

Artículo de revisión

La gestión tecnológica en la cadena de suministros en empresas químicas: una revisión sobre términos vinculantes 2011-2021

Technological management in the supply chain in chemical companies: a review on binding terms 2011-2021

Juan Enrique Rodríguez Camacaro^{a*}, Elisa Marisol Verruschi Pigliacampo^a

^aUniversidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre, Barquisimeto, Venezuela.

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6982124>

Recibido: 13/06/2022

Aceptado: 08/08/2022

Resumen

El artículo presenta los hallazgos de una revisión sistemática inmersa en la literatura, enfocado en identificar elementos principales de la Gestión Tecnológica (GT) en empresas químicas. Se obtuvieron un total de 556 artículos científicos, utilizando motores de búsqueda científica online. El análisis fue exploratorio/descriptivo usando el método de análisis de contexto de cocitación, basado en la perspectiva de la literatura retrospectiva de la genealogía académica, las estadísticas y la distribución, haciendo uso de co-ocurrencia de VOSviewer® para reflejar la cadena de enlace de hilo común, cuyo resultado denotó 30 términos vinculantes al área de estudio, los cuales son: Costo, brecha, identificación, implementación, mejoramiento, política, productos, producción, sistema de calidad seis sigma, público de interés, desarrollo sustentable, técnica, capacidad, colaboración, ventajas competitivas, clientes, innovación, fabricante, proveedor, flexibilidad, integración, empresas manufactureras, desempeño, relaciones, gestión de cadenas de suministro, adopción, datos e incertidumbre. Concluyendo, se obtiene los términos más relevantes de la GT a partir de la revisión sistemática en el periodo 2011 al 2021, así como también fue agrupado estos términos por medio de minería de datos, obteniéndose 5 clústeres ampliamente definidos. Adicionalmente, se resaltan los principales términos con capacidad de propensión y/o tendencias desde el año 2018.

Palabras clave: gestión tecnológica, cadena de suministros, empresas químicas, estado del arte.

Código UNESCO: 3310.03–Procesos industriales. Código CAPE: 90193000 – Ingeniería/Tecnología/Gestión.

Abstract

The article presents the findings of a systematic review immersed in the literature, focused on identifying the main elements of Technology Management in chemical industries. A total of 556 scientific articles were obtained using online scientific search engines. The analysis was exploratory/descriptive using the cocitation context analysis method, based on the perspective of the academic genealogy retrospective literature, statistics and distribution, making use of VOSviewer® co-occurrence to reflect the link chain of common thread, whose result denoted 30 binding terms to the study area, which are: Cost, gap, identification, implementation, improvement, policy, products, production, six sigma quality system, stakeholders, sustainable development, technique, capacity, collaboration, competitive advantages, customers, innovation, manufacturer, supplier, flexibility, integration, manufacturing companies, performance, relationships, supply chain management, adoption, data and uncertainty. In conclusion, the most relevant terms of Technology Management are obtained from the systematic review in the period 2011 to 2021, as well as these terms were grouped through data mining, obtaining 5 broadly defined clusters. Additionally, the main terms with propensity capacity and/or trends since 2018 are highlighted.

Keywords: technological management, supply chain, chemical companies, state of the art.

UNESCO Code: 3310.03 – Industrial processes. CAPE Code: 90193000– Engineering/Technology/Management.

PUBLICACIONES EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA, revista científica de publicación continua, dos números al año, editada en la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela, bajo la Licencia CC BY-NC-SA. ISSN:1856-8890, EISSN:2477-9660. Depósitos legales: pp200702LA2730, ppi201402LA4590.

*Autor de correspondencia.

Juan Enrique Rodríguez Camacaro*. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2371-2233>, Correo: jerodriguez@unexpo.edu.ve. Ingeniero Químico, Magister Scientiarum en Ingeniería en Control de Procesos, Candidato a Doctor en el programa del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Mención Productividad en la Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre (UNEXPO). Profesor Asistente en el Departamento de Ingeniería Química, Sección de Ingeniería, UNEXPO, Barquisimeto, Venezuela.

Elisa Marisol Verruschi Pigliacampo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9011-7824>, correo: everruschi@unexpo.edu.ve, Ingeniero Químico. Doctor en Ingeniería Ambiental, Química y de los Materiales. Profesora Titular (Jubilada), Departamento de Ingeniería Química, Sección de Ingeniería, UNEXPO, Barquisimeto, Venezuela.

1. Introducción

La Gestión Tecnológica se ve reflejada en múltiples espacios tanto logísticos como operativos de forma sincronizada, una de ellas en la gestión de cadenas de suministro. El presente artículo denota los principales términos vinculantes a la gestión tecnológica enmarcados en los procesos productivos de las empresas químicas, la importancia de esta revisión es investigar sistemáticamente la disciplina de la gestión de la cadena de suministro frecuentemente conocida por sus siglas en inglés (*Supply Chain Management - SCM*) en el contexto de la GT. Los dos conceptos están cada vez más alineados y la gestión de la cadena de suministro representa un campo en evolución donde interactúan explícitamente, dada su naturaleza compleja y holística, por lo tanto, desglosar la literatura para comprender sus estructuras, procesos, conexiones y limitaciones puede proporcionar una visión objetiva del estado de la investigación en estos campos tan importantes. A propósito, se puede realizar la siguiente pregunta de indagación, en función del marco de la pesquisa a realizar: ¿Este estudio ayudará a entender el desarrollo y prospectiva de la SCM en la GT en empresas del sector fertilizante?; cuyo principal aporte es desvelar aquellas frases técnico-científica inmersa en el campo industrial, con base en la filosofía y acción de la SCM en la GT en los últimos diez años (2011-2021).

Entre diversas definiciones acerca de la SCM, se encuentra la propuesta por Wong & Wong [1], donde es descrita como una filosofía empresarial eficaz que ha atraído una enorme atención por parte de académicos, consultores, profesionales y directores de empresas; buscando la máxima eficacia en los procesos productivos y logísticos externos e internos, así sea realizado con normas estandarizadas o no, con el fin de lograr las metas planteadas. En la última década, múltiples investigadores han realizado investigaciones en este ámbito. Se afirma que el contexto central de investigación en la SCM, viene siendo uno de los temas más relevantes en la literatura científica vinculado a su revisión expuesta en el año 2019, al ser listado como palabra clave 632 veces en los 815 artículos publicados [2]. En este mismo orden, se incrementaron las pesquisas en SCM por la aparición de la industria 4.0 (I4.0) [3] en general, la industria 4.0 define la creación de sistemas de comunicación, inteligentes y autocontrolados, los cuales permiten la fusión del mundo virtual y físico en escenarios de sistemas inteligentes. Desde un enfoque técnico, se habla de un conjunto de tecnologías que actúan como habilitadores de ecosistemas 4.0; donde están presente sectores como: Big data y análisis, simulación, integración de sistemas horizontales y verticales, internet industrial de las cosas, ciberseguridad, la nube, realidad aumentada, entre otros [3]. Por otro lado, los análisis sobre SCM, pueden dividirse en dos grupos: 1) aquellos que investigan una o algunas partes o procesos clave en las SCM y 2) los que analizan la SCM en su conjunto, ambos espacios desarrollan y divulgan estudios y avances, bien sea en forma de libros, repositorios o en artículos científicos [4], siendo este último el de mayor impacto por el número de publicaciones en el área de Industrial and Manufacturing Engineering, mostrando a través del portal Scimago Journal & Country Rank [5], superando las 48.000 en año 2020.

Al describir la GT, Flores & Esposito de Díaz [6], señalan “la tecnología no solo se refiere a la construcción de maquinarias, programas de producción, entre otros elementos, sino también a metodologías de trabajo que hacen que la administración de la organización sea eficaz y acorde con los objetivos y metas que ésta se haya planteado”. De acuerdo a lo anterior, no se puede enfocar la tecnología de una empresa de bienes o servicios únicamente a la adquisición o fabricación de un equipo para aumentar su producción, o para solventar una problemática dentro de un sistema productivo, entre otras circunstancias, sino conjuntamente, viene acompañado de la aplicación de conocimientos técnicos y administrativos que son indispensables para conducir un proceso comercial (*Know-how*), propios de las ciencias exactas, integradas en función de que la entidad pueda mantener su ventaja competitiva y ser sustentable.

De modo similar, la GT en la empresa se refiere al proceso de planeación, organización, dirección y control aplicable a la tecnología; debe estar orientada a hacer a la empresa más competitiva, así como al logro de ventaja competitiva. El aporte a estos efectos, la GT debe estar orientada hacia los propósitos que se explican a continuación: 1) integrar la GT a la estrategia de la empresa, 2) vigilar los avances

tecnológicos, 3) seleccionar la tecnología adecuada para realizar las actividades de la cadena de producción de valor, 4) impulsar la Innovación, 5) resguardar el saber cómo (*Know How*) de la empresa, 6) vincular a la empresa con las universidades [7].

Cabe señalar, la estrecha vinculación entre la GT con la SCM, esta con base en que cada tecnología dentro de una organización cumple un fin, el cual está determinado por su manera de aplicación. Este atributo permite que las tecnologías de una empresa se puedan clasificar de la siguiente manera: materias primas, productos, procesos, equipos y máquinas y talento humano [8]. De igual modo, no todas las empresas conocen la relevancia de la GT en la SCM, algunas obtienen software y hardware sin conocer su potencial y beneficios, además los utilizan de forma segmentada, ignorando que su gestión necesita contar con ser sistemática y debe tener las principales actividades para garantizar y alcanzar la efectividad de la logística, para que el producto o servicio entregado tenga la calidad requerida por los clientes y usuarios [9].

Gyimah-Concepción [10] establece que el futuro de la GT en la SCM está despegando y en los próximos cinco años, a medida que aumente la demanda de bienes y servicios, la tecnología utilizada para mantenerse al día puede ser más compleja. Como bien se conoce, la GT trabaja para lograr la optimización de la SCM, reducir los costos generales relacionados con el transporte y almacenamiento, mejorar la visibilidad de extremo a extremo en tiempo real, permitiendo así la colaboración multiempresarial y multinivel con los socios de la cadena de suministro conocida por sus siglas en inglés (*Supply Chain - SC*) mientras se mantiene la eficiencia, la mejora del rendimiento y en última instancia, se reduce el riesgo comercial y la de los asociados [11], permitiendo tiempos de respuesta más eficientes y rápidas.

Por lo que el objetivo de las organizaciones fabricantes de bienes es lograr un nivel aceptable o en el mejor de los casos, una GT empresarial vanguardista. Jiménez y colaboradores [12] expresan que los retos de la GT con base en lo largo de la evolución de la misma, resulta necesario manejar adecuadamente toda la información proveniente del interior de estas y del ambiente que las rodea e influye, con el fin de aprovecharla al máximo y generar, a partir de allí, soluciones a las problemáticas que enfrenta la empresa.

Asimismo, si bien las empresas favorecen el uso de nuevas tecnologías en sus SC de mercado actuales, las compañías tienen que irse actualizando en tecnología de manera extensiva empezando por automatizar algunos procesos esenciales. Se presume que esta circunstancia es procedente del desconocimiento parcial del potencial que posee un apropiado sistema de SCM [13].

Es oportuno mencionar, las empresas están buscando formas de establecer una mayor visibilidad de un extremo a otro en la complejidad de las operaciones, los procesos y los sistemas de la SC y la logística. Sobre la base de las consideraciones anteriores se observó la necesidad de vislumbrar las tendencias actuales y prospectivas de investigación, las brechas y establecimiento de las direcciones gerenciales futuras de la GT procedente de cada eslabón en la SCM, enfocadas en empresas de carácter generadora de bienes [11].

Dentro de los retos globales que debe afrontar la humanidad, están los relacionados con el incremento de la población y en efecto el creciente consumo de alimentos. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en conjunto con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, mejor conocida como FAO. CEPAL-FAO [14] señala que durante los próximos 10 años la demanda de productos básicos agrícolas se impulsará por las necesidades de envolver la capacidad de consumo de alimentos de un sector de la población mundial, la cual se ve impulsada por un conjunto de factores, como: dinámica demográfica, ingreso per cápita, precios y las preferencias de los consumidores hacia mejores productos.

Se prevé que, durante la década siguiente, la producción mundial de cultivos aumentará 384 Toneladas Métricas (TM) en el caso de los cereales, 84 TM en el de las semillas oleaginosas, 41 TM en el de las raíces y tubérculos, 19 TM en el de las legumbres y 3 TM en el del algodón. La mayor producción de cultivos, se logrará sobre todo con inversiones en la mejora de los rendimientos en el caso de los cereales y el aceite de palma, con una combinación de aumento de superficie e incremento de rendimientos en el caso de las semillas oleaginosas, el algodón y la caña de azúcar [15].

Ahora bien, el presente trabajo investigativo tuvo como propósito identificar aquellos elementos principales de la GT en la SCM en empresas químicas, en función del desarrollo y fortalecimiento de las organizaciones productivas, con el objeto de complementar los trabajos anteriores acerca de SCM, enfocado en empresas productoras de químicos, en especial fabricantes de fertilizantes, bajo el enfoque metodológico del estado del arte exploratorio, en relación a detectar y extraer términos relacionados a la GT en SCM.

Cabe mencionar la SCM de fertilizantes, es una estructura de cadena de red funcional, centrada en el producto en particular, implementando la adquisición de materias primas, procesamiento y venta del mismo, a través de los flujos de material y la retroalimentación de información, obteniendo así proveedores, fabricantes, distribuidores y clientes finales [16]. Por lo tanto, podemos definir la SCM de fertilizantes compuestos como una malla-cadena responsable de entregar el insumo partiendo de los vendedores de materias primas, plantas de fabricación, centros de distribución y de detallistas a los agricultores. Es oportuno mencionar el alcance del presente artículo, está acotado a la información vinculada o en relación directa con la clasificación de productos químicos, en especial a la subcategoría de fertilizantes.

El resto del artículo se encuentra organizado de la siguiente manera: la sección dos, refiere el método y procedimientos para la búsqueda en literatura especializada, el tercer punto describe los resultados de la selección y clasificación literaria, a su vez detalla los elementos clave más resaltantes extraídos, posterior análisis de los mismos y narrativa sobre aporte o contribución acerca de la GT en SCM. En la sección cuatro son mostrados las conclusiones del documento y la última parte son mostradas las referencias.

2. Desarrollo

2.1 Metodología

a. Clasificación metodológica

Este estudio realiza una investigación exploratoria/descriptiva, reflejando en un estado del arte, usando revisión sistemática de las obras literarias, bajo la técnica de análisis de contenido, específicamente por composición, para ubicar, seleccionar, analizar y evaluar la literatura relevante para responder una pregunta de indagación en particular, de acuerdo con Forza [17] y Barrera [18] esta técnica, está destinada a conocer con mayor propiedad un evento cualquiera y dada por el reconocimiento cualitativo de la realidad, partiendo de los múltiples aspectos técnicos y logísticos que integran las cadenas de suministros.

b. Selección y recolección de datos

Los pasos vinculados a la técnica exploratoria comienzan por definir, detallar y delimitar unidades de análisis, en este caso, la unidad de estudio es la literatura publicada dentro del lapso de estudio.

En segundo lugar, prosigue la precisión de los elementos en la búsqueda, palabras claves y series de oraciones combinadas, usando los idiomas español e inglés, siendo éstas: “Cadena de Suministro / Supply Chain”, “Gestión Tecnológica / Technology Management” y “Química / Chemical”.

La literatura esgrimida en esta investigación, fue considerada sobre la base infográfica utilizando motores de búsqueda tales como Elsevier, Emerald, Inderscience, Taylor & Francis, Springer, Wiley, Google Scholar, DOAJ, Scielo y MDPI. En el presente trabajo, se recopila información vinculada al periodo 2011-2021 (últimos 10 años).

El procedimiento comienza por la visita de forma ordenada y sistemática a los distintos motores de búsqueda científica, sobre cada plataforma de búsqueda científica, introduciendo las secuencias de palabras claves previamente descritas, el filtro inicial excluye toda aquella información alojada en documentos tales como libros, tesis, informes técnicos, presentaciones en congresos, clases, revistas no científicas, publicaciones en sitios web comerciales, entre otras.

En tercer lugar, se seleccionan las revistas como base de información predeterminada; la recopilación de datos incluye títulos, resúmenes, año, editores y palabras clave, todos estos valores encontrados y filtrados son exportados en archivos de extensión .ris (Research Information System Document), posteriormente son importados y procesados en un software para construir y visualizar redes bibliométricas, la herramienta usada en este paso es VOSviewer® (versión 1.6.17), un software libre diseñado por Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, cuyo alcance permite construir y visualizar redes bibliométricas. Estas redes pueden incluir, por ejemplo, revistas, investigadores o publicaciones individuales, y pueden construirse sobre la base de relaciones de citación, acoplamiento bibliográfico, cocitación o coautoría. VOSviewer también ofrece la funcionalidad de minería de texto que se puede utilizar para construir y visualizar redes de co-ocurrencia de términos importantes extraídos de un cuerpo de literatura científica [19].

c. Refinamiento de la búsqueda y obtención de resultados

Los artículos encontrados en la búsqueda inicial, fueron desglosados según los criterios de inclusión y exclusión a modo de suprimir aquellos manuscritos que no están vinculados a la investigación y de haber incertidumbre en el resultado, son abordados con mayor detenimiento, dando revisión a la conclusión, e incluso (si es necesario) leer completo para eliminar los no vinculantes al área.

El análisis de los datos bibliométricos, se efectúa por medio de metadatos, estos son clasificados de acuerdo al nivel de similitudes, pesos y vinculaciones de parámetros, con base en el número de ocurrencias presentes, que permite visualizar redes de co-ocurrencia entre cada término extraído del cuerpo de literatura científica considerada en el periodo descrito.

En relación al proceso de clasificación por medio de agrupación por similitudes (clustering) de los hallazgos, se obtiene partiendo de un conjunto de nodos estrechamente relacionados según el tipo de vínculo que se analiza; cada nodo es asignado exactamente a un clúster [20]. Adicionalmente, es realizado un análisis con referencia en la cronología en el periodo comprendido 2018 al 2021; esto con el propósito de obtener aquellos términos con el mayor número de ocurrencias en el mencionado lapso, que denotarían tendencia y propensión de estudios.

