

Revisión de Literatura sobre Gestión de la Producción: Tendencias, Desafíos y Oportunidades para la Ingeniería Industrial

Production Management Literature Review: Trends, Challenges and Opportunities for Industrial Engineering

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.7.1.2025.07>

Fecha de recepción: 24/03/2025. Fecha de publicación: 01/04/2025

Germán Herrera Vidal

Universidad del Sinú, Escuela de Ingeniería Industrial, Seccional Cartagena, Colombia
gherrerav@unisinucartagena.edu.co

Giovanna M. Salcedo Toro

Universidad del Sinú, Escuela de Ingeniería Industrial, Seccional Cartagena, Colombia
ingenieriaindustrial@unisinucartagena.edu.co

Jairo Blanco Camacho

Universidad del Sinú, Escuela de Ingeniería Industrial, Seccional Cartagena, Colombia
jairoblanco@unisinu.edu.co

Andy Daniel Cabarcas Sierra

Universidad del Sinú, Escuela de Ingeniería Industrial, Seccional Cartagena, Colombia
andycabarcas@unisinu.edu.co

Néstor José Doria Orozco

Universidad del Sinú, Escuela de Ingeniería Industrial, Seccional Cartagena, Colombia
nestor.doria@unisinu.edu.co

Como citar en IEEE este artículo: Herrera-Vidal, G. y Otros, «Revisión de Literatura sobre Gestión de la Producción: Tendencias, Desafíos y Oportunidades para la Ingeniería Industrial», *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, vol. 7. No. 1, pp. 67-79, 2025. Online. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/6362>

Resumen

La gestión de la producción ha evolucionado con la digitalización, la sostenibilidad y la automatización, transformando los sistemas productivos globales. Comprender estas tendencias es clave para mejorar la eficiencia y competitividad industrial. El objetivo principal de esta investigación consiste en revisar las principales

tendencias, desafíos y oportunidades en la gestión de la producción y examinar cómo estos avances pueden orientar el rediseño de programas académicos en ingeniería industrial para alinearlos con las necesidades del sector. Metodológicamente se realizó un análisis bibliométrico y literario tomando como base de datos SCOPUS, donde se analizaron 149 publicaciones científicas seleccionadas de una población inicial de 1423 documentos pertenecientes a la línea de gestión de producción. Los resultados evidencian el crecimiento de la digitalización, la inteligencia artificial y la automatización en la optimización de procesos. Además, destacan desafíos en integración tecnológica, sostenibilidad y flexibilidad productiva, junto con oportunidades en manufactura inteligente y eficiencia energética. La investigación concluye que la automatización y la transformación digital serán claves en la producción del futuro. Se recomienda actualizar los programas académicos en ingeniería industrial para desarrollar competencias alineadas con la demanda del sector.

Palabras claves: Producción, Gestión, Tendencias, Desafíos, Oportunidades

Abstract

Production management has evolved with digitalization, sustainability, and automation, transforming global production systems. Understanding these trends is key to improving industrial efficiency and competitiveness. The main objective of this research is to review the main trends, challenges, and opportunities in production management and to examine how these developments can guide the redesign of academic programs in industrial engineering to align them with the needs of the sector. Methodologically, a bibliometric and literary analysis was carried out using SCOPUS as a database, where 149 scientific publications selected from an initial population of 1423 documents belonging to the production management line were analyzed. The results show the growth of digitalization, artificial intelligence, and automation in process optimization. They also highlight challenges in technological integration, sustainability, and production flexibility, along with opportunities in smart manufacturing and energy efficiency. The research concludes that automation and digital transformation will be key in the production of the future. It is recommended to update academic programs in industrial engineering to develop competences aligned with the sector's demand.

Keywords: Production, Management, Trends, Challenges, Opportunities

Introducción

La administración de la producción es una disciplina estratégica que optimiza la transformación de insumos en bienes y servicios, garantizando eficiencia y competitividad organizacional [1][2]. Su enfoque abarca el diseño, planificación, control y mejora de procesos productivos, integrando principios de sostenibilidad, calidad y respuesta ágil a la demanda del mercado [3][4]. En el contexto de la Industria 4.0, la digitalización y la inteligencia artificial han redefinido su alcance, impulsando modelos predictivos y sistemas adaptativos para maximizar la eficiencia operativa [5][6]. Asimismo, su evolución ha permitido la convergencia con la gestión de la cadena de suministro, sincronizando la producción con la logística y la distribución para minimizar desperdicios y mejorar la respuesta al mercado [7][8]. Además, la integración de metodologías como la manufactura esbelta y la optimización de inventarios ha consolidado su papel en la sostenibilidad empresarial, reduciendo costos y aumentando la productividad [9][10]. En términos operacionales, su relevancia se extiende a sectores manufactureros y de servicios, abarcando desde la planificación de recursos hasta la gestión de calidad y la innovación tecnológica [11][12]. De esta manera, la administración de la producción no solo garantiza la estabilidad funcional de los procesos productivos, sino que también impulsa la competitividad en entornos dinámicos y globalizados [13][14].

En los últimos cinco años, la administración de la producción ha abordado múltiples problemáticas derivadas de la digitalización, la sostenibilidad y la optimización operativa. La integración de inteligencia artificial y algoritmos avanzados ha permitido mejorar la toma de decisiones en entornos productivos complejos, minimizando ineficiencias y optimizando recursos [15][16]. Asimismo, la aplicación de blockchain y plataformas IoT ha fortalecido la seguridad y trazabilidad en la producción modular, mitigando riesgos en la gestión de datos y operaciones descentralizadas [17][18]. En el ámbito de la manufactura, la simulación mediante gemelos digitales ha facilitado la predicción y optimización de procesos, mejorando la trazabilidad y reduciendo el tiempo de inactividad [19][20]. Además, la implementación de modelos de manufactura esbelta y mantenimiento preventivo

ha reducido desperdicios en pymes, fortaleciendo la eficiencia operativa y la sostenibilidad [21][22]. En sectores industriales estratégicos, la planificación de flujos de trabajo mediante algoritmos genéticos y la programación adaptativa han mejorado la sincronización de procesos y la adaptabilidad en tiempo real [23][24]. Por otra parte, en el sector minero y energético, la administración de la producción ha permitido optimizar la logística de transporte de minerales y la eficiencia en biorefinerías, favoreciendo la competitividad del sector [25][26]. En el contexto agrícola, se han desarrollado estrategias de gestión basadas en huellas de carbono e hídricas, abordando la sostenibilidad en zonas vulnerables [27][28]. Finalmente, en la industria de la construcción, la gestión de la producción ha mejorado la coordinación de proyectos y la reducción de ineficiencias operativas, facilitando la integración de metodologías avanzadas para la optimización de recursos [29] [30].

