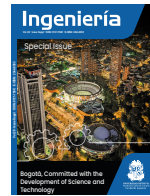





UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Research

Literature Review with Bibliometric Analysis of the Hospital Supply Chain

Revisión de literatura con análisis bibliométrico de la cadena de suministro hospitalaria

Erika Tatiana Ruíz-Orjuela¹✉, Gustavo Gatica-González² , and Wilson Adarme-Jaimes³

¹Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

²Facultad de Ingeniería y Centro de Sustentabilidad, Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile, Chile.

³Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Abstract

Context: The healthcare sector has continuously faced the challenges of reducing costs and improving quality of care. Research on the supply chain in the health sector has aroused a higher level of interest in the scientific community. Several articles have been published on the subject, focusing on aspects such as chain performance, management approaches, inventory management, supplier evaluation and selection, and some others with broader areas of focus.

Method: This article presents a literature review and a bibliometric analysis. The analysis begins by identifying studies published in the last ten years. Then, bibliometric tools are used to identify key research topics, their interrelationships, and patterns of collaboration.

Results: This research helps to graphically illustrate publications on hospital supply chain management, present their evolution over time, and identify areas of current research interest and possible lines of research for the future. The results identify the state of development and the main trends in terms of impact, main journals, articles, topics, authors, and countries.

Conclusions: Future research can focus on more innovative studies from multiple dimensions: supply chain, management and organization, health services, operations management, sustainability, performance, context, and trends.

Keywords: bibliometric study, hospital supply chain, logistics, literature review, trends

Article history

Received:
18th/Apr/2022

Modified:
12th/Dec/2022

Accepted:
16th/Feb/2023

Ing., vol. 28, no. suppl., 2023. e18987

©The authors;
reproduction
right holder
Universidad
Distrital
Francisco José de
Caldas.

Open access



*✉ Correspondence: erruizo@unal.edu.co

Resumen

Contexto: El sector de la salud se ha enfrentado continuamente a los desafíos de disminuir costos y mejorar la calidad asistencial. Las investigaciones de la cadena de suministro en el sector salud han alcanzado un mayor interés en la comunidad científica. Se han publicado varios artículos relacionados con el tema, los cuales se centran en aspectos como el desempeño de la cadena, enfoques de gestión, administración de inventarios, evaluación y selección de proveedores, y algunos otros con áreas de enfoque más amplias.

Método: Este artículo presenta una revisión de literatura y un análisis bibliométrico. El análisis comienza identificando los estudios publicados en los últimos diez años. Luego, se emplean herramientas bibliométricas que permiten identificar temas claves de investigación, sus interrelaciones y patrones de colaboración.

Resultados: Esta investigación ayuda a ilustrar gráficamente las publicaciones sobre gestión de la cadena de suministro hospitalaria (HSCM), presentar la evolución a lo largo del tiempo e identificar áreas de interés de investigación actual y posibles líneas de investigación para el futuro. Los resultados identifican el estado de desarrollo y las principales tendencias en términos de impacto, principales revistas, artículos, temas, autores y países.

Conclusiones: Las futuras investigaciones pueden concentrarse en estudios más innovadores desde múltiples dimensiones: cadena de suministro, gestión y organización, servicios de salud administración de operaciones, sostenibilidad, desempeño, contexto y tendencias.

Palabras clave: cadena de suministro hospitalaria, estudio bibliométrico, logística, revisión de literatura, tendencias

Tabla de contenidos		3. Resultados	4
	Página	4. Conclusiones	14
1. Introducción	2	5. Contribución de autores	16
2. Material y métodos	3	Referencias	16

1. Introducción

La gestión de la cadena de suministro hospitalaria (HSCM) se define como como la secuencia de flujos físicos y de información necesarios para entregar un buen servicio a los pacientes al menor costo posible (1). Además, se considera una práctica organizativa para obtener una ventaja competitiva. Las organizaciones sanitarias se encuentran en un nuevo contexto social y económico que exige una mayor productividad, calidad y eficiencia, no solo en los procesos asistenciales, sino también en todos los procesos que hacen parte de su funcionamiento (2,3). La gestión de la cadena de suministro (SCM) permite reducir los costos operacionales, disminuir el tiempo del ciclo y aumentar el rendimiento sin comprometer la calidad de los servicios (4–6). Varias organizaciones del sector salud reconocen la importancia de implementar prácticas que

contribuyan a mejorar la gestión de la cadena de suministro. Sin embargo, la existencia de múltiples actores en la red, la complejidad del servicio y el entorno social, político y económico de estas organizaciones obstaculizan una implementación exitosa de la HSCM (1).

Investigaciones previas en el campo varían desde la definición del concepto, el estudio de factores que afectan la HSCM y las herramientas para mejorar su rendimiento (7). Los estudios son amplios y multidisciplinarios, incorporando área como economía, gestión organizacional, dirección empresarial e investigación de operaciones (8). Sin embargo, desde la perspectiva de gestión de la cadena de suministro, este campo ha sido poco explorado (9, 10), y los estudios previos no incorporan un análisis cuantitativo de los resultados obtenidos, lo que hace difícil evaluar la influencia de la investigación reciente sobre la HSCM.

El objetivo principal de este artículo es explorar los límites que definen la HSCM., los cuales son desafíos tanto para los académicos como para los actores operativos de la cadena del sector salud, pues estos últimos representan áreas menos comprendidas. Para lograr este objetivo, se llevó a cabo un análisis bibliométrico de las publicaciones de los últimos 10 años sobre el tema, en el cual se encontraron 407 artículos en las bases de datos de PubMed y Scopus. Este análisis utilizó el software VantagePoint y VosViewer. Los resultados muestran tendencias y patrones en las publicaciones científicas y evidencian el creciente interés de la comunidad científica en la HSCM. Este artículo discute cómo se está desarrollando la investigación en este campo, así como posibles futuras líneas de estudio. En conclusión, este trabajo contribuye a la comprensión de los desafíos que enfrenta la HSCM y proporciona una base sólida para futuras investigaciones.

2. Material y métodos

Las revisiones de literatura tienen como objetivo mapear y evaluar la literatura existente para identificar oportunidades de investigación y definir los límites del conocimiento (11). La revisión sistemática es una metodología estructurada que utiliza métodos explícitos y ordenados para identificar, seleccionar y evaluar la información sobre un tema de interés. Por lo tanto, una revisión sistemática minimiza el sesgo, identifica brechas de conocimiento y evita conclusiones incorrectas (11, 12).

La estructura metodológica utilizada en el proceso de revisión de literatura se fundamenta en la propuesta de Tranfield (11). Esta metodología tiene precedentes en ciencias de la salud (13, 14). La metodología consta de tres fases: planeación, ejecución de la revisión y reporte de resultados (11). En la fase de planeación se identificó la necesidad y se diseñó su protocolo. Las preguntas de investigación subyacentes fueron: *¿cómo se ha conceptualizado la HSCM?*, *¿cuál es la clasificación de la HSCM?* y *¿cuáles son las tendencias?* En la fase de búsqueda sistemática, se estableció como objeto de análisis los artículos de dos bases de datos: Scopus y PubMed. Las revistas están clasificadas por Scopus y Journal Citation Reports, lo que permite contar con indicadores de calidad y relevancia de las publicaciones. Además, estas bases de datos son accesibles para las instituciones académicas y centros de investigación.

