

# Tendencias de investigación del *blockchain* en la cadena de suministro: transparencia, trazabilidad y seguridad

Paola Alzate\*

David Giraldo\*\*

Fecha de recibido: 09 de septiembre de 2022

Fecha de aprobado: 02 de mayo de 2023

Para citar este artículo: Alzate, P. M., & Giraldo, D. (2023). Tendencias de investigación del *blockchain* en la cadena de suministro: transparencia, trazabilidad y seguridad. *Revista Universidad & Empresa*, 25(44), 1-29.

<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.12451>

## Resumen

El *blockchain* es una tecnología emergente con reciente aplicación a la cadena de suministro. En la presente revisión se identifica y analiza las tendencias de investigación, a partir de los estudios originarios y estructurales de esta temática en *Scopus*, entre los años 2000 y 2022. La metodología desarrolló mapeo científico mediante bibliometría y análisis de red, utilizando la teoría de grafos con *R-studio*. En conclusión, se identificaron tres tendencias de la aplicación de *blockchain* enfocadas en transparencia, trazabilidad y seguridad de las transacciones entre los actores de la cadena de suministro; además, se plantean futuras líneas de investigación.

**Palabras clave:** logística; trazabilidad; transparencia; seguridad; tecnología.

\* Candidata a doctora en Ingeniería, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. msc. Investigación Operativa y Estadística, Universidad Tecnológica de Pereira, Manizales, Colombia. Docente investigadora, Universidad Católica Luis Amigó, Facultad Ciencias Económicas, Administrativas y Contables, Manizales, Caldas. Correo electrónico: [paola.alzateon@amigo.edu.co](mailto:paola.alzateon@amigo.edu.co). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5406-3355>

\*\* Profesional en Administración de Empresas, estudios de posgrado en MBA y, en curso, doctorado en Administración, Universidad Nacional de Colombia. Docente universitario e investigador de la Universidad Católica Luis Amigó en Comercio Exterior y Logística y en Negocios Internacionales. Asesor de empresas en operaciones de negocios internacionales, específicamente en desarrollo de mercados y procesos de importación y exportación. Con artículos publicados en la Revista de Estudios Cooperativos de la Universidad Complutense de Madrid (Premio al artículo con potencial de mayor impacto) y en *Económicas cuc*, de la Universidad de la Costa. Correo electrónico: [jose.giraldoas@amigo.edu.co](mailto:jose.giraldoas@amigo.edu.co). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1278-8697>

## Blockchain Research Trends in the Supply Chain: Transparency, Traceability and Security

### Abstract

The complexity of the modern supply chain requires the implementation of emerging technologies to meet the information needs of all stakeholders. Among these technologies, blockchain is characterized by immutability, traceability and easy query of information in each transaction. In this context, the objective of this review is to identify and analyze research trends in the application of blockchain in the supply chain based on a review of the original and structural studies on this topic. As a methodological orientation, a scientific mapping was performed using bibliometric procedures and a citation network analysis using graph theory with R-study, employing the Scopus database between 2000 and 2022. In conclusion, three trends in blockchain application were identified, focused on transparency, traceability and security of transactions made between actors in the supply chain, and the proposal of future research lines.

**Keywords:** Logistics; traceability; transparency; security; technology.

## Tendências de pesquisa de blockchain na cadeia de suprimentos: transparência, rastreabilidade e segurança

### Resumo

A *blockchain* é uma tecnologia emergente com aplicação recente na cadeia de suprimentos. O objetivo desta revisão foi identificar e analisar tendências de pesquisa a partir dos estudos originais e estruturais deste tema no *Scopus* entre os anos de 2000 e 2022. A metodologia desenvolveu mapeamento científico por meio de bibliometria e análise de redes utilizando a teoria dos grafos com *R-studio*. Como conclusão, foram identificadas três tendências na aplicação de *blockchain* com foco na transparência, rastreabilidade e segurança das transações entre os atores da cadeia de suprimentos, além da abordagem para futuras linhas de pesquisa.

**Palavras-chave:** logística; rastreabilidade; transparência; segurança; tecnologia.

## Introducción

En los últimos años, la tecnología *blockchain* ha sido objeto de gran interés en diversos campos de aplicación debido a su capacidad para proporcionar soluciones innovadoras y seguras para problemas complejos. Uno de los campos en los que se ha enfocado la investigación es en la cadena de suministro, que es un proceso empresarial crítico y esencial para la mayoría de las organizaciones, especialmente aquellas involucradas en la producción y distribución de bienes y servicios. Se toma como referencia el concepto de cadena de suministro propuesto por Douglas M. Lambert (2008), quien lo define como el proceso de planificar, implementar y controlar la eficiente y efectiva transferencia de materiales, información y productos finales a lo largo de la cadena, desde el proveedor

hasta el cliente, con el propósito de satisfacer las necesidades y expectativas del cliente. En su definición, Lambert enfatiza la importancia de la eficiencia y la efectividad en el proceso, así como el enfoque en la satisfacción del cliente. Además, destaca la importancia de la transferencia de información y no solo de materiales y productos finales. Esta definición ha sido ampliamente citada y utilizada en la literatura y práctica de la gestión de la cadena de suministro.

La cadena de suministro moderna es compleja y está conformada por múltiples actores y recursos, lo que hace que la trazabilidad, transparencia y seguridad sean desafíos clave para los diferentes participantes. En este contexto, el *blockchain* se presenta como una solución prometedora para mejorar la eficiencia, la transparencia y la seguridad de la cadena de suministro, mediante la descentralización y registro inmutable de la información y la eliminación de intermediarios. Además, el *blockchain* puede permitir la implementación de sistemas de seguimiento y trazabilidad, en tiempo real, de los productos a lo largo de toda la cadena de suministro, lo que podría proporcionar una mayor confianza en el origen y calidad de los productos. En este sentido, este artículo tiene como objetivo analizar y discutir la aplicación del *blockchain* en la cadena de suministro, sus beneficios, limitaciones y desafíos, y cómo puede mejorar la eficiencia y la seguridad en este importante proceso empresarial. De igual forma, el comportamiento de los consumidores se ha caracterizado por priorizar la respuesta a necesidades básicas, lo cual incrementó las operaciones relacionadas con las cadenas de suministros (Hobbs, 2020) y generó incertidumbre para las empresas, provocando procesos de reestructuración y planteamiento de nuevas estrategias para responder a las exigencias del mercado (Sharma et al., 2021). Lo anterior articulado a la gestión del riesgo de la cadena de suministro y su competitividad empresarial (Hohenstein, 2022).

Las organizaciones han requerido la adopción de nuevas tecnologías en sus procesos asociados a la administración de las cadenas de suministro, en busca de la validación y seguimiento de los productos por parte de los clientes, siendo el *blockchain* una alternativa que da respuesta a criterios de calidad y trazabilidad (Kayikci et al., 2022). El *Blockchain* se caracteriza por ser una herramienta que permite reunir datos de transacciones de forma descentralizada, segura y transparente, desempeñando un papel importante en las nuevas mejoras para la administración de la cadena de suministros y la sostenibilidad (Petersen et al., 2016; Yousefi & Mohamadpour Tosarkani, 2022), a su vez contribuye al intercambio

de información, generando confianza y responsabilidad en la relación bilateral cliente y empresa (Almutairi et al., 2022). En consecuencia, los usuarios esperan comunicarse de forma eficaz, a través del rastreo de mercancías, durante la preparación y distribución, generando visibilidad y claridad a la cadena de suministro (Korpela et al., 2017).

Con respecto al *blockchain* articulado a los procesos de la cadena de suministro se han desarrollado revisiones sistemáticas previas enfocadas en la trazabilidad (Dasaklis et al., 2022), el desarrollo y los efectos en la fabricación sostenible y la dirección de la cadena de suministros (Khanfar et al., 2021), el análisis de las ventajas y desventajas de su adaptación (Dede et al., 2021); y su contribución a las cadenas de suministro, las finanzas, la logística y la seguridad (Moosavi et al., 2021); dichos artículos, relacionados con este campo de estudio sirven como referente de la presente investigación. Producto de la relevancia de la aplicación del *blockchain* en las operaciones de las cadenas de suministro, se considera necesario realizar un análisis bibliométrico de las tendencias de investigación en este tema, a partir de la revisión de los estudios originarios y estructurales del área, que han contribuido al desarrollo de esta tecnología en los procesos logísticos. Para ello, se utilizó la base de datos *Scopus* en un rango de tiempo del 2000 al 2022, consultando las diferentes publicaciones directamente relacionadas con la temática, que luego fueron procesadas en la herramienta *R-studio*.

