

Ciencias e Ingeniería

PARA CIUDADANOS

Revista de investigación científica



Lima - Perú

Ciencias e Ingeniería



Volumen I-N°3 Diciembre 2025

Consejo Editorial

Director

Dr. Francisco Javier Wong Cabanillas

Editor, diseño y traducción

Bach. Carlos Alberto Vega Vidal

Diagramador de texto y asistencia de diseño

Bach. Carlos Alberto Vega Vidal

Comité Científico

Dra. Elena Rafaela Benavides Rivera
Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
Lima-Perú

Dra. Ysabel Zevallos Parave
Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.
Lima-Perú

Dr. Óscar Rafael Tinoco Gómez
Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
Lima-Perú

El impacto de la logística 4.0 en la productividad de las empresas de suministro de alimentación animal

Srta. Gianella Alexandra Cedron Alvarez
Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Correo electrónico: gianella.cedron@unmsm.edu.pe

Resumen: El artículo explora el impacto de la logística 4.0 en la productividad de las empresas de suministro de alimentación animal, resaltando su importancia en un entorno competitivo y de alta demanda. Destaca que la adopción de tecnologías como la automatización, el internet de las cosas y el análisis de datos en tiempo real permite optimizar procesos, reducir costos y mejorar la sostenibilidad. Una gestión eficiente de la cadena de suministro asegura el flujo continuo de insumos, minimiza inventarios y evita cuellos de botella, lo que se traduce en operaciones más ágiles y rentables. El control de la producción, apoyado en tecnologías avanzadas, mejora la calidad, reduce errores y permite una respuesta rápida a cambios en la demanda. Además, el uso de herramientas como big data y blockchain facilita la toma de decisiones estratégicas al garantizar la trazabilidad de los productos y fortalecer la confianza de los clientes. El artículo tiene como objetivo general determinar el impacto de la logística 4.0 en la productividad de una empresa de suministro de alimentación animal. Los objetivos específicos son: establecer el impacto de la gestión de la cadena de suministro en la productividad, determinar el impacto del control de la producción en la productividad y analizar el impacto de la implementación tecnológica en la productividad. A pesar de los desafíos que implica la digitalización, como la inversión inicial y la capacitación, el artículo concluye que la logística 4.0 es esencial para impulsar la innovación y asegurar el éxito en un entorno dinámico.

Palabras Clave: Logística 4.0/ Gestión de la cadena de suministro/ Control de la producción/ Implementación tecnológica/ Productividad.

Abstract: The article explores the impact of logistics 4.0 on the productivity of animal feed supply companies, highlighting its importance in a competitive and high-demand environment. It emphasizes that the adoption of technologies such as automation, the internet of things (IoT), and real-time data analysis allows companies to optimize processes, reduce costs, and improve sustainability. Efficient supply chain management ensures the continuous flow of inputs, minimizes inventories, and avoids bottlenecks, resulting in more agile and profitable operations. Production control, supported by advanced technologies, improves quality, reduces errors, and enables quick responses to changes in demand. Additionally, the use of tools such as big data and blockchain facilitates strategic decision-making by ensuring product traceability and strengthening customer trust. The general objective of the article is to determine the impact of logistics 4.0 on the productivity of an animal feed supply company. The specific objectives are: to establish the impact of supply chain management on productivity, to determine the impact of production control on productivity, and to analyze the impact of technological implementation on productivity. Despite the challenges of digitalization, such

as initial investment and training, the article concludes that logistics 4.0 is essential for driving innovation and ensuring success in a dynamic environment.

Keywords: Logistics 4.0/ Supply chain management/ Production control/ Technological implementation/ Productivity.

Résumé: L'article explore l'impact de la logistique 4.0 sur la productivité des entreprises de fourniture d'aliments pour animaux, soulignant son importance dans un environnement compétitif et de forte demande. Il met en avant que l'adoption de technologies telles que l'automatisation, l'internet des objets (IoT) et l'analyse des données en temps réel permet d'optimiser les processus, de réduire les coûts et d'améliorer la durabilité. Une gestion efficace de la chaîne d'approvisionnement garantit un flux continu d'intrants, minimise les stocks et évite les goulots d'étranglement, ce qui se traduit par des opérations plus agiles et rentables. Le contrôle de la production, soutenu par des technologies avancées, améliore la qualité, réduit les erreurs et permet une réponse rapide aux changements de la demande. De plus, l'utilisation d'outils tels que big data et blockchain facilite la prise de décisions stratégiques en garantissant la traçabilité des produits et en renforçant la confiance des clients. L'article a pour objectif général de déterminer l'impact de la logistique 4.0 sur la productivité d'une entreprise de fourniture d'aliments pour animaux. Les objectifs spécifiques sont : établir l'impact de la gestion de la chaîne d'approvisionnement sur la productivité, déterminer l'impact du contrôle de la production sur la productivité et analyser l'impact de la mise en œuvre technologique sur la productivité. Malgré les défis liés à la numérisation, tels que l'investissement initial et la formation, l'article conclut que la logistique 4.0 est essentielle pour stimuler l'innovation et garantir le succès dans un environnement dynamique.

Keywords: Logistique 4.0/ Gestion de la chaîne d'approvisionnement/ Contrôle de la production/ Mise en œuvre technologique/ Productivité.

1. Introducción

La industria de suministro de alimentación animal juega un papel fundamental en la economía global y local, debido a su estrecha relación con los sectores agrícola y ganadero, así como por su impacto en la seguridad alimentaria. En Perú, esta industria enfrenta desafíos particulares relacionados con la eficiencia en la producción y distribución, en un contexto de alta competencia y demandas crecientes del mercado. Este sector, clave para el bienestar animal y la producción de alimentos, está cada vez más presionado para adoptar tecnologías avanzadas que permitan superar los retos logísticos y operativos que afectan su competitividad.

Entre los problemas más significativos destacan la falta de digitalización en la cadena de suministro, la gestión deficiente de inventarios y las limitaciones en la adopción de tecnologías disruptivas como la inteligencia artificial. Estas carencias generan ineficiencias en los procesos, cuellos de botella en la distribución y dificultades para adaptar-

se a las fluctuaciones de precios de los insumos. Además, factores externos como la pandemia de COVID-19 y el crecimiento del consumo en mercados como China han acentuado la volatilidad de costos, afectando la estabilidad de la industria. Este panorama demanda una transformación integral para abordar los problemas estructurales y mejorar la competitividad del sector.

La adopción de tecnologías de logística 4.0, como la automatización, el análisis de datos en tiempo real y la inteligencia artificial, se perfilan como una solución prometedora para superar estos desafíos. Su implementación no solo permite optimizar los procesos operativos, sino también fomenta la innovación, la sostenibilidad y la creación de una economía circular en el sector. Ejemplos como la utilización de insectos para el aprovechamiento de residuos orgánicos y la reducción de costos logísticos mediante IA demuestran el potencial de estas tecnologías para transformar la industria de alimentación animal.

El presente artículo tiene como objetivo general analizar el impacto de la logística 4.0 en la productividad de una empresa de suministro de alimentación animal en Lima. Además, busca establecer la relación entre la gestión de la cadena de suministro, el control de la producción y la implementación de tecnologías avanzadas con la productividad empresarial. Estas áreas claves serán exploradas para identificar estrategias que mejoren la eficiencia operativa y la competitividad de las empresas del sector.

El contenido se organiza de la siguiente manera: primero, se aborda el contexto actual del sector y los principales desafíos que enfrenta. Posteriormente, se presenta la metodología utilizada en esta revisión, seguida de un análisis exhaustivo de la literatura reciente sobre logística 4.0 y su aplicación en el sector de alimentación animal. Finalmente, se discuten los resultados obtenidos y se plantean conclusiones y recomendaciones que contribuyan a la mejora de la productividad y sostenibilidad en este ámbito.

2. Metodología

2.1. Pregunta PICOC

La metodología PICO es una herramienta comúnmente empleada para estructurar los criterios de inclusión en los informes de revisiones sistemáticas de literatura. Es crucial identificar y definir de manera precisa la población, la intervención, la comparación y los resultados esperados, ya que esto optimiza la búsqueda de información pertinente. (Page et al., 2021).

Se formuló la siguiente pregunta para la revisión sistemática de la literatura: ¿Cuál es el impacto de la implementación de la logística 4.0 en la productividad de las empresas de suministro de alimentación animal, en comparación con la productividad antes de su implementación?

2.2. Palabras clave especializadas pertinentes

Las palabras claves van acorde a lo formulado en la pregunta "PICOC", clasificando estas palabras con la estructura de la pregunta. La estructura se detalla de la siguiente manera:

Tabla N° 1: Estrategia del acrónimo PICOC

Código	Palabras clave en español	Palabras clave en inglés
P	Empresa de suministro de alimentación animal	Animal feed supply company
I	Logística 4.0	Logistics 4.0
C	Gestión de la cadena de suministro, control de la producción, implementación tecnológica	Supply chain management, production control, technological implementation
O	Productividad	Productivity
C	Contexto de la industria de alimentación animal	Context of the animal feed industry

Nota: La siguiente tabla muestra la metodología PICOC utilizada para la RSL.