Los criterios de búsqueda incluyeron las siguientes palabras claves: "healthcare", "health system", "health service", "health organizations", "hospital", "health care", "supply chain", "logistic*" y "supply chain management". El período de análisis se limitó a los años 2010 a 2021. Se excluyeron los resúmenes, cartas y noticias, así como aquellos que no tenían relación directa con el objeto de investigación. La ecuación de búsqueda se ejecutó en las dos bases de datos. Los resultados ascienden a 303 y 104 artículos en las bases de datos Scopus y PubMed respectivamente. Por medio del software EndNote, se revisó la información básica de estos artículos, *i.e.*, autores, título, palabras clave, resumen y año. Esto se exportó a una hoja de cálculo. Posteriormente, se excluyeron los artículos duplicados (34 ocurrencias). En la fase de evaluación se excluyeron 192 artículos. Algunos artículos eliminados abarcan temas de gestión de talento humano, desastres y proyectos. De esta manera, se redujo la muestra a 181 artículos. La tercera etapa fue una evaluación de los resúmenes, introducción y conclusiones para eliminar los estudios que no abordan la HSCM. Así, se eliminaron 58 artículos, un ejemplo de exclusión corresponde a artículos centrados en el sector de la salud, pero limitados a operaciones internas o estudios clínicos. En conclusión, la revisión sistemática de HSCM involucró 123 artículos (Fig. 1).

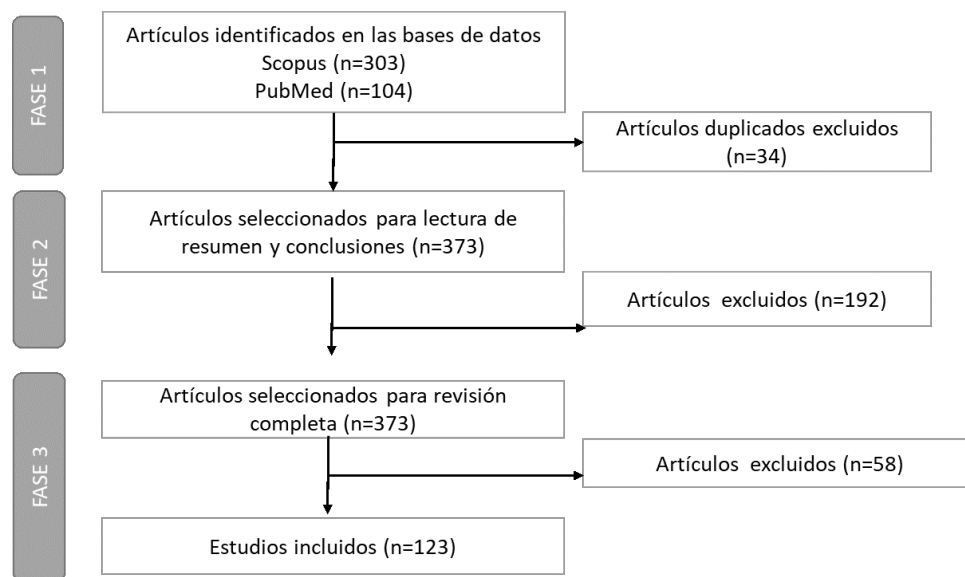


Figura 1. Diagrama de flujo del procedimiento de selección de estudios para la revisión de literatura

Para cada artículo resultante siguió una revisión de datos, y se realizó la lectura completa del documento para estudiar su pertinencia respecto a los objetivos de investigación formulados, así como un análisis bibliométrico. Finalmente, se consolidó la información y se presentaron los resultados.

3. Resultados

Al identificar la muestra de artículos finales, se llevó a cabo un análisis bibliométrico con el software VantagePoint para evaluar datos de forma cuantitativa acerca de los autores, años

y revistas del tema investigado (15). En este sentido, el análisis bibliométrico se dividió en dos etapas. La primera analizó las revistas, los autores más relevantes, el número de publicaciones en los últimos diez años y los métodos de investigación aplicados en estos estudios. En la segunda se utilizó el software Vosviewer para realizar un análisis de citas y co-citaciones. Estos dos softwares se eligieron debido a su capacidad para trabajar eficientemente con conjuntos de datos y proporcionar herramientas para visualizar y analizar la información.

El número de investigaciones publicadas sobre HSCM en diferentes campos científicos a nivel mundial ha crecido exponencialmente durante los últimos años, y el comportamiento de los académicos involucrados en la producción científica ha cambiado con el tiempo. La Fig. 2 muestra la tendencia positiva en la cantidad de artículos publicados. Estos resultados indican que el número de artículos ha aumentado significativamente después de 2017. El volumen promedio anual de publicaciones aumentó en un 34 %. El coeficiente de determinación $R^2 = 0,938$ indicó que la cantidad acumulada de literatura ha crecido exponencialmente. Dado que la investigación en HSCM es reciente y se consolida como un nuevo campo de estudio, todavía hay un gran potencial para su investigación.

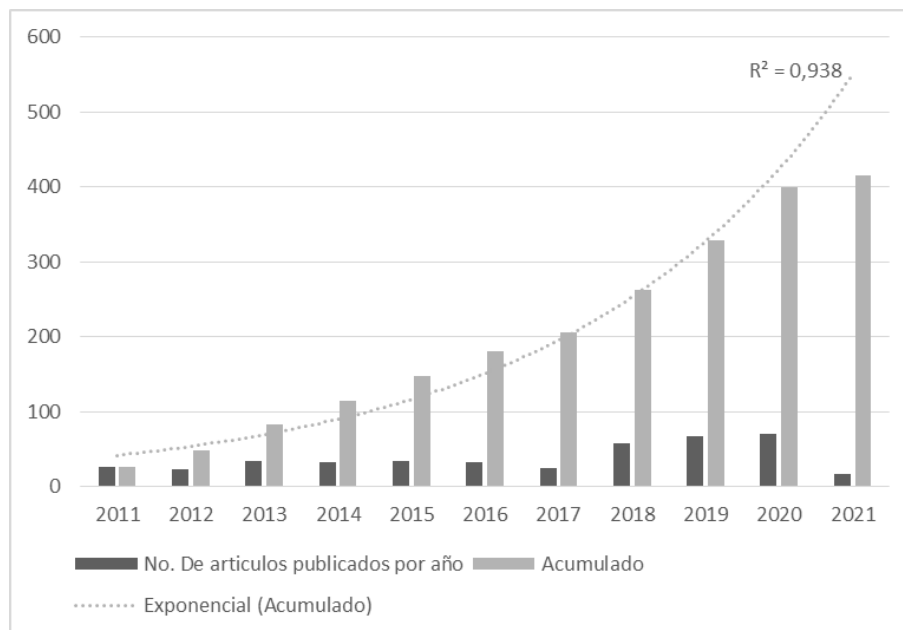


Figura 2. Artículos sobre HSCM publicados por año

Se identificaron 387 autores, de los cuales 31 presentan por lo menos 3 publicaciones sobre HSCM. Los 5 autores con el mayor número de publicaciones son D. Kritchanchai, J. D. VanVactor, M. Hussain, A. W. Snowdon y A. Abouabdellah. La Tabla I presenta los diez principales autores de este campo y la cantidad de artículos publicados. Los autores tienen experiencia en áreas de gestión de operaciones y gestión de la cadena de suministro en el sector salud (16, 17), y aplican técnicas de modelado, formulan herramientas para la toma de decisiones con criterios múltiples (18), evalúan la relación de los actores en la cadena (19–21) y emplean estudios de casos descriptivos (22, 23) y enfoques empíricos (24–27).

Tabla I. Autores principales

Autores	No. de artículos publicados
Kritchanchai, D.	6
VanVactor, J. D.	6
Hussain, M.	5
Snowdon, A. W.	5
Abouabdellah, A.	4
Gutiérrez, E. V.	4
Khan, M.	4
Lee, J.	4
Mandal, S.	4
Vanany, I.	4

Para el análisis de las publicaciones por afiliaciones, se evaluó la ciudad donde se encuentra la institución en que el autor publicó su trabajo. La Fig. 3 muestra las ubicaciones geográficas de las organizaciones. El tamaño de los círculos guarda proporción con el grado de contribución de cada organización en cada país. Se puede encontrar una mayor densidad de organizaciones contribuyentes en Estados Unidos, India, China y Reino Unido. En general, la dispersión geográfica de estas organizaciones indica que la investigación en HCSM ha sido de interés para instituciones y centros de investigación a nivel mundial, y se ha despertado un interés reciente en este campo de investigación.