2.2 Resultados y discusión

a. Selección y clasificación de datos

Por cada motor de búsqueda, se obtuvo el total de artículos científicos vinculados a cada palabra clave, por mencionar para el caso de la editorial Elsevier, se obtuvo 63.928 artículos al incorporar la frase “Cadena de Suministro / Supply Chain”, posterior al introducir en modo secuencial la expresión “Gestión Tecnológica / Technology Management”, se logró obtener de modo combinado un total de 1.975 publicaciones, después se unió la palabra “Química / Chemical”, lográndose 402 artículos científicos finales, que involucra la serie de estas tres (3) palabras clave. Cabe destacar, al dar lectura fue necesario filtrar por exclusión de términos no relacionados al área de investigación como son: *rare earth element, aircraft, fuzzy optimization, sales and operation, food, pharmaceutical, accident frequency, BC, maritime security, solid/liquid waste, electronic waste, automobile fuel cell and hydrogen, service, biomass, photographic, medical equipment, 3D printing, Wood, education system, rubber, LGN, construction sector, cluster, hospital, terrorism, Brexit UK, silicon*, entre otros; finalmente se alcanzó la cifra de 556 trabajos de investigación para este estudio. El Cuadro 1 muestra las cantidades de artículos científicos publicados calificados por cada motor de búsqueda, seleccionado en función de las palabras clave utilizadas y filtro por supresión de términos.

b. Cronología descriptiva de datos

Los datos obtenidos y procesados en este trabajo revelan que en los últimos 10 años (2011 al 2021) se ha incrementado el número de artículos sobre la GT en SCM (Figura 1), esto es signo del impacto positivo que

posee el desarrollar y expandir esta área de estudio en la búsqueda de respuestas a diversas problemáticas por parte de investigadores, divulgándose que el alcance y la definición de la SCM han cambiado constantemente, el significado de la palabra gestión de la SCM en el lenguaje de la industria no es el mismo que hace 20 años, e inclusive la SCM está en continua evolución y ampliando su alcance [21].

Cuadro 1. Segregación en el número de artículo científicos por motor de búsqueda.

Motor de búsqueda \ Palabra filtro	Cadena de Suministro	Gestión Tecnológica	Química	Exclusión de términos
Elsevier	63.928	1.975	402	95
Taylor & Francis	23.784	733	116	53
Springer	25.737	1.087	228	78
Wiley Library	18.918	333	63	13
Emerald	19.934	4.900	1008	264
Inderscience	9.941	820	124	33
Google Scholar	> 326.000	> 21.000	2139	20
DOAJ	10.140	111	4	0
MDPI	2.651	142	1	0
Scielo	469	9	0	0
TOTAL	501.502	31.110	4.085	556

Por su lado, Lahane [22] expresa que después del año 2017, las empresas muestran un interés significativo en la investigación de SCM, debido a la creciente relevancia social y ecológica ha creado una presión entre las partes interesadas para buscar posibles soluciones para el desarrollo insostenible. Es tanto así, que inclusive crece y se expande hacia otros sectores en donde los sistemas de soporte de decisión, utilizados en la SC se han implementado en varias industrias, donde el sector manufacturero todavía está en el centro de la atención de los estudiosos en el mundo y ya se pueden predecir la expansión hacia el agrícola, automotriz, construcción, etc [23]; de hecho, el año de mayor ponderación fue en 2021 con 29 publicaciones seguido del 2020 con 28. El resultado también muestra que el año 2011 presenta la menor cantidad de publicaciones, con 4.

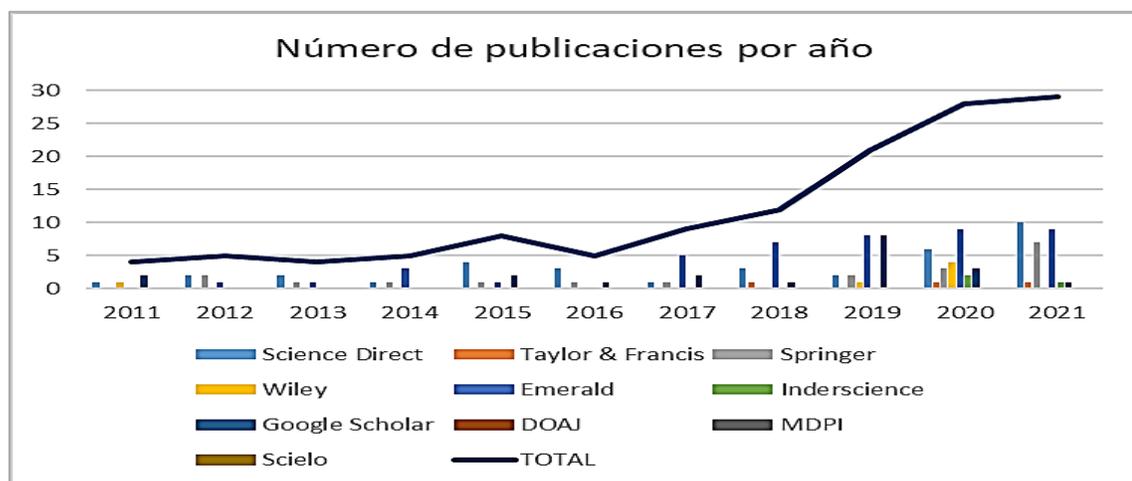


Figura 1. Número de publicaciones en el área de GT en SCM, utilizadas en este estudio.

c. Hallazgos

Los metadatos son clasificados de acuerdo al nivel de similitudes, pesos y vinculaciones parámetros cualitativos extraídos de lo descrito por sus autores en sus diversos artículos, posteriormente son

exportados desde cada plataforma vinculada a los motores de búsqueda, luego son importados y procesados en un software para construir y visualizar redes bibliométricas, la herramienta usada en este paso es VOSviewer (versión 1.6.17).

Partiendo de la información recolectada en el periodo octubre a diciembre de 2021, con base en la literatura de los últimos diez años (2011–2021) sobre GT en el sector químico, destaca que las nuevas tecnologías tienen un gran elemento tácito (es decir, información que es difícil de incorporar en hardware o instrucciones escritas), que solo puede adquirirse mediante experiencia e inversiones en formación, actividades de ingeniería e incluso investigación y desarrollo. Un total de treinta términos resaltan; son particularmente relevantes (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Clústeres identificados por agrupación de términos.

Agrupación (Clúster)	Términos (Terms)	Total de términos por clúster
1	Costo (<i>Cost</i>), brecha (<i>Gap</i>), identificación (<i>Identification</i>), implementación (<i>Implementation</i>), mejoramiento (<i>Improvement</i>), política (<i>Policy</i>), productos (<i>Product</i>), producción (<i>Production</i>), sistema de calidad seis sigma (<i>Sigma</i>), parte interesada (<i>Stakeholder</i>), desarrollo sustentable (<i>Sustainable development</i>), técnica (<i>Technique</i>)	12
2	Capacidad (<i>Capability</i>), colaboración (<i>Collaboration</i>), ventajas competitivas (<i>Competitive advantage</i>), clientes (<i>Customer</i>), innovación (<i>Innovation</i>), fabricante (<i>Manufacturer</i>), proveedor (<i>Supplier</i>)	7
3	Flexibilidad (<i>Flexibility</i>), integración (<i>Integration</i>), empresas manufactureras (<i>Manufacturing firm</i>), Desempeño (<i>Performance</i>), relación (<i>Relationship</i>), Gestión de SC (<i>Supply Chain Management</i>)	6
4	Adopción (<i>Adoption</i>), datos (<i>Data</i>), incertidumbre (<i>Uncertainty</i>)	3
5	Sustentabilidad ambiental (<i>Environmental sustainability</i>), Gestión de cadenas de suministros verdes (<i>Green Supply Chain Management</i>)	2

Efectuado el análisis con base en las ocurrencias permite visualizar redes de co-ocurrencia entre cada término importante extraído del cuerpo de literatura científica considerada, en el periodo descrito (Figura 2). Estos estudios proporcionan información valiosa sobre la naturaleza de las actividades tecnológicas en las empresas del sector químico, la utilidad de los diferentes mecanismos de aprendizaje y los factores que afectan al desarrollo de capacidades a cada nivel.

Cabe mencionar que el Cuadro 2 y la Figura 2 muestran los resultados de la asociación de los términos por clúster partiendo del análisis matemático y estadístico de patrones de recurrencia que realiza el software VOSviewer® en su algoritmo, asociado a la dispersión y relevancia de los términos objeto de estudio, presentándolos como un mapeo de los mismos y sus interrelaciones; así como también los términos más relevantes en mayor tamaño que otros dentro de un círculo de dimensión proporcional, ciertamente estas palabras son procedentes del número de ocurrencias vinculantes al término *Supply chain management* en toda la estructura de la red con los otros términos emparentados directa e indirectamente con GT, mostrando mayor a menor peso, a través del número de ocurrencias encontrados en la totalidad de los artículos científicos.

La cuantía del número de ocurrencias por términos vinculantes a la GT, denotado en el Cuadro 3, procede de seleccionar el ítem de interés dentro del mapeo global de la Figura 2, al elegir el término muestra su interrelación individual y en la parte inferior ilustra el número de ocurrencias, como se observa en la Figura 3; en consecuencia, se realiza tal procedimiento por cada uno de estos y se construye la totalidad del Cuadro 3. Esta información ordena de mayor a menor número de ocurrencias asociada a cada término y por ende se traduce en el grado de relevancia que tiene cada uno de ellos.

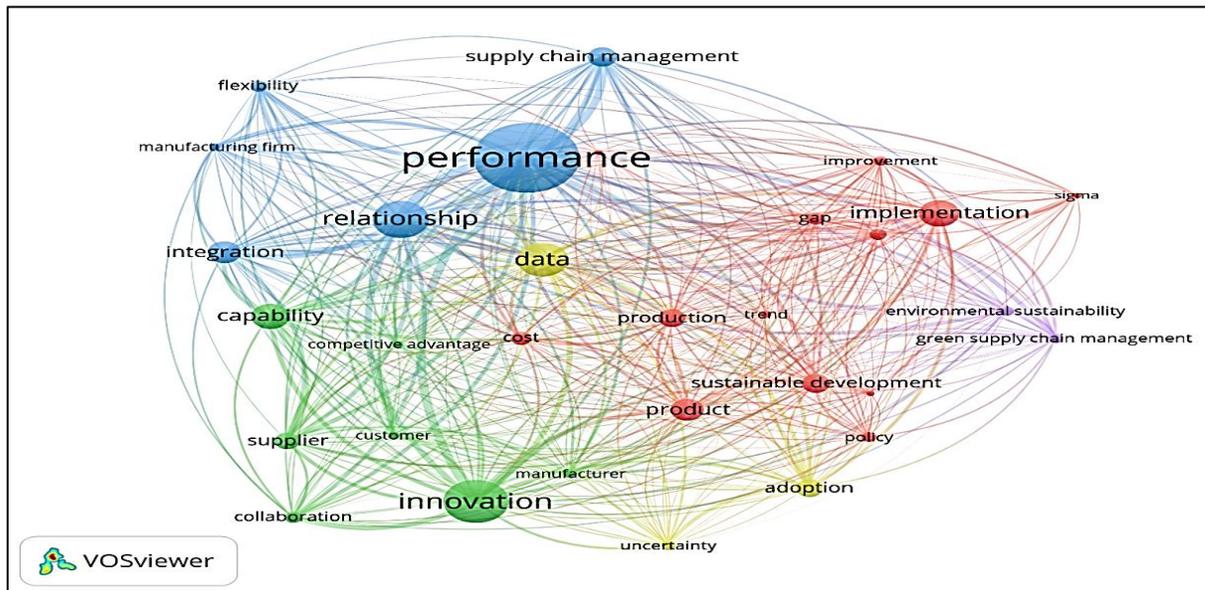


Figura 2. Mapa Red de términos vinculados a GT.

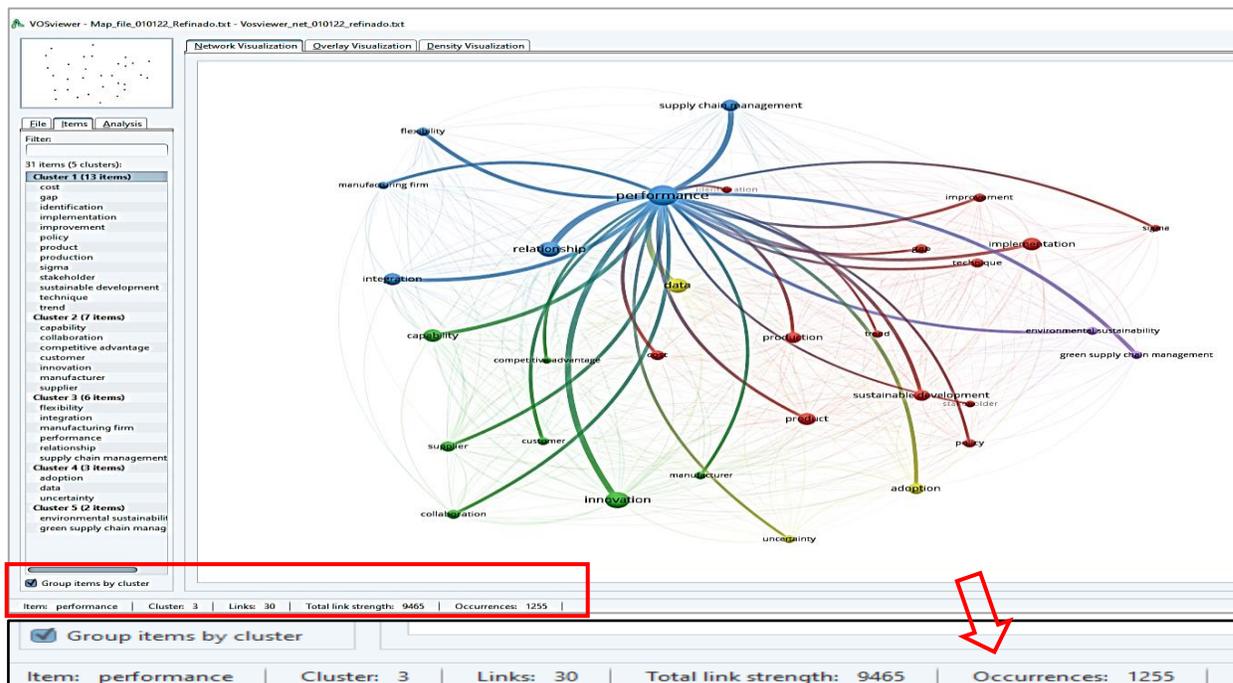


Figura 3. Descriptiva del número de ocurrencias por término asociado a la GT.

Cuadro 3. Listado de términos conexos directa e indirectamente con GT con base en el número de ocurrencias encontrados.

Término	Cant. de ocurrencias	Término	Cant. de ocurrencias
Performance	1255	Collaboration	207
Innovation	783	Flexibility	206
Relationship	679	Policy	188
Data	614	Improvement	179
Implementation	480	GSCM	173
Capability	464	Enviromental Sustainable	171
Product	399	Uncertainty	171
Integration	397	Customer	153
Sustainable Development	340	Manufacturer	151
Production	327	Manufacturing firm	139
Adoption	324	Trend	139
Supplier	308	Competitive advantage	122
Cost	243	Sigma	106
Gap	222	Stakeholder	104
Technique	211	Identification	104

En la Figura 4, muestra la densimetría aparente (visualmente como nubes), asociado nuevamente al número de ocurrencias. La vista de densidad de términos es especialmente útil para obtener una visión general de cada clúster por separado de las áreas importantes de un mapa.

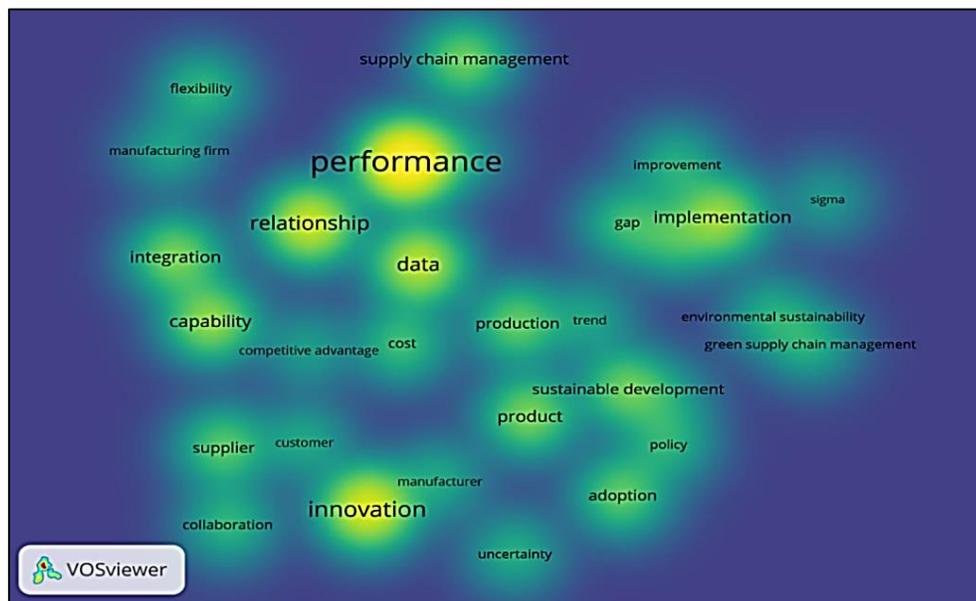


Figura 4. Mapa densimétrico de términos vinculados a GT.

Un nuevo análisis realizado sobre la plataforma VOSviewer®, se centra en la intencionalidad de vislumbrar aquellos términos que tienen reciente actividad cronológica (2018 al 2021) con tendencia a ser prospectivos, generando posible nuevos campos de estudios, estos son procedentes de los metadatos extraídos de la presente revisión de los términos enlistado en el Cuadro 3, se ilustra en la Figura 6 cabe señalar que en este mapa red no se logra observar con detalle aquellos términos que marcan tendencia de GT en SCM en función del número de ocurrencias por año; por tal motivo, utilizando el mismo software, se realiza un procedimiento de normalización de scores (Figura 5), con este artificio se realza, aquellos términos por años desde el más pretérito (2018) al más reciente (2021).

