



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

# GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN: EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN

## *Production management: Evolution and research trends*

PAOLA MARCELA ALZATE MONTOYA<sup>1</sup>, BRIGITH DANIELA HURTADO NIETO<sup>2</sup>,  
MARIANA GÓMEZ JIMENEZ<sup>3</sup>

*Recibido: 27 de abril de 2022. Aceptado: 23 de junio de 2022*

DOI: <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2022.v9.n18.a118>

### RESUMEN

La gestión de la producción es un tema progresivamente relevante para el sector industrial, constituido como una ventaja empresarial al integrar actividades descentralizadas fundamentales para los procesos. Las organizaciones logran optimizar sus recursos productivos y ser potencialmente sostenibles en un mundo donde la competencia es cada vez más fuerte y globalizada al incorporar mecanismos de gestión productiva. El presente estudio presenta una revisión sistemática de literatura sobre la gestión de la producción, empleando instrumentos y métodos bibliométricos. Se implementó la base de datos Scopus para la exploración bibliográfica publicada entre los años 2000 y 2021. Los resultados obtenidos fueron procesados utilizando las herramientas Bibliometric, Software R y Gephi. Los documentos fueron clasificados aplicando la metáfora del árbol, la cual, los ordena por medio de tres categorías, clásicos, estructurales y recientes, estos últimos permiten identificar las perspectivas de investigación, las cuales abordan temas como, los métodos de eficiencia energética aplicados a procesos de producción, técnicas para los sistemas de distribución en la producción y técnicas de difusión. Por último, se presenta una agenda para futuras investigaciones.

**Palabras clave:** Sistemas de gestión; Procesos de producción; Competitividad sostenible; Árbol de la ciencia.

### ABSTRACT

Production management is a progressively relevant issue for the industrial sector, constituted as a business advantage by integrating fundamental decentralized activities for the processes. Organizations manage to optimize their productive resources and be potentially sustainable in a world where competition is increasingly stronger and globalized by incorporating productive management mechanisms. The present study presents a systematic review of the literature on production management, using bibliometric instruments and methods. The Scopus database was implemented for the bibliographic exploration published between 2000 and 2021. The results obtained were processed using the Bibliometric, Software R and Gephi tools. The documents were classified by applying the tree metaphor, which orders them by means of three categories, classical, structural and recent, the latter allow identifying research perspectives, which address issues such as energy efficiency methods applied to processes of production, techniques for distribution systems in production and diffusion techniques. Finally, an agenda for future research is presented.

**Keywords:** Management systems; Production processes; Sustainable competitiveness; tree of science.

1 MSc., docente investigadora de la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables, Universidad Católica Luis Amigó. Manizales, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5406-3355>. Correo electrónico: [paola.alzateon@amigo.edu.co](mailto:paola.alzateon@amigo.edu.co)

2 Administración Financiera, Universidad de Caldas. La Dorada, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0372-3581>. Correo electrónico: [brigith.2771911353@ucaldas.edu.co](mailto:brigith.2771911353@ucaldas.edu.co)

3 Administración Financiera, Universidad de Caldas. La Dorada, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2709-8004>. Correo electrónico: [mariana.2771910507@ucaldas.edu.co](mailto:mariana.2771910507@ucaldas.edu.co)

## I. INTRODUCCIÓN

ACTUALMENTE, EL sector manufacturero se ve afectado por la insuficiencia de tiempo producto de la tardanza en acceder a las materias primas o la escasez de las mismas, situación que afecta directamente la gestión de la productividad[1]. La cuarta etapa de la evolución técnico-económica y la inteligencia artificial (IA), han generado cambios en las plantas de producción que soportan la necesidad de incrementar agentes colaboradores como software y mano de obra especializada para llevar a cabo las actividades propias de la gestión de operaciones[2]. Así mismo, estudios sugieren que, observar detalladamente las actividades en las fábricas, contribuye al éxito de las transformaciones[3]. Por esta razón, las empresas aplican sistemas de gestión, que almacenan información de procesos facilitando la identificación de problemas[4] y la evolución tecnológica dentro de los procesos de operación sistematizados[5].

La federación internacional para el procesamiento de la información (IFIP) ha influenciado en avances sobre gestión productiva, impactados por las innovaciones tecnológicas, sociales, ambientales y económicas[6]. Investigaciones afirman que el orden económico, social y ambiental es indispensable para el avance adecuado de los sistemas de gestión en las empresas[7].

El calentamiento global y, en general, el impacto ambiental es altamente considerado en todas las áreas a nivel mundial; siendo las industrias de gran interés de estudio y control por ser consideradas un foco de emisión de gases importante[8]; razón por la cual, se deben fomentar proyectos de desarrollo sostenible[9] y de optimización del control de inventarios y ahorros del uso de la energía durante las operaciones[10].

Efectivamente, la gestión por procesos cada vez es más vista en el marco corporativo ya que posibilita el estudio y rediseño radical de las empresas[11]. Mejorar la manufactura abarca aspectos como el funcionamiento de la organización y la planeación total de las operaciones[12] con lo cual, analizar la eficiencia de las decisiones gerenciales, provee un nivel de excelencia en el desarrollo de la manufactura[13]; es decir, la gestión en la producción tiene como objetivo, orientar y ajustar la circulación de recursos durante todo su ciclo de

transformación, desde el requerimiento de los materiales básicos, para los procesos de elaboración del producto, hasta la entrega de la manufactura a los clientes finales[14].

Las metodologías más aplicadas en las gestiones productivas han sido estudiado para brindar a los directivos de las empresas herramientas para una optimización adecuada de los esquemas de fabricación[15]; sin embargo, se evidencia la falta de identificación de tendencias de investigación que contribuyan a la comprensión del desarrollo actual y futuro del tema. Durante el último siglo, la gestión de la producción ha pasado de tener un propósito heurístico a convertirse en una agrupación de normas y prácticas avanzadas[16].

El presente artículo busca resolver los siguientes cuestionamientos para enfatizar y profundizar en el campo de estudio, la gestión de la producción: ¿Qué trabajos, autores, institutos y naciones son más relevantes en este campo? ¿Qué direcciones está tomando la investigación? ¿Cuál es la evolución en esta área del conocimiento?

Recientemente, se efectuó una revisión crítica sobre los datos que se deben tener en cuenta para tomar decisiones eficientes en los diversos procesos de fabricación[17], para ello, se lleva a cabo un análisis crítico, acerca de las metodologías más aplicadas en las gestiones productivas, para brindarles a los directivos de las empresas las más convenientes y así optimizar los esquemas de fabricación; sin embargo, en los documentos identificados no se detienen a examinar información sobre el desarrollo y las tendencias de investigación que surgen, para resolver las dudas planteadas.

Para el desarrollo del presente trabajo, se realizó una revisión del estado y la evolución tecnológica aplicada al mejoramiento, el control, seguridad y eficiencia de la gestión de la producción, junto con las estrategias que contribuyen a la reducción en los tiempos de inmovilización. El estudio sistemático de literatura implementó instrumentos y métodos bibliográficos como la base de datos Scopus[3], en un intervalo de tiempo del año 2000 al 2021, teniendo en cuenta que la organización, la observación y la sistematización son funciones de gestión estándar, sujetas a ser ejercidas por métodos automatizados[18], en herramientas para re-

copilar datos como Science Direct, Web of Science, JSTOR, ProQuest & Emerald Insight. En total, se sometieron a revisión 74 publicaciones, producto del análisis bibliométrico sobre IA en la gestión productiva. Los resultados fueron tratados mediante el Software R, implementado el análisis de red basado en los estudios[19] y[20], donde la metáfora del árbol es aplicada para clasificar la información en tres partes: raíz, tronco y hojas. Posteriormente, se identificaron las tendencias que nacieron del estudio sobre el tema, y los escritos esenciales en cada grupo.

En síntesis, este documento está estructurado en cuatro secciones. La primera, desarrolla la metodología para consultar, organizar y procesar los documentos; seguidamente, se expone la información extraída del análisis bibliométrico; a continuación, se presenta la red social del tema mediante comparaciones entre conceptos, de la cual, se extraen las tendencias y puntos de vista que surgen de la investigación. Finalmente, se sintetizan los resultados, limitaciones y sugerencias para futuras investigaciones.

## II. METODOLOGÍA

El presente artículo fue desarrollado en dos etapas: mapeo científico del campo de conocimiento, el cual se efectuó con base en el análisis bibliométrico de la producción científica identificada en Scopus; y el análisis de red, para el reconocimiento de los datos más destacados sobre la gestión de la producción y la determinación de los criterios de relevancia investigativa.