Fuente: Elaboración propia

2.3. Ecuación de búsqueda

En este apartado, se examinaron las palabras clave necesarias para desarrollar la ecuación de búsqueda, lo que facilitará la localización de publicaciones relevantes sobre el tema en cuestión. La ecuación de búsqueda para la revisión de la literatura sistemática (RSL) es la siguiente:

("Logistics 4.0" OR "Industry 4.0 logistics" OR "digital logistics") AND ("productivity" OR "efficiency" OR "performance") AND ("supply chain" OR "supply chain management") AND ("animal feed" OR "food supply" OR "food industry")

2.4. Criterios de inclusión y exclusión de los artículos científicos

Los criterios son esenciales para asegurar que un estudio sea coherente, relevante y válido, además de salvaguardar el bienestar de los participantes. La formulación de criterios específicos y bien definidos no solo contribuye a elevar la calidad de la investigación, sino que también facilita una mejor comprensión y aplicación de los resultados en diversos contextos. La elección cuidadosa de estos criterios promueve una interpretación más clara del estudio y amplifica su influencia. A continuación, se detallan los criterios seleccionados para esta investigación:

Tabla N° 2: Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
I1: Estudios que aborden la logística 4.0 en el contexto de la producción o el suministro de alimentos.	E1: Investigaciones que no estén relacionadas con la logística 4.0 o que se enfoquen en otros sectores, como la agricultura.
I2: Artículos que analicen el impacto de la gestión de la cadena de suministro en la productividad.	E2: Publicaciones que no incluyan datos empíricos o análisis cuantitativos sobre productividad.
I3: Investigaciones que incluyan la implementación de tecnologías innovadoras en empresas de alimentación animal.	E3: Estudios que traten sobre la logística tradicional sin mención de elementos de la logística 4.0.
I4: Fuentes publicadas en los últimos cinco años que sean relevantes y revisadas por pares.	E4: Documentos que sean informes no revisados o artículos de opinión sin fundamentos científicos.

Nota: La siguiente tabla muestra los criterios incluyentes y excluyentes para PRISMA.

Fuente: Elaboración propia

2.5. Descripción del proceso de selección

Resultados obtenidos del proceso de búsqueda de literatura científica

A partir de la ecuación de búsqueda ingresada en la base de datos Scopus, se logró identificar un total de 29 publicaciones, que incluyen tanto artículos como revisiones sistemáticas. Posteriormente, se exportaron estas publicaciones en formato CSV a una hoja de cálculo de Excel, lo que facilitó la selección de las publicaciones que se consideraron definitivas para esta investigación.

Descripción de la lógica de selección considerada

El proceso de selección se basa en criterios fundamentales establecidos al comienzo de la investigación. Estos criterios incluyen la utilización de la base de datos principal (Scopus) y otras bases de datos para extraer artículos adicionales (como Scielo y Google Académico). Se excluyen aquellas publicaciones con una antigüedad superior a cinco años, las que tengan acceso restringido y aquellas que no sean artículos o revisiones.

Además, se detallan criterios más específicos para la fase final de selección, los cuales están señalados en la tabla n° 2. Su propósito es definir la cantidad final de publicaciones que se tomarán en cuenta en la revisión sistemática de la literatura (RSL) y el flujograma PRISMA.

Descripción detallada del proceso de selección y sus resultados

El diagrama PRISMA es una herramienta ampliamente utilizada en revisiones sistemáticas, ya que permite a los autores realizar análisis exhaustivos de forma eficiente. Esto contribuye a una comprensión más profunda del tema de investigación, al sintetizar la evidencia relevante y generar nuevos conocimientos en el área (Sohrabi et al., 2021). El diagrama de flujo se desarrolló en función de cuatro etapas clave: identificación, cribado, idoneidad e inclusión.

Identificación

En esta fase se identifican los estudios derivados de la ecuación de búsqueda formulada, alcanzando un total de 29 publicaciones en Scopus. Además, se identificaron 3 estudios de fuentes adicionales. Esto suma un total de 32 estudios identificados, excluyendo publicaciones duplicadas en otras bases de datos (0).

Cribado

A partir de las 32 publicaciones identificadas, se excluyen aquellas sin acceso, con anti-güedad y que no son artículos ni revisiones. Se excluyen 5 publicaciones, lo que resulta en 27 publicaciones recuperadas para evaluación.

Idoneidad

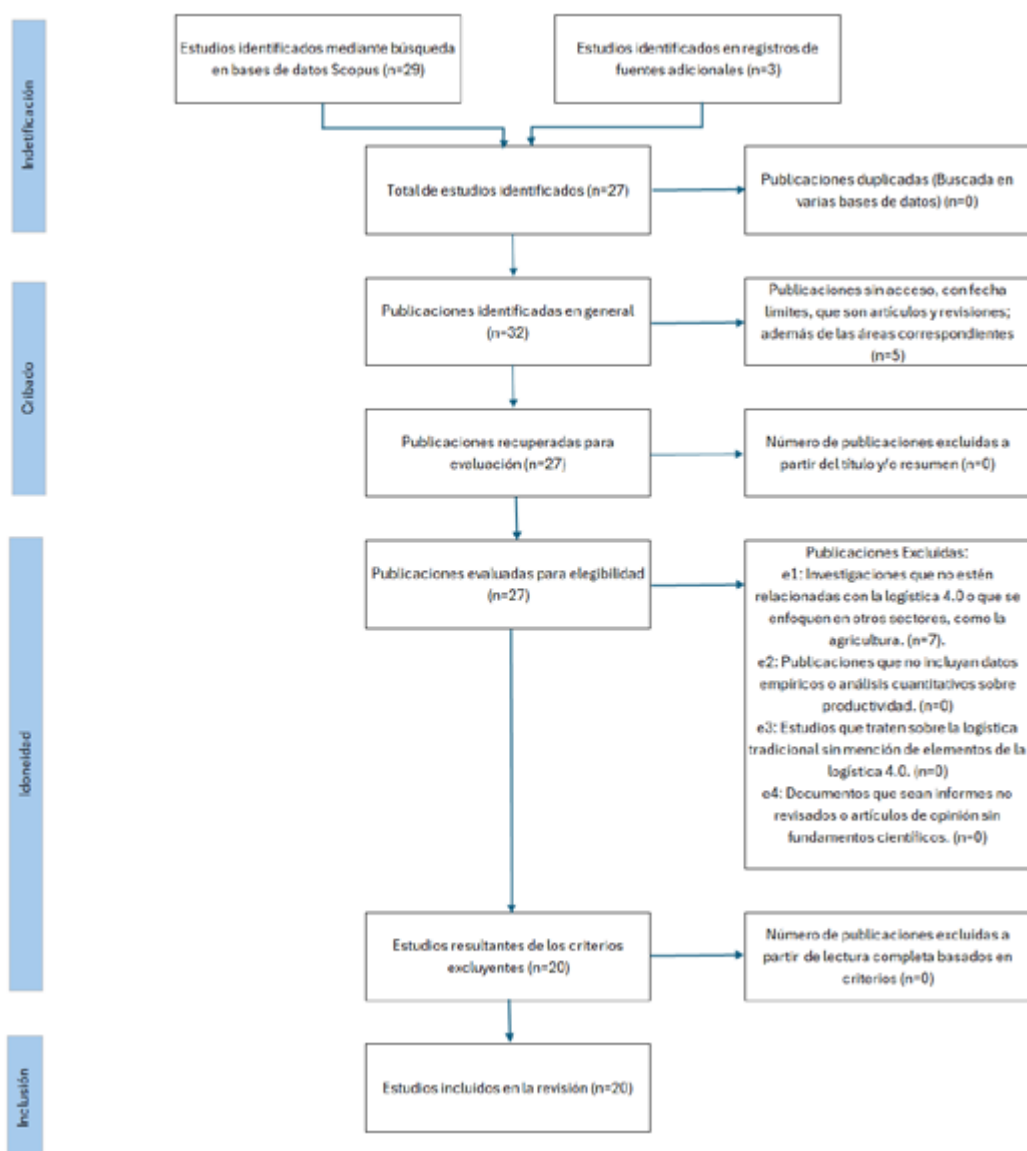
De las 27 publicaciones que quedaron para evaluación, se aplican criterios de inclusión y exclusión, resultando en 7 estudios excluidos. Esto deja 20 publicaciones elegibles para la lectura completa.

Inclusión

Finalmente, se concluye con 20 estudios que se incluirán en la revisión, los cuales contribuirán al desarrollo del trabajo de revisión.

Para los resultados obtenidos:

- **Total de estudios identificados:**
 $n=29$ (Scopus) + $n=3$ (fuentes adicionales) = $n=32$
- **Publicaciones excluidas en el cribado:**
 $n=32-5=27$ (publicaciones recuperadas para evaluación)
- **Publicaciones excluidas en la idoneidad:**
 $e=7$ (total de estudios excluidos)
- **Total de publicaciones elegibles:**
 $n=27-7=20$
- **Total de estudios incluidos en la revisión:**
 $n=20$ (estudios incluidos)

Figura N° 1: Diagrama Prisma.

Nota: La figura 1 presenta el proceso de la elección de artículos para la RSL.

