

Digital transformation as a contributor of efficiency and resilience in the agri-food supply chain: A literature review

Claudio Jesús Cabrera Borjas, bachelor's in International Business Administration¹, Nicole Magnolia Chuque Pacheco, International Business Administration Graduate², Sabrina Beatriz Tutaya Gálvez, International Business Administration Graduate³, Alvaro Mariano Mejia Mendivil, Bachelor's in International Business Administration⁴, Delia Mercedes Cerna Huarachi, Master's in Superior Education⁵, and Julio Ricardo Moscoso Cuaresma, Master's in Public Management⁶

¹⁻⁶Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Peru, valegm0312@gmail.com, krismvo@gmail.com, pcanamej@upc.edu.pe, pcaddcer@upc.edu.pe

Abstract– The main aim of this research is to determine the effects of digital transformation as a factor contributing to efficiency and resilience in the supply chain agri-food value chain as well as, to analyze the main technological trends for the companies of this sector. The methodology employed is a literature review of 31 papers from the Scopus and Science Direct databases. The results show that digitalization brought many benefits, but also challenges. The different ways in which this technology has contributed have been analyzed.

Keywords: *Digital transformation, Supply Chain, Resilience, Efficiency, Agri-food Industry*

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).
DO NOT REMOVE

La transformación digital como un contribuidor en la eficiencia y resiliencia de la cadena de suministro agroalimentaria: Una revisión de la literatura

Claudio Jesús Cabrera Borjas, bachelor's in International Business Administration¹, Nicole Magnolia Chuque Pacheco, International Business Administration Graduate², Sabrina Beatriz Tutaya Gálvez, International Business Administration Graduate³, Alvaro Mariano Mejia Mendivil, Bachelor's in International Business Administration⁴, Delia Mercedes Cerna Huarachi, Master's in Superior Education⁵, and Julio Ricardo Moscoso Cuaresma, Master's in Public Management⁶

¹⁻⁶Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Peru, valegm0312@gmail.com, krismvo@gmail.com, pcanamej@upc.edu.pe, pcaddcer@upc.edu.pe

Resumen– El objetivo principal de la presente investigación es determinar los efectos de la transformación digital como un factor en la eficiencia y resiliencia de las cadenas de suministro en la industria agroalimentaria, además de analizar las tendencias tecnológicas más influyentes en las empresas del sector. Como método de investigación, se empleó una revisión sistemática de 31 artículos de investigación, utilizando las bases de datos Scopus y ScienceDirect. Asimismo, se determinó que la digitalización trajo consigo beneficios, pero también desafíos. Se analizaron las tendencias en función a las empresas de la industria agroalimentaria y se han podido identificar las diferentes formas en la que la transformación digital ha contribuido a la eficiencia y resiliencia de las empresas agroalimentarias

Keywords: Transformación Digital, Cadena de Suministro, Resiliencia, Eficiencia, Industria Agroalimentaria

I. INTRODUCCIÓN

La pandemia del COVID-19 ha acelerado diversos cambios en cuanto a las estructuras de consumo y la transformación digital a nivel global. Para lograrlo, las organizaciones realizaron renovaciones tecnológicas, reemplazando sus plataformas e infraestructuras con el fin de mejorar sus operaciones e implementar nuevos procesos de mejora [1], buscando así alcanzar sus objetivos y desarrollar nuevas ventajas competitivas en el mundo digital

En cuanto a las cadenas de suministro (SC, por sus siglas en inglés) agroalimentarias, particularmente están compuestas por una red de actores directos e indirectos que buscan cumplir con objetivos similares como garantizar la calidad, inocuidad y seguridad de los alimentos [2]. Sin embargo, teniendo en cuenta al entorno externo, se encuentran intervenciones políticas, desastres naturales o la complejidad de redes de suministros que generan interrupciones. Por ello, la cadena de suministro requiere que sus integrantes cuenten con una gran capacidad de resiliencia [3]. Esta ayuda a prevenir riesgos, gestionar incidencias y a su vez garantizar la eficiencia operativa [4]

Una de las respuestas tecnológicas de las empresas ante la búsqueda de resiliencia ha sido la transformación digital (TD). Esta tecnología cuenta con el potencial de incrementar la eficiencia, mejorar la transparencia y la productividad en el

desarrollo de sus actividades [5]. Del mismo modo, [6] destacan la importancia de la TD en el desarrollo de procesos vitales dentro de las cadenas de suministro, como la compra y aprovisionamiento de materia prima y otros aspectos relacionados, pues esta posibilita la automatización de los almacenes, la creación de nuevas redes y el seguimiento de las operaciones. Además, la correcta aplicación de la TD necesita de habilidades y capacidades humanas (internas y externas) en todas las fases, ayudando a las organizaciones a conseguir resultados por encima de la media.

Es así como el presente artículo busca atender la brecha de conocimiento respecto a información sobre cómo la transformación digital puede contribuir en las cadenas de suministros de la industria agroalimentaria y cómo puede ser implementada, identificando los desafíos que se presentan en la adopción de las tecnologías y de qué manera pueden ser abordados. El presente artículo cuenta con el objetivo principal de determinar los efectos de la transformación digital dentro de las cadenas de suministro de la industria agroalimentaria. De este modo se establecieron los siguientes objetivos específicos. El primer objetivo (O1) es describir las principales tendencias de transformación digital en la cadena de suministro en la industria agroalimentaria. El segundo objetivo (O2) es determinar a qué tanta importancia da la literatura a la resiliencia en la implementación de nuevas tecnologías en las cadenas de suministros de la industria agroalimentaria. Y el tercer objetivo (O3) es conocer que efectos en la eficiencia ha identificado la literatura con respecto a la transformación digital de las cadenas de suministro en la industria agroalimentaria. Para ello, se ha desarrollado una revisión sistemática con una metodología cualitativa con un enfoque narrativo.