## III. MAPEO CIENTÍFICO

Con el objetivo de hacer un mapeo científico y realizar un análisis de productividad, se aplicaron cinco procedimientos bibliométricos recomendados por Zupic & Carter[21]: estudio de citas, investigación de la coincidencia de términos, análisis de citas de otros documentos, análisis de coautorías y un estudio del conjunto de citas relacionadas entre varios autores. Se implementó la base de datos Scopus, debido a la cantidad de artículos registrados allí y a su posición de renombre global[22],[23]. Los criterios de exploración y de inclusión se presentan en la Tabla I.

Tabla I. Criterios de Búsqueda

Bases de datos	Scopus
Periodo de consulta	2000-2021
Fecha de consulta	septiembre 24, 2021
Tipo de documento	Artículo, libro, capítulo de libro, documento de conferencia
Tipo de revista	Todos los tipos
Campos de búsqueda	Título
Términos de búsqueda	"Production management"
Resultados	817

Fuente: Elaboración propia.

Los índices de búsqueda proporcionaron 817 resultados en Scopus. La herramienta empleada en el estudio bibliográfico fue Bibliometrix[24], debido a su practicidad de uso y a las múltiples funciones verificadas en otros estudios[25]-[31].

## IV. ANÁLISIS DE RED

Los resultados extraídos de la base de datos Scopus fueron procesados mediante el Software R, para exponer la bibliografía y organizar la cadena de referencias usando como guía la teoría de grafos; esta última, como recurso para agilizar la obtención de datos respecto a las tipologías y rasgos distintivos de la red, al igual que, de cada uno de los artículos que la conforman[32],[33]. Posteriormente, se emplearon tres indicadores bibliométricos: basados en Wallis[32]: Indegree, en la cuantificación de las ocasiones que otros autores citan un texto; Outdegree, en el establecimiento del número de ocasiones en las que un nodo específico mencionó a otros o el número de uniones de cada escrito; y Betweenness, en la identificación del nivel de mediación y ubicación de cada componente interno de la red[34], y el uso de referencias en el trabajo y cita de los demás[35].

Los indicadores indegree, outdegree y betweenness fueron implementados en la red para facilitar el ordenamiento a través de la metáfora del árbol[19],[20]. En función de lo planteado, tres clasificaciones fueron constituidas: Las raíces (alto indegree), para analizar los artículos tradicionales

y de importancia hegemónica teórica en el interior del tema, específicamente, los referenciados que no mencionan a terceros[32]; el tronco (alto betweenness), donde se sitúan artículos que referencian pero simultáneamente son citados por otras personas[35], y que asocian los trabajos estructurales, que son los que unen la razón teórica de los clásicos, con los estudios contemporáneos presentes; y las hojas (alto outdegree), las cuales se enfocan en los escritos actuales que mencionan los otros autores[32], estos documentos reflejan las propensiones contemporáneas, que asientan los estudios en el tema o igualmente mencionados criterios, estableciéndose como los frentes de estudio emergentes. Este proceso metódico se ha aplicado y verificado en investigaciones anteriores[36]–[43].

En última instancia, se encuentra la red de conocimiento del campo de investigación, integrada en su totalidad por los artículos hallados en la base de datos y, sus referencias correspondientes, esto significa que se involucran textos de diferentes fuentes bibliográficas, no solo los identificados en Scopus, sino también, en otras bases de información y trabajos científicos. Esta exploración de redes o mapa de cocitaciones, facilita la observación de la organización de un tema y el reconocimiento de subcampos o metodologías de estudio[44],[45]. Se aplica la herramienta Gephi, de forma que se visualice fácilmente el esquema de la cadena de conocimiento científico del cam-

po de investigación acerca de la economía social y solidaria (ESS)[46].

## V. RESULTADOS

Para demostrar la transformación y tendencias de la gestión de la producción, se realizó un análisis del número de publicaciones encontradas en la base de datos Scopus entre los años 2000 y 2021, obteniendo como resultado la información presentada en la Fig. 1. Dentro del análisis, se ubica al año 2010 como punto de partida del crecimiento en las publicaciones sobre investigación científica de la producción. Como resultado, en los últimos 5 años, se ha registrado aproximadamente el 29% de las publicaciones sobre el tema. Sin embargo, la tasa de crecimiento anual arroja un resultado del 6%, indicando que el campo de investigación ha crecido de forma lenta, en consecuencia, su número de publicaciones disminuye, debido a la trayectoria de estudio. En otras palabras, se ha perdido participación en el tema, por el tiempo que lleva siendo explorado.

Las diez revistas con mayor importancia respecto al número de publicaciones se presentan en la Tabla II. La información detallada se encuentra relacionada con el indicador Journal Rank (JR) 2020 encargado de calcular el efecto científico de un artículo dentro de una revista (SJR - SCImago Journal y Country Rank, 2020), el h-index obtenido de SJR y la nacionalidad a la que corresponde cada una.

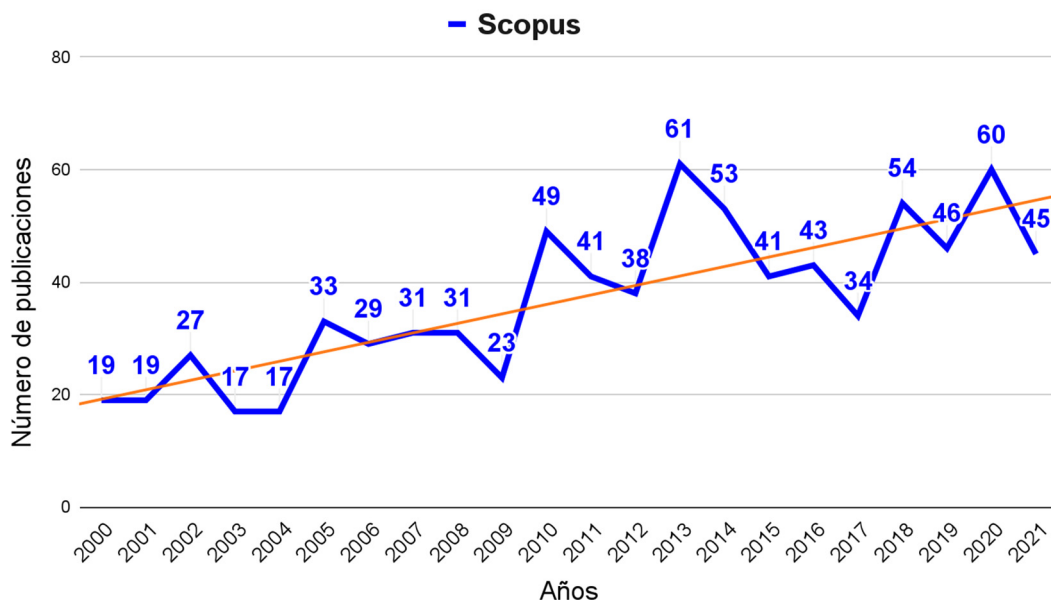


Fig. 1 Número de publicaciones por año. Fuente: Elaboración propia.

Tabla II. Principales Revistas

Fuente	Número de registros	Porcentaje del total	SJR 2020	Q*	H index (SJR)	País	Área Temática
IFIP Advances In Information And Communication Technology	52	6,36	0,19	Q3	53	Estados Unidos	Ciencias de la Computación y Ciencias de la decisión
Advanced Materials Research	20	2,45	0	-	38	Alemania	Ingeniería
International Journal Of Operations And Production Management	20	2,45	2,16	Q1	138	Reino Unido	Negocios, Gestión y Contabilidad y Ciencias de la decisión
Iop Conference Series Materials Science And Engineering	19	2,33	0	-	44	Reino Unido	Ingeniería y Ciencia de los Materiales
Advances In Intelligent Systems And Computing	13	1,59	0	-	41	Alemania	Ciencias de la Computación e Ingeniería
ZWF Zeitschrift Fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb	11	1,35	0,25	Q3	14	Alemania	Negocios, Gestión y Contabilidad e Ingeniería
Applied Mechanics And Materials	10	1,22	0	-	33	Suiza	Ingeniería
Proceedings SPE Annual Technical Conference And Exhibition	9	1,10	0,28	-	73	Estados Unidos	Energía
International Journal Of Production Research	8	0,98	1,91	Q1	142	Reino Unido	Negocios, Gestión y Contabilidad, Ciencias de la decisión e Ingeniería
Lecture Notes In Networks And Systems	8	0,98	0,17	Q4	14	Suiza	Ciencias de la Computación e Ingeniería

\* Cuartil.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados sugieren que la revista IFIP Advances In Information And Communication Technology, de Estados Unidos, presenta el mayor número de artículos difundidos con un total de 52 registros, correspondientes al 6,4% del total de las publicaciones; mientras, la revista International Journal Of Production Research, del Reino

Unido, tiene el mejor índice H con un puntaje de 142, y una participación del 0,98% de los trabajos publicados, representando una menor proporción en comparación a la revista que ocupa el primer lugar, sin embargo se interpreta que es la revista más importante dado su cuartil (Q1) e índice H. Así mismo, se identifica una alta intervención de

revistas en los países europeos, resaltando a las revistas de Reino Unido y Alemania, los cuales tienen un índice H sobresaliente en el top 10, sumando entre los dos una participación aproximada del 13,34%; 5,76% perteneciente a las revistas de Reino Unido, y 5,39% a Alemania.