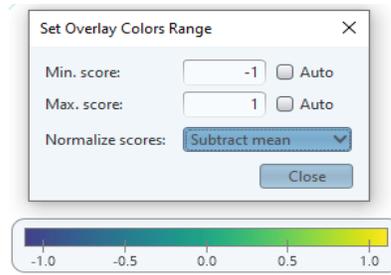


Figura 5. Procedimiento para normalización de scores en VOSviewer®.

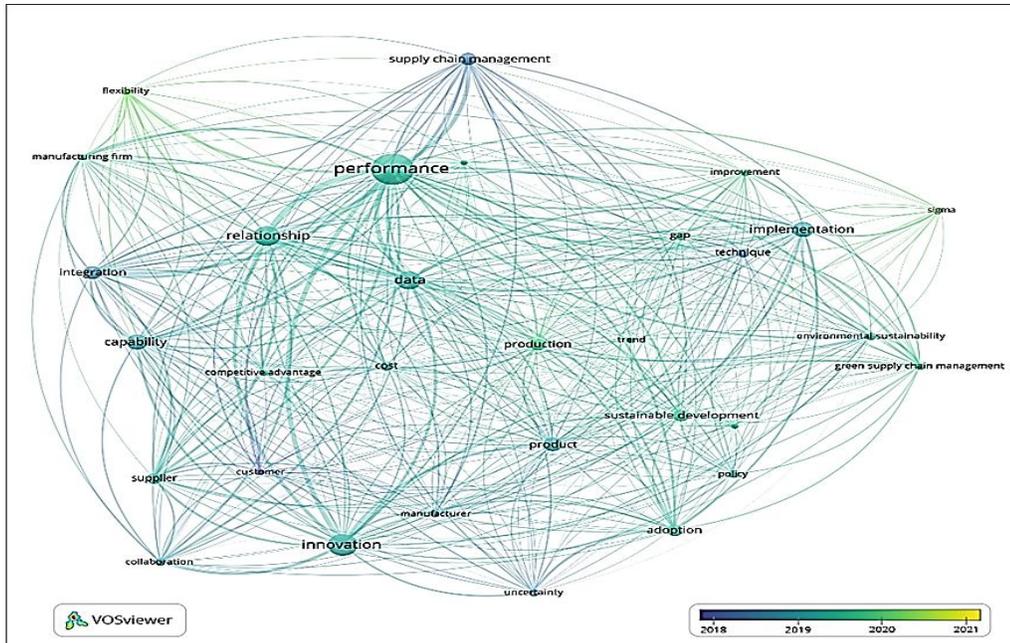


Figura 6. Mapa Red de términos vinculados a GT en SCM en función del número de ocurrencias por año.

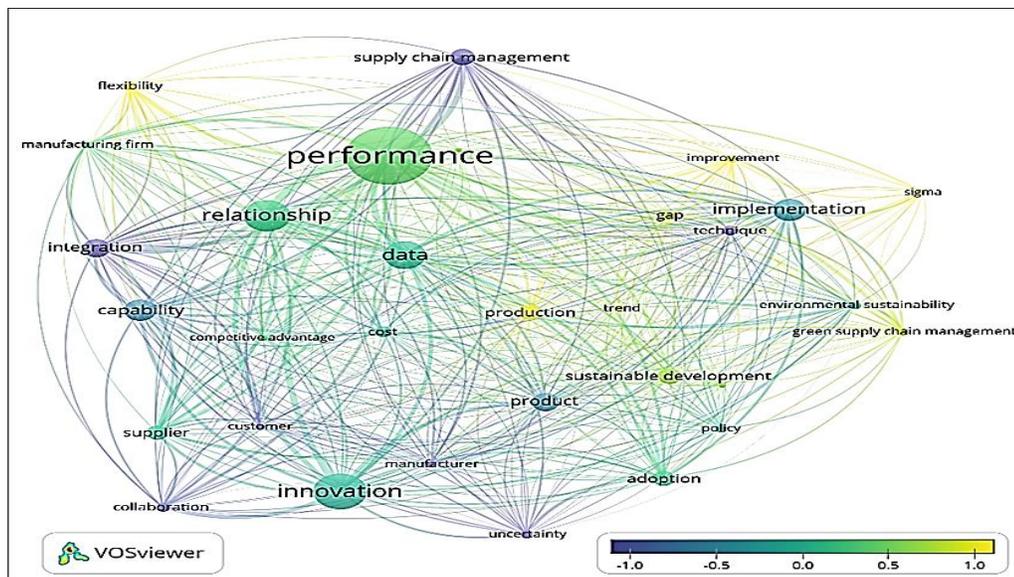


Figura 7. Mapa Red de términos vinculados a GT en SCM de forma normalizada procedente de la Fig. 5.

Como resultado descriptivo procedente de la Figura 7, los términos como *supply chain management*, *integration*, *technique*, *customer*, *manufacturer*, *collaboration*, *uncertainty*, se encuentran bajo el indicador -1, señalando ser vocablos con incidencia significativa dentro de la GT procedente de años anteriores al 2018, seguidamente los siguientes términos *product*, *capability*, *implementation*, han tenido auge en el año 2019, mientras para el año 2020, palabras como *performance*, *manufacturing firm*, *relationship*, *data*, *cost*, *competitive advantage*, *supplier*, *innovation*, *adoption*, *policy*, *environmental sustainability*, *sustainable development*, han sido las de mayor impacto para ese año; finalmente los consiguientes términos *flexibility*, *improvement*, *sigma*, *gap*, *production*, *green supply chain management*, con indicador +1, son los que presentan tendencia por su número de ocurrencias en artículos científicos para el año 2021.

d. Términos vinculantes identificados

El proceso de gestión incluye múltiples componentes, lográndose agrupar de acuerdo a sus recursos, sociedad y sostenibilidad, una revisión de esta amplia base reconoce que pueden subdividirse en muchos subcomponentes. Estos términos (elementos) son independientes pero interrelacionados entre sí, como se alcanza detallar en el apartado 2.2.c del presente artículo, cada uno de estos componentes afecta el otro y cada uno es afectado por otro.

- Clúster 1

Costo (*cost*): El costo sigue siendo uno de los principales elementos a minimizar en las organizaciones, el rol de la SC está evolucionando significativamente, bien administrado trae beneficios de costos [24]. De hecho, existen planteamientos que a partir del diseño modular se considera un enfoque eficaz para reducir los costos de producción y aumentar la personalización masiva y la personalización en las industrias [25]. Gaikwad & Sunnapwar [26] expresan evidencias de reducción de costos en estrategias aplicadas en la SC. El proveedor es responsable de la innovación de procesos para optimizar el sistema productivo y reducir el costo unitario de producción [27]. Adicionalmente, el papel que juega la capacidad de la tecnología de información (TI) permite la integración de la SC y el impacto en el desempeño operativo de las empresas en términos de calidad, tiempo de entrega, costo de producción, entre otros [28]. Actualmente, se debe verificar las oportunidades para las empresas con Industria 4.0 (I4.0), es sumamente relevante, motivado a las inversiones en la I4.0 son altas en términos de costos, la adquisición de nuevas habilidades y los riesgos de obsolescencia para permitir mejores decisiones estratégicas [29]. Sin embargo, en la denominada I4.0, se observa mejoras radicales de costos, una vez implantada [30].

Brecha (*gap*): Múltiples investigadores señalan que se deben minimizar las brechas en investigación, en tecnología, proponen realizar una agenda de investigación para cerrar la brecha entre la práctica y la promesa en la planeación de las cadenas de suministros [31], en pro de las direcciones gerenciales futuras en idear nuevos métodos, herramientas y técnicas para abordar los riesgos en las operaciones SC modernas [32], así como contribuir a la mitigación de esta brecha mediante la presentación de diseños e ingeniería de productos [33], en particular, al identificar las principales tendencias de investigación y las brechas relevantes en la literatura, y al brindar futuras vías de investigación en pro de generar valor para la sociedad [34].

Además, presenta y analiza nueve áreas para futuras investigaciones destinadas a mitigar las brechas identificadas en la intersección de Gestión de Riesgos de la Cadena de Suministro, conocida por sus siglas en inglés (*Supply Chain Risk Management* - SCRM) y en la TI [35]. E inclusive se abordan la reducción de brechas en empresas químicas, centrándose en mejorar la aceptación de la implementación estratégica de sistema de control de proyectos a través de la identificación de seis facilitadores dominantes y nueve barreras dominantes como factores impulsores del éxito [36]. Buscando reducir esta brecha examinando empíricamente la relación entre la factorización inversa y el desempeño operativo y las condiciones de contingencia de esta relación [37].

Identificación (*identification*): En la GT es importante establecer, demostrar o reconocer la identidad de la misma en un proceso productivo, por lo que, permite identificar facilitadores del proceso de innovación [38]. A su vez identificar de una variedad de estrategias empleadas por las empresas, así como los factores contingentes [39]. De igual modo estudios contribuyen al proporcionar un marco novedoso que permite la identificación no solo de la convergencia de la industria como el paso final del proceso de convergencia, sino también la clasificación de su tipo [40]. Machado y colabores [41] mencionan que al identificar y alcanzar todo el potencial de la tecnología en una organización genera la sostenibilidad, al igual que al identificar los niveles de práctica y mejora el desempeño de las empresas [42]. La investigación actual se enfoca en el rol de la TI para la reducción de riesgos, más que para la identificación, el análisis y el monitoreo de riesgos [35]. Finalmente identificar los impulsores de la TI permite la agilidad de la SC [43].

Implementación (*implementation*): La implementación de tecnologías están presente en la GT en pro de mejoras cualquier aspecto dentro de la SCM, entre esto se tiene: Las acciones de SCRM, produjeron la mayoría de los beneficios cuando su implementación se realizó a nivel de cadena o red y se gestionó estratégicamente [32]. Este marco comprende la implementación avanzada de planificación y programación y su integración con los sistemas de planificación de recursos empresariales [44]. De modo análoga, se evaluaron las barreras para la implementación de prácticas de SC sostenible en las micro, pequeñas y medianas empresas [45]. Los resultados mostraron que las fábricas inteligentes implementadas generan beneficios, como una mayor eficiencia del proceso, calidad del producto, sostenibilidad, seguridad y reducción de costos [48].

Jääskeläinen y colabores [46] demostraron que la provisión de soluciones no es una actividad monolítica, sino que se puede entender mejor como un proceso de varias fases (diagnóstico, diseño de soluciones e implementación) [47]. Es sugerido la implementación de las tecnologías individuales y combinadas en la era 4.0 en el proceso de adquisición [30]. Además, muestran que las empresas con niveles más altos de implementación de tecnología digital (amplitud y profundidad) pueden introducir innovaciones de productos y servicios más radicales [49]. Así mismo se denota que la integración de la tecnología Blockchain (BC) y otras tecnologías se desarrolla para su implementación en la SC para una mejor visibilidad y eficiencia de la SC [50].

Mejoramiento (*improvement*): El constructo de prácticas de mejora operativa es el de más alto nivel de variación, procedente de una investigación acerca de una comprensión de los factores y sus atributos asociados que influyen en gran medida en el logro de la flexibilidad de fabricación, integración de tecnología de procesos de productos e integración de marketing y fabricación [51]. Puede apuntar eficientemente a direcciones de mejora y ayudar a los tomadores de decisiones a mejorar el desempeño general de SC [52]. Adicionalmente, el concepto de mejoras aumenta el desempeño competitivo, enfatizando en la importancia de la fuente estratégica en la mejora de la naturaleza esbelta y ágil de la SC [53]. Se pueden lograr mejoras radicales de costo, tiempo de ciclo, esfuerzo humano, grado de automatización, trazabilidad, disponibilidad de información e incertidumbre con el marco propuesto [30].

Política (*policy*): Las políticas organizaciones definen estratégicamente una organización; por ello deben ser claras y finas, estas políticas, con base en lo anterior, existen diversas políticas internas como políticas a cara de terceros. Routroy & Behera [54] encontraron que la política de inventario en el área agrícola, es de suma importancia ya que está vinculado al pronóstico de la demanda y la integración de SC agrícola. La elección de la política se basa en un umbral de relación de costo de la operación [55]. Los Sistema de Medición del Desempeño de Sostenibilidad Industrial, proporciona a los responsables de la formulación de políticas un marco para desarrollar una política regulatoria más eficaz, comprendiendo mejor cómo funciona el desempeño de la sostenibilidad, pudiendo abordarse de manera integrada en todas las empresas industriales [56]. Los estrategas y los responsables políticos asuman el papel de la innovación abierta y las tecnologías de la I4.0 para promover innovaciones respetuosas con el medio ambiente y promover el comportamiento ecológico en las empresas [57].

Productos (*product*): Se tiene que garantizar dentro de la SC, la satisfacción de calidad y la entrega a tiempo del producto al cliente. Se ha ilustrado un estudio de caso de la SC de petróleo, encontrándose que el transporte/logística (sistema de entrega) está relacionado a la calidad de los productos derivados del mismo [58]. Por su parte, Machado y colaboradores [41], denotan que las tecnologías emergentes y la fabricación aditiva tienen un papel importante en la configuración del futuro de la fabricación, lo que permite a las empresas producir productos y piezas complejos de una manera más eficiente y sostenible. Las actividades productivas afectan los pilares ambientales y sociales de la sustentabilidad de las empresas; por lo tanto, las decisiones sobre dónde se fabrican los productos tienen un tremendo impacto en la sustentabilidad de una empresa [59].

Concatenado a lo anterior expresado, el diseño e ingeniería de productos se conoce como un nuevo paradigma de la ingeniería química, tiene como objetivo definir productos nuevos y/o mejorados en función de las necesidades del cliente y/o las nuevas tecnologías [33]. El aumento de la complejidad de las SC exige mayores esfuerzos para alinear las actividades de todos sus miembros con el fin de mejorar la creación de valor de sus productos o servicios ofrecidos a los clientes [60]. Caso práctico, donde empresas manufactureras, utiliza un marco multidimensional que tiene en cuenta las dimensiones de innovación de productos y procesos, así como las múltiples etapas de la cadena de valor. Los resultados muestran que las iniciativas estudiadas se caracterizan por productos y procesos nuevos para las empresas o nuevos para la industria en los pasos primarios o finales de la cadena de valor (o ambos) [61].

Las demandas de los clientes son cada vez más inciertas en términos de tipo, ubicación y volumen. Como resultado, se requieren plantas de producción química más flexibles. Diferentes escenarios muestran que el uso de plantas a pequeña escala puede conducir a una reducción significativa en los costos totales que se debe principalmente a los costos de transporte de materias primas y productos [62]. Se menciona que la innovación colaborativa en procesos y productos es de vital importancia. La innovación en la SC en la que un proveedor anterior y un fabricante posterior pueden desarrollar conjuntamente un producto que incluye varios elementos innovadores [27]. La adopción de tecnología y la capacidad de innovación de las empresas a menudo están interrelacionadas, pero esta relación no se comprende bien y, en particular, aún no se ha investigado la forma en que la adopción de tecnología digital, la innovación de productos y servicios y la ventaja competitiva están relacionadas con las industrias de procesos [48].

Producción (*production*): Diversos autores, entre estos: Saliba y colaboradores [63] enfocados en tecnologías de automatización de producción, abordaron sus características sobre la actitud general y el uso de la automatización. Donde los patrones de procesos de producción y su relación puede ser útil en la toma de decisiones y planificación estratégica por parte de las empresas manufactureras [64]. Planteando que el diseño modular se considera un enfoque eficaz para reducir los costos de producción y aumentar la personalización masiva y la personalización en las industrias [25]. En lo que una nueva tecnología justifica la reconsideración de las etapas en las que se puede dividir el proceso de producción y, una vez que esta división se considera viable, los impulsores de la relocalización pueden volverse más/menos importantes en la decisión de relocalización [65].

Dentro de las herramientas de la GT, se encuentra la calidad, en relación a ello, la producción más limpia, como estrategia ambiental integrada aplicada a la producción, los procesos y los servicios para aumentar la eficiencia de la producción y reducir los riesgos para el medio ambiente y las personas [66], a través de las corrientes de la SC; en segundo lugar, mejorará la planificación de la oferta y la demanda, lo que eliminará la producción adicional y permitirá a las empresas adoptar la producción justo a tiempo al ahorrar varios costos asociados de otro modo [67].

Sistema de calidad seis sigma (*sigma*): El uso práctico de Lean Six Sigma y su eficacia es una herramienta estratégica de supervivencia comercial en empresas manufactureras de productos químicos, así como establece los impactos en el mercado y el desempeño comercial en la entidad de fabricación [68]. Por lo que desarrollar y aplicar un marco de mejora continua, mediante la introducción de consideraciones ambientales en el ciclo Six Sigma DMAMC (definir-medir-analizar-mejorar-controlar) para una

identificación, evaluación e implementación continuas de oportunidades prometedoras para mejorar la sustentabilidad ambiental de procesos basados en procesos industriales [69]. En este mismo sentido, las estrategias *Lean Green Six Sigma* (LGSS) ayudan a las organizaciones de fabricación a competir en los mercados globales a través del impacto de una estrategia de sostenibilidad para su negocio [26]. Dentro de las empresas químicas, existe una gran necesidad de desarrollar, adoptar e implementar enfoques inclusivos como LGSS que proporciona un camino para el crecimiento integral de la industria a través de la utilización óptima de los recursos, reduciendo el rechazo, los desechos de reelaboración y las emisiones [70]. Concluyendo que la adopción de Lean Six Sigma, como una metodología de mejora continua, ha crecido enormemente en los sectores de fabricación y algunos servicios bajo un enfoque en la sostenibilidad y el medio ambiente [71].

Parte interesada (*stakeholder*): Se denota que, la falta de cultura de gestión de riesgos, relaciones interorganizacionales, intercambio de información e integración de los stakeholder en la SC son los principales inhibidores de la resiliencia [72]. Por lo tanto, la asimilación tecnológica es iniciada con frecuencia por una parte interesada externa en la SC de una empresa y que las empresas deben desarrollar fuertes lazos de colaboración con sus socios para aprovechar al máximo esta tecnología [73]. Como tal, la naturaleza de la estrategia de gestión puede estar bien establecida para ayudar a las partes interesadas a desarrollar programas e iniciativas de la I4.0 apropiados [74]. Lazaretti y colaboradores [75] denotan que la acción en red, la movilización de stakeholders relevantes, la reinención del modelo de negocio, la redefinición con múltiples valores y un alcance estratégico sustentable son los mecanismos que contribuyen efectivamente a promover el vínculo entre innovación y sustentabilidad en las organizaciones. Se plantea además que los modelos de negocios para la sostenibilidad ambiental han ganado una atención en el campo de la gestión, entre los profesionales y las partes interesadas creciente [34]. La parte interesada expresa un interés creciente en comprender el impacto de las tecnologías emergentes y disruptivas en el transporte de carga [76]. Con el fin de mejorar el desempeño ambiental, las empresas manufactureras en todo el mundo han comenzado a buscar prácticas ecológicas para adoptar en sus operaciones la conciencia ambiental, producto de la presión que han inducido las partes interesadas, vislumbrando cambios en el enfoque de los fabricantes [77].