La presente investigación explora la relevancia del uso del *blockchain* en la cadena de suministro y procesos logísticos de las empresas, con el objetivo de identificar los beneficios y retos de su implementación en dichas áreas, mediante el estudio de las tendencias en este campo. El *blockchain* se ha consolidado como una tecnología prometedora en diversas actividades, y su aplicación en la logística podría tener un impacto significativo en la eficiencia, transparencia y seguridad de los procesos. La importancia de esta investigación radica en la necesidad de abordar un tema emergente en el ámbito empresarial y logístico; así mismo, es un referente para que las empresas conozcan, de forma más clara, si su adopción es una opción viable y eficiente para mejorar sus procesos logísticos y de cadena de suministro, mediante el estudio de su implementación en diversos casos publicados. Además, esta investigación puede servir como una guía para futuras investigaciones sobre el tema y contribuir al desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, que contribuyan a la mejora continua de los procesos empresariales.

Este documento está estructurado en cuatro partes. Inicialmente, se describe la metodología para la consulta y análisis de la información; posteriormente, se desarrolla una revisión bibliométrica para continuar con la identificación y análisis de los referentes originarios, estructurales y las tendencias de investigación; y, finalmente, se presentan las conclusiones y líneas futuras de estudio.

## Metodología

La orientación metodológica empleada considera dos etapas. La primera contempla un mapeo científico del área de estudio a través del análisis bibliométrico de las publicaciones registradas en *Scopus* entre los años 2000 y 2022. En la segunda se desarrolla el análisis de red, en el que se identifican los referentes originarios y estructurales de la temática y se determinan las tendencias de investigación de la aplicación del *blockchain* en la cadena de suministro.

### *Mapeo científico*

En la primera etapa, para el mapeo científico, se emplearon los cinco procedimientos bibliométricos recomendados por Zupic y Čater (2015): estudio de citas, estudio de coocurrencia de palabras, estudio de cocitas, estudio de coautorías y estudio de acoplamiento bibliográfico. La base de datos consultada fue *Scopus* por considerarse una de las más relevantes a nivel mundial (Pranckutė, 2021; Zhu & Liu, 2020) y por su amplia contribución en múltiples áreas del conocimiento (Echchakoui, 2020). Asimismo, fue implementada la herramienta Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017), la cual se caracteriza por articular diferentes bases de datos mediante la generación de redes bibliométricas; además, por su validación en diferentes estudios (Acevedo et al., 2020; Di Vaio et al., 2021; Duque, Samboni et al., 2020; Duque, Trejos-Salazar et al., 2021; Landinez et al., 2019; Queiroz & Fosso Wamba, 2021; Secinaro et al., 2022; Tani et al., 2018).

El proceso de consulta contempló las publicaciones que tuvieran en cuenta la relación del *Blockchain* en la cadena de suministro y los procesos logísticos, por lo tanto, los criterios de búsqueda se enfocaron principalmente en publicaciones que abordaran directamente esta

relación, para lo cual se usó un filtro por título empleando las palabras en inglés *Blockchain*, *Supply Chain* y *Logistics*. Las áreas del conocimiento abarcadas en la base de datos *Scopus* fueron: *Computer Science*, *Engineering*, *Business*, *Management and Accounting*, *Decision Sciences*, *Social Sciences*, *Mathematics*, *Environmental Science*, *Economics*, *Econometrics and Finance* y *Energy*. Se seleccionaron las publicaciones que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: publicaciones relacionadas con procesos empresariales, administración, estrategia, ingeniería, optimización, sistemas de información, gestión de recursos, tecnología aplicada y toma de decisiones. Y se excluyeron las publicaciones relacionadas con temáticas de salud, química, física, astronomía, artes, filosofía y otras áreas distantes al campo organizacional o empresarial, que no son relevantes para esta investigación.

Se aplicó un riguroso proceso de revisión que incluyó la lectura minuciosa del título y del resumen de cada publicación seleccionada, para confirmar que su enfoque temático estuviera enmarcado en el objeto de estudio. Como criterio de inclusión final, se realizó el cálculo de indicadores bibliométricos para identificar y categorizar los documentos más relevantes según la red de citaciones en el campo de estudio, a través una red de citas que articula la teoría de grafos y el cálculo de indicadores bibliométricos, empleando el software *R-studio*.

La tabla 1 presenta los criterios de consulta considerados para la investigación, arrojando 930 publicaciones al relacionar los términos “supply chain” y “blockchain” en la ecuación de búsqueda. Como resultado, se identifica que el 84% de las publicaciones en esta área se encuentran en idioma inglés, mientras que el 9% en español.

**Tabla 1.** Parámetros de Búsqueda

Base de datos	Scopus
Periodo de consulta	2000-2022
Fecha de consulta	23/03/2022
Criterios de búsqueda	Título
Tipo de documento	Artículo, libro, capítulo de libro, documento de conferencia
Términos de búsqueda	“supply chain” and “blockchain”
Ecuación de búsqueda	(TITLE (“blockchain”) AND TITLE (“supply chain”) OR TITLE (“logistics”))
Resultado total	930

**Fuente:** elaboración propia.

## Análisis de Red

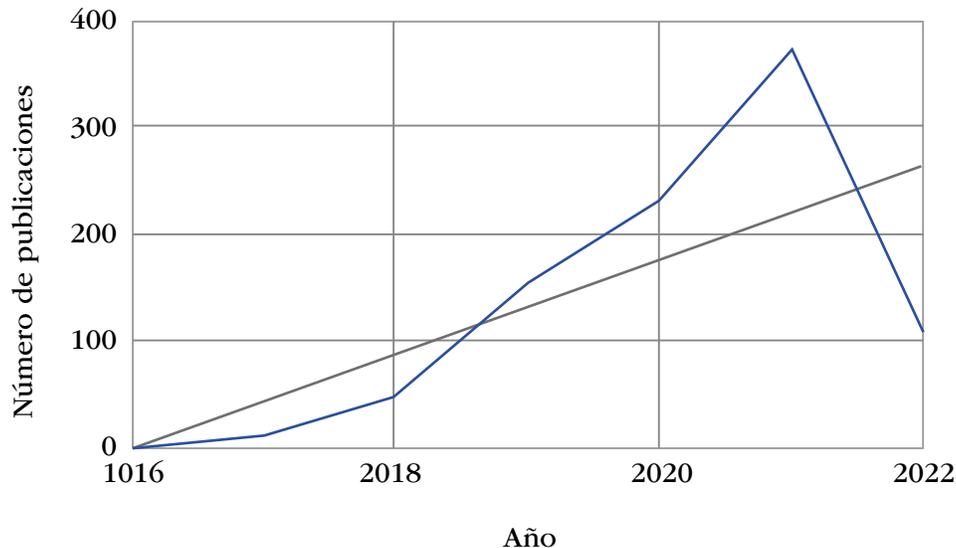
En la segunda etapa se conformó una red de citas, a partir del desarrollo de la teoría de grafos, empleando el software *R-studio*. Este método facilita la obtención de información, de acuerdo a la tipología y las características de la red, considerando las referencias de las publicaciones consultadas en la base de datos *Scopus* (Wallis, 2007; Yang et al., 2016). Posteriormente, se estimaron tres indicadores bibliométricos: *Indegree*, número de veces que un documento ha sido referenciado por otros (Wallis, 2007); *Betwenness*, grado de intermediación y centralidad de cada elemento dentro de la una red (Freeman, 1977); y *Outdegree*, número de veces que un nodo en particular cita a otros o número de conexiones de cada documento (Wallis, 2007). Los dos primeros indicadores permitieron la categorización de los referentes originarios y estructurales del campo de estudio; y el tercer indicador, la concentración de tendencias y líneas de investigación en la aplicación del *blockchain* en la cadena de suministro, siendo esta técnica metodológica aplicada en investigaciones previas (Buitrago et al., 2020; Clavijo-Tapia et al., 2021; Duque, Meza, Giraldo, et al., 2021; Duque, Meza, Zapata, et al., 2021; Duque, Toro, et al., 2020; Duque & Cervantes, 2019; Ramos et al., 2021; Barrera Rubaceti et al., 2022; Torres et al., 2022; Trejos-Salazar et al., 2021). Y, finalmente, en conjunto con lo anterior, se realizó un mapa de cocitaciones para visualizar las subáreas o corrientes de investigación (Gurzki & Woisetschläger, 2017; Zuschke, 2020) en el campo de estudio.