En la tabla III se evidencian los 10 autores con una preponderancia de publicaciones en Scopus y relevancia significativa en el campo de estudio, siendo Carlos Raymundo el de mayor número de publicaciones (10) y Lauri Koskela la autora más referenciada con una puntuación de 3.934 citaciones y un índice H de 30. Otros autores con gran reconocimiento son Dimitris Kiritsis con un total de 7 publicaciones y 3.033 citaciones, otorgándole el segundo puesto en reconocimiento de índice H; y Günther Schuh con 5 publicaciones y 3.832 citaciones. Adicionalmente, se identifica que la mayor parte de los autores pertenecen a Europa con el 66% del total del número de publicaciones.

La Fig. 2 presenta la red de cocitaciones y la red de colaboración entre autores obtenida con el instrumento Bibilometrix. Los 20 autores más citados se detallan en la figura, siendo el tamaño del nombre equivalente al número de publicaciones realizadas. Entre los investigadores más importantes sobresale Lauri Koskela de la universidad de Huddersfield en Reino Unido, identificado por ser el profesional más referenciado en la gestión de la construcción y áreas semejantes, también por su trabajo como docente en gestión de producción y proyectos teóricos. Así mismo, se encuentra Dimitris Kiritsis de Estación 9 en Suiza, conocido docente con intereses de estudio como la filosofía jurídica y política, la teoría constitucional y los derechos humanos. En tercer lugar, Gunther Schuh, ingeniero Alemán y director del instituto de investigación para la Racionalización, hace parte de la junta directiva del laboratorio de máquinas herramientas WZL y de la institución Fraunhofer de Tecnología de Producción.

Tabla III. Principales autores por bases de datos

No.	Autor	Número de publicaciones	Número de citaciones	Índice H	Institución	País
1	Raymundo, Carlos	10	282	8	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas	Perú
2	Koskela, Lauri	9	3.934	30	University of Huddersfield	Reino Unido
3	Domínguez, Francisco	7	77	4	Universidad Rey Juan Carlos	España
4	Kiritsis, Dimitris	7	3.033	28	Station 9	Suiza
5	Jelačić, Denis	6	205	9	Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet	Croacia
6	Kotzé, Elmarie	6	213	9	Universidad del Estado Libre	Sudáfrica
7	Loke, Palo Francis	6	60	4	Universidad del Estado Libre	Sudáfrica
8	Dušak, Marko	5	28	2	Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet	Croacia
9	Schuh, Günther	5	3.832	23	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	Alemania
10	Aguilar-Martín, José	4	385	9	Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systemes	Francia

Fuente: Elaboración propia.

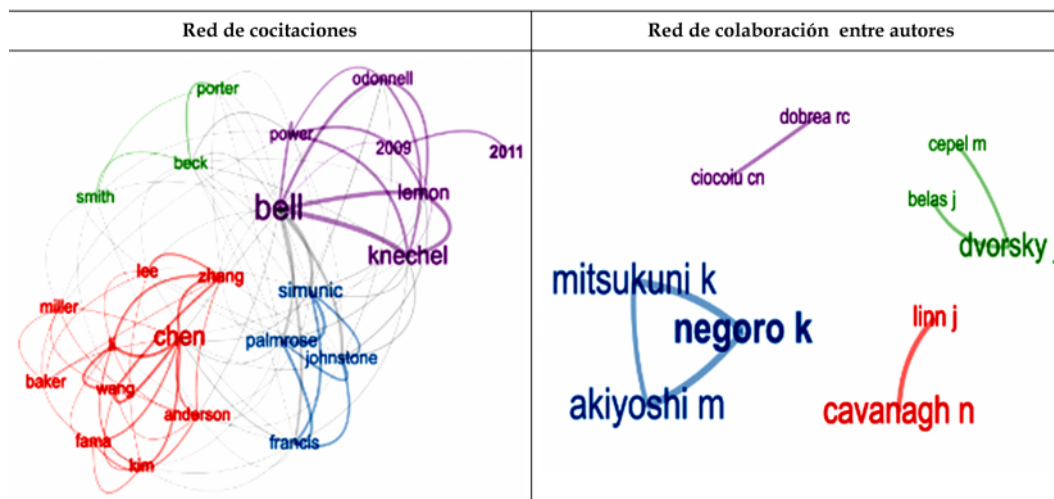


Fig. 2 Redes de autores. Fuente: Elaboración propia.

Las 10 principales afiliaciones de las publicaciones se encuentran en la Tabla IV, donde la Universidad Peruana de Ciencias aplicadas, es la institución que más aportes ha realizado, con un total de 18 publicaciones; en segundo lugar, se encuentra la universidad Rey Juan Carlos con 14 resultados; seguida de la universidad de Schlumberger Limitada con una puntuación de 12 difusiones. Así mismo, se destacan las Universidad de Salford, de Zagreb y el Politecnico de Milano, con 9 publicaciones cada uno. Con relación a los países de pertenencia de las publicaciones, se identifica Perú como líder en las mismas (18) seguido de España (14) y Estados Unidos (12).

La Tabla V relaciona los países con mayor registro de publicaciones. China ocupa el primer lugar con un número de 173 publicaciones, correspondiente al 21,2% del total de trabajos referente al tema de interés; a continuación, se encuentra Estados Unidos con 85 publicaciones (10,4%). Los países pertenecientes a Europa suman una participación del 23,5%.

La colaboración entre países, separadas por naciones que presentan mínimo 3 uniones entre ellas, evidencian los dos grupos más importantes de contribución debido a sus participaciones sobresalientes: China y Reino Unido; y Estados Unidos y Alemania.

Tabla IV. Afiliación

No.	Institución	Número de publicaciones	País
1	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas	18	Perú
2	Universidad Rey Juan Carlos	14	España
3	Schlumberger Limited	12	Estados Unidos
4	University of Salford	9	Reino Unido
5	University of Zagreb	9	Croacia
6	Politecnico di Milano	9	Italia
7	Univerza v Ljubljani	8	Eslovenia
8	Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet	8	Croacia
9	National Taiwan University	7	Taiwán
10	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	7	Brasil

Fuente: Elaboración propia.

Tabla V. Listado de países

País/Región	Número de publicaciones		Colaboración entre países
	Scopus	% del Total	
China	173	21,2%	
Estados Unidos	85	10,4%	
Alemania	51	6,2%	
Rusia	46	5,6%	
Brasil	45	5,5%	
Reino Unido	42	5,1%	
Japón	33	4,0%	
Francia	28	3,4%	
Perú	26	3,2%	
España	26	3,2%	

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos a partir de titulaciones y términos relevantes de textos relacionados con el campo de estudio seleccionado se presentan en la Fig. 3. Los resultados establecen una diferencia en el tamaño de los términos evaluación de riesgos, riesgos empresariales y gestión de riesgos, debido a la tendencia generada por el uso e identificación de estas temáticas. En menor proporción, sobresalen expresiones como análisis de riesgo, artículo y Estados Unidos. En general, se obtienen en su totalidad palabras con una mayor y menor participación, todas necesarias dentro de la temática, así como, costos, gestión de proyectos, toma de decisiones, entre otras.

## VI. ANÁLISIS DE RED

Para analizar de manera crítica el campo de estudio y observar su evolución, se presenta el árbol de la gestión de la producción (Fig. 4), donde se detallan los artículos más influyentes, de manera que, se seleccionan los escritos con el indicador más numeroso y, se ordenan por medio de la analogía del árbol de la ciencia, mencionado en la metodología. El estudio presenta 3 grupos: cinco clásicos (raíz), cinco estructurales (tronco) y treinta perspectivas (hojas) que se emplearán posteriormente en el algoritmo de clusterización, que consta de subáreas expuestas en las hojas[47].



Fig. 3. Coocurrencia de palabras. Fuente: Elaboración propia.

## VII. DOCUMENTOS HEGEMÓNICOS (RAÍZ)

Los documentos clásicos pertenecientes a la raíz (Fig. 4) reconocen algunas situaciones en relación al impacto que ejercen las organizaciones al medio ambiente, abordan temas como el cambio constante y la flexibilidad que deben tener las empresas para ser competitivamente sostenibles, la gestión de los procesos obstaculizados debido a la mala distribución de actividades o incomunicación entre las partes productivas; por último, analizan el rango de adaptación de los sistemas de información empresarial de la construcción (CEIS) determinando los puntos clave del éxito y las ventajas de su ejecución.