El análisis de las instituciones de investigación científica en el campo de la HSCM ayuda a comprender las instituciones más acreditadas en esta área. Según el análisis de la literatura, 77 artículos (63 % de los estudios revisados) pertenecen a 20 instituciones, como se presenta en la Tabla II.

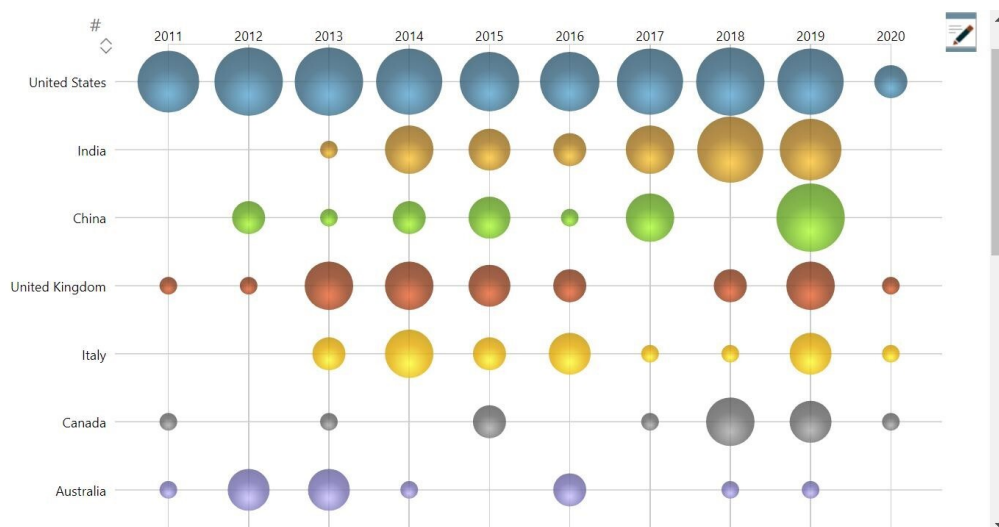
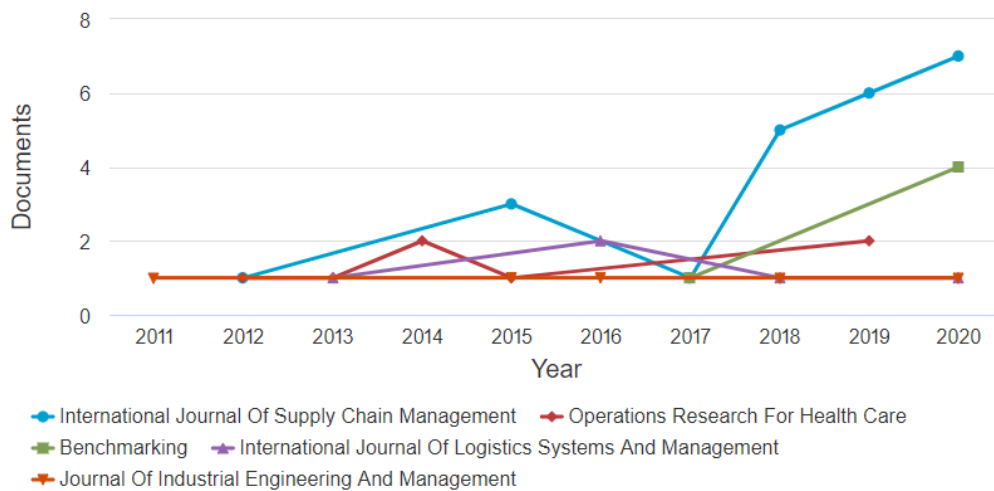
**Figura 3.** Ubicación de principales organizaciones

Tabla II. Instituciones principales

Organización/Institución	Locación	Artículos
Mahidol University	Tailandia	7
IBS Hyderabad	India	6
University of Arkansas – Fayetteville	Estados Unidos	5
University of Windsor	Canadá	5
Abu Dhabi University	Emiratos Arabes	4
Universidade do Estado do Rio de Janeiro	Brasil	4
Hanyang University	Corea del Sur	4
University of Seville	España	4
Universidad de Antioquia	Colombia	4
Institut Teknologi Sepuluh Nopember	Indonesia	4
ICFAI Foundation for Higher Education, Hyderabad	India	3
US Army Medical Service Corps	Estados Unidos	3
Purdue University	Estados Unidos	3
Malaviya National Institute of Technology Jaipur	India	3

La revista *International Journal of Supply Chain Management* lideraba las publicaciones. Sin embargo, en el año 2020, esta publicación fue descontinuada. Las estadísticas muestran que las cinco principales revistas han publicado 45 de los 123 artículos, es decir, aproximadamente un 37% de los trabajos publicados. La Fig. 4 muestra las principales revistas en las que se publicaron estos artículos.

**Figura 4.** Publicaciones por revista

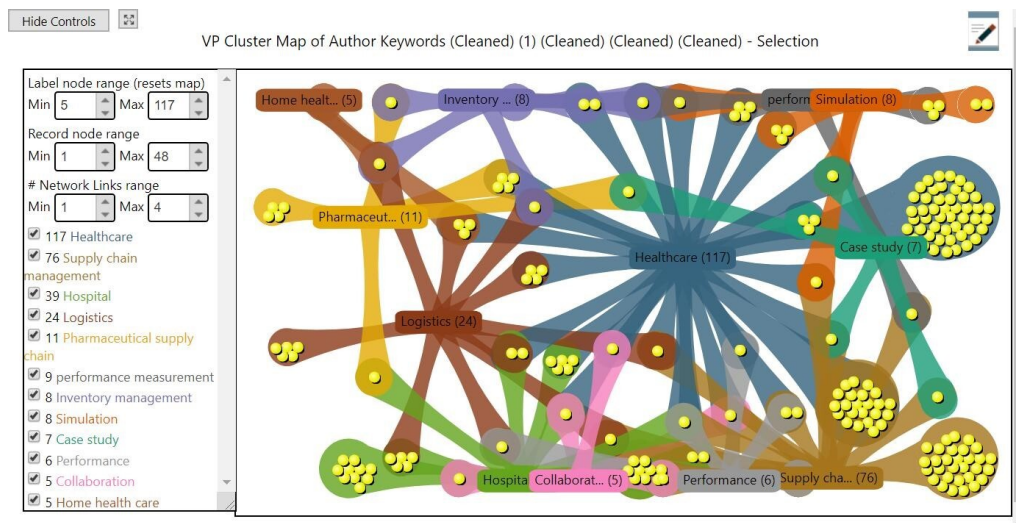
La clasificación de la base de datos del *Journal Citation Report (JCR)* de las revistas anteriores es Q1 y Q2 (Tabla III).

Las palabras clave del resumen presentan el propósito principal del artículo y pueden interpretarse de manera integral (11). Mediante el software Vantage Point, se analizaron las

Tabla III. Clasificación JCR revistas

Revista	Número de registros	JCR
<i>Operations Research for Health Care</i>	7	Q1
<i>Benchmarking</i>	5	Q1
<i>International Journal of Logistics Systems and Management</i>	5	Q2
<i>Journal of Industrial Engineering and Management</i>	5	Q2

relaciones entre las diez principales palabras claves de los artículos, se agruparon en categorías según su afinidad y el resultado se muestra en la Fig. 5. Se evidenció una alta relación entre el sector salud (117), la gestión de la cadena de suministro (76) y la logística (24). Respecto al tipo de suministro de la cadena, se destacan los servicios de salud extramural (5) y los servicios hospitalarios (5), así como los medicamentos (11). Se identificó que el estudio de caso es la estrategia de investigación más utilizada (7), y que la gestión de inventarios (8) y la colaboración entre actores (5) son los enfoques más estudiados dentro de este campo.

**Figura 5.** Mapas de conglomerados

Se realizó un análisis similar con el software VosViewer para identificar las palabras más utilizadas en los resúmenes de los artículos, analizar en profundidad las palabras clave e identificar los aspectos relevantes de la investigación de HSCM a través de la interpretación de mapas de co-ocurrencia. En la representación del mapa bibliométrico (Fig. 6) se presentan las 375 palabras seleccionadas. El tamaño de los círculos de las palabras es proporcional a la frecuencia de ocurrencia de los términos en la totalidad de documentos.

