









Sustainable supply chain practices and customer satisfaction: a systematic review

Jahaira Flores, Industrial Engineering student¹, Sandro Quispe, Industrial Engineering student², Roberto Tejada³,
Master³ and Guillermo Andrés Gutiérrez⁴, Master⁴
^{1,2,3,4} Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U20247188@utp.edu.pe, U18309902@utp.edu.pe, E21487@utp.edu.pe,
C18136@utp.edu.pe

Abstract—Changes in the supply chain towards sustainability are gaining relevance due to climate change and the growing interest in environmental preservation. This review aims to identify sustainable supply chain practices in industrial plants and analyze their impact on customer satisfaction. Method: Initially, 483 articles were obtained from the Scopus database, of which 35 met the inclusion and exclusion criteria. Results: Sustainable supplier selection, the use of technology, and supply chain network design were the most implemented practices in the selected articles

Keywords-- sustainability, supply chain, customer satisfaction, industrial plant

Prácticas sostenibles en la cadena de suministro y la satisfacción del cliente: una revisión sistemática

Jahaira Flores, estudiante de Ingeniería Industrial¹, Sandro Quispe, estudiante de Ingeniería Industrial², Roberto Tejada³, magister⁴ y Guillermo Andrés Gutiérrez⁴, magister⁴
^{1,2,3,4} Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U20247188@utp.edu.pe, U18309902@utp.edu.pe, E21487@utp.edu.pe, C18136@utp.edu.pe

Resumen— *Los cambios en la cadena de suministro hacia la sostenibilidad están ganando relevancia debido al cambio climático y a la creciente inclinación hacia la preservación del ambiente. Esta revisión tiene como objetivo identificar las prácticas sostenibles en la cadena de suministro en plantas industriales y analizar el impacto en la satisfacción del cliente. Método: se obtuvieron inicialmente 483 artículos de la base de datos Scopus, de los cuales 35 artículos fueron seleccionados tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión. Resultados: la selección de proveedores sostenibles, el uso de la tecnología y el diseño de la red de cadena de suministro fueron las prácticas más implementadas en los artículos seleccionados. Conclusiones: la aplicación de prácticas sostenibles en la cadena de suministro tuvieron un efecto significativo positivo en la satisfacción y comportamiento del cliente, ya que reduce el tiempo de espera, mejora las conexiones con clientes, aumenta el valor percibido de los productos e influye en las elecciones de compra.*

Palabras claves—sostenibilidad, cadena de suministro, satisfacción del cliente, planta industrial.

I. INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad se basa en cubrir las necesidades presentes de la sociedad sin poner en riesgo las oportunidades de las generaciones venideras, abarcando el desarrollo social, la preservación del ambiente y el progreso económico. En los últimos tiempos, ha crecido la importancia de las prácticas sostenibles en la cadena de suministro, que implica integrar de manera armoniosa prácticas éticas y ambientalmente responsables. La administración de la cadena de suministro “verde” implica incorporar prácticas que sean responsables ambientalmente en todas las fases del proceso, con el objetivo de reducir o eliminar desperdicios y emisiones, incluyendo productos químicos peligrosos, consumo energético y residuos sólidos sin perjudicar la experiencia del cliente, que es el objetivo primordial para que las empresas optimicen sus ingresos [1][2]. Este enfoque reconoce y gestiona las conexiones entre la cadena de suministro y el ambiente [3].

Como resultado de lo expuesto, se observa que el sector industrial presenta desafíos para la ejecución de procedimientos sostenibles en la cadena de suministro al tratar

de equilibrar la sostenibilidad con la eficiencia operativa y la experiencia del cliente que es la principal meta de las industrias para maximizar sus ingresos [2]. Esto influye en la capacidad de las empresas para alinearse con las preocupaciones actuales, teniendo un impacto directo en la experiencia del cliente al no poder garantizar la calidad ambiental y social de sus productos. Por otro lado, las empresas enfrentan problemas como el exceso de inventarios y altos costos en producción, transporte y almacenamiento debido a deficiencias en la administración de la cadena de suministro. Asimismo, la falta de control de calidad adecuado en los productos fabricados afecta negativamente las expectativas y la satisfacción del cliente [4].

La relevancia de esta revisión sistemática radica en proporcionar una comprensión de cómo las prácticas sostenibles pueden ser efectivamente integradas en los procesos de cadena de suministro, identificando los principales problemas y barreras que deben vencer las empresas, así como los principales beneficios que estas prácticas puede ofrecer tanto a nivel operativo como en la experiencia del cliente. Además, la gestión efectiva de la cadena de suministro se ha vuelto fundamental para las industrias que desean mejorar su competitividad, satisfacción del cliente y reducir los efectos ambientales [5].

El objetivo principal de esta revisión sistemática de literatura es conocer y mostrar las prácticas sostenibles que aplican las empresas industriales en sus cadenas de suministro y el impacto que tiene en la satisfacción del cliente. Se pretende identificar las prácticas más efectivas, comprender el mecanismo de estas y analizar la influencia en la percepción del cliente.

La presente revisión sistemática se organiza de la siguiente forma. La sección de metodología muestra los métodos utilizados en la revisión, explicando detalles específicos que consta de las preguntas de investigación planteadas hasta los procesos realizados para la selección de los artículos, aplicando la metodología PICO para estructurar la pregunta principal en base a los cuatro criterios y la metodología PRISMA para garantizar una selección transparente y sistemática de los estudios incluidos. La sección de resultados expone la organización de los resultados adquiridos luego del

estudio y análisis de los artículos seleccionados sobre las prácticas sostenibles en la cadena de suministro y cómo estas impactan en el cliente. En la sección discusión se plantea la evaluación entre los resultados obtenidos de las fuentes seleccionadas. Por último, en la sección de conclusiones, se sintetiza todos los descubrimientos importantes, las restricciones de la revisión y las orientaciones para investigaciones futuras sobre el tema.