II. MARCO TEÓRICO

A. Eficiencia en las cadenas de suministro agroindustriales

El concepto de la eficiencia de procesos se refiere mejoras orientadas a mantener o incrementar los niveles de producción mientras se utilizan menores cantidades de insumos [7]. Por ello, conseguir eficiencias en los procesos productivos genera la mejora del posicionamiento competitivo de las empresas

agroindustriales [8], además de ayudaría a fomentar la gestión estratégica [8].

En la actualidad, un elemento crucial para la obtención de eficiencias en las operaciones empresariales es la aplicación de tecnologías [9]. Así, además de eficiencia se pueden conseguir beneficios como mejoras en la trazabilidad. Según [3], para mejorar la eficiencia y fluidez de las cadenas de suministro agroalimentarias, se requiere de un sistema de trazabilidad para la seguridad en las entregas de productos y brindar información real a toda la organización, reduciendo el riesgo en los sistemas de operativos.

Adicional a esto, [6], señalan que se buscaría mejorar la eficiencia operativa mediante la correcta toma de decisiones sobre herramientas y modelos para la gestión de las cadenas de suministro, además de la combinación de capacidades; es decir, una ventaja competitiva, la cual debe estar ligada al manejo de recursos tecnológicos. Entonces, si las empresas cuentan con innovaciones, como un diseño de SC flexible, permitirá que la eficiencia incremente para obtener soluciones óptimas [10]

B. Resiliencia en las cadenas de suministro agroalimentarias

La resiliencia se entiende como la capacidad de un método o procedimiento para cambiar, adaptarse y transformarse frente a los cambios [11]. En la industria alimentaria el término resiliencia es definido como la habilidad de proporcionar suficientes alimentos de buena calidad y accesibles a todos, a pesar de las circunstancias a lo largo del tiempo [12]. Por otro lado, cuando se habla de la resiliencia en las cadenas de suministro, se manifestaría en la capacidad de satisfacer demandas diferentes y a su vez, al anticiparse y tener una respuesta rápida y eficiente ante interrupciones [13]. Por otro lado, las CS que no son resilientes se exponen considerablemente a interrupciones que pongan en riesgo y afecten a toda la empresa [10]. Entre las consecuencias se encuentran demoras de atención al cliente, elevados costos de transporte, pérdida de clientes y pérdidas financieros.

Bajo este contexto, se propone también el concepto de “resiliencia operativa en la CS” entendido como la capacidad que presenta la cadena para no interrumpir ni afectar su desempeño operativo en un periodo determinado, frente a fuerzas disruptivas o eventos adversos [14]. Las operaciones usualmente dependen del entorno comercial de la empresa, no obstante, también existen interrupciones externas en las cadenas de suministro [15]. Para hacer frente a esto, las empresas deben reestructurar sus procesos hacia un enfoque tecnológico con la finalidad de mantener ventajas competitivas en entornos cambiantes [1].

Existen varias formas de incrementar la resiliencia de las cadenas de suministro [16]. Una de ellas es la innovación, pues puede mejorar la flexibilidad, agilidad y suficiencia de las empresas [17]. A continuación, se presenta una de estas tecnologías, la digitalización.

C. Acerca de la TD en la industria agroalimentaria

La transformación digital ha generado cambios significativos en los mercados globales, afectando tanto a las empresas como al comportamiento de los consumidores. Los negocios tradicionales se han visto superados por firmas digitalizadas que optimizan recursos buscando oportunidades de crecimiento en nuevos mercados [18]. Adicional a ello, la TD es catalogada como un factor determinante en el desarrollo de una empresa hacia prácticas eficientes, debido a que estos nuevos procesos digitales garantizan la obtención, en plazos cortos, de beneficios económicos y sociales, impulsando prácticas sostenibles en las CS y aumentando el rendimiento de las organizaciones [19].

El proceso de transformación digital puede ser variado dependiendo del sector y tamaño de las empresas, pues este depende de variables como los activos tecnológicos, conocimientos, investigación y desarrollo [20]. Por su parte, el sector agroalimentario y sus cadenas de suministro enfrentan retos debido al aumento en la demanda de alimentos y las perspectivas de los clientes a favor de la seguridad alimentaria, así como a la inestabilidad debido a presiones políticas [21]. Estos problemas en las CS de la industria pueden abordarse optimizando los puntos clave de la cadena donde las nuevas tecnologías permitan innovar los sistemas y planes estratégicos de las empresas [22]. Por ello, la TD es importante para lograr cadenas más resilientes que promuevan la toma de acciones innovadoras con el objetivo de crear valor para el cliente y asegurar la inocuidad de los alimentos [12].

La digitalización debe incluir tecnologías de vanguardia orientadas al desempeño empresarial [20]. Las herramientas de transformación digital, como la Inteligencia Artificial (AI), Blockchain e Internet de las Cosas (IoT), están siendo aplicadas en las cadenas de suministro para la gestión eficiente de información, la optimización de recursos y envíos, lo cual es de vital importancia en la industria agroalimentaria dado que, cuenta con productos perecederos [23]. Asimismo, es posible reducir costos innecesarios, acelerar procesos, disminuir la merma, incrementar la precisión y cumplir con la demanda [24]. Según [26], es en este punto donde la influencia de la transformación digital y la correcta adaptación de tecnologías innovadoras ayudan a modificar la industria agroalimentaria, ya que permiten reestructurar el modelo de negocio en compañías y fomentar el desarrollo en plazos y costos reducidos.