Uno de los artículos científicos considerado hegemónico es el expuesto por[48] donde se proponen



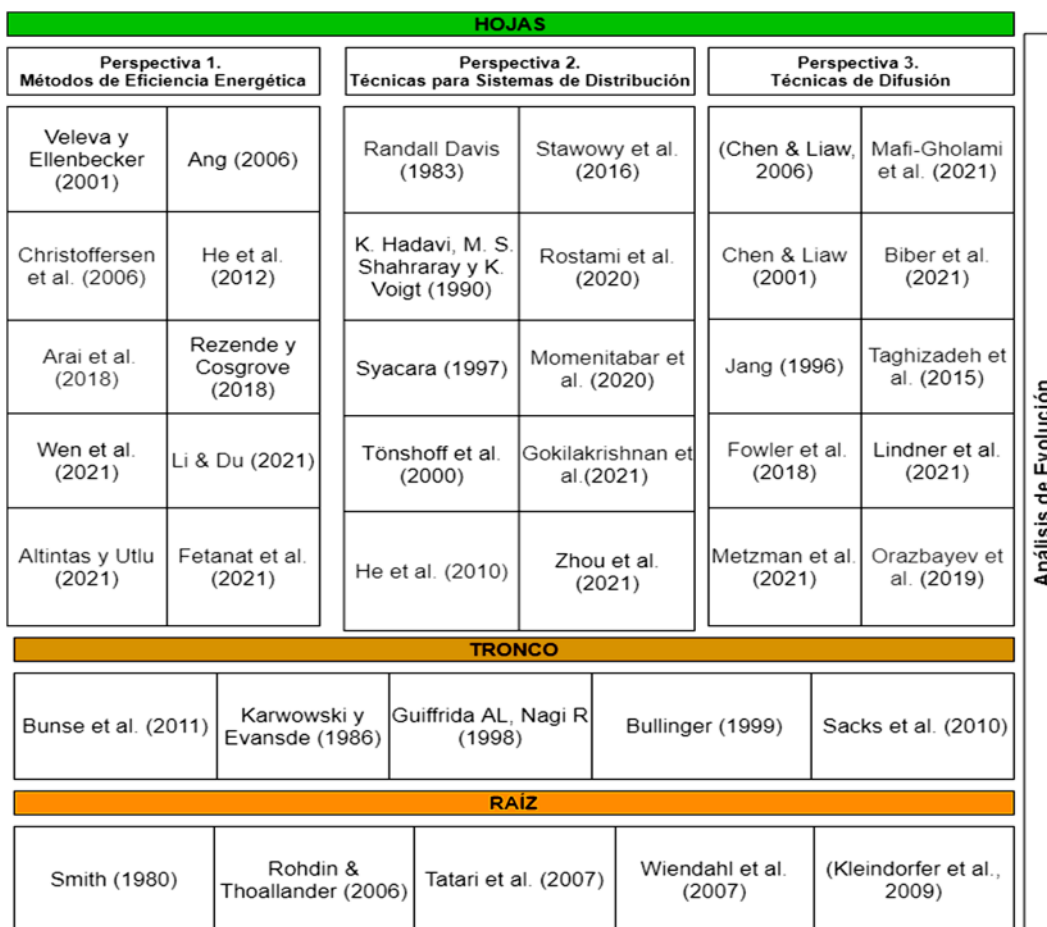


Fig. 4. Árbol de la gestión de la producción. Fuente: Elaboración propia

mecanismos de organización de actividades que mejoran la comunicación al momento de gestionar la asignación de recursos para lograr un nivel minucioso de control, que previene o resuelve cuellos de botella; así mismo el autor aporta un instrumento que logra característicamente un elevado grado de interacción entre las áreas de producción para realizar actividades colectivas, para ello distingue la utilidad de negociación como elemento clave de interrelación, logrando un mejoramiento en la distribución de la responsabilidad para manejar moderadamente el material básico evitando problemas en el flujo de producción.

En el mercado global, las industrias deben ser flexibles y poseer la capacidad de adaptación al cambio con el fin de mantenerse a la vanguardia. El trabajo de [49] manifiestan los estimuladores de cambio y como ponerlos en práctica, explicando cómo reconfigurar los procesos de manufactura,

analizando los planes de reestructuración en la producción, control y proyección, concluyendo que la variabilidad tiene un efecto positivo financieramente, a pesar de la inviabilidad por establecer un plan general de organización que tenga respuesta a todas las situaciones que se puedan presentar.

Más adelante, [50] ofrecen un análisis a partir del sondeo en una población, explicando la eficiencia en la adaptación de los CEIS para determinar los puntos claves del éxito y las ventajas de su ejecución. Los resultados mencionados sugieren que el 48% de las entidades planifican los recursos corporativos, sin embargo solo el 4% eligieron utilizar patrones de gestión de planificación comerciales, en cambio el 16% estaban a gusto con la incorporación por el CEIS y a raíz de la falta de disposición de la planificación de la misma, el porcentaje es de 9% en todas las empresas contactadas.

A causa de la preocupación ambiental, las empresas han dado un giro en la industrialización para proteger el medio ambiente, la sociedad de gestión de producción y operaciones (POMS) busca mejorar la práctica, para ello crearon un informe donde se evidencian los cambios de triple resultado, este abarca la relación entre las personas, las utilidades y el entorno. La POMS integra actividades descentralizadas que son importantes para llegar al objetivo[51]. P. Rohdin and P. Thollander, en su documento demuestran que las estrategias políticas energéticas para suprimir maquinaria improductiva, hace que el consumo eléctrico sea bajo; además el alto costo de la electricidad direcciona el adecuado enfoque de la misma[52]. Por otro lado, se analiza la necesidad de tener personal con auténtica ambición y competencia para maximizar la eficiencia y el apoyo en la gestión de la inversión.

## VIII. DOCUMENTOS ESTRUCTURALES (TRONCO)

Los artículos relacionados a continuación hacen referencia a la intermediación (tronco), de manera que, se recopilan datos acerca de temas como la teoría de conjuntos difusos y su evolución en el sector industrial, igualmente, se plantean modelos de desarrollo inteligente que las entidades deben reconocer para lograr el éxito propio; por otro lado, por medio del proceso KanBIM se obtuvo información, acerca de las exigencias para la aplicación y dirección de la gestión de servicios de producción en la construcción y, finalmente, se investigan las situaciones que han ocasionado que las manufactureras tomen en cuenta el uso de la eficiencia energética en las transformaciones.

Uno de los documentos reconocido como estructural es el presentado por[53], en el cual, se exponen perspectivas clásicas para hacer frente a las principales utilidades de la metódica difusa que se abarcan en campos de gestión de la producción, relacionados con la innovación en la fabricación, la preparación de espacios, la gestión de la fabricación humana, la dirección de inventarios, la calidad y otros procedimientos de las industrias, sin embargo, su aplicación se debe profundizar en la investigación del área, antes que en los departamentos de gestión de producción autorice el manejo en sus procesos.

Con el paso de los años, la aplicación de la teoría de conjuntos difusos ha aumentado. Los investigadores[54], establecieron que la teoría ha sido usada, en casi todos los campos clásicos de estudio sobre producción que solicitan una observación extra. Actualmente es empleada en inconvenientes de ingeniería, comercio, ciencias de la salud y naturales. Un año después,[55] aplicó un software llamado intranet para proporcionar datos según la necesidad de los usuarios, siendo una base de desarrollo inteligente para asegurar el éxito económico en un periodo extenso dado el fácil acceso y uso del mismo.

Para identificar el movimiento de las labores en los sistemas de inspección, las variables de extracción y la contribución entre los integrantes internos y externos de una empresa, los indagadores[56] por medio del proceso de KanBIM lograron obtener información acerca de las exigencias para el uso y gestión de los sistemas de producción centrado en Modelos integrados de Desarrollo (BIM) para la construcción, estos requerimientos se originan de un estudio, en el cual, se identificó un método, se crearon y ejecutaron modelos de interfaz usando un ordenador táctil para la correspondencia y se analizó el campo con entidades fabricantes.

El último documento analizado, dirigido por[57] establecen que el efecto invernadero, el alza de precios de la energía y la conciencia ambiental en las personas, ha generado que tanto el estado como las organizaciones se preocupen por la eficiencia energética en los procesos de fabricación, en efecto, para mitigar los costos y consumos de energía en las empresas, es necesario aplicar sistemas de gestión evolutivos que identifiquen la temática como un factor importante en relación con los procesos técnicos.

### **Perspectiva 1. Métodos de Eficiencia Energética aplicados a procesos de producción**

De forma general, en esta perspectiva se analizan diferentes metodologías aplicadas a los procesos de producción en empresas manufactureras, con el objetivo de dar a conocer, explicar y consolidar el uso eficiente de energía, ya que, actualmente a nivel mundial, el ahorro energético, la precaución medioambiental y el desarrollo sostenible, se han convertido en estrategias necesarias para lograr el éxito en las organizaciones.