Tabla N° 3: Aportes de artículos y revisiones seleccionados

N	Año	Autores	Título	Aporte	País
1	2024	Heinicova, R., Grohmandl, J., Janove, N.	Production and logistics 4.0 in the food industry in the Czech Republic	La industria alimentaria en la República Checa enfrenta presiones para mejorar la calidad, seguridad y sostenibilidad, a la vez que debe adaptarse a las tecnologías de la Industria 4.0 para ser más competitiva, todo en un contexto de crisis como la pandemia y la escasez de mano de obra.	República Checa
2	2022	Brinken, J., Trojahn, S., Behrendt, F.	Sufficiency, Consistency, and Efficiency as a Base for Systemizing Sustainability Measures in Food Supply Chains	Resalta cómo la modernización de estas cadenas, a través de la digitalización y la Logística 4.0, puede contribuir significativamente a reducir las emisiones y mejorar la eficiencia, evaluando el impacto de la implementación tecnológica en la productividad de empresas alimentarias.	Alemania
3	2022	Irshadova, A.O., Ryshenkov, A.Y., Panika, V.F., Davidov, D.A.	Current Issues of Agriculture Digitalization in the Russian Federation	Muestra cómo la digitalización en la agricultura, a través de tecnologías como el Internet de las Cosas, big data y blockchain, está aumentando la productividad, mejorando los procesos logísticos y reduciendo costos operativos.	Rusia
4	2018	Glistau, E., Machado, N.L.C	Industry 4.0, logistics 4.0 and materials - Chances and solutions	Tiene un enfoque sobre cómo las tecnologías de la Industria 4.0 y Logística 4.0, impulsadas por la digitalización y la automatización, transforman los modelos de negocio, mejoran los procesos logísticos y la producción.	Alemania
5	2024	Adnan, Nadiaa; Fahad, Hafsa	New developments in the agri-food industry: Manipulating prospects for Industry 4.0	Menciona el impacto positivo de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la analítica de datos y la ciberseguridad, las cuales son clave para modernizar las cadenas logísticas, aspectos directamente relacionados con Logística 4.0 y su impacto en la productividad.	Australia
6	2024	Helo Petri; Thai Vinh	Logistics 4.0 – digital transformation with smart connected tracking and tracing devices	Destaca cómo la Logística 4.0, al implementar estas tecnologías, puede mejorar la eficiencia operativa, visibilidad, transparencia y seguridad en las cadenas de suministro.	Australia
7	2024	Tan, J., Wong, W.P., Tan, C.K., Jonathanachai, S., Lim, C.P.	Blockchain-based Logistics 4.0: enhancing performance of logistics service providers	Presenta una perspectiva clave sobre cómo la tecnología blockchain puede revolucionar los servicios logísticos, especialmente para pequeñas y medianas empresas.	Tailandia
8	2024	Qureshi, K.M., Mewada, B.G., Kaur, S., Al-Qahtani, M.M., Qureshi, M.R.N.M.	Investigating Industry 4.0 technologies in logistics 4.0 usage towards sustainable manufacturing supply chain	Brinda una visión importante sobre cómo las tecnologías de la Industria 4.0, como el Internet de las Cosas (IoT), la robótica y el análisis de datos, influyen directamente en la eficiencia de la Logística 4.0 y la sostenibilidad en la cadena de suministro manufacturera.	India
9	2024	Roshid, Md.M., Waqje, A., Moem, T.N., Serkar, A.	Logistics 4.0: A Comprehensive Literature Review of Technological Integration, Challenges, and Future Prospects of Implementation of Industry 4.0 Technologies	Aberda la interrelación entre la Industria 4.0 y la Logística 4.0. Al explorar la integración técnica de tecnologías avanzadas, así como los desafíos y desarrollos futuros, se destaca cómo estas innovaciones están transformando la gestión de la cadena de suministro.	Bangladesh
10	2024	Bugarčić, F.Ž., Mijulsković, V.M., Azimović, S.	Innovation and New Technologies as Determinants of Logistics 4.0	Al examinar la relación entre la capacidad de innovación y el acceso a tecnologías avanzadas, se revela cómo estos factores influyen positivamente en la logística internacional y en el Índice de Desempeño Logístico (LPI).	Serbia
11	2024	Grandi, F., Centini G., Peruzzini, M.	A human-centric methodology for the co-evolution of operators' skills, digital tools and user interfaces to support the Operator 4.0	Busca integrar a los operadores humanos en fábricas inteligentes mediante herramientas digitales adaptativas que mejoren sus habilidades, promuevan el intercambio de conocimiento y protejan su bienestar.	Italia
12	2024	Khan, N., Solvang, W., Yu, H.	Industrial Internet of Things (IIoT) and Other Industry 4.0 Technologies in Spare Parts Warehousing in the Oil and Gas Industry: A Systematic Literature Review	Destaca beneficios como mayor eficiencia y optimización, pero también limita su implementación debido a estrictos requerimientos de seguridad.	Noruega
13	2018	Riquelme, C.	La logística 4.0.	El Supply Chain 4.0, con herramientas como la omnicanalidad, robotización y logística cooperativa, impulsa transformaciones profundas mediante automatización, sensores inteligentes y estrategias híbridas de distribución.	Chile
14	2024	Shagun, T., Neha, R., Ashuleka	Significant Leap In The Industrial Revolution From Industry 4.0 To Industry 5.0: Needs, Problems, And Driving Forces.	Analiza la transición de la Industria 4.0 a la 5.0, destacando desafíos, demandas y fuerzas impulsoras. Mientras la Industria 5.0 busca la coexistencia entre máquinas inteligentes y humanos, la 6.0 prioriza sostenibilidad, seguridad y ecoeconomía, integrando tecnologías como drones, energías renovables y el metaverso para transformar la logística y la adaptación global.	India
15	2024	Le, L.; Xuan Thi Thu, T.	Discovering supply chain operation towards sustainability using machine learning and DES techniques: a case study in Vietnam seafood	Este estudio utiliza técnicas de aprendizaje automático y simulaciones en Logística 4.0 para optimizar el rendimiento sostenible de la cadena de suministro. A través de un caso en Vietnam, se desarrolla un modelo para estimar el consumo de combustible, integrándolo en un marco de simulación de cadena de suministro. El enfoque combina modelos tradicionales y ML para estimar costos de transporte y mejorar la eficiencia operativa.	Vietnam
16	2024	Yangınlar, G., Civelek, M.; Bahceci, I.; Obrecht, M.	The Mediating role of Logistics 4.0 capability on the relationship between e-commerce marketing and firm performance	Este estudio analiza cómo el marketing en comercio electrónico impacta el rendimiento empresarial y el papel mediador de la logística 4.0. Los resultados muestran que la capacidad de logística 4.0 mejora el rendimiento al optimizar las entregas a tiempo y la eficiencia de la cadena de suministro, potenciando así los beneficios del marketing en comercio electrónico.	Turquía
17	2024	Caliskan, A.; Eryilmaz, S.; Ozturkoglu, Y.	Investigating the effects of barriers and challenges on Logistics 4.0 in the era of evolving digital technology	Este estudio identifica las principales barreras en la transformación hacia la Logística 4.0, destacando los "Desafíos Gerenciales y Económicos" como los más importantes. Utilizando un enfoque metodológico en dos etapas, ofrece una hoja de ruta para empresas en países en desarrollo, ayudando a superar estos obstáculos en la cadena de suministro.	Turquía
18	2023	Alabarracín, R.	Logistics 4.0: Exploring Artificial Intelligence Trends in Efficient Supply Chain Management	Este estudio explora el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en la logística internacional y su integración en la educación en la Fundación Universidad San Mateo. Aunque la IA es clave para la automatización y toma de decisiones en logística, su uso en empresas es limitado. Los estudiantes reconocen su importancia en la educación, mejorando la calidad del aprendizaje y sugiriendo su inclusión en los programas educativos para preparar a los futuros profesionales.	Colombia
19	2023	Malagón C.; Orjuela, J.	Challenges and Trends in Logistics 4.0	Este artículo examina los desafíos y tendencias de la implementación de la Logística 4.0, surgida de la revolución 4.0 para mejorar la eficiencia en las cadenas de suministro. A través de una revisión de literatura, se definieron sus objetivos y tecnologías clave. Aunque ofrece beneficios en flexibilidad y colaboración, la falta de un marco común y las barreras técnicas, sociales y económicas dificultan su adopción global.	Colombia
20	2022	Krstic, M.; Agnusi, G.; Miglietta, P.; Tadic, S.	Logistics 4.0 toward circular economy in the agri-food sector	Industry 4.0 technologies, applied to logistics, led to the development of Logistics 4.0, aiming for greater efficiency in logistics systems. This paper ranks key areas of circular economy in the agri-food sector, determining which has the greatest potential for future development using Industry 4.0 technologies, employing a hybrid multi-criteria decision-making model.	Italia

