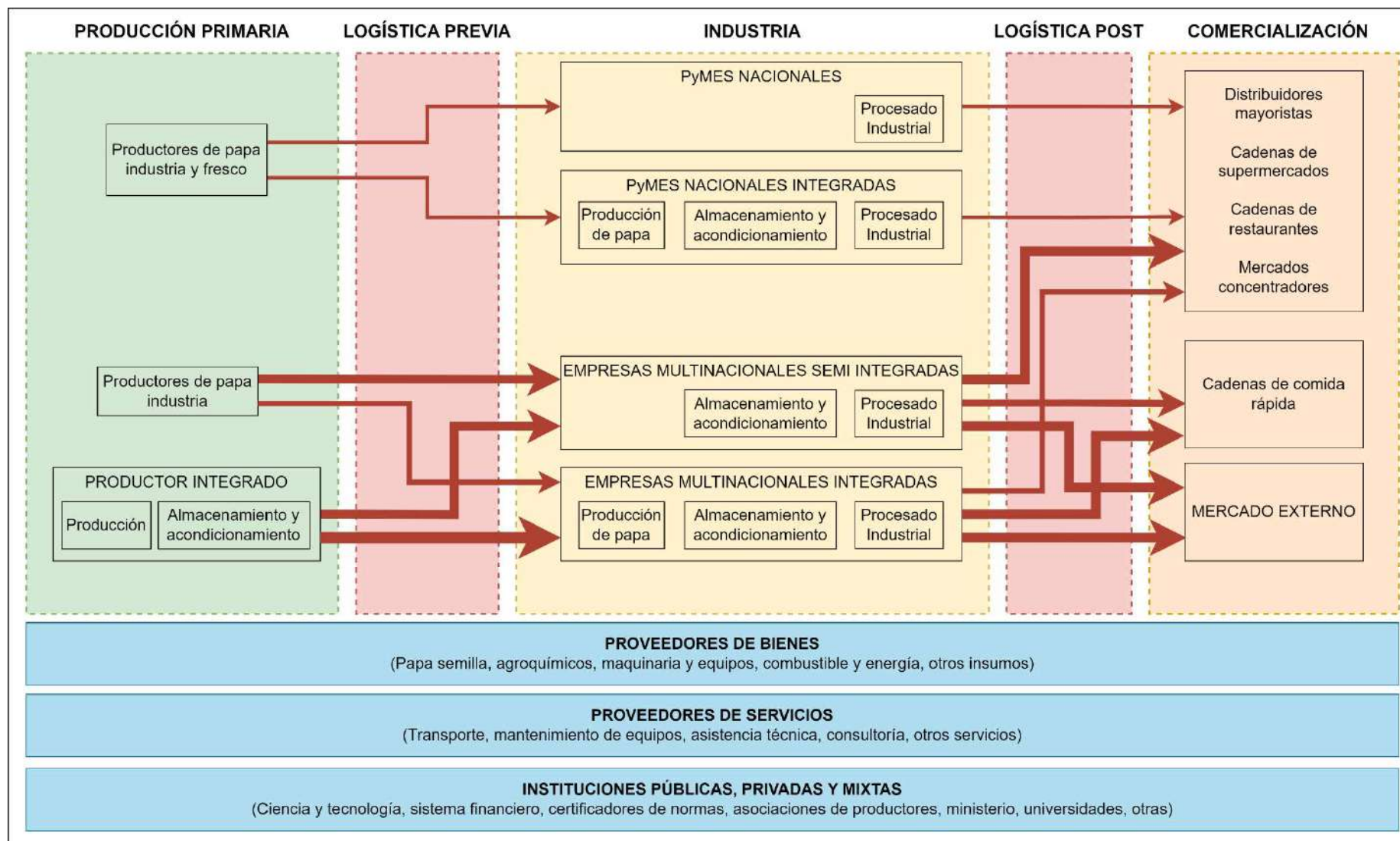


Figura 18: Cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense.

Fuente: Elaboración propia en base a Napolitano et al. (2011), Castello et al. (2021), Bruno et al. (2022) y trabajo de campo.

4.2 Relevamiento de la oferta de tecnologías digitales aplicable concretamente a la cadena de valor seleccionada

El listado de tecnologías pertenecientes a la industria 4.0 presentado a continuación se basa en una recopilación documental sobre cuáles de éstas están siendo utilizadas o se encuentran en desarrollo, particularmente en la industria de la papa.

Robots autónomos

En la agricultura, los robots autónomos desempeñan un papel fundamental, destacando especialmente en el uso de pilotos automáticos para la siembra y cosecha de papas. Estos equipos utilizan avanzados sistemas de guía automática con GPS y corrección satelital para lograr un posicionamiento preciso en los surcos de cultivo. Esta precisión se traduce directamente en una notable mejora en la eficiencia del trabajo, al evitar los errores causados por la fatiga o la variabilidad humana en jornadas laborales extensas (Bertello, 2011).

Gracias a esta tecnología, el operador se concentra en tareas específicas, como supervisar el correcto funcionamiento de la maquinaria y el tractor a través de la pantalla. Además, se pueden extender las jornadas laborales hasta altas horas de la noche, en situaciones donde la visibilidad del marcador sería limitada, dificultando discernir la línea entre surcos.

Existen diversos proveedores de esta tecnología, con diferentes opciones de precisión. Entre los más representativos se encuentran las marcas norteamericanas John Deere, Trimble y Kinze (Villaruel et al. 2014). A nivel nacional, existen empresas que están comenzando a fabricar este tipo de soluciones, por ejemplo, Plantium.

Simulación

La tecnología de simulación se utiliza para plantear escenarios pilotos y analizar cuáles serán los resultados para los distintos eslabones de la producción de papa.

En la agricultura, es posible simular cómo es el crecimiento y desarrollo de la papa ante distintos contextos de cosecha como condiciones climáticas, disponibilidad de agua y nutrientes del suelo, dinámica del carbono y varias interacciones bióticas con el cultivo (Divya et al., 2020). También se puede utilizar esta tecnología para analizar cómo mejorar el rendimiento de diferentes maquinarias agrícolas. Por ejemplo, Granados Parado y Granados Parado (2021) diseñaron mediante un modelo de simulación una cosechadora con un menor

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

efecto de ennegrecimiento en la papa a partir de disminuir los golpes y magulladuras que le produce.

Dentro de la industria, se puede desde estudiar qué efectos produce la variación de la temperatura interna y humedad de la papa cuando se encuentra almacenada (Pérez sueldo, 2014), hasta automatizar una línea de producción entera para reducir los desperdicios producidos (Cabezudo Ravichagua, 2021).

Sistemas de integración horizontal y vertical

Los sistemas de integración horizontal se utilizan para comunicarse entre los distintos departamentos de una empresa. Esto permite que, por ejemplo, el departamento de ventas y el de producción funcionen en conjunto y que lo que produce uno sea vendido totalmente por el otro, y viceversa. En este caso, el más utilizado en la industria es el software europeo SAP.

En cuanto al campo, son reconocidos los sistemas Albor y Agrobot ya que ofrecen funcionalidades clave como planificación agrícola, gestión de cosechas y stock, control de insumos, análisis de rendimientos y costos, seguimiento de contratos de venta, entre otros.

A su vez, los sistemas de integración vertical sirven para que exista una trazabilidad completa de la papa desde que se siembra en el campo hasta que llega a manos de los distintos distribuidores. Esta información debe ser muy precisa para que ante cualquier eventualidad se pueda hacer un seguimiento y determinar la causa del problema.

Internet de las cosas

El internet de las cosas es una de las tecnologías con múltiples funciones a lo largo de toda la cadena de valor de la papa. Sistemas de monitoreo para los cultivos (León y Sánchez, 2020), equipos autónomos de riego (Bazán et al., 2022), interconectividad para la reducción de desperdicios de la papa (Jagtap et al., 2019), son algunos de los muchos usos que se da a esta tecnología en la industria.

La empresa Formagro, dentro de su catálogo de productos, cuenta con maquinarias que permiten un seguimiento en vivo de la cosecha y de la medición de temperatura de la papa para automatización de la altura de descarga al camión. Otro de sus productos es un monitor para medir el rendimiento de cosechadoras, gracias a un sistema de recolección de datos de manera instantánea (Formagro, 2023).

Empresas como Valley comercializan plataformas de software que ayudan a tomar decisiones por medio de imágenes satelitales o sensores ubicados en los pivotes, que por ejemplo detectan malezas o plagas y pueden sugerir aplicar algún defensivo.

Inteligencia artificial

La inteligencia artificial es muy utilizada para agregar a los equipos la capacidad de tomar decisiones en base al análisis de información. Uno de los usos más relevantes que tiene es el de analizar imágenes de los campos y obtener información como la presencia de enfermedades o plagas, la cantidad de cultivo plantado, el estado del suelo, entre otros. El funcionamiento de estos programas está explicado en trabajos como el de Roa (2023) o el de Cristiano Muñoz y Flórez Valencia (2023).

Este análisis de imágenes también se puede utilizar mediante el uso de drones. Un ejemplo es el conteo de producto de forma automática (Rojas et al., 2022).

También es muy utilizada para mejorar la eficiencia de las máquinas en el proceso de manufacturado de la papa, como cortadoras, peladoras, separadoras y demás equipos. Las mismas funcionan procesando enormes cantidades de imágenes, las cuales utilizan para determinar en qué lugar exacto de la papa se debe realizar la operación (Bracero Vallejo, 2023).

Ciberseguridad

La ciberseguridad se utiliza para proteger los datos confidenciales de las empresas. Toda la información relacionada no solo a la trazabilidad de la papa sino al estado de los equipos o datos en tiempo real son protegidos con este tipo de tecnología (Jove et al., 2021).

Algunos estudios aseguran que esta tecnología es fundamental para la protección de la propiedad intelectual y la privacidad, los sistemas y los productos conectados existentes en las empresas (Joyanes Aguilar, 2016).

Computación en la nube

Todo tipo de información que requiera de ser consultada en tiempo real desde cualquier parte se almacena en un sistema de computación en la nube.

Si hablamos de esta tecnología para manejo de información en general, como registros, reporte de datos, comunicaciones interdepartamentales y demás, las empresas tecnológicas más grandes del mundo ofrecen herramientas, algunas incluso gratuitas, para este fin. Entre ellas se destacan Microsoft, Google Cloud, Salesforce, Amazon e IBM, entre otras (Martínez Galiana, 2021).

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

El estado del campo, la trazabilidad del producto y los parámetros de los equipos son algunos de los datos que se pueden almacenar con esta metodología para luego usar en los procesos productivos (Acuña et al., 2017).

La gestión de las actividades de la empresa que son ajenas al proceso productivo en sí también puede desarrollarse gracias a la computación en la nube. Un ejemplo son las aplicaciones que gestionan las ventas del sector agrícola (Abuchaibe Manzano y Gómez Durán, 2021).

Impresión 3D

La impresión 3D aún no es utilizada en gran medida en la industria de la papa. Uno de sus principales usos es el de elaborar alimentos con formas y figuras particulares mediante la impresión utilizando puré de papas como insumo principal (Boissonneault, 2019).

Otro uso que tiene es el de impresión de piezas o repuestos requeridos por las máquinas que integran el proceso productivo. Idaho Steel es una de las compañías de más renombre que se dedica a la elaboración de este tipo de impresoras (Idaho Steel, 2023).

Por el momento, se siguen realizando estudios para elaborar distintos materiales basados en los residuos de la papa para su utilización en la impresión 3D (Gascón Martínez De Quel, 2020).

Realidad aumentada

La realidad aumentada es utilizada en el ámbito educacional para modelar y replicar el proceso productivo de la elaboración de este tipo de productos. Existen empresas que utilizan esta herramienta para aumentar su imagen de mercado, ya que pueden ofrecer a sus clientes experiencias relacionadas con el uso de sus productos (Osorio Cárdenas, 2019).

Otro de los usos que se le puede dar a esta herramienta es el de planteo de escenarios con el objetivo de encontrar soluciones a distintos tipos de problemas. La empresa AgroSpray es una de las que utiliza esta herramienta para la capacitación y mejora en la toma de decisiones de sus trabajadores (AgroSpray, 2019).