III. METODOLOGÍA

La investigación optó por la aplicación de una revisión sistemática narrativa, cuya finalidad es otorgar un análisis por medio de la recopilación de artículos de investigación. En la primera etapa, búsqueda, se definió una lista preliminar los criterios que para la identificación de los artículos de investigación. Para encontrarlos, se realizó una búsqueda de las palabras clave “transformación digital”, “eficiencia”, “resiliencia”, “industria agroalimentaria”, “industria agrícola”

y “cadena de suministro”. La búsqueda arrojo un total 21,941 documentos, como se puede apreciar en la Tabla 1.

TABLA 1
BÚSQUEDA DE PALABRAS CLAVE EN LA BASE DE DATOS

Algoritmos (en título o palabras clave)	Artículos hallados	
	Scopus	Science Direct
"Digital transformation" AND "Agri-food industry"	1	10
"Supply chain" AND "resilience"	243	12,477
"Supply chain" AND "efficiency"	883	6,991
"Supply chain" AND "Agri-food industry" AND "resilience"	7	118
"Supply chain" AND "Agri-food industry" AND "efficiency"	6	163
"Digital transformation" AND "Supply chain"	16	267
"Agroindustry" AND "efficiency"	126	456
"Agroindustry" AND "Supply chain"	72	105
Subtotal	1,354	20,587
Total general		21,941

En la segunda etapa se identificaron los artículos con relación directa con las palabras clave seleccionadas. Por ello, se analizaron los títulos y resúmenes para seleccionar las investigaciones que tuvieran mayor relación con el tema de investigación. Los artículos se limitaron a aquellos pertenecientes a revistas clasificadas dentro de los cuartiles Q1 y Q2 del ranking de publicaciones científica Scimago. En específico, se filtró para conseguir los más apropiados para la orientación y desarrollo de resultados, discusión y conclusiones. Asimismo, La selección enfatizó las investigaciones más recientes sobre la transformación digital dentro de la cadena de suministro agroalimentaria, priorizando los estudios respecto a sus futuras tendencias. Por ello, se limitó la búsqueda al periodo de tiempo de máximo 5 años de antigüedad. De esta manera, la cantidad de artículos final por revisar fue 31.

En la etapa de análisis se empleó la herramienta de Atlas TI. Se identificaron un total de 22 códigos que se implementaron como subcategorías de cada objetivo específico de acuerdo a su relación con los párrafos que se consideraron relevantes de cada artículo de investigación. En la tabla 2 se pueden ver los códigos generados y el campo al que pertenecen.

TABLA 2
IMPLEMENTACIÓN DE PALABRAS EN ATLAS.TI

No.	Codificación	Cantidad de citas	Tipo de Objetivo	Campo
1	Digitalización	31	1	Tendencias Tecnológicas
2	Inteligencia Artificial	10		
3	Big Data	4		
4	TIC	2		
5	IoT	7		
6	Industria 4.0	5		
7	Blockchain	5		
8	Adaptación	15	2	Resiliencia

9	Beneficios	10	3	Eficiencia
10	Resiliencia	26		
11	Competencias	3		
12	Análisis de riesgos	9		
13	Recursos	5		
14	Trazabilidad	4		
15	Gestión de la demanda	8		
16	Optimización	11		
17	Eficiencia	8		
18	Gestión de proveedores	7		
19	Gestión de Costos	6	H	Hallazgos
20	Agroalimentación - H	5		
21	TOE - H	2		
22	Flexibilidad - H	4		

IV. RESULTADOS

En la tabla 3 se pueden apreciar los 31 artículos que fueron resultado de la búsqueda de información. Al analizarla, mediante la tabla 4, es posible apreciar lo siguiente. Por un lado, el número de publicaciones ha estado aumentando a partir de 2019, alcanzando su punto máximo en los años 2021, 2022, Esto puede reflejar el impacto de las cuarentenas y el trabajo remoto causadas por la pandemia del COVID-19. Asimismo, el año 2023 ya cuenta con 8 investigaciones, por lo que puede esperarse que el tema sea objeto de más investigaciones. Por otro lado, se aprecia que la mayor parte de las investigaciones se concentra en revistas de primer cuartil (Q1), representando el 84% del total.

TABLA 3
PUBLICACIONES ORDENAS POR AÑO DE PUBLICACIÓN

Nº	Autores	Año	Título	Citas
1	Zhao, G., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H. & Mileva, B.	2019	Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges, and future research directions.	312
2	Lemos, S., Pereira, A., Duarte, A., Alves, M., Almeida, F.	2019	Agroindustrial best practices that contribute to technical efficiency in Brazilian sugar and ethanol production mills	8
3	Kim, R.	2020	The Impact of COVID-19 on Consumers: Preparing for Digital Sales	189
4	Bakalis, S., Valdramidis., Argyropoulos, D., Ahne, L., Chen, J., Cullen, P., Cummins, E., Datta, A., Emmanoulidis, C., Foster, T., Fryer, P., Gouseti, O., Hospido, A., Knoerzer, K., LeBail, A., Marangoni, A., Rao, P., Schluter, O., Taoukis, P., Xanthakis, E. & Van Impe, J.	2020	Perspectives from CO+RE: How COVID-19 changed our food systems and food security paradigms.	109