II. METODOLOGÍA

A. Búsqueda de información

Se realizó una revisión sistemática acerca de la sostenibilidad en la cadena de suministro y la influencia en la satisfacción del cliente en una planta industrial, abarcando la literatura científica publicada hasta el año 2024. Para este fin, se empleó la metodología PICO, que desempeñó un papel crucial en el planteamiento preciso de las preguntas de investigación y en la delimitación del enfoque. Además, la metodología PICO fue fundamental para identificar palabras clave relevantes y así obtener artículos directamente relacionados con los criterios de selección.

A partir de la identificación de los componentes de la metodología PICO se planteó la pregunta principal.

- RQ: ¿Cuál es la relación entre una cadena de suministro sostenible y la satisfacción del cliente?

A partir de la identificación de la pregunta principal se planteó las siguientes preguntas derivadas de cada componente PICO.

- RQ1: ¿cómo se define la cadena de suministro sostenible?
- RQ2: ¿en qué tipo de planta industrial se aplica la sostenibilidad en la cadena de suministro?
- RQ3: ¿qué prácticas sostenibles aplican las empresas industriales en la cadena de suministro?
- RQ4: ¿cómo se ve influenciada la satisfacción del cliente?

A continuación, se presenta los elementos de la metodología PICO y sus palabras claves identificadas, utilizando principalmente el IEEE Thesaurus. Se empleó la plataforma Scopus para ingresar los componentes de nuestra metodología PICO y buscar palabras clave similares utilizadas en los artículos pertinentes

TABLA 1

PICO	Componentes PICO	Palabras claves
Problema (Population)	Cadena de suministro	Supply chain, supply chain management, SCM, supply chains, SCM supply chains, business process, materials requirements planning

PICO	Componentes PICO	Palabras claves
Intervención (Intervention)	Sostenibilidad	Sustainability development, sustainable, sustainability, environmental, social implications, Environmental Impact, Economic and Social Effects
Contexto (Context)	Satisfacción del cliente	Customer satisfaction, customer experience, customer service, customer relationship, Quality of experience, Quality of service
Resultados (Outcomes)	Planta industrial	Industrial plants, Industrial plant, production plant, production plants, Industrial center, Industries, Production facilities, manufacturing plant, production

Fig. 1. Componentes de la metodología PICO

Después de obtener las palabras claves para cada componente de la metodología PICO, se procedió a elaborar las fórmulas de búsqueda que posteriormente se procedió a ingresar en la base de datos Scopus.

Componentes PICO	Palabras claves
P	"supply chain" OR "supply chain management" OR SCM OR "supply chains" OR "SCM supply chains" OR "business process" OR "materials requirements planning"
I	"sustainability development" OR "sustainable" OR "sustainability" OR "environmental" OR "social implications" OR "environmental impact" OR "economic and social effects"
C	"industrial plants" OR "industrial plant" OR "production plant" OR "production plants" OR "industrial center" OR "industries" OR "production facilities" OR "manufacturing plant" OR "production"
O	"customer satisfaction" OR "customer experience" OR "customer service" OR "customer relationship" OR "quality of experience" OR "quality of service"

Fig. 2. Palabras claves de la metodología PICO

A partir de ello se obtuvo la siguiente ecuación de búsqueda.

(TITLE-ABS-KEY ("supply chain" OR "supply chain management" OR SCM OR "supply chains" OR "SCM supply chains" OR "business process" OR "materials requirements planning") AND TITLE-ABS-KEY ("sustainability development" OR "sustainable" OR "sustainability" OR "environmental" OR "social implications" OR "environmental impact" OR "economic and social effects") AND TITLE-

ABS-KEY ("customer satisfaction" OR "customer experience" OR "customer service" OR "customer relationship" OR "quality off experience" OR "quality off service") AND TITLE-ABS-KEY ("industrial plants" OR "industrial plant" OR "production plant" OR "production plants" OR "industrial center" OR "industries" OR "production facilities" OR "manufacturing plant" OR "production"))

Los criterios de inclusión y exclusión son fundamentales en la revisión sistemática. Cumplen la función de filtros que ayudan a elegir con precisión los estudios pertinentes y de calidad que se ajusten a los objetivos establecidos. Dentro del marco PRISMA la descripción de estos criterios se convierte en una característica fundamental, ya que asegura la transparencia y exactitud en el proceso de revisión. Esto simplifica la evaluación y mejora la calidad de estudio. De esta forma se cumplirá con la objetividad en la redacción de estudios que facilitará realizar revisiones coherentes y entregar resultados importantes para afrontar adecuadamente el problema de la revisión sistemática.

Criterios de inclusión (CI)	Criterios de exclusión (CE)
<ul style="list-style-type: none"> ● Artículos científicos disponibles en la base de datos examinada y que presenten al menos en inglés o español, el título, palabras clave y resumen. ● Los artículos deben abordar aspectos de cadena de suministro sostenible y su relación con la experiencia del cliente. ● Los estudios deben proporcionar información sobre la sostenibilidad en las plantas industriales. ● Los artículos deben abordar la sostenibilidad desde una perspectiva integral, considerando aspectos económicos, ambientales y sociales. ● La investigación de artículos debe ser original publicado entre los años 2020 y 2023. ● Los estudios deben proporcionar resultados medibles al implementar prácticas sostenibles en plantas industriales y en los clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Publicaciones que corresponden a las categorías: revisión, capítulo de libro, libros y documentos de sesión. ● Los estudios que abordan la sostenibilidad de manera superficial o que se centren únicamente en un aspecto de la cadena de suministro sin considerar su interrelación con otros factores. ● Artículos en donde los estudios no se centren en sectores o plantas industriales. ● Los estudios que no analicen el impacto en la satisfacción del cliente. ● Artículos que no analicen la relación entre una cadena de suministro sostenible y el comportamiento del cliente.