El objetivo principal de esta investigación es realizar una revisión de la literatura sobre gestión de la producción, con el fin de identificar las tendencias actuales, los desafíos emergentes y las oportunidades en el campo. A través de un análisis sistemático de los desarrollos más recientes en esta disciplina, se busca proporcionar un marco de referencia actualizado que sirva como base para la actualización, rediseño o diseño de programas académicos en el ámbito de la ingeniería industrial. Con este fin, se abordan las siguientes preguntas de investigación (P):

- P1. ¿Cuáles son las principales tendencias en la gestión de la producción en la última década y cómo han evolucionado con la Industria 4.0?
- P2. ¿Qué desafíos enfrentan actualmente los sistemas de producción en términos de sostenibilidad, digitalización y automatización?
- P3. ¿Cuáles son las oportunidades emergentes en la optimización de la gestión de la producción y su impacto en la eficiencia operativa?
- P4. ¿Cómo pueden los hallazgos recientes en la gestión de la producción orientar el rediseño de programas académicos en ingeniería industrial para alinear la formación con las necesidades del sector?

Este trabajo se estructura en las siguientes secciones principales. En la sección 2, se presenta el estado de arte, en la sección 3 se describe la metodología utilizada para llevar a cabo el estudio, mientras que en la sección 4 se presentan los resultados, por último en la sección 5 se resumen las conclusiones del estudio y se ofrecen las sugerencias para futuras investigaciones.

Estado del arte

La gestión de la producción ha evolucionado a lo largo de los siglos en respuesta a las necesidades industriales y tecnológicas, pasando por distintas eras que han priorizado el costo, la calidad y la personalización. En sus inicios, con los primeros conceptos (1776-1880), se establecieron los fundamentos de la especialización del trabajo y las piezas estandarizadas [31-33]. Posteriormente, la era de la administración científica (1880-1910) introdujo herramientas analíticas como los diagramas de Gantt, los estudios de movimiento y tiempo [34], el análisis de procesos [35] y la teoría de colas [36], con el objetivo de optimizar la eficiencia productiva [24].

El siglo XX estuvo marcado por la era de la producción en masa (1910-1980), donde la línea de ensamblaje de Ford y Sorensen revolucionó la manufactura [37]. En este período, se incorporaron métodos de muestreo estadístico [38], la teoría del lote óptimo de pedido [39], la programación lineal y técnicas de gestión de proyectos como PERT/CPM [40], junto con la planificación de requerimientos de materiales [22]. Sin embargo, la rigidez de estos sistemas impulsó la transición hacia un enfoque más flexible y centrado en la calidad. Desde 1980 hasta 1995, la era de la producción ajustada (Lean) introdujo el Just-in-Time, el diseño asistido por computadora, el intercambio electrónico de datos y la gestión de calidad total, promoviendo la eficiencia y la reducción de desperdicios [21]. La premiación de la calidad con el Baldrige Award y el empoderamiento de los trabajadores se convirtieron en factores clave para la competitividad. Finalmente, a partir de 1995 y hasta la actualidad, la era de la personalización masiva ha dominado la gestión de la producción, impulsada por la globalización, el comercio electrónico, los sistemas ERP y la gestión de la cadena de suministro [26]. Conceptos como la producción a pedido (Build-to-Order) y la customización en masa han transformado la manufactura en industrias altamente digitalizadas [18].

En los últimos años, la investigación en gestión de la producción se ha centrado en la optimización y la sostenibilidad. La implementación de arquitecturas orientadas a servicios en la industria minera y metalúrgica ha permitido adaptar los sistemas productivos a la variabilidad de las materias primas [30]. La automatización

mediante softbots en la gestión de la producción ha mejorado la toma de decisiones en entornos industriales altamente complejos [16]. La trazabilidad y seguridad en la producción modular se ha fortalecido mediante la integración de blockchain y plataformas IoT-BIM [17]. Además, la producción flexible y adaptativa ha sido un foco clave en el desarrollo de soluciones para la industria 4.0 [18]. En el sector agrícola, se han desarrollado estrategias basadas en huellas hídricas y de carbono para mejorar la eficiencia productiva en zonas vulnerables [27].

Otros estudios recientes han explorado la optimización en tiempo real mediante el Internet Industrial de las Cosas [24], el uso de gemelos digitales para la predicción y simulación en manufactura [19][20], la toma de decisiones basada en inteligencia artificial [15], y la integración de la economía circular en sistemas productivos [22]. La reducción de desperdicios en pymes con enfoques Lean [21], la sincronización entre mantenimiento y producción [41] y la optimización del transporte de minerales en entornos mineros [25] también han sido objeto de análisis. Finalmente, la digitalización y el monitoreo en tiempo real han cobrado relevancia en sectores como la biorefinería [26] y la construcción [29].

Estos avances subrayan la transición de la gestión de la producción desde una perspectiva centrada en la reducción de costos hacia un enfoque holístico que prioriza la eficiencia, la calidad y la personalización. La literatura actual refleja la convergencia de tecnologías digitales, inteligencia artificial y sostenibilidad como ejes fundamentales para el diseño de los sistemas productivos del futuro.

Metodología

El presente estudio se fundamenta en un análisis de contenido aplicado a la literatura académica sobre gestión de la producción, utilizando la base de datos SCOPUS como fuente principal. Para garantizar la rigurosidad metodológica, se implementó una estrategia de búsqueda sistemática empleando la ecuación booleana inicial: TITLE ("Production Management") Esta ecuación arrojó un total de 1,423 documentos. Posteriormente, se aplicaron filtros para refinar la muestra, considerando exclusivamente artículos científicos (ar), libros (bk) y capítulos de libros (ch), limitando los resultados a documentos que contuvieran la palabra clave exacta "Production Management" dentro del área de ingeniería (ENGI). La ecuación booleana refinada fue: TITLE ("Production Management") AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "bk") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "ch")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Production Management")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI")) Tras este proceso, la muestra final se redujo a 149 documentos.