Por otra parte, el mapa anterior identifica, por medio de colores, los años en los que la divulgación de los artículos fue más frecuente. Se concluyó que la HSCM es un tema de investigación emergente. El método de análisis de agrupamiento de palabras comunes tiene como objetivo recopilar palabras clave estrechamente relacionadas entre sí para formar una

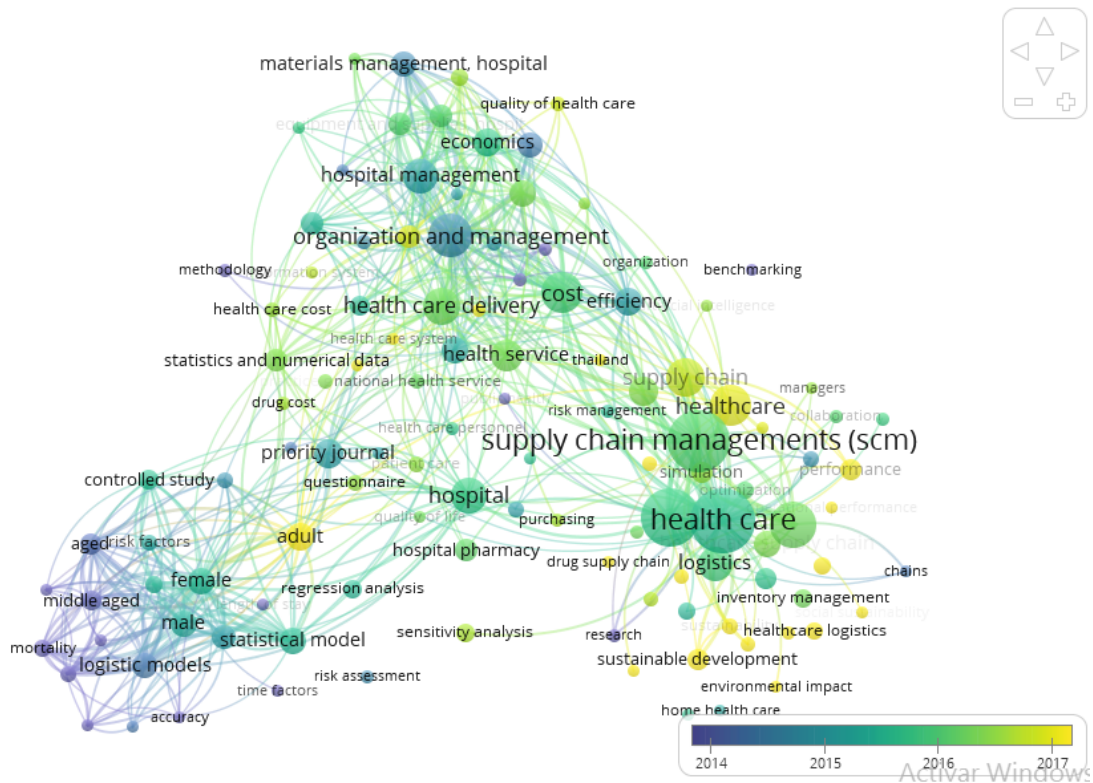


Figura 6. Mapa de palabras clave

nueva categoría independiente. En general, se identificaron 3 clústeres, intercomunicados por la palabra del centro del mapa, *hospital*, lo cual indica una alta interrelación de las palabras clave con los otros grupos: 1) cadena de suministro, 2) gestión y organización y 3) servicios de salud.

Clúster 1. Cadena de suministro: incluye investigaciones que abordan colaboración entre actores, la gestión del riesgo, los inventarios, el desempeño de la cadena y el uso de algunas técnicas como optimización y simulación.

Clúster 2. Gestión y organización: cubre la investigación sobre la gestión de HSCM, destacándose palabras clave como *gestión de materiales*, *prestación de asistencia sanitaria evaluada en términos de costos y calidad*.

Cluster 3. Servicios de salud: incluye investigaciones sobre estudios de caso en hospitales que evalúan el impacto de estrategias en gestión sobre la salud de la población.

Posteriormente, se realizó un análisis de citas para examinar el grado de conectividad entre los documentos de la red. En la Tabla IV se muestra una selección de los documentos que tienen más de 50 citas. El documento más citado correspondió a los autores de (28), con un total de 122 citas recibidas. Se trata de un artículo publicado en la revista *Journal of Operations Management*, donde se propone un modelo de investigación basado en una visión relacional de los factores que

influyen en el desempeño de la cadena de suministro hospitalaria. De forma general, se presentan los demás documentos más citados en esta área.

Tabla IV. Artículos más citados

Autores	Títulos	Citas
(28)	Enhancing hospital supply chain performance: A relational view and empirical test	122
(29)	Supply chain management in health services: An overview	115
(30)	Pharmaceutical supply chain and inventory management strategies: Optimization for a pharmaceutical company and a hospital	101
(31)	Developing lean and agile health care supply chains	100
(32)	Supply chain innovation and organizational performance in the healthcare industry	96
(33)	Pharmaceutical supply chain specifics and inventory solutions for a hospital case	91
(34)	A structured analysis of operations and supply chain management research in healthcare (1982-2011)	87
(35)	Predicting RFID adoption in healthcare supply chain from the perspectives of users	74
(36)	The iron cage exposed: Institutional pressures and heterogeneity across the healthcare supply chain	68
(37)	Collaborative management of inventory in Australian hospital supply chains: Practices and issues	56

En el análisis de las revistas más citadas en el área, se identificó que las fuentes más utilizadas por los autores para presentar sus contribuciones son *Supply Chain Management y Operations Research for Healthcare*, con 234 y 229 citaciones respectivamente (Tabla V). Estas revistas publican artículos relacionados con gestión de la cadena de suministro y sus aplicaciones en el sector salud.

Tabla V. Revistas más citadas

Revistas	Citas
<i>Supply Chain Management</i>	234
<i>Operations Research for Health care</i>	229
<i>Production Planning & Control</i>	93
<i>Journal of Cleaner Production</i>	81
<i>Leadership in Health Services</i>	44

Para la construcción de la red de co-citación de revistas, se seleccionaron aquellas que han sido citadas al menos 30 veces, considerando solo las publicaciones más representativas del campo (Fig. 6). Se obtuvieron un total de 44 fuentes citadas. En la Fig. 7, los nodos de mayor tamaño corresponden a las revistas con mayor número de citas recibidas.

Al analizar el mapa de co-citación, se definieron 3 clústeres, según el nivel de similitud por temáticas:

Clúster 1. Administración de operaciones: se vincularon 11 revistas altamente interconectadas por medio de las co-citaciones y relacionadas por áreas de investigación como gestión e investigación de operaciones.