5	Lezoche, M., Hernandez, J., Alemany, M., Panetto, H. & Kacprzyk, J.	2020	Agri-food 4.0: A survey of the supply chains and technologies for the future agriculture.	271
6	Akyazi, T., Goti, A., Oyarbide, A., Alberdi, E. & Bayon, F.	2020	A Guide for the Food Industry to Meet the Future Skills Requirements Emerging with Industry 4.0.	44
7	Sabalhi & Paras	2020	Firm innovation and supply chain resilience: a dynamic capability perspective	101
8	Wimelius, H., Mathiassen, L. Holmstrom, J. & Mark, K.	2021	A paradoxical perspective on technology renewal in digital transformation.	52
9	Chatterjee, S., Rana, N., Dwivedi, Y. & Baabdullah, A.	2021	Understanding AI adoption in manufacturing and production firms using an integrated TAM-TOE model.	94
10	Verhoef, P., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A. Qi, John., Fabian, N. & Haenlein, M.	2021	Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda.	734
11	Pacciarotti, C. & Torregiani, F.	2021	The logistics of the short food supply chain: A literature review.	75
12	Amentae, T. & Gebresenbet, G.	2021	Digitalization and Future Agro-Food Supply Chain Management: A Literature-Based Implications.	21
13	Assumma, V., Bottero. M., De Angelis. E., Lourenço, J., Monaco. R. & Soares. A.	2021	A decision support system for territorial resilience assessment and planning: An application to the Douro Valley	29
14	Ali, M., Suleiman, N., Khalid, N., Huan, K., Tseng, M. & Kumar, M.	2021	Supply chain resilience reactive strategies for food SMEs in coping to COVID-19 crisis	73
15	Dubey, R.; Gunasekaran, A.; Childe, J.; Fosso S.; Roubaud, D. & Foropon, C.	2021	Empirical investigation of data analytics capability and organizational flexibility as complements to supply chain resilience	294
16	Abdulhadi, M. & Asif, M.	2022	The Impact of Digital Transformation on Supply Chain Procurement for Creating Competitive Advantage: An Empirical Study	2
17	Agnusdei, G.P. & Coluccia, B.	2022	Sustainable agri-food supply chains: Bibliometric, network and content analyses	23
18	Raj, A., Anjan, A., Lopes., Srivastava, S.	2022	Supply chain management during and post-COVID-19 pandemic: Mitigation strategies and practical lessons learned.	62

19	Farajpour, F. Hassanzadeh, A. Elahi, S. & Ghazanfari, M.	2022	Digital supply chain blueprint via a systematic literature review	4
20	Ancín, M., Pintado, E. & Sánchez, M.	2022	New trends in the global digital transformation process of the agri-food sector: An exploratory study based on Twitter.	5
21	Yadav, V., Singh, A., Gunasekaran, A., Raut, Rakesh. & Narkhede.	2022	A systematic literature review of the agro-food supply chain: Challenges, network design, and performance measurement perspectives.	39
22	Amani, M. & Sarkodie, S.	2022	Mitigating spread of contamination in meat supply chain management using deep learning.	7
23	Liu, L., Cavaye, J. & Ariyawardana, A.	2022	Supply chain responsibility in agriculture and its integration with rural community development: A review of issues and perspectives.	3
24	Lai K., Feng Y. & Zhu Q.	2023	Digital transformation for green supply chain innovation in manufacturing operations	0
25	Abbate, S., Centobelli, P. & Cerchione, R.	2023	The digital and sustainable transition of the agri-food sector	7
26	Mugoni, E & Nyagadza, B	2023	Green reverse logistics technology impact on agricultural entrepreneurial marketing firms' operational efficiency and sustainable competitive advantage.	1
27	Aldrighetti, R. Battini, D. & Ivanov, D.	2023	Efficient resilience portfolio design in the supply chain with consideration of preparedness and recovery investments.	3
28	Romagnoli, S., Tarabu, C., Maleki, B. & De Giovanni, P.	2023	The Impact of Digital Technologies and Sustainable Practices on Circular Supply Chain Management.	1
29	Coral, C. & Mithöfer, D.	2023	The backbone of agrifood value chain resilience: Innovation in the Ecuadorian banana value chain from a historical perspective.	1
30	Bo, E., Beate, I. & Ruben, D.	2023	COVID-19 disruptions and Norwegian food and pharmaceutical supply chains: Insights into supply chain risk management, resilience, and reliability.	2

31	He, X., Hu, W., Li, W., & Hu, R.	2023	Digital transformation, technological innovation, and operational resilience of port firms in case of supply chain disruption.	1
----	----------------------------------	------	--	---

TABLA 4
PUBLICACIONES POR AÑO DE PUBLICACIÓN SEGÚN CUARTIL AL QUE PERTENECE LA REVISTA

Cuartil	2019	2020	2021	2022	2023	Total
Q1	2	4	6	7	7	26
Q2		1	2	1	1	5
Total	2	5	8	8	8	31

A. Tendencias digitales en la cadena de suministro agroalimentaria

La aplicación de nuevas tecnologías de vanguardia impacta en las empresas, tanto en sus procesos, como en la estructura y cultura organizacional [1] Es así como, [6] destacan que el aseguramiento de acuerdos a largo plazo con proveedores, suministros de calidad y la reducción de tiempo y costos, junto con el aumento de la eficiencia y productividad son beneficios clave de la digitalización en las cadenas de suministro, brindando ventajas competitivas a las empresas. No obstante, es importante mencionar que, para obtener los mejores resultados para la empresa, es necesario que se invierta en las herramientas tecnológicas apropiadas que promuevan la eficiencia. [8] Asimismo, por medio de la adopción e integración de tecnologías digitales se puede lograr la digitalización en la industria agroalimentaria, fomentando el desarrollo en periodos reducidos y cambiando los modelos de negocio de las empresas del sector [27].

Algunas tecnologías y/o herramientas digitales más empleadas en la digitalización de las cadenas de suministro son Blockchain, la inteligencia artificial, y el *Internet of Things* [9]. Por un lado, la Blockchain en la cadena de suministro se ha utilizado para registrar transacciones digitales, garantizar trazabilidad y verificación de productos. En la industria alimentaria la *blockchain* ha ayudado a prevenir el fraude alimentario y la pérdida de alimentos en la industria agroalimentaria [21]. Además, [15] resaltan que las empresas emplean también esta tecnología para mitigar los riesgos en las transacciones con intervención de terceros en la industria.