Desarrollo sustentable (*sustainable development*): En el marco del desarrollo sostenible agendado por la Organización de Naciones Unidas (ONU), sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y sus 169 metas son de carácter integrado e indivisible, de alcance mundial; por lo que cada empresa, gobierno u organizaciones no gubernamentales sin fines de lucro (ONG), decidirá también la forma de incorporar esas aspiraciones y metas mundiales en los procesos de planificación, las políticas y las estrategias nacionales. Ahora bien, la Gestión Sostenible de la Cadena de Suministro conocida por sus siglas en inglés como (*Sustainable Supply Chain Management - SSCM*) es un proceso de gestión que promueve la adopción de actividades ecológicas en las SC convencionales [45]. Por su lado, Naghi Ganji y colaboradores [78], en su estudio de investigación destaca la necesidad de incorporar el desarrollo de nuevos productos en la gestión de la cadena de demanda a través de las entidades del ecosistema empresarial completo y también a través del flujo de información, materiales y recursos dentro de la estructura del SC. Bröchner y colaboradores [79], reconocen que la digitalización y la sostenibilidad como dos importantes fuerzas moldeadoras dentro de las organizaciones.

Ahmad y colaboradores [80] mencionan que los indicadores macros para el desarrollo sustentable están vinculados a: Medio ambiente, economía y sociedad para los sectores manufactureros. En este mismo orden de ideas, se menciona que el único índice que permite a las industrias manufactureras tomar decisiones considerando las mejoras continuas para aumentar el desempeño es la sustentabilidad [81]. Donde, la fabricación sostenible es una de las áreas beneficiosas recientes que pueden lograr el equilibrio entre los aspectos económicos, ambientales y sociales [82]. El desarrollo sostenible está influenciado por las formas en que se mide la sostenibilidad dentro de la red de la que forman parte las organizaciones, incluidos los sistemas adecuados, y está mediado por comportamientos compatibles [75]. Cabe destacar,

que las políticas gubernamentales y los pactos ambientales han obligado a las industrias a adoptar medidas sostenibles para reducir su nivel actual de emisiones y desechos [70]. Por lo que el desarrollo sostenible de nuevos productos (DSNP) ha sido reconocido como uno de los factores clave para lograr el éxito medioambiental y económico. El documento explora el papel de la participación del proveedor en el proyecto DSNP y enfatiza el papel de los líderes del proyecto en el proceso [83].

Técnica (*technique*): El éxito en la SC depende de una buena gestión, esto se logra a través de buenas prácticas y llevando a cabo una logística organizada que permita entregar de manera óptima los productos o servicios a los clientes o consumidores, para lograrlo se requiere de algunas técnicas. Narayanan y colaboradores [84], modelaron la interrelación entre las barreras usando la técnica modelado estructural interpretativo, con el propósito de identificar, modelar, analizar y priorizar las barreras en la implementación de prácticas sostenibles en la industria de fabricación de productos. Por otro lado, los métodos de estructuración de problemas, son técnicas de investigación operativa comúnmente utilizadas para investigar y capturar la naturaleza multidimensional y compleja de las situaciones [85]. Además, se especificó una lista de verificación de manufactura esbelta para comprobar la presencia de técnicas de manufactura esbelta empleadas para eliminar el desperdicio hacia producción más limpia [42]. La técnica de modelado de ecuaciones estructurales de mínimos cuadrados parciales podría mejorar la calibración de la autoevaluación de la práctica lean y podría identificar otras áreas de mejora [86]. Las técnicas proporcionan un sistema de apoyo a la decisión para que los gerentes predigan la probabilidad de una organización de adoptar con éxito la cadena de bloques utilizando una técnica de aprendizaje automático [87].

- Clúster 2

Capacidad (*capability*): En la estrategia o diseño de la SC, debe estar presente la capacidad tanto de absorción, operativa y de respuesta. Por un lado, se tiene que la agilidad de la SC como una capacidad operativa en respuesta rápida a los marcadores inciertos y turbulentos no solo mejora el desempeño de la empresa, sino que también conduce a la disminución de costos y al aumento de las capacidades profesionales [88]. De igual manera, las industrias manufactureras y los inversionistas siempre buscan mejorar las técnicas para reducir costos, energía y expandir su capacidad para productos de bajo y alto volumen de producción [89]. En lo que el análisis de datos ha revelado que la capacidad de absorción es un fuerte predictor de capacidades sostenibles y adopción de innovación verde. Además, las capacidades de orientación y colaboración sostenibles han surgido como poderosos determinantes de la adopción de la innovación verde [90].

Por otro lado, la capacidad de resiliencia sigue teniendo un efecto positivo directo dominante en la mitigación de las interrupciones cuando se tiene en cuenta la complejidad de la SC [91]. El estudio adopta la resiliencia de la SC como una capacidad dinámica y la capacidad de resiliencia como un requisito previo mediador para abordar el riesgo de la SC en el abastecimiento, la fabricación y la entrega [92]. A pesar de las capacidades convencionales de la SC como la eficiencia y la eficacia, en la literatura se identifican ocho capacidades estratégicas significativas de las SC para la gestión de riesgos. Estas capacidades con connotaciones positivas incluyen flexibilidad, confiabilidad, resiliencia, robustez, agilidad, adaptabilidad, alineación y capacidad de respuesta [93]. Öhman y colaboradores [94], exploraron cómo se desarrolla la capacidad de análisis dentro de la función de gestión de compras y suministros. Cabe destacar, las empresas que invierten en la TI y la Comunicación afectan significativa y positivamente la mejora de la capacidad tecnológica de una empresa en los grupos de planificación de la producción, gestión de inventario y análisis de datos [95], entre ello se menciona la conceptualización de la tecnología BC como una capacidad dinámica que la organización debe poseer para seguir siendo competitivo [87].

Colaboración (*collaboration*): La colaboración entre los diversos entes participantes dentro de una GT, como los proveedores de tecnología con los socios de las organizaciones, en función compartir sólo la información que realmente aporte valor; así como también tanto de los clientes como de los proveedores.

En este mismo orden de ideas, el diseño crea valor al centrarse en los valores intangibles de los productos, De Goey y colaboradores [96] identificaron cinco facetas de la innovación impulsada por el diseño que contribuyen a la creación de valor: desarrollo de nuevos significados de productos, generación de conocimiento, actores y colaboraciones, capacidades y procesos; en efecto, se orienta hacia la sostenibilidad de tres capacidades, a saber: la orientación sostenible, el capital humano sostenible y la colaboración sostenible [90].

Por supuesto, teniendo en cuenta las consideraciones del cliente, así como profundizar la comunicación y colaboración entre los miembros de la SC, genera como resultado el aumento de la confianza entre los miembros de la SC, mejora la interdependencia de los miembros de la SC, manteniendo su independencia y reduciendo simultáneamente los costos [97]. Por su lado Tarei y colaboradores [98] mencionan que, la estrategia de distribución de riesgos incluye la distribución de ingresos, los seguros, la colaboración, la asociación público-privada, etc., esta práctica debe compaginarse con el ser de una empresa central y emprender iniciativas de gestión de la SC en colaboración con sus proveedores y clientes para lograr un impacto holístico que, en última instancia, conduce a una mejora en el desempeño general de la sostenibilidad [99]. Cabe destacar en la era digital, el papel moderador del aprendizaje digital verde en las relaciones entre el análisis de Big Data y la Inteligencia Artificial conocida por sus siglas en inglés (*Artificial Intelligence* - AI) y la colaboración en la SC verde [100].

Ventajas competitivas (*competitive advantage*): Si bien es cierto, cada organización debe prevalecer en el tiempo para ello, debe explotar sus ventajas de competencia, en la literatura se menciona que la SC, bien administrada brinda beneficios de costos, agilidad y flexibilidad a los negocios y proporciona la ventaja competitiva y la estrategia de diferenciación [24]. Por lo tanto, las empresas se ven obligadas a adoptar prácticas de SSCM, lo que conduce a una ventaja competitiva [45]. Ikram y colaboradores [101] exploraron la proposición de que las ventajas competitivas de los clústeres industriales facilitan una SSCM eficaz. Por lo que desarrollar la agilidad y la innovación como capacidades dinámicas es importante para que las empresas mantengan su ventaja competitiva en la economía global actual [102]. En este mismo orden, la sostenibilidad puede convertirse en una fuente de ventaja competitiva para sectores de fabricación maduros donde las tecnologías están estandarizadas y la innovación se genera principalmente a lo largo de la cadena de valor y no por empresas individuales [103]. En el año 2020, las empresas compiten y ganan en función de las capacidades que pueden aprovechar en sus cadenas de suministro, buscando el conocimiento del cliente como fuente de ventaja competitiva [104].

Moradi y colaboradores [105] detallan que el “Costo” se ha tomado como la ventaja competitiva más importante en las empresas de materiales y productos químicos. Por su parte, académicos comenzaron recientemente a evaluar empíricamente la SC triple A, que enfatiza las capacidades simultáneas en Agilidad, Adaptabilidad y Alineación en toda la SC para desarrollar una ventaja competitiva sostenible [106]. En la era de las telecomunicaciones, se encontró en un estudio que un SMS habilitado para la I4.0 ofrece beneficios más competitivos en comparación con un sistema de fabricación tradicional [87]. Para las organizaciones en el desarrollo de una ventaja competitiva, utilizan sus recursos y competencias basados en el conocimiento [107]. Mubarak y colaboradores [57] sugieren que las empresas deben recibir incentivos para adoptar y utilizar las tecnologías de la I4.0 y las interacciones de innovación colaborativa, ya que fomentan un clima para las innovaciones verdes sostenibles (que también es un componente clave para lograr una ventaja competitiva). Este marco de investigación de varios pasos pronostica los cambios tecnológicos que se avecinan en varios grupos industriales, las habilidades de la fuerza laboral que se necesitan y se necesitarán, y proporciona recomendaciones para una hoja de ruta de desarrollo de la fuerza laboral para que las empresas puedan obtener una ventaja competitiva mediante el uso de Big Data e AI [108].

Cientes (*customer*): El cliente es considerado como uno de los factores principales en la SCM y factor importante en los entornos competitivos y globales de hoy en día para satisfacer el crecimiento, las demandas y las expectativas para cualquier entorno de desarrollo de productos [78]. AL-Shboul y

colaboradores [109] han explorado siete prácticas de SCM, es decir, colaboración de proveedores, flexibilidad con socios, uso de Internet, enfoque en el cliente, producción ajustada, integración interna y gestión de la calidad conocida por sus siglas en inglés (*Quality Management - QM*). A su vez, las empresas comparten conocimientos sobre innovación verde en todas las industrias a través de colaboraciones horizontales y su red extendida, como las redes de sus proveedores y clientes [110]. Es de resaltar que la implementación de programas de mejora de la gestión que respaldan los seis imperativos estratégicos de enfoque en el cliente, eficiencia, eficacia, integración con los socios de la SC, capacidad de respuesta y sostenibilidad ambiental y los efectos de esos programas en la comercialización y finanzas [111]. Es importante que la “sensibilidad al cliente y al mercado” ha sido considerada como el habilitador más importante en industrias [105]. Por su parte, las necesidades cambiantes de los clientes y los recursos escasos que se pueden superar a través de estas estrategias para lograr los objetivos comerciales generales [26].

Ahora bien, el concepto de fabricación ágil se está volviendo de vital importancia para la industria manufacturera debido a la rápida industrialización, la demanda fluctuante de los clientes y el entorno empresarial turbulento [112]. Es importante que los gerentes aborden las presiones externas de la Gestión de Cadena de Suministro Verde conocida por sus siglas en inglés (*Green Supply Chain Management – GSCM*) mediante la adopción de prácticas ecológicas y, al ser una empresa central, deben emprender iniciativas de GSCM en colaboración con sus proveedores y clientes [99]. Además, que la integración de la SC, especialmente la integración del cliente, tiene un impacto positivo y significativo en todos los indicadores de desempeño operativo [28]. Ahora bien, en la I4.0, el nivel deseado de protección contra la falsificación ascendente/descendente que el propietario de una marca pretende garantizar a los clientes a través de BC es el factor clave a considerar en el diseño de los sistemas de BC [113]. Y la adopción de la tecnología BC, conduce a la reducción de las cadenas de suministro, produce un producto de mejor calidad, ahorra tiempo de desarrollo de productos y aumenta la oferta personalizada para el cliente [114].

Innovación (*innovation*): La innovación ha sido considerada como el factor más importante en los entornos competitivos y globales de hoy en día para satisfacer el crecimiento, las demandas de los clientes y las expectativas para cualquier entorno de desarrollo de productos [79]. La innovación del producto, en términos de características, funciones, uso, propiedades y estética significativamente mejorados/nuevos, etc., puede apreciarse como un área para lograr la sostenibilidad empresarial a nivel nacional/internacional [115]. Ahora bien, la colaboración en la SC tiene un efecto positivo en la innovación tecnológica, mostrando que la colaboración con agentes externos fomenta tanto las innovaciones incrementales como las radicales. Además, los resultados muestran que la TI mejora directamente ambos tipos de innovación de productos (incremental y radical) indirectamente a través de la colaboración en la SC [116].

La innovación tiene un efecto positivo en el desempeño del marketing; el liderazgo transformacional tiene un efecto moderador en la relación entre innovación y desempeño de marketing [117]. La innovación de procesos juega un papel crítico de mediación en la absorción y transformación del conocimiento del cliente en las SC [104]. A su vez, la innovación impulsada por el diseño contribuye a la creación de valor en el desarrollo de productos [96]. Cabe destacar que las organizaciones han estado adoptando innovaciones tecnológicas de la IA, con miras a adaptarse o interrumpir su ecosistema mientras desarrollan y optimizan sus ventajas estratégicas y competitivas [118]. Es de destacar que, el valor de una innovación en la SC en la que un proveedor anterior y un fabricante posterior pueden desarrollar conjuntamente un producto que incluye varios elementos innovadores. El proveedor es responsable de la innovación de procesos para optimizar el sistema de producción y reducir los costos unitarios de producción, y el fabricante es responsable de la innovación de productos [27], tanto en términos de introducción de nuevos productos como de nuevos servicios, son de suma importancia para obtener una ventaja competitiva [48]. Como también, la innovación media parcialmente la relación entre la flexibilidad organizacional y el desempeño de la cartera de proyectos. Además, se analizó el efecto moderador del dinamismo ambiental entre la flexibilidad organizacional y la innovación, para ser más competitivos, deben incorporar flexibilidad a la empresa para fomentar la innovación [119]. La evolución de la tecnología se ha convertido

en la corriente principal de la actual era de innovación tecnológica. Dicho cambio generalmente se moldea con la combinación de varios factores, a saber, económicos, sociales o científicos y tecnológicos, centrándose en la identificación de trayectorias tecnológicas en un ecosistema tecnológico con el caso de la tecnología de pago móvil [120]. En este orden, las tecnologías de la I4.0 pueden desempeñar un papel importante para mejorar el desempeño de la innovación ecológica de las empresas manufactureras [57].

Fabricante (*manufacturer*): Como elemento central en la estructura esquemática de una SC de bienes, en especial de carácter químico, está el fabricante o manufacturador. La inversión en los aspectos tecnológicos y humanos de los recursos de la TI destinados a aumentar la eficacia de las actividades de la Gestión Ajustada conocida por sus siglas en inglés (*Lean Management* - LM) y las prácticas ambientales proactivas, son imprescindibles para los fabricantes contemporáneos [121]. Con base en lo anterior expresado, al establecer una ruta estratégica para la transición hacia la I4.0, es demarcada una ayuda a los fabricantes contemporáneos para comprender: ¿qué es lo que realmente requiere implementar de la I4.0? y qué desafíos podrían enfrentar durante el proceso de transición [122]. Donde, empresas manufactureras que tengan iniciativas propias de la I4.0, con el fin de identificar los principales desafíos y oportunidades de construir una industria flexible y brindar elementos que permitan a los fabricantes guiar esta construcción con un poco más de seguridad [123].

Por su parte, la construcción de relaciones de poder comprador-proveedor es cada vez más importante en la SC, conocer los parámetros de la relación de poder puede ayudar a la empresa de fabricación a alinear su enfoque estratégico con las áreas que pueden ser respaldadas por la SC [124], es por ello, cuando la eficiencia de la innovación del producto es grande (pequeña), la ganancia del fabricante es convexa (cóncava) en la relación del margen de ganancia [27]. Es importante destacar, la conciencia ambiental de las partes interesadas ha presionado y cambiado el enfoque de los fabricantes [77]. Dado que se presta cada vez más atención a los problemas ambientales, los fabricantes buscan establecer una alineación estratégica con sus socios de la SC para hacer frente a estos desafíos ambientales [125].

Proveedor (*supplier*): Los proveedores envían materiales a las fábricas que proveen a los almacenes que a su vez abastecen los mercados, es de suma importancia que los recursos estratégicos y la visión y los principios compartidos entre la empresa y sus proveedores estén definidos en un ambiente de SC de circuito cerrado [126]. Por su parte, Mishra y colaboradores [51] mencionan que la flexibilidad e integración de proveedores son dos de los ocho factores que influyen en gran medida en el logro de la flexibilidad de fabricación. Cabe destacar, que las empresas pueden desarrollar relaciones a través de un enfoque con tres características principales, un mapeo documentado que empareja conceptos de innovación discontinuos identificados y sus tecnologías subyacentes con proveedores potenciales que dominan y pueden proporcionar tales tecnologías [127].