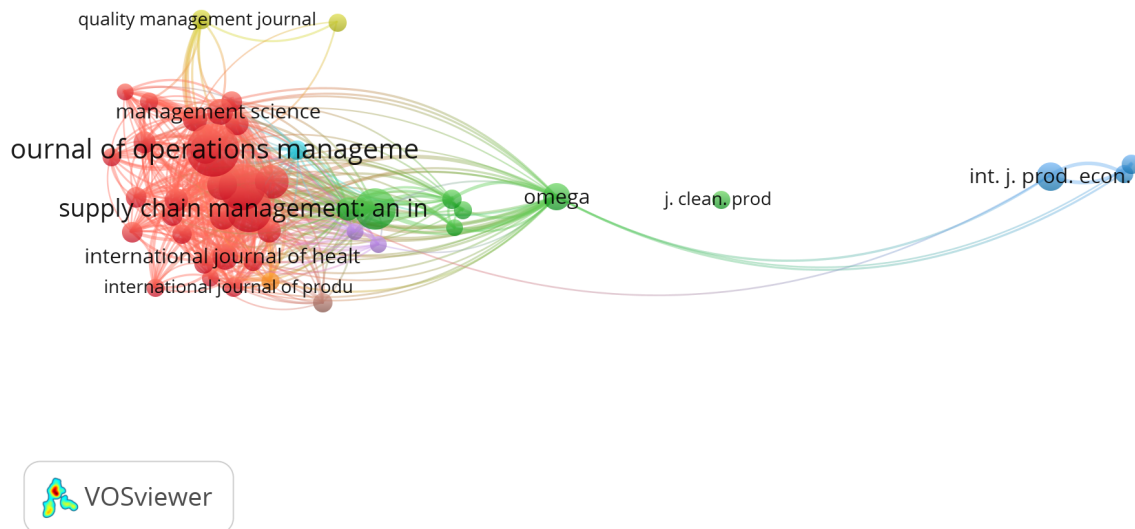


Figura 7. Red de co-citación de revistas

Clúster 2. Cadena de suministro: conformado por un total de 30 revistas, las cuales abarcan diferentes áreas de conocimiento, entre las que se destacan la logística, la gestión estratégica y la gestión de la calidad aplicadas en disciplinas como ingeniería, sistemas, salud y negocios.

Clúster 3. Sostenibilidad: conformado por 1 revista, la cual, con un artículo, aborda una perspectiva de sostenibilidad y logística verde integrada al sector salud, que es relevante en el campo.

A partir de las referencias identificadas en la búsqueda inicial, se seleccionaron los documentos que habían sido citados entre ellos al menos 5 veces, analizando los más representativos del campo. Las conexiones presentan las relaciones de co-citación entre los documentos y el tamaño de los nodos identifica la cantidad de veces que los documentos han sido citados. Con el software Vosviewer se obtuvo una red de co-citaciones de referencias agrupadas en tres clústeres, cada uno de los cuales se codificó en función de las referencias citadas (Figura 7). El grosor de la conexión entre los nodos representa la cantidad de cooperación entre los autores, es decir, la conexión más gruesa indica una mayor cooperación. Se muestra en la red que los autores que publicaron más artículos muestran características de red obvias, lo que indica una serie de equipos de investigación de alto rendimiento que han estudiado HSCM.

Clúster 1. Tendencias y desarrollo en HSCM: corresponde al mayor número de referencias citadas e incluyó 11 documentos relacionados con las teorías y modelos de gestión, tales como *lean* y *agility*, así como estudios de casos enfocados en la mejora de la cadena. Los nodos más importantes correspondieron a los documentos de K. E. Mckone-Sweet y Hamilton.

Clúster 2. Desempeño e interacción en HSCM: agrupa 10 documentos relacionados con la formulación de indicadores para medir el desempeño de la cadena de suministro, en

combinación con estrategias de integración y colaboración entre actores, principalmente en cadenas de suministro de medicamentos. Entre los nodos con mayor influencia se destacaron los documentos de D. Q. Chen.

Clúster 3. Contexto HSCM: incluyó 8 documentos relacionados con facilitadores y barreras que contribuyen a una exitosa gestión de la cadena de suministro, empleando principalmente estudios de caso. Se destacan los artículos de los siguientes autores: J. de vries, R. Huijsman y C. Callender.

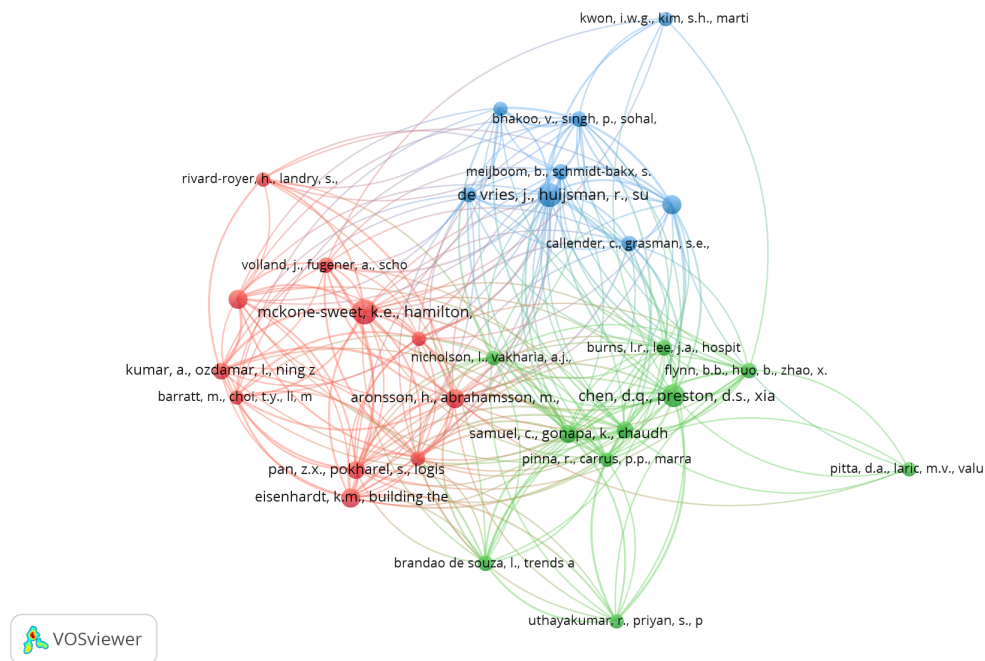


Figura 8. Red de co-citación de autores

Los principales resultados y el resumen de los clústeres presentados anteriormente se representan en la Fig. 9, como un marco de trabajo que se propone para futuras investigaciones sobre el tema de estudio.

Bajo los planteamientos anteriores, y considerando las investigaciones más relevantes revisadas en las bases de datos consultadas, se construyó la Tabla VI, que recopila los aspectos principales que constituyen el concepto de HSCM. La cadena es clasificada como *interna* o *externa*: la primera categoría abarca el flujo de pacientes, recursos e información al interior de la institución de salud, y la segunda comprende el estudio de las relaciones entre actores de una misma red hospitalaria.

La cadena de suministro en el sector salud consta de una cadena interna, conformada por habitaciones, salas de urgencia, quirófanos, farmacias, unidades de cuidados intensivos y demás



Figura 9. Marco de trabajo propuesto para realizar investigaciones en HSCM

Tabla VI. Concepto HSCM

Autor	Concepto
(38)	En un hospital, la cadena de suministro abarca todos los elementos tanto de su cadena interna, así como de su cadena externa.
(39)	Sistema complejo que requiere el flujo de productos y servicios, con el fin de satisfacer las necesidades de aquellos que sirven a pacientes para mejorar los resultados clínicos y controlar los costos.
(29)	Diversidad de interesados están involucrados en las prácticas de la gestión de la cadena de salud. Por lo tanto, la aplicación de las prácticas de gestión de la cadena de suministro en este entorno está casi por definición relacionada con aspectos organizacionales como la construcción de relaciones, la asignación de responsabilidades y la organización de procesos.
(40)	La atención de la salud está organizada en silos funcionales, al igual que la industria, y necesita procesos que funcionen bien para satisfacer las demandas de los pacientes, considerado la disponibilidad de servicios y garantizando plazos cortos de entrega.
(38)	La cadena de suministro de atención de la salud consiste en el flujo de varios tipos de productos y la contribución de los diferentes grupos de interés. El objetivo principal de la cadena de suministro de la asistencia sanitaria es proporcionar productos en el momento adecuado y cumplir con los requisitos de los proveedores de servicios de cuidado de la salud.
(41)	La cadena de suministro de atención médica se refiere al flujo de información, suministros y finanzas relacionados con la adquisición y el movimiento de bienes y servicios del proveedor al usuario, con el fin de mejorar los resultados clínicos mientras se controlan los costos.
(42)	La HSCM garantiza y controla el flujo de productos a través de la participación de tres partes interesadas principales: productores, compradores y proveedores.
(43)	La gestión de la cadena de suministro hospitalaria es más compleja que la cadena de suministro de la industria.
(1)	Conjunto de enfoques para suministrar medicamentos, equipos, lavandería y alimentos desde el proveedor hasta los hospitales para garantizar su uso eficiente y efectivo y lograr una gestión de calidad total.

unidades de atención al paciente. También incluye áreas de unidades no asistenciales: dirección general, calidad, facturación, servicios generales y los servicios auxiliares como laboratorios, análisis clínicos, imageneología y bancos de sangre (4). En este nivel se desarrollan procesos de almacenamiento, consolidación, distribución y administración de suministros requeridos para prestar un adecuado servicio al paciente en términos de seguridad, calidad y oportunidad (4,5).