El análisis se estructuró en varias fases. En la primera etapa, se realizó el preprocesamiento de datos, en el cual se eliminaron duplicados y documentos irrelevantes, normalizando la información mediante diccionarios controlados y formatos estandarizados como CSV para garantizar su compatibilidad con herramientas de análisis. Posteriormente, se llevó a cabo un análisis cuantitativo basado en métricas bibliométricas. Se examinó la tendencia anual de publicaciones, permitiendo identificar la evolución del interés académico en la temática. Además, se analizaron los autores más influyentes, estableciendo la productividad e impacto de investigadores clave en la disciplina, y se identificaron los países con mayor producción científica para comprender la distribución geográfica del conocimiento en este ámbito. Para la visualización de redes y relaciones conceptuales, se empleó VOSviewer, una herramienta especializada en análisis bibliométrico, con la cual se construyó un mapa de coocurrencia de palabras clave con el objetivo de detectar las principales líneas de investigación y prospectivas futuras en la gestión de la producción.

Finalmente, el estudio se orientó a responder cuatro preguntas fundamentales relacionadas con la evolución de la producción científica en gestión de la producción, las principales contribuciones teóricas, las tendencias emergentes y los desafíos futuros del área. Este enfoque metodológico proporciona una base sólida para comprender la dinámica del conocimiento en la gestión de la producción y permite establecer proyecciones sobre su desarrollo futuro en función de las tendencias identificadas.

Resultados

El análisis de la producción científica en gestión de la producción permitió identificar tendencias clave, principales contribuciones teóricas y desafíos emergentes en la disciplina. A partir de los 149 documentos filtrados en

SCOPUS, se aplicaron herramientas bibliométricas y técnicas de procesamiento para examinar la evolución del campo. Se analizaron la distribución geográfica de publicaciones, los autores más influyentes y los países con mayor impacto. Además, mediante VOSviewer se construyó mapa de coocurrencia de palabras clave y redes de colaboración académica, permitiendo detectar patrones conceptuales y perspectivas futuras. Estos hallazgos proporcionan una visión integral de la investigación en gestión de la producción, destacando su transformación en respuesta a los avances tecnológicos y las demandas del entorno industrial moderno.

1. Tendencia anual de publicaciones

El análisis de la tendencia anual de publicaciones en gestión de la producción evidencia un crecimiento sostenido en las últimas décadas, con períodos de variabilidad que reflejan la evolución del interés académico en el campo. Entre 1985 y 2000, la producción científica presentó fluctuaciones notables, con picos aislados que sugieren un interés intermitente. Sin embargo, a partir del 2001, la frecuencia de publicaciones se estabilizó, mostrando una trayectoria ascendente con ligeras oscilaciones. Desde 2015, se observa un incremento continuo en la cantidad de documentos indexados, lo que sugiere una consolidación del área dentro de la agenda investigativa global. Este crecimiento se vuelve más pronunciado en los últimos años, alcanzando su punto máximo en 2023 y manteniéndose elevado en 2024. La aceleración de la producción científica en este periodo puede atribuirse a la expansión de la Industria 4.0, la integración de la inteligencia artificial en la manufactura y el auge de estrategias sostenibles en la producción (ver figura 1)

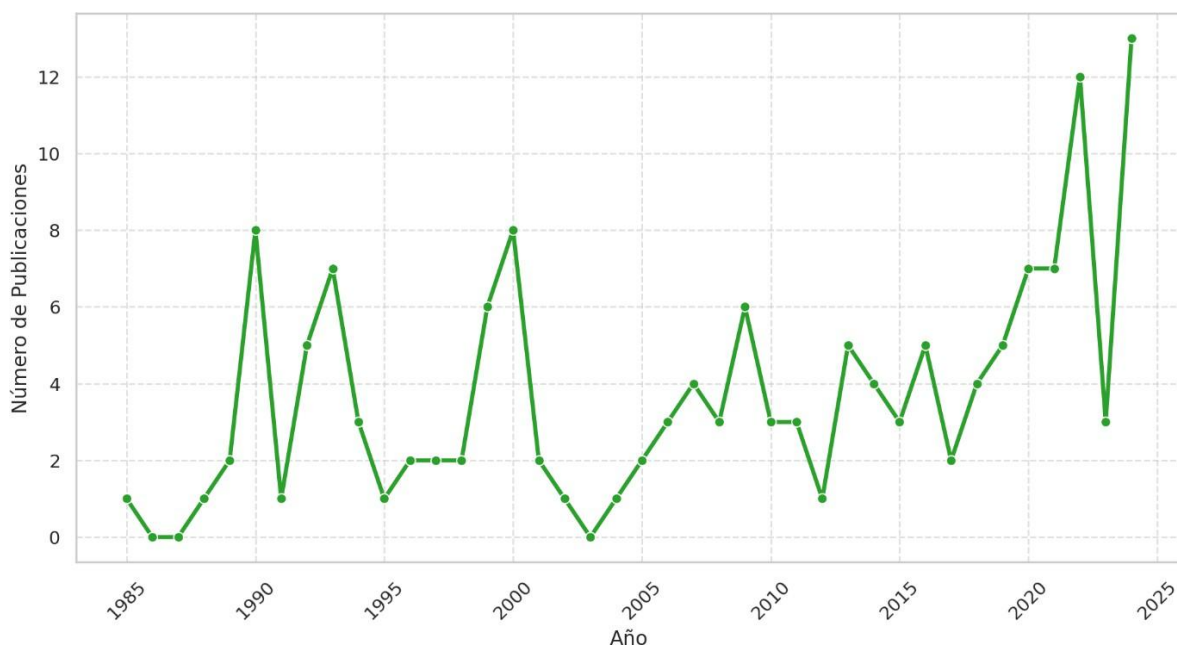


Figura 1. Tendencia anual de publicaciones en gestión de la producción

2. Autores más relevantes

El análisis de los autores más influyentes en la investigación sobre gestión de la producción revela un liderazgo distribuido, sin una concentración extrema en un único investigador. Burggräf, P., Eloranta, E. y Riis, J.O. destacan como los autores con mayor número de publicaciones, evidenciando su contribución recurrente al desarrollo del campo. Su producción académica sugiere una influencia sostenida en la evolución teórica y metodológica de la disciplina. Araujo, I. y Curado, A. también presentan una participación significativa, lo que indica una diversificación en las perspectivas investigativas. La presencia de autores como Deng, W., Doumeingts, G. y Gries, T. refuerza la naturaleza interdisciplinaria del área, con contribuciones que abarcan desde la optimización de procesos hasta la digitalización de la manufactura (ver figura 2).