## Resultados

### *Análisis bibliométrico de blockchain y cadena de suministro*

Los resultados presentados en la figura 1 indican que las primeras publicaciones registradas en *Scopus*, referentes al campo de estudio, se originaron en el año 2016 con los documentos titulados “Un sistema de trazabilidad de la cadena de suministro agroalimentaria para China basado en la tecnología *RFID* y *blockchain*” y “¿Revolucionará la tecnología *blockchain* la gestión de la cadena de suministro de excipientes?”. Desde entonces se ha marcado una

tendencia creciente de publicaciones alcanzando su máximo en el 2021 con 373 documentos registrados; se espera que la tendencia creciente continúe en el año 2022, teniendo en cuenta que el número de documentos publicados es de 108 hasta la fecha de consulta.



**Figura 1.** Histórico de Publicaciones

**Fuente:** elaboración propia.

Los diez países líderes respecto al número de publicaciones se presentan en la tabla 2, donde China se ubica en el primer lugar con 195 documentos, que representan el 21% del total, seguido por India (150 publicaciones) y Estados Unidos (126 publicaciones) con el 16% y 14%, respectivamente. Asimismo, los países de Europa del listado (Reino Unido, Italia, Alemania y Francia) presentan una participación conjunta de 230 publicaciones con una ponderación del 25% aproximadamente. Con respecto a investigaciones desarrolladas entre países, la red identifica una fuerte relación de China con Estados Unidos, Hong Kong, Alemania y Reino Unido, principalmente. En términos de colaboración entre países, después de China, India es quien lidera la relación con países como Arabia Saudita y Corea.

**Tabla 2.** Publicaciones por países

Ítem	País	Número de Publicaciones	Red de colaboración entre países
1	China	195	
2	India	150	
3	Estados Unidos	126	
4	Reino Unido	94	
5	Italia	48	
6	Alemania	45	
7	Australia	44	
8	Francia	43	
9	Canadá	28	
10	Emiratos Árabes Unidos	27	

**Fuente:** elaboración propia.

La tabla 3 presenta los diez autores con mayor contribución por la cantidad de publicaciones, siendo Tsan Ming Choi el autor más destacado con diez documentos registrados en *Scopus*, seguido por Joseph Sarkis y Raja Jayaraman, cada uno con nueve documentos. Sin embargo, los autores con mayor número de citas son Sarkis con 37227 y Gunasekaran con 31573, que, a su vez, presentan el mayor índice H, siendo de 96 y 93, respectivamente.

**Tabla 3.** Principales autores

Autor	Número de publicaciones	Citaciones	H-index	Vinculación
Choi, Tsan Ming	10	10319	55	National Taiwan University
Sarkis, Joseph	9	37227	96	Worcester Polytechnic Institute
Jayaraman, Raja	9	1164	19	Khalifa University of Science and Technology
Salah, Khaled	8	5522	35	Khalifa University of Science and Technology
Queiroz, Maicel	8	1143	12	Universidade Paulista
Jain, Rakesh	7	1072	21	Malaviya National Institute of Technology Jaipur
Gunasekaran, Angappa	6	31573	93	Penn State Harrisburg
Kshetri, Nir	6	4249	32	Bryan School of Business and Economics
Li, Zhi	6	2928	23	Guangdong University of Technology
Arkeman, Yand	5	148	6	IPB University

**Fuente:** elaboración propia.

Las revistas que han publicado el mayor número de documentos indexados en *Scopus* —en la relación *Blockchain* y cadena de suministro— se presentan en la tabla 4, en orden

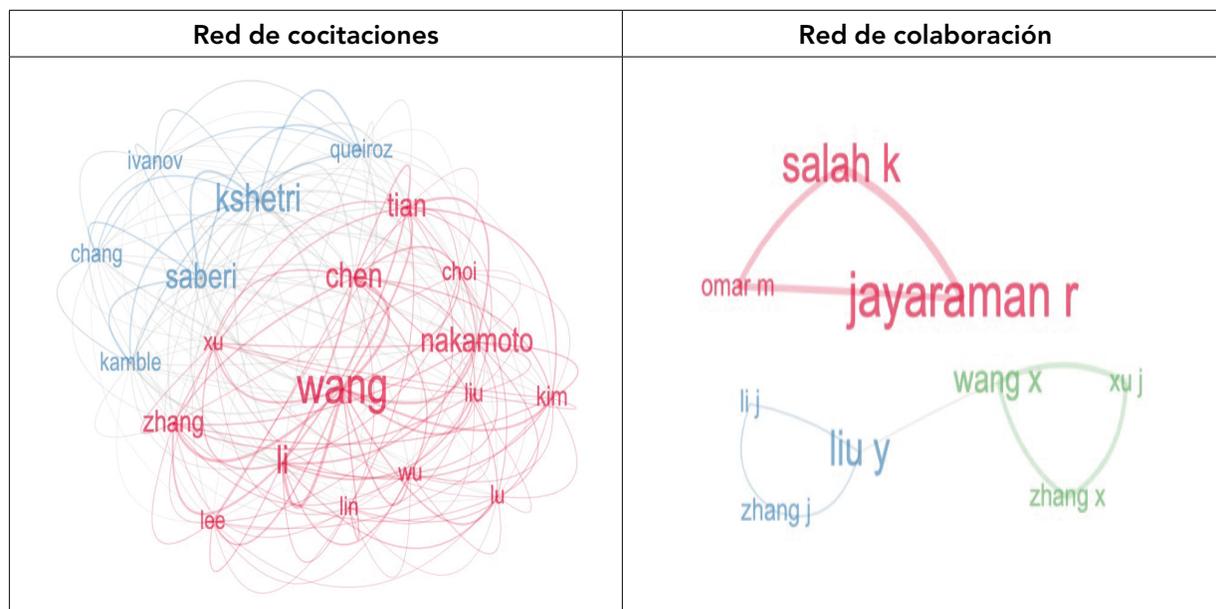
descendente por el número de publicaciones, siendo *Sustainability Switzerland* la primera con 33 documentos. Con relación al índice H, la revista *International Journal of Production Research* lidera la participación con un valor de 142. Además, se identifican cinco revistas en Q1, dos en Q2 y una en Q3, lo cual representa que es un campo de estudio abordado en revistas indexadas de alta calidad.

**Tabla 4.** Principales revistas

Revistas	Número de publicaciones	H-index	Cuartil	SJR-2020
Sustainability Switzerland	33	9	2	0.33
International Journal of Production Research	25	142	1	1.91
IEEE Access	24	127	1	0.59
ACM International Conference Proceeding Series	18	123	-	0.18
Advances in Intelligent Systems and Computing	17	41	4	0.22
IFIP Advances in Information and Communication Technology	17	53	3	0.19
Lecture Notes in Computer Science	14	15	2	0.41
International Journal of Production Economics	13	85	1	2.41
Computers and Industrial Engineering	11	28	1	1.32
Annals of Operations Research	11	105	1	1.07

**Fuente:** elaboración propia.

Las redes de la figura 2 exponen las cocitaciones y colaboraciones entre autores. Wang, Kshetri, Saberi, Nakamoto y Tian son los que presentan mayor cocitación en la comunidad de investigadores. Y la colaboración se centra en tres grupos principalmente, la mayor participación es la generada por Jayaraman, Liu y Wang.



**Figura 2.** Red de cocitaciones y colaboración

**Fuente:** elaboración propia.

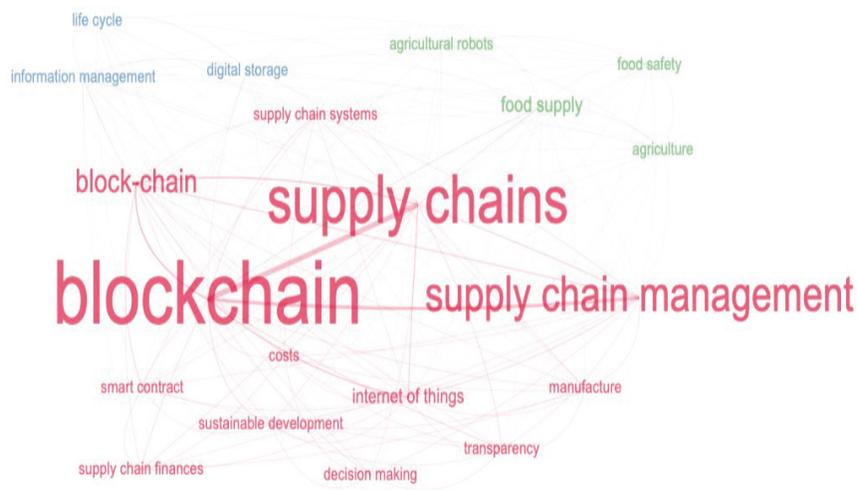
En la tabla 5 se presentan las diez principales instituciones y el número de publicaciones que han realizado en el tema, siendo Hong Kong Polytechnic University, con 16%, la que lidera el ranking de acuerdo a los criterios de búsqueda. Se destaca que el 63% de las publicaciones tienen como origen instituciones ubicadas en el continente asiático.