La cadena de suministro externa de un hospital se representa en tres niveles, en función de su interacción con el paciente. El primer nivel está conformado por proveedores de servicios sanitarios, como empresas aseguradoras y promotoras de salud e instituciones de atención especializada. En el segundo nivel se encuentran los proveedores de servicio en la industria médica (limpieza, seguridad, tecnología), fabricantes de insumos médicos (productos farmacéuticos y dispositivos médicos), compradores (distribuidores, mayoristas y organizaciones de compras grupales – GPO). Finalmente, en el tercer nivel están entidades que no interactúan directamente con la prestación del servicio al paciente, pero son parte del sistema de salud. Este nivel está conformado por entes gubernamentales, agentes de vigilancia y control y organizaciones externas que apoyan a las organizaciones gubernamentales (44). En la cadena externa se realizan los procesos de negociación, licitaciones y compra con los proveedores, cuyo enfoque principal es mejorar la coordinación entre los actores y mejorar las medidas de desempeño de la cadena (5,45).

El rendimiento global de gestión de la cadena de suministro en el cuidado de la salud está determinado por tres factores principales: costo, calidad y seguridad (46). Se han formulado diferentes modelos y medidas para evaluar el desempeño de la HSCM, los cuales están relacionadas con mejoras en la gestión de inventario y la prestación de servicios al paciente en términos de eficiencia y calidad de la atención (47).

4. Conclusiones

Este artículo revisó la literatura sobre la investigación en HSCM. Los clústeres que se identificaron sirvieron para mostrar visualmente las tendencias, las principales instituciones de investigación, los autores centrales y los puntos críticos de investigación.

En la última década se publicaron una gran cantidad de artículos académicos sobre este campo de estudio. A través de esta investigación, se encontró que el número de artículos publicados ha crecido exponencialmente y que las investigaciones sobre HSCM han madurado desde el año 2018. En la actualidad, las preguntas de investigación que aún están sin resolver principalmente están relacionadas con los siguientes temas: innovación y tecnologías, mecanismos de coordinación y sostenibilidad.

Hay 5 revistas principales que publican en el campo de HSCM, que incluyen ingeniería, investigación de operaciones, ciencia y tecnología, ciencias sociales y otros temas. Las instituciones más influyentes son: Mahidol University y IBS Hyderabad. Los autores más

Tabla VII. Concepto HSCM

Flujo	Indicador	Fuente
Financiero	Costo del inventario, costo de compra, costo de mantenimiento, costo de obsolescencia de inventario, costo de almacenamiento, costo de transporte, descuentos y rebajas, porcentaje del costo de suministro por total de gasto hospitalario, porcentaje de costo de suministro por paciente, retorno de la inversión, rentabilidad.	(48–52)
Información	Disponibilidad de información, información actualizada, exactitud de información, inversión en TICs, grado de automatización.	(52,55)
Material	Pedidos completos, pedidos urgentes, tiempo para llenar los pedidos de los hospitales, plazos de entrega de los proveedores, tiempo de entrega del pedido, tiempo de reaprovisionamiento, utilización del espacio, rotación de inventario, disponibilidad y visibilidad del inventario, desabastecimientos de inventario, confiabilidad de entrega, disponibilidad de inventario, exactitud del inventario, órdenes perfectas, seguimiento preciso y confiable, disponibilidad y precisión de información,	(48,49,51,53–56)
Paciente	Provisión oportuna de atención médica, tasa de mortalidad, tiempo de espera por parte del paciente para ser atendido, tiempo de espera por parte del paciente para recibir tratamiento, duración de la estadía del paciente, nivel de servicio, oportunidad en la atención, porcentaje de satisfacción global.	(55–60)

citados son D. Kritchanai y J. D. VanVactor. Sin embargo, con los avances de las investigaciones de la cadena de suministro hospitalaria, cada vez más autores han comenzado sus investigaciones sobre HSCM, extendiendo el objeto de investigación a otras áreas temáticas.

La literatura sobre modelos cualitativos y cuantitativos está en aumento. La integración de estos dos métodos de investigación se convertirá en la dirección de la investigación futura, especialmente con el uso de datos reales para analizar problemas prácticos en HSCM. Por lo tanto, es un buen método de investigación para los autores que trabajan con HSCM poder resolver problemas del mundo real.

A partir del análisis de los resultados dados anteriormente, las futuras investigaciones pueden concentrarse en estudios más innovadores desde múltiples dimensiones. La investigación futura debe abordar los siguientes aspectos:

- La investigación sobre HSCM se puede dividir en cinco etapas: cadena de suministro, gestión y organización, servicios de salud administración de operaciones, sostenibilidad, desempeño, contexto y tendencias.
- La mayor parte de la investigación actual solo se centra en la discusión de una determinada etapa. Si el proceso de toda la cadena de suministro está efectivamente vinculado, se convertirá en la nueva dirección de la investigación de HSCM.
- En el estudio de los problemas de HSCM, una gran cantidad de artículos utilizan datos

hipotéticos o escalas cualitativas para recopilar varios datos de indicadores, y rara vez utilizan datos reales para verificar los resultados. Sería significativo poder verificar los datos en un entorno del mundo real durante un estudio.

- Se pueden fortalecer aún más la colaboración y coordinación entre los eslabones de la cadena de suministro.
- Se identifica que hay un consenso sobre la importancia de agregar valor a la cadena de suministro. Sin embargo, hacer que este valor agregado sea más explícito en términos de métricas es uno de los principales desafíos que enfrenta la investigación sobre la gestión de la cadena de suministro en un contexto de servicios de salud, especialmente en cadenas externas.

Finalmente, este trabajo contribuye teóricamente a la importancia de la implementación de técnicas, herramientas y enfoques para la creación de una cadena de suministro efectiva en salud que contribuya a reducir costos y mejorar la calidad de la atención médica. Además, desde un enfoque práctico, estos resultados pueden ayudar a garantizar que el personal del hospital esté bien informado sobre las mejores prácticas para gestionar las cadenas de suministro. Se ha destacado, además, la importancia de abordar los desafíos específicos que enfrentan los hospitales o clínicas en países en desarrollo, donde los recursos y la infraestructura son limitados. En resumen, la investigación en este campo tiene el potencial de impactar positivamente en la calidad de la atención médica y en la eficiencia de los servicios de salud en todo el mundo.

5. Contribución de autores

Todos los autores contribuyeron de igual forma en la investigación.