Dentro de los estudios realizados en cómo incorporar esta tecnología a la industria se encuentra el de usarla como herramienta en el diseño de sistemas de guiado GPS en los tractores agrícolas (Santana Fernández et al., 2016).

Analítica de macrodatos

Es necesario destacar que todos los sistemas de inteligencia artificial requieren de un entrenamiento previo basado en los macrodatos. Tiene un uso muy fuerte en lo relacionado al análisis del estado de los campos, sistemas de clasificación del producto, control de variables, análisis de rendimientos y todo tipo de sistema que requiere del procesamiento de grandes cantidades de información en poco tiempo.

Aquí es donde se recuperan los trabajos mencionados anteriormente, análisis de campos para la detección de enfermedades (Roa, 2023 y Cristiano Muñoz y Flórez Valencia, 2023), conteo automático de productos (Rojas et al., 2022), mejora en la eficiencia de los equipos productivos (Bracero Vallejo, 2023).

Para finalizar este apartado, la figura 19 presenta una clasificación de las diversas tecnologías descritas según su frecuencia de aparición en la bibliografía relevada, establecida según el tamaño de la burbuja y evaluada mediante apreciación cualitativa. Se puede observar que los pilares computación en la nube, inteligencia artificial y analítica de macrodatos son las más representativas.

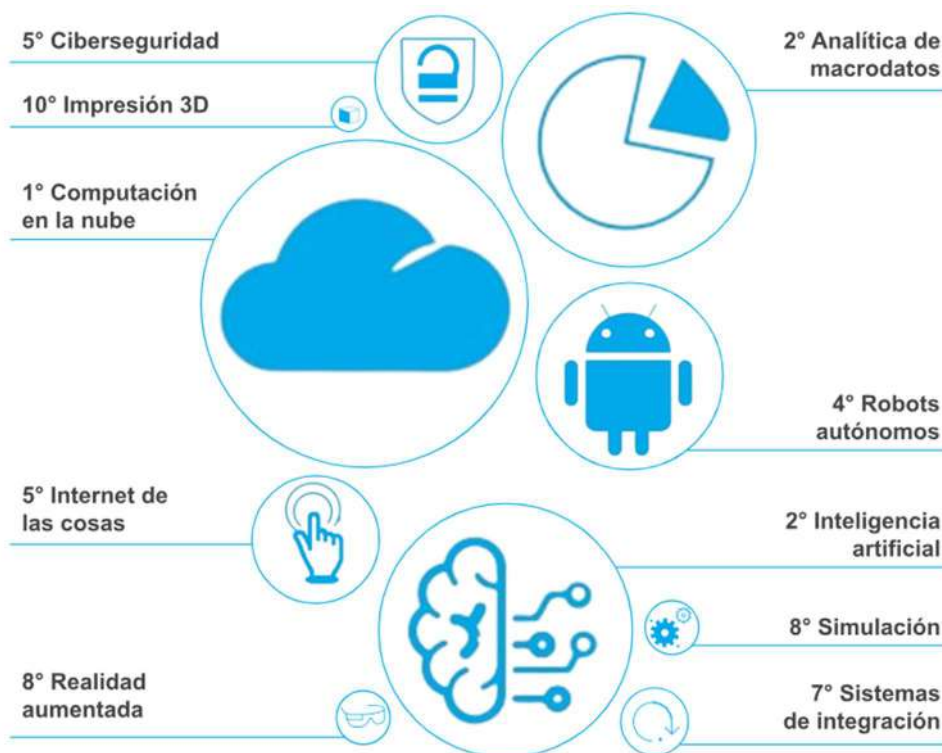


Figura 19: Aplicación de tecnologías 4.0 según eslabón de la CV.

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Descripción del stock de tecnologías 4.0 que poseen las empresas regionales de la cadena en sus procesos de agregado de valor

En este apartado las tecnologías descritas corresponden exclusivamente a las respuestas obtenidas durante las entrevistas realizadas a los diferentes participantes del sector. Esto no significa que la totalidad de las empresas de un eslabón hagan uso de las mismas tecnologías, simplemente se mencionan todas las relevadas en cada grupo. Cabe destacar que este desarrollo se obtuvo como resultado de las preguntas pertenecientes al bloque 1 del cuestionario, adjunto en el Anexo I.

Producción primaria

En este eslabón se destacan las sembradoras y cosechadoras dotadas de piloto automático, y los sistemas de riego por pivot central, que combinan tecnologías como robótica autónoma e internet de las cosas para lograr un trabajo notablemente más eficiente que si fuera realizado por operarios.

Además, se utilizan drones con el fin de detectar problemas en el suelo y en el cultivo en sí, los cuales poseen una combinación de inteligencia artificial y analítica de macrodatos. Toda la información es almacenada en la nube para realimentar el sistema y mejorar la calidad de la cosecha. A su vez, estos dispositivos pueden incluir como accesorio rociadores de fumigación que permiten una pulverización localizada en áreas afectadas.

Las cámaras de almacenamiento de papa deben conservar determinadas condiciones de temperatura y humedad, las cuales se garantizan gracias al uso de sensores que permiten su monitoreo remoto.

Industria

La papa al llegar a la industria atraviesa una sucesión de procesos entre los que se encuentran el lavado, pelado, cortado, prefrito, congelado y almacenado. A lo largo de toda la línea existen múltiples instancias de inspección en donde una combinación de inteligencia artificial, analítica de macrodatos y robots autónomos hacen posible que una serie de equipos separen el producto deseado del no deseado. Ejemplos de esto se dan en la separación de papas respecto de las piedras, y de bastones con imperfecciones de los que no las tienen.

El almacén de frío ubicado al final de la cadena productiva está dotado de robots autónomos, los cuales organizan el sector ubicando el producto.

La mayor parte de la información de los procesos está almacenada mediante la computación en la nube, lo cual permite una trazabilidad total para tanto proveedores como

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

clientes. Adicionalmente, cuentan con un sistema de ciberseguridad que permite proteger toda esa información.

Logística

Este eslabón es el que menos aplica tecnologías 4.0 hasta el momento. Su principal uso se encuentra en un sistema que permite visualizar el posicionamiento de cada uno de los camiones en tiempo real. Luego, esta información es almacenada en la nube y utilizada para analizar formas de hacer más eficientes los procesos, estudiando rutas óptimas con el fin de disminuir el uso de combustible.

Finalmente, el cuadro 3 muestra un resumen de la aplicación de tecnologías 4.0 según qué eslabón de la cadena se trate.

Tecnologías 4.0	Eslabón		
	Producción primaria	Industria	Logística
Robots autónomos	✓	✓	
Simulación			
Sistemas de integración	✓	✓	
Internet de las cosas	✓	✓	
Inteligencia artificial	✓	✓	
Ciberseguridad	✓	✓	
Computación en la nube	✓	✓	✓
Impresión 3D			
Realidad aumentada			
Analítica de macrodatos	✓	✓	

Cuadro 3: Aplicación de tecnologías 4.0 según eslabón de la CV.

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

Se puede observar que la industria regional se encuentra casi completamente digitalizada, mientras que la producción primaria actualmente utiliza sólo un 50% de los pilares tecnológicos. Por su parte, la logística parece aún no haber comenzado un proceso de transformación digital.

Otro aspecto para destacar es que tecnologías como la simulación, la impresión 3D y la realidad aumentada no han sido nombradas por ninguno de los entrevistados. Esto resulta razonable con la oferta de tecnologías relevada en el apartado 5.2, ya que casi no se encontraron proveedores de ninguna de las tres herramientas mencionadas, sino que solo se mencionaron investigaciones en proceso o prototipos.

De manera complementaria, la figura 20 muestra en qué proporción fueron mencionadas en las entrevistas.

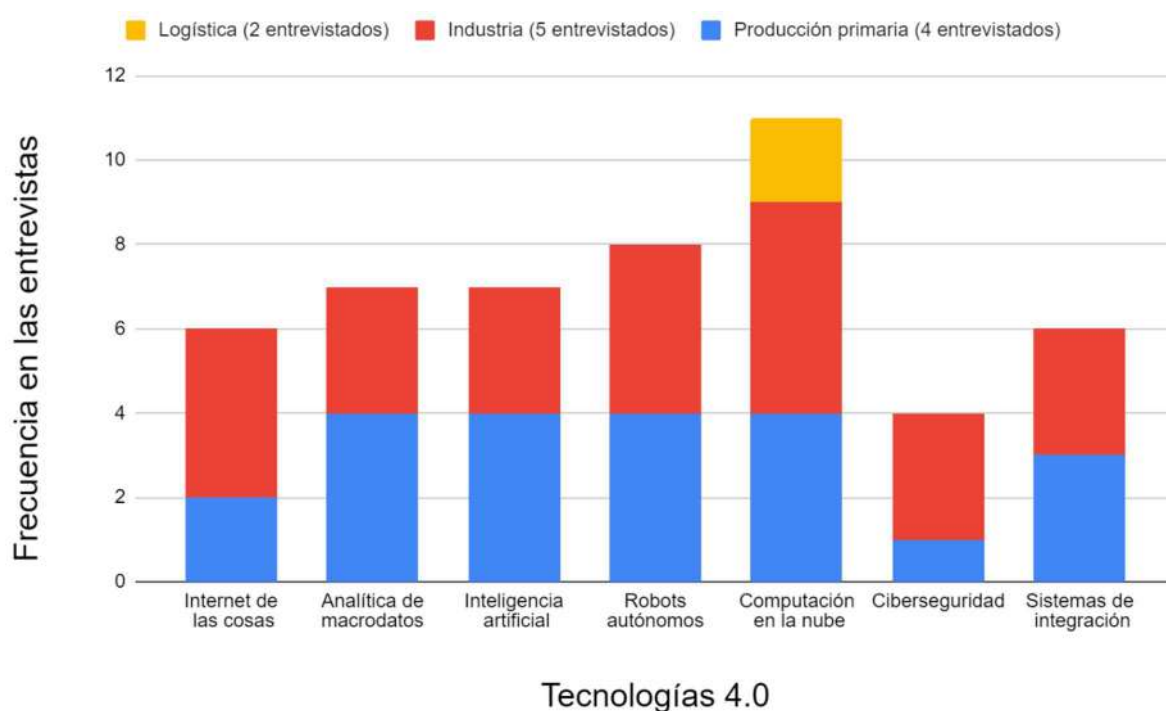


Figura 20: Aplicación de tecnologías 4.0 según eslabón de la CV y su frecuencia.

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas.

Se puede observar que la computación en la nube fue mencionada por casi la totalidad de los entrevistados, representando una tecnología presente en los tres eslabones analizados y la única en el sector logístico. La ciberseguridad se aplica en el 60% de las fábricas entrevistadas mientras que sólo en el 25% de la producción primaria. La robótica autónoma y los sistemas de integración aparecen en igual proporción en la industria y en el campo. Por último, las herramientas de inteligencia artificial y analítica de macrodatos resaltaron en el sector agropecuario, mientras que el internet de las cosas en las plantas industriales.

4.4 Modelado del proceso de toma de decisiones tecnológicas

Modelar el proceso de toma de decisiones tecnológicas de una empresa implica identificar cuáles son los factores tanto internos como externos que influyen al momento de aprobar o no la adopción de nuevas tecnologías en el agregado de valor a sus productos (Mantulak et al., 2016).

El objetivo de este apartado es describir los factores influyentes específicamente en las empresas participantes de la cadena de valor seleccionada, clasificadas según los eslabones de producción primaria, industria y logística. Los mismos fueron determinados a raíz de detectar similitudes de comportamientos, intereses o dificultades en las respuestas de los entrevistados al bloque 2 del cuestionario utilizado, presentado en el Anexo I.

A continuación, se desarrollan los 10 factores hallados, clasificados según si son de carácter interno o externo a las firmas tal como se muestra en el cuadro 4.