Fig. 3. Criterios de inclusión y exclusión

B. Metodología PRISMA

Se empleó la base de datos Scopus para llevar a cabo la revisión sistemática en donde se ingresó la ecuación de búsqueda que se obtuvo al realizar la metodología PICO. Esta indagación tuvo como resultado un total de 487 documentos encontrados. Después de realizar la primera búsqueda, se aplicaron filtros para limitar la búsqueda de documentos publicados entre los años 2020 y 2024, así como para limitar el tipo de documento que para la revisión sistemática serán artículos dando un resultado de 138 artículos encontrados.

Tras esta etapa, de los 138 artículos obtenidos se procedió a realizar la lectura de títulos y resúmenes en donde se excluyeron los artículos que no se alineaban con el objetivo de la revisión sistemática de literatura, obteniendo un resultado de 62 artículos. Luego de ello, se llevaron a cabo las búsquedas para obtener los textos completos de los 62 artículos seleccionados, de los cuales se logró encontrar un total de 44 artículos completos.

Finalmente, de los 44 artículos completos encontrados se procedió con una lectura a mayor profundidad para seleccionar los artículos que finalmente 35 artículos fueron elegidos para la revisión sistemática, posteriormente fueron exportados a Mendeley para una mejor organización de estos.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo en donde se muestra de forma gráfica todo lo mencionado anteriormente.

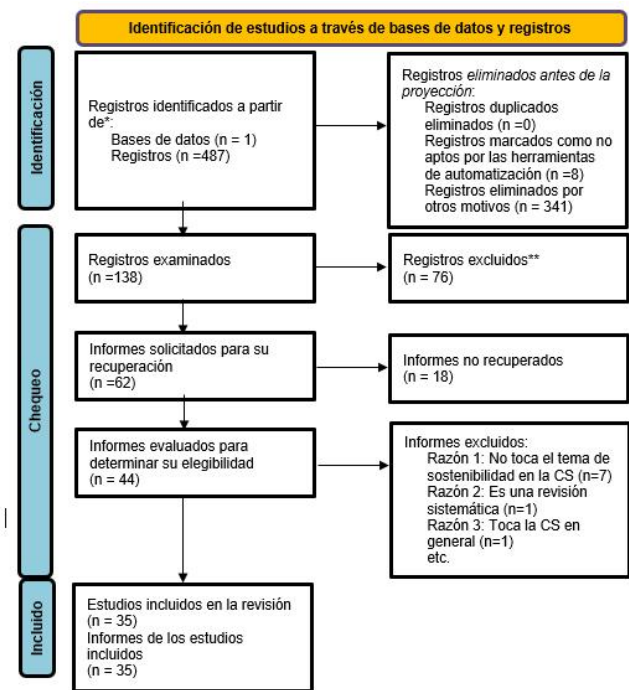


Fig. 4. Diagrama de flujo

III. RESULTADOS

A. Datos bibliométricos

En esta sección, como primera parte, se analizaron los datos bibliométricos extraídos de los 35 artículos seleccionados para la revisión sistemática. Este análisis proporciona los años y países de publicación que permitirá entender mejor el panorama académico y de investigación dentro del ámbito de estudio.

Se evidencia un incremento en el número de artículos sobre sostenibilidad en la cadena de suministro durante el año 2023, se visualiza un crecimiento del 43% del año 2023 respecto al año 2022. "Fig. 5"

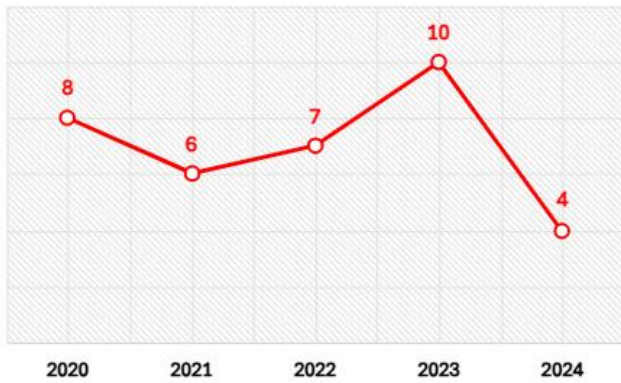


Fig. 5. Cantidad de artículos por año

En cuanto a la distribución geográfica, los artículos provienen de una variedad de países. Los países con mayor número de publicaciones incluyen India, China, Bangladesh e Irán. Destaca así la concentración de investigación en la región de Asia que representan el 58% de los países abordados en todos los artículos analizados. “Fig. 6”

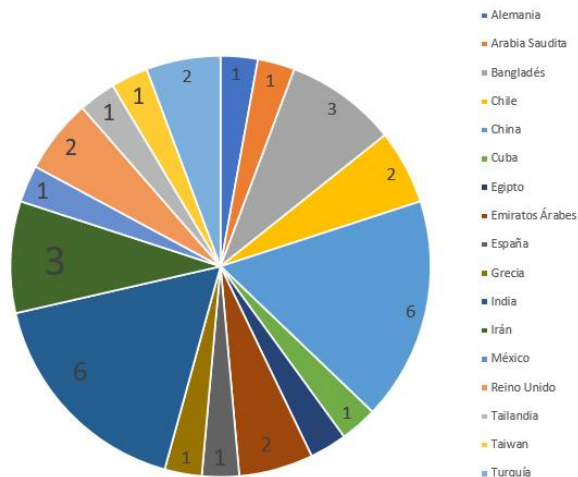


Fig. 6. Distribución de artículos por país

B. Cadena de suministro sostenible

La cadena de suministro sostenible es la que pretende crear valor social (bienestar de las partes involucradas y futuras generaciones), minimizar los impactos ambientales (minimización de la contaminación y emisión de gases efecto invernadero) y optimizar la eficiencia económica (minimización de recursos y costos) [6][7][8][9]. Asimismo, es la que promueve prácticas enfocadas en el cuidado del ambiente para proteger los recursos naturales y disminuir el impacto del medio ambiente [10] [11] [12].