Estudios revelan que la colaboración con los proveedores genera una innovación radical, mientras que la colaboración con los clientes genera una innovación incremental [128], e inclusive estrategias de prevención de riesgos se compone de prácticas como la evaluación de proveedores, la adaptación de tecnología, procesos flexibles y seguridad de la información [98]. En enfoques tradicionales, como el mapeo de la SC, solo muestran las relaciones de la empresa central con los proveedores y clientes a lo largo de la SC vertical, pero no son capaces de mapear ninguna relación horizontal comprador-proveedor con otras empresas [129]. Cabe mencionar, los proveedores y clientes pueden contribuir o beneficiarse del valor creado en los términos de “innovación” y “sostenibilidad” [75], donde el proveedor es responsable de la innovación de procesos para optimizar el sistema de producción y reducir los costos unitarios de producción [27], el impacto de los impulsores institucionales y la dependencia del comprador en las prácticas de GSCM en función del desempeño de los proveedores [130].

Bals y colaboradores [131] indican que la estructura de la organización de abastecimiento global, así como las diferencias en las organizaciones de abastecimiento del comprador y de ventas del proveedor, plantean requisitos para la gestión de la interfaz en términos de coordinación y cooperación. E inclusive, las empresas manufactureras pueden utilizar esquemas de evaluación para estar vigilante de los cambios que

los proveedores están dispuestos a realizar en sus áreas de decisión de operaciones, como sistemas de calidad, gestión de productos, gestión de procesos, sistemas de gestión de materiales y sistemas de información [132].

- *Clúster 3*

Flexibilidad (*flexibility*): La flexibilidad que deben tener las SC, para adaptarse y evolucionar conforme se vayan generando las dinámicas empresariales, tiene un impacto significativo en el desempeño de la cadena. La SC bien administrada, brinda beneficios de costos, agilidad y flexibilidad a los negocios y proporciona la ventaja competitiva y la estrategia de diferenciación [24]. Entre estas ventajas se presenta la relación entre las prácticas de gestión ambiental y el desempeño operativo competitivo con respecto a la reducción de costos, la mejora de la calidad, la mejora de la flexibilidad y la mejora de la entrega, así como el desempeño ambiental general de las empresas [133].

Nabass & Abdallah [134] exploraron el efecto indirecto de la fabricación ágil en el rendimiento empresarial a través de las dimensiones de rendimiento operativo de costo, calidad, entrega y flexibilidad. Por su parte, las inversiones planificadas en sistemas de fabricación inteligente se pueden evaluar en diez dimensiones de rendimiento, a saber, costo, calidad, flexibilidad, tiempo, integración, productividad optimizada, diagnóstico y pronóstico en tiempo real, computación, sostenibilidad social y ecológica [87]. A pesar de las capacidades convencionales de la SC, como la eficiencia y la eficacia, en la literatura se identifican ocho capacidades estratégicas significativas de las SC, estas capacidades con connotaciones positivas incluyen flexibilidad, confiabilidad, resiliencia, robustez, agilidad, adaptabilidad, alineación y capacidad de respuesta [93]. En efecto, los tipos de estrategias de operaciones (costo, calidad, flexibilidad y entrega) están en una relación directa con la integración de la SC [135].

Cabe mencionar, cuando las empresas sean capaces de integrar el concepto de la I4.0, permitirán aumentar el rendimiento de estas y así obtendrán resultados superiores a los de la competencia, aumentando incluso su productividad y flexibilidad [136], para mostrar cómo la tecnología BC puede mejorar la flexibilidad y la agilidad en las operaciones de la SC [49]. Por lo que, el papel de la capacidad de la TI (aplicación interfuncional, aplicación de la SC y consistencia de datos) para permitir la integración de la SC (SCI; integración interna, de clientes y proveedores) y el impacto de SCI en el desempeño operativo de la empresa en términos de calidad, entrega, costo de producción, nivel de inventario, servicio al cliente y flexibilidad de mezcla de productos [28], debido a que las demandas de los clientes son cada vez más inciertas en términos de tipo, ubicación y volumen. Como resultado, se requieren plantas de producción química más flexibles [62].

Integración (*integration*): La integración entre los procesos macro es crucial para el éxito de la administración de la SC. Por mencionar, la integración forma parte de las siete prácticas de SCM, anteriormente descrita en el clúster de clientes, donde se menciona la integración interna [109]. Por su parte, de los ocho constructos subyacentes, el concepto de integración está presente en cinco, son: integración de proveedores, integración de clientes, integración de tecnología de procesos de productos e integración de marketing y fabricación [51], de modo similar la integración de las partes interesadas de SC son los principales inhibidores de la resiliencia [73], como también la integración con los socios de la SC [111]. Por lo que al analizar el impacto de la integración de sistemas de gestión que incluyen estándares económicos, sociales y ambientales, aumenta el desempeño económico de las empresas, lo que resulta en rentabilidad, aumento de capital y crecimiento de ventas [137]. Las inversiones planificadas en sistemas de fabricación inteligente se pueden evaluar en diez dimensiones de rendimiento, a saber, costo, calidad, flexibilidad, tiempo, integración, productividad optimizada, diagnóstico y pronóstico en tiempo real, computación, sostenibilidad social y ecológica [87]. En el marco de la sostenibilidad, depende de las capacidades dinámicas (absorción, medio ambiente, competencia, capacidad de innovación, integración de recursos, organización, redes y tecnología) [138]. Pero la integración en cualquier negocio es crítica y compleja [139], por lo que implican en la actualidad la integración con proveedores y clientes [140], e incluyendo aspectos tan específicos, como las iteraciones de la agricultura inteligente y la integración

profunda de la industria, superando las limitaciones de la agricultura tradicional [141], en este mismo contexto, la SCI y su impacto en la integración interna, de clientes y proveedores y a su vez en el desempeño operativo de la empresa [28]. De hecho, la evolución de la tecnología desde la era industrial más reciente hasta la era tecnológica mejor conocida como la I4.0 resultó en una mayor demanda de integración digital horizontal, vertical y de extremo a extremo [142], en tal circunstancia infundir tecnologías de la I4.0 como la tecnología BC debido a sus múltiples beneficios, mejorará la integración entre los flujos de la SC [67], la integración de BC y otras tecnologías desarrolladas recientemente pueden ayudar a lidiar con las incertidumbres de la SC y otros desafíos que enfrenta la industria [49].

Empresas manufactureras (*manufacturing firm*): De forma análoga al fabricante, las firmas generadoras de bienes, son parte imprescindible de la GT como ente perteneciente a la SCM. En la literatura, múltiples autores la hacen mención, Song y colaboradores [143] estudiaron 113 empresas de fabricación líderes en su clase en cuatro sectores para investigar sus configuraciones estratégicas de la SC y la información de los factores que afectan; adicionalmente en este tipo de compañías se exploran diferentes impulsores y estrategias de flexibilidad de volumen en las empresas manufactureras [39], estudios muestran que existe una fuerte asociación entre la capacidad de apalancamiento del cliente de una empresa manufacturera y la innovación y el rendimiento de sus procesos [104] por lo que, desarrollar la agilidad y la innovación como capacidades dinámicas es importante para las empresas [102], de igual forma, las estrategias de puente parecen conducir a una ventaja competitiva de la empresa manufacturera en términos de propiedad y accesibilidad a los recursos [144], resultados también demostraron que el efecto total de la gestión de la SC ecológica en el rendimiento empresarial es positivo y significativo según datos de encuestas recopilados de 215 empresas manufactureras [145]; además, se confirma la validez y confiabilidad del poder de una empresa manufacturera sobre los proveedores [146], con el norte de que estas empresas manufactureras, inician empujes hacia la I4.0 [147]. Es oportuno mencionar que, en la industria manufacturera se evidencia de que los factores organizacionales, como las habilidades digitales, el tamaño de la empresa y la intensidad de I+D, tienen el mayor impacto en la adopción de la AI en la fabricación [148], donde las empresas manufactureras europeas enfrentan una presión cada vez mayor para adoptar las tecnologías de digitalización discutidas en el paradigma emergente de la I4.0 [48].

Desempeño (*performance*): La importancia de las decisiones y del desempeño de una SC es el éxito de una firma, fortaleciendo la identificación de grupos con capacidades dinámicas relevantes para lograr la ambidestreza de la SC y posterior evaluar las implicaciones de rendimiento de las capacidades dinámicas de la misma [149], como también, estar al tanto de identificar varios impulsores de riesgo y subriesgo que afectan el desempeño de la SC [58]. Las decisiones con base en el conocimiento, ayudan a las organizaciones y a los responsables de la toma de decisiones a evaluar su desempeño general de SC, apuntando eficientemente a las direcciones de mejora y ayudar a los gerentes a perfeccionar el desempeño general de estas [52].

Particularmente, en los sectores de energía, química y petroquímica, servicios y transporte, resultados sugieren que la cantidad invertida en Sistemas Integrados de gestión en una perspectiva resultado final triple (*Triple Bottom Line* - TBL) aumenta el desempeño económico de las empresas, lo que resulta en rentabilidad, aumento de capital y crecimiento de ventas [137]. Por otro lado, las estrategias de sustentabilidad ambiental y social conducen a un desempeño sustentable teniendo un impacto positivo en el desempeño ambiental y de costos [150], este mismo orden los efectos de las dimensiones de las aplicaciones de gestión de la SC verde en el desempeño económico, ambiental y social [151], inclusive, la flexibilidad de la SC contribuye significativamente al rendimiento de la SC, a saber, la gestión de la demanda, la confiabilidad de la SC y el desarrollo del conocimiento de la SC [152]. Estudios realizados apoyan la refinación de los hallazgos previos relacionados con las tres A (ágil, adaptable y alineada) al ofrecer evidencia de que las empresas aún pueden lograr sus objetivos relacionados con el desempeño con compromisos de inversión reducidos, al aprovechar la relación de sustitución existente entre estas capacidades [153], así como también, el efecto indirecto de la Gestión de Calidad de la Cadena de

Suministro, conocida por sus siglas en inglés (*Supply Chain Quality Management - SCQM*) en el rendimiento de la SC a través de la agilidad de la SC y la innovación, identificando los efectos positivos de SCQM en el rendimiento al proporcionar información significativa sobre el papel de SCQM en la promoción de las capacidades de agilidad e innovación [154].

Es importante comprender los roles habilitadores y restrictivos de la tecnología BC en las prácticas laborales gerenciales y conceptualizar la relación tecnología-desempeño en la SCM [155], Kamble y colaboradores [156] afirman los efectos directos de las tecnologías de la I4.0 en las prácticas de fabricación ajustada y el desempeño organizacional sostenible, se espera que la aplicación de tecnologías habilitadoras de la I4.0 genere mejoras significativas en el rendimiento de la gestión de la SC al permitir un enfoque holístico, así como el intercambio de información y la transparencia en toda la SC [157].

Relación (*relationship*): Crear las relaciones adecuadas, genera vínculos. Sacristán-Díaz y colaboradores [158] denotan que deben existir relaciones entre las diferentes dimensiones de la integración de la SC. Así como también, el vínculo entre las estrategias, las prácticas y el desempeño de la SSCM, y probar la importancia de las prácticas de gestión de riesgos en esta relación [150]. Por su parte, los modelos de rendimiento de la SC existentes no pueden hacer frente al potencial de la digitalización intensiva de SC y establecer una relación entre las decisiones y los criterios de decisión [52], a tal efecto se investigan los efectos mediadores de las dimensiones del rendimiento operativo en la relación entre la fabricación ágil y el rendimiento empresarial [143].

Cabe mencionar, la "relación de colaboración" también se ha considerado como el facilitador más importante en la industria de "materiales y productos químicos" para ganar legibilidad [105], en donde los enfoques tradicionales, como el mapeo de la SC, solo muestran las relaciones de la empresa central con los proveedores y clientes a lo largo de la SC vertical, pero no son capaces de mapear ninguna relación horizontal comprador-proveedor con otras empresas [129]. Por lo que, las direcciones de investigación futuras comprenden el desarrollo de modelos para analizar las relaciones de las partes interesadas durante la etapa de diseño, examinando la relación contractual entre los participantes [159], incluyendo abordar un tema discutible en la literatura existente con respecto a las relaciones de LM, innovación y rendimiento operativo en las pequeñas y medianas empresas (PYME) manufactureras [160], en que el mercado está más dispuesto a tolerar la exploración en una industria relacionada [161], sin apartar las relaciones entre los riesgos de la SC global, la resiliencia de la SC y las estrategias de mitigación [162], donde las prácticas organizacionales de gestión de la SC verde, las prácticas externas de gestión de la SC verde y las medidas de desempeño tienen relaciones positivas y significativas [99].

Destacando a Zhu & Gao [163] mostrando dos orientaciones estratégicas, a saber, la orientación al aprendizaje y la orientación a la tecnología, como dos antecedentes, y prueba su efecto sobre la agilidad de la SC y también prueba si la agilidad de la SC tiene un efecto mediador en la relación entre la orientación estratégica y la agilidad de la SC; enmarcado en la relación entre la I4.0 y la integración de la SC a través de una extensa revisión de la literatura para comprender los diversos niveles de integración con los procesos de la SC e identificar los eslabones faltantes, a través de un marco, y sugerir nuevas direcciones de investigación [164].

- Clúster 4

Adopción (*adoption*): Inmerso en la GT, está la adquisición tecnológica, bien sea equipos, metodologías o métodos, por parte de los usuarios, incorporándola a sus procesos de trabajo tal y como se había previsto en su desarrollo. Roy y colaboradores [165] señala que diversos autores encuentran que la SSCM se desarrolla en torno a cinco facetas principales, la primera faceta es la adopción, que da cuenta del desarrollo del terreno preparatorio; donde se desarrolla una lista de verificación para evaluar el desempeño de sostenibilidad de la adopción y posterior explotación de la fabricación aditiva [41]. Cabe mencionar, la adopción de tecnología verde modera la relación entre la intención hacia lo verde y la sostenibilidad ambiental [166], por tal motivo, fuerzas institucionales formales e informales se afianzan en la adopción de la colaboración de proveedores verdes [167].

Por su lado, la innovación de valor compartido aumentando la adopción teniendo en cuenta las consideraciones del cliente, mejorando la comunicación, colaboración, aumentando la confianza entre los miembros de la SC [168]. Así como también, estudios denotan que la adopción de prácticas *lean* por parte de empresas manufactureras en regiones de bajo desarrollo económico y tecnológico y comparar los hallazgos con estudios previos de regiones más desarrolladas destacando diferencias contextuales importantes [169]. Por su parte, la adopción de tecnología se ha incrementado en varios países a nivel mundial, lo que muestra la necesidad de explorar sus principales temas de investigación, características, beneficios y desafíos [159], entre ella, la adopción de *Lean Six Sigma*, como metodología de mejora continua [170]. En la era de la I4.0, existen indicadores para predecir su probabilidad de adopción de BC [87], implicando potenciales desafíos y proporciona una plataforma para la adopción de BC en la SC [114].

Datos (data): Durante los últimos diez años, los avances en tecnología y sistemas de recolección de datos, han resultado en la generación de grandes volúmenes de los mismos sobre una amplia variedad de temas a gran velocidad. también exploraremos cómo se pueden usar dichos datos para obtener información sobre el comportamiento del consumidor y el impacto de dichos datos en las SC [171]. En este mismo orden, resultados también muestran que la digitalización, la conectividad y los grandes datos se consideran vasos importantes para mejorar la sostenibilidad ambiental, ya que las empresas creen que estas tecnologías darán como resultado grandes ganancias relacionadas con la utilización de recursos [110]. Ahora bien, las nuevas tecnologías de análisis en el marco de la I4.0, el análisis de big data y la inteligencia artificial dieron como resultado la creación de nuevos dominios, es decir, SC ciberfísicas y análisis de riesgos de la SC [172].

En general, el rápido desarrollo de la capacidad informática y los algoritmos facilita en gran medida la aplicación y la precisión de las simulaciones y la optimización, mientras que las bases de datos integradas desempeñan un papel importante en el análisis de datos [173]. Wiech y colaboradores [147] denotan dos tecnologías clave para I4.0: análisis de big data y sistemas de ejecución de fabricación y relaciones entre la implementación de estas tecnologías y efectos en el rendimiento de la SC, cabe mencionar, las nuevas tecnologías que se están implementando son Internet de las Cosas, conocida por sus siglas en inglés (*Internet of Things - IoT*), sistemas físicos cibernéticos, computación en la nube, análisis de Big Data y tecnologías de la información y la comunicación [174], e inclusive la economía circular habilitada por big data involucra a las partes interesadas como gerentes y empresarios [175].

Incertidumbre (uncertainty): Los gerentes deben considerar las incertidumbres de la demanda, macroeconómicas y financieras a largo plazo al diseñar la SC. Elgesem y colaboradores [176] muestran lo importante de abordar adecuadamente los tránsitos de bienes ineficientes, incluyendo incertidumbre en los tiempos de viaje y su impacto en la elección de la ruta óptima. Así como también, es estudiado el nivel de flexibilidad estratégica, en especial la flexibilidad del mercado, que se necesita para hacer frente a la incertidumbre, con el objeto de equipar a los gerentes para manejar los desafíos al mejorar la capacidad controlada de la empresa [177].

Por su parte dada la atención prestada a la agilidad y la innovación de la CS en términos de importancia para responder a la competitividad y la incertidumbre empresarial [102], se generan modelos con base en la modelización multiciclo del ciclo cerrado de la SC al considerar la incertidumbre y el costo fijo y variable del transporte [178], además explorar el efecto de mediación de las condiciones económicas volátiles en los beneficios de rendimiento se construye en base a cuatro dimensiones macroeconómicas: incertidumbre del proveedor, fluctuaciones de la demanda del mercado, cambios en las políticas gubernamentales y competencia entre pares [179], por lo tanto se pueden lograr mejoras radicales de costo, tiempo de ciclo, esfuerzo humano, grado de automatización, trazabilidad, disponibilidad de información e incertidumbre con el marco del proceso de reingeniería [180]. Por otro lado, a pesar de operar en el tipo de entorno caracterizado por altos niveles de complejidad, dinamismo e incertidumbre que la agilidad pretende ayudar a las empresas en estos aspectos [181], en el ámbito de la era I4.0, se denota que el tema de la flexibilidad del diseño de sistemas de ingeniería química multiproducto bajo incertidumbre, productos de química fina y especialidad esta recién enmarcándose en los conceptos principales de la I4.0 [182].