Factores Internos	Factores Externos
Capital disponible	Existencia de tecnología
Competencias digitales	Facilidad de aplicación
Cultura organizacional	Presión de la cadena
Conocimiento de las tecnologías	Soporte externo
Percepción del ritmo de recuperación de inversión	Contexto macroeconómico

Cuadro 4: Listado de factores identificados en la toma de decisiones tecnológicas.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1 Factores internos

Capital disponible

Los recursos económicos propios de cada empresa no solo deben ser suficientes para afrontar los costos de adquirir nuevas tecnologías, sino también estar dispuestos a utilizarse con ese propósito. La primera observación hallada fue que esta disponibilidad de capital se vincula directamente con el volumen de producción de la empresa. A medida que aumenta la escala productiva, más eficiencia se necesita y por tanto se vuelve más atractiva la inversión en innovación. En contraparte, las empresas con menores recursos no consideran el proceso de digitalización como una de sus prioridades y eligen destinar su capital en otras áreas del negocio.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

Los ejemplos más claros se vieron entre las industrias de un mismo producto. Las fábricas *trekkers* o alpinistas utilizan la maquinaria parcial o completamente manipulada por personas, quienes se encargan de cargar los diferentes registros de control de calidad en la nube a través de sus teléfonos móviles. Los cóndores poseen toda su línea de producción automatizada con almacenamiento en tiempo real de los diferentes parámetros de interés y diferentes sensores y alarmas que se activan ante cualquier inconveniente.

Respecto a los productores de papa industria, en general manejan volúmenes de producción similares entre sí, los cuales se consideran altos si se comparan con los productores para consumo en fresco. En su caso, la inclinación por tecnologías de agricultura de precisión pasa exclusivamente por buscar el ahorro en insumos a partir de optimizar su uso.

Otro aspecto que condiciona a este factor es el origen del capital. Las tres industrias multinacionales entrevistadas explicaron que las decisiones asociadas a la modernización de los procesos productivos se gestionan desde sedes regionales, ubicadas en el exterior. Al trabajar por zonas geográficas, los presupuestos recaen sobre varias plantas, implicando que las mejoras sean progresivas entre ellas y, por tanto, ciertamente limitadas.

Competencias digitales

La incorporación de tecnologías 4.0 no significa únicamente adquirir maquinarias o softwares avanzados, sino que requiere de un equipo de trabajo capaz de interpretar los diferentes datos que se generan con las herramientas digitales y así poder utilizarlos para decidir cómo producir más eficientemente. Para ello, se necesitan habilidades técnicas en inteligencia artificial, computación en la nube, sensores inteligentes, internet de las cosas, entre otras.

En el ámbito agropecuario, resulta difícil mantener un equipo de profesionales debido a la naturaleza intensiva del trabajo, que requiere semanas de presencia en el campo y jornadas laborales extensas. Únicamente se cuenta con ingenieros agrónomos que recorren el cultivo una vez a la semana, los cuales generalmente son enviados por las industrias clientes. Es por esto que la incorporación de tecnologías se ve retrasada, ya que podría significar la pérdida de puestos de trabajo debido a que las máquinas reemplazan al hombre, lo cual las empresas tratan de evitar.

En las líneas de producción industriales ocurre algo similar, a la par de las nuevas tecnologías se crean nuevas responsabilidades o tareas que requieren un nivel de conocimiento que generalmente el personal de planta no tiene. Ante esta situación puede

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

ocurrir que las empresas destinen recursos para la capacitación digital del personal o directamente ofrezcan rotaciones con otros puestos que no demanden tantas competencias técnicas. Todos los entrevistados destacaron que la decisión depende básicamente del interés personal que presenten los colaboradores frente a la formación en habilidades distintas a las rutinarias.

Por su parte, los casos identificados como *trekkers* indicaron que la principal razón por la cual no iniciaron su camino hacia la digitalización es precisamente la falta de personal capacitado para ejecutarlo. En contraste, los alpinistas y cóndores suelen contratar recursos humanos con la formación necesaria para llevar a cabo sus distintos proyectos tecnológicos.

Cultura organizacional

La cultura de una empresa puede tener un impacto tanto positivo como negativo en la implementación y uso de nuevas tecnologías. Para comprender esta influencia, es crucial considerar aspectos tales como si la innovación está arraigada en los valores de la organización y si la alta dirección y los colaboradores se involucran activamente en la gestión del cambio tecnológico. A su vez, en este factor el origen del capital de las empresas vuelve a desempeñar un papel importante.

En las industrias de papa multinacionales, estimadas como cóndores, la búsqueda constante de innovación tecnológica representa una prioridad. Como ya se mencionó, la gestión estratégica de los recursos tecnológicos depende de comités de decisión regionales. Estos son los encargados de determinan constantemente aspectos a modernizar, a la vez de que se toman el tiempo de planificar detalladamente cómo se llevará a cabo el proceso, cuándo se implementará y en qué planta de la respectiva región.

En las empresas agropecuarias generalmente prevalece una estructura familiar con un equipo de menos de 20 personas, muchas de los cuales tienen una larga trayectoria dentro de la firma. Esta configuración usualmente conduce a un proceso de toma de decisiones relajado y una adopción gradual de tecnología con cambios pequeños y pausados en el tiempo. A su vez, el hecho de que el personal presente una amplia experiencia en la empresa a menudo genera resistencia al cambio en cuanto a la implementación de nuevas tecnologías, ya que está acostumbrado a métodos de producción ya establecidos.

Por último, para el sector logístico no resulta indispensable la adopción de tecnologías como estrategia de diferenciación. Esto se debe a que los camiones son el único medio de transporte utilizado, no se compite con otras opciones de eficiencia superior tales como barcos o trenes.

Conocimiento de las tecnologías

Conocer la oferta tecnológica es fundamental para comprender plenamente su alcance y utilidad en el agregado de valor. Esto implica estar al tanto de los diversos tipos de aplicaciones disponibles, comprender cómo se implementan en la práctica y evaluar los beneficios que pueden aportar a las operaciones. Además, es esencial considerar aspectos como la forma de adquirirlas y su costo, entre otros.

En el marco de esta investigación, durante el bloque 1 del cuestionario, el 60% de los entrevistados demostró no tener un conocimiento claro del concepto "nuevas tecnologías digitales". Sus respuestas iniciales se centraban en la automatización de tareas repetitivas, pero no se destacaba su potencial para el relevamiento de datos que impulsan la toma de decisiones estratégicas. Frente a esto, fue necesario proporcionar una contextualización teórica de las diferentes herramientas que incluye la industria 4.0.

Un ejemplo de esta percepción limitada se reflejó en las palabras de los productores, quienes mencionaron que sólo utilizaban los tractores de piloto automático para mantener líneas de siembra perfectamente rectas, sin reconocer las múltiples funcionalidades que ofrecen estos equipos, como la configuración de mapas de diseño del lote, la recopilación de información sobre las densidades de siembra utilizadas en el terreno y la capacidad de realizar siembras variables, entre otras.

Las empresas de transporte también manifestaron su desconocimiento acerca de las posibles herramientas tecnológicas que podrían aplicar en sus operaciones, aparte de las que ya tienen. En contraste, el eslabón industrial en general demostró un mayor conocimiento en el tema, siendo capaz de enumerar las aplicaciones que emplean actualmente e identificar aquellas que podrían incorporarse en el futuro.

Percepción del ritmo de recuperación de inversión

La adquisición e implementación de tecnología 4.0 a menudo implica un costo significativo en términos de compra de equipos, software, capacitación y posiblemente cambios en la infraestructura. Cuanto mayor sea la inversión inicial, mayor será la necesidad de evaluar cuánto tiempo tomará recuperarla. A su vez, dicho tiempo de retorno puede variar significativamente según el volumen de producción de la empresa. La principal razón detrás de esta variación está en la naturaleza de las mejoras de eficiencia que pueden lograrse y cómo se traducen en ingresos y costos para cada tipo de empresa.

Las industrias de papa multinacionales están dispuestas a invertir en mejoras de eficiencia en sus procesos ya que suelen provocar sustanciales incrementos en sus

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

ganancias, pero les interesa principalmente que se recupere muy rápidamente su inversión. Por ejemplo, en un corto plazo que pueden ser 6 meses o 1 año, lo cual actúa como un limitante a la hora de optar por incorporar nuevas tecnologías.

Para los productores agropecuarios, por el contrario, el capital que se debe invertir para su modernización puede conllevar plazos de amortización más extensos debido a no generarse beneficios económicos inmediatos. De todos modos, esto no resulta un obstáculo para su adopción tecnológica, ya que su percepción del corto plazo es más flexible, pudiendo ser de hasta dos o tres ciclos de cosecha sin problema. Considerando esto, se retoma la observación de que sus procesos de toma de decisión son más descontracturados.

Respecto al transporte, la inversión en tecnología está incluida en el propio costo de adquisición de los camiones, ya que los sistemas de geolocalización y sensores monitoreo están incorporados en las nuevas unidades. De esta manera, la percepción del ritmo de recuperación de la inversión termina siendo el propio de la compra del camión.

4.4.2 Factores externos

Existencia de tecnología

La oferta de tecnologías 4.0 es amplia, pero su aplicabilidad y disponibilidad no son funcionales a todas las industrias. La mayoría de las aplicaciones se orientan a procesos de producción estandarizados y de grandes volúmenes.

Particularmente la producción y el procesamiento de la papa tienen un alto grado de estandarización por ser un producto de alto rendimiento que justifica su cultivo exclusivo. Por esta razón es posible encontrar diversos equipamientos avanzados para la producción agropecuaria e industrial. Sin embargo, la mayoría fueron fabricadas por y para grandes empresas, lo cual condiciona su adquisición a las pymes nacionales o *trekkers*.

Por su parte, el sector logístico indicó que aún no existen tecnologías que puedan aumentar de manera notable su eficiencia. La única aplicación que adquirieron fue el sistema de monitoreo en su flota de vehículos, que, si bien contribuye a una mayor integración con diferentes áreas de la cadena de valor, no les genera una mejora económica directa.

Por último, otro aspecto que destacó en las entrevistas es que prácticamente la totalidad de las maquinarias que utilizan en el campo y en la industria son de origen extranjero, principalmente de los países de Holanda y Alemania. Sin embargo, actualmente se están

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

desarrollando cada vez más tecnologías digitales para este rubro a nivel nacional, por lo que resulta una oportunidad comenzar a apostar por productos locales.

Facilidad de aplicación

Dependiendo del tipo de tecnología a adquirir pueden aparecer diferentes dificultades para su adopción a causa de falta de proveedores locales, limitaciones o demoras en las importaciones, necesidad de técnicos especializados para su instalación, entre otros. Esto se debe tener en cuenta ya que varía dependiendo del eslabón productivo al que la empresa se dedica, dado que cada eslabón utiliza el conjunto de tecnologías que le es útil.

En las fábricas cóndores, dada la necesidad de últimas tecnologías y para grandes volúmenes de producción, deben recurrir a la importación de equipos extranjeros ya que la industria local no puede satisfacer estas necesidades. Además, estos ajustes suelen realizarse durante las paradas anuales de la planta, que duran aproximadamente 15 días. Las intervenciones pueden abarcar desde la incorporación de nuevas herramientas para recopilar datos hasta la sustitución completa de equipos o sistemas, lo cual puede demorar mucho más tiempo. A su vez, las mejoras significativas no se notan hasta que se completa la actualización de toda la línea de producción, ya que cualquier mejora en un solo equipo puede afectar el equilibrio general de la producción.

En las plantas alpinistas, la transición tecnológica tiende a ser más gradual ya que el uso de recursos es más limitado, lo cual condiciona las opciones de adopción de tecnologías. Los cambios en el equipamiento se producen de manera progresiva a lo largo del tiempo y generalmente mantienen la velocidad de producción sin causar un desequilibrio significativo en las eficiencias de la línea. Existe una mayor flexibilidad en qué equipos adquirir, lo cual permite recurrir a los proveedores locales en desarrollo, buscando tecnologías cuya instalación no sea compleja.