En el primer escrito,[58] proponen un instrumento que fomenta la sostenibilidad empresarial, por medio de indicadores de producción, busca medir el desarrollo de sistemas responsables, para aumentar la productividad o mejorar los procesos de manufactura, como resultado, al enfocar a las empresas a emplear prácticas sostenibles, se generan conductas de aprendizaje organizacional y un interés en el mejoramiento de la medición de los logros obtenidos. Por otro lado, los autores[59] llevan a cabo una investigación acerca de una entidad de Moldeo por inyección de termoplásticos, distinguida por el elevado gasto energético, debido a, la índole de sus fases productivas, con el fin de, establecer la energía eléctrica productiva y no productiva incluida en la manufactura, en efecto, los hallazgos reflejan un mayor conocimiento del desgaste de corriente en los dispositivos y ofrecen datos de estrategias viables para economizar y controlar actividades en el campo productivo.

En otro documento,[60] muestran los tres ciclos de un sistema renovador de Mapeo del Valor Energético (EVM) con el objetivo de, incorporar sistemáticamente la actividad energética dentro de los procesos productivos, en este estudio, los efectos reflejaron que la solicitud de energía en las industrias puede aminorarse si se incrementa el uso de energía y tiempo. Además, Dado que la energía, el entorno ambiental y el desarrollo sustentable son cada vez más importantes[61] en su artículo, estudia conceptos tradicionales hallados en investigaciones sobre el campo energético, buscando minimizar la transmisión de ácido carbónico y otros gases que producen calentamiento global; en sus hallazgos, establece que se espera los indicadores sostenibles sigan desempeñando un papel en el suministro de información, para que los delegados que formulan las políticas, aborden estos temas a nivel mundial.

En la quinta investigación,[62] analizaron de forma sincrónica el nivel de consumo energético y el rendimiento de una planta de producción, en vista de que el ahorro de energía y el progreso sustentable han tomado fuerza a nivel mundial. Igualmente[63] plantearon un modelo de consumo de energía conducido a labores para el proceso de producción automatizado, que permite escoger las transformaciones adaptables de trabajos para mejorar el ahorro de energía. Los efectos reflejan una perspectiva eficaz del gasto energéti-

co en los procesos de producción automatizado, que contribuye a una toma de decisiones efectivas acerca de la optimización del ahorro de energía.

Del mismo modo, para verificar el empleo de la gestión energética en las fábricas,[64] analizaron las empresas industriales de Dinamarca presentando un modelo probabilístico que simplifica dos patrones de administración de la energía y dos probables caminos que dirigen a manejar mejor el ahorro, se determina que una cantidad mínima de organizaciones en el país, emplea la administración energética. Más tarde,[65] indagaron el nivel de evolución del internet y la forma en la que interviene en el manejo eficiente de la energía, encontrándose que para incrementar la eficiencia energética se debe generar, consolidar y difundir el uso de internet en las entidades industriales, además, es necesario mejorar la edificación de la red empresarial, optimizando la destinación de recursos y modificando la desviación del mercado.

De forma distinta los observadores,[66] explicaron la correlación entre la Gestión de relaciones (CRM) y la Gestión de riesgos empresariales (ERM), como instrumentos para estudiar el desarrollo de la razón estratégica en sucesos de dirección, con el objetivo de obtener una ecuanimidad competente entre los dos conceptos, que son integrantes de un campo especulativo de juegos centrado en la elección de opciones multi objetivas. Desde otro enfoque,[67] investigaron el manejo de energía del campo de producción eléctrico y el medio ambiente por medio del manejo de la teoría de juegos, formando un enfoque de ayuda en la determinación de una decisión multi objetiva y estableciendo las elecciones necesarias para la administración de energía en los campo de producción eléctrica (EPS).

Como resultado, se obtienen prácticas desarrolladas en diversos países, con enfoques equivalentes y procedimientos diferentes, todos relacionados con la eficiencia energética, basados en encuestas, programaciones sistemáticas e investigaciones, para fomentar la conciencia del cuidado del planeta.

## **Perspectiva 2. Técnicas para los sistemas de distribución en la producción**

Esta perspectiva se enfoca en cómo las empresas pueden encontrar en los programadores computacionales matemáticos soluciones a varios

obstáculos a los que se enfrentan en la cadena de suministro o producción. La mayoría de las técnicas que se abordan a continuación tienen como objetivo maximizar la productividad y los recursos, optimizando el costo de la industrialización hasta el precio final para el cliente.

El autor clásico[68], en su artículo describe la idea de resolución distribuida identificando como solución colectiva a la deficiencia de las técnicas de resolución de contratiempos. Presenta una red de contratos que precisa la información a suministrar entre las partes interactivas para mejorar el flujo de producción, dando pie a la metáfora de la negociación que es un mapa donde incluye los nodos del área a estudiar. Unos años después[69] crearon otra programación dinámica inteligente titulado REDS que involucra la IA y la investigación operativa para encontrar respuestas admisibles pero no por completo óptimas de acuerdo con las necesidades; sin embargo, su finalidad era maximizar la asignación de recursos, moldeando los procesos y por último hacer una retroalimentación a largo plazo integrando los hallazgos.

Del mismo modo, los autores[70] también se basaron en un prototipo que resuelve situaciones donde se involucran agentes asociados con una actividad colectiva o con recursos, utilizando una técnica de coordinación eficaz de planificación de la distribución de las tareas, por medio de enfoques informáticos que fortalecen el acondicionamiento y rentabilidad del cambio. Igualmente,[71] establecieron un sistema de software denominado mediador, éste aumenta el grado de integración de la toma de decisiones en los procesos, mediante un lenguaje informático XML que coordina la cadena de producción entre diferentes plantas de producción. Este software proporciona un mejoramiento comunicativo para la negociación descentralizada para la utilización y distribución óptima de los recursos.

Igualmente,[72] plantearon un modelo con diversos agentes simplificando la gestión y el proceso de producción de Songyang Paper Cup Co. al mantener una comunicación asertiva para transmitir los pedidos correcta y efectivamente, mejorando el flujo de trabajo y la eficacia. Por otro lado, el artículo de[73] indicó que las empresas tienen sistemas de información complicados y que al implementar estrategias que favorezcan la gestión

en la toma de decisiones los lleva a una aplicación con éxito, recomendando utilizar reglas comerciales orientadas a la relación con el comprador, marketing, ingeniería, transporte y fabricación.

Apoyando a los otros precursores, el estudio desarrollado por[74] proporcionó una solución a corto plazo para optimizar la eficiencia, objetando una respuesta desde una gran escala para llegar al problema central. Seguido a esto[75] analizaron el costo de la aplicación del programador y la tasa del exceso de consumo de corriente durante el proceso de producción, demostrando que emplear paneles solares responde efectivamente a la baja demanda energética, satisfaciendo la necesidad del alto costo del rendimiento.

Otros autores[76] presentaron un estudio temático sobre la interrelación entre la producción y la distribución, donde se explicaron métodos con la capacidad de dar respuesta a una tendencia de la optimización no tradicional y métodos matemáticos acogidos por los investigadores, intentando igualar la oferta y la demanda de acuerdo a la producción. De igual manera[77] en pro de mejores sistemas de cálculos y almacenamiento proponen un marco de en pro de mejorar los sistemas de cálculos y almacenamiento propusieron un marco de optimización multipropósito de varios servicios en la nube y métodos de cálculo, además de aprendizajes y un algoritmo evolutivo para optimizar los recursos.

En general, todos los autores ofrecen diversas soluciones a factores similares en el intento por resolver un problema descentralizado. Las técnicas desarrolladas representan cambios de eficiencia en las empresas resolviendo problemas de alta complejidad y satisfaciendo necesidades de la industria.

### Perspectiva 3. Técnicas de difusión

A través de los años, las organizaciones han incorporado el reto de fomentar una competitividad sostenible, para ello han recurrido a diversos métodos difusos que se encargan de analizar y agrupar patrones que permiten una mayor productividad. Ésta perspectiva se enfoca en exponer técnicas de difusión para saciar la necesidad de las empresas, de mantenerse firme y focalizar su producción a la optimización vinculándola con una

reducción de costos en la transformación del producto.

Enfocando el rendimiento del recurso y la competitividad del producto, los escritores[78] a través de una investigación de agrupamiento difuso aplicado a 50 empresas en Taiwán, mostraron que la aquella con un patrón eficiente en la gestión de la producción se considera un estándar a seguir para implementarlo en otras empresas. Años después, los mismos autores precisaron que es necesario establecer un muestreo sólido para llevar a cabo el estudio, aclarando que esta técnica de gestión en la producción es aplicable solamente para las empresas involucradas en la investigación[79]. Para determinar el proceso y sus defectos, el autor[80] presentó por medio de una valoración centrada en los caracteres de productividad un reconocimiento de patrones divididos en dos grupos, agrupación y clasificación difusas a partir de una muestra de 23 empresas taiwanesas.