- *Clúster 5*

Sustentabilidad ambiental (*Environmental sustainability*): Los sistemas económicos globalizados implican SC complejas, donde los impactos ambientales y sociales deben gestionarse en consonancia con las diversas expectativas de las partes interesadas y para mitigar los riesgos relacionados con la sostenibilidad. Los enfoques de modelado cuantitativo para la SSCM han ganado cada vez más atención [183]. Birou y colaboradores [184] respaldan la propuesta de que la capacitación y el conocimiento en sustentabilidad protegen la implementación de prácticas de SC sustentables que, a su vez, mejoran los resultados de sustentabilidad y el desempeño económico ambiental operativo. Por lo que, al medir el desempeño de la sostenibilidad industrial en las empresas manufactureras, sigue siendo un desafío importante tanto para los responsables de la toma de decisiones industriales como de las políticas, ya que muchas empresas, en particular las pequeñas y medianas empresas, luchan por comprometerse adecuadamente con ellas [185]. Recientemente, los modelos de negocios para la sostenibilidad ambiental han ganado una atención creciente en el campo de la gestión y entre los profesionales y las partes interesadas [34].

Kumar & Mathiyazhagan [186] explicaron la relación de producción ajustada y sostenible en forma de aspectos socioeconómicos y medioambientales; por su parte Ebrahimi y colaboradores [187] recomiendan una lista de criterios, para los pilares ambientales, sociales y económicos de la sustentabilidad, para evaluar los impactos de la instalación contra ellos dentro de la estación de trabajo de instalación y en sus procesos relevantes.

Gestión de cadenas de suministros verdes (*Green Supply Chain Management*): El impacto de ocho dimensiones de la GSCM en el desempeño económico, ambiental y social, que son las tres dimensiones de la sostenibilidad corporativa. Las ocho dimensiones que cubre este estudio son: compras verdes, fabricación verde, distribución verde, empaques verdes, marketing verde, educación ambiental, gestión ambiental interna y recuperación de inversiones [151]. La influencia significativa de GSCM en el impulso de la innovación verde de las organizaciones y en los establecimientos de fabricación, que eventualmente mejoran el medio ambiente y el desempeño ambiental organizacional [188]. Por lo tanto, resultados indican impactos significativos y positivos de la presión de la institución y el seguimiento de los clientes en la adopción de prácticas de GSCM por parte de las organizaciones [99], en este mismo orden de ideas, la gestión de la SC verde afecta positiva y significativamente tanto el desempeño ambiental como el desempeño operativo [145].

Huo y colaboradores [125], describen a GSCM como una construcción tridimensional, en relación a la edificación de un marco para investigar sus antecedentes (estilos de liderazgo) y consecuencias (desempeño operativo) proporcionando pautas prácticas para que las empresas se alineen sus estrategias verdes con sus socios de la SC bajo la influencia del liderazgo, promoviendo la comprensión de cómo las prácticas de la SC verde afectan las actividades vinculantes a la compra y suministro en los mercados emergentes [189]. En la era de la I4.0, el impacto de la tecnología BC en las prácticas de la SC verde con el objetivo de promover entornos favorables al medio ambiente en las SC de las empresas manufactureras. Además, la orientación tecnológica también debe mejorarse al enfatizar la importancia de la tecnología para las prácticas de SC ecológicas y respetuosas con el medio ambiente [67]. Por ejemplo, la tecnología de fabricación aditiva y la IoT tienen un gran potencial en la fabricación ecológica; se espera que se fortalezca el vínculo débil entre las disciplinas de la ingeniería de fabricación y las ciencias ambientales.

- *Epítome*

Estos elementos tienen un papel importante que desempeñan de forma individual, pero, por sí solos, pueden ser insuficientes para asegurar el desarrollo y gestión tecnológica de forma continua en los países en desarrollo. La literatura reciente sobre el tema que se aborda, destaca las diferencias en dos épocas marcadamente diferenciables (El antes y después de I4.0), los procesos involucrados en la construcción de capacidades tecnológicas y gestión de la misma, se puede inducir que las empresas deben realizar

inversiones conscientes para dar un uso productivo a las nuevas tecnologías, estas tienen un gran elemento tácito (es decir, información que es difícil de incorporar en hardware o instrucciones escritas), que solo puede adquirirse mediante experiencia e inversiones en formación, búsqueda de información, actividades de ingeniería e incluso investigación y desarrollo, lo que podría conducir al redireccionamiento y posterior manejo de técnicas y tecnologías hacia el desarrollo de nuevas cadenas de suministro, en especial las enmarcadas en la elaboración de fertilizantes, en pro de las sustentabilidades ambiental y económica, bajo el concepto de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) agenda 2030, adoptados por las Organización de las Naciones Unidas.

3. Conclusiones

Se revisaron 556 artículos publicados entre los años 2011 al 2021, haciendo uso de los principales motores de búsqueda científica, realizado sobre la plataforma VOSviewer® con el propósito de identificar o encontrar aquellos términos vinculantes de la GT en la SCM en empresas químicas, con base en el número de ocurrencias, obteniendo 30 términos vinculantes, estos son: Costo (*Cost*), Brecha (*Gap*), Identificación (*Identification*), Implementación (*Implementation*), Mejoramiento (*Improvement*), Política (*Policy*), Productos (*Product*), Producción (*Production*), Sistema de calidad seis sigma (*Sigma*), Parte interesada (*Stakeholder*), Desarrollo sustentable (*Sustainable development*), Técnica (*Technique*), Capacidad (*Capability*), Colaboración (*Collaboration*), Ventajas competitivas (*Competitive advantage*), Clientes (*Customer*), Innovación (*Innovation*), Fabricante (*Manufacturer*), Proveedor (*Supplier*), Flexibilidad (*Flexibility*), Integración (*Integration*), Empresas manufactureras (*Manufacturing firm*), Desempeño (*Performance*), Relación (*Relationship*), Gestión de cadena de suministro (*Supply Chain Management*), Adopción (*Adoption*), Datos (*Data*), Incertidumbre (*Uncertainty*).

Por medio de la herramienta VOSviewer® con base en su algoritmo, asociado a la dispersión y relevancia de los términos objeto de estudio, presentándolos como un mapeo de los mismos y sus interrelaciones, este es capaz de agrupar los términos vinculados de la GT en la SCM a través de clústeres, desglosado de la siguiente forma: Clúster 1 (Costo, brecha, identificación, implementación, mejoramiento, política, productos, producción, sistema de calidad seis sigma, parte interesada, desarrollo sustentable, técnica. Clúster 2 (Capacidad, colaboración, ventajas competitivas, clientes, innovación, fabricante, proveedor. Clúster 3 (Flexibilidad, integración, empresas manufactureras, desempeño, relaciones. Clúster 4 (Adopción, datos, incertidumbre). Clúster 5 (Sustentabilidad ambiental, gestión de cadenas de suministros verdes), esta técnica de minería de datos tiene como principal aporte, dividir la investigación realizada en artículos de manera más efectiva basándose en sus características similares, para conseguir agrupamiento y lograr predicciones precisas.

Cronológicamente términos como *supply chain management*, *integration*, *technique*, *customer*, *manufacturer*, *collaboration*, *uncertainty*, son vocablos con incidencia significativa dentro de la GT procedente de años anteriores al 2018, seguidamente los siguientes términos *product*, *capability*, *implementation*, han tenido auge en el año 2019, mientras para el año 2020, palabras como *performance*, *manufacturing firm*, *relationship*, *data*, *cost*, *competitive advantage*, *supplier*, *innovation*, *adoption*, *policy*, *environmental sustainability*, *sustainable development*, han sido las de mayor impacto para ese año; finalmente los consiguientes términos *flexibility*, *improvement*, *sigma*, *gap*, *production*, *green supply chain management*, son los que presentan tendencia por su número de ocurrencias en artículos científicos para el año 2021, esto con el propósito de obtener aquellos términos con el mayor número de ocurrencias en el mencionado lapso, que denotarían tendencia y propensión de estudios.

Referencias

- [1] P. Wong y Y. Wong, "Supply chain performance measurement system using DEA modeling", *Ind. manag. data syst.*, vol.107, no.3, pp.361-381, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1108/02635570710734271>

- [2] R. A. Gómez-Montoya, A. Zuluaga-Mazo, N. P. Ceballos-Atehortua y D. Palacio-Jiménez. “Gestión de la cadena de suministros y productividad en la literatura científica”, *I+D Revista de Investigaciones*, vol.14, no.2, pp.40-51, 2019. DOI: <https://doi.org/10.33304/revinv.v14n2-2019004>
- [3] C. Ramírez Meneses, “Evolución de la gestión de la SCy la logística, desde una visión tecnológica y sostenible”. *Reto*, 8, n°1, pp.22–31, 2021. DOI: <https://doi.org/10.23850/reto.v8i1.2863>
- [4] A. Najmi, M. R. Gholamian, y A. Makui, “Supply chain performance models: A literature review on approaches, techniques, and criteria”. *J. Oper. Supply Chain Manag.*, vol.6, no.2, pp.94-113, 2013. DOI: <https://doi.org/10.12660/joscmv6n2p94-113>.
- [5] Scimago Journal & Country Rank. *Scimago Journal & Country Rank Journal Rank*. de Scimago Journal & Country Rank, 2021. <https://www.scimagojr.com/journalrank.php?category=2209&area=2200&year=2021> (accedido 15 de febrero de 2022)
- [6] M. Flores Urbáez y C. Esposito de Díaz, *Fundamentos básicos de la gestión de la tecnología: teoría y práctica*. 1ra ed. Maracaibo: Vicerrectorado Académico Universidad del Zulia, 2014
- [7] E. Núñez de Schilling, “GT en la empresa: definición de sus objetivos fundamentales”. *Revista de Ciencias Sociales*, vol.XVII, no.1, pp.156–166, 2011.
- [8] E. Ortiz Pabón, y N. Nagles García, *Gestión de Tecnología e Innovación. Teoría, proceso y práctica* (2da ed.). Bogotá: Universidad EAN, 2013. DOI: <https://doi.org/10.21158/9789587562552>
- [9] J. L. Diaz Martínez, J. D. Ruiz Ariza, J. A. Contreras Salinas, y H. G. Hernández Palma, “Technology management to increase the efficiency of the supply chain”. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, vol.95, no.19, pp.5264-5272, 2017. <http://hdl.handle.net/11323/1607> (accedido 19 de febrero de 2022)
- [10] M. Gyimah-Concepcion, Technology in supply-chain management and logistics: what does the future hold? En A. Pagano, & M. Liotine, *Technology in Supply Chain Management and Logistics*. 1ra ed. Chicago: Elsevier, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2017-0-04194-0>
- [11] A. M. Pagano y M. Liotine, *Technologies in supply chain management and logistics*. En A. M. Pagano y M. Liotine, *Technology in Supply Chain Management and Logistics*. 1ra ed. Chicago: Elsevier, 2019.
- [12] C. N. Jiménez, O. F. Castellanos, y M. E. Morales, “Tendencias y retos de la GT en economías emergentes”, *Revista Universidad EAFIT*, vol.43, no.148, pp.42-61, 2007. Obtenido de <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/701>
- [13] G. Degun, *Unilever’s innovative supplier collaboration programme looks to the future*. Supply Management, 2014. <https://www.cips.org/supply-management/news/2014/september/unilevers-innovative-supplier-collaboration-programme-looks-to-the-future/> (accedido 17 de noviembre de 2021)
- [14] CEPAL-FAO. *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas 2021-2022*, 2021. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47208/1/CEPAL-FAO21-22_es.pdf (accedido 21 de febrero de 2022).
- [15] OCDE-FAO. *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2019-2028*. Roma: OECD Publishing, 2019. https://read.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2019-2028_7b2e8ba3-es (accedido 11 de enero de 2022).
- [16] L. Zhang, y Y. Zhou, “Study on distribution network optimization of compound fertilizer supply chain”, *IEEE Xplore*, pp.1-6, 2009. DOI: doi:10.1109/ICMSS.2009.5302691
- [17] C. Forza, “Survey research in operations management: a process-based perspective”, *Int. J. Oper. Prod. Manage.*, vol.22, no.2, pp.152-194, 2002.
- [18] M. F. Barrera Morales, *Técnicas de análisis en investigación técnicas de análisis cualitativo: análisis semánticos, de signos, significativos y significaciones*. 1ra ed. Caracas: Quirón Ediciones, 2009.
- [19] Centre for Science and Technology Studies, Leiden University. *vosviewer*. <https://www.vosviewer.com/> (accedido 2 de diciembre de 2021).
- [20] Centre for Science and Technology Studies, Leiden University. *VOSViewer Manual*. 1ra ed. L. University, 2021. https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.17.pdf (accedido 29 de noviembre de 2021).

- [21] S. Parkhi, S. Joshi, S. Gupta, y M. Sharma, “A Study of Evolution and Future of Supply Chain Management”, *Symbiosis Inst. of Operations Management*, vol.9, no.2, pp.95-106, 2015. DOI: [10.13140/RG.2.1.4705.2964](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4705.2964)
- [22] S. Lahane, R. Kant, y R. Shankar, “Circular supply chain management: A state-of-art review and future opportunities”, *J. Clean. Prod.*, vol.258, pp.1-16, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120859>
- [23] W. A. Teniwut, y C. L. Hasyima, “Decision support system in supply chain: A systematic literature review”, *Uncertain Supply Chain Manag.*, vol.8, pp.131-148, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5267/j.uscm.2019.7.009>
- [24] N. Wankhade, y G. K. Kundu, “Supply chain performance management: a structured literature review”, *Int. J. Value Chain Manag.*, vol.9, no.3, p.209, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijvcm.2018.093885>
- [25] H. Li, M. Yang, y S. Evans, “Classifying different types of modularity for technical system”, *Int. J. Technol. Manag.*, vol.81, no.1-2, pp.1-23, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJTM.2019.101267>
- [26] L. Gaikwad, y V. Sunnapwar, “An integrated Lean, Green and Six Sigma strategies: A systematic literature review and directions for future research”, *The TQM Journal*, vol.32, no.2, pp.201-225, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/TQM-08-2018-0114>
- [27] B. Shen, X. Xu, H. L. Chan, y T. M. Choi, “Collaborative innovation in supply chain systems: Value creation and leadership structure”, *Int. J. Prod. Econ.*, vol.235, no.108068, p.108068, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108068>
- [28] O. Ganbold, Y. Matsui, y K. Rotaru, “Effect of information technology-enabled supply chain integration on firm's operational performance”, *J. Enterp. Inf. Manag.*, vol.34, no.3, pp.948-989, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/JEIM-10-2019-0332>
- [29] G. Büchi, y M. Cugno, y R. Castagnoli, “Smart factory performance and Industry 4.0”, *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol.150, no.119790, p.119790, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119790>
- [30] S. Tripathi, y M. Gupta, “A framework for procurement process re-engineering in Industry 4.0”, *Bus. Proc. Management J.*, vol.27, no.2, pp.439-458, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-07-2020-0321>
- [31] P. Jonsson, y J. Holmström, “Future of supply chain planning: closing the gaps between practice and promise”, *Int. j. phys. distrib. logist. manag.*, vol.46, no.1, pp.62-81, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-05-2015-0137>
- [32] S. Prakash, G. Soni, y A. P. S. Rathore, “A critical analysis of supply chain risk management content: a structured literature review”, *J. Adv. Manag. Res.*, vol.14, no.1, pp.69-90, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1108/JAMR-10-2015-0073>
- [33] J. Uhlemann, R. Costa, y J. C. Charpentier, “Product design and engineering in chemical engineering: Past, present state, and future”, *Chem. Eng. Technol.*, vol.42, no.11, pp.2258-2274, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/ceat.201900236>
- [34] M. R. De Giacomo, y R. Bleischwitz, “Business models for environmental sustainability: Contemporary shortcomings and some perspectives”, *Bus. Strat. Environ.*, vol.29, no.8, pp.3352-3369, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2576>
- [35] D. Fischer-Preßler, K. Eismann, R. Pietrowski, K. Fischbach, y D. Schoder, “Information technology and risk management in supply chains”, *Int. j. phys. distrib. logist. manag.*, vol.50, no.2, pp.233-254, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-04-2019-0119>
- [36] S. Jawad, y A. Ledwith, “Analyzing enablers and barriers to successfully project control system implementation in petroleum and chemical projects”, *Int. J. Energy Sect. Manag.*, vol.15, no.4, pp.789-819, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJESM-08-2019-0004>
- [37] Y. Shou, J. Shao, y W. Wang, “How does reverse factoring affect operating performance? An event study of Chinese manufacturing firms”, *Int. J. Oper. Prod. Manage.*, vol.41, no.4, pp.289-312, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-07-2020-0469>
- [38] R. Zimmermann, L. M. D. F. Ferreira, y A. Carrizo Moreira, “The influence of supply chain on the innovation process: a systematic literature review”, *Supply Chain Management*, vol.21, no.3, pp.289-304, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-07-2015-0266>
- [39] R. Mishra, “Configuration of volume flexibility in Indian manufacturing firms: evidence from case studies”, *Int. j. qual. reliab. manag.*, vol.35, no.1, pp.232-265, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-12-2015-0174>