En el caso de los productores agropecuarios, muchas de las maquinarias que se adquieren son compatibles con accesorios modernos, como tractores de piloto automático que pueden recibir señales de mayor precisión y conectarse con sembradoras y cosechadoras avanzadas. Esto facilita la adopción de tecnologías en el eslabón. De manera similar, en el ámbito logístico, es factible incorporar dispositivos de geolocalización y sensores a los camiones o adquirir vehículos nuevos que ya incluyan estas características. Al tratarse de tecnologías que pueden ponerse en marcha al momento de ser adquiridas, representan un aspecto positivo a la hora de elegir las.

Presión de la cadena

Dentro de la cadena de valor pueden existir diversas presiones o influencias que impulsan la adopción de tecnologías. La razón principal reside en el deseo de aumentar la trazabilidad en todo el proceso, ya que la digitalización de la información en los diferentes eslabones contribuye a una gestión más coordinada y eficiente, y a su vez genera un mayor valor agregado.

Un tipo de presión puede ser la solicitud de un cliente. Por ejemplo, las industrias que producen papas congeladas mencionaron que las cadenas de restaurantes de comida rápida que les compran les exigen la incorporación de equipos que reduzcan el consumo de agua y energía. Por su parte, los productores que prestan el servicio de almacenamiento de papa han experimentado la necesidad de adquirir un sistema de sensores que permita el monitoreo remoto de las condiciones ambientales a las industrias que se los alquilan. Del mismo modo, el eslabón logístico incorporó la herramienta de seguimiento satelital en sus vehículos para mejorar su capacidad de respuesta ante cualquier inconveniente que ocurra con la carga en su traslado a las instalaciones del cliente.

También puede ocurrir que el impulso surja aguas arriba en la cadena. Por ejemplo, los grandes proveedores de fertilizantes o fitosanitarios que están comenzando a desarrollar y vender sus propias aplicaciones de seguimiento de cultivos a los productores.

Finalmente, puede ocurrir que la influencia sea la competencia, ya que se suele intentar adoptar la misma tecnología que ocupan las empresas de vanguardia. Esto ocurre principalmente en los alpinistas, quienes buscan incorporar progresivamente algunas de las tendencias que aplican los cóndores.

Soporte externo

Al momento de consultar sobre facilitadores para la implementación de tecnologías, se encontraron respuestas principalmente abocadas a la capacidad de financiamiento. Ante la ausencia de capital propio para solventar la inversión de la digitalización, se evalúa la posibilidad de obtener financiación a través de agentes externos.

Los productores alpinistas mencionaron que accedieron a la mayoría de sus tecnologías por medio de planes de financiamiento ofrecidos directamente por las industrias cóndores. Por ejemplo, han adquirido maquinarias y cámaras de almacenamiento a cambio de toneladas de papa industria o papa semilla. De esta manera, la industria representa el eslabón que tracciona al resto de la cadena aguas arriba, por lo cual no dispone de soporte externo, sino que actúa como uno.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

En cuanto a las empresas de transporte, cuentan con diferentes métodos de financiación facilitados por los proveedores de camiones, lo que hace que la renovación o expansión de su flota no represente un desafío económico significativo.

Además, se preguntó a las diferentes empresas si buscaron asesoramiento técnico con instituciones tecnológicas nacionales o locales. Se nombraron tres en total: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP). De todas maneras, el asesoramiento no fue específicamente sobre tecnologías digitales, sino más bien sobre gestión de la calidad o de biología. Por ejemplo, el INTA aportó fundamentalmente estudios sobre edición genética de variedades de papa, el INTI ayudó con la implementación de normas de calidad e inocuidad alimentaria y el contacto con la UNMDP se basó en convenios para captar pasantes de las facultades de Ingeniería y Ciencias Económicas.

Contexto macroeconómico

Tomar decisiones como empresa en Argentina se torna extremadamente desafiante debido a la alta inestabilidad macroeconómica y política que caracteriza al país. Las organizaciones enfrentan un entorno marcado por cambios frecuentes en políticas gubernamentales, altas tasas impositivas, fluctuaciones de precios impredecibles y la necesidad de gestionar riesgos constantemente. Aunque esto afecta a todo tipo de decisiones, particularmente la incorporación de tecnología se dificulta ya que las inversiones a largo plazo se vuelven inciertas y las variaciones de precios pueden afectar significativamente la rentabilidad. Ante esta situación, las empresas argentinas deben buscar estrategias flexibles y adaptativas para ser sostenibles.

Las plantas del país pertenecientes a firmas multinacionales no resultan atractivas a la hora de invertir frente a las restantes de la zona regional a la que pertenecen. Respecto a las pequeñas y medianas empresas, se ven afectadas por elevadas tasas impositivas que conllevan una reducción significativa de su margen de beneficio y, a su vez, limita su disponibilidad de capital para llevar a cabo inversiones.

En este caso, el sector logístico resulta un caso especial ya que el transporte por camión es un eslabón clave para el desarrollo económico de la República Argentina y el movimiento sindical se encuentra muy comprometido con la promoción de condiciones laborales justas en la industria.

4.4.3 Matriz FODA

El cuadro 5 presenta un análisis FODA generado mediante la clasificación de factores internos como fortalezas o debilidades, y factores externos como oportunidades o amenazas, para cada eslabón de la cadena. Para llevar a cabo este proceso, se consultó a los entrevistados acerca de cómo se manifiestan estos factores en los respectivos eslabones, tratando de ser lo más exhaustivo posible en las causas y razones de esa elección.

Se puede observar que este proceso resulta asimilable a los pasos de inventariar y vigilar del modelo de gestión estratégica de recursos tecnológicos definido por Mantulak et al. (2016), donde se busca realizar un diagnóstico interno y externo para evaluar la situación inicial del proceso de adopción de tecnología.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

Matriz FODA		FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
ESLABÓN PRINCIPAL	Producción primaria	Capital disponible Percepción del ritmo de recuperación de inversión	Existencia de tecnología Facilidad de aplicación Presión de la cadena Soporte externo	Competencias digitales Cultura organizacional Conocimiento de tecnologías	Contexto macroeconómico
	Industria	Cultura organizacional Conocimiento de tecnologías	Existencia de tecnología Presión de la cadena	Capital disponible Competencias digitales Percepción del ritmo de recuperación de inversión	Facilidad de aplicación Soporte externo Contexto macroeconómico
	Logística	Capital disponible Percepción del ritmo de recuperación de inversión	Facilidad de aplicación Presión de la cadena Soporte externo Contexto macroeconómico	Competencias digitales Cultura organizacional Conocimiento de tecnologías	Existencia de tecnología

Cuadro 5: Matriz FODA según eslabón en la CV.

Fuente: Elaboración propia en base a entrevistas.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

Como síntesis del apartado, se puede destacar que cada factor individual puede funcionar como impulsor en la adopción de tecnologías de un eslabón, mientras que en otro puede que actúe como una barrera. Esto depende básicamente del contexto de cada eslabón.

Los productores agropecuarios poseen una amplia gama de tecnologías fáciles de aplicar, suelen invertir su capital disponible considerando una recuperación de este en varios ciclos de cosecha, y reciben asesoramiento técnico y financiamiento por parte de sus proveedores y clientes. Por otro lado, sus principales limitaciones se relacionan con la falta de conocimiento, habilidades y compromiso con la innovación entre el personal.

Para el sector industrial también existen diversas tecnologías aplicables, pero su mayor impulso se relaciona con que la innovación es una prioridad en su cultura organizacional y gracias a ello se esfuerzan por estar siempre al tanto de la tecnología de vanguardia. Sin embargo, la significativa inversión requerida y la priorización de una pronta recuperación económica dificultan su adopción tecnológica.

Finalmente, el eslabón logístico actualmente dispone de tecnologías de sencilla aplicación o ya incorporadas en los camiones, que suelen ser financiadas por sus proveedores y, además, generalmente no son vulnerables al contexto macroeconómico cambiante debido a un fuerte respaldo sindical. Sus obstáculos se refieren a la disponibilidad y el conocimiento limitado de la tecnología aplicable para su negocio.

4.5 Estudio de las barreras para la decisión de fomentar el proceso de adopción y tecnología

Una vez definida la clasificación de los factores en la matriz FODA, se detectaron las barreras que son más influyentes para la incorporación de tecnologías 4.0 en las empresas bajo estudio. El objetivo de esta sección es describir con mayor detalle dichas barreras, que corresponden a las debilidades y amenazas enlistadas.

4.5.1 Barreras según nivel tecnológico

En este apartado se desarrollan las similitudes y diferencias entre los resultados encontrados por Albrieu et al. (2019) en su estudio titulado “Travesía 4.0: hacia la transformación industrial argentina” con los obtenidos en las entrevistas, según la clasificación estimada plasmada en el cuadro 1.

Cóndores

Al analizar las respuestas proporcionadas en las entrevistas a las empresas que pertenecen al grupo de Cóndores, se destacaron influencias significativas de factores como la facilidad de aplicación de las tecnologías y el contexto macroeconómico. Esto es debido principalmente al tamaño que tiene la empresa y a la cantidad de máquinas y equipos que deben disponer y adaptar a las nuevas tecnologías. Además, cambios en los procesos productivos pueden traer problemas asociados a las regulaciones legales bajo las cuales funcionan estas empresas.

Conclusiones similares detectan Albrieu et al. (2019) en su estudio ya que señalan que los cóndores se ven mayormente influenciados por factores estrictamente externos a la firma como pueden ser una inadecuada infraestructura para conexiones digitales o el sistema regulatorio.

Trekkers

Para el caso de este tipo de empresas, debido a su bajo volumen productivo, factores relacionados con los recursos internos como el capital disponible, las competencias digitales y la percepción del ritmo de recuperación de inversión, funcionan como barreras para la incorporación de tecnologías. Esto se produce debido a que la empresa debe hacer un uso muy selectivo de sus recursos tanto económicos como de tiempo, para enfocarse en aspectos que tengan una mayor importancia para su supervivencia. Una frase que surgió en las entrevistas fue la de “lo urgente le gana a lo importante”.

Esto coincide en parte con los resultados desarrollados por Albrieu et al. (2019), los cuales indicaban que los *trekkers* se ven más influenciados por barreras que son internas a la firma. Sin embargo, algo que en dicho estudio no se resalta, a diferencia del presente, fue el tema del contexto macroeconómico, en donde los entrevistados destacaron una fuerte imposibilidad para planificar más allá del corto plazo debido a la inestabilidad económica del país.

Alpinistas

Los alpinistas, al encontrarse en un proceso de transición para poder incorporar tecnologías, enfrentan barreras relativas a ella como la disponibilidad de capital, el conocimiento de las tecnologías y la percepción del ritmo de recuperación de inversión. Esto se debe a que se requieren gran cantidad de recursos y conocimientos para saber qué tecnologías incorporar y cómo aplicarlas. Además, durante el proceso de cambio los

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

rendimientos de la empresa bajan al no poder estandarizar la producción, lo cual hace difícil ver los beneficios en el corto plazo.

En este apartado existe una nueva coincidencia con el estudio realizado por Albrieu et al. (2019), en donde se habla de barreras a causa de factores externos de oferta limitada. Los mismos indican que este tipo de organizaciones se encuentran en un punto “medio” entre trekkers y cóndores: tienen menor cantidad de barreras relacionadas a factores internos que los trekkers y menos barreras relacionadas exclusivamente a factores externos que los cóndores, pero poseen una combinación de ambas situaciones.

4.5.2 Barreras según eslabón en la cadena productiva

Para esta sección, se explican cuáles son las barreras para cada tipo de empresa analizada y a qué se deben en base al eslabón de la cadena productiva que integran.

Producción primaria

Un factor detectado como crítico en este sector es el de las competencias digitales. La mayoría de las personas dedicadas a esta actividad agrícola cuentan con una experiencia de varias décadas en el campo. Por lo general, no poseen títulos universitarios ni formación relacionada con las nuevas tecnologías. Esta circunstancia, sumada a la escasa rotación de personal y la limitada necesidad de contratar nuevos trabajadores, conlleva a que la fuerza laboral actual carezca de la capacitación necesaria para incorporar tecnologías. Por ende, cualquier adopción implica la sustitución de personal, lo cual no es bien recibido por las empresas.