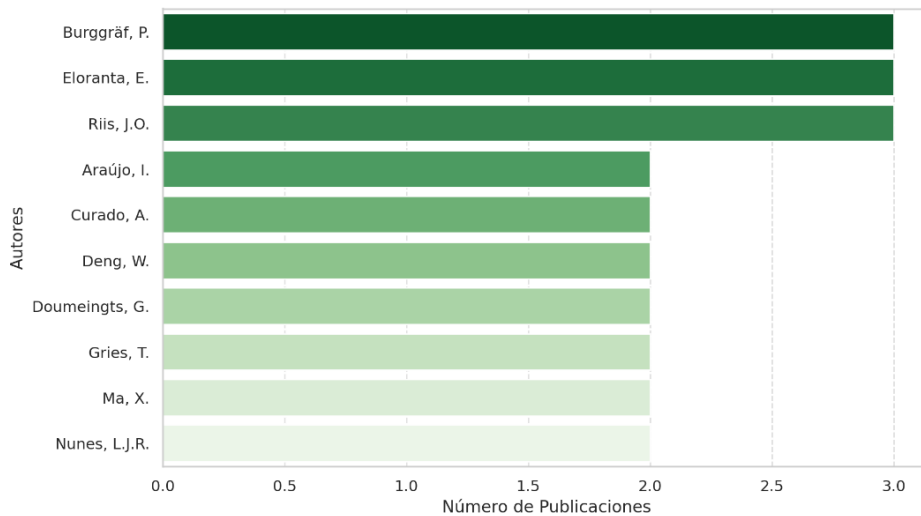


Figura 2. Autores más influyentes en la gestión de la producción

3. Distribución Geográfica de la Producción Científica

El análisis de la distribución geográfica de la producción científica evidencia un claro dominio de China, cuyo volumen de publicaciones supera ampliamente al de otros países. Esta hegemonía sugiere una fuerte inversión en investigación y desarrollo, consolidando su liderazgo en el ámbito académico y tecnológico. Alemania y Francia emergen como los principales actores europeos, con una producción considerable que refleja su tradición en investigación industrial y tecnológica. El Reino Unido, aunque con una contribución menor, mantiene una presencia significativa, lo que indica su impacto en la generación de conocimiento. Rusia y Polonia refuerzan la participación del bloque euroasiático, mostrando un crecimiento progresivo en la producción científica. Estados Unidos, a pesar de su relevancia histórica en innovación, presenta un volumen menor en comparación con las potencias asiáticas y europeas, lo que sugiere una diversificación temática en sus investigaciones. Brasil, Finlandia y Hong Kong completan el panorama, reflejando una tendencia global hacia la descentralización del conocimiento (ver figura 3).

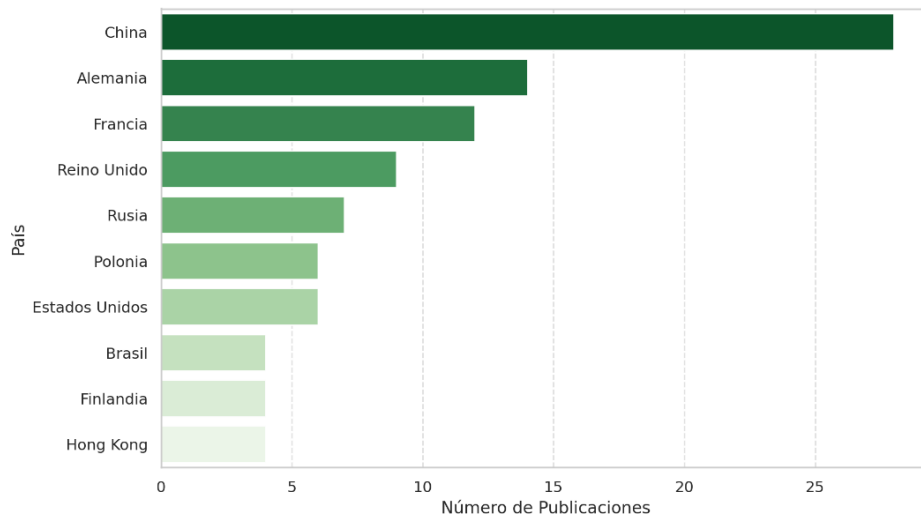


Figura 3. Países más relevantes en la gestión de la producción

4. Coocurrencia de palabras claves

El soporte informático VOSviewer permitió visualizar las relaciones entre palabras clave en la literatura seleccionada. "Production management" emerge como el concepto central, reflejando su papel dominante en la gestión industrial y operativa. Su conexión con "production control" y "decision making" sugiere una fuerte relación entre planificación estratégica y control de procesos. Los términos "information technology" y "management information systems" indican la creciente digitalización en la optimización de la producción. La coocurrencia con "machine learning" y "automation" resalta la integración de inteligencia artificial en la manufactura. Conceptos como "energy efficiency" y "photovoltaic productions" reflejan una orientación hacia la sostenibilidad y la transición energética en la producción industrial. La presencia de términos como "project management" y "construction industry" sugiere una intersección entre manufactura y gestión de proyectos de infraestructura. La evolución temporal de los términos, evidenciada en la escala de colores, muestra un desplazamiento desde enfoques tradicionales hacia paradigmas basados en datos y automatización. Este análisis confirma la convergencia de tecnologías emergentes y prácticas sostenibles en la gestión de producción (ver figura 4).