- [40] N. Sick, N. Preschitschek, J. Leker, y S. Bröring, “A new framework to assess industry convergence in high technology environments”, *Technovation*, vol.84–85, pp.48–58, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.08.001>
- [41] C. G. Machado, M. Despeisse, M. Winroth, y E. H. D. R. da Silva, “Additive manufacturing from the sustainability perspective: proposal for a self-assessment tool”, *Procedia CIRP*, vol.81, pp.482–487, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.123>
- [42] H. G. da Silva, J. C. E. Ferreira, V. Kumar, y J. A. Garza-Reyes, “Benchmarking of cleaner production in sand mould casting companies”, *Manage. Environ. Qual.*, vol.31, no.5, pp.1407-1435, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/MEQ-12-2019-0272>
- [43] A. B. Abdallah, y H. F. Ayoub, “Information technology drivers of supply chain agility: implications for market performance”, *Int. j. product. qual. manag.*, vol.31, no.4, p.547, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijpqm.2020.111674>
- [44] R. F. Fachini, K. F. Esposto, y V. C. B. Camargo, “A framework for development of advanced planning and scheduling (APS) systems in glass container industry”. *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.29, no.3, pp.570-587, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-06-2017-0126>
- [45] S. S. Panigrahi, y N. S. Rao, “A stakeholders’ perspective on barriers to adopt sustainable practices in MSME supply chain: Issues and challenges in the textile sector”, *Res. J. Text. Appar.*, vol.22, no.1, pp.59-76, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/RJTA-07-2017-0036>
- [46] A. Belhadi, “Smart factory implementation in morrocan phosphate industry”, *SSRN Electronic Journal*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3637962>
- [47] A. Jääskeläinen, H. Schiele, y L. Aarikka-Stenroos, “Getting the best solution from a supplier – A social capital perspective”, *J. Purch. Supply Manag.*, vol.26, no.5, p.100648, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2020.100648>
- [48] H. Blichfeldt, y R. Faullant, “Performance effects of digital technology adoption and product & service innovation – A process-industry perspective”, *Technovation*, vol.105, no.102275, p.102275, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102275>
- [49] D. Gohil, y S. V. Thakker, “BC-integrated technologies for solving supply chain challenges”, *Modern Supply Chain Research and Applications*, vol.3, no.2, pp.78–97, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/mscra-10-2020-0028>
- [51] R. Mishra, A. K. Pundir, y L. Ganapathy, “Empirical assessment of factors influencing potential of manufacturing flexibility in organization”, *Bus. Proc.management J.*, vol.24, no.1, pp.158-182, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-07-2016-0157>
- [52] S. A. Khan, A. Chaabane, y F. Dweiri, “A knowledge-based system for overall supply chain performance evaluation: a multi-criteria decision making approach”, *Supply Chain Management*, vol.24, no.3, pp.377-396, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-06-2017-0197>
- [53] S. Yildiz Çankaya, “The effects of strategic sourcing on supply chain strategies”, *J. glob. oper. strateg. sourc.*, vol.13, no.2, pp.129-148, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/JGOSS-01-2019-0002>
- [54] S. Routroy, y A. Behera, “Agriculture supply chain: A systematic review of literature and implications for future research”, *J. agribus. dev. emerg. econ.*, vol.7, no.3, pp.275-302, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1108/JADEE-06-2016-0039>
- [55] M. M. E. Beheiry, y K. S. Abdallah, “Developed priority rules support system for ELSP: a case study”, *Int. j. ind. syst. eng.*, vol.32, no.3, p.405, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijise.2019.101330>
- [56] E. Cagno, A. Neri, M. Howard, G. Brenna, y A. Trianni, “Industrial sustainability performance measurement systems: A novel framework”, *J. Clean. Prod.*, vol.230, pp.1354–1375, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.021>
- [57] M. F. Mubarak, S. Tiwari, M. Petraite, M. Mubarik, y R. Z. Raja Mohd Rasi, “How Industry 4.0 technologies and open innovation can improve green innovation performance?”, *Manage. Environ. Qual.*, vol.32, no.5, pp.1007-1022, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/MEQ-11-2020-0266>

- [58] P. K. Tarei, J. J. Thakkar, y B. Nag, “A hybrid approach for quantifying supply chain risk and prioritizing the risk drivers: A case of Indian petroleum supply chain”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.29, no.3, pp.533-569, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-10-2017-0218>
- [59] L. Fratocchi, y C. Di Stefano, “Does sustainability matter for reshoring strategies? A literature review”, *J. glob. oper. strateg. sourc.*, vol.12, no.3, pp.449-476, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/JGOSS-02-2019-0018>
- [60] G. Rius-Sorolla, J. Maheut, S. Estellés-Miguel, y J. P. Garcia-Sabater, “Coordination mechanisms with mathematical programming models for decentralized decision-making: a literature review”, *Cent. Eur. J. Oper. Res.*, vol.28, no.1, pp.61–104, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10100-018-0594-z>
- [61] K. Onufrey, y A. Bergek, “Second wind for exploitation: Pursuing high degrees of product and process innovativeness in mature industries”, *Technovation*, vol.89, no.102068, p.102068, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.02.004>
- [62] B. Bruns, T. Becker, J. Riese, S. Lier, y B. Werners, “Efficient production of specialized polymers with highly flexible small-scale plants”, *Chem. Eng. Technol.*, vol.44, no.6, pp.1148–1152, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/ceat.202000591>
- [63] M. A. Saliba, D. Zammit, y S. Azzopardi, “A study on the use of advanced manufacturing technologies by manufacturing firms in a small, geographically isolated, developed economy: the case of Malta”, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol.89, no.9–12, pp.3691–3707, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9294-9>
- [64] A. Pooya, y M. Faezrad, “A taxonomy of manufacturing strategies and production systems using self-organizing map”, *J. Ind. Prod. Eng.*, vol.34, no.4, pp.300–311, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/21681015.2017.1305996>
- [65] C. Martínez-Mora, y F. Merino, “Consequences of sustainable innovations on the reshoring drivers’ framework”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.31, no.7, pp.1373-1390, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2019-0426>
- [66] T. de Melo Duarte Borges, G. M. Devós Ganga, M. G. Filho, I. Delai, y L. A. Santa-Eulalia, “Development and validation of a cleaner production measurement scale”, *J. Clean. Prod.*, vol.299, no.126907, p.126907, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126907>
- [67] M. Mubarak, R. Z. Raja Mohd Rasi, M. F. Mubarak, y R. Ashraf, “Impact of BC technology on green supply chain practices: evidence from emerging economy”, *Manage. Environ. Qual.*, vol.32, no.5, pp.1023-1039, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/MEQ-11-2020-0277>
- [68] P. Muganyi, I. Madanhire, y C. Mbohwa, “Business survival and market performance through Lean Six Sigma in the chemical manufacturing industry”, *Int. j. lean six sigma*, vol.10, no.2, pp.566-600, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2017-0064>
- [69] A. Prashar, “Adopting Six Sigma DMAIC for environmental considerations in process industry environment”, *The TQM Journal*, vol.32, no.6, pp.1241-1261, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/TQM-09-2019-0226>
- [70] M. S. Kaswan, y R. Rathi, “An inclusive review of Green Lean Six Sigma for sustainable development: readiness measures and challenges”, *Int. J. Adv. Oper. Manag.*, vol.13, no.2, p.129, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijaom.2021.116132>
- [71] A. S. Patel, y K. M. Patel, “Critical review of literature on Lean Six Sigma methodology”, *Int. j. lean six sigma*, vol.12, no.3, pp.627-674, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2020-0043>
- [72] S. Kumar, y R. Anbanandam, “An integrated Delphi – fuzzy logic approach for measuring supply chain resilience: an illustrative case from manufacturing industry”, *Meas. Bus. Excel.*, vol.23, no.3, pp.350-375, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/MBE-01-2019-0001>
- [73] R. C. Basole, y M. Nowak, “Assimilation of tracking technology in the supply chain”, *Transp. Res. Part E: Logist. Trans. Rev.*, vol.114, pp.350–370, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.08.003>
- [74] J. J. A. Obiso, C. M. Himang, L. A. Ocampo, M. F. Bongo, S. A. A. Caballes, D. P. M. Abellana, C. C. Deocarís, R. Padua, y R. A. Jr. “Management of Industry 4.0 – reviewing intrinsic and extrinsic adoption drivers and barriers”, *Journal International de La Gestion Technologique [Int. J. Technol. Manag.]*, vol.81, no.3/4, p.210, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijtm.2019.105310>

- [75] K. Lazaretti, O. T. Giotto, S. Sehnem, y F. F. Bencke, “Building sustainability and innovation in organizations”, *Benchmarking: An International Journal*, vol.27, no.7, pp.2166-2188, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2018-0254>
- [76] C. Dong, A. Akram, D. Andersson, P. O. Arnäs, y G. Stefansson, “The impact of emerging and disruptive technologies on freight transportation in the digital era: current state and future trends”, *Int. J. Logist. Manag.*, vol.32, no.2, pp.386-412, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2020-0043>
- [77] C. Singh, D. Singh, y J. S. Khamba, “In quest of green practices in manufacturing industries through literature review”, *World J. Entrep. Manag. Sustain. Dev.*, vol.17, no.1, pp.30-50, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/WJEMSD-02-2019-0014>
- [78] E. Naghi Ganji, S. Shah, y A. Coutroubis, “An examination of product development approaches within demand driven chains”, *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, vol.30, no.5, pp.1183-1199, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/APJML-02-2018-0042>
- [79] J. Bröchner, T. Haugen, y C. Lindkvist, “Shaping tomorrow’s facilities management”, *Facilities*, vol.37, no.7/8, pp.366-380, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/F-10-2018-0126>
- [80] S. Ahmad, K. Y. Wong, y S. Rajoo, “Sustainability indicators for manufacturing sectors: A literature survey and maturity analysis from the triple-bottom line perspective”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.30, no.2, pp.312-334, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0091>
- [81] S. Hartini, U. Ciptomulyono, M. Anityasari, y Sriyanto. “Manufacturing sustainability assessment using a lean manufacturing tool: A case study in the Indonesian wooden furniture industry”, *Int. j. lean six sigma*, vol.11, no.5, pp.943-971, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2017-0150>
- [82] J. Malek, y T. N. Desai, “A systematic literature review to map literature focus of sustainable manufacturing”, *J. Clean. Prod.*, vol.256, no.120345, p.120345, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120345>
- [83] Y. Wang, y J. Yang, “Role of supplier involvement and project leader in SNPD: a conceptual model and exploratory case study”, *Int. j. manag. proj. bus.*, vol.14, no.4, pp.960-981, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJMPB-07-2020-0206>
- [84] A. E. Narayanan, R. Sridharan, y P. N. Ram Kumar, “Analyzing the interactions among barriers of sustainable supply chain management practices: A case study”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.30, no.6, pp.937-971, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-06-2017-0114>
- [85] C. M. Durugbo, “Affordance-based problem structuring for workplace innovation”, *Eur. J. Oper. Res.*, vol.284, no.2, pp.617–631, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.12.044>
- [86] T. Kovács, A. Kő, y K. Demeter, “Measuring the impact of lean practices on manufacturing performance – case study from the process industry”, *Int. j. lean six sigma*, vol.11, no.6, pp.1193-1218, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-01-2019-0004>
- [87] S. S. Kamble, A. Gunasekaran, V. Kumar, A. Belhadi, y C. Foropon, “A machine learning based approach for predicting BC adoption in supply Chain”, *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol.163, no.120465, p.120465, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120465>
- [88] H. Sayyadi Tooranloo, M. Alavi, y S. Saghafi, “Evaluating indicators of the agility of the green supply chain”, *Competitiveness Review*, vol.28, no.5, pp.541-563, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/CR-01-2017-0009>
- [89] T. Pereira, J. V. Kennedy, y J. Potgieter, “A comparison of traditional manufacturing vs additive manufacturing, the best method for the job”, *Procedia Manuf.*, vol.30, pp.11–18, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.003>
- [90] M. Aboelmaged, y G. Hashem, “Absorptive capacity and green innovation adoption in SMEs: The mediating effects of sustainable organisational capabilities”, *J. Clean. Prod.*, vol.220, pp.853–863, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.150>
- [91] S. E. Birkie, y P. Trucco, “Do not expect others do what you should! Supply chain complexity and mitigation of the ripple effect of disruptions”, *Int. J. Logist. Manag.*, vol.31, no.1, pp.123-144, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLM-10-2018-0273>
- [92] J. Um, y N. Han, “Understanding the relationships between global supply chain risk and supply chain resilience: the role of mitigating strategies”, *Supply Chain Manage*, vol.26, no.2, pp.240-255, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-06-2020-0248>

- [93] C. R. Vishnu, R. Sridharan, A. Gunasekaran, y P. N. Ram Kumar “Strategic capabilities for managing risks in supply chains: current state and research futurities”, *J. Adv. Manag. Res.*, vol.17, no.2, pp.173-211, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/JAMR-04-2019-0061>
- [94] M. Öhman, A. Arvidsson, P. Jonsson, y R. Kaipia, “A knowledge-based view of analytics capability in purchasing and supply management”, *Int. j. phys. distrib. logist. manag.*, vol.51, no.9, pp.937-957, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-12-2020-0415>
- [95] K. Tieng, C. Jeenanunta, P. Chea, y N. Rittippant, “Roles of customers in upgrading manufacturing firm technological capabilities toward industry 4.0”, *Eng. Manag. J.*, pp.1-12, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10429247.2021.1922219>
- [96] H. De Goey, P. Hilletoft, y L. Eriksson, “Design-driven innovation: a systematic literature review”, *European Business Review*, vol.31, no.1, pp.92-114, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/EBR-09-2017-0160>
- [97] E. Rasti Borazjani Faghat, N. Khani, y A. Alemtabriz, “A paradigmatic model for shared value innovation management in the supply chain: A grounded theory research”, *Int. J. Innov. Sci.*, vol.12, no.1, pp.142-166, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJIS-07-2019-0074>
- [98] P. K. Tarei, J. J. Thakkar, y B. Nag, “Benchmarking the relationship between supply chain risk mitigation strategies and practices: an integrated approach”, *Benchmarking: An International Journal*, vol.27, no.5, pp.1683-1715, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2019-0523>
- [99] W. Ahmed, M. S. Ashraf, S.A. Khan, S. Kusi-Sarpong, F. K. Arhin, H. Kusi-Sarpong, y A. Najmi, “Analyzing the impact of environmental collaboration among supply chain stakeholders on a firm’s sustainable performance”, *Oper. Manag. Res.*, vol.13, no.1-2, pp.4-21, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12063-020-00152-1>
- [100] S. Benzidia, N. Makaoui, y O. Bentahar, “The impact of big data analytics and artificial intelligence on green supply chain process integration and hospital environmental performance”, *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol.165, no.120557, p.120557, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120557>
- [101] A. Ikram, Q. Su, M., Fiaz, y R. U. Rehman, “Cluster strategy and supply chain management: The road to competitiveness for emerging economies”, *Benchmarking: An International Journal*, vol.25, no.5, pp.1302-1318, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-06-2015-0059>
- [102] C. J. Chen, “Developing a model for supply chain agility and innovativeness to enhance firms’ competitive advantage”, *Manag. decis.*, vol.57, no.7, pp.1511-1534, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/MD-12-2017-1236>
- [103] D. Settembre Blundo, F. E. García-Muiña, M. Pini, L. Volpi, C. Siligardi, y A. M. Ferrari, “Sustainability as source of competitive advantages in mature sectors: The case of Ceramic District of Sassuolo (Italy)”, *Smart Sustain. Built Environ.*, vol.8, no.1, pp.53-79, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/SASBE-07-2018-0038>
- [104] H. Nguyen, y N. Harrison, “Leveraging customer knowledge to enhance process innovation: Moderating effects from market dynamics”, *Bus. Proc. Management J.*, vol.25, no.2, pp.307-322, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2017-0076>
- [105] M. Moradi, N. Esfandiari, y M. Keshavarz Moghaddam, “An integrated FLinPreRa-FQFD approach to leagility assessment: (case study of four industries)”, *Int. j. lean six sigma*, vol.11, no.2, pp.331-358, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2018-0076>
- [106] D. Gligor, J. Feizabadi, I. Russo, M. J. Maloni, y T. J. Goldsby, “The triple-a supply chain and strategic resources: developing competitive advantage”, *Int. j. phys. distrib. logist. manag.*, vol.50, no.2, pp.159-190, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-08-2019-0258>
- [107] V. Pereira, y U. Bamel, “Extending the resource and knowledge based view: A critical analysis into its theoretical evolution and future research directions”, *J. Bus. Res.*, vol.132, pp.557-570, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.021>
- [108] M. Johnson, R. Jain, P. Brennan-Tonetta, E. Swartz, D. Silver, J. Paolini, S. Mamonov, y C. Hill, “Impact of big data and artificial intelligence on industry: Developing a workforce roadmap for a data driven economy”, *Glob. J. Flex. Syst. Manag.*, vol.22, no.3, pp.197-217, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40171-021-00272-y>
- [109] M. A. AL-Shboul, J. A. Garza-Reyes, y V. Kumar, “Best supply chain management practices and high-performance firms: The case of Gulf manufacturing firms”, *Int. j. product. perform. manag.*, vol.67, no.9, pp.1482-1509, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-11-2016-0257>

- [110] L. Melander, y A. Pazirandeh, “Collaboration beyond the supply network for green innovation: insight from 11 cases”, *Supply Chain Manage.*, vol.24, no.4, pp.509-523, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-08-2018-0285>
- [111] K. W. Green, R. A. Inman, V. E. Sower, y P. J. Zelbst, “Comprehensive supply chain management model”, *Supply Chain Manage.*, vol.24, no.5, pp.590-603, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-12-2018-0441>
- [112] R. Kumar, K. Singh, y S. K. Jain, “A combined AHP and TOPSIS approach for prioritizing the attributes for successful implementation of agile manufacturing”, *Int. j. product. perform. manag.*, vol.69, no.7, pp.1395-1417, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-05-2019-0221>
- [113] P. Danese, R. Mocellin, y P. Romano, “Designing BC systems to prevent counterfeiting in wine supply chains: a multiple-case study”, *Int. J. Oper. Prod. Manage.*, vol.41, no.13, pp.1-33, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-12-2019-0781>
- [114] D. J. Ghode, V. Yadav, R. Jain, y G. Soni, “BC adoption in the supply chain: an appraisal on challenges”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.32, no.1, pp.42-62, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-11-2019-0395>
- [115] S. Kumar, S. Luthra, A. Haleem, D. Garg, S. Singh, y S.K. Mangla, “An integrated approach to analyse requisites of product innovation management.” *Int. j. bus. innov. res.*, vol.16, no.1, pp.36-62, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijbir.2018.091081>
- [116] D. Jimenez-Jimenez, M. Martínez-Costa, y C. Sanchez Rodriguez, “The mediating role of supply chain collaboration on the relationship between information technology and innovation”, *J. Knowl. Manag.*, vol.23, no.3, pp.548-567, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/JKM-01-2018-0019>
- [117] S. Afriyie, J. Du, y A. A. Ibn Musah, "Innovation and marketing performance of SME in an emerging economy: the moderating effect of transformational leadership", *J. Glob. Entrep. Res.*, vol.9, no.1, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40497-019-0165-3>
- [118] S. Wamba-Taguimdje, S. Fosso Wamba, J. R. Kala Kamdjoug, y C. E. Tchatchouang Wanko, “Influence of artificial intelligence (AI) on firm performance: the business value of AI-based transformation projects”, *Bus. Proc. management J.*, vol.26, no.7, pp.1893-1924, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-10-2019-0411>
- [119] M. A. Saeed, Y. Jiao, M. M. Zahid, H. Tabassum, y S. Nauman, “Organizational flexibility and project portfolio performance: the roles of innovation, absorptive capacity and environmental dynamism”, *Int. j. manag. proj. bus.*, vol.14, no.3, pp.600-624, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJMPB-02-2020-0058>
- [120] V. Kumar, K. Lai, Y. H. Chang, P. C. Bhatt, y F. P. Su, “A structural analysis approach to identify technology innovation and evolution path: a case of m-payment technology ecosystem”, *J. Knowl. Manag.*, vol.25, no.2, pp.477-499, 2021, DOI: <https://doi.org/10.1108/JKM-01-2020-0080>
- [121] M. Ghobakhloo, A. Azar, y M. Fathi, “Lean-green manufacturing: the enabling role of information technology resource”, *Kybernetes*, vol.47, no.9, pp.1752-1777, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/K-09-2017-0343>
- [122] M. Ghobakhloo, “The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward Industry 4.0”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.29, no.6, pp.910-936, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2018-0057>
- [123] J. C. Contador, W. C. Satyro, J. L. Contador, J. L. y M. Spinola, “Flexibility in the Brazilian industry 4.0: Challenges and opportunities”, *Glob. J. Flex. Syst. Manag.*, vol.21, no.S1, pp.15–31, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40171-020-00240-y>
- [124] Y. Jin, y J. T. Smith, “Manufacturer power over suppliers: scale development and validation”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.32, no.1, pp.199-218, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2020-0100>
- [125] B. Huo, K. Wang, y Y. Zhang, “The impact of leadership on supply chain green strategy alignment and operational performance”, *Oper. Manag. Res.*, vol.14, no.1–2, pp.152–165, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12063-020-00175-8>
- [126] A. Ashby, “Developing closed loop supply chains for environmental sustainability: Insights from a UK clothing case study”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.29, no.4, pp.699-722, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2016-0175>
- [127] S. B. M. Jouini, y F. C. Duboc, “Establishing relationships with distant suppliers to explore discontinuous innovation”, *Journal International de La Gestion Technologique [Int. J. Technol. Manag.]*, vol.8, no.3/4, pp.143-165, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijtm.2019.105320>