Por otro lado, existen algunas dificultades para la implementación de la Inteligencia Artificial en las industrias [28]. Los motivos están relacionados a una falta de preparación para la adopción de dicha tecnología. No obstante, existen enormes oportunidades, entre ellas la capacidad de desarrollar nuevos enfoques en la toma de decisiones para respaldar las operaciones en la industria agroalimentaria, así como la detección de patrones de conocimiento que se traducen en una mayor eficiencia productiva [25]. En otras palabras, esta herramienta tiene el potencial de dinamizar las operaciones de manera similar a como ocurre en los procesos

de producción dentro de las cadenas de suministro [28] Del mismo modo, cuenta con la capacidad de aumentar la productividad de la cadena de suministro, a la vez que se logra mejorar la producción y el consumo responsable, lo que se traduce en la disminución de los costos [24]

Otra tecnología relevante en las cadenas de suministro en la industria es el Internet de las Cosas [9]. Este consiste en dispositivos digitales que se conectan y comparten información con otros dispositivos a través de internet u otra red de comunicación, siendo muy útil para brindar seguimiento en tiempo real de la ubicación de productos, recopilar datos y gestionar recursos dentro de la cadena, generando así valor para el cliente [19].

Contextualizando, estas tecnologías digitales emergentes son consideradas como parte de las innovaciones revolucionarias que permiten a la industria evolucionar desarrollando sistemas sofisticados, inteligentes y ágiles. Esto genera que toda la red de operaciones de los procesos de la cadena de suministro alimentaria se integre orgánicamente por medio de tecnologías hasta el cliente final [25]. Por ello, [1] enfatizan que las empresas deben renovar periódicamente sus infraestructuras digitales en función de los nuevos avances digitales que surgen con el objetivo de continuar siendo competitivas. Sin lugar a duda, la transformación digital en la industria agroalimentaria fue la solución idónea para la resolución de problemáticas en el sector tales como la productividad, trazabilidad, calidad, inocuidad, entre otros [23].

La posición presentada destaca muchos beneficios y oportunidades que otorga la transformación digital en la industria, sin embargo, también implica cambios significativos en la estructura y cultura organizacional. La implementación de nuevas tecnologías requiere ajustes en la forma en que se realizan las tareas y en la interacción entre los empleados. Esto puede generar resistencia al cambio y requerir esfuerzos adicionales para capacitar y adaptar al personal a las nuevas formas de trabajo. Además, es importante tener en cuenta que la elección de las herramientas digitales debe basarse en las necesidades y objetivos específicos de cada empresa y su cadena de suministro. No todas las tecnologías son igualmente adecuadas para todas las situaciones, por lo que se requiere un análisis cuidadoso antes de su implementación.

B. La resiliencia en la cadena de suministro agroalimentaria

La resiliencia como un factor importante para la implementación de tecnologías en la agroindustria Se observan muchos estudios sobre los modelos reactivos de las cadenas de suministro, los cuales se han discutido por medio de variables como los costos y tiempos involucrados; concluyendo que la resiliencia eficiente es la que responde rápidamente a la detención de actividades. Por ello, se detallaron las estrategias de gestión de la resiliencia enfocadas en el pilar de la recuperación de las variables mencionadas anteriormente [13]. [27] demuestran esto al determinar que las empresas se encuentran en una transición hacia modelos

digitalizados que permiten rediseñar sus cadenas de suministro, creando valor para los clientes y generando ventajas competitivas para la empresa.

Debido a los acontecimientos ocasionados por la pandemia Covid 19, las empresas fueron forzadas a desarrollar sus operaciones de manera virtual y por ese medio, muchas compañías lograron un proceso de transición satisfactoria en un corto tiempo [29]. Asimismo, para que las empresas puedan protegerse de estos acontecimientos, estas tendrían que mejorar sus activos centrándose en obtener una buena flexibilidad y diferenciación [10]. Por ello, se puede especular que, en el caso del sector agrícola, se dirigirían hacia un modelo innovador, en el que emplean nuevas tecnologías [12]. A pesar de que se conoce que la transformación digital es un desafío en el sector agroalimentario, ya que existirían barreras, no dificultarían su adaptación como los recursos internos, características del negocio, tamaño, infraestructuras, entre otros [20].

No obstante, debido a que la innovación tecnológica es considerada como un impulsor para las empresas en cuanto a su desempeño, esta ayudaría a equilibrar la adaptabilidad y estabilidad de las compañías, maximizando así la flexibilidad de estas [15]; y a su vez, que una cadena de suministros resiliente cause un impacto positivo y eficiente en el desempeño de las compañías [13]. Las empresas implementarían nuevas tecnologías, brindando técnicas de manejo de datos agrícolas como la integración del repositorio de proveedores externos, la alimentación de los sistemas de soporte en la toma de decisiones, entre otros [25]. Empero, se debe tomar en cuenta que la digitalización no solo se limitaría a la adopción de estas nuevas tecnologías para la reducción de riesgos, sino que a su vez la integración de estas mismas en los procesos de la cadena de suministros ayudaría como la viabilidad y el mejoramiento de las diferentes capacidades del SCR, estableciendo un marco de gestión de resiliencia digital [3].

Por ende, la implementación de estos nuevos procesos innovadores ayudaría a las empresas a crear una mayor base de conocimientos y conciencia en los miembros de la cadena de suministros que busquen reducir la probabilidad de aparición de riesgos [17]. De esta manera, la incorporación de las tecnologías 4.0 como la IA, *Big Data*, *Machine Learning*, entre otros; ayudaría a las industrias en el sector alimentos a tener una rápida adaptabilidad, cambiando a su vez la estructura del negocio de manera abrupta, pero facilitando las producciones de alimentos obteniendo productos de mejor calidad a menor tiempo y costo [26].