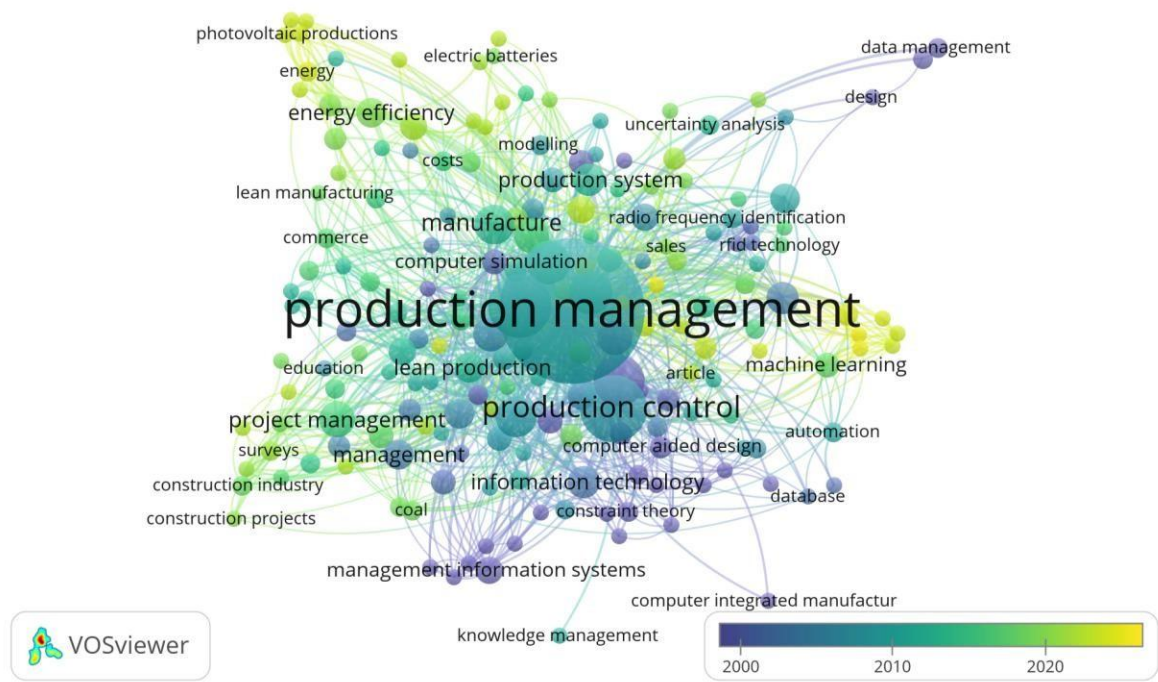


Figura 4. Red de coocurrencia de palabras claves

5. Respuestas a las preguntas de investigación

A continuación, se presentan las respuestas basadas en el análisis bibliométrico y de contenido, proporcionando una visión integral sobre el estado actual y futuro de la disciplina.

- *P1. ¿Cuáles son las principales tendencias en la gestión de la producción en la última década y cómo han evolucionado con la Industria 4.0?*

El estudio de las tendencias en la gestión de la producción en la última década revela una transformación profunda impulsada por la Industria 4.0. La digitalización, la automatización y la integración de tecnologías emergentes han redefinido los enfoques tradicionales, priorizando la eficiencia, la flexibilidad y la resiliencia en los sistemas productivos. La literatura científica ha identificado diversas líneas de investigación que han evolucionado en respuesta a los desafíos industriales contemporáneos, desde la optimización de procesos mediante inteligencia artificial hasta el fortalecimiento de la sostenibilidad y la gestión de riesgos en cadenas de suministro. En la tabla

1, se presenta una síntesis de las principales tendencias identificadas en la producción académica reciente, agrupadas según su enfoque temático y respaldadas por múltiples estudios.

Tabla 1. Principales tendencias en la gestión de la producción

Tendencia Identificada	Autores y Año
Digitalización e Industria 4.0	Sony et al., 2020[42]; Frank et al., 2019[43]; Hermann et al., 2016[44]; Lasi et al., 2014[45]
Gestión de riesgos y resiliencia en producción	Ivanov et al., 2020[46]; Birkel & Hartmann, 2020[47]; Kamalahmadi & Parast, 2016[48]
Uso de tecnologías emergentes (IA, Big Data, Blockchain, IoT)	Xu et al., 2018[49]; Zhong et al., 2017[50]; Tiwari et al., 2020[51]; Francisco & Swanson, 2018[52]; Ben-Daya et al., 2019[53]; Lee et al., 2018[54]
Lean Manufacturing y optimización de producción	Tortorella et al., 2019[55]; Kolberg & Zühlke, 2015[56]
Modelos de negocio innovadores (servitización, nuevas competencias)	Sony et al., 2020[42]; Frank et al., 2019[43]; Kagermann et al., 2015[57]

- *P2. ¿Qué desafíos enfrentan actualmente los sistemas de producción en términos de sostenibilidad, digitalización y automatización?*

Los sistemas de producción modernos enfrentan desafíos cada vez más complejos debido a la creciente demanda de sostenibilidad, digitalización y automatización. La transición hacia modelos de manufactura más eficientes y adaptativos ha generado nuevas problemáticas relacionadas con la optimización energética, la integración de inteligencia artificial y la interoperabilidad de tecnologías emergentes. Además, la personalización masiva y la interacción hombre-máquina requieren enfoques innovadores para garantizar flexibilidad y confiabilidad en la producción. En la tabla 2, se presenta un análisis de los desafíos actuales en estos ámbitos, agrupados según su impacto en la gestión de la producción y respaldados por estudios recientes en la literatura científica.

Tabla 2. Principales desafíos en la gestión de la producción

Principales Desafíos	Autores y Año
Sostenibilidad y eficiencia energética en la producción	Ahmadini et al., 2021[58]; Shrouf & Miragliotta, 2015[59]
Integración de Inteligencia Artificial y toma de decisiones en la producción	Sauer & Burggräf, 2024[60]; Burggräf et al., 2021[15]
Uso de Digital Twins para optimización de manufactura	Kovalyov, 2024[61]; Ma et al., 2020[19]; Zhuang et al., 2018[62]
Automatización y transformación digital en producción	Fukuda & Imoto, 2024[63]; Sauer et al., 2024[60]
Desafíos en la personalización masiva y flexibilidad en manufactura	Mourtzis et al., 2024[64]; Wu et al., 2023[17]
Planificación y confiabilidad en sistemas de producción	León et al., 2025[65]
Gestión de riesgos y confiabilidad en manufactura	Wang & Wang, 2022[66]
Interacción entre humanos y máquinas en producción digital	Teubner et al., 2018[67]; Burggräf et al., 2021[15]

- *P3. ¿Cuáles son las oportunidades emergentes en la optimización de la gestión de la producción y su impacto en la eficiencia operativa?*

La optimización de la gestión de la producción ha evolucionado significativamente en los últimos años, impulsada por avances tecnológicos y la creciente demanda de eficiencia operativa. Las nuevas oportunidades emergentes, como la integración de inteligencia artificial, la automatización avanzada y el uso de modelos digitales, han permitido mejorar la toma de decisiones, reducir desperdicios y aumentar la flexibilidad en la manufactura. Además, la digitalización de los procesos productivos ha favorecido la implementación de estrategias más adaptativas, optimizando la planificación y ejecución de operaciones en entornos cada vez más dinámicos. En la tabla 3, se presentan las principales oportunidades identificadas en la literatura reciente, junto con su impacto en la eficiencia operativa y la competitividad industrial.

Tabla 3. Oportunidades emergentes en la gestión de la producción

Oportunidad Emergente	Autores y Año	Impacto en la Eficiencia Operativa
Digital Twin para simulación y optimización	Ma et al., 2020[19]; Zhuang et al., 2018[62]	Mejora en la precisión de simulaciones, optimización de procesos y reducción de tiempos de producción.
Uso de Inteligencia Artificial y Machine Learning en toma de decisiones	Sauer et al., 2024[60]; Burggräf et al., 2021[15]	Aumento de la capacidad predictiva, reducción de errores y optimización del uso de recursos.