En lo que respecta a la cultura organizacional, también destaca la falta de formación profesional de la mayoría de los propietarios de explotaciones agrícolas sumado al hecho de que hace más de 10 años se dedican al rubro. Esto genera cierta reticencia hacia la adopción de tecnologías que implican una transformación significativa en los procesos productivos. En este contexto, prevalece una inclinación arraigada a mantener prácticas tradicionales, a pesar de las posibles ventajas que podrían derivarse de la implementación de innovaciones tecnológicas.

El conocimiento limitado de las tecnologías también se evidencia en cómo hacen uso de tractores de piloto automático, que se emplean principalmente para mantener líneas de siembra rectas, sin aprovechar otras funcionalidades valiosas, como la configuración de mapas de diseño del terreno, la recopilación de información sobre densidades de siembra y

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

la capacidad de realizar siembras variables, entre otras posibilidades. Otros hasta detallaron que probaron opciones innovadoras como colocar algunas cámaras fijas entre el cultivo junto con un higrómetro y una pequeña estación meteorológica para calcular parámetros de riego, pero que no lo utilizan todavía como herramienta porque no lo consideran “del todo confiable”, prefieren recurrir a la propia experiencia en el rubro.

Por último, el contexto macroeconómico juega un papel crucial. El sector agrícola es un pilar fundamental en la economía argentina, y gran parte de los ingresos fiscales provienen de la tributación sobre las exportaciones agropecuarias. En el caso del cultivo de papas, la mayoría de la producción se destina al mercado local, principalmente a grandes empresas de la industria, con una participación muy limitada en exportaciones. Las dificultades para acceder a nuevos mercados extranjeros desincentivan la necesidad de adoptar tecnologías para aumentar la capacidad productiva y, por ende, el suministro a clientes fuera del país.

Industria

El capital disponible es un factor importante en este sector. Las tecnologías aplicables en esta industria suelen implicar complejidades y radicales innovaciones, ya que buscan automatizar un proceso lineal con el objetivo de reducir los tiempos productivos y aumentar la eficiencia. Sin embargo, la alta inversión requerida para adquirir estos equipos supone un obstáculo significativo para muchas empresas, sobre todo las pymes nacionales, haciendo que su incorporación sea prácticamente imposible.

En cuanto a las competencias digitales, es común que la decisión de implementar tecnologías provenga de la alta dirección, sin considerar necesariamente si la fuerza laboral posee las habilidades necesarias para adaptarse y utilizar estas nuevas herramientas de manera efectiva. Este desajuste genera dificultades al poner en marcha los nuevos procesos productivos, lo que conlleva a un gasto adicional en términos de recursos económicos y tiempo.

La percepción del ritmo de recuperación de inversión también resulta un desafío. Si bien la adopción de tecnologías tiene el potencial de mejorar los procesos productivos, las empresas buscan que estos cambios se implementen de manera rápida y que los beneficios sean perceptibles a corto plazo.

La facilidad de aplicación de tecnologías en este sector presenta ciertas particularidades debido a la naturaleza lineal del proceso productivo. La transformación de la papa implica una secuencia de equipos interconectados que deben operar de manera sincronizada, manteniendo una velocidad de producción constante a lo largo de toda la

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

cadena. Introducir tecnología en un solo eslabón puede implicar la necesidad de ajustar la velocidad de producción en los demás componentes de la cadena, lo que a su vez puede generar un aumento en el consumo de recursos y representar un gasto adicional para la empresa.

En términos de soporte externo, se observa que tanto la producción primaria como la logística se benefician del respaldo que reciben de la industria. No obstante, la industria manufacturera de la papa no cuenta con un agente externo que le brinde apoyo, sino que es ella misma la que ofrece facilidades para solicitar mayor trazabilidad en el proceso y garantizar un producto de mayor calidad.

Finalmente, en el contexto macroeconómico, las dificultades para exportar el producto a menudo llevan a las pymes a centrarse en el mercado local. Esto limita la posibilidad de establecer relaciones con clientes en el extranjero, quienes podrían impulsar la adopción de tecnologías disponibles en esos países. A su vez, la importación sigue siendo la principal fuente de suministro de equipos en Argentina, dada la escasa presencia de proveedores locales. Esto también representa una dificultad gracias a que la disponibilidad y los costos de los equipos son condicionados por las fluctuaciones en la economía y las políticas gubernamentales.

Logística

Se destaca la cuestión de las competencias digitales. Dado que este eslabón de la cadena productiva no ha integrado un gran número de tecnologías, es comprensible que quienes trabajan en él carezcan de capacitación en su uso. Además, ante la ausencia de una intención clara, al menos a corto plazo, de cambiar esta situación, el desarrollo de competencias digitales resulta prácticamente irrelevante en este sector.

En lo que respecta a la cultura organizacional, el proceso de logística de transporte de la papa se caracteriza por su relativa simplicidad y la baja dependencia de mano de obra intensiva. Esta característica lleva a que las adopciones tecnológicas, en su mayoría, sean percibidas como una inversión destinada a reducir únicamente costos asociados al mantenimiento de los equipos. Esta percepción conduce a que los tomadores de decisiones consideren como innecesarios los avances tecnológicos al no visualizar mejoras inmediatas en sus ganancias, desincentivando así su adquisición.

En cuanto al conocimiento de tecnologías, los avances de la tecnología 4.0 en el ámbito de la logística tienen una relevancia mayor en países más desarrollados. En Argentina no son tan comunes, y la falta de estímulos para la incorporación de estas herramientas en

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

este eslabón productivo resulta en un conocimiento limitado de las mismas, lo que impide su desarrollo en el sector.

La poca existencia de tecnología aplicable en el eslabón de la logística es una situación generalizada en toda la industria del transporte de la papa. Los entrevistados coincidieron en que el mercado no ofrece formas de implementar estas herramientas en este eslabón de la cadena productiva, en parte porque no parece ser muy solicitada y en parte porque el resto de los integrantes en la cadena global de valor aún no lo demandan estrictamente.

4.6 Análisis del impacto de la tecnología 4.0 y de los factores del desarrollo sostenible a lo largo de la cadena de valor

Hasta aquí se analizaron diferentes dimensiones con el fin de caracterizar cuál es el grado de adopción del fenómeno industria 4.0 a lo largo de la cadena de valor de la papa industria. En este apartado, el objetivo es identificar el grado de presencia de la industria 5.0. Para ello, se utilizan los ODS y el enfoque de triple impacto como herramientas para evaluar de qué manera trabajan las diferentes organizaciones que integran la cadena en estudio para ser sostenibles en el tiempo.

Haciendo un análisis de la información recopilada de las entrevistas y en base a qué significa cada uno de los ODS, se determinó cuáles de estos son aplicables al desempeño del sector papero en estudio. Los mismos se encuentran destacados en la figura 21 y se explican a continuación de la misma, clasificándolos en base al triple impacto: económico, social y ambiental.

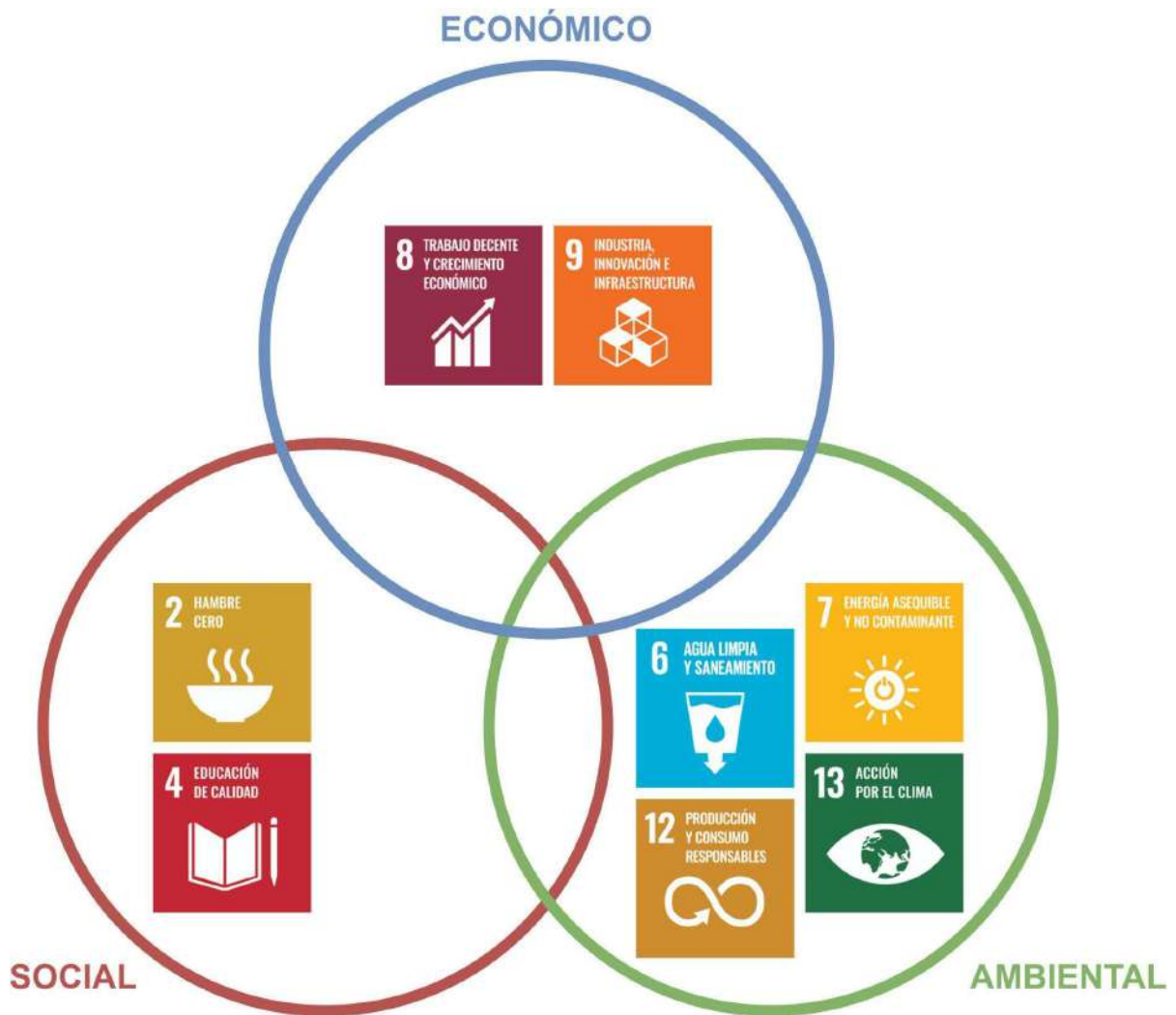


Figura 21: ODS aplicables a la industria de la papa.

Fuente: Elaboración propia.

Económico

En busca de trabajo digno y crecimiento económico, se destaca el enfoque de las empresas en el desarrollo futuro basado en la eficiencia de los procesos productivos. Desde la producción primaria, se busca maximizar el rendimiento de los campos, mientras que en la industria se apunta a reducir el desperdicio de materia prima, y en logística se estudian rutas óptimas para el transporte.

El ODS 9 “Industria, innovación e infraestructura” representa directamente a la industria 4.0. La mejora de los procesos productivos va de la mano con la inversión en equipos dotados de tecnologías nuevas y avanzadas. La innovación se presenta como un elemento esencial en el desarrollo de las empresas, marcando una tendencia creciente en este ámbito.

Social

Erradicar el hambre es un objetivo fundamental para la cadena de valor de la papa, ya que elabora un producto que contribuye a la alimentación general de la población. Este propósito cobra especial relevancia en la producción primaria, donde los productores destacaron perseguir constantemente la sostenibilidad de sus campos, obteniendo sellos de buenas prácticas agrícolas y garantizando una materia prima de alta calidad y salubridad. Respecto a las industrias más grandes, expresaron su compromiso de lograr que el desperdicio de alimentos sea reducido a cero, incorporándolo como una parte integral de sus políticas organizacionales. Además, buscan fomentar la conciencia en la población sobre este tema, contribuyendo económicamente y participando activamente en diversas iniciativas de organizaciones no gubernamentales regionales, como los bancos de alimentos de Mar del Plata, Tandil y Balcarce. Por último, las empresas más pequeñas, a pesar de que la mayoría de sus recursos sean destinados a su mantención y crecimiento productivo, demostraron ser conscientes de que la sociedad actual necesita y le da gran valor a aquellos actores que no solamente busquen el beneficio propio sino también el que afecta a todos.