**Tabla 5.** Principales instituciones

Instituciones	Publicaciones	Participación	Países
Hong Kong Polytechnic University	17	16%	Hong Kong
National Institute of Industrial Engineering	12	11%	India
Worcester Polytechnic Institute	11	10%	Estados Unidos
Khalifa University of Science and Technology	11	10%	Emiratos Árabes Unidos
The University of Hong Kong	10	9%	Hong Kong
Beijing University of Posts and Telecommunications	10	9%	Beijing, China
Universidade Paulista	10	9%	Brasil
TBS Business School	10	9%	Francia
RMIT University	9	8%	Australia
King Saud University	9	8%	Arabia Saudita

**Fuente:** elaboración propia.

Además del *Blockchain* y cadena de suministro como palabras claves empleadas en la ecuación de búsqueda, en la figura 3 se destacan tres grupos de términos relacionados; el primero enfocado en transparencia, internet de las cosas, contratos de inteligentes y sostenibilidad; otro grupo enmarcado en el sector de suministros agrícolas y alimentos; y un tercer grupo con enfoque en almacenamiento digital y administración de la información.



**Figura 3.** Red de coocurrencias de palabras

**Fuente:** elaboración propia.

## ***Referentes originarios y estructurales de la aplicación blockchain en cadena de suministro***

Los documentos originarios producto de la identificación de los indicadores *Indegree* permitieron categorizar las publicaciones, que se convierten en las investigaciones soporte a referenciar, por ser la base del campo de estudio entre el *blockchain* y las cadenas de suministro. A continuación, se analizan las publicaciones más relevantes de acuerdo a su nivel de citación.

La aplicación del *blockchain* como gestor de datos ha tenido representación en el entorno descentralizado de criptomonedas como el Bitcoin y en aplicaciones como el Internet de las cosas (Yli-Huumo et al., 2016). Como herramienta para minimizar los tiempos de operación, ha presentado beneficios en términos de acceso a la información, facilitando el desarrollo

de mercados de servicios entre dispositivos, como la automatización de criptomonedas y el seguimiento a flujos de trabajo (Christidis & Devetsikiotis, 2016).

Con relación a las cadenas de suministro, el *blockchain* ha participado en áreas de trazabilidad, apoyando la industria agroalimentaria a fin de aumentar la seguridad y la calidad de los productos y reducir las pérdidas asociadas a los procesos logísticos. Como resultado, la información además de fiable, garantiza seguridad y calidad en los alimentos con la recopilación de datos reales en la producción, almacenamiento, procesamiento, distribución y venta de productos (Tian, 2016).

En términos de eficiencia, el *blockchain* ha demostrado resultados favorables de productividad en los procesos asociados a la cadena de suministro (Kshetri, 2018). Así mismo, la transparencia se destaca como un atributo de esta tecnología al brindar acceso estable y no modificable de la información, características que apoyan el comercio seguro y a la legalidad de procedencia de los productos (Saber et al., 2019).

Con respecto a los documentos estructurales obtenidos a partir del indicador *betweenness*, se identifica la articulación del *blockchain* y la cadena de suministro a partir de la utilidad que brinda a los procesos empresariales, especialmente en la posibilidad de reducir intermediarios en las operaciones de negociación entre terceros y la trazabilidad en la información relacionada en documentos soporte de la negociación. A su vez, el *blockchain* impacta favorablemente en factores como la calidad, los costos, el tiempo y la transparencia de todos los procesos a lo largo de la cadena de suministro, según el dinamismo y flexibilidad que requiera el mercado con el fin de mitigar los riesgos (Kshetri, 2018). Otra de las capacidades del *blockchain* ha sido la de gestionar la consistencia e integridad de los datos involucrados en un proceso de negociación, lo cual es esencial para la toma de decisiones de los actores de la cadena de suministro, debido a que facilita las transacciones e intercambio de información, recursos o productos, sin necesidad de intermediarios o terceros para validar la operación (Wang, Han, et al., 2019).

En este sentido, entre las investigaciones se destaca la aplicación del *blockchain* en los contratos inteligentes, como una herramienta útil en los procesos de negociación de la cadena de suministro mediante el desarrollo de libros de contabilidad compartidos, contratos digitales y redes seguras. Lo anterior facilita la relación directa de transacciones

entre las partes y la reducción del protagonismo de los intermediarios (Saberri et al., 2019). Sobresalen los estudios en la India y Estados Unidos, donde se refuerza la utilidad del *blockchain* y su progresiva implementación en la cadena de suministro (Queiroz & Fosso Wamba, 2019).

El *blockchain* se presenta, por lo tanto, como una tecnología emergente con la capacidad de brindar solución a los problemas de intercambio y transparencia de información de extremo a extremo de la cadena de suministro, situaciones críticas que preocupan a las partes involucradas, en términos de trazabilidad y seguridad (Cole et al., 2019).

## ***Tendencias de investigación***

Se identifican y analizan las tendencias de investigación a partir del criterio bibliométrico *Outdegree*, categorizando los siguientes tres grupos:

### ***Tendencia 1. Transparencia de la aplicación del blockchain en la cadena de suministro***

Las cadenas de suministro —como sistemas en los que intervienen organizaciones, personas, actividades, información y recursos— deben garantizar la calidad de las mercancías durante el proceso logístico. Debido a la múltiple intervención en el proceso, los sistemas centralizados de gestión ponen en riesgo las cadenas de suministro en términos de corrupción, fraude y manipulación, siendo fundamental la confianza, el intercambio y la trazabilidad, bondades que ofrece el *blockchain* (Pournader et al., 2020). En concordancia con esta situación, Azzi et al. (2019) describieron la integración de la cadena de bloques y la arquitectura de la cadena de suministro para crear un sistema confiable, transparente, auténtico y seguro —a través de la identificación de los beneficios del *blockchain*— para enfrentar los desafíos en la gestión de la cadena de abastecimiento. Estos mismos fueron analizados por Queiroz et al. (2019), destacando las posibles aplicaciones futuras que responderían a las necesidades logísticas.

En términos de valor de confianza, el *blockchain* es un gestor de operaciones que, como producto de sus actividades, contribuye a la transparencia de los procesos de transporte de mercancías (Cole et al., 2019). De igual forma, es considerado como una prometedora

tecnología de la información, que puede proporcionar diversas aplicaciones potenciales en las operaciones y las cadenas de suministro. Helo & Hao (2019) analizaron la aplicación de software para generar soluciones de seguimiento a paquetes, en una cadena de suministro con historial abierto e inmutable de cada transacción. Entretanto, Bai & Sarkis (2020) destacaron la eficiencia del *blockchain* en la transparencia, asociada a la gestión operativa de la cadena de suministro, siendo importante los atributos técnicos en la selección de la tecnología a implementar.

La aplicación de estrategias innovadoras para garantizar la continuidad de las operaciones relacionadas con la cadena de suministro es necesaria incluso en situaciones de emergencia. Rauniyar et al. (2022) identificaron los tipos de riesgo y desafíos que pueden enfrentar las cadenas de suministro globales con las tecnologías del *blockchain* y la cultura de innovación. Mientras que Liu et al. (2021) estudiaron tres niveles de la cadena de abastecimiento compuestos por fabricantes, distribuidores y minoristas, a fin de explorar las estrategias operativas de la financiación utilizando la tecnología *blockchain*, y encontraron que la aplicación de dicha tecnología contribuye a la creación de confianza entre las pequeñas y medianas empresas y los bancos comerciales, lo cual facilita los procesos comerciales de financiación.