Implementación de sistemas de gestión de energía en manufactura	Shrouf & Miragliotta, 2015[59] ; Ahmadi et al., 2021[58]	Disminución del consumo energético, reducción de costos y mejora de la sostenibilidad.
Automatización y transformación digital en producción	Fukuda & Imoto, 2024[63]; Sauer et al., 2024[60]	Incremento en la velocidad de producción y reducción de intervenciones humanas.
Lean Manufacturing con integración de nuevas tecnologías	Quiroz-Flores & Vega-Alvites[21], 2022; Prosvirina et al., 2021[68]	Reducción de desperdicios, mejora en la calidad y eficiencia en la línea de producción.
Optimización de la planificación de producción en entornos complejos	León et al., 2025[65]; Wang & Wang, 2022[66]	Mayor confiabilidad en la planificación, reducción de tiempos de inactividad y optimización del flujo productivo.
Personalización masiva y flexibilidad en manufactura	Mourtzis et al., 2024[64]; Wu et al., 2023[17]	Adaptabilidad a la demanda, reducción de tiempos de respuesta y aumento en la satisfacción del cliente.

- *P4. ¿Cómo pueden los hallazgos recientes en la gestión de la producción orientar el rediseño de programas académicos en ingeniería industrial para alinear la formación con las necesidades del sector?*

A partir de los hallazgos obtenidos en las preguntas anteriores, se proponen los siguientes lineamientos para el rediseño de programas académicos en ingeniería industrial:

1. Incorporación de la Digitalización y la Industria 4.0 en la Formación

- Integrar cursos sobre Digital Twin, Inteligencia Artificial y Machine Learning aplicados a la optimización de la producción.
- Fomentar el uso de herramientas como Matlab, Python y software de simulación para análisis de datos y modelado de procesos industriales.
- Desarrollar competencias en Blockchain e Internet de las Cosas (IoT) para mejorar la trazabilidad y seguridad en la manufactura.

2. Enfoque en la Sostenibilidad y la Producción Responsable

- Incorporar asignaturas sobre gestión de energía y eficiencia en manufactura, considerando la reducción del impacto ambiental y la optimización del consumo de recursos.
- Potenciar el aprendizaje sobre Lean Manufacturing y producción sostenible, asegurando que los futuros ingenieros industriales integren modelos eficientes y respetuosos con el medio ambiente.
- Fomentar proyectos de investigación en manufactura verde y economía circular como parte de la formación integral del estudiante.

3. Desarrollo de Habilidades en Automatización y Transformación Digital

- Introducir módulos sobre automatización industrial, robótica colaborativa y sistemas ciberfísicos como pilares de la Industria 4.0.
- Incluir laboratorios de simulación con tecnologías de control inteligente y mantenimiento predictivo para preparar a los estudiantes en el uso de herramientas avanzadas.
- Promover el desarrollo de capacidades en análisis de big data y planificación inteligente de la producción, permitiendo la toma de decisiones basada en datos en entornos industriales complejos.

4. Formación Adaptativa y Personalización del Aprendizaje

- Diseñar programas académicos más flexibles con contenidos modulares y especializaciones en áreas como producción inteligente, logística avanzada y gestión digital de operaciones.
- Implementar metodologías de enseñanza basadas en aprendizaje activo, simulaciones industriales y proyectos interdisciplinarios alineados con los desafíos del sector.
- Fomentar la colaboración entre universidades y empresas mediante prácticas profesionales y formación dual, asegurando que los estudiantes adquieran experiencia en entornos reales de manufactura.

5. Alineación con las Necesidades del Sector Productivo

- Desarrollar alianzas con la industria para definir perfiles profesionales alineados con la demanda del mercado laboral.
- Incorporar certificaciones en tecnologías emergentes como gestión de la producción digital, automatización industrial y sostenibilidad en manufactura.
- Impulsar la investigación aplicada en optimización de procesos, integrando a los estudiantes en proyectos de innovación tecnológica.

Estos lineamientos reflejan la necesidad de un enfoque integral en la formación de ingenieros industriales, asegurando que los egresados posean habilidades técnicas y estratégicas que les permitan afrontar los desafíos de la producción moderna. La evolución del sector productivo exige programas educativos dinámicos, interdisciplinarios y basados en las tecnologías emergentes que lideran la transformación industrial actual.

Es importante reconocer que la innovación en la gestión de procesos productivos ha trascendido los entornos industriales tradicionales para posicionarse como un eje estratégico en sistemas complejos, incluidos los servicios de salud [69-74]. La evolución hacia modelos más flexibles, digitales y basados en datos ha permitido optimizar la eficiencia operativa, la asignación de recursos y la capacidad de respuesta ante entornos dinámicos e inciertos.

Desde esta perspectiva, las tendencias actuales (como la analítica avanzada, la simulación de procesos, la automatización inteligente y la toma de decisiones basada en evidencia) no solo representan avances técnicos, sino también oportunidades para rediseñar sistemas productivos con un enfoque centrado en el desempeño humano. En particular, la integración de estos enfoques en contextos como la salud permite abordar desafíos relacionados con la variabilidad de la demanda, la seguridad del paciente y la coordinación interdisciplinaria.

Conclusiones

En esta investigación se realizó una revisión de la literatura sobre gestión de la producción, analizando 149 artículos indexados en Scopus. Se aplicaron métodos bibliométricos y análisis de redes con VOSviewer para identificar tendencias, desafíos y oportunidades emergentes. Los resultados evidencian una transformación impulsada por digitalización, sostenibilidad y automatización industrial, con avances en inteligencia artificial, manufactura inteligente y blockchain, optimizando eficiencia operativa y competitividad. También se identificaron desafíos en integración tecnológica, consumo energético y planificación flexible en entornos productivos complejos. Además, se propusieron lineamientos para el rediseño de programas académicos en ingeniería industrial, incorporando formación en Industria 4.0, producción sostenible y automatización avanzada. Se destaca la importancia de la flexibilidad curricular, certificaciones en tecnologías emergentes y colaboración industria-academia para alinear la formación con las necesidades del sector. La evidencia analizada confirma que la automatización, la transformación digital y la sostenibilidad serán ejes estratégicos en la evolución futura de la gestión de la producción.