La promoción de una educación de calidad también ocupa un lugar destacado en este contexto. Por empezar, este proyecto de investigación se alinea con el cumplimiento de este ODS. Las entrevistas realizadas ilustran claramente la disposición de las empresas a compartir su información y conocimientos técnicos, poniendo estos recursos a disposición de la comunidad. Algunas de ellas hasta manifestaron que contar con programas de pasantías universitarias y con ciclos de visitas para colegios primarios y secundarios. A su vez, en el desempeño puertas adentro, las industrias principalmente resaltaron llevar a cabo proyectos de capacitación destinados a fomentar y respaldar la formación en habilidades digitales de sus colaboradores con el fin de que logren adaptarse a los nuevos procesos de producción 4.0. Es decir, consideran como prioridad contemplar que pasará con el personal al momento de adquirir tecnología avanzada.

Ambiental

El acceso a agua limpia y saneamiento surge como uno de los objetivos recurrentes a lo largo de todas las entrevistas. El proceso de producción de papa implica el uso de agua en todas las etapas de la cadena. Por ello, los entrevistados destacaron que buscan reducir su consumo e incluso a futuro reutilizar el 100% del agua del proceso, evitando la extracción de nuevas fuentes. El sector primario resaltó la adopción de tecnologías de agricultura de precisión, como sistemas de riego por goteo, rotación de cultivos y métodos de aplicación de campo eficientes, como soluciones actualmente aplicadas para maximizar la productividad y

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

minimizar el uso de agua. Por su parte, la industria regional promueve la integración del reciclaje de agua y la utilización de aguas grises en sus sistemas de producción.

La obtención de energía asequible y no contaminante se presenta como un objetivo en desarrollo. Gracias a las posibilidades que brindan las nuevas tecnologías, varios entrevistados mencionaron estar trabajando en proyectos para incorporar paneles solares o molinos de viento con el fin de generar parte de la energía eléctrica que consumen. De esta forma no solo encabezan cambios que beneficien al medio ambiente, sino que también son generadores de conciencia en la sociedad.

En las empresas más grandes, existe una especial búsqueda por la promoción de una producción y consumo responsables que motiva la adopción de tecnologías relacionadas con la Industria 4.0. El objetivo es reducir al mínimo los desperdicios, asegurando que el 100% de la papa cosechada se utilice en la producción de alimentos, ya sea en forma de puré, snacks, bastones u otras formas.

En las entrevistas se pudo observar que existe una conciencia marcada sobre la problemática de la acción por el clima. Esta se considera al analizar cómo mejorar los procesos productivos y qué tecnologías incorporar en consecuencia. Dada la dependencia del clima en el proceso de siembra y cosecha de la papa, la acción por el clima se revela como un objetivo vital para los actores del sector, buscando no solo métodos para que su producto sea resistente sino, e incluso con más ímpetu, asegurarse que su producción no afecte negativamente al medio ambiente.

En síntesis, el análisis de triple impacto y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la cadena de valor de la papa industria revelan un compromiso sólido con la sostenibilidad en varios aspectos. Económicamente, se busca la eficiencia en los procesos y la inversión en tecnologías avanzadas, lo que promueve el crecimiento y el empleo. Socialmente, se enfatiza la lucha contra el hambre y la promoción de la educación, con un enfoque en compartir conocimientos y capacitar a la comunidad, pero también participando activamente en iniciativas de ONG regionales e incentivando a los demás a tomar acción en este aspecto. Ambientalmente, se trabaja en la gestión del agua y la obtención de energía limpia persiguiendo procesos productivos más eficientes y con menor impacto ambiental. La producción y el consumo responsables también son prioritarios, minimizando el desperdicio. En conjunto, estos esfuerzos subrayan el alto potencial de sostenibilidad que caracteriza a la cadena de valor de la papa industria en el sudeste bonaerense.

Finalmente se resalta que sin importar el tamaño de la empresa o el eslabón productivo al que se dedican, todos los entrevistados afirmaron que los factores sociales y ambientales

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

están teniendo cada vez más peso a la hora de tomar decisiones. Esta afirmación incluso coincide con Mantulak et al. (2016) que al explicar la gestión estratégica de los recursos tecnológicos considera que los factores socioculturales y ambientales tienen el mismo peso que los factores económicos, y todos influyen en la forma de pensar en la empresa.

5. DISCUSIÓN

El stock de tecnologías relacionadas con la industria 4.0 ha sido objeto de estudio en diversos trabajos, y en el ámbito local, se observan múltiples aplicaciones de estas tecnologías que aún no se han incorporado a los equipos disponibles en el mercado. Esto se debe, en gran medida, al costo económico asociado a estos productos. Estas tecnologías son relativamente novedosas, y las empresas locales que se dedican a proveer tecnología están dando sus primeros pasos en la producción de desarrollos que permitan concretar algunas de estas aplicaciones en productos atractivos para el mercado.

Las marcas internacionales tienen una ventaja respecto a las locales en este aspecto, debido a poseer más años de experiencia, lo cual las hace ser percibidas como oferentes de maquinaria de mejor calidad. Las marcas locales, al ser más recientes y con menor nivel de madurez tecnológica, aún no tienen una participación en el mercado significativa. Sin embargo, su principal ventaja es la facilidad con la cual se pueden conseguir los repuestos para sus máquinas en caso de necesitarlos, e incluso las facilidades de financiación y accesibilidad.

Las empresas más grandes y los *cóndores* claramente son las que mayor cantidad de tecnologías tienen incorporada. La mayoría de ellas tienen sus sedes centrales en otros países, los cuales estandarizan los equipos que utilizan sus fábricas en todo el mundo y destinan grandes inversiones de capital para asegurarse de que esto ocurra. De todos modos, hay criterios diferenciados de implantación tecnológica, fuertemente ligados a los contextos socioprodutivos donde la filial se encuentra inserta.

Las empresas más pequeñas o *trekkers*, en cambio, tienen equipos rudimentarios y niveles de producción relativamente bajos, por lo que se hace inviable la incorporación de nuevas tecnologías digitales, con la excepción de la computación en la nube por su bajo costo de infraestructura y baja complejidad de uso.

Ambas situaciones establecen un desarrollo de las empresas que producen un crecimiento constante de la brecha económica que las separa. Las más grandes mejoran sus procesos, aumentan su producción, abarcan más mercado y se desarrollan a una velocidad mucho mayor que las empresas pequeñas gracias a este tipo de tecnologías. Esto remarca la importancia de su incorporación en los *trekkers* si buscan por lo menos no desaparecer.

Si se analizan las figuras 19 y 20 del trabajo, se puede notar que la tendencia en las frecuencias de aparición de las tecnologías se mantiene. Esto es evidente, a mayor cantidad de aplicaciones de esa tecnología, se producen más equipos que las incorporan y las

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

industrias tienen una mayor facilidad para su adquisición. Es por esto que hay que darles tiempo a las demás tecnologías menos frecuentes para que maduren, se sigan desarrollando y se encuentren usos que sean útiles para las empresas.

En ninguna de las entrevistas realizadas se pudo ver un proceso formal y lineal de cómo se desarrolla la solicitud y posterior aprobación para la incorporación de tecnologías. Algunas afirmaron que el mismo se origina en el operario quien emite una solicitud que llega a la alta gerencia, mientras que otros plantearon que la gerencia establece el proyecto y luego decanta aguas abajo hacia los niveles inferiores. Entonces, la planificación tecnológica generalmente aparece como originada en proyectos de diversa profundidad, impulsados por los niveles gerenciales.

No obstante, todos los entrevistados estuvieron de acuerdo en que la toma de decisiones tecnológicas está influenciada por una variedad de factores internos y externos. Dependiendo del tipo de empresa y de la actividad productiva a la que se dedican, algunos tienen más importancia que otros e incluso pueden funcionar como incentivos o como barreras. Vale la pena destacar que los factores identificados para la cadena de valor seleccionada coinciden en gran medida con los señalados por autores como Dini et al. (2021), Motta et al. (2019), Pérez González et al. (2018) y Albrieu et al. (2019), lo que subraya su utilidad en el contexto de este análisis.

Las barreras identificadas mediante las entrevistas resultan ser propias del tipo de empresa que se está analizando. Lo que para una puede ser determinante a la hora de tomar la decisión, para otra quizás no es algo que se tome en cuenta. Esto tiene mucho que ver con el contexto en el que se encuentra cada una.

En general se detectó que las barreras en las grandes empresas tienen un peso en la decisión mucho menor que las barreras de las pequeñas. Esto se debe a que para la incorporación de tecnologías se requiere de una cierta cantidad de recursos tanto económicos como temporales, intelectuales y de infraestructura que este tipo de empresas posee y que aquellas de menor calibre no tienen.

A su vez, existen algunos factores que parecen comportarse de manera similar en los distintos tipos de empresas. Por ejemplo, que la organización tenga una cultura organizacional que fomente la incorporación de tecnologías está asociado con que exista un mayor conocimiento sobre las mismas. En esos casos suele ser común que los gerentes se enfoquen en vigilar el entorno tecnológico (Mantulak et al., 2016) y desarrollar estrategias que hagan frente a varios obstáculos al mismo tiempo.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

Siguiendo con el proceso de toma de decisiones, en la actualidad es difícil encontrar una industria cuya única viabilidad sea la económica. El análisis del triple impacto resultó un elemento fundamental para todos los entrevistados, dado que lo consideraban básico para alcanzar sus objetivos. Es por esta razón que, al decidir sobre si incorporar o no tecnologías que modifiquen los procesos productivos, se tiene en cuenta que los mismos estén alineados con el desarrollo económico, social y ambiental.

Dentro del triple impacto, el eslabón económico es el que claramente tiene mayor desarrollo ya que es la base de cualquier negocio. El ambiental está tomando una relevancia muy fuerte, mayormente las industrias multinacionales plantean proyectos y toman decisiones basadas en este aspecto, pero todas son conscientes de esa problemática. En cuanto a la rama social, se busca el cuidado y desarrollo de los recursos humanos propios, pero no existen muchas iniciativas puertas afuera. La incorporación de tecnologías 4.0 son la forma de perseguir estos resultados, ya que traen soluciones innovadoras que posibilitan realizar los procesos de una forma totalmente diferente a como se hacían tradicionalmente. Además, el hecho de que el triple impacto tenga cada vez más relevancia hace que los oferentes tecnológicos busquen soluciones a esos problemas con equipos que incorporen estas tecnologías.

6. CONCLUSIONES

El presente trabajo logró proporcionar una comprensión detallada de cómo se condiciona el proceso de toma de decisiones de incorporación de tecnologías de la industria 4.0 en el sector de la papa industria, en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Se pudieron llevar a cabo todos los objetivos planteados y se pudo confirmar la hipótesis planteada. Se ha verificado la existencia de ese conjunto de factores que ralentizan la incorporación de tecnologías en la cadena de valor de la papa industria, aunque con diverso grado de influencia.

Del relevamiento de la oferta de tecnologías digitales se desprendió que la computación en la nube es la tecnología más adoptada y, por otro lado, la impresión 3D es la que menos difundida se encuentra. Existen muchos trabajos que explican los usos que pueden tener los diferentes pilares tecnológicos, pero todavía no existen gran cantidad de productos que los incorporen. A nivel local la existencia es menor todavía, los países más desarrollados tienen mucha ventaja en este sentido dado que hace años trabajan en este tipo de innovaciones. Sin embargo, el mercado local de oferta de tecnología está investigando activamente y tratando de generar innovaciones utilizando las tecnologías relativas a la industria 4.0 en sus desarrollos de producto y servicios.