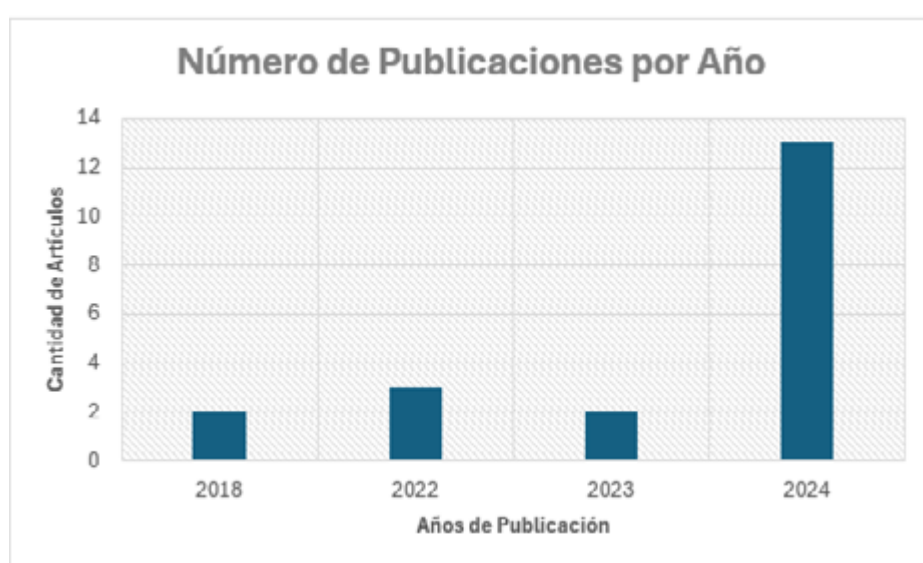
Fuente: Elaboración propia

3. Resultados y discusión

3.1. Análisis descriptivo de los artículos seleccionados

La cantidad de artículos de investigación enfocados en la logística 4.0, en la productividad en las empresas de suministro de alimentación animal ha crecido, tal como se muestra en la figura n° 2. Los datos revelan que, al comparar los años 2018 y 2024, el porcentaje ha aumentado de más del 100%. Según los criterios de inclusión y exclusión detallados en la tabla n° 2, el total de artículos analizados asciende a 20.

Figura N° 2: Numero de publicaciones por año.



Nota: Cantidad de artículos publicados entre los años 2018-2024

Fuente: Elaboración propia

La figura n° 3 muestra el número de publicaciones por país, incluyendo contribuciones de 14 naciones en esta revisión sistemática de la literatura. Además, se presenta una lista de estos países junto con el total de 20 artículos mencionados en la sección 3.1.

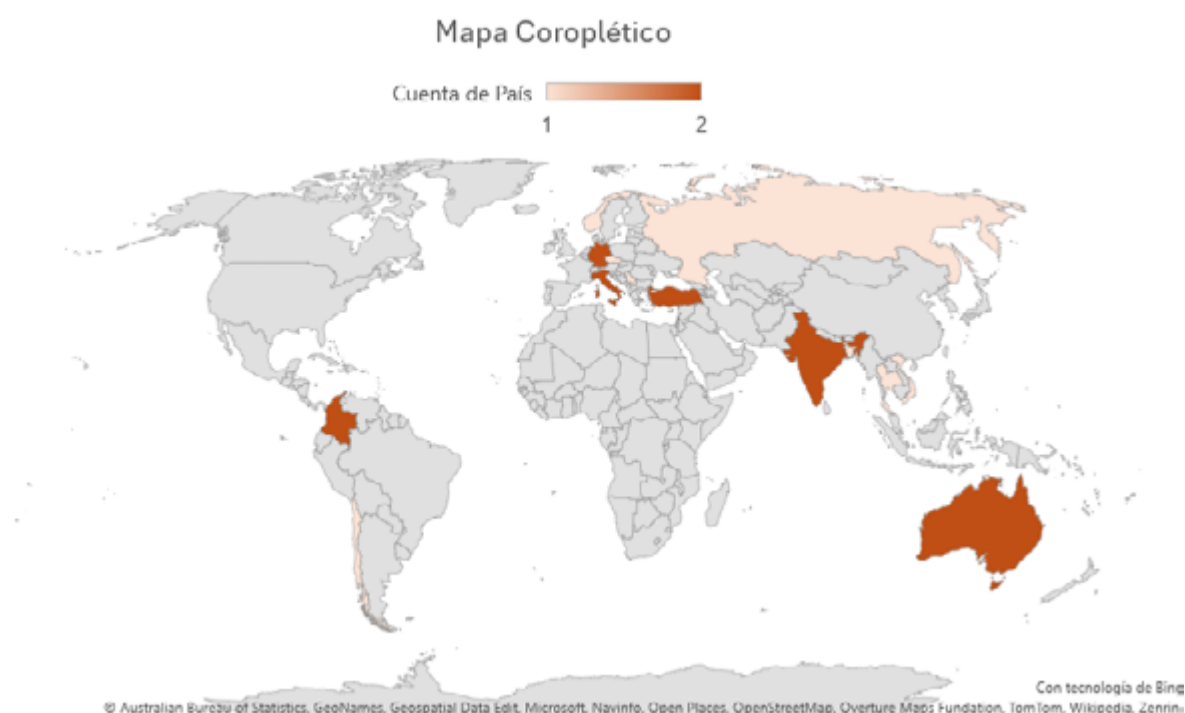
Figura N° 3: Cantidad de publicaciones por país.



Fuente: Elaboración propia

Se llevó a cabo un análisis utilizando un diagrama con barras, con el objetivo de determinar la frecuencia de los países en el total de resultados de la búsqueda. Se destaca que las naciones de los continentes europeo y asiático tienen una mayor representación en comparación con otras. A continuación, la figura n° 4 presenta un mapa coroplético que ilustra los países que han contribuido a la búsqueda de publicaciones en Scopus. Según se observa en la figura n° 4, Alemania y Australia tienen un número de artículos superior al de otros países.

Figura N° 4: Mapa coroplético



Fuente: Elaboración propia

3.2. Análisis de correlación de los artículos seleccionados por eje temático

En esta sección, se llevó a cabo un análisis de correlación entre las preguntas específicas formuladas al principio y los artículos que se seleccionaron, los cuales se detallan en la tabla n° 3. Posteriormente, se muestra la tabla n° 4, que contiene las preguntas específicas junto con los autores que las abordan.

Tabla N° 4: Autores que responden a las preguntas planteadas

N	Pregunta Específica	Autores
PE1	¿De qué manera impacta la gestión de cadena de suministro en la productividad de una empresa de suministro de alimentación animal?	Heinzova, R., Strohmandl, J., Janova, N.; Adnan & Fahad; Glistau, E., Machado, N.I.C; Inshakova, A.O.; Helo Petri; Thai Vinh; Bugarčić, F.Ž; Tan, J., Wong, W.P., Tan, C.K., Jomthanachai, S., Lim, C.P.
PE2	¿Cuál es impacto del control de la producción en la productividad de una empresa de suministro de alimentación animal?	Adnan, Nadiaa; Fahad, Hafsa; Heinzova, R., Strohmandl, J.; Tan, J., Wong, W.P., Tan, C.K., Jomthanachai, S., Lim, C.P.; Qureshi et al.; Inshakova, A.O; Brinken, J., Trojahn, S., Behrendt, F.; Bugarčić et al.; Helo Petri; Thai Vinh; Glistau, E., Machado, N.I.C; Roshid, Md.M, et al.
PE3	¿Cuáles es el impacto de la implementación tecnológica en la productividad de una empresa de suministro de alimentación animal?	Helo Petri; Thai Vinh; Glistau, E., Machado, N.I.C; Brinken, J., Trojahn, S., Behrendt, F.; Adnan & Fahad; Inshakova, A.O; Brinken, J., Trojahn, S., Behrendt, F.

Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Impacto de la gestión de la cadena de suministro en la productividad

Una gestión eficiente de la cadena de suministro tiene un impacto directo en la productividad de una empresa de suministro de alimentación animal. En primer lugar, optimiza los procesos productivos al asegurar una coordinación adecuada entre proveedores, producción y distribución, lo que minimiza los tiempos muertos y garantiza un flujo continuo de insumos esenciales para la producción, mejorando así el rendimiento general de la empresa. Esta optimización también permite reducir costos operativos, ya que una correcta planificación de los recursos evita tanto el exceso de inventario como los faltantes, lo cual tiene un impacto significativo en el margen de ganancia, manteniendo la eficiencia sin comprometer la calidad del servicio o del producto final (Heinzova, Strohmandl, y Janova, 2024). Además, una adecuada gestión de la logística contribuye a que los productos lleguen puntualmente y en óptimas condiciones a los clientes, lo que mejora la eficiencia operativa al evitar retrasos y pérdidas, incrementando la productividad de la empresa. Este enfoque logístico, que asegura la entrega rápida y eficiente de productos, es crucial para las empresas del sector alimentario, ya que la puntualidad y calidad en la entrega están directamente relacionadas con la satisfacción del cliente (Adnan y Fahad, 2024).