La importancia de la cadena de suministro sostenible en las industrias se basa básicamente en la mejora de la eficiencia en los procesos y el desempeño organizacional trayendo consigo beneficios que impactan en la organización [13][14][12]. Además, la sostenibilidad en la cadena de

suministro da una ventaja competitiva para las industrias en el mercado y fortalece la reputación desde la perspectiva del cliente [15][9][13][16]. Mirando desde otro ángulo, también tiene un impacto importante en la satisfacción del cliente, ya que estas prácticas mejoran la calidad del servicio y la percepción de la marca al contar con una cadena de suministro sostenible se puede ofrecer al cliente productos más responsables con el medio ambiente [17][10][39]

La revisión sistemática se fundamentó en revisar y analizar la bibliografía existente en las plantas industriales. Los artículos seleccionados abordan diversas industrias, demostrando la aplicación de prácticas sostenibles en diferentes sectores. Entre las principales industrias mencionadas en los artículos están la industria manufacturera, farmacéutica, minera y textil, que representan el 55 % de las industrias abordadas en los artículos. “Fig. 7”

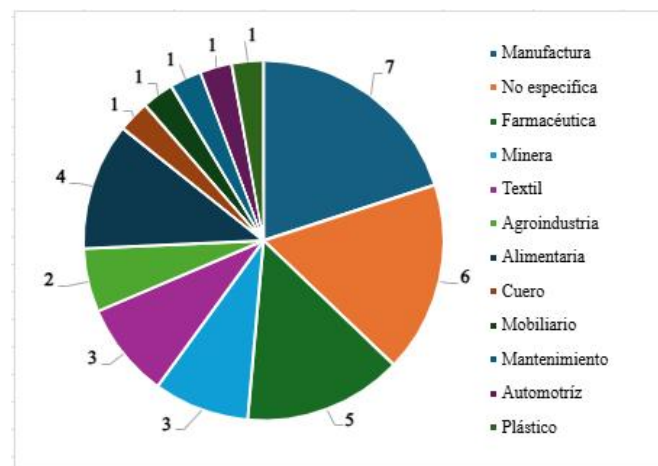


Fig. 7. Distribución de Industrias abordadas en los artículos seleccionados

C. Prácticas sostenibles en la cadena de suministro en plantas industriales

Una de las prácticas utilizadas por las organizaciones es la selección de proveedores y la colaboración estratégica con ellos, que vayan acorde con los objetivos sostenibles de las empresas [12][19][20][21]. Asimismo, mejora la competitividad de una organización y en la cadena de suministro, ya que los consumidores están cada vez más interesados con la responsabilidad ambiental que implica también llevar una mayor satisfacción del cliente [22]. Esto a través de enfoques para evaluar y elegir los mejores proveedores. Se utiliza el proceso de jerarquía analítica difusa (FAHP) que se basa en la evaluación y cálculo del peso difuso significativo relativo de cada criterio a considerar por la empresa, algunos de ellos pueden ser costos logísticos, calidad del servicio, tiempo de entrega, confiabilidad, voz de cliente, flexibilidad y capacidad de respuesta, contaminación ambiental, salud y seguridad, entre otros [12][19]. Además, en los artículos estudiados podemos observar que una estrategia utilizada frecuentemente es la economía circular que busca

minimizar los residuos y el uso de recursos naturales, promoviendo la reutilización, reparación, remanufactura, reciclaje de producto y eliminación de factores de riesgos sociales [23][24].

En el escenario de la cadena de suministro inversa, la implementación de un sistema de mantenimiento predictivo basado en tecnologías de la Industria 4.0, como por ejemplo el Internet de las cosas (IoT), computación en la nube y aprendizaje automático. Todas estas aplicaciones ayudan a optimizar la gestión de equipos y maquinarias minimizando costos operativos y mejorando el rendimiento del servicio al cliente [25]. Además, uno de los factores críticos de éxito para ayudar a la adopción de prácticas sostenibles y uno de los impulsores de la cadena de suministro sostenible es la integración de nuevas tecnologías disruptivas y emergentes [26][27]. También la inversión en tecnología verde es una práctica usada en diversas industrias como el de la salud y manufactura para la correcta gestión de inventarios (tamaño de lote, tiempo de entrega, etc.), por lo que se puede reducir la huella de carbono y los costos del sistema sin comprometer la experiencia del cliente [26][27].

En el análisis de prácticas para reducir las emisiones de carbono, se observa una tendencia común hacia la adopción de enfoques integrados que abordan tanto la eficiencia operativa como el servicio al cliente y la sostenibilidad ambiental [6][28][30][31]. Un enfoque destacado es el uso del método Delphi combinado con el despliegue de la función de calidad (QFD) y técnicas de evaluación difusa para identificar los requisitos del cliente en el diseño de una cadena de suministro. Uno de estos enfoques es la gestión de la cadena de suministro ecológica debido a que el cliente se concientizó de la necesidad de reducir la contaminación industrial [30]. Los modelos de optimización como una formulación de programación entera mixta (MILP) permite diseñar una red de administración de la cadena de suministro para reducir la emisión de carbono. Este modelo también cuenta con otros beneficios como la mejora en la experiencia del cliente, mejora los beneficios sociales, minimizar la inversión, el transporte, entre otros [28][31].

D. Resultados y beneficios de las prácticas sostenibles

La implementación de la cadena de suministro sostenible ha logrado reducir los costos totales en la cadena de suministro al abordar diversas dimensiones de sostenibilidad, tales como la disminución de emisiones de carbono, los gastos operativos y los beneficios sociales, posibilitó la identificación de áreas de mejora, la toma de decisiones fundamentadas y la promoción exitosa [16][20][32][33]. También, la inversión verde es el método más rentable para reducir las emisiones de carbono y los costos de las operaciones [11][28][31]. Adicionalmente, se consigue mantener los equipos de manera eficaz y gestionar los servicios de suministro de manera que se apoye la cadena de suministro inversa [25][34].