Sobre el stock de tecnologías 4.0 que efectivamente posee el sector en estudio se puede notar que la tendencia en las frecuencias de aparición de las tecnologías se mantiene. Se utilizan las diferentes aplicaciones de vanguardia para producir de manera más eficiente y alcanzar una mayor productividad.

Una vez determinados los factores que influyen en la toma de decisiones para incorporar tecnologías, se observó que la agrupación de las empresas es fundamental para reconocer patrones de comportamientos en la toma de decisiones. Se detectó que este proceso tiene una carga de subjetividad importante y es por esto que el contexto de la empresa es determinante en el análisis, afirmación con la que diversos autores coinciden en base a sus modelos de toma de decisiones.

Al estudiar las barreras en la decisión para cada caso, se descubrió que las empresas muy pequeñas o *trekkers* poseen obstáculos relacionados principalmente a factores internos como la falta de recursos económicos y humanos necesarios para ejecutar el cambio tecnológico. Las más grandes o *cóndores*, en cambio, tienen dificultades relacionadas a la complejidad que implica realizar cambios que afecten a gran cantidad de personas y áreas en la empresa. Respecto al análisis por eslabón, en el sector primario la principal limitación es que los productores no poseen una cultura organizacional que priorice la innovación y, por

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

ende, no se interiorizan con las diferentes aplicaciones tecnológicas ni tampoco disponen de personal capacitado en competencias digitales. Por su parte, la industria tampoco dispone de recursos humanos profesionales en planta, debe utilizar gran cantidad de recursos económicos y de tiempo para adoptar una tecnología en la línea de producción y busca que los beneficios económicos sean inmediatos. Por último, el eslabón logístico directamente no muestra interés ni conocimiento hacia las tecnologías aplicables a su actividad productiva debido a que el camión es el único medio de transporte que usa la cadena y por ende el riesgo de perder clientes por no adquirir tecnologías no es tan alto.

Además, se verificó que las tecnologías de la industria 4.0 pueden ayudar a conseguir los ODS persiguiendo el triple impacto, y las empresas tienen conocimiento de esto. En la actualidad, las organizaciones no solo se enfocan en su desarrollo económico sino también en el ambiental y social. Esta tendencia se ve en aumento principalmente en las multinacionales dado que entienden su importancia y pueden aportar recursos a ello. Por lo tanto, lo tienen en cuenta a la hora de incorporar tecnologías.

Esta forma de pensar se vio replicada a lo largo de las entrevistas, ya que al preguntar a los entrevistados sobre qué dimensiones tienen en cuenta a la hora de tomar la decisión varios coincidieron en aspectos como promover el desarrollo y capacidades del personal, buscar la reducción de desperdicios, eliminar cualquier tipo de contaminación al ambiente, entre otros.

Luego de elaborado el proyecto de investigación y de analizar cómo se van a seguir desarrollando las empresas del sector con el paso del tiempo, se llegó a la conclusión de que la evolución de la industria 4.0 a la 5.0 puede resultar en una ventaja competitiva para que los negocios se desarrollen de manera sostenible. Los entrevistados coincidieron en que la rama económica ya no es la única que se tiene en cuenta a la hora de tomar decisiones y que una tecnología sea más barata o dé más ganancia no significa que la empresa la vaya a adoptar.

En la actualidad, los responsables de tomar este tipo de decisiones son conscientes de que sus empresas no se encuentran en una burbuja, sino que forman parte de una sociedad e interactúan con su medio ambiente, y buscan cada vez más tomar acciones para beneficiar estos aspectos. A su vez, reconocen que para que su negocio sea próspero debe impactar de manera positiva en estos otros dos aspectos. Es por esto que, quienes logren darse cuenta de este factor de manera rápida y enfoquen sus productos de forma tal que sean parte de la industria 5.0, van a tener una ventaja que les permitirá destacarse en el mercado y asegurarse un futuro competitivo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ABUCHAIBE MANZANO, J. & GÓMEZ DURÁN, X. J. (2021). Prototipo de aplicación móvil para la gestión de ventas en el sector agrícola integrando técnicas de inteligencia artificial y computación en la nube.
- ACUÑA, I.; SANDOVAL, C. & SEPÚLVEDA, C. (2017). Plataforma web de evaluación de riesgo para enfermedades de la papa: una herramienta de apoyo para el manejo de la sanidad del cultivo.
- Agritotal (2023). Extraído el 30 de septiembre del 2023, de <https://www.agritotal.com/nota/relevaron-siembra-de-papa-en-el-sudeste-de-bs-as/>
- AgroSpray (2019). Extraído el 2 de octubre del 2023, de <https://agrospray.com.ar/blog/realidad-virtual/>
- ALBRIEU, R.; BASCO, A. I.; BREST LÓPEZ, C.; DE AZEVEDO, B.; PEIRANO, P.; RAPETTI, M. & VIENNI, G. (2019). Travesía 4.0: hacia la transformación industrial argentina. CABA: BID-INTAL-CIPPEC-UIA.
- Argenpapa (2023). Extraído el 8 de noviembre de 2023, de <https://www.argenpapa.com.ar/noticia/13046-argentina-campana-2022-23-la-superficie-de-papa-se-redujo-en-casi-1000-ha-en-el-sudeste-de-buenos-aires>
- ATUCHA, A. J.; LACAZE, M. V. & ADLERCREUTZ, E. (2018). 2do. Informe de Monitoreo Ciudadano: Para saber qué ciudad queremos, necesitamos saber qué ciudad tenemos.
- AUGSPACH, M. & PAN NOGUERAS, L. (2022). Industria 4.0. Beneficios, complejidades y desafíos para la transformación productiva.
- BARLETTA, F., NEMIROVSKY, A., NEMIROVSKY, G. & YOGUEL, G. (2020). Reflexiones e interrogantes sobre el impacto del COVID-19 en la dinámica futura de las cadenas globales de valor. *Economía: teoría y práctica*, (53), 239-245.
- BASCO, A. I., BELIZ, G., COATZ, D. & GARNERO, P. (2018). Industria 4.0: Fabricando el futuro. Ciudad de Buenos Aires.
- BATISTA-MATAMOROS, C. R.; VELÁZQUEZ-ZALDÍVAR, R.; DÍAZ-CONTRERAS, C. A. & RONDA-PUPO, G. A. *Alineación entre toma de decisiones y gestión del conocimiento: el caso de las empresas relacionadas con el negocio del turismo. Revista chilena de ingeniería, Vol. 23, N.º 4, 2015, pp. 540-555.*

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

BAZÁN RIVERA, E. A.; MARIÑOS DE LA VEGA, D. J. & PAPA PERAUNA, A. E. (2022). Internet de las cosas (IoT) en un sistema autónomo de riego por goteo y el estrés hídrico en las zonas agrícolas.

Bertello, F. (2011). Extraído el 2 de octubre del 2023, de <http://www.acopiadorescba.com/content/noticias-del-sector/produccion-tecnologia-y-clima/el-piloto-automatico-un-fenomeno-que-no-para-de-crecer>

BLANCO, R., FONTRONDA, J. & POVEDA, C. (2020). La industria 4.0: El estado de la cuestión.

Boissonneault, T. (2019). Extraído el 2 de octubre del 2023, de <https://www.voxelmatters.com/ring-in-the-holidays-with-3d-printed-mashed-potatoes/>

BRACERO VALLEJO, B. A. (2023). Diseño y construcción de una máquina peladora y una máquina picadora industriales para el procesamiento de papa.

BRUNO, M. P.; CENDÓN, M. L.; VITERI, M. L. & MUJICA, G. (2022). Agregado de valor en el circuito productivo de la papa.

CABEZUDO RAVICHAGUA, L. F. (2021). Simulación de mejora de la línea de producción de papa a la francesa para disminuir desperdicios en La Tocanita.

CANDAU, E. B.; PLA-BARBER, J.; ALAMÁ, M. S. & GARCÍA, C. V. (2020). La competitividad española en las cadenas de valor globales

CARMONA, R.; AMATO NETO, J. & ASCÚA, R. (2020). Industria 4.0 en empresas manufactureras del Brasil

CASTELLO, H., FERRARO, C.; PAZ, J.; ROJO, S. & YANGOSIÁN, M. (2021). Las exportaciones de papa en Argentina: estudio de caso a partir de la instalación de una empresa líder en el corazón de la producción de papa en el sudeste de la provincia de Buenos Aires.

CRISTIANO MUÑOZ, N. & FLÓREZ VALENCIA, L. (2023). Clasificación de Enfermedades en Cultivos de Papa empleando Redes Neuronales Convolucionales.

DE RUYTER, K.; HELLER, J.; HILKEN, T.; CHYLINSKI, M.; KEELING, D. & MAHR, D. (2020). *Seeing with the Customer's Eye: Exploring the Challenges and Opportunities of AR Advertising*, *Journal of Advertising*, DOI.

- Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense
- DEL VAL ROMÁN, J. L. (2016). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria*. Bilbao, España: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto.
- Deloitte (2015). *Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*.
- Desarrollo Agrario (2017). Extraído el 28 de septiembre del 2023, de https://www.gba.gob.ar/desarrollo_agrario/producciones_extensivas/papa
- DINI, M.; GLIGO, N. & PATIÑO, A. (2021). Transformación digital de las mipymes.
- DIVYA, K. L., MHATRE, P. H., VENKATASALAM, E. P. & SUDHA, R. (2020). *Crop Simulation Models as Decision-Supporting Tools for Sustainable Potato Production: A Review*.
- FATHIMA, P. K. (2021). *Artificial Intelligence*.
- FERNÁNDEZ FRANCO, S.; GRAÑA, J. M.; RIKAP, C. & Robert, V. (2022). *Industria 4.0 como sistema tecnológico: los desafíos de la política pública*. Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo.
- Formagro (2023). Extraído el 1 de octubre del 2023, de <https://www.formagro.com/servicios-productos-greentronics.php>
- GARCÍA E. & FLEGO, F. *Tecnología agropecuaria: Agricultura de precisión*. *Revista Ciencia y Tecnología - Universidad de Palermo, 2008, pp. 99-116*.
- GASCON MARTINEZ DE QUEL, L. (2020). Desarrollo de un material basado en residuos de patata para su utilización en impresión 3D. Universitat Politècnica de València.
- GAYTÁN, M. P.; TORRES PRECIADO, V. H. & RANGEL DELGADO, J. E. (2023) Medición de la transformación digital en la Industria 5.0 y la Agenda 2030 en economías seleccionadas de APEC.
- GEREFFI, G. *Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización*. *Problemas del desarrollo, Vol. 32, N.º 125, 2001*
- GRANADOS PARADO, L. M. & GRANADOS PARADO, Y. L. (2021). Diseño y simulación de una máquina cosechadora para disminuir el ennegrecimiento del anillo vascular de la papa en la comunidad de Lastay – Concepción.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. & MENDOZA TORRES, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa cualitativa y mixta (1ª)*. McGraw-Hill Education.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

IBAÑEZ DE ALDECOA QUINTANA, J. M. *Niveles de madurez de la tecnología: una introducción. Revista de Economía industrial, ISSN 0422-2784, N.º 393, 2014. pp. 165-171*

Idaho Steel (2023). Extraído el 2 de octubre del 2023, de <https://es.3dsystems.com/learning-center/case-studies/idaho-steel-embraces-3d-printing-deliver-superior-quality-parts-faster>

IGLESIAS, D. (2002). Cadenas de valor como estrategia: Las cadenas de valor en el sector agroalimentario. Documento de trabajo. Estación Experimental Agropecuaria Anguil, INTA.

Instituto de Desarrollo Rural (2020). Cultivo de papa: contexto actual.

Instituto Nacional de Semillas (2020). Resultados en papa semilla producida a campo campaña 2019/2020 en provincia de Buenos Aires.

International Organization for Standardization. (2021). *Robotics — Vocabulary* (ISO Standard No. 8373:2021).

JAGTAP, S.; BHATT, C.; THIK, J. & RAGIMIFARD, S. (2019). *Monitoring Potato Waste in Food Manufacturing Using Image Processing and Internet of Things Approach*.