Otro impacto importante es la mejora en la calidad del producto. Cuando la cadena de suministro está bien gestionada, se garantiza la entrega de insumos frescos y de calidad en todas las etapas del proceso productivo, lo que no solo asegura un producto final superior, sino que también reduce los rechazos, devoluciones y desperdicios, optimizando así los recursos utilizados y mejorando la productividad global. La trazabilidad y el control a lo largo de toda la cadena también permiten identificar rápidamente cualquier problema o fallo en el proceso, facilitando una respuesta ágil y reduciendo el tiempo de inactividad o los errores que podrían comprometer la producción (Glistau y

Machado, 2018). A su vez, la sostenibilidad es otro factor clave; la implementación de prácticas sostenibles en la gestión de la cadena de suministro permite optimizar el uso de recursos, lo que no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a la imagen responsable de la empresa, alineándola con las demandas actuales del mercado (Inshakova et al., 2022).

Además, la integración de tecnologías avanzadas como el internet de las cosas (IoT), el big data y los sistemas de inteligencia artificial, dentro del marco de la logística 4.0, permite una planificación más precisa y adaptable a los cambios en la demanda. Estas tecnologías facilitan el monitoreo en tiempo real de los productos a lo largo de toda la cadena de suministro, lo que mejora la capacidad de la empresa para ajustar la producción de manera flexible y eficiente según las necesidades del mercado (Helo y Thai, 2024). También se mejora la planificación de inventarios mediante sistemas inteligentes que ajustan los niveles de stock de manera automática, evitando tanto la escasez como la acumulación innecesaria de productos, lo que resulta en una mayor productividad y rentabilidad para la empresa (Bugarčić et al., 2024). Por último, la capacidad de adaptación rápida ante cambios del mercado y la eficiencia en la gestión de inventarios garantizan que la empresa pueda mantener su competitividad y responder de manera oportuna a las fluctuaciones de la demanda, lo que es vital para mantener altos niveles de productividad en un entorno cada vez más digitalizado y exigente (Tan et al., 2024).

3.2.2. Impacto del control de la producción en la productividad

El control de la producción, al estar integrado con tecnologías avanzadas como la automatización y el análisis de datos en tiempo real, permite a las empresas de suministro de alimentación animal no solo monitorear de cerca cada etapa del proceso, sino también anticiparse a problemas y ajustar las operaciones antes de que se produzcan fallos significativos. Esto asegura un flujo de trabajo más fluido y una mayor coherencia en la calidad de los productos que se entregan a los clientes (Adnan & Fahad, 2024). Además, al optimizar los niveles de producción de acuerdo con la demanda, se evitan tanto los cuellos de botella como los excesos de inventario, lo que es fundamental para una industria donde los tiempos de entrega y la frescura de los productos son críticos para el éxito (Heinzova et al., 2024).

El control efectivo de la producción también facilita la implementación de tecnologías de la industria 4.0, como el internet de las cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA), que permiten una mayor interconectividad entre las distintas fases de producción, desde la recepción de materias primas hasta la entrega final del producto (Tan et al., 2024). Este tipo de interconectividad no solo mejora la precisión de las operaciones, sino que también proporciona una capacidad de respuesta más rápida ante cambios en la demanda del mercado o problemas inesperados en la cadena de suministro (Qureshi et al., 2024). La integración de estas tecnologías no solo impulsa la productividad, sino que también mejora la trazabilidad del producto, lo que es especialmente importante en una industria donde la seguridad alimentaria es primordial (Inshakova et al., 2022).

Otro impacto positivo del control de la producción en la productividad de una empresa de suministro de alimentación animal es su capacidad para mejorar la sostenibilidad de las operaciones. Al tener un mayor control sobre los recursos utilizados en cada fase del proceso productivo, las empresas pueden reducir significativamente el consumo de energía y agua, así como minimizar los desechos generados durante la producción (Brinken et al., 2022). Esto no solo contribuye a una mayor eficiencia operativa, sino que también fortalece el compromiso de la empresa con las prácticas sostenibles, lo que puede ser un diferenciador clave en mercados cada vez más competitivos y concienciados con el medio ambiente (Bugarčić et al., 2024).

Además, un control de producción eficiente permite una mejor gestión del capital humano. Los trabajadores pueden ser reasignados a tareas de mayor valor añadido, gracias a la automatización de procesos repetitivos y la optimización de las cargas de trabajo (Helo & Thai, 2024). Esto no solo mejora la productividad general, sino que también eleva los niveles de satisfacción y motivación entre los empleados, ya que están involucrados en actividades más desafiantes y significativas para la empresa (Glistau & Machado, 2018). De este modo, el control de producción contribuye a una gestión más equilibrada de los recursos humanos y técnicos, potenciando tanto el rendimiento individual como el colectivo dentro de la organización.

Por último, la implementación de un control robusto de la producción permite a las empresas estar mejor preparadas para adaptarse a los cambios regulatorios y las exigencias del mercado. Esto incluye la capacidad de cumplir con normativas estrictas en cuanto a calidad y seguridad alimentaria, así como la flexibilidad para ajustarse rápidamente a las nuevas tendencias del sector, como el aumento de la demanda por productos más sostenibles y trazables (Adnan & Fahad, 2024). De esta manera, el control de la producción no solo impacta en la productividad, sino que también refuerza la resiliencia y capacidad de adaptación de la empresa, permitiéndole mantenerse competitiva en un entorno en constante cambio (Roshid et al., 2024).

3.2.3. Impacto de la implementación tecnológica en la productividad

La implementación tecnológica en una empresa de suministro de alimentación animal tiene un impacto significativo en la productividad, que se manifiesta de diversas maneras. En primer lugar, la automatización de procesos reduce costos operativos y optimiza el uso de recursos, permitiendo una producción más eficiente (Glistau & Machado, 2018). Esto se logra al minimizar la intervención humana en tareas repetitivas, lo que no solo acelera los procesos, sino que también disminuye el margen de error. Además, la mejora en la trazabilidad, a través de tecnologías como el internet de las cosas (IoT), posibilita el seguimiento en tiempo real de productos y materias primas, garantizando así la calidad y el cumplimiento de normativas (Helo & Thai, 2024). La capacidad de rastrear cada etapa del proceso productivo permite a las empresas reaccionar de manera rápida ante cualquier irregularidad, lo que aumenta la confianza de los consumidores y mejora la reputación de la empresa en el mercado.

La optimización de la gestión del inventario, facilitada por sistemas inteligentes, permite un ajuste dinámico de los niveles de inventario según la demanda, evitando situaciones de sobreproducción o desabastecimiento (Brinken et al., 2022). Esto es especialmente relevante en un sector donde la fluctuación en la demanda puede ser significativa, ya que asegura que la empresa pueda responder rápidamente a las necesidades del mercado. Asimismo, la implementación de tecnologías avanzadas acelera los tiempos de producción mediante la integración de maquinaria inteligente y sistemas automatizados, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa (Adnan & Fahad, 2024). Esta rapidez en la producción no solo reduce costos, sino que también permite a las empresas cumplir con plazos de entrega más ajustados, lo que es fundamental para satisfacer a los clientes y mantener una buena relación comercial.

El uso de big data para el análisis de datos en tiempo real mejora la toma de decisiones, anticipando demandas y optimizando la producción, lo que es crucial en un sector que requiere respuestas rápidas y efectivas (Qureshi et al., 2024). La capacidad de analizar grandes volúmenes de datos permite a las empresas identificar tendencias y patrones en el comportamiento del consumidor, lo que se traduce en una planificación más precisa y efectiva. La implementación de tecnologías también contribuye a la eficiencia energética, ya que permite un control más preciso del consumo de energía y promueve prácticas más sostenibles (Roshid et al., 2024). Al integrar soluciones que optimizan el uso de recursos energéticos, las empresas pueden reducir sus costos operativos y su huella de carbono, alineándose así con las tendencias globales de sostenibilidad.

Además, la interconexión de sistemas y dispositivos facilita una colaboración más fluida entre las distintas áreas de producción y distribución (Inshakova et al., 2022). Esto resulta en una comunicación más efectiva entre los departamentos, lo que ayuda a alinear objetivos y mejorar la coordinación en toda la cadena de suministro. Este enfoque integral no solo mejora la calidad del producto al permitir un control más estricto en todas las fases de producción, sino que también facilita la logística inteligente, optimizando rutas de distribución y reduciendo tiempos de entrega mediante el uso de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (Tan et al., 2024). La inteligencia artificial no solo permite mejorar la planificación y el control de la producción, sino que también puede predecir demandas futuras, ayudando a las empresas a ser proactivas en su estrategia comercial.

Por último, la implementación de tecnologías emergentes, como la blockchain, garantiza la seguridad y la transparencia en las transacciones, lo que es esencial en la industria alimentaria donde la confianza del consumidor es primordial (Tan et al., 2024). Al asegurar la trazabilidad y autenticidad de los productos, las empresas no solo cumplen con las regulaciones, sino que también fortalecen la lealtad del cliente. En resumen, la implementación tecnológica en el sector de alimentación animal no solo mejora la productividad, sino que también impulsa la competitividad y la sostenibilidad del negocio en un entorno cada vez más exigente. Al adoptar estas tecnologías, las empresas pueden adaptarse mejor a los cambios en el mercado, optimizar sus operaciones y, en última instancia, garantizar su éxito a largo plazo en un mundo en constante evolución.