La sostenibilidad en la cadena de suministro conlleva los siguientes beneficios: mejora de la productividad, eficacia

operativa, calidad de los productos, lealtad del cliente y mejora de la imagen corporativa, mayor satisfacción del cliente debido a tiempos de entrega más cortos y una gestión más efectiva de la cadena de suministro [6][9][14][17][20][34]. Por otro lado, la inversión verde permite mejorar la sostenibilidad, reducir los impactos negativos en el medio ambiente, maximizar el beneficio de la red y el nivel de servicio al cliente en la cadena de suministro [10][11][28].

E. Desafíos y barreras de las prácticas sostenibles

Entre las diversas dificultades que surgen en las industrias se encuentran la gestión de la incertidumbre, los costos y recursos, así como la aceptación y adopción de nuevas metodologías [12]. Por otro lado, la combinación de técnicas como AHP, DEMATEL y VIKOR puede resultar en un proceso de evaluación complejo que demanda un conocimiento especializado para su adecuada implementación [30][32]. La adopción de los sistemas ISO 9001 e ISO 14001 puede verse obstaculizada por una cultura organizacional profundamente arraigada y la ausencia de apoyo de la alta dirección. Se señaló como uno de los principales desafíos el gasto relacionado con la instalación de los sistemas de gestión ISO 9001 e ISO 14001 [35].

Además, seleccionar al proveedor 3PL adecuado para la empresa implica desafíos significativos como la complejidad en la toma de decisiones, la necesidad de considerar múltiples criterios, asegurar la sostenibilidad del proveedor, la competitividad en el mercado, lo cual puede influir en la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente [19]. Algunos desafíos pueden incluir la incertidumbre en los parámetros, la necesidad de considerar múltiples escenarios y la integración de la sostenibilidad en la toma de decisiones de la cadena de suministro [7][33]. Además, en las metodologías se utilizó un modelado del Sistema de inventario-producción-ruteo, entrevistas semiestructuradas, encuestas y análisis de datos basados en la experiencia de la industria, el uso de la técnica Delphi y el modelado estructural interpretativo (ISM) para estudiar la relación mutua entre los impulsores de la cadena de suministro sostenible y la complejidad de la cadena de suministro. Por lo que se presentan desafíos como la gestión eficiente de recursos como energía, mano de obra, materias primas, y la necesidad de considerar la sostenibilidad ambiental en todas las etapas de la cadena de suministro. También la falta de recursos y la complejidad de coordinar acciones entre diferentes actores de la cadena de suministro, la presión de los clientes, las regulaciones gubernamentales y la incertidumbre del mercado [20][36][27].

F. Impacto en la satisfacción del cliente

En la cadena de suministro mejorar la eficiencia, reducir costos, reducir las emisiones de carbono, garantizar la disponibilidad puntual de los productos, agilizar los tiempos de entrega, mejorar la calidad de sus productos, y minimizar los errores de pedido permite mantener altos estándares en el

servicio al cliente y una mayor satisfacción del cliente que proporciona una ventaja competitiva a la empresa [6][7][13][14][15][17][19][25][37][21].

La implementación de un proceso para seleccionar proveedores ecológicos en la industria siderúrgica mediante un enfoque de dos fases difusas mejora significativamente la satisfacción del cliente al ofrecer productos sostenibles, garantizar calidad y fiabilidad, mostrar transparencia y responsabilidad, y destacarse en el mercado. Esto contribuye a mejorar las conexiones con los clientes y a fortalecer la percepción de la empresa en términos de sostenibilidad y responsabilidad social. Asimismo, garantizar la salud ocupacional y realizar ajustes ergonómicos [12][26][28]. Además, la administración sustentable de la cadena de suministro, el marketing ambiental y la reputación tienen una influencia notable en la satisfacción de los clientes respecto a prácticas ambientales [10][11].

La ejecución de iniciativas centradas en el medio ambiente y la calidad puede influir en cómo los clientes perciben a la empresa, diferenciándola en el mercado, fomentando la confianza y la transparencia, aumentando el valor percibido de los productos y servicios, estas acciones pueden conducir a una mayor satisfacción y fidelidad por parte de los clientes [6][9][10][11][16][35][21][31]. Al implementar prácticas sostenibles en la administración de la cadena de suministro y alinearse con las expectativas de los clientes, la optimización de los procesos en las empresas es muy importante. Por ello, tienen la capacidad de influir en las elecciones de compra por parte de los clientes y reforzar las elecciones con ellos [38][39][30].

IV. DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación ha sido conocer la información existente sobre las prácticas sostenibles que desarrollan las empresas industriales en sus cadenas de suministro. Para ello se revisó los artículos publicados entre los años 2020 y 2023 en la base de datos Scopus y se seleccionaron 35 artículos que después de un proceso de análisis permite presentar la siguiente discusión.

Teniendo en cuenta los datos bibliométricos de nuestras fuentes, se muestra que en el último año (2023) hubo un aumento en las publicaciones sobre la sostenibilidad en la cadena de suministro, más del 30% de los artículos seleccionados pertenecen a este último año (2023). El descenso de publicaciones en el año 2021 y 2022 podría deberse a la llegada de la pandemia mundial del COVID-19, evidenciándose un cambio en las prioridades de investigación entre esos años. Además, enfocándonos en la distribución geográfica se muestra que el país con mayores publicaciones fue India seguido de China representando casi el 40% de los países abordados en todos los artículos analizados. Ante ello, se conoce que India y China son países con mayor cantidad de población, China con 1425 millones e India con 1442 millones, lo que implica una mayor base de investigadores

potenciales y una mayor cantidad de producción académica y científica.

En este artículo analizado, una de las estrategias utilizadas para una cadena de suministro sostenible es la selección de proveedores, utilizando el modelo híbrido de jerarquía analítica difusa (FAHP), los criterios más impactantes e importantes para la selección de proveedores fue el tiempo de entrega, garantía, tasa de defectos, capacidad de suministro y precio del producto [12]. En comparación con otro autor que indica que la confiabilidad, el tiempo de entrega, la voz del cliente, el costo logístico, la gestión de la red y la calidad del servicio son los factores más resaltantes para solucionar el problema de la subcontratación [18]. También se encontró que los proveedores tienen grandes responsabilidades sociales, a través de entrevistas semiestructuradas se mostró que el aprendizaje organizacional fue la responsabilidad más importante (40,5%) seguido por la eficiencia de la cadena de suministro (37,7%) y el desempeño del proveedor (9,6%) [20].