La posición presentada destaca que, es importante para una empresa tener como un factor importante la resiliencia, ya que con esta una empresa tendría la capacidad de apartarse de manera rápida y concisa. Con ello, aún en situaciones de incertidumbre o imprevistas; tendrán el poder de reestructurar e implementar nuevas tecnologías que ayuden con los diferentes procesos para cumplir los objetivos establecidos, sin

necesidad de perder la calidad de los productos o la cantidad de oferta ofrecida al público.

La cadena de suministro agroalimentaria es una red complicada de participantes atraídos directa o indirectamente en la SC con objetivos en común y busca mejores transformaciones en áreas para promover la sostenibilidad [2]. Por ello, es que surge la agricultura inteligente para iniciar la agroalimentación 4.0, término relacionado a la industria 4.0, que mediante la integración de nuevas tecnologías ayudan a abordar la importancia de los objetivos [25]. De acuerdo con [28], el uso de la industria 4.0 podría desarrollar y mejorar las estrategias de negocio de la fabricación y producción. Además, sus nuevas tecnologías pueden revolucionar en su totalidad la agricultura asegurando una mayor y mejorada producción de alimentos con la menor cantidad de recursos e insumos posibles [27].

Adicional a ello, conforme a lo que menciona [9], es de suma importancia implementar tecnologías inteligentes y de innovación, pues la transformación digital de las empresas no es suficiente para mejorar el desempeño. De igual manera, se puede determinar según [24] que la cadena de suministro agroalimentaria tradicional no logrará satisfacer la demanda mundial si es que no se implementa tecnologías inteligentes en función a sus producciones. Como concepto, se puede decir que la productividad es un gran indicador de cambio tecnológico que define la eficiencia en la que se relacionan los insumos para la producción total [7]. De igual forma, esta se considera como el uso óptimo de los recursos de una empresa para establecer la eficiencia operativa [8].

Con respecto a la correcta gestión de la cadena de suministro, se debe tener en cuenta que esta se basa en las capacidades de los gerentes que deben tomar decisiones de calidad y es por ello, que se puede determinar que todas las herramientas y modelos de decisión mejoran el uso de las tecnologías y los recursos para lograr como resultado la eficiencia, el rendimiento y que las operaciones continúen siendo sostenibles [23]. Sin embargo, el uso de estas tecnologías indica que el negocio de las empresas debe transformarse por completo a digital y de esta manera, como orientación hacia los gerentes se debe comprender cómo las empresas pueden obtener una ventaja competitiva sostenible y qué estrategias se deben desarrollar [18]. Por ejemplo, para facilitar la ventaja competitiva en la cadena de suministro agroalimentaria se debe lograr la trazabilidad de los alimentos, que a su vez puede ofrecer mayores beneficios como gestionar las pérdidas de alimentos, reducción de costos, gran nivel de comerciabilidad y mejorar la eficiencia [23].

La posición presentada destaca que, si bien la integración de nuevas tecnologías es necesaria para los desafíos en las cadenas de suministro agroalimentarias, es importante adaptarlas a las necesidades de la *supply chain*. Asimismo, la transformación digital y la gestión no son los únicos factores que contribuyen al desempeño de las cadenas de suministro, sino que también ayuda la correcta gestión de recursos, la calidad de productos y la eficiencia de estrategias. De igual

manera, este aspecto debe considerarse importante para lograr una ventaja competitiva y obtener mayores beneficios dentro de la industria. Por otro lado, se puede determinar que la eficiencia y productividad de la industria agroalimentaria aumenta y contribuye a una mejora en la gestión para el desarrollo y crecimiento sostenible, cumpliendo de esta manera con el ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura).

La digitalización en la cadena de suministro agroalimentaria mejora la eficiencia y la resiliencia del sector. La implementación de tecnologías digitales como *Blockchain*, *IoT* y *AI* proporciona una mayor visibilidad y optimización de los procesos. Estas tendencias digitales reducen costos, aceleran los tiempos de entrega y fortalecen la capacidad de adaptación ante cambios en la demanda y condiciones del mercado. La resiliencia es fundamental para garantizar un suministro continuo de alimentos en situaciones adversas. En resumen, la digitalización en la cadena de suministro agroalimentaria permite una gestión más efectiva de los recursos y una respuesta ágil a los desafíos actuales y futuros.

V. CONCLUSIONES

En esta investigación, se destaca la presentación de las conclusiones generales basadas en los resultados obtenidos a lo largo del estudio:

En primer lugar, la bibliografía científica resalta que la digitalización por parte de las empresas agroalimentarias sostendría una gran revolución en las cadenas de suministro; puesto que, la implementación de estas nuevas tendencias tecnológicas permite la automatización de procesos, mejora la eficiencia y reducción de costos, optimiza la logística y logra una mayor transparencia con los consumidores. Es decir, permite que las cadenas sean más eficientes, rentables y capaces de satisfacer las expectativas de los clientes, creando ventajas competitivas como la adaptabilidad frente a eventos no esperados, colaboración efectiva entre actores de la cadena, entre otros. Conviene destacar que, existen tecnologías como *Blockchain*, *IoT* o *AI*, las cuales se han establecido como las más utilizadas en las cadenas de suministro debido a que cuentan con capacidades para abordar desafíos como la falta de confianza, visibilidad y la gestión ineficiente de los recursos, añadiendo beneficios importantes para las empresas y clientes. Sin embargo, pese a los grandes beneficios que otorga en el mediano plazo, presenta algunas desventajas como la complejidad y curva de aprendizaje por parte de los usuarios, amenazas de seguridad, y los conocidos costos de implementación los cuales requieren inicialmente una inversión inicial significativa.