3.2.3.1. Impacto de la gestión de la cadena de suministro en la productividad

La gestión de la cadena de suministro es una de las áreas donde la logística 4.0 ha tenido un impacto más profundo. Antes de la implementación tecnológica, las empresas de suministro de alimentación animal enfrentaban desafíos considerables, como el almacenamiento excesivo, la falta de sincronización entre proveedores y producción, y demoras significativas en la distribución de insumos. Estos problemas resultaban en ineficiencias operativas que afectaban directamente la productividad y los costos.

La integración de tecnologías como el internet de las cosas (IoT) ha permitido un monitoreo constante de los insumos y productos, proporcionando datos en tiempo real que ayudan a optimizar el flujo de materiales. La capacidad de anticipar y responder rápidamente a los cambios de demanda ha reducido los tiempos de procesamiento de 10 a 8 días, lo que se traduce en una operación más ágil y en una mejor capacidad de servicio al cliente. Por ejemplo, la optimización de inventarios ha reducido significativamente el capital inmovilizado, mejorando la liquidez y la eficiencia operativa de la empresa.

Razón de mejoras: Las tecnologías permiten planificar con mayor precisión y minimizar los riesgos asociados con las fluctuaciones de precios y las interrupciones de la cadena de suministro, especialmente importantes en un sector donde la frescura y calidad de los insumos son críticos.

Antes de logística 4.0

Aspecto	Datos y Explicación
Tasa de Cumplimiento de Pedidos	85% - De cada 100 pedidos, solo 85 se completaban a tiempo debido a problemas de coordinación y falta de visibilidad en el inventario, lo que generaba retrasos en la entrega.
Tiempo de Procesamiento	10 días - El tiempo promedio de procesamiento era de 10 días porque los procesos eran manuales, con demoras en la recepción de insumos y tiempos de espera largos entre etapas.
Nivel de Inventario	Alto (exceso de inventario) - Se mantenían en promedio 30% más inventario del necesario, lo que inmovilizaba capital y generaba desperdicio por caducidad.

Después de logística 4.0

Aspecto	Datos y Explicación
Tasa de Cumplimiento de Pedidos	95% - Con la automatización, de cada 100 pedidos, 95 se entregan puntualmente gracias a la mejor gestión de inventarios y sincronización con proveedores.
Tiempo de Procesamiento	8 días - La reducción en el tiempo de procesamiento a 8 días se debe a sistemas automatizados que optimizan el flujo de materiales y eliminan cuellos de botella.
Nivel de Inventario	Óptimo (ajustado a demanda) - El inventario se ajusta en un 10% a la demanda real, minimizando el desperdicio y reduciendo los costos de almacenamiento.

Comparación

Aspecto	Antes de Logística 4.0	Después de Logística 4.0
Tasa de Cumplimiento de Pedidos	85% - Demoras frecuentes debido a ineficiencias en la comunicación con proveedores y falta de visibilidad en el inventario.	95% - Uso de sistemas automatizados para sincronizar pedidos y optimizar entregas, mejorando la precisión y tiempos.
Tiempo de Procesamiento	10 días - Procesos manuales que ralentizaban el flujo de materiales y aumentaban los tiempos de espera.	8 días - Implementación de IoT y planificación avanzada, reduciendo los cuellos de botella y acelerando las operaciones.
Nivel de Inventario	Alto (exceso de inventario) - Uso de almacenamiento tradicional sin optimización, lo que resultaba en sobrestock.	Óptimo (ajustado a demanda) - Análisis en tiempo real que permitió mantener inventarios mínimos sin afectar el suministro.

La cadena de suministro ahora es más eficiente y menos propensa a interrupciones, lo que mejora la capacidad de la empresa para cumplir con las demandas del mercado de manera rápida y efectiva, reduciendo además el impacto ambiental gracias a una mejor gestión de recursos.

3.2.3.2 Impacto del control de la producción en la productividad

El control de producción ha experimentado un avance notable gracias a la automatización y a los sistemas de análisis de datos en tiempo real. Antes de la implementación, las empresas luchaban con altas tasas de defectos y tiempos de inactividad que limitaban su capacidad de producción y afectaban la calidad del producto. Las tecnologías de la industria 4.0, como sensores inteligentes y sistemas de fabricación conectados, han cambiado por completo este panorama.

La automatización permite a las empresas detectar y corregir errores rápidamente, lo que se traduce en una reducción de la tasa de defectos del 5% al 2%. Esta mejora es crucial en la industria de la alimentación animal, donde los errores en la formulación o calidad de los productos pueden tener consecuencias significativas en el bienestar ani-

mal. La eficiencia operativa aumentó del 70% al 88%, ya que las tareas manuales fueron sustituidas por procesos automatizados, y los trabajadores se enfocaron en actividades de mayor valor agregado. Además, la capacidad de prever problemas y realizar mantenimientos preventivos redujo los tiempos de inactividad de 3 a 1 hora diaria.

Razón de mejoras: Estas mejoras en la producción no solo aumentan la productividad, sino que también garantizan la consistencia y calidad del producto, esenciales para mantener la confianza de los clientes.

Antes de logística 4.0

Aspecto	Datos y Explicación
Tasa de Defectos	5% - De cada 100 unidades producidas, 5 eran defectuosas debido a la falta de controles automáticos de calidad y procesos manuales propensos a errores.
Eficiencia Operativa	70% - Solo se utilizaba el 70% de la capacidad productiva, con maquinaria ineficiente y empleados realizando tareas que podrían automatizarse.
Tiempo de Inactividad	3 horas diarias - El tiempo de inactividad alcanzaba 3 horas debido a fallas imprevistas y mantenimientos reactivos, que interrumpían la producción.

Después de logística 4.0

Aspecto	Datos y Explicación
Tasa de Defectos	2% - Solo 2 de cada 100 unidades resultan defectuosas, gracias a la automatización y sensores que aseguran un control de calidad continuo.
Eficiencia Operativa	88% - La eficiencia operativa aumentó al 88% debido a la optimización de procesos y a la asignación de tareas a sistemas automatizados.
Tiempo de Inactividad	1 hora diaria - El tiempo de inactividad se redujo a 1 hora diaria gracias al mantenimiento predictivo basado en datos, que previene fallos.

Comparación

Aspecto	Antes de Control Avanzado	Después de Control Avanzado
Tasa de Defectos	5% - Alta incidencia de errores debido a controles de calidad manuales y falta de automatización.	2% - Sistemas automatizados y monitoreo en tiempo real que detectan y corrigen errores al instante.
Eficiencia Operativa	70% - Procesos productivos lentos y poca optimización del uso de maquinaria y recursos.	88% - Optimización de las líneas de producción y uso eficiente de la maquinaria, reduciendo pérdidas de tiempo.
Tiempo de Inactividad	3 horas diarias - Paradas frecuentes para mantenimiento no planificado y ajustes manuales.	1 hora diaria - Mantenimiento predictivo basado en datos que minimiza las interrupciones y optimiza el rendimiento.

Un control de producción más eficiente y preciso no solo impulsa la productividad, sino que también fortalece la capacidad de la empresa para ser más sostenible y ágil en un entorno donde la flexibilidad es clave.

3.2.3.3. Impacto de la implementación tecnológica en la productividad

La implementación tecnológica ha sido un motor esencial para la transformación digital de las empresas de suministro de alimentación animal. Antes de adoptar herramientas avanzadas, como big data y blockchain, las decisiones estratégicas se basaban en datos limitados, lo que resultaba en un uso ineficiente de los recursos y altos costos operativos.

El análisis en tiempo real mediante big data permite a las empresas ajustar sus operaciones rápidamente y anticiparse a los cambios en la demanda. Por ejemplo, el uso de tecnologías de optimización de rutas ha generado un ahorro del 12% en costos de transporte, un factor clave en la rentabilidad del negocio. Además, la mejora del 15% en la conversión alimentaria refleja una optimización en la formulación de piensos, lo que se traduce en un uso más eficiente de los insumos. La capacidad de trazar y autenticar cada etapa del proceso mediante blockchain ha mejorado la transparencia y la confianza de los clientes.

Razón de Mejoras: Estas tecnologías permiten que las empresas no solo respondan más rápidamente a las demandas del mercado, sino que también optimicen su impacto ambiental al reducir desperdicios y emisiones.

Antes de logística 4.0

Aspecto	Datos y Explicación
Ahorro en Costos de Transporte	0% - No se ahorran costos de transporte ya que las rutas eran planeadas manualmente, sin optimización, resultando en distancias innecesarias.
Mejora en la Conversión Alimentaria	0% - La conversión alimentaria no se optimizaba porque no se usaban datos en tiempo real para ajustar las fórmulas de alimentación.
Optimización de Rutas Logísticas	0% - Las rutas logísticas se basaban en patrones históricos sin considerar variables como el tráfico o las condiciones climáticas.

Después de logística 4.0

Aspecto	Datos y Explicación
Ahorro en Costos de Transporte	12% - Se logró un 12% de ahorro en costos al optimizar las rutas con análisis de Big Data, reduciendo el kilometraje y tiempo de entrega.
Mejora en la Conversión Alimentaria	15% - La conversión alimentaria mejoró un 15% porque se implementaron ajustes automáticos basados en datos, maximizando la eficiencia del alimento.
Optimización de Rutas Logísticas	20% - La planificación de rutas con inteligencia artificial optimizó los trayectos en un 20%, reduciendo los costos operativos y tiempos de entrega.