En los estudios evaluados, el uso de modelos de programación lineal mixta para reducir y controlar la emisión de gases efecto invernadero como el carbono en las industrias revela su viabilidad en diferentes sectores industriales [6][37][31]. También se encontró que el uso de la tecnología verde en la gestión de inventario de una cadena de suministro durante las actividades de transporte, producción y almacenamiento tiene como resultados la reducción de la huella de carbono ecológica descomunal sin afectar el servicio y la experiencia del cliente [31][29]. Por otro lado, para una correcta toma de decisiones sobre la cadena de suministro sostenible, se analiza la sensibilidad del límite de emisiones de CO₂ en el desempeño de esta y se concluye que con una buena administración de la cadena de suministro, enfocada en la sostenibilidad, no solo se mejora el rendimiento sino también se logra la protección y preservación del medio ambiente [33].

La ejecución de prácticas sostenibles proporciona múltiples beneficios que van más allá de la reducción de costos operativos y la minimización de emisiones de carbono, ya que también se refuerza la noción de que las inversiones en iniciativas verdes no solo son éticamente responsables, sino también altamente rentables desde una perspectiva económica y estratégica [16][25][32][28][31][34]. En comparación con otros estudios, la mejora en la sostenibilidad social y ambiental puede fortalecer la posición competitiva de una empresa. Por ejemplo, una cadena de suministro más sostenible puede atraer a consumidores y clientes que valoran prácticas responsables, mejorando así la percepción de la marca y fomentando la fidelidad del cliente. Además, la mejora en la gestión de la cadena de suministro no solo optimiza la eficiencia operativa, sino que también reduce los riesgos asociados con interrupciones en la cadena y cambios en los precios de los recursos [6][9][10][11][14][17][34][28].

En el contexto industrial, se enfrentan desafíos en la gestión de la incertidumbre, la administración de costos y recursos, y la integración de nuevas metodologías [12]. La combinación de técnicas de toma de decisiones multicriterio, como AHP (Analytic Hierarchy Process), DEMATEL (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) y VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje), es crucial para que las organizaciones tomen decisiones más informadas y basadas en análisis cuantitativo, mejorando así la eficiencia en decisiones estratégicas y operativas, y proporcionando una perspectiva crítica sobre las ventajas, desafíos y aplicaciones potenciales en diversos contextos industriales [30][32]. La selección de proveedores en áreas clave de logística presenta retos donde se evalúan aspectos como la sostenibilidad, la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente en las cadenas de suministro modernas [19]. Por otro lado, es fundamental adoptar sistemas integrados y estratégicos en la gestión de cadenas de suministro que aborden eficazmente la administración de recursos como almacenamiento, transporte y control de inventarios, promoviendo una cadena de suministro sostenible, resiliente y responsable [20][36][27].

Se resalta la importancia de adoptar enfoques integrados y estratégicos en la cadena de suministro para lograr eficiencia operativa, sostenibilidad ambiental y satisfacción del cliente. Esto no solo fortalece la posición competitiva de la empresa, sino que también establece bases sólidas para el crecimiento y la innovación continua en un mercado dinámico y exigente [6][7][13][14][15][17][38][25][37][21]. También se encontró que la adopción de enfoques estratégicos y holísticos para la gestión de proveedores en las industrias no solo benefician la sostenibilidad y responsabilidad social de la empresa, sino que también promueven la satisfacción del cliente, mejoran las relaciones comerciales y fortalecen la reputación de la organización en el mercado global [12][26][28]. La administración de la cadena de suministro orientada hacia la sostenibilidad, las estrategias de marketing ambiental y la reputación empresarial juegan un papel significativo en la satisfacción de los clientes con respecto a las prácticas ambientales [10][11]. A diferencia de lo reportado se enfatiza la importancia estratégica de las iniciativas ambientales y de calidad en la percepción del cliente y la competitividad empresarial. Adoptar prácticas sostenibles no solo es crucial para cumplir con las expectativas del mercado y las regulaciones, sino que también representa una oportunidad estratégica para diferenciar la empresa, fortalecer relaciones con los clientes y mejorar la eficiencia operativa de manera sostenible [38][39][30].

V. CONCLUSIONES

Esta revisión sistemática mostró las prácticas sostenibles que ponen en práctica las empresas industriales en sus cadenas de suministro para reducir las emisiones de carbono, mejorar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente que cada

vez es más exigente con el cuidado al medio ambiente. En los estudios revisados, una práctica utilizada frecuentemente es la correcta selección de proveedores que es un factor clave para los objetivos sostenibles que tiene la empresa. Una acertada elección de proveedores que compartan valores y prácticas sostenibles, contribuye a la mejora en los niveles de satisfacción del cliente y contribuye a ganar una mayor participación de mercado.

Otra práctica comúnmente utilizada es el uso de la tecnología para optimizar y diseñar una red de cadena de suministro que optimice las rutas de transporte, tenga una correcta gestión de residuos, eficiente uso del agua, optimización de energía (implementación de paneles solares para generar electricidad) e implementación de tecnologías limpias.

Algunas limitaciones que se presentaron para esta revisión son que no se pudo acceder a 18 artículos debido a que se debía pagar para poder obtenerlos y la falta de datos de algunos artículos que solo presentaban datos cualitativos y descriptivos, pero no cuantitativos. Para futuros trabajos, se recomienda poder ampliar el acceso a la literatura mediante convenios con instituciones académicas para poder obtener estudios relevantes sin restricciones económicas, así como evaluar otras dimensiones de la sostenibilidad como las económicas y sociales.