En otras aplicaciones se ha identificado que la alteración de alimentos durante su manipulación y traslado ha causado pérdidas económicas, afectando a productores y consumidores principalmente. Una forma de resolver los problemas de trazabilidad y garantizar la transparencia es el uso de la tecnología *blockchain* en el almacenamiento e integración de los datos. Esto, a su vez, facilita el establecimiento de una estructura de datos que puede ser utilizada por los contratos inteligentes para automatizar las certificaciones y las operaciones de mercado, siendo tres los elementos por los cuales la cadena de suministro de alimentos puede beneficiarse del *blockchain*: transparencia, eficiencia y seguridad y protección (Galvez et al., 2018).

También es importante destacar que la pandemia Covid-19 produjo un efecto en las cadenas de suministro, a nivel mundial, con alteraciones en la demanda, la oferta y los patrones de compra de los consumidores en la industria de mercancías y alimentos, por lo cual, se presentaron factores complejos en el abastecimiento de alimentos y las estrategias de flexibilidad, como medidas de resistencia en el mercado comercial (Sharma et al., 2022).

## *Tendencia 2: Trazabilidad de la aplicación del blockchain en la cadena de suministro*

Las cadenas de suministro modernas son complejas debido a la participación de actores de múltiples sectores y lugares, en un contexto de competencia permanente para responder a las necesidades de los clientes. Esa complejidad tiene representaciones en carencia de trazabilidad de las transacciones, los fraudes, los hurtos y la desconfianza entre las partes (Saberri et al., 2019). Además, se identifican una serie de desafíos como la falta de visibilidad del proveedor hacia el cliente, la gestión ineficaz de los riesgos, la poca flexibilidad ante las variaciones repentinas de la demanda y el control de los costos operativos (Hussain et al., 2021).

En este contexto, los consumidores muestran un paulatino interés por conocer la trazabilidad de los bienes y servicios que adquieren; sin embargo, los sistemas tradicionales de la cadena de suministro no poseen la capacidad para responder a dicho interés, debido a la centralidad y vulnerabilidad de los datos, reduciendo la confianza de los actores que hacen parte del proceso logístico (Ji et al., 2022). En este sentido, la tecnología *blockchain* se convierte en una solución con la capacidad para validar, registrar y distribuir públicamente las transacciones en plataformas de información abiertas y encriptadas, con consulta en tiempo real desde el lugar donde se encuentren los actores de la cadena. Lo cual ha generado un interés en las industrias y organizaciones modernas por su aplicación y utilidad en la gestión de información en la cadena de suministro (Wang, Singgih, et al., 2019; Kummer et al., 2020) que, según la revisión bibliográfica, se articula con teorías organizativas, como la teoría de la agencia, la teoría de la información, la teoría institucional, la teoría de las redes, la visión basada en los recursos y el análisis de los costes de transacción (Kummer et al., 2020).

El *blockchain* se identifica, por lo tanto, como una herramienta tecnológica que facilita las transacciones a lo largo de la cadena de suministro, mediante la disminución del número de intermediarios y la rapidez en las operaciones, en conjunto con la inmutabilidad y descentralización de la información para su consulta (Sahebi et al., 2022). Los beneficios percibidos se enfocan en la mejora del seguimiento, la visibilidad y la trazabilidad, y la eficiencia a través de la automatización y digitalización de procesos, aspectos que aportan al valor a las cadenas de suministro (Wang, Singgih, et al., 2019). En articulación con lo anterior, se analizaron

aplicaciones prácticas en diferentes actividades económicas y en sectores en los que, según las investigaciones, se desarrolla la implementación de la trazabilidad del *blockchain* en la cadena de suministro.

Desde que se reconoció la viabilidad de emplear la tecnología *blockchain* en entornos distintos a las prácticas iniciales de las criptomonedas, las aplicaciones han proliferado exponencialmente para aprovechar sus soluciones de trazabilidad en las transacciones de sectores como los seguros, la distribución de contenidos, la logística, los viajes, los servicios de salud, el comercio electrónico, los sistemas bancarios y el control de la ciberdelincuencia (Bayramova et al., 2021). Además, se han desarrollado en los últimos años aplicaciones experimentales en las finanzas, farmacias y en la cadena de suministro de la industria agrícola y alimentaria, donde se busca la prevención del fraude o el seguimiento de productos (Guerpinar et al., 2021). También se han analizado casos de la relación de proveedores con minoristas, evaluando el desempeño de la cadena de suministro al aplicar soluciones mediante *blockchain* (Ji et al., 2022).

El internet de las cosas se identifica como una tecnología complementaria en las aplicaciones de *blockchain* —debido a la conectividad de diferentes dispositivos empleados en la cadena de suministro que intercambian información, la cual es conservada mediante una red segura de *blockchain*—, esta tecnología facilita los procesos de gestión de recursos y ensamble a través de la trazabilidad de mercancías y flujos de trabajo de las empresas (Hussain et al., 2021).

En esta tendencia de aplicaciones del *blockchain* en la cadena de suministro se destaca su utilidad en la respuesta a criterios de sostenibilidad y medioambientales (Kouhizadeh & Sarkis, 2018; Wang, Singgih, et al., 2019), por ejemplo, esta tecnología puede apoyar el abastecimiento responsable de minerales y garantizar el cumplimiento de las normas medioambientales con contratos inteligentes, al impulsar la trazabilidad y la transparencia en las cadenas de suministro sostenibles (Yousefi & Mohamadpour Tosarkani, 2022). También se identifica su aplicación favorable en el suministro de energía renovable (Sahebi et al., 2022). En cuanto a prácticas de comercio justo y respeto por las condiciones de los productores del sector primario, el *blockchain* permite la consulta transparente del historial de los productos hasta los compradores, para verificar criterios éticos y laborales; que a su vez permite ejercer prácticas de regulación y gobernabilidad (Saberri et al., 2019).

Por consiguiente, las posibilidades de profundizar las aplicaciones del *blockchain* presentan un gran potencial a medida que se desarrollen nuevas tecnologías, conocimientos y necesidades, a la vez, que se desarrollen casos experimentales y oportunidades para su futura aplicación (Kouhizadeh & Sarkis, 2018). Sin embargo, también se reconocen desafíos en su utilización, como las complejidades tecnológicas y culturales, la colaboración entre actores de la cadena, así como los costos y la desintermediación (Wang, Singgih, et al., 2019).

### *Tendencia 3: Seguridad de la aplicación del blockchain en la cadena de suministro*

En los últimos años, los sistemas de trazabilidad se han desarrollado como herramientas prácticas para mejorar la transparencia y la visibilidad de la cadena de suministro, especialmente en sectores sensibles a la salud y la seguridad, como el alimentario y farmacéutico (Dasaklis et al., 2022). Sin embargo, algunos sistemas de trazabilidad presentan falencias en la fragmentación de datos, aplicación de estándares de regulación a los procesos, procedencia y confiabilidad de la información (Jabbar et al., 2021). Esto se debe a la complejidad de las cadenas de suministro modernas, en las que cada vez es más difícil verificar el origen de las materias primas y mantener la visibilidad de los productos y mercancías mientras se movilizan a través de la cadena de suministro (Jabbar et al., 2021).

En la gestión de la información entre los actores de la cadena de suministro, la necesidad de transparencia de los datos es esencial —por su capacidad para generar confianza entre los minoristas y los clientes—, a su vez que permite mitigar vulnerabilidades y amenazas de seguridad, como la modificación y la confidencialidad de los datos. Por lo tanto, en esta tendencia se resaltan los aportes de diversas publicaciones, sobre la utilidad que ofrece el *blockchain* en términos de seguridad a la cadena de suministro para reducir esas vulnerabilidades y evitar posibles actividades fraudulentas (Bhushan et al., 2022). En consecuencia, la investigación sobre la trazabilidad de la cadena de suministro relacionada con *blockchain* ha recibido una atención significativa durante los últimos años, y se plantea como la tecnología más prometedora, caracterizada por la inmutabilidad de la información, su bajo costo de adopción y la generación de confianza en los actores de la cadena (Dasaklis et al., 2022; Jabbar et al., 2021). También se resalta la articulación del *blockchain* con el internet de las cosas para apoyar a la gestión empresarial en la supervisión de productos

y procesos en las operaciones de fabricación, almacenamiento y transporte (Rejeb et al., 2019). Aunque se considera como un desafío para los investigadores, la necesidad de incluir a todos los actores, partiendo del análisis de las necesidades y los objetivos de cada uno durante la cadena de suministro (Perboli et al., 2018).