Comparación

Aspecto	Antes de Implementación Tecnológica	Después de Implementación Tecnológica
Ahorro en Costos de Transporte	0% - Sin optimización de rutas, altos costos debido a recorridos ineficientes.	12% - Optimización de rutas usando Big Data y análisis predictivo, reduciendo kilómetros recorridos y costos.
Mejora en la Conversión Alimentaria	0% - Desperdicio de recursos por falta de análisis de datos sobre el rendimiento alimentario.	15% - Análisis en tiempo real que ajusta la alimentación, mejorando la eficiencia y minimizando pérdidas.
Optimización de Rutas Logísticas	0% - Planificación logística basada en datos históricos, sin capacidad de ajuste dinámico.	20% - Uso de Inteligencia artificial para planificar rutas logísticas óptimas, reduciendo tiempos y costos operativos.

Las tecnologías implementadas han transformado las operaciones, haciéndolas más rápidas, eficientes y sostenibles. Esto refuerza la competitividad de la empresa en un sector donde la innovación es clave para el éxito.

Comparativo general de resultados

El análisis comparativo evidencia que la logística 4.0 ha permitido mejoras significativas en todas las áreas clave de la operación. La capacidad de integrar tecnología avanzada y optimizar los procesos ha resultado en un aumento global de la productividad.

Área	Indicadores Mejorados	Porcentaje de Impacto
Gestión de la Cadena de Suministro	Tasa de Cumplimiento, Nivel de Inventario	10%
Control de Producción	Tasa de Defectos, Eficiencia	18%
Implementación Tecnológica	Costos, Rutas, Conversión	25%

La logística 4.0 ha sido un factor clave en la transformación de las empresas de suministro de alimentación animal, no solo mejorando la productividad sino también asegurando la sostenibilidad operativa y la capacidad de adaptación a un mercado dinámico. Las inversiones en tecnología no solo han generado retornos económicos significativos, sino que también han optimizado el uso de recursos y reducido el impacto ambiental.

3.3. Resultados

La transformación de la industria de suministro de alimentación animal a través de la logística 4.0 ha demostrado ser un cambio significativo, no solo en términos de eficiencia operativa sino también en la capacidad de las empresas para adaptarse a un entorno de mercado en constante evolución. El análisis realizado en una empresa de este rubro proporciona una visión exhaustiva del impacto de las tecnologías avanzadas en la gestión de la cadena de suministro, el control de la producción y la implementación tecnológica.

3.4. Discusión

En el contexto actual de las empresas de suministro de alimentación animal, la adopción de la logística 4.0 se presenta como un factor clave para mejorar la productividad y la eficiencia operativa. A medida que las empresas enfrentan desafíos relacionados con la sostenibilidad, la escasez de mano de obra y las crecientes demandas del mercado, las tecnologías avanzadas de la Industria 4.0, como la automatización, el internet de las cosas (IoT), la analítica de datos y el blockchain, pueden transformar significativamente sus cadenas de suministro. Los estudios revisados muestran una tendencia común en los sectores alimentarios y agrícolas que resalta cómo la digitalización y la automatización, características de la logística 4.0, permiten reducir costos, optimizar la gestión del inventario y mejorar la trazabilidad. Por ejemplo, en la República Checa, las industrias alimentarias están adoptando estas tecnologías para mejorar la calidad y la competitividad, lo que incluye la integración de soluciones inteligentes en las cadenas de producción y distribución (Heinzova et al., 2024). De manera similar, en Alemania, se destaca que la digitalización de las cadenas de suministro contribuye a la reducción de emisiones y al aumento de la eficiencia, lo que tiene un impacto directo en la productividad y la sostenibilidad de las empresas agroalimentarias (Brinken et al., 2022). Además, el uso de tecnologías como el blockchain y la robótica están permitiendo que las pequeñas y medianas empresas logísticas, especialmente en sectores como el agroalimentario, puedan integrar soluciones de vanguardia que antes solo estaban al alcance de grandes corporaciones. Por ejemplo, Tan et al. (2024) destacan que el uso de blockchain mejora la transparencia y la seguridad de las cadenas de suministro, lo que es crucial para las empresas de alimentación animal, que deben garantizar la trazabilidad y la seguridad de los productos. Esta tecnología no solo mejora la seguridad, sino que también ayuda a reducir los costos operativos al permitir un seguimiento más preciso de los productos desde su origen hasta el consumidor final. Un aspecto fundamental es la sostenibilidad, que ha cobrado relevancia en las cadenas de suministro del sector agroalimentario. La implementación de logística 4.0 facilita la transición hacia modelos circulares de negocio, como se observa en el caso de Italia, donde la adopción de

tecnologías avanzadas está promoviendo la eficiencia en los sistemas logísticos, especialmente en el marco de la economía circular (Krstic et al., 2022). Este modelo no solo optimiza el uso de recursos, sino que también ayuda a reducir los residuos y el impacto ambiental, lo cual es esencial para las empresas de suministro de alimentación animal, que deben cumplir con normativas medioambientales más estrictas. Según el estudio de Qureshi et al. (2024), el uso de tecnologías como el IoT y la robótica en la logística también facilita la creación de redes sostenibles que mejoran la eficiencia de la cadena de suministro y reducen el desperdicio de recursos, lo que es un factor determinante para la sostenibilidad en este sector. No obstante, la transición hacia la logística 4.0 presenta barreras significativas, principalmente en países en desarrollo. Según el estudio de Caliskan et al. (2024), los desafíos gerenciales y económicos son los obstáculos más críticos, y las empresas deben abordar estas barreras para poder implementar tecnologías avanzadas. Este hallazgo coincide con los resultados de Malagón y Orjuela (2023), quienes resaltan que la falta de un marco común, la resistencia al cambio y la limitada disponibilidad de infraestructura son barreras clave que dificultan la adopción de la logística 4.0. Esto sugiere que, aunque las ventajas son claras, es esencial contar con un enfoque estratégico que permita superar estos retos, particularmente en términos de inversión en infraestructuras tecnológicas y capacitación del personal. Finalmente, la implementación de logística 4.0 en las empresas de suministro de alimentación animal no solo mejora la eficiencia operativa y la competitividad, sino que también juega un papel esencial en la sostenibilidad y la transparencia de las cadenas de suministro. A pesar de los desafíos de adopción, especialmente en economías en desarrollo, las tecnologías de la industria 4.0 ofrecen un gran potencial para transformar el sector y permitir un crecimiento más eficiente y sostenible. Las empresas que logren integrar estas tecnologías estarán mejor posicionadas para enfrentar las exigencias del mercado global y las normativas medioambientales crecientes, lo que les permitirá mantenerse competitivas a largo plazo.

4. Conclusiones

El uso de tecnologías como el internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial y los sistemas de gestión avanzados contribuyen a una mayor visibilidad y trazabilidad de los productos, lo cual mejora la toma de decisiones. La automatización en la gestión de la producción permite a las empresas responder de manera más ágil a las demandas del mercado, incrementando así la productividad general. A pesar de los beneficios, la adopción de tecnologías avanzadas requiere de una inversión inicial significativa y de una capacitación adecuada del personal para asegurar su correcta implementación.

5. Recomendaciones

Es recomendable realizar un análisis de costo-beneficio antes de adoptar nuevas tecnologías, evaluando el impacto potencial en la productividad y en los costos operativos. Deben establecerse estrategias claras para integrar la automatización en los procesos productivos sin generar interrupciones significativas en las operaciones actuales. Las empresas deben mantener un enfoque en la mejora continua y adaptarse a las innovaciones tecnológicas que puedan surgir para mantenerse competitivas en el mercado.

6. Agradecimientos

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) por facilitarnos el acceso a bases de datos esenciales para la recuperación de los estudios utilizados en la presente RSL.