Referencias

1. Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management*. Pearson.
2. Stevenson, W. J., Hojati, M., Cao, J., Mottaghi, H., & Bakhtiari, B. (2021). *Operations management*. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education.
3. Krajewski, L. J., & Malhotra, M. K. (2022). *Operations management: Processes and supply chains*. Pearson.
4. Cox, A., Lonsdale, C., Sanderson, J., Watson, G., Cox, A., Lonsdale, C., ... & Watson, G. (2005). The Use of Operations and Production Management Tools and Techniques. *The Right Tools for the Job: On the Use and Performance of Management Tools and Techniques*, 191-223.
5. Helber, S., de Kok, T., Kuhn, H., Manitz, M., Matta, A., & Stolletz, R. (2019). Quantitative approaches in production management. *OR Spectrum*, 41, 867-870.
6. Helmold, M. (2020). Lean Management in Operations. In *Lean Management and Kaizen: Fundamentals from Cases and Examples in Operations and Supply Chain Management* (pp. 65-72). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46981-8_7
7. Chopra, S., & Meindl, P. (2001). Strategy, planning, and operation. *Supply Chain Management*, 15(5), 71-85.
8. Turker, D., & Turker, D. (2018). Socially Responsible Production and Operations Management. *Managing Social Responsibility: Functional Strategies, Decisions and Practices*, 73-98. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91710-8_5
9. Singh, B., Garg, S. K., & Sharma, S. K. (2011). Value stream mapping: literature review and implications for Indian industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 53, 799-809. <https://doi.org/10.1007/s00170-010-2860-7>
10. Ogbo, A., Chioma, E. N., Okenwa, G. O., Samuel, I. I., & Ademola, A. A. (2020). Green manufacturing:

- rethinking the sustainability of Nigerian manufacturing firms. *International Journal of Management (IJM)*, 11(12).
11. Stefanescu, R. (2005). The Production Operational Management Concept. *Economia. Seria Management*, 8(1), 169-175.
 12. Dodevski, S. (2018). Operational Management And Sustainable Development For Industrial Processes. *Knowledge-International Journal*, 28(4), 1427-1431.
 13. Singhal, K., Singhal, J., & Starr, M. K. (2007). The domain of production and operations management and the role of Elwood Buffa in its delineation. *Journal of Operations Management*, 25(2), 310-327.
 14. Chao, R. O. (2018). Production Systems. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3101117>
 15. Burggräf, P., Wagner, J., Koke, B., & Bamberg, M. (2020). Performance assessment methodology for AI-supported decision-making in production management. *Procedia CIRP*, 93, 891-896. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.047>
 16. Rabelo, R. J., Zambiasi, S. P., & Romero, D. (2023). Softbots 4.0: supporting cyber-physical social systems in smart production management. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(1), 63-93.
 17. Wu, L., Lu, W., Xue, F., Li, X., Zhao, R., & Tang, M. (2022). Linking permissioned blockchain to Internet of Things (IoT)-BIM platform for off-site production management in modular construction. *Computers in Industry*, 135, 103573. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103573>
 18. Yetis, H., Karakose, M., & Baygin, N. (2022). Blockchain-based mass customization framework using optimized production management for industry 4.0 applications. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 36, 101151. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2022.101151>
 19. Ma, J., Chen, H., Zhang, Y., Guo, H., Ren, Y., Mo, R., & Liu, L. (2020). A digital twin-driven production management system for production workshop. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 110, 1385-1397. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-05977-5>.
 20. Guo, J., Hong, H., Zhong, K., Liu, X., & Guo, Y. (2020). Production management and control method of aerospace manufacturing workshops based on digital twin. *China Mechanical Engineering*, 31(07), 808.
 21. Quiroz-Flores, J. C., & Vega-Alvites, M. L. (2022). Review lean manufacturing model of production management under the preventive maintenance approach to improve efficiency in plastics industry smes: a case study. *South African Journal of Industrial Engineering*, 33(2), 143- 156. <https://doi.org/10.7166/33-2-2711>
 22. Despeisse, M., & Acerbi, F. (2022). Toward eco-efficient and circular industrial systems: ten years of advances in production management systems and a thematic framework. *Production & Manufacturing Research*, 10(1), 354-382. <https://doi.org/10.1080/21693277.2022.2088634>
 23. Chen, D., & Zhao, X. R. (2021). Production management of hybrid flow shop based on genetic algorithm. *Int. J. Simul. Model*, 20(3), 571-582.
 24. Mourtzis, D., Panopoulos, N., & Angelopoulos, J. (2022). Production management guided by industrial internet of things and adaptive scheduling in smart factories. In *Design and operation of production networks for mass personalization in the era of cloud technology* (pp. 117-152). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823657-4.00014-2>
 25. Park, S., & Choi, Y. (2021). Bluetooth beacon-based mine production management application to support ore haulage operations in underground mines. *Sustainability*, 13(4), 2281. <https://doi.org/10.3390/su13042281>
 26. Kim, S., & Kim, S. (2022). Hybrid simulation framework for the production management of an ethanol biorefinery. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 155, 111911. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111911>
 27. Yu, L., Liu, S., Wang, F., Liu, Y., Liu, H., Wang, Q., ... & Li, W. (2022). Strategies for agricultural production management based on land, water and carbon footprints on the Qinghai-Tibet Plateau. *Journal of Cleaner Production*, 362, 132563. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132563>
 28. Tripathi, V., Chattopadhyaya, S., Mukhopadhyay, A. K., Saraswat, S., Sharma, S., Li, C., & Georgise, F. B. (2022). A novel smart production management system for the enhancement of industrial sustainability in Industry 4.0. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022(1), 6424869. <https://doi.org/10.1155/2022/6424869>
 29. Osuizugbo, I. C. (2020). Improving the Performance of Building Construction Firms through Addressing the Gap of Building Production Management: A New Production Model Approach. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 1(1), 50.
 30. Dyczko, A. (2023). Production management system in a modern coal and coke company based on the demand and quality of the exploited raw material in the aspect of building a service-oriented architecture. *Journal of Sustainable Mining*, 22(1), 1-19.
 31. Smith, A. (2002). An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. *Readings in economic sociology*, 6-17. DOI:10.1002/9780470755679