- [128] E. N. Yunus, “Leveraging supply chain collaboration in pursuing radical innovation”, *Int. J. Innov. Sci.*, vol.10, no.3, pp.350-370, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJIS-05-2017-0039>
- [129] A. Kappel, H. Schiele, y W. Buchholz, “Coping with rising supply chain complexity: conceptualising a supply network map structure model to address that challenge”, *Int. j. procure. manag.*, vol.13, no.6, pp.794-817, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijpm.2020.111348>
- [130] S. Fayezi, R. Stekelorum, J. El Baz, y I. Laguir, “Paradoxes in supplier’s uptake of GSCM practices: institutional drivers and buyer dependency”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.31, no.3, pp.479-500, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-05-2019-0171>
- [131] L. Bals, y V. Turkulainen, “Integration of the buyer–supplier interface for Global sourcing”, *Oper. Manag. Res.*, vol.14, no.3–4, pp.293–317, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12063-021-00205-z>
- [132] Y. Jin, y J. T. Smith, “Manufacturer power over suppliers: scale development and validation”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.32, no.1, pp.199-218, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2020-0100>
- [133] S. Famiyeh, E. Adaku, K. Amoako-Gyampah, D. Asante-Darko, y C. T. Amoatey, “Environmental management practices, operational competitiveness and environmental performance: Empirical evidence from a developing country”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.29, no.3, pp.588-607, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-06-2017-0124>
- [134] E. H. Nabass, y A. B. Abdallah, “Agile manufacturing and business performance: The indirect effects of operational performance dimensions”, *Bus. Proc. management J.*, vol.25, no.4, pp.647-666, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-07-2017-0202>
- [135] V. Kumar, Y. Jabarzadeh, P. Jeihouni, y J. A. Garza-Reyes, “Learning orientation and innovation performance: the mediating role of operations strategy and supply chain integration”, *Supply Chain Manage.*, vol.25, no.4, pp.457-474, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-05-2019-0209>
- [136] T. Gallo, C. Cagnetti, C. Silvestri, y A. Ruggieri, “Industry 4.0 tools in lean production: A systematic literature review”, *Procedia Comput. Sci.*, vol.180, pp.394–403, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.255>
- [137] J. Nadae, M. Carvalho, y D. Vieira, “Exploring the influence of environmental and social standards in integrated management systems on economic performance of firms”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.30, no.5, pp.840-861, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-06-2018-0190>
- [138] B. Cavalcanti Barros Rodrigues, y C. F. Gohr, “Dynamic capabilities and critical factors for boosting sustainability-oriented innovation: Systematic literature review and a framework proposal”, *Eng. Manag. J.*, pp.1–29, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/10429247.2021.1960124>
- [139] S. K. Pattanayak, S. Roy, y B. Satpathy, “Strategic alliance between business processes and enterprise resource planning towards performances: an empirical study”, *Int. J. Bus. Excel.*, vol.24, no.1, pp.24-52, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijbex.2021.115385>
- [140] M. Trujillo-Gallego, W. Sarache, y M. A. Sellitto, “Environmental performance in manufacturing companies: a benchmarking study”, *Benchmarking: An International Journal*, vol.28, no.2, pp.670-694, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2020-0225>
- [141] Y. S. Chen, X. T. Cai, y J. Li, “A study of smart agriculture trends in new normal of economy: a perspective of academic genealogy”, *International Journal of Agriculture Innovation, Technology and Globalisation*, vol.2, no.1, p.37, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijaitg.2021.115776>
- [142] S. Bag, A. Telukdarie, J. H. C. Pretorius, y S. Gupta, “Industry 4.0 and supply chain sustainability: framework and future research directions”, *Benchmarking: An International Journal*, vol.28, no.5, pp.1410-1450, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-03-2018-0056>
- [143] G. Song, L. Sun, y Y. Wang, “A decision-making model to support the design of a strategic supply chain configuration”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.29, no.3, pp.515-532, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2017-0197>
- [144] D. Kalaitzi, A. Matopoulos, M. Bourlakis, y W. Tate, “Supply chains under resource pressure: Strategies for improving resource efficiency and competitive advantage”, *Int. J. Oper. Prod. Manage.*, vol.39, no.12, pp.1323-1354, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-02-2019-0137>

- [145] A. B. Abdallah, y W. S. Al-Ghwayeen, “Green supply chain management and business performance: The mediating roles of environmental and operational performances”, *Bus. Proc. management J.*, vol.26, no.2, pp.489-512, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2018-0091>
- [146] Y. Jin, y J. T. Smith, “Manufacturer power over suppliers: scale development and validation”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.32, no.1, pp.199-218, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2020-0100>
- [147] M. Wiech, A. Boffelli, C. Elbe, P. Carminati, T. Friedli, y M. Kalchschmidt, “Implementation of big data analytics and Manufacturing Execution Systems: an empirical analysis in German-speaking countries”, *Prod. Plan. Control*, vol.33, no.2–3, pp.261–276, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1810766>
- [148] S. Kinkel, M. Baumgartner, y E. Cherubini, “Prerequisites for the adoption of AI technologies in manufacturing – Evidence from a worldwide sample of manufacturing companies”, *Technovation*, vol.110, no.102375, p.102375, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102375>
- [149] H. Aslam, C. Blome, S. Roscoe, y T. M. Azhar, “Dynamic supply chain capabilities: How market sensing, supply chain agility and adaptability affect supply chain ambidexterity”, *Int. J. Oper. Prod. Manage.*, vol.38, no.12, pp.2266-2285, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-09-2017-0555>
- [150] J. Miemczyk, y D. Luzzini, “Achieving triple bottom line sustainability in supply chains: The role of environmental, social and risk assessment practices”, *Int. J. Oper. Prod. Manage.*, vol.39, no.2, pp.238-259, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-06-2017-0334>
- [151] S. Yildiz Çankaya, y B. Sezen, “Effects of green supply chain management practices on sustainability performance”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.30, no.1, pp.98-121, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0099>
- [152] J. J. A. Selvaraj, y J. R. Wesley, “Modelling performance of supply chain system and its antecedents: an empirical study”, *Int. J. Bus. Inf. Syst.*, vol.34, no.3, pp.330-354, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijbis.2020.108661>
- [153] J. Feizabadi, D. M. Gligor, y S. Alibakhshi, “Examining the synergistic effect of supply chain agility, adaptability and alignment: a complementarity perspective”, *Supply Chain Manage.*, vol.26, no.4, pp.514-531, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-08-2020-0424>
- [154] A. B. Abdallah, N. A. Alfar, y S. Alhyari, “The effect of supply chain quality management on supply chain performance: the indirect roles of supply chain agility and innovation”, *Int. j. phys. distrib. logist. manag.*, vol.51, no.7, pp.785-812, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-01-2020-0011>
- [155] K. S. Hald, y A. Kinra, “How the BC enables and constrains supply chain performance”, *Int. j. phys. distrib. logist. manag.*, vol.49, no.4, pp.376-397, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-02-2019-0063>
- [156] S. Kamble, A. Gunasekaran, y N. C. Dhone, “Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies”, *Int. J. Prod. Res.*, vol.58, no.5, pp.1319–1337, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1630772>
- [157] H. Fatorachian, y H. Kazemi, “Impact of Industry 4.0 on supply chain performance”, *Prod. Plan. Control*, vol.32, no.1, pp.63–81, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1712487>
- [158] M. Sacristán-Díaz, P. Garrido-Vega, y J. Moyano-Fuentes, “Mediating and non-linear relationships among supply chain integration dimensions”, *Int. j. phys. distrib. logist. manag.*, vol.48, no.7, pp.698-723, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-06-2017-0213>
- [159] S. Abdelmageed, y T. Zayed, “A study of literature in modular integrated construction - Critical review and future directions”, *J. Clean. Prod.*, vol.277, no.124044, p.124044, 2020 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124044>
- [160] A. B. Abdallah, R. Z. Alkhaldi, y M. M. Aljuaid, “Impact of social and technical lean management on operational performance in manufacturing SMEs: the roles of process and management innovations”, *Bus. Proc. management J.*, vol.27, no.5, pp.1418-1444, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-06-2020-0252>
- [161] R. Aalbers, K. J. McCarthy, y K. H. Heimeriks, “Market reactions to acquisition announcements: The importance of signaling ‘why’ and ‘where’”, *Long Range Plann.*, vol.54, no.6, p.102105, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2021.102105>

- [162] J. Um, y N. Han, “Understanding the relationships between global supply chain risk and supply chain resilience: the role of mitigating strategies”, *Supply Chain Manage.*, vol.26, no.2, pp.240-255, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-06-2020-0248>
- [163] M. Zhu, y H. Gao, “The antecedents of supply chain agility and their effect on business performance: an organizational strategy perspective”, *Oper. Manag. Res.*, vol.14, no.1-2, pp.166-176, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12063-020-00174-9>
- [164] S. Tiwari, “Supply chain integration and Industry 4.0: a systematic literature review”, *Benchmarking: An International Journal*, vol.28, no.3, pp.990-1030, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2020-0428>
- [165] V. Roy, T. Schoenherr, y P. Charan, “The thematic landscape of literature in sustainable supply chain management (SSCM): A review of the principal facets in SSCM development”, *Int. J. Oper. Prod. Manage.*, vol.38, no.4, pp.1091-1124, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-05-2017-0260>
- [166] P. Yacob, L. S. Wong, y S. C. Khor, “An empirical investigation of green initiatives and environmental sustainability for manufacturing SMEs”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.30, no.1, pp.2-25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2017-0153>
- [167] R. Geng, A. Mansouri, E. Aktas, y D. A. Yen, “An empirical study of green supplier collaboration in the Chinese manufacturing sector: the double-edged sword effect of guanxi”, *Supply Chain Manage.*, vol.25, no.3, pp.359-373, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-03-2019-0135>
- [168] E. Rasti Borazjani Faghat, N. Khani, y A. Alemtabriz, “A paradigmatic model for shared value innovation management in the supply chain: A grounded theory research”, *Int. J. Innov. Sci.*, vol.12, no.1, pp.142-166, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJIS-07-2019-0074>
- [169] L. L. L. Negrão, M. Godinho Filho, G. M. D. Ganga, S. Chopra, M. Thürer, M. Sacomano Neto, y G. A. Marodin, “Lean manufacturing implementation in regions with scarce resources: A survey in the Amazon Region of Brazil”, *Manag. decis.*, vol.58, no.2, pp.313-343, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/MD-10-2018-1082>
- [170] A. S. Patel, y K. M. Patel, “Critical review of literature on Lean Six Sigma methodology”, *Int. j. lean six sigma*, vol.12, no.3, pp.627-674, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2020-0043>
- [171] T. Boone, R. Ganeshan, A. Jain, y N. R. Sanders, “Forecasting sales in the supply chain: Consumer analytics in the big data era”, *Int. J. Forecast.*, vol.35, no.1, pp.170-180, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2018.09.003>
- [172] D. Ivanov, A. Dolgui, B. Sokolov, y M. Ivanova, “Intellectualization of control: cyber-physical supply chain risk analytics”, *IFAC-PapersOnLine*, vol.52, no.13, pp.355-360, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.146>
- [173] X. Zhang, J. Wang, J. Vance, Y. Wang, J. Wu, y D. Hartley, “Data analytics for enhancement of forest and biomass supply chain management”, *Curr. For. Rep.*, vol.6, no.2, pp.129-142, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00111-w>
- [174] R. K. Singh, P. Kumar, y M. Chand, “Evaluation of supply chain coordination index in context to Industry 4.0 environment”, *Benchmarking: An International Journal*, vol.28, no.5, pp.1622-1637, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2018-0204>
- [175] S. Modgil, S. Gupta, U. Sivarajah, y B. Bhushan, “Big data-enabled large-scale group decision making for circular economy: An emerging market context”, *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol.166, no.120607, p.120607, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120607>
- [176] A. S. Elgesem, E. S. Skogen, X. Wang, y K. Fagerholt, “A traveling salesman problem with pickups and deliveries and stochastic travel times: An application from chemical shipping”, *Eur. J. Oper. Res.*, vol.269, no.3, pp.844-859, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.02.023>
- [177] A. S. Alamro, A.S. Awwad, y A. L. M. Anouze, “The integrated impact of new product and market flexibilities on operational performance: The case of the Jordanian manufacturing sector”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.29, no.7, pp.1163-1187, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2017-0001>
- [178] J. Valizadeh, E. Sadeh, Z. Amini Sabegh, y A. Hafezalkotob, “Robust optimization model for sustainable supply chain for production and distribution of polyethylene pipe”, *J. Model. Manag.*, vol.15, no.4, pp.1613-1653, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/JM2-06-2019-0139>

- [179] P Basu, D. Chatterjee, I. Ghosh, y P. K. Dan, “Lean manufacturing implementation and performance: the role of economic volatility in an emerging economy”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.32, no.6, pp.1188-1223, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2019-0455>
- [180] S. Tripathi, y M. Gupta, “A framework for procurement process re-engineering in Industry 4.0”, *Bus. Proc. management J.*, vol.27, no.2, pp.439-458, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/BPMJ-07-2020-0321>
- [181] N. Eltawy, y D. Gallear, “Exploring supply chain agility in the FMCG industry”, *Int. J. Technol. Manag. (IJTM)*, vol.86, no.1, pp.44 – 66, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJTM.2021.115760>
- [182] A. F. Egorov, T.V. Savitskaya, y P. G.Mikhailova, “The current state of analysis, synthesis, and optimal functioning of multiproduct digital chemical plants: Analytical review”, *Theor. Found. Chem. Eng.*, vol.55, no.2, pp.225–252, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1134/s0040579521010061>
- [183] T. Rebs, M. Brandenburg, y S. Seuring, “System dynamics modeling for sustainable supply chain management: A literature review and systems thinking approach”, *J. Clean. Prod.*, vol.208, pp.1265–1280, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.100>
- [184] L. M. Birou, K. W. Green, y R. A. Inman, “Sustainability knowledge and training: outcomes and firm performance”, *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol.30, no.2, pp.294-311, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-05-2018-0148>
- [185] A. Trianni, E. Cagno, A. Neri, y M. Howard, “Measuring industrial sustainability performance: Empirical evidence from Italian and German manufacturing small and medium enterprises”, *J. Clean. Prod.*, vol.229, 1355–1376, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.076>
- [186] N. Kumar, y K. Mathiyazhagan, “Sustainability in lean manufacturing: a systematic literature review”, *Int. J. Bus. Excel.*, vol.20, no.3, p.295, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1504/ijbex.2020.106383>
- [187] A. Ebrahimi, R. Khakpour, y S. Saghiri, “Sustainable setup stream mapping (3SM): a systematic approach to lean sustainable manufacturing”, *Prod. Plan. Control*, pp.1–19, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1916637>
- [188] N. A. Abu Seman, K. Govindan, A. Mardani, N. Zakuan, M. Z. Mat Saman, R. E. Hooker, y S. Ozkul, “The mediating effect of green innovation on the relationship between green supply chain management and environmental performance”, *J. Clean. Prod.*, vol.229, pp.115–127, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.211>
- [189] G. K. Amoako, G. A. Bonsu, L. D. Caesar, y F. Osei-Tete, “Finding the nexus between green supply chain practices and sustainable business advantage: an emerging market perspective”, *Manage. Environ. Qual.*, vol.32, no.6, pp.1133-1149, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/MEQ-12-2019-0287>

Como citar:

J.E. Rodríguez Camacaro, E.M. Verruschi Pigliacampo, “La gestión tecnológica en la cadena de suministros en empresas químicas: una revisión sobre términos vinculantes 2011-2021”, *Publicaciones en Ciencias y Tecnología*, vol 16, no 2, pp. 81-115, 2022. <https://revistas.uclave.org/index.php/pcyt>

Fuente de financiamiento

Los autores declaran que la investigación presentada en este artículo no recibió financiamiento.

Contribuciones intelectuales de los autores

Concepción y diseño del trabajo: JERC.

Adquisición, análisis o interpretación de los datos: JERC

Redacción o revisión crítica del manuscrito: JERC, EMVP.

Todos los autores aprobaron la versión final del manuscrito.

Conflictos de interés

Los autores declaran no presentar conflicto de intereses.