Referencias

- [1] A. Dixit y S. Routroy, "A systematic literature review of healthcare supply chain and implications of future research," vol. 13, no. 4, pp. 405-435, 2019. <https://doi.org/10.1108/IJPHM-05-2018-0028> ↑2, 3, 13
- [2] A. Dolgui, D. Ivanov y B. Sokolov, "Reconfigurable supply chain: The X-network," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 58, no. 13, pp. 4138-4163, 2020. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1774679> ↑2
- [3] J. P. De Sousa, "Supply chain coordination in hospitals." *Leveraging Knowledge for Innovation in Collaborative Networks: 10th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, PRO-VE 2009, Thessaloniki, Greece, October 7-9, 2009. Proceedings 10*. Springer Berlin Heidelberg, 2009. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04568-4_13 ↑2
- [4] B. Mathur et al., "Achieving better integration in trauma care delivery in India: Insights from a patient survey," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 25, no. 1, pp. 603-626, 2017. <https://doi.org/10.2495/ISME20131171> ↑2, 14

- [5] K. Moons, G. Waeyenbergh y L. Pintelon, "Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains – A literature study R," *Omega*, vol. 82, pp. 205-217, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2018.01.007> ↑2, 14
- [6] S. Al-Balushi, A. S. Sohal, P. J. Singh, A. Al Hajri, Y. M. Al Farsi y R. Al Abri, "Readiness factors for lean implementation in healthcare settings—a literature review.," *J. Health Organ. Manag.*, vol. 28, no. 2, pp. 135-153, 2014. <https://doi.org/10.1108/JHOM-04-2013-0083> ↑2
- [7] S. Hopkins, M. Walter y S. Collins, "Lean daily management: Exploring the effectiveness in reducing product returns and overnight shipment occurrences in a materials management department," *Health Care Manag. (Frederick)*, vol. 36, no. 3, pp. 267-272, 2017. <https://doi.org/10.1097/HCM.0000000000000173> ↑3
- [8] L. Marques, M. Martins, C. Araújo y L. Marques, "The management of operations. The healthcare supply network: Current state of the literature and research opportunities opportunities," *Prod. Plan. Control*, vol. 31, no. 5, pp. 590-609, 2019. <https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1663451> ↑3
- [9] T. Iyamu and K. Nunu, "Healthcare data management conceptual framework for service delivery," *Educ. Inf. Technol.*, 2021, doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10413-y> ↑3
- [10] K. Anurodhsingh y J. R. Kumar, "Supply chain integration: A review of enablers, dimensions and performance," *Bench. An Int. J.*, vol. 27, no. 1, pp. 264-301, Jan. 2019. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2018-0217> ↑3
- [11] D. Tranfield, D. Denyer y P. Smart, "Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review – Introduction: The need for an evidence- informed approach," *Br. J. Manag.*, vol. 14, pp. 207-222, 2003. ↑3, 7
- [12] A. Harden and J. Thomas, "Methodological issues in combining diverse study types in systematic reviews," *Int. J. Soc. Res. Methodol.*, vol. 8, no. 3, pp. 257-271, Jul. 2005. <https://doi.org/10.1080/13645570500155078> ↑3
- [13] C. Tasdemir and R. Gazo, "A systematic literature review for better understanding of lean driven sustainability," *Sust.*, vol. 10, no. 7, art. 2544, 2018. <https://doi.org/10.3390/su10072544> ↑3
- [14] S. T. Khorasani, J. Cross y O. Maghazei, "Lean supply chain management in healthcare: A systematic review and meta-study," *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 11, pp. 1-34, 2020. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2018-0069> ↑3
- [15] D. Ademar, R.-F. V. Mateo, F. A. Giner, E. S. Rolim y E. Leonardo, "The construction of knowledge from the scientific literature about the theme seaport performance evaluation," *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 64, no. 2, pp. 243-269, Jan. 2015. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-01-2014-0015> ↑5
- [16] D. Kritchanhai, S. Muangchoo y W. K. A. Tan, "Improving the efficiency of healthcare supply chain in Thailand," *Int. J. Electron. Healthc.*, vol. 10, no. 4, pp. 313-329, 2018. <https://doi.org/10.1504/IJEH.2018.101452> ↑5

- [17] D. Kritchanchai, S. Krichanchai, S. Hoer y A. Tan, "Healthcare supply chain management: Macro and micro perspectives," *Logforum*, vol. 15, no. 4, pp. 531-544, 2019. <https://doi.org/10.17270/J.LOG.2019.371> ↑5
- [18] J. D. VanVactor, "Healthcare logistics in disaster planning and emergency management: A perspective," *J. Bus. Contin. Emerg. Plan.*, vol. 10, no. 2, pp. 157-176, 2017. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28376996/> ↑5
- [19] V. Bhakoo y C. Chan, "Collaborative implementation of e-business processes within the health-care supply chain: The Monash Pharmacy Project," *Supply Chain Manag.*, vol. 16, no. 3, pp. 184-193, 2011. <https://doi.org/10.1108/13598541111127173> ↑5
- [20] G. A. Borges, G. L. Tortorella, F. Martínez y M. Thurer, "Simulation-based analysis of lean practices implementation on the supply chain of a public hospital," *Production*, vol. 30, pp. 1-16, 2020. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20190131> ↑5
- [21] E. V. Gutiérrez y C. J. Vidal, "Home health care logistics management problems: A critical review of models and methods," *Rev. Fac. Ing.*, no. 68, pp. 160-175, 2013. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302013000300016&script=sci_arttext&tlng=en ↑5
- [22] J. Lee, "Losing preferential treatment. Physicians face limited choice in medical device selection as hospitals push to slash supply-chain costs," *Mod. Healthc.*, vol. 43, no. 7, pp. 28-30, 2013. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23488201/> ↑5
- [23] S. Mandal, "The influence of organizational culture on healthcare supply chain resilience: Moderating role of technology orientation," *J. Bus. Ind. Mark.*, vol. 32, no. 8, pp. 1021-1037, 2017. <https://doi.org/10.1108/JBIM-08-2016-0187> ↑5
- [24] G. Bailey, T. Cherrett, B. Waterson, L. Breen y R. Long, "Boxed up and locked up, safe and tight! Making the case for unattended electronic locker bank logistics for an innovative solution to NHS hospital supplies (UK)," *Int. J. Procure. Manag.*, vol. 8, no. 1-2, pp. 104-125, 2015. <https://doi.org/10.1504/IJPM.2015.066290> ↑5
- [25] M. I. Hossain y M. S. Parvez, "Investigating the effect of extended vendor managed inventory in the supply chain of health care sector to enhance information exchange," *Int. J. Inf. Manag. Sci.*, vol. 31, no. 2, pp. 171-189, 2020. [https://doi.org/10.6186/IJIMS.20200631\(2\).0004](https://doi.org/10.6186/IJIMS.20200631(2).0004) ↑5
- [26] A. Kumar y S. Rahman, "RFID-enabled process reengineering of closed-loop supply chains in the healthcare industry of Singapore," *J. Clean. Prod.*, vol. 85, pp. 382-394, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.037> ↑5
- [27] J. Lee, "Smart shopping. Chief purchasing officers and other supply-chain execs gain new responsibilities as hospitals work to control rising costs," *Mod. Healthc.*, vol. 42, no. 3, pp. 26-28, 2012. <https://www.modernhealthcare.com/article/20120114/MAGAZINE/301149957/smart-shopping> ↑5
- [28] D. Q. Chen, D. S. Preston y W. Xia, "Enhancing hospital supply chain performance: A relational view and empirical test," *J. Oper. Manag.*, vol. 31, no. 6, pp. 391-408, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2013.07.012> ↑9, 10