En segundo lugar, debido a la aparición continua y demandada de nuevos competidores en el mercado, hoy en día es importante para las empresas agroindustriales poder innovarse continuamente, con lo cual el uso de nuevas tecnologías implicaría una alta diferenciación para el manejo de sus operaciones, mejorar la calidad de sus productos, entre otros. Por esta razón, las empresas en la industria alimentaria necesitarían tener una resiliencia alta, para llevar un buen

manejo de la adaptabilidad a nuevos cambios alrededor de su cadena de suministros y se pueda apreciar con mayor facilidad las variaciones y las mejoras que estos brinden. Por lo cual, se puede confirmar que la resiliencia es un factor importante en implementación de la tecnología en las empresas agroindustriales, ya que ayudarían a lograr un mejor desarrollo de las actividades, así como también un mejor desempeño y calidad de la producción y productos ofertados por las empresas.

Por último, se puede determinar que si se implementan tecnologías inteligentes y diversos enfoques de la industria 4.0 en las cadenas de suministro agroalimentarias, impactará notablemente en la mejora de su eficiencia, productividad y sostenibilidad. Asimismo, estas tecnologías pueden garantizar la optimización de la producción mediante la correcta gestión de los recursos. Esto quiere decir que la transformación digital es de suma importancia para la mejora del rendimiento y obtener una ventaja competitiva sostenible. Para ello, la trazabilidad es un tema de gran relevancia para lograrlo, pues reduce costos y gestiona las pérdidas de alimentos. De manera general, la integración de enfoques innovadores satisface la demanda mundial y fomentan que la producción agroalimentaria sea eficiente.

Este estudio ofrece una visión narrativa de la transformación digital en las cadenas de suministro en la industria agroalimentaria, analizando el progreso del ámbito de investigación a lo largo de los años y brindando datos esenciales para investigaciones futuras. Adicionalmente, este estudio hace hincapié en nuevas áreas prometedoras de investigación tanto en enfoques cuantitativos como cualitativos. Específicamente, nuestro estudio resaltó las tecnologías habilitadoras que requieren una investigación más exhaustiva en el ámbito agroalimentario, como es el caso de la tecnología de cadena de bloques, *IoT* o Inteligencia Artificial. Los académicos podrían llevar a cabo estudios con el objetivo de determinar la efectividad de la digitalización a lo largo del tiempo.

Dado el dinamismo de la tecnología y su impacto en la investigación, se requiere precaución al interpretar y aplicar los resultados. Se aconseja a los lectores actuales y futuros investigadores ser cautelosos al desarrollar sus marcos teóricos y metodologías, ya que las nuevas tecnologías pueden surgir y alterar el contexto de los hallazgos existentes. Con lo cual, es recomendable mantenerse actualizado sobre los avances tecnológicos y considerar su influencia en la interpretación de los resultados, ajustando en consecuencia los enfoques y conclusiones.