JOVE, E.; CALVO ROLLE, J. L.; URDA, D.; HERRERO, A.; ZURUTUZA, U. & CASOLA, V. (2021). Avances recientes en la aplicación de la ciencia de datos a la ciberseguridad industrial.

JOYANES AGUILAR, L. (2016). Ciberseguridad: la colaboración público-privada en la era de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0 versus ciberseguridad 4.0).

LACHMAN, J.; LÓPEZ, A.; TINGHITELLA, G. & GÓMEZ-ROCA, S. *Las Agtech en Argentina: desarrollo reciente, situación actual y perspectivas. Serie Documentos de Trabajo del IIEP, N.º 57, 2021. pp. 1-55.*

LEÓN MERCHÁN, K. L. & SÁNCHEZ CALDERÓN, O. A. (2020). Sistema de monitoreo de variables ambientales en cultivos de papa mediante IOT y energía solar fotovoltaica.

MANTULAK, M. J.; HERNÁNDEZ PÉREZ, G. & MICHALUS, J. C. *Gestión estratégica de recursos tecnológicos en pequeñas empresas de manufactura: estudio de caso en Argentina. Revista Científica "Visión de Futuro", Vol. 20, N.º 2, 2016, pp. 38-60.*

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

MANTULAK, M. J.; MICHALUS, J. C.; HERNÁNDEZ PEREZ, G. D.; NELLI, S. F. & BRAGADO, M. V. (2018). Aproximación conceptual de la gestión estratégica de la tecnología en pequeñas empresas de manufactura. Jornadas de Investigación Desarrollo Tecnológico Extensión y Vinculación, Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Misiones, Argentina. pp. 1-6.

Martínez Galiana, X. (2021). Extraído el 2 de octubre del 2023, de <https://www.eleconomista.es/mercados-cotizaciones/noticias/11008178/01/21/Estos-son-los-actores-principales-en-la-nube.html#:~:text=Las%20empresas%20que%20destacan%20por,las%20europeas%20Atos%20y%20SAP.&text=Adem%C3%A1s%20de%20la%20nube%20p%C3%BAblica%2C%20tambi%C3%A9n%20existe%20la%20nube%20privada>

Ministerio de Desarrollo Productivo Argentina (2021). Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0. Extraído el 27 de julio de 2023, de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pe_desarrollo_productivo.pdf

Ministerio de Economía de la Nación (2023). Misión 6: Adaptar la producción de alimentos a los desafíos del siglo XXI. Extraído el 27 de julio de 2023, de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/mision_6.pdf

MOTTA, J.; MORERO, H. & ASCÚA, R. (2019). Industria 4.0 en mipymes manufactureras de la Argentina.

NAPOLITANO, G.; SENESI, S.; DULCE, E.; INCHAUSTI, M. & TAGLIACCOZZO, R. (2011). Estudio de calidad y competitividad del agronegocio de la papa.

Organización de las Naciones Unidas (2015). Extraído el 1 de octubre del 2023, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

OSORIO CÁRDENAS, G. (2019). Pivotar: la realidad aumentada, el mejor aliado a la hora de desarrollar estrategias comunicativas para el marketing experiencial.

PÉREZ GONZÁLEZ, D.; SOLANA GONZÁLEZ, P. & TRIGUEROS PRECIADO, S. (2018). Economía del dato y transformación digital en pymes industriales: retos y oportunidades.

PÉREZ SUELDO, D. B. (2014). Simulación de la variación de temperatura interna por efecto de la temperatura de almacenamiento, variedad de papa y forma de almacenaje.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

PORTER, M. (1987). Ventaja Competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior.

Posada, M. (2019). Extraído el 30 de septiembre del 2023, de <https://www.argenpapa.com.ar/noticia/6836-argentina-generalidades-del-cultivo-de-papa-en-el-pais>

Redepapa (2018). Extraído el 1 de octubre del 2023, de https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/60746/mod_folder/content/0/EI%20almacenamiento%20de%20la%20papa.pdf?forcedownload=1

REQUEJO PAIVA, A. M. & SANCHEZ PISFIL, O. S. (2019). Sistema de toma de decisiones en las pymes caso: empresa la casa del tornillo de la ciudad de Chiclayo.

RIVAS, D. & STUMPO, G. (2011). Las TIC en el tejido productivo de América Latina.

ROA DELGADO, M. A. (2023). Detección de la enfermedad gota en cultivos de papa en Colombia usando *Deep Learning*.

ROJAS ESLAVA, J. P.; RAMIREZ BELTRAN, N. J. & MEJÍA MARTÍNEZ, C. E. (2022). Software para automatización de conteo de plantas en cultivos de papa mediante visión artificial.

ROZO-GARCÍA, F. *Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. Revista UIS Ingenierías, Vol. 19, N.º 2, abril 2020, pp. 177-192.*

RUEDA, F. (2009). Qué es la computación en la nube. Revista Sistemas.

SANTANA FERNÁNDEZ, J.; GÓMEZ GIL, J. & BUTRÓN RÚA, P. (2016). Diseño, implementación y evaluación de un sistema de asistencia al guiado GPS para tractores agrícolas, empleando tecnologías de realidad aumentada.

SANTILLÁN, O & RENTERÍA RODRÍGUEZ, M. E. *Agricultura de precisión. NOTA- Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión. N.º015, 2018*

SCHWAB, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution. Ginebra, Suiza: World Economic Forum*

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (2023). Producción de papa en Argentina. Evolución del cultivo hasta la temporada 2021/22.

TAMAYO, D. M. & URREGO, W. (2020). Industria 4.0: Oportunidades para una manufactura y producción sostenibles.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

VICENTE, S. (2018). La impresión 3D como tecnología de uso general en el futuro. Centro Universitario de la Defensa.

VILLARROEL, D.; SCARAMUZZA, F.; MÉNDEZ, A. & VÉLEZ, J. (2014). El Piloto Automático en la Agricultura.

WALAS MATEO, F. (2023). Nuevos modelos de negocio en el paradigma Industria 5.0. Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático para optimizar procesos industriales.

YOGUEL, G. (2000). Economía de la tecnología y de la innovación. 1° edición. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

ZANFRILLO, A. & MORCELA, O. A. (2022). Industria 5.0: Industrias inteligentes en el camino de la transformación digital sostenible. Proyecto de investigación, FI-UNMDP.

8. ANEXOS

Anexo I: Protocolo de entrevistas

A continuación, se presenta el banco de preguntas validado por expertos que se utilizó para entrevistar a los diferentes agentes de la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense.

BLOQUE 0: Descripción general de la empresa y el entrevistado

Nombre - Ciudad - Principales productos/Actividades que integra/Eslabón/es en la cadena de valor - Antigüedad - Volumen de producción estimado - Datos del entrevistado (posición, nivel de estudios, antigüedad, etc.)

BLOQUE 1: Proyectos, inversiones o servicios contratados en nuevas tecnologías digitales

Q1.1 ¿Cuáles son las herramientas/técnicas de informatización que aplica/implementa en la empresa? (a nivel de producto, de procesos y organizacional de la empresa) (Ej.: uso de sistema ERP, métodos de comunicación, etc.)

Q1.2. ¿Su empresa implementó algún proyecto o contrató algún servicio relacionado a las nuevas tecnologías digitales en los últimos 10 años? (sensores e internet de las cosas, robótica avanzada, computación en la nube, análisis de *big data*, inteligencia artificial, etc.)

Q1.3. ¿Qué resultados obtuvo? ¿Los midió? (uso de indicadores)

BLOQUE 2: Toma de decisiones tecnológicas

Q2.1. ¿Cómo se toma la decisión de invertir o contratar servicios en nuevas tecnologías digitales? ¿Quién o quiénes participan? ¿Existe un proceso definido?

Q2.2. ¿Qué factores se tienen en cuenta a la hora de decidir si incorporar o no tecnologías? (reducción de mano de obra, mejora de tiempos, requerimientos normativos, calidad, trazabilidad, satisfacción del cliente, producción, logística, etc.) ¿Cómo creen que afecta a los empleados? (satisfacción, capacitación, adaptación)

Q2.3. ¿Cuáles son las barreras/factores que impiden u obstaculizan la incorporación de tecnología? (costos, cultura, conectividad, desconocimiento, falta de proveedores, etc.)

Q2.4. ¿Conoce cuáles son los facilitadores para la implementación? (acceso a créditos, incorporación de personal capacitado, etc.)

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

Q2.5. ¿Se relacionó o relaciona con algún organismo que trabaje con estas tecnologías? (INTA, INTI, UNMDP, ATICMA, etc.) ¿Cómo y por qué motivo surgió la conexión?

BLOQUE 3: Sostenibilidad basada en transformación digital

Q3.1. ¿Cuáles son los principales desafíos que condicionan la competitividad de la empresa dentro de 2 o 5 años, o a largo plazo (10 años)? ¿Cree que las prácticas actuales responden a esos desafíos?

Q3.2. ¿Tiene en cuenta la sostenibilidad en términos ambientales, sociales y económicos, al momento de tomar las decisiones?

Q3.3. ¿Cuáles de las nuevas tecnologías digitales cree que serían útiles para la sostenibilidad?

El diseño de este banco utilizó como base las guías de preguntas presentes en otros trabajos de investigación referidos al desarrollo de la Industria 4.0 en Argentina y en Brasil (Albrieu et al., 2019; Carmona et al., 2020; Fernández Franco et al., 2022). Luego, se validó por un grupo de expertos en la materia, a quienes se les proporcionó la lista de preguntas formuladas inicialmente junto un resumen del proyecto, los objetivos planteados y la correspondiente planilla de validación (Cuadro 6). A continuación, se detallan los perfiles de los expertos y los comentarios y sugerencias que realizaron sobre las preguntas en con el fin de garantizar que sirvan para recopilar la información de interés.

- Experto #1: reconocida investigadora especializada en el área alimenticia. Cuenta con numerosos trabajos publicados de distintos temas como la agricultura, silvicultura y pesca.
- Experto #2: reconocida investigadora especializada en geografía rural, economía agroalimentaria y sociología rural. Posee trabajos realizados sobre la cadena productiva local de la papa.
- Experto #3: fundador y director de una empresa proveedora de tecnologías para el sector papero. Desarrollan automatizaciones para la industria basadas en robótica e inteligencia artificial.

En la columna de “Comentarios” del cuadro 6, surgieron las siguientes sugerencias:

- Considerar agregar ejemplos a las preguntas Q1.1 y Q1.2 porque existe la posibilidad que las personas entrevistadas no tengan una definición muy precisa sobre estos conceptos y no logren asociarlos con herramientas que poseen en la empresa.

Análisis del proceso de toma de decisiones tecnológicas llevado a cabo en la cadena de valor de la papa industria del sudeste bonaerense

- Añadir escalas temporales a las preguntas Q1.2 y Q3.1 para así tener una referencia de cómo ha sido el desarrollo con el paso del tiempo y determinar cómo se encuentran hoy y qué proyecciones tienen a futuro.
- Preguntar de forma más directa la pregunta Q2.3 e incluir ejemplos. En un principio se había planteado como: “¿Considera que existen barreras que les impiden incorporar más tecnología?”.
- Reformular las preguntas del bloque 3 con el objetivo de no inferir a la respuesta. Es poco probable que los entrevistados declaren que no tomen acciones o sean conscientes del impacto económico, social y ambiental que generan, por lo que lo importante es analizar qué medidas toman ante esta situación. A su vez, modificar el orden del bloque 3, primero indagar sobre los desafíos de la empresa porque pueden ser muy diversos y no siempre están vinculados con la sostenibilidad (Q3.1) y luego sobre los objetivos de la sostenibilidad (Q3.2), para que la conversación tenga un sentido más lineal y progresivo en los temas a desarrollar.

BLOQUE	¿El contenido corresponde al tema a investigar?	¿El formato de preguntas es claro?	Comentarios
1			
2			
3			

Cuadro 6: Planilla de validación del banco de preguntas a utilizar.

Fuente: Elaboración propia.