Se destaca la aplicación del *blockchain* en la cadena de suministros agrícolas y alimenticios, actividad económica en la que más se han desarrollado estudios del *blockchain* orientados a la seguridad, debido a las exigencias intrínsecas de visibilidad y transparencia (Dasaklis et al., 2022). Lo anterior se debe al aumento de la falsificación e inocuidad de alimentos, que se ha convertido en un problema para productores, investigadores, gobiernos, consumidores y otras partes interesadas. Por lo tanto, se considera el *blockchain* como una solución para los problemas de trazabilidad y transparencia, por ejemplo, para el almacenamiento de los datos de los análisis químicos en orden cronológico, de manera que sea imposible manipularlos posteriormente (Galvez et al., 2018).

La industria alimentaria está cada vez más orientada al cliente y necesita tiempos de respuesta más rápidos para hacer frente a incidentes por productos inseguros o de mala calidad, minimizando así los riesgos de publicidad desfavorable y responsabilidad corporativa. Es así como la posibilidad de comprobar la seguridad y el historial de los alimentos, en las manos del consumidor, se ha convertido en una realidad al etiquetar los productos con tecnologías —como la identificación por radiofrecuencia o códigos de barras— que pueden leerse con un teléfono móvil, de tal forma que los teléfonos inteligentes podrían ser el dispositivo de mano para la trazabilidad —debido a su portabilidad, movilidad, accesibilidad a Internet— y ser soporte de software de aplicación (Aung & Chang, 2014). Es con esta tecnología que se facilita la trazabilidad y seguridad, al permitir rastrear productos en todas las etapas de una cadena de suministro, para lo cual se plantean herramientas basadas en *blockchain*, como *OriginChain*, reconocido como un sistema que, a través de una cadena de bloques, proporciona información transparente a prueba de manipulaciones y automatizando la verificación del cumplimiento normativo (Lu & Xu, 2017).

## Líneas futuras de investigación

La tabla 6 presenta los estudios propuestos para dar continuidad a las temáticas identificadas en las tres tendencias de investigación desarrolladas previamente, a partir de los criterios de búsqueda.

**Tabla 6.** Líneas futuras de investigación

Tendencia de investigación	Línea	Referencias
Tendencia 1: transparencia de la aplicación del blockchain en la cadena de suministro.	Plataformas innovadoras de aplicación del blockchain en situaciones dinámicas.	(Rauniyar et al., 2023)
	Modelos de negocio ajustables a las necesidades cambiantes.	(Sharma et al., 2022)
	Evaluación y diagnóstico de nuevas tecnologías de blockchain en la cadena de suministro.	(Bai & Sarkis, 2020)
	Gestión de la cadena de abastecimiento, la logística y el transporte a través de la tecnología, la transparencia y la trazabilidad.	(Pournader et al., 2020)
Tendencia 2: trazabilidad de la aplicación del blockchain en la cadena de suministro.	Tecnología blockchain en cadenas de suministro responsables con el medio ambiente.	(Yousefi & Mohamadpour Tosarkani, 2022)
	Aplicación de prototipos y versiones beta de sistemas blockchain a la cadena de suministro de Pymes.	(Guerpinar et al., 2021)
	Cuantificar la aplicación social, ecológica y económica de las soluciones de blockchain existentes en la industria.	
	Desarrollo de mecanismos de integridad de los datos de entrada, automatización y conexión con fuentes de información externas.	
	¿En qué medida puede la cadena de bloques reducir la incertidumbre?	(Kummer et al., 2020)
	¿Cómo puede el blockchain aumentar la capacidad de procesamiento de la información?	
	¿Cómo puede la cadena de bloques reducir los riesgos de la cadena de suministro y aumentar la transparencia?	
	¿Qué incentivos impulsan las aplicaciones de blockchain?	
	¿Cómo afecta blockchain a la relación entre el principal y el agente?	
	¿Cómo afecta la cadena de bloques a la confianza en las relaciones comerciales?	
	Evaluar los estudios de casos y programas piloto para mejorar la práctica de implementación del blockchain.	(Saberi et al., 2019)
	Factores de éxito y fracaso posteriores a la implantación de tecnologías blockchain.	(Wang, Singgih, et al., 2019)
	Validación de expertos sobre la aplicación de innovaciones tecnológicas como el blockchain en la cadena de suministro.	(Kouhizadeh & Sarkis, 2018)
Influencia del blockchain en las cadenas de suministro sostenibles a nivel estratégico, operativo y organizacional.		

Tendencia de investigación	Línea	Referencias
Tendencia 3: seguridad de la aplicación del blockchain en la cadena de suministro.	Veracidad e integridad de los datos relacionados con la trazabilidad de la cadena de suministro.	(Dasaklis et al., 2022)
	Fraude en alimentos y la sustitución de marcas para obtener beneficios económicos.	(Galvez et al., 2018)
	Aplicación en sectores como la industria del automóvil, haciendo énfasis en la identidad del vehículo y la integración Vehículo-a-Vehículo, Vehículo-a-Infraestructura para la conducción autónoma e intercambio de datos.	(Perboli et al., 2018)

**Fuente:** elaboración propia.

## Conclusiones

La tecnología *blockchain* ha adquirido gran importancia en la industria como herramienta de trazabilidad, seguridad y transparencia en los procesos asociados al análisis, control y seguimiento de mercancías en la cadena de suministro. El *blockchain* es un tema de investigación en auge, como lo demuestra el aumento del 74% de las publicaciones registradas en *Scopus* entre 2020 y 2021. China, India y Estados Unidos son los países con la mayor cantidad de estudios publicados sobre el tema y de colaboraciones con otros países. Las revistas *Sustainability Switzerland* e *International Journal of Production Research* se destacan por la cantidad de publicaciones y por el índice H, respectivamente. Tsan Choi es el autor que más documentos ha publicado y Joseph Sarkis tiene el mayor nivel de citación.

La investigación en esta área se ha enfocado principalmente en tres tendencias temáticas: la transparencia, trazabilidad y seguridad de la aplicación del *blockchain* en la cadena de suministro. La transparencia de los datos es crucial en la gestión de la cadena de suministro, ya que genera confianza entre minoristas y clientes, y ayuda a mitigar vulnerabilidades y amenazas de seguridad, como la modificación y la confidencialidad de los datos. Los sistemas centralizados de gestión ponen en riesgo las cadenas de suministro en términos de corrupción, fraude y manipulación, lo que hace que la implementación de tecnologías como el *blockchain* sea esencial para brindar transparencia a clientes y proveedores. La eficacia de esta técnica se ha demostrado mediante la aplicación del software de seguimiento de

mercancías en la cadena de suministro, con acceso libre e inmutable al historial transaccional. Por otro lado, la identificación de los riesgos y desafíos de las cadenas de suministro abre posibilidades para estudiar e identificar estrategias innovadoras que respondan a las cambiantes necesidades del mercado.

En cuanto a la tendencia de investigación sobre trazabilidad, se ha concluido que las cadenas de suministro modernas son complejas debido a la participación de múltiples actores y recursos que deben responder a las altas exigencias de los clientes, quienes buscan conocer el origen y la trazabilidad de los productos que consumen. Sin embargo, los sistemas de cadena de suministro tradicionales presentan deficiencias debido a la centralización y vulnerabilidad de la información, lo que genera falta de confianza entre los actores involucrados en la cadena. Para responder a esta necesidad, la tecnología *blockchain* se convierte en una solución con la capacidad de validar, registrar y distribuir públicamente las transacciones, en plataformas de información abiertas y encriptadas, lo que permite su consulta en tiempo real desde cualquier lugar donde se encuentren los actores y disponible para todos, desde proveedores hasta clientes. Además, facilita las transacciones mediante la disminución de intermediarios y la rapidez en las operaciones, en conjunto con la inmutabilidad y descentralización de la información para su consulta.

La seguridad es otra de las tendencias de investigación en la aplicación del *blockchain* a la cadena de suministro. Los investigadores consideran que esta tecnología promete soluciones para reducir vulnerabilidades y evitar posibles actividades fraudulentas. La aplicación del *blockchain* se destaca en la cadena de suministros agrícolas y alimenticios, donde la visibilidad y transparencia son fundamentales para prevenir la falsificación e inocuidad de alimentos, un problema para productores, investigadores, gobiernos, consumidores y otras partes interesadas. Por tanto, se busca fortalecer la seguridad a través de la trazabilidad y rastreo de productos en toda la cadena de suministro, utilizando herramientas basadas en *blockchain*. Además, el bajo costo de adopción y la generación de confianza son características que hacen del *blockchain* una tecnología muy atractiva en la industria de la cadena de suministro.