REFERENCIAS

- [1] T. A. Chin, H. H. Tat, Z. Sulaiman y S. N. L. M. Zainon, "Green supply chain management practices and sustainability performance", *Advanced Science Letters*, vol. 21, no. 5, pp. 1359–1362, May. 2015, doi: 10.1166/asl.2015.6029.
- [2] D. Mallikarathna y C. Silva. (2019). "The Impact of Green Supply Chain Management Practices on Operational Performance and Customer Satisfaction", presentado en el Congreso Internacional de Ingeniería Industrial y Gestión de Operaciones. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/341001087_The_Impact_of_Green_Supply_Chain_Management_Practices_on_Operational_Performance_and_Customer_Satisfaction
- [3] Meythi y R. Martusa, "Green Supply Chain Management: Strategy to Gain Competitive Advantage", *Journal of Energy Technologies and Policy*, vol. 3, no. 11, pp. 334-341, 2013. [En línea]. Disponible: <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JETP/article/view/8580>
- [4] B. Karthick y M. Shafiya, "A Smart Manufacturing on Multi-echelon Sustainable Supply Chain Under Uncertain Demand", vol. 8, pp. 143-163, mar. 2024, doi: 10.1007/s41660-023-00359-2.
- [5] J. kaur y A. Awasthi, "A systematic literature review on barriers in green supply chain management", vol. 30, pp. 330-348, 2018, doi: 10.1504/IJLSM.2018.092613
- [6] A. Kumar and K. Kumar, "A multi-objective optimization approach for designing a sustainable supply chain considering carbon emissions," *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, Aug. 2023, doi: 10.1007/s13198-023-02085-x.
- [7] F. Isaloo and M. Paydar, "Optimizing a robust bi-objective supply chain network considering environmental aspects: a case study in plastic injection industry", *International Journal of Management Science and Engineering Management*, vol. 15, no. 1, pp. 26–38, Apr. 2019, doi: 10.1080/17509653.2019.1592720
- [8] E. Yontar and S. Ersoz, "Investigation of food supply chain sustainability performance for Turkey's food sector", *Frontiers in Sustainable Food Systems*, vol. 4, Jun. 2020, doi: 10.3389/fsufs.2020.00068.
- [9] A. Asha, M. Dulal, and A. Habib, "The influence of sustainable supply chain management, technology orientation, and organizational culture on