Actualmente el Fuzzing es una gran herramienta para detectar errores en los sistemas de producción, este test es muy popular desde el 2020 gracias a su alto nivel de eficiencia. Los autores[81] decidieron desarrollar una plataforma llamada FuzzBench que evalúa los Fuzzers, la cual se volvió muy popular en aras a convertirse en el programa estándar para analizar los test y su eficacia. Por otro lado, los escritores[82] elaboraron en su artículo un test que detecta fallas en los sistemas de seguridad vehiculares a fin de contrarrestar los frecuentes ciberataques con el fin de evitar la vulnerabilidad de la conexión de celulares a los automóviles en el proceso de ingeniería automotriz.

De otra forma, los autores[83] presentaron un análisis de la diversidad biológica y el servicio ambiental, utilizado como beneficio la lógica difusa para reconocer la capacidad de la difusión racional y así tantear el suministro de asistencia a los servicios ambientales. La observación se basa en la intermediación a los procesos de apreciación humanos, debido a que, proporcionan la creación de organizaciones de contacto de los efectos desde la perspectiva de especialistas encargados de desarrollos de gestión, norma y acuerdos igualitarios. También,[84] aportaron en el avance de la creación de restricciones para la diversidad biológica sostenibles, explicando las hipótesis para la transformación de funciones precisas que simbolizan el

efecto del manejo del terreno y métodos de variedad de vida.

En otro documento,[85] propusieron un método para modelar y gestionar de forma sostenible el proceso de eliminación de los recortes de perforación en condiciones marinas en un entorno difuso utilizando un sistema de inferencia difuso, para obtener una solución más adecuada al problema real en condiciones de producción. Asimismo,[86] usaron un modelo de planeación difusa, para dirigir su estudio relacionado con los gastos productivos y el incremento de ingresos logrando así, dos metas, minimizar el valor de la fabricación e incrementar las utilidades.

Como último análisis, los investigadores[87] establecieron una visión difusa sobre la valoración de la debilidad de los factores sociales y ecológicos de áreas bióticas, uniendo indicadores medioambientales, y enfoques económicos para conceder datos decisivos para focalizar la terminación del sostenimiento y organización de la aclimatación y ayudar a la aplicación de finalidades de progreso sustentable.

## IX. CONCLUSIONES

Debido a la constante preocupación de las empresas por lograr flexibilidad al cambio y ser competitivamente sostenibles, su enfoque está en la gestión de la producción, siendo éste el fundamento del presente artículo, donde se lleva a cabo, una revisión bibliométrica planteando el progreso de las investigaciones desarrolladas sobre el tema, tomando como referencia temporal el periodo de tiempo comprendido entre los años 2000 y 2021, manifestándose como la etapa de mayor crecimiento en aportes teóricos del campo. Del mismo modo, se realizó un mapeo científico y un análisis a través de la metáfora del árbol, que posibilitó una revisión minuciosa de literatura utilizando como mecanismo de búsqueda la base de datos Scopus como fuente de información. En este estudio se incorporó el uso de las herramientas Bibliometrix, software R y Gelphi, que permitieron efectuar la observación.

Se identificó que entre los años 2000 y 2021, el total de publicaciones catalogadas en la base de datos Scopus ascendió a 817 documentos vinculados

al campo temático, proponiendo como punto de estudio los últimos 5 años desde el 2017 hasta el año 2021 abarcando el 29% de las publicaciones, debido al lento crecimiento atribuido a la madurez del tema. En término de participación, China es el país con mayor número de investigaciones con un 21,2% de publicaciones durante los años focalizados; siendo éste y el Reino Unido los países destacados en la red de colaboración entre países.

El autor Carlos Raymundo tiene el mayor número de producciones literarias, pero la escritora Lauri Koskela es la más referenciada con un índice H de 30 y, por último, la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas es la institución que más aportes ha realizado con un total de 18 registros sobre la gestión de la producción.

Los documentos hegemónicos analizados en este artículo, se orientaron hacia la perfección del desarrollo comunicativo entre las plantas de procesamiento, evitando así la obstaculización de la transformación de la materia prima y los cuellos de botella, para ello los autores clásicos plantearon sistemas de gestión de la producción, integrando así las actividades descentralizadas que son puntuales para la correcta evolución de la manufactura, permitiendo así la reestructuración del plan de control y proyección de la productividad.

Respecto a los escritos estructurales investigados, se puede inferir que en el sector productivo existe una brecha extensa de investigación, en este apartado se evidenciaron modelos de desarrollo inteligente, prácticas de desarrollo sostenible, planificación de sistemas de distribución y diferentes herramientas encaminadas al desarrollo de la optimización y el éxito, por esto, se considera necesario el estudio progresivo de cada técnica, debido a la evolución tecnológica que presencia los sectores económicos.

En las perspectivas se determinaron los clúster más sobresalientes con relación a la gestión de la producción. Uno de los subcampos con más referenciación fue la eficiencia energética, ya que, actualmente la conservación de la naturaleza y el desarrollo sostenible, se han convertido en estrategias necesarias para lograr el éxito en las organizaciones. Por otro lado, se identificó que en los programadores computacionales matemáticos las

industrias pueden hallar soluciones a varios obstáculos a los que se enfrentan en la cadena de abastecimiento o producción, de esta forma, se puede maximizar la productividad.

Una de las técnicas de actual aplicación son las difusas, las cuales fomentan la competitividad sostenible que se encarga de analizar y agrupar patrones que permiten una mayor productividad, esta perspectiva se enfocó en exponer técnicas de difusión para saciar la necesidad de las empresas, de mantenerse firme y focalizar su producción a la optimización. En general, las tres perspectivas obtienen procesos que a raíz de la globalización y evolución de las industrias han contribuido a la optimización de los procesos productivos, brindando así soluciones efectivas que pueden ser puestas en práctica en diversas entidades y las cuales, van dejando brechas para la continua investigación.

## X. LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES

Pese a la severidad y al estudio extenso, se trazan algunas limitaciones. Aunque, la elección de los documentos se materializó por medio de un proceso objetivo, con habilidades cuantitativas, se analizaron en el documento artículos clásicos y novedosos realizados por los autores, imponiendo un sesgo natural de la investigación. No obstante, la asociación científica certifica que los instrumentos bibliométricos y las técnicas implementadas en este trabajo han sido validados con la finalidad de que los resultados sean pertinentes. Por otro lado, también se presenta la limitación del uso único de la base de datos Scopus, ignorando la posibilidad de registros de investigaciones previas, publicados en otras bases de datos, motivando a los autores potenciales a una nueva oportunidad de estudio que involucre otras publicaciones.

## REFERENCIAS

- [1] Y. Cui, S. Cao, Z. Cao, T. Han, and K. Gao, *Development and Design of Production Management System*, vol. 631. Institute of Physics Publishing, 2019.
- [2] T. Saßmannshausen, P. Burggräf, J. Wagner, M. Hassenzahl, T. Heupel, and F. Steinberg, "Trust in artificial intelligence within production mana-