- [29] J. De Vries y R. Huijsman, "Supply chain management in health services: An overview," vol. 16, no. 3, pp. 159-165, 2011. <https://doi.org/10.1108/13598541111127146> ↑10, 13
- [30] R. Uthayakumar and S. Priyan, "Pharmaceutical supply chain and inventory management strategies: Optimization for a pharmaceutical company and a hospital," *Oper. Res. Heal. Care*, vol. 2, no. 3, pp. 52-64, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2013.08.001>. ↑10
- [31] H. Aronsson, M. Abrahamsson y K. Spens, "Developing lean and agile health care supply chains," *Supply Chain Manag.*, vol. 16, no. 3, pp. 176-183, 2011. <https://doi.org/10.1108/13598541111127164> ↑10
- [32] S. M. Lee, D. Lee y M. J. Schniederjans, "Supply chain innovation and organizational performance in the healthcare industry," *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 31, no. 11, pp. 1193-1214, 2011. <https://doi.org/10.1108/01443571111178493> ↑10
- [33] P. Kelle, J. Woosley y H. Schneider, "Pharmaceutical supply chain specifics and inventory solutions for a hospital case," *Oper. Res. Heal. Care*, vol. 1, no. 2-3, pp. 54-63, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2012.07.001> ↑10
- [34] D. Dobrzykowski, V. Saboori Deilami, P. Hong y S.-C. Kim, "A structured analysis of operations and supply chain management research in healthcare (1982-2011)," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 147, PART B, pp. 514-530, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.04.055> ↑10
- [35] A. Yee-Loong Chong, M. J. Liu, J. Luo, and O. Keng-Boon, "Predicting RFID adoption in healthcare supply chain from the perspectives of users," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 159, pp. 66-75, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.034> ↑10
- [36] V. Bhakoo y T. Choi, "The iron cage exposed: Institutional pressures and heterogeneity across the healthcare supply chain," *J. Oper. Manag.*, vol. 31, no. 6, pp. 432-449, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2013.07.016> ↑10
- [37] V. Bhakoo, P. Singh y A. Sohal, "Collaborative management of inventory in Australian hospital supply chains: Practices and issues," *Supply Chain Manag.*, vol. 17, no. 2, pp. 217-230, 2012. <https://doi.org/10.1108/13598541211212933> ↑10
- [38] Rivard-Royer H, L. Sylvain y B. Martin, "Hybrid stockless: A case study: Lessons for health-care supply chain integration," *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 22, no. 4, pp. 412-424, Jan. 2002. <https://doi.org/10.1108/01443570210420412> ↑13
- [39] E. S. Schneller, L. R. Burns y L. R. Smeltzer, *Strategic management of the health care supply chain*. San Francisco, CA, USA: Wiley, 2006. ↑13
- [40] A. Håkan, A. Mats y S. Karen, "Developing lean and agile health care supply chains," *Supply Chain Manag. An Int. J.*, vol. 16, no. 3, pp. 176-183, Jan. 2011. <https://doi.org/10.1108/13598541111127164> ↑13
- [41] M. E. Kane et al., "Demanding value from our health care: motivating patient action to reduce waste in health care." *NAM Perspectives* (2012). ↑13

- [42] A. S. M. Mosa, I. Yoo y L. Sheets, "A systematic review of healthcare applications for smartphones," *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 12, p. 67, Jul. 2012. <https://doi.org/10.1186/1472-6947-12-67> ↑13
- [43] D. Q. Chen, D. S. Preston y W. Xia, "Enhancing hospital supply chain performance: A relational view and empirical test," *J. Oper. Manag.*, vol. 31, no. 6, pp. 391-408, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2013.07.012> ↑13
- [44] I. S. Karakadilar y B. J. Hicks, "Exploring the moderating role of lean production on supplier performance: An empirical study of Turkish automotive part suppliers," *Bogazici J.*, vol. 29, no. 2, pp. 73-97, 2015. <https://doi.org/10.21773/boun.29.2.5> ↑14
- [45] D. Kritchanchai, S. Hoer y P. Engelseth, "Develop a strategy for improving healthcare logistics performance," *Supply Chain Forum An Int. J.*, vol. 19, no. 1, pp. 55-69, 2018. <https://doi.org/10.1080/16258312.2017.1416876> ↑14
- [46] M. A. Rakovska y S. V. Stratieva, "A taxonomy of healthcare supply chain management practices," *Supply Chain Forum An Int. J.*, vol. 19, no. 1, pp. 4-24, 2018. <https://doi.org/10.1080/16258312.2017.1395276> ↑14
- [47] D. Adebajo, T. Laosirihongthong y P. Samaranayake, "Prioritizing lean supply chain management initiatives in healthcare service operations: A fuzzy AHP approach," *Prod. Plan. Control*, vol. 27, no. 12, pp. 953-966, 2016. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1164909> ↑14
- [48] A. J. Fong, M. Smith y A. Langerman, "Efficiency improvement in the operating room," *J. Surg. Res.*, vol. 204, no. 2, pp. 371-383, Aug. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2016.04.054> ↑15
- [49] C. Dheeraj y K. Dinesh, "Two-way assessment of key performance indicators to vaccine supply chain system in India," *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 68, no. 1, pp. 194-230, Jan. 2019. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-02-2018-0078> ↑15
- [50] G. Santos, F. Murmura y L. Bravi, "Developing a model of vendor rating to manage quality in the supply chain," *Int. J. Qual. Serv. Sci.*, vol. 11, no. 1, pp. 34-52, 2019. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-06-2017-0058> ↑15
- [51] R. Bartnik y Y. Park, "Technological change, information processing and supply chain integration: A conceptual model," *Benchmarking*, vol. 25, no. 5, pp. 1279-1301, 2018. <https://doi.org/10.1108/BIJ-03-2016-0039> ↑15
- [52] K. Danas, A. Roudsari y P. H. Ketikidis, "The applicability of a multi-attribute classification framework in the healthcare industry," *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol. 17, no. 6, pp. 772-785, Jan. 2006. <https://doi.org/10.1108/17410380610678792> ↑15
- [53] E. Ahmadi, D. T. Masel, A. Y. Metcalf y K. Schuller, "Inventory management of surgical supplies and sterile instruments in hospitals: A literature review," *Heal. Syst. (Basingstoke, England)*, vol. 8, no. 2, pp. 134-151, Jul. 2018. <https://doi.org/10.1080/20476965.2018.1496875> ↑15

-
- [54] M. Gebicki, E. Mooney, S.-J. G. Chen y L. M. Mazur, "Evaluation of hospital medication inventory policies," *Health Care Manag. Sci.*, vol. 17, no. 3, pp. 215-229, Sep. 2014. <https://doi.org/10.1007/s10729-013-9251-1> ↑15
- [55] V. Augusto y X. Xie, "Redesigning pharmacy delivery processes of a health care complex," *Health Care Manag. Sci.*, vol. 12, no. 2, pp. 166-178, Jun. 2009. <https://doi.org/10.1007/s10729-008-9086-3> ↑15
- [56] C. R. Rosales, M. Magazine y U. Rao, "The 2Bin system for controlling medical supplies at point-of-use," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 243, no. 1, pp. 271-280, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.10.041> ↑15
- [57] T. Supeekit, T. Somboonwiwat y D. Kritchanhai, "DEMATEL-modified ANP to evaluate internal hospital supply chain performance," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 102, pp. 318-330, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2016.07.019> ↑15
- [58] K. W. Park y C. Dickerson, "Can efficient supply management in the operating room save millions?," *Curr. Opin. Anaesthesiol.*, vol. 22, no. 2, pp. 242-248, Apr. 2009. <https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e32832798ef> ↑15
- [59] E. AbuKhoua, J. Al-Jaroodi, S. Lazarova-Molnar y N. Mohamed, "Simulation and modeling efforts to support decision making in healthcare supply chain management," *Sci. World J.*, art. 354246, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/354246> ↑15
- [60] J. Little and B. Coughlan, "Optimal inventory policy within hospital space constraints," *Health Care Manag. Sci.*, vol. 11, no. 2, pp. 177-183, Jun. 2008. <https://doi.org/10.1007/s10729-008-9066-7> ↑15
-

Erika Tatiana Ruíz Orjuela

Estudiante de doctorado en Ingeniería – Industria y Organizaciones, Universidad Nacional de Colombia; magíster en Ingeniería Industrial e ingeniería industrial de la Universidad Industrial de Santander; pertenece como investigadora al grupo de investigación Sociedad, Economía y Productividad (SEPRO). Sus áreas de interés son la gestión de la cadena de suministro, logística y *lean healthcare*.

Email: erruizo@unal.edu.co

Gustavo Gatica

Doctor en Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Santiago de Chile; docente de la facultad de Ingeniería de la Universidad Andrés Bello. Sus áreas de interés son la modelación matemática, enrutamiento de vehículos y logística.

Email: ggatica@unab.cl

Wilson Adarme Jaimes

Doctor en Ingeniería Industrial, magíster en ingeniería industrial, especialista en gerencia de la producción y mejoramiento continuo e ingeniero industrial; investigador senior y director

del Grupo en Sociedad, Economía y Productividad (SEPRO); profesor asociado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, con interés en gestión de la cadena de suministro.

Email: wadarmej@unal.edu.co