- the delivery product quality-customer satisfaction nexus”, *Cleaner Logistics and Supply Chain*, vol. 7, p. 100107, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.clscn.2023.100107
- [10] J. Ploehad, R. Khasasin, K. Khasasin, and A. Prachuabmoh, “Green Supply Chain Management as Antecedent of Green Satisfaction: Examining Sequential Mediation of Green Marketing and Green Corporate Image”, *Int. J. Sup. Chain. Mgt*, vol. 9, no. 2, pp. 419–426, Apr. 2020, [En línea]. Disponible: <https://ojs.excelingtech.co.uk/index.php/IJSCM/article/download/4618/2322>
- [11] M. Alashhab, “DEVELOPING a ROBUST GREEN SUPPLY CHAIN PLANNING OPTIMIZATION MODEL CONSIDERING POTENTIAL RISKS”, *International Journal of GEOMATE*, vol. 19, no. 73, Sep. 2020, doi: 10.21660/2020.73.52896
- [12] C.-N. Wang, T.-L. Nguyen, and T.-T. Dang, “Two-Stage Fuzzy MCDM for green supplier selection in steel industry”, *Intelligent Automation and Soft Computing/Intelligent Automation & Soft Computing*, vol. 33, no. 2, pp. 1245–1260, Jan. 2022, doi: 10.32604/iasc.2022.024548
- [13] A. Attia, “Effect of sustainable supply chain management and customer relationship management on organizational performance in the context of the Egyptian textile industry”, *Sustainability*, vol. 15, no. 5, p. 4072, Feb. 2023, doi: 10.3390/su15054072
- [14] F. Donkor, T. Papadopoulos, and V. Spiegler, “The supply chain integration – Supply chain sustainability relationship in the UK and Ghana pharmaceutical industry: A stakeholder and contingency perspective”, *Transportation Research. Part E, Logistics and Transportation Review*, vol. 155, p. 102477, Nov. 2021, doi: 10.1016/j.tre.2021.102477
- [15] S. Fakheri, Z. Bahrami-Bidoni, A. Makui, M. S. Pishvae, and E. Gonzalez, “A sustainable competitive supply chain network design for a green product under uncertainty: A case study of Iranian leather industry”, *Socio-economic Planning Sciences*, vol. 84, p. 101414, Dic. 2022, doi: 10.1016/j.seps.2022.101414
- [16] S. Das and H. Hassan, “Impact of sustainable supply chain management and customer relationship management on organizational performance”, *The International Journal of Productivity and Performance Management/International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. 71, no. 6, pp. 2140–2160, Aug. 2021, doi: 10.1108/ijppm-08-2020-0441
- [17] N. Gholamian, I. Mahdavi, N. Mahdavi-Amiri, and R. Tavakkoli-Moghaddam, “Hybridization of an interactive fuzzy methodology with a lexicographic min-max approach for optimizing a multi-period multi-product multi-echelon sustainable closed-loop supply chain network”, *Computers & Industrial Engineering*, vol. 158, p. 107282, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.cie.2021.107282
- [18] H. M. Alzoubi et al., “Exploring the nexus between innovation orientation, green supply chain management, and organizational performance in e-retailing industry,” *Uncertain Supply Chain Management*, vol. 12, no. 3, pp. 1923–1934, Jan. 2024, doi: 10.5267/j.uscm.2024.2.011.
- [19] C.-N. Wang, N.-A.-T. Nguyen, T.-T. Dang, and C.-M. Lu, “A compromised Decision-Making approach to Third-Party logistics selection in sustainable supply chain using Fuzzy AHP and Fuzzy VIKOR methods”, *Mathematics*, vol. 9, no. 8, p. 886, Apr. 2021, doi: 10.3390/math9080886
- [20] M. Khokhar, W. Iqbal, Y. Hou, M. Abbas, and A. Fatima, “Assessing Supply Chain Performance from the Perspective of Pakistan’s Manufacturing Industry Through Social Sustainability”, *Processes*, vol. 8, no. 9, p. 1064, Sep. 2020, doi: 10.3390/pr8091064
- [21] P. Chand, J. Thakkar, and K. Ghosh, “Analysis of supply chain sustainability with supply chain complexity, inter-relationship study using delphi and interpretive structural modeling for Indian mining and earthmoving machinery industry”, *Resources Policy*, vol. 68, p. 101726, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.resourpol.2020.101726
- [22] M. T. Jefroudi and S. A. Darestani, “A Decision Support System for Sustainable Supplier Selection Problem: Evidence from a Radiator Manufacturing Industry,” *Journal of Engineering Research*, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.jer.2024.03.014.
- [23] M. C. P. Pravia and L. O. V. De La Cruz, “Gestión de riesgos en encadenamientos productivos sostenibles”, *Revista Venezolana De Gerencia*, vol. 26, no. 96, pp. 1396–1412, Oct. 2021, doi: 10.52080/rvgluz.26.96.25
- [24] C. L. Fernández-Arribas, B. Ponte, and I. Fernández, “Shaping closed-loop supply chain dynamics: Mitigating the bullwhip effect and improving customer satisfaction in production systems with material reuse,” *Computers & Industrial Engineering*, vol. 195, p. 110407, Jul. 2024, doi: 10.1016/j.cie.2024.110407.
- [25] S. P. Gayialis, E. P. Kechagias, G. D. Konstantakopoulos, and G. A. Papadopoulos, “A predictive maintenance system for reverse supply chain operations”, *Logistics*, vol. 6, no. 1, p. 4, Jan. 2022, doi: 10.3390/logistics6010004
- [26] B. Debnath, N. Shakur, A. Bari, and C. Karmaker, “A Bayesian Best–Worst approach for assessing the critical success factors in sustainable lean manufacturing”, *Decision Analytics Journal*, vol. 6, p. 100157, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.dajour.2022.100157
- [27] P. Chand, J. Thakkar, and K. Ghosh, “Analysis of supply chain sustainability with supply chain complexity, inter-relationship study using delphi and interpretive structural modeling for Indian mining and earthmoving machinery industry”, *Resources Policy*, vol. 68, p. 101726, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.resourpol.2020.101726
- [28] Mala, M. Palanivel, S. Priyan, A. Jirawattanapanit, G. Rajchakit, and P. Kaewmesri, “Sustainable Supply Chain System for Defective Products with Different Carbon Emission Strategies”, *Sustainability*, vol. 14, no. 23, p. 16082, Dic. 2022, doi: 10.3390/su142316082
- [29] S. Priyan, R. Matahen, D. Priyanshu, and M. Mouqddadi, “Environmental strategies for a healthcare system with green technology investment and pandemic effects,” *Innovation and Green Development*, vol. 3, no. 1, p. 100113, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.igd.2023.100113.
- [30] K. Karuppiah, B. Sankaranarayanan, and S. M. Ali, “A novel quality function deployment based integrated framework for improving supply chain sustainability”, *Engineering Management Journal*, vol. 35, no. 3, pp. 285–298, Jul. 2022, doi: 10.1080/10429247.2022.2097575
- [31] C. Valderrama, E. Santibanez-González, B. Pimentel, A. Candia-Véjar, and L. Canales-Bustos, “Designing an environmental supply chain network in the mining industry to reduce carbon emissions”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 254, p. 119688, May 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119688
- [32] R. Guo and Z. Wu, “Social sustainable supply chain performance assessment using hybrid fuzzy-AHP–DEMATEL–VIKOR: a case study in manufacturing enterprises”, *Environment, Development and Sustainability*, vol. 25, no. 11, pp. 12273–12301, Aug. 2022, doi: 10.1007/s10668-022-02565-3
- [33] D.-C. Gong, P.-H. Li, P.-S. Chen, and F. Wang, “Supply chain network design with multi-time-period stochastic demands for optimizing dual objectives on economic and environmental factors”, *Zhōngguó Gōngchéng Xuékān*, vol. 43, no. 1, pp. 93–100, Oct. 2019, doi: 10.1080/02533839.2019.1676651
- [34] C. Wang, Z. Huang, and G. Lian, “Green supply chain decision of discarded drugs recycling: Evolutionary game and strategy simulation”, *PloS One*, vol. 18, no. 5, May 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0260235
- [35] D. Zimon, P. Madzík, S. Dellana, R. Sroufe, M. Ikram, and K. Lysenko-Ryba, “Environmental effects of ISO 9001 and ISO 14001 management system implementation in SSCM”, *the TQM Journal*, Jun. 2021, doi: 10.1108/tqm-01-2021-0025
- [36] K. Naderi, R. M. Ahari, J. Jouzdani, and A. Amindoust, “System dynamics model of production-inventory-routing system in the green supply chain”, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, vol. 40, no. 6, pp. 11441–11454, Jun. 2021, doi: 10.3233/jifs-202622
- [37] F. Gholian-Jouybari, M. Hajiaghaei-Keshтели, A. Bavar, A. Bavar, and B. Mosallanezhad, “A design of a circular closed-loop agri-food supply chain network—A case study of the soybean industry”, *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 36, p. 100530, Dic. 2023, doi: 10.1016/j.jii.2023.100530
- [38] A. M. Gobachew y H. D. Haasis, “Scenario-based Optimization of Supply Chain Performance under Demand Uncertainty” *Sustainability*, vol. 15, no. 13, p. 10603, Jul. 2023, doi: 10.3390/su151310603

- [39]Z. Xu, D. K. Jain, S. Neelakandan, and J. Abawajy, “Hunger games search optimization with deep learning model for sustainable supply chain management”, *Discover Internet of Things*, vol. 3, no. 1, Sep. 2023, doi: 10.1007/s43926-023-00040-7