- gement - an exploration of antecedents," *Ergonomics*, pp. 1-18, 2021.
- [3] A. Rácz-Szabó, T. Ruppert, L. Bántay, A. Löcklin, L. Jakab, and J. Abonyi, "Real-Time Locating System in Production Management," *Sensors*, vol. 20, no. 23, doi: 10.3390/s20236766. 2020.
- [4] B. Abner, R. J. Rabelo, S. P. Zambiasi, and D. Romero, "Production Management as-a-Service: A Softbot Approach," in *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Cham: Springer International Publishing, pp. 19-30. 2020.
- [5] D. Yasuda, E. Morinaga, and H. Wakamatsu, "A Method of Distributed Production Management for Highly-Distributed Flexible Job Shops," in *IFIP WG 5.7 International Conference on Advances in Production Management Systems, APMS 2020*, vol. 592 IFIP, Lalic B., Marjanovic U., Majstorovic V., von Cieminski G., and Romero D., Eds. Springer, pp. 485-492. 2020.
- [6] D. Romero *et al.*, "Advances in Production Management Systems: Issues, Trends, and Vision Towards 2030," in *Advancing Research in Information and Communication Technology: IFIP's Exciting First 60+ Years, Views from the Technical Committees and Working Groups*, M. Goedicke, E. Neuhold, and K. Rannenber, Eds. Cham: Springer International Publishing, pp. 194-221. 2021.
- [7] A. Lobanova and M. V. Tulenkov, "Social-and-Economic Order of Organizational Interaction in the Systems of Production Management," *Management Systems in Production Engineering*, vol. 27, no. 2, pp. 93-99, Jun. 2019.
- [8] A. A. H. Ahmadini, U. M. Modibbo, A. A. Shaikh, and I. Ali, "Multi-objective optimization modelling of sustainable green supply chain in inventory and production management," *Alex. Eng. J.*, vol. 60, no. 6, pp. 5129-5146, 2021.
- [9] L. V. Strelkova, D. I. Tarasov, J. A. Makusheva, O. V. Trofimov, and V. P. Kuznetsov, "The tools of sustainable development of industrial production management," in *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Cham: Springer International Publishing, pp. 480-487. 2019.
- [10] M. Sarkar and B. Sarkar, "Optimization of Safety Stock under Controllable Production Rate and Energy Consumption in an Automated Smart Production Management," *Energies*, vol. 12, no. 11, p. 2059, 2019.
- [11] R. de Campos and J. de S. Rodrigues, "Exploring a BPMS system for learning production management with simulation of manufacturing scenarios," doi: 10.5281/ZENODO.5095596. 2021.
- [12] R. Joppen, S. Von Enzberg, A. Kuhn, and R. Dumitrescu, *A practical Framework for the Optimization of Production Management Processes*, vol. 33. Elsevier B.V., 2019.
- [13] A. V. Litvinova, A. V. Gorbunova, and E. O. Litvinov, "Improvement of procedural approach to the production management at industrial enterprises," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 483, p. 012009, 2019.
- [14] J. A. O'sullivan, *College students understanding of production management and master production schedule through using a real world tool, complimented with company tours and in- Class visits, provides an excellent learning experience at farmingdale state college*. International Institute of Informatics and Systemics, IIIS, 2015.
- [15] E. Katsanos and A. Bitos, "Methods of Industrial Production Management: A Critical Review," vol. 1, http: //dx.doi.org/. 2009.
- [16] A. dos Santos, J. A. Powell, and M. Sarshar, "Evolution of management theory: the case of production management in construction," *Manag. decis.*, vol. 40, no. 8, pp. 788-796, Oct. 2002.
- [17] E. Katsanos, "Industrial Production Management: Tendencies and Reflections," *WSEAS TRANSACTIONS on BUSINESS and ECONOMICS*, doi: E-ISSN: 2224-2899. 2012.
- [18] P. Burggräf, J. Wagner, and B. Koke, "Artificial intelligence in production management: A review of the current state of affairs and research trends in academia," in *2018 International Conference on Information Management and Processing (ICIMP)*, pp. 82-88. 2018.
- [19] S. Robledo, G. Osorio, and C. Lopez, "Networking en pequeña empresa: una revisión bibliográfica utilizando la teoría de grafos," *Vinculos*, vol. 11, no. 2, pp. 6-16, 2014.
- [20] H. D. S. Valencia, S. Robledo, R. Pinilla, M. N. D. Duque, and O. T. Gerard, "SAP Algorithm for Citation Analysis: An improvement to Tree of Science," *Ing. Inv.*, vol. 40, no. 1, pp. 45-49, 2020.
- [21] I. Zupic and T. ?ater, "Bibliometric Methods in Management and Organization," *Organizational Research Methods*, vol. 18, no. 3, pp. 429-472, 2015.
- [22] J. Bar-Ilan, "Which h-index? - A comparison of WoS, Scopus and Google Scholar," *Scientometrics*, vol. 74, no. 2, pp. 257-271, 2008.
- [23] J. Zhu and W. Liu, "A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers," *Scientometrics*, vol. 123, no. 1, pp. 321-335, 2020.
- [24] M. Aria and C. Cuccurullo, "bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis," *J. Informetr.*, vol. 11, no. 4, pp. 959-975, 2017.

- [25] J. P. Acevedo, S. Robledo, and M. Z. Sepúlveda, "Subáreas de internacionalización de emprendimientos: una revisión bibliográfica," *Econ. CUC*, vol. 42, no. 1, pp. 249–268, 2020.
- [26] P. Duque, D. Trejos, O. Hoyos, and J. C. Chica, "Finanzas corporativas y sostenibilidad: un análisis bibliométrico e identificación de tendencias," *Semestre Económico*, vol. 24, no. 56, pp. 25–51, 2021.
- [27] P. Duque, V. Samboni, M. Castro, L. A. Montoya, and I. A. Montoya, "Neuromarketing: Its current status and research perspectives," *Estudios Gerenciales*, vol. 36, no. 157, doi: 10.18046/j.estger.2020.157.3890. 2020.
- [28] M. Aria, M. Misuraca, and M. Spano, "Mapping the Evolution of Social Research and Data Science on 30 Years of Social Indicators Research," *Soc. Indic. Res.*, vol. 149, no. 3, pp. 803–831, 2020.
- [29] M. Tani, O. Papaluca, and P. Sasso, "The System Thinking Perspective in the Open-Innovation Research: A Systematic Review," *JOLtmC*, vol. 4, no. 3, p. 38, 2018.
- [30] F. Demiroz and T. W. Haase, "The concept of resilience: a bibliometric analysis of the emergency and disaster management literature," *Local Government Studies*, vol. 45, no. 3, pp. 308–327, 2019.
- [31] M. Bond, O. Zawacki-Richter, and M. Nichols, "Revisiting five decades of educational technology research: A content and authorship analysis of the British Journal of Educational Technology," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 50, no. 1, pp. 12–63, 2019.
- [32] W. D. Wallis, *A Beginner's Guide to Graph Theory*. Birkhäuser Boston, 2007.
- [33] S. Yang, F. B. Keller, and L. Zheng, *Social Network Analysis: Methods and Examples*. SAGE Publications, 2016.
- [34] L. C. Freeman, "A Set of Measures of Centrality Based on Betweenness," *Sociometry*, vol. 40, no. 1, p. 35, 1977.
- [35] J. Zhang and Y. Luo, "Degree Centrality, Betweenness Centrality, and Closeness Centrality in Social Network," in *Proceedings of the 2017 2nd International Conference on Modelling, Simulation and Applied Mathematics (MSAM2017)*, pp. 300–303. 2017.
- [36] S. Buitrago, P. Duque, and S. Robledo, "Branding Corporativo: una revisión bibliográfica," *Económicas CUC*, vol. 41, no. 1, doi: 10.17981/econ-cuc.41.1.2020.Org.1. 2020.
- [37] P. Duque and L.-S. Cervantes-Cervantes, "Responsabilidad Social Universitaria: una revisión sistemática y análisis bibliométrico," *Estudios Gerenciales*, pp. 451–464, 2019.
- [38] P. Duque, O. Meza, G. Zapata, and J. Giraldo, "Internacionalización de empresas latinas: evolución y tendencias," *ECONÓMICAS CUC*, vol. 42, no. 1, doi: 10.17981/econ-cuc.42.1.2021.Org.1. 2021.
- [39] J. E. Hernandez, I. Montoya, and L. A. Montoya, "The tree of science of deliberate and emergent strategies," *IIMB Management Review*, vol. 32, no. 4, pp. 413–433, 2020.
- [40] V. Ramos, P. Duque, and J. A. Vieira, "Responsabilidad Social Corporativa y Emprendimiento: evolución y tendencias de investigación," *DESARROLLO GERENCIAL*, vol. 13, no. 1, pp. 1–34, 2021.
- [41] P. Duque, A. Toro, D. Ramírez, and M. E. Carvajal, "Marketing viral: Aplicación y tendencias," *Clío América*, vol. 14, no. 27, pp. 454–468, 2020.
- [42] P. Duque, O. E. Meza, D. Giraldo, and K. Barreto, "Economía Social y Economía Solidaria: un análisis bibliométrico y revisión de literatura," *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, vol. 138, pp. e75566–e75566, 2021.
- [43] D. F. Trejos-Salazar, P. L. Duque, L. A. Montoya, and I. A. Montoya, "Neuroeconomía: una revisión basada en técnicas de mapeo científico," *REVISTA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN*, vol. 11, no. 2, pp. 243–260, 2021.
- [44] N. Zuschke, "An analysis of process-tracing research on consumer decision-making," *J. Bus. Res.*, vol. 111, pp. 305–320, 2020.
- [45] H. Gurzki and D. M. Woisetschläger, "Mapping the luxury research landscape: A bibliometric citation analysis," *J. Bus. Res.*, vol. 77, pp. 147–166, 2017.
- [46] M. Bastian, S. Heymann, and M. Jacomy, "Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks," <https://www.aaai.org/ocs/index.php/ICWSM/09/paper/viewPaper/154>. 2009.
- [47] V. D. Blondel, J.-L. Guillaume, R. Lambiotte, and E. Lefebvre, "Fast unfolding of communities in large networks," *J. Stat. Mech.*, vol. 2008, no. 10, p. P10008, 2008.
- [48] Smith, "The Contract Net Protocol: High-Level Communication and Control in a Distributed Problem Solver," *IEEE Trans. Comput.*, vol. C-29, no. 12, pp. 1104–1113, 1980.
- [49] H.-P. Wiendahl *et al.*, "Changeable Manufacturing - Classification, Design and Operation," *CIRP Ann.*, vol. 56, no. 2, pp. 783–809, 2007.
- [50] O. Tatari, D. Castro-Lacouture, and M. J. Skibniewski, "Current state of construction enterprise information systems: survey research," *Constr. Innov.*, vol. 7, no. 4, pp. 310–319, 2007.