Aunque las aplicaciones iniciales del *blockchain* se identifican en el mercado de criptomonedas, se han realizado paulatinamente nuevas adopciones de esta tecnología en sectores como seguros, distribución de contenidos, logística, viajes, servicios de salud, farmacéutico,

comercio electrónico, comercio minorista, sistemas bancarios, ciberdelincuencia, energías renovables y cadenas de suministro sostenibles.

Se plantea, finalmente, como líneas futuras de investigación, abordar los retos y desafíos que presentan las empresas convencionales para implementar el *blockchain* en sus procesos logísticos, además de estudiar las necesidades de infraestructura, hardware y software que se requieren en conjunto con la capacidad del talento humano. También se propone investigar sobre la implementación de los *smart contracts* en las operaciones logísticas de comercio exterior, articulado con criterios de ciberseguridad y costos de transacción. Otro campo de estudio es la identificación y análisis del impacto en los procesos convencionales, que serán paulatinamente sustituidos por la implementación del *blockchain*, lo cual denota que este es un campo con gran potencial de investigación y desarrollo en el contexto de la industria 4.0.

## Referencias

- Acevedo, J. P., Robledo, S., & Sepúlveda, M. Z. (2020). Subáreas de internacionalización de emprendimientos: una revisión bibliográfica. *Económicas cuc*, 42(1), 249-268. <https://doi.org/10.17981/econcuc.42.1.2021.Org.7>
- Almutairi, K., Hosseini Dehshiri, S. J., Hosseini Dehshiri, S. S., Hoa, A. X., Arockia Dhanraj, J., Mostafaeipour, A., Issakhov, A., & Techato, K. (2022). Blockchain Technology Application Challenges in Renewable Energy Supply Chain Management. *Environmental Science and Pollution Research International*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18311-7>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017, noviembre). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014, mayo). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food Control*, 39, 172-184. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.007>
- Azzi, R., Chamoun, R. K., & Sokhn, M. (2019, septiembre). The power of a blockchain-based supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 135, 582-592. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.06.042>
- Bai, C., & Sarkis, J. (2020). A supply chain transparency and sustainability technology appraisal model for blockchain technology. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2142-2162. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1708989>

- Barrera Rubaceti, N. A., Robledo Giraldo, S., & Sepulveda, M. Z. (2022, enero-junio). Una revisión bibliográfica del Fintech y sus principales subáreas de estudio. *ECONÓMICAS CUC*, 43(1), 83-100. <https://doi.org/10.17981/econcuc.43.1.2022.Econ.4>
- Bayramova, A., Edwards, D. J., & Roberts, C. (2021). The Role of Blockchain Technology in Augmenting Supply Chain Resilience to Cybercrime. *Buildings*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/buildings11070283>
- Bhushan, B., Anushka, Kumar, A., & Katiyar, L. (2022). Security Magnification in Supply Chain Management Using Blockchain Technology. En S. S. Muthu (Ed.), *Blockchain Technologies for Sustainability. Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes* (pp. 47-70). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-16-6301-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-981-16-6301-7_3)
- Buitrago, S., Duque, P., & Robledo, S. (2020). Branding Corporativo: una revisión bibliográfica. *ECONÓMICAS CUC*, 41(1), 143-162. <https://doi.org/10.17981/econcuc.41.1.2020.Org.1>
- Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (2016). Blockchains and smart contracts for the internet of things. *IEEE Access*, 4, 2292-2303. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2016.2566339>
- Clavijo-Tapia, F. J., Duque-Hurtado, P. L., Arias-Cerquera, G., & Tolosa-Castañeda, M. A. (2021, enero-junio). Organizational communication: a bibliometric analysis from 2005 to 2020. *Clío América*, 15(29), 621-640. <https://doi.org/10.21676/23897848.4311>
- Cole, R., Stevenson, M., & Aitken, J. (2019). Blockchain technology: implications for operations and supply chain management. *Supply Chain Management*, 24(4), 469-483. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2018-0309>
- Dasaklis, T. K., Voutsinas, T. G., Tsoulfas, G. T., & Casino, F. (2022). A systematic literature review of blockchain-enabled supply chain traceability implementations. *Sustainability*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/su14042439>
- Dede, S., Köseoğlu, M. C., & Yercan, H. F. (2021, junio). Learning from early adopters of blockchain technology: A systematic review of supply chain case studies. *Technology Innovation Management Review*, 11(6), 19-31. <http://doi.org/10.22215/timreview/1447>
- Di Vaio, A., Palladino, R., Pezzi, A., & Kalisz, D. E. (2021, febrero). The role of digital innovation in knowledge management systems: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 123, 220-231. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.042>
- Duque, P., & Cervantes, L. S. (2019, octubre-diciembre). Responsabilidad Social Universitaria: una revisión sistemática y análisis bibliométrico. *Estudios Gerenciales*, 35 (153), 451-464. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.153.3389>
- Duque, P., Meza, O. E., Giraldo, D., & Barreto, K. (2021). Economía Social y Economía Solidaria: un análisis bibliométrico y revisión de literatura. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, 138. <https://doi.org/10.5209/reve.75566>

- Duque, P., Meza, O., Zapata, G., & Giraldo, J. (2021). Internacionalización de empresas latinas: evolución y tendencias. *ECONÓMICAS CUC*, 42(1), 122-152. <https://doi.org/10.17981/econ-cuc.42.1.2021.Org.1>
- Duque, P., Samboni, V., Castro, M., Montoya, L. A., & Montoya, I. A. (2020, octubre-diciembre). Neuromarketing: su estado actual y perspectivas de investigación. *Estudios Gerenciales*, 36(157), 525-539. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.157.3890>
- Duque, P., Toro, A., Ramírez, D., & Carvajal, M. E. (2020, enero-junio). Marketing viral: Aplicación y tendencias. *Clío América*, 14(27), 454-468. <https://doi.org/10.21676/23897848.3759>
- Duque, P., Trejos, D., Hoyos, O., & Chica, J. C. (2021, enero-junio). Finanzas corporativas y sostenibilidad: un análisis bibliométrico e identificación de tendencias. *Semestre Económico*, 24(56), 25-51. <https://doi.org/10.22395/seec.v24n56a1>
- Echchakoui, S. (2020). Why and how to merge *Scopus* and Web of Science during bibliometric analysis: the case of sales force literature from 1912 to 2019. *Journal of Marketing Analytics*, 8(3), 165-184. <https://doi.org/10.1057/s41270-020-00081-9>
- Freeman, L. C. (1977). A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness. *Sociometry*, 40(1), 35-41. <https://doi.org/10.2307/3033543>
- Galvez, J. F., Mejuto, J. C., & Simal-Gandara, J. (2018, octubre). Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis. *Trends in Analytical Chemistry: TRAC*, 107, 222-232. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.08.011>
- Guerpinar, T., Guadiana, G., Ioannidis, P. A., Straub, N., & Henke, M. (2021, 26-28 de marzo). The Current State of Blockchain Applications in Supply Chain Management. *ICBCT'21: 2021 The 3rd International Conference on Blockchain Technology*. Shanghai China. <https://doi.org/10.1145/3460537.3460568>
- Gurzki, H., & Woiseschläger, D. M. (2017, agosto). Mapping the luxury research landscape: A bibliometric citation analysis. *Journal of Business Research*, 77, 147-166. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.11.009>
- Helo, P., & Hao, Y. (2019, octubre). Blockchains in operations and supply chains: A model and reference implementation. *Computers & Industrial Engineering*, 136, 242-251. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.023>
- Hobbs, J. E. (2020, junio). Food supply chains during the COVID-19 pandemic. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 68(2), 171-176. <https://doi.org/10.1111/cjag.12237>
- Hohenstein, N.-O. (2022). Supply chain risk management in the COVID-19 pandemic: strategies and empirical lessons for improving global logistics service providers' performance. *The International Journal of Logistics Management*, 33(4), 1336-1365. <https://doi.org/10.1108/ijlm-02-2021-0109>