7. Referencias bibliográficas

- ADNAN, NADIAA; FAHAD, HAFSA (2024). NEW DEVELOPMENTS IN THE AGRI-FOOD INDUSTRY: MANIPULATING PROSPECTS FOR INDUSTRY 4.0.
- ALVA, J. (2013). GESTIÓN DE LA LOGÍSTICA EN EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN.
- ARRIOLA, E. (2022). LA ADOPCIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN CIUDAD DE JUÁREZ Y SU IMPACTO SOBRE LAS EMPRESAS DE MANUFACTURA Y SUS TRABAJADORES. [TESIS DE DOCTORADO, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD DE JUÁREZ]. [HTTP://ERECURSOS.UACJ.MX/BITSTREAM/HANDLE/20.500.11961/6197/ARRIOLA%202022-TESIS-INDUSTRIA%204.0.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y](http://erecursos.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/6197/ARRIOLA%202022-TESIS-INDUSTRIA%204.0.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y)
- BRINKEN, J., TROJAHN, S., BEHRENDT, F. (2022). SUFFICIENCY, CONSISTENCY, AND EFFICIENCY AS A BASE FOR SYSTEMIZING SUSTAINABILITY MEASURES IN FOOD SUPPLY CHAINS.
- BUGARČIĆ, F.Ž., MIJUŠKOVIĆ, V.M., AĆIMOVIĆ, S. (2024). INNOVATION AND NEW TECHNOLOGIES AS DETERMINANTS OF LOGISTICS 4.0. CHIHAIA, I. A. (2024). EMERGING CHALLENGES OF THE GLOBAL ANIMAL FEED INDUSTRY. FOOD HUB MEDIA. [HTTPS://WWW.FOOD-HUB.IT](https://www.food-hub.it)
- CUELLAR, A. (2022). APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE TRABAJOS DE TERMOFUSIÓN EN LA EMPRESA SMED PERU, LIMA 2022 [TESIS DE MAESTRÍA, UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO]. [HTTPS://REPOSITORIO.UCV.EDU.PE/BITSTREAM/HANDLE/20.500.12692/101976/CUELLARTCA-SD.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/101976/CUELLARTCA-SD.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y)
- FONTALVO, T., DE LA HOZ, A., & MORELOS, F. (2018). PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES. EDITORIAL XYZ.
- GLISTAU, E., MACHADO, N.I.C. (2018). INDUSTRY 4.0, LOGISTICS 4.0 AND MATERIALS - CHANCES AND SOLUTIONS.
- GOYZUETA, A. (2018). ANÁLISIS DE LA GESTIÓN LOGÍSTICA DE LA EMPRESA DE TRANSPORTES ELIO S.A.C. PARA LA FORMULACIÓN DE UNA PROPUESTA DE MEJORA, AREQUIPA 2017 [TESIS DE LICENCIATURA, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERÚ]. [HTTPS://REPOSITORIO.UTP.EDU.PE/BITSTREAM/HANDLE/20.500.12867/1351/CHRISTIAM%20GOYZUETA_TESIS_TITULO%20PROFESIONAL_2018.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/1351/CHRISTIAM%20GOYZUETA_TESIS_TITULO%20PROFESIONAL_2018.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y)
- GRANDI, F., CONTINI G., PERUZZINI, M. (2024). A HUMAN-CENTRIC METHODOLOGY FOR THE CO-EVOLUTION OF OPERATORS' SKILLS, DIGITAL TOOLS AND USER INTERFACES TO SUPPORT THE OPERATOR 4.0 IN ROBOTICS AND COMPUTER-INTEGRATED MANUFACTURING

- HEINZOVA, R., STROHMANDL, J., JANOVA, N. (2024). PRODUCTION AND LOGISTICS 4.0 IN THE FOOD INDUSTRY IN THE CZECH REPUBLIC.
- HELO PETRI; THAI VINH (2024). LOGISTICS 4.0 – DIGITAL TRANSFORMATION WITH SMART CONNECTED TRACKING AND TRACING DEVICES.
- INSHAKOVA, A.O., RYZHENKOV, A.Y., PON'KA, V.F., DAVUDOV, D.A. (2022). CURRENT ISSUES OF AGRICULTURE DIGITALIZATION IN THE RUSSIAN FEDERATION.
- KHAN, N., SOLVANG, W., YU, H. (2024). INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIoT) AND OTHER INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES IN SPARE PARTS WAREHOUSING IN THE OIL AND GAS INDUSTRY: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW.
- LARA, A. (2020). PROPUESTA DE UN MODELO PARA LA GESTIÓN DE INVENTARIOS MEDIANTE LA LOGÍSTICA 4.0 PARA PYMES EN COLOMBIA [TESIS DE MAESTRÍA, UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA]. [HTTPS://BDIGITAL.UEXTERNADO.EDU.CO/SERVER/API/CORE/BITSTREAMS/DB2C10F0-5596-4BA3-83D5-A84745BF3632/CONTENT](https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/db2c10f0-5596-4ba3-83d5-a84745bf3632/content)
- PEÑATA, H., BOLAÑOS, C. Y CHIMBÍ, J. (2021). INTEGRACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS. [TESIS DE MAESTRÍA, UNIVERSIDAD ECCI]. [HTTPS://REPOSITORIO.ECCI.EDU.CO/BITSTREAM/HANDLE/001/1287/TRABAJO%20DE%20GRADO.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y](https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1287/trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- PÉREZ, L. (2020). INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA CADENA DE SUMINISTRO. EDITORIAL ABC.
- QURESHI, K.M., MEWADA, B.G., KAUR, S., AL-QAHTANI, M.M., QURESHI, M.R.N.M. (2024). INVESTIGATING INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES IN LOGISTICS 4.0 USAGE TOWARDS SUSTAINABLE MANUFACTURING SUPPLY CHAIN.
- RAMÍREZ, G. Y RIVERA, J. (2018). GESTIÓN LOGÍSTICA Y PRODUCTIVIDAD LABORAL EN LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN JUAN BAUTISTA, AÑO 2018. [TESIS DE MAESTRÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA]. [HTTPS://REPOSITORIO.UNAPIQUITOS.EDU.PE/BITSTREAM/HANDLE/20.500.12737/5764/GUILLERMO_TESIS_MAESTRIA_2018.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5764/GUILLERMO_TESIS_MAESTRIA_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- REGALAO, C. (2021). EFICIENCIA ORGANIZACIONAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS 4.0 EN LOS OPERADORES LOGÍSTICOS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO [TESIS DE DOCTORADO, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN]. [HTTP://EPRINTS.UANL.MX/22412/1/1080314927.PDF](http://eprints.uanl.mx/22412/1/1080314927.pdf)
- REUS, A. & SCHAFFER, E. (2024). 5 WAYS DATA, EFFICIENCY WILL DRIVE FUTURE OF FEED PRODUCTION. FEED STRATEGY. [HTTPS://WWW.FEEDSTRATEGY.COM](https://www.feedstrategy.com)
- RIQUELME, C. (2018). LA LOGÍSTICA 4.0. VALPARAÍSO: REVISTA MARINA, 39-44. [HTTPS://REVISTAMARINA.CL/REVISTAS/2018/3/BRIQUELMEO.PDF](https://revistamarina.cl/revistas/2018/3/briquelmeo.pdf)

- RIVERA, E. (2020). PROCEDIMIENTO PARA MEJORAR EL SISTEMA DE CONTROL DE GESTIÓN EN CADENAS DE SUMINISTRO QUE INVOLUCRAN A LA EMPRESA PESCASPIR [TESIS DE MAESTRÍA, UNIVERSIDAD CENTRAL MARTA ABREU DE LAS VILLAS]. [HTTPS://DSpace.UCLV.EDU.CU/BITSTREAM/HANDLE/123456789/10928/Tesis%20ENE R%20RAUL%20RIVERA%20MART%C3%ADN.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y](https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/10928/Tesis%20ENE%20RAUL%20RIVERA%20MART%C3%ADN.PDF?sequence=1&isAllowed=y)
- ROSHID, MD.M., WAAJE, A., MEEM, T.N., SARKAR, A. (2024). LOGISTICS 4.0: A COMPREHENSIVE LITERATURE REVIEW OF TECHNOLOGICAL INTEGRATION, CHALLENGES, AND FUTURE PROSPECTS OF IMPLEMENTATION OF INDUSTRY 4.0 TECHNOLOGIES.
- DUBEY,G., GUPTA, R., KUMAR, S., KUMAR, M. (2022). STUDY OF INDUSTRY 4.0 PILLARS AND THEIR USES IN INCREASING PRODUCTIVITY AND REDUCING LOGISTICS DEFECTS.
- SHAGUN, T., NEHA, R., ASHULEKA, G. (2024). SIGNIFICANT LEAP IN THE INDUSTRIAL REVOLUTION FROM INDUSTRY 4.0 TO INDUSTRY 5.0: NEEDS, PROBLEMS, AND DRIVING FORCES
- TAN, J., WONG, W.P., TAN, C.K., JOMTHANACHAI, S., LIM, C.P. (2024). BLOCKCHAIN-BASED LOGISTICS 4.0: ENHANCING PERFORMANCE OF LOGISTICS SERVICE PROVIDERS

ÍNDICE DE IMÁGENES



De izquierda a derecha

1. <https://www.durespo.com/importancia-de-la-nutricion-animal/>
2. <https://es.pinterest.com/irelenart/>
3. <https://apttperu.com/costos-en-la-industria-textil/>https://stock.adobe.com/pe/images/warehouse-metal-blank-electroplating-plant-for-the-metal/194755542?prev_url=detail
4. <https://www.instagram.com/smartmarketingby/?hl=en&epik=djoy-JnU9NFgzWG1Qc3UwYnZRR3dRRXRyZHJCS1ZMaXpGMXNUdGEmcD-owJm49eDRDM244Voo2OXVsYVVpV2ZPOXhGdyZoPUFBQUFBR2xT-cU13>
5. <https://es.pinterest.com/priyankaminnu/>
6. Vega (2025)

Ciencias e Ingeniería



<https://ctscafe.pe/index.php/cienciaingenieria>
Volumen I- N° 3 Diciembre 2025

Contáctenos en nuestro correo electrónico
cienciaseingenierias@ctscafe.pe

Página Web:
<https://ctscafe.pe/index.php/cienciaingenieria>