- [51] P. R. Kleindorfer, K. Singhal, and L. N. Wassenhove, "Sustainable operations management," *Prod. Oper. Manag.*, vol. 14, no. 4, pp. 482–492, 2009.
- [52] P. Rohdin and P. Thollander, "Barriers to and driving forces for energy efficiency in the non-energy intensive manufacturing industry in Sweden," *Energy*, vol. 31, no. 12, pp. 1836–1844, 2006.
- [53] W. Karwowski and R. W. Evans, "Fuzzy concepts in production management research: a review," *International Journal of Production Research*, vol. 24, no. 1, pp. 129–147, doi: 10.1080/00207548608919718. 1986.
- [54] A. L. Guiffrida and R. Nagi, *J. Intell. Manuf.*, vol. 9, no. 1, pp. 39–56, 1998.
- [55] H.-J. rg Bullinger, "Turbulent times require creative thinking: New European concepts in production management," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 60–61, pp. 9–27, 1999.
- [56] R. Sacks, M. Radosavljevic, and R. Barak, "Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction," *Autom. Constr.*, vol. 19, no. 5, pp. 641–655, 2010.
- [57] K. Bunse, M. Vodicka, P. Schönsleben, M. Brühlhart, and F. O. Ernst, "Integrating energy efficiency performance in production management – gap analysis between industrial needs and scientific literature," *Journal of Cleaner Production*, vol. 19, no. 6–7, pp. 667–679, doi: 10.1016/j.jclepro.2010.11.011. 2011.
- [58] V. Veleva and M. Ellenbecker, "Indicators of sustainable production: framework and methodology," *J. Clean. Prod.*, vol. 9, no. 6, pp. 519–549, 2001.
- [59] J. Rezende and J. Cosgrove, "A case study on the analysis of an injection moulding machine energy data sets for improving energy and production management". 2018.
- [60] X. Wen, H. Cao, B. Hon, E. Chen, and H. Li, "Energy value mapping: A novel lean method to integrate energy efficiency into production management," *Energy*, vol. 217, p. 119353, 2021.
- [61] B. W. Ang, "Monitoring changes in economy-wide energy efficiency: From energy-GDP ratio to composite efficiency index," *Energy Policy*, vol. 34, no. 5, pp. 574–582, 2006.
- [62] S. Arai, H. Hibino, T. Horikawa, and M. Yamaguchi, "Formalising specific-energy consumption under a production-management form where rush orders are added in time slots," in *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Cham: Springer International Publishing, pp. 50–57. 2018.
- [63] Y. He, B. Liu, X. Zhang, H. Gao, and X. Liu, "A modeling method of task-oriented energy consumption for machining manufacturing system," *J. Clean. Prod.*, vol. 23, no. 1, pp. 167–174, 2012.
- [64] L. B. Christoffersen, A. Larsen, and M. Togeby, "Empirical analysis of energy management in Danish industry," *J. Clean. Prod.*, vol. 14, no. 5, pp. 516–526, 2006.
- [65] M. Li and W. Du, "Can Internet development improve the energy efficiency of firms: Empirical evidence from China," *Energy*, vol. 237, p. 121590, 2021.
- [66] A. Fetanat, E. Khorasaninejad, and G. Shafipour, "Energy security-based game theoretic approach for strategies selection in climate risk and energy resources management: a case study of Iran," *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, vol. 12, no. 4, pp. 705–723, 2021.
- [67] E. Altintas and Z. Utlu, "Planning energy usage in electricity production sector considering environmental impacts with fuzzy TOPSIS method & game theory," *Cleaner Engineering and Technology*, vol. 5, p. 100283, 2021.
- [68] R. G. S. Randall Davis, "Negotiation as a metaphor for distributed problem solving," *Artif. Intell.*, vol. 20, no. 1, pp. 63–109, 1983.
- [69] K. Hadavi, M. S. Shahraray, and K. Voigt, "ReDS— A dynamic planning, scheduling, and control system for manufacturing," *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 9, no. 4, pp. 332–344. 1990.
- [70] L. J.-S. y Sycara KP, "Coordination of multiple agents for production management," *Annals of Operations Research* 75(1997)235–289, doi: 10.1023/A: 1018911613698. 1997.
- [71] H.-K. Tönshoff, I. Seilonen, G. Teunis, and P. Leitão, "A mediator-based approach for decentralised production planning, scheduling and monitoring," *CIRP International Seminar on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering*, pp. 113–118, 2000.
- [72] L. He, Z.-H. Wang, and K.-L. Zhang, "Production management modelling based on MAS," *Int. J. Autom. Comput.*, vol. 7, no. 3, pp. 336–341, 2010.
- [73] A. Stawowy, J. Duda, and R. Wrona, "Applicability of business rules to production management in foundries," *Arch. Foundry Eng.*, vol. 16, no. 1, pp. 85–88, 2016.
- [74] M. Rostami, S. Nikraves, and M. Shahin, "Minimizing total weighted completion and batch delivery times with machine deterioration and learning effect: a case study from wax production," *Oper. Res.*, vol. 20, no. 3, pp. 1255–1287, 2020.
- [75] M. Momenitabar, Z. D. Ebrahimi, S. H. Hosseini, and M. Arani, "A proposed lean distribution

- system for solar power plants using mathematical modeling and simulation technique," presented at the 2020 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA), Sakheer, Bahrain, doi: 10.1109/dasa51403.2020.9317257. 2020.
- [76] G. Gokilakrishnan, S. Ganeshkumar, H. Anandakumar, and M. Vigneshkumar, "A critical review of production distribution planning models," presented at the 2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), Coimbatore, India, doi: 10.1109/icaccs51430.2021.9441879. 2021.
- [77] H. Zhou, C. Yang, and Y. Sun, "Intelligent Ironmaking Optimization Service on a Cloud Computing Platform by Digital Twin," *Proc. Est. Acad. Sci. Eng.*, vol. 7, no. 9, pp. 1274–1281, 2021.
- [78] L. Chen and S. Liaw, "Investigating resource utilization and product competence to improve production management: An empirical study," *Int. J. Oper. Prod. Manage.*, vol. 39, p. 88, 2001.
- [79] L. Chen and S. Liaw, "Measuring performance via production management: a pattern analysis," *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 39, p. 88, 2006.
- [80] Chen Kao Kuo Jang, "Productivity diagnosis via fuzzy clustering and classification: An application to machinery industry," *Omega*, vol. 24, no. 3, pp. 309–319, 1996.
- [81] J. Metzman, L. Szekeres, L. Simon, R. Sprabery, and A. Arya, "FuzzBench: an open fuzzer benchmarking platform and service," *Proceedings of the 29th ACM Joint Meeting on European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering*. doi: 10.1145/3468264.3473932. 2021.
- [82] D. S. Fowler, J. Bryans, S. A. Shaikh, and P. Wooderson, "Fuzz testing for automotive cybersecurity," presented at the 2018 48th Annual IEEE/IFIP International Conference on Dependable Systems and Networks Workshops (DSN-W), Luxembourg, doi: 10.1109/dsn-w.2018.00070. 2018.
- [83] P. Biber, F. Schwaiger, W. Poschenrieder, and H. Pretzsch, "A fuzzy logic-based approach for evaluating forest ecosystem service provision and biodiversity applied to a case study landscape in Southern Germany," *Eur. J. For. Res.*, vol. 140, no. 6, pp. 1559–1586, 2021.
- [84] J. P. Lindner, U. Eberle, E. Knuepffer, and C. R. V. Coelho, "Moving beyond land use intensity types: assessing biodiversity impacts using fuzzy thinking," *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 26, no. 7, pp. 1338–1356, 2021.
- [85] B. Orazbayev *et al.*, "Sustainable Waste Management Drilling Process in Fuzzy Environment," *Sustain. Sci. Pract. Policy*, vol. 11, no. 24, p. 6995, 2019.
- [86] H. Taghizadeh, A. Bazrkar, and M. Abedzadeh, "Optimization Production Planning Using Fuzzy Goal Programming Techniques," *Modern Applied Science*, vol. 9, no. 9, p. 68, 2015.
- [87] D. Mafi-Gholami, S. Pirasteh, J. C. Ellison, and A. Jaafari, "Fuzzy-based vulnerability assessment of coupled social-ecological systems to multiple environmental hazards and climate change," *J. Environ. Manage.*, vol. 299, p. 113573, 2021.