- Hussain, M., Javed, W., Hakeem, O., Yousafzai, A., Younas, A., Awan, M. J., Nobanee, H., & Zain, A. M. (2021). Blockchain-Based IoT Devices in Supply Chain Management: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, *13*(24). <https://doi.org/10.3390/su132413646>
- Jabbar, S., Lloyd, H., Hammoudeh, M., Adebisi, B., & Raza, U. (2021). Blockchain-enabled supply chain: analysis, challenges, and future directions. *Multimedia Systems*, *27*(4), 787-806. <https://doi.org/10.1007/s00530-020-00687-0>
- Ji, G., Zhou, S., Lai, K.-H., Tan, K. H., & Kumar, A. (2022, mayo). Timing of blockchain adoption in a supply chain with competing manufacturers. *International Journal of Production Economics*, *247*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108430>
- Kayikci, Y., Subramanian, N., Dora, M., & Bhatia, M. S. (2022). Food supply chain in the era of Industry 4.0: blockchain technology implementation opportunities and impediments from the perspective of people, process, performance, and technology. *Production Planning & Control*, *33*(2-3), 301-321. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1810757>
- Khanfar, A. A. A., Iranmanesh, M., Ghobakhloo, M., Senali, M. G., & Fathi, M. (2021). Applications of blockchain technology in sustainable manufacturing and supply chain management: A systematic review. *Sustainability*, *13*(14). <https://doi.org/10.3390/su13147870>
- Korpela, K., Hallikas, J., & Dahlberg, T. (2017, 04-07 de enero). Digital supply chain transformation toward blockchain integration. *50th Hawaii International Conference on System Sciences (2017)*. HICSS 2017, Waikoloa Village, Hawaii, USA. <https://doi.org/10.24251/hicss.2017.506>
- Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2018). Blockchain Practices, Potentials, and Perspectives in Greening Supply Chains. *Sustainability*, *10*(10). <https://doi.org/10.3390/su10103652>
- Kshetri, N. (2018, abril). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, *39*, 80-89. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>
- Kummer, S., Herold, D. M., Dobrovnik, M., Mikl, J., & Schäfer, N. (2020). A Systematic Review of Blockchain Literature in Logistics and Supply Chain Management: Identifying Research Questions and Future Directions. *Future Internet*, *12*(3). <https://doi.org/10.3390/fi12030060>
- Lambert, D. M. (2008). La cadena de suministro. En R. M. Monczka, R. B. Handfield, L. C. Giunipero, & J. L. Patterson (Eds.), *Administración estratégica de la cadena de suministro* (pp. 27-61). Pearson Educación.
- Landinez, D. A., Robledo Giraldo, S., & Montoya Londoño, D. M. (2019, julio-diciembre). Executive Function performance in patients with obesity: A systematic review. *Psychologia*, *13*(2), 121-134. <http://www.scielo.org.co/pdf/psych/v13n2/1900-2386-psych-13-02-121.pdf>

- Liu, L., Li, Y., & Jiang, T. (2021). Optimal strategies for financing a three-level supply chain through blockchain platform finance. *International Journal of Production Research*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2001601>
- Lu, Q., & Xu, X. (2017, noviembre-diciembre). Adaptable Blockchain-Based Systems: A Case Study for Product Traceability. *IEEE Software*, 34(6), 21-27. <https://doi.org/10.1109/ms.2017.4121227>
- Moosavi, J., Naeni, L. M., Fathollahi-Fard, A. M., & Fiore, U. (2021). Blockchain in supply chain management: a review, bibliometric, and network analysis. *Environmental Science and Pollution Research International*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13094-3>
- Perboli, G., Musso, S., & Rosano, M. (2018). Blockchain in Logistics and Supply Chain: A Lean Approach for Designing Real-World Use Cases. *IEEE Access*, 6, 62018-62028. <https://doi.org/10.1109/access.2018.2875782>
- Petersen, M., Hackius, N., & Kersten, W. (2016). Blockchains für Produktion und Logistik. *Zeitschrift Für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, 111(10), 626-629. <https://doi.org/10.3139/104.111603>
- Pournader, M., Shi, Y., Seuring, S., & Koh, S. C. L. (2020). Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2063-2081. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1650976>
- Pranckutė, R. (2021). Web of Science (wos) and Scopus: The Titans of Bibliographic Information in Today's Academic World. *Publications*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/publications9010012>
- Queiroz, M. M., & Fosso Wamba, S. (2019, junio). Blockchain adoption challenges in supply chain: An empirical investigation of the main drivers in India and the USA. *International Journal of Information Management*, 46, 70-82. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.021>
- Queiroz, M. M., & Fosso Wamba, S. (2021). A structured literature review on the interplay between emerging technologies and COVID-19 - insights and directions to operations fields. *Annals of Operations Research*, 1-27. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04107-y>
- Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2019). Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. *Supply Chain Management*, 25(2), 241-254. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143>
- Ramos, V., Duque, P., & Vieira, J. A. (2021). Responsabilidad Social Corporativa y Emprendimiento: evolución y tendencias de investigación. *Desarrollo Gerencial*, 13(1), 1-34. <https://doi.org/10.17081/dege.13.1.4210>
- Rauniyar, K., Wu, X., Gupta, S., Modgil, S., & Lopes de Sousa Jabbour, A. B. (2023). Risk management of supply chains in the digital transformation era: contribution and challenges of blockchain technology. *Industrial Management & Data Systems*, 123(1), 253-277. <https://doi.org/10.1108/imds-04-2021-0235>

- Rejeb, A., Keogh, J. G., & Treiblmaier, H. (2019). Leveraging the Internet of Things and Blockchain Technology in Supply Chain Management. *Future Internet*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/fi11070161>
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117-2135. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>
- Sahebi, I. G., Mosayebi, A., Masoomi, B., & Marandi, F. (2022, febrero). Modeling the enablers for blockchain technology adoption in renewable energy supply chain. *Technology in Society*, 68. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.101871>
- Secinaro, S., Dal Mas, F., Brescia, V., & Calandra, D. (2022). Blockchain in the accounting, auditing and accountability fields: a bibliometric and coding analysis. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 35(9), 168-203. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-10-2020-4987>
- Sharma, M., Joshi, S., Luthra, S., & Kumar, A. (2022). Managing disruptions and risks amidst COVID-19 outbreaks: role of blockchain technology in developing resilient food supply chains. *Operations Management Research*, 15, 268-281. <https://doi.org/10.1007/s12063-021-00198-9>
- Sharma, M., Luthra, S., Joshi, S., & Kumar, A. (2021). Accelerating retail supply chain performance against pandemic disruption: adopting resilient strategies to mitigate the long-term effects. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(6), 1844-1873. <https://doi.org/10.1108/JEIM-07-2020-0286>
- Tani, M., Papaluca, O., & Sasso, P. (2018, septiembre). The System Thinking Perspective in the Open-Innovation Research: A Systematic Review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(3). <https://doi.org/10.3390/joitmc4030038>
- Tian, F. (2016, 24-26 de junio). An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID and blockchain technology. *2016 13th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM)*. Kunming, China. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2016.7538424>
- Torres, G., Robledo, S., & Rojas Berrío, S. (2022). Orientación al mercado: importancia, evolución y enfoques emergentes usando análisis cuantitativo. *Criterio Libre*, 19(35), 326-340. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2021v19n35.8371>
- Trejos-Salazar, D. F., Duque-Hurtado, P. L., Montoya-Restrepo, L. A., & Montoya-Restrepo, I. A. (2021, enero-junio). Neuroeconomía: una revisión basada en técnicas de mapeo científico. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(2), 243-260. <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n2.2021.12754>
- Wallis, W. D. (2007). *A Beginner's Guide to Graph Theory*. Springer.

- Wang, Y., Han, J. H., & Beynon-Davies, P. (2019). Understanding blockchain technology for future supply chains: a systematic literature review and research agenda. *Supply Chain Management*, 24(1), 62-84. <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0148>
- Wang, Y., Singgih, M., Wang, J., & Rit, M. (2019, mayo). Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains? *International Journal of Production Economics*, 211, 221-236). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.02.002>
- Yang, S., Keller, F. B., & Zheng, L. (2016). *Social Network Analysis: Methods and Examples*. SAGE.
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016). Where Is Current Research on Blockchain Technology?—A Systematic Review. *PloS One*, 11(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163477>
- Yousefi, S., & Mohamadpour Tosarkani, B. (2022, abril). An analytical approach for evaluating the impact of blockchain technology on sustainable supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, 246. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108429>
- Zhu, J., & Liu, W. (2020). A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123(1), 321-335. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03387-8>
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>
- Zuschke, N. (2020, abril). An analysis of process-tracing research on consumer decision-making. *Journal of Business Research*, 111, 305-320. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.028>