VI. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas por su apoyo en la elaboración de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] H. Wimelius, L. Mathiassen, J. Holmström, y M. Keil, “A paradoxical perspective on technology renewal in digital transformation”, *Information Systems Journal*, vol. 31, núm. 1, pp. 198–225, ene. 2021, doi: 10.1111/isj.12307.
- [2] G. P. Agnusdei y B. Coluccia, “Sustainable agrifood supply chains: Bibliometric, network and content analyses”, *Science of The Total Environment*, vol. 824, p. 153704, jun. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.153704.
- [3] G. Zhao *et al.*, “Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions”, *Comput Ind*, vol. 109, pp. 83–99, ago. 2019, doi: 10.1016/j.compind.2019.04.002.
- [4] A. Raj, A. A. Mukherjee, A. B. L. de Sousa Jabbour, y S. K. Srivastava, “Supply chain management during and post-COVID-19 pandemic: Mitigation strategies and practical lessons learned”, *J Bus Res*, vol. 142, pp. 1125–1139, mar. 2022, doi: 10.1016/j.jbusres.2022.01.037.
- [5] K. Lai, Y. Feng, y Q. Zhu, “Digital transformation for green supply chain innovation in manufacturing operations”, *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 175, p. 103145, jul. 2023, doi: 10.1016/j.tre.2023.103145.
- [6] M. A. Alabdali y M. A. Salam, “The Impact of Digital Transformation on Supply Chain Procurement for Creating Competitive Advantage: An Empirical Study”, *Sustainability*, vol. 14, núm. 19, p. 12269, sep. 2022, doi: 10.3390/su141912269.
- [7] S. V. Lemos, A. P. Salgado, A. Duarte, M. A. A. de Souza, y F. de Almeida Antunes, “Agroindustrial best practices that contribute to technical efficiency in Brazilian sugar and ethanol production mills”, *Energy*, vol. 177, pp. 397–411, jun. 2019, doi: 10.1016/j.energy.2019.04.053.
- [8] E. Mugoni, B. Nyagadza, y P. K. Hove, “Green reverse logistics technology impact on agricultural entrepreneurial marketing firms’ operational efficiency and sustainable competitive advantage.”, *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, vol. 2, núm. 2, p. 100034, may 2023, doi: 10.1016/j.stae.2022.100034.
- [9] F. Farajpour, A. Hassanzadeh, S. Elahi, y M. Ghazanfari, “Digital supply chain blueprint via a systematic literature review”, *Technol Forecast Soc Change*, vol. 184, p. 121976, nov. 2022, doi: 10.1016/j.techfore.2022.121976.
- [10] R. Aldrightetti, D. Battini, y D. Ivanov, “Efficient resilience portfolio design in the supply chain with consideration of preparedness and recovery investments”, *Omega (Westport)*, vol. 117, p. 102841, jun. 2023, doi: 10.1016/j.omega.2023.102841.
- [11] C. Coral y D. Mithöfer, “The backbone of agrifood value chain resilience: Innovation in the Ecuadorian banana value chain from a historical perspective”, *World Dev Perspect*, vol. 29, p. 100476, mar. 2023, doi: 10.1016/j.wdp.2022.100476.
- [12] S. Bakalis *et al.*, “Perspectives from CO+RE: How COVID-19 changed our food systems and food security paradigms”, *Curr Res Food Sci*, vol. 3, pp. 166–172, nov. 2020, doi: 10.1016/j.crfs.2020.05.003.
- [13] M. H. Ali, N. Suleiman, N. Khalid, K. H. Tan, M.-L. Tseng, y M. Kumar, “Supply chain resilience reactive strategies for food SMEs in coping to COVID-19 crisis”, *Trends Food Sci Technol*, vol. 109, pp. 94–102, mar. 2021, doi: 10.1016/j.tifs.2021.01.021.
- [14] R. Dubey, A. Gunasekaran, S. J. Childe, S. Fosso Wamba, D. Roubaud, y C. Foropon, “Empirical investigation of data analytics capability and organizational flexibility as complements to supply chain resilience”, *Int J Prod Res*, vol. 59, núm. 1, pp. 110–128, ene. 2021, doi: 10.1080/00207543.2019.1582820.
- [15] X. He, W. Hu, W. Li, y R. Hu, “Digital transformation, technological innovation, and operational resilience of port firms in case of supply chain disruption”, *Mar Pollut Bull*, vol. 190, p. 114811, may 2023, doi: 10.1016/j.marpolbul.2023.114811.
- [16] E. Bø, I. B. Hovi, y D. R. Pinchasik, “COVID-19 disruptions and Norwegian food and pharmaceutical supply chains: Insights into supply chain risk management, resilience, and reliability”, *Sustainable Futures*, vol. 5, p. 100102, dic. 2023, doi: 10.1016/j.sftr.2022.100102.
- [17] S. Sabahi y M. M. Parast, “Firm innovation and supply chain resilience: a dynamic capability perspective”, *International Journal of Logistics Research and Applications*, vol. 23, núm. 3, pp. 254–269, may 2020, doi: 10.1080/13675567.2019.1683522.
- [18] P. C. Verhoef *et al.*, “Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda”, *J Bus Res*, vol. 122, pp. 889–901, ene. 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.
- [19] S. Romagnoli, C. Tarabu’, B. Maleki Vishkaei, y P. De Giovanni, “The Impact of Digital Technologies and Sustainable Practices on Circular Supply Chain Management”, *Logistics*, vol. 7, núm. 1, p. 1, ene. 2023, doi: 10.3390/logistics7010001.
- [20] M. Ancín, E. Pindado, y M. Sánchez, “New trends in the global digital transformation process of the agrifood sector: An exploratory study based on Twitter”, *Agric Syst*, vol. 203, p. 103520, dic. 2022, doi: 10.1016/j.agsy.2022.103520.

- [21] V. S. Yadav, A. R. Singh, A. Gunasekaran, R. D. Raut, y B. E. Narkhede, “A systematic literature review of the agro-food supply chain: Challenges, network design, and performance measurement perspectives”, *Sustain Prod Consum*, vol. 29, pp. 685–704, ene. 2022, doi: 10.1016/j.spc.2021.11.019.
- [22] C. Paciarotti y F. Torregiani, “The logistics of the short food supply chain: A literature review”, *Sustain Prod Consum*, vol. 26, pp. 428–442, abr. 2021, doi: 10.1016/j.spc.2020.10.002.
- [23] T. K. Amentae y G. Gebresenbet, “Digitalization and Future Agro-Food Supply Chain Management: A Literature-Based Implications”, *Sustainability*, vol. 13, núm. 21, p. 12181, nov. 2021, doi: 10.3390/su132112181.
- [24] M. A. Amani y S. A. Sarkodie, “Mitigating spread of contamination in meat supply chain management using deep learning”, *Sci Rep*, vol. 12, núm. 1, p. 5037, mar. 2022, doi: 10.1038/s41598-022-08993-5.
- [25] M. Lezoche, J. E. Hernandez, M. del M. E. Alemany Díaz, H. Panetto, y J. Kacprzyk, “Agri-food 4.0: A survey of the supply chains and technologies for the future agriculture”, *Comput Ind*, vol. 117, p. 103187, may 2020, doi: 10.1016/j.compind.2020.103187.
- [26] T. Akyazi, A. Goti, A. Oyarbide, E. Alberdi, y F. Bayon, “A Guide for the Food Industry to Meet the Future Skills Requirements Emerging with Industry 4.0”, *Foods*, vol. 9, núm. 4, p. 492, abr. 2020, doi: 10.3390/foods9040492.
- [27] S. Abbate, P. Centobelli, y R. Cerchione, “The digital and sustainable transition of the agri-food sector”, *Technol Forecast Soc Change*, vol. 187, p. 122222, feb. 2023, doi: 10.1016/j.techfore.2022.122222.
- [28] S. Chatterjee, N. P. Rana, Y. K. Dwivedi, y A. M. Baabdullah, “Understanding AI adoption in manufacturing and production firms using an integrated TAM-TOE model”, *Technol Forecast Soc Change*, vol. 170, p. 120880, sep. 2021, doi: 10.1016/j.techfore.2021.120880.
- [29] R. Y. Kim, “The Impact of COVID-19 on Consumers: Preparing for Digital Sales”, *IEEE Engineering Management Review*, vol. 48, núm. 3, pp. 212–218, sep. 2020, doi: 10.1109/EMR.2020.2990115.