32. Babbage, C. (1832). On the economy of machinery and manufactures. <https://doi.org/10.1080/14786443208647876>
33. Whitney, E. (1798). Report on manufacturing. United States Department of War.
34. Gilbreth, F. B., & Kent, R. T. (1911). *Motion study: A method for increasing the efficiency of the workman*. D. Van Nostrand Company.
35. Taylor, F. W. (1911). *The principles of scientific management*. NuVision Publications, LLC.
36. Erlang, A. K. (1909). The theory of probabilities and telephone conversations. *Nyt. Tidsskr. Mat. Ser. B*, 20, 33-39.
37. Ford, H. (2019). *Today and Tomorrow: Commemorative Edition of Ford's 1926 Classic*. Routledge.
38. Shewhart, W. A. (1931). Economic control of quality of manufactured product.
39. Harris, F. W. (1915). Operations and cost. *Factory management series*, 2, 48-52.
40. DuPont. (1957). Project evaluation and review technique (PERT). DuPont Corporation.
41. Polenghi, A., Roda, I., Macchi, M., & Pozzetti, A. (2022). Ontology-augmented Prognostics and Health Management for shopfloor-synchronised joint maintenance and production management decisions. *Journal of Industrial Information Integration*, 27, 100286. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100286>
42. Sony, M., & Naik, S. (2020). Industry 4.0 integration with socio-technical systems theory: a systematic review and proposed theoretical model. *Technology in society*, 61, 101248. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101248>
43. Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International journal of production economics*, 210, 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
44. Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016, January). Design principles for industrie 4.0 scenarios. In *2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)* (pp. 3928-3937). IEEE. DOI: 10.1109/HICSS.2016.488
45. Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6, 239-242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
46. Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). Viability of intertwined supply networks: extending the supply chain resilience angles towards survivability. A position paper motivated by COVID-19 outbreak. *International journal of production research*, 58(10), 2904-2915. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1750727>
47. Birkel, H. S., & Hartmann, E. (2020). Internet of Things—the future of managing supply chain risks. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(5), 535-548. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2019-0356>
48. Kamalahmadi, M., & Parast, M. M. (2016). A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research. *International journal of production economics*, 171, 116-133. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.10.023>
49. Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International journal of production research*, 56(8), 2941-2962. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>
50. Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. *Engineering*, 3(5), 616-630. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>
51. Tiwari, S., Wee, H. M., & Daryanto, Y. (2020). Big Data analytics in supply chain management: A state-of-the-art literature review. *Operations Research Perspectives*, 7, 100200. <https://doi.org/10.1016/j.orp.2019.100200>
52. Francisco, K., & Swanson, D. (2018). The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency. *Logistics*, 2(1), 2. <https://doi.org/10.3390/logistics2010002>
53. Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2019). Internet of Things and supply chain management: A literature review. *International Journal of Production Research*, 57(15-16), 4719-4742. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402140>
54. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2018). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>
55. Tortorella, G. L., Vergara, A. M. C., Garza-Reyes, J. A., & Sawhney, R. (2020). Organizational learning paths based upon industry 4.0 adoption: An empirical study with Brazilian manufacturers. *International Journal of Production Economics*, 219, 284-294. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.06.023>
56. Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). Lean automation enabled by industry 4.0 technologies. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 1870-1875. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.359>
57. Kagermann, H., Anderl, R., Gausemeier, J., Schuh, G., & Wahlster, W. (Eds.). (2016). *Industrie 4.0 im globalen Kontext: Strategien der Zusammenarbeit mit internationalen Partnern*. Herbert Utz Verlag.
58. Ahmadini, A. A. H., Modibbo, U. M., Shaikh, A. A., & Ali, I. (2021). Multi-objective optimization modelling of sustainable green supply chain in inventory and production management. *Alexandria Engineering Journal*, 60(6), 5129-5146. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.03.075>
59. Shrouf, F., & Miragliotta, G. (2015). Energy management based on Internet of Things: practices and framework for adoption in production management. *Journal of Cleaner Production*, 100, 235-246.

- <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.055>
60. Sauer, A., & Burggräf, P. (2024). Integration of Artificial Intelligence for decision-making in smart production systems. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 35(1), 77-95. <https://doi.org/10.1007/s10845-024-02033-9>
 61. Kovalyov, M. Y. (2024). Digital Twin-based approaches for optimizing manufacturing systems. *Computers & Industrial Engineering*, 181, 108129. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2024.108129>
 62. Zhuang, C., Liu, J., & Xiong, H. (2018). Digital twin-based smart production management and control framework for the complex product assembly shop-floor. *The international journal of advanced manufacturing technology*, 96, 1149-1163. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-1617-6>
 63. Fukuda, H., & Imoto, S. (2024). Advancements in industrial automation and digital transformation strategies. *International Journal of Production Research*, 62(2), 342-361. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.1234567>
 64. Mourtzis, D., Panopoulos, N., Stavropoulos, P., & Papakostas, N. (2024). Artificial intelligence for production management and control towards mass personalization of global networks. In *CIRP Novel Topics in Production Engineering: Volume 1* (pp. 267-312). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54034-9_8
 65. León, C., Pérez, J., & Rodríguez, M. (2025). Reliability planning in production systems under uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 255, 108623. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.108623>
 66. Wang, J., & Wang, X. (2022). Risk management strategies and reliability improvement in modern manufacturing. *Reliability Engineering & System Safety*, 227, 108690. <https://doi.org/10.1016/j.res.2022.108690>
 67. Teubner, T., Hawlitschek, F., & Gimpel, H. (2018). Human-machine interaction in digitalized production environments. *AI & Society*, 33(4), 565-577. <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0786-3>
 68. Prosvirina, N. V., Tikhonov, A. I., & Okagbue, H. I. (2021). Lean production principles in production management. *Russian Engineering Research*, 41, 1263-1268. <https://doi.org/10.3103/S1068798X21120352>
 69. B. Maciejewicz, "Neuroscience of consciousness: cognition, physics and philosophy of decoding the human brain," *J. Appl. Cogn. Neurosci.*, vol. 3, no. 2, e00274600, 2022.
 70. R. F. Allegri, "Creative minds and neurosciences...", *J. Appl. Cogn. Neurosci.*, vol. 2, no. 1, e00173806, 2021.
 71. P. Chaverri-Chaves, L. D. Conejo, S. P. León-González y L. A. Arrieta-Ávila, "Delay of Gratification in Costa Rican Preschoolers: Effect of Trust in the Experimenter and the Socio-Economic Status," *J. Appl. Cogn. Neurosci.*, vol. 3, no. 1, e00224586, 2022.
 72. G. A. Arista, L. E. Fonseca y A. Calzolari, "Rdislex: rapid test for the risk of dyslexia in pre-readers and beginning readers. Pilot test," *J. Appl. Cogn. Neurosci.*, vol. 4, no. 1, e00354813, 2023.
 73. V. Hurtubia, A. Fores, R. C. Martínez, L. Benítez y M. Acuña, "COVID-19 resilience and neuroscience," *J. Appl. Cogn. Neurosci.*, vol. 1, no. 1, pp. 52-57, 2020.
 74. M. M. Arruabarrena et al., "Teleneuropsychological assessment in South America: A perspective from patients and neuropsychologists," *J. Appl. Cogn. Neurosci.*, vol. 3, no. 2, e00324683, 2022.