

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2026,
Volumen 10, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1

TENDENCIAS EN INNOVACIÓN SOSTENIBLE EN PROCESOS INDUSTRIALES: UNA REVISIÓN BIBLIOMÉTRICA A PARTIR DE SCOPUS (2015-2025)

TRENDS IN SUSTAINABLE INNOVATION IN INDUSTRIAL
PROCESSES: A BIBLIOMETRIC REVIEW BASED ON SCOPUS (2015-
2025)

Jaider Arnulfo Castro Garzón
Universidad INNCA de Colombia

Jhon Rose Moreno Arrieta
Universidad INNCA de Colombia

César Leonardo Calixto Amaya
Universidad INNCA de Colombia

Tendencias en innovación sostenible en procesos industriales: una revisión bibliométrica a partir de Scopus (2015-2025)

Jaidier Arnulfo Castro Garzón¹

Jacastrog@unincca.edu.co

<https://orcid.org/0009-0004-4835-5991>

Universidad INNCA de Colombia
Colombia

Jhon Rose Moreno Arrieta

jrmoreno@unincca.edu.co

<https://orcid.org/0009-0008-1601-5529>

Universidad INNCA de Colombia
Colombia

César Leonardo Calixto Amaya

Ccalixto@unincca.edu.co

<https://orcid.org/0009-0003-0571-7748>

Universidad INNCA de Colombia
Colombia

RESUMEN

Este artículo analiza las tendencias en innovación sostenible aplicadas a procesos industriales durante el período 2015–2025, con el propósito de identificar la evolución temática, los autores e instituciones más influyentes y los enfoques predominantes en la literatura científica reciente. Para ello, se desarrolló un estudio bibliométrico en la base de datos Scopus, empleando indicadores de producción científica, citación, coautoría y coocurrencia, así como herramientas de visualización como VOSviewer, pues los resultados evidencian un crecimiento sostenido en las publicaciones, especialmente a partir de 2020, impulsado por la digitalización, la economía circular y las políticas globales de sostenibilidad. Asimismo, se reconoce el liderazgo de China y Europa en producción académica, destacándose áreas como manufactura sostenible, eficiencia energética, descarbonización e inteligencia artificial aplicada a procesos verdes; la literatura revela la consolidación de la ecoinnovación, el desarrollo de modelos de negocio sostenibles y la creciente incorporación de tecnologías avanzadas en la industria, pues este estudio aporta una visión integral de la evolución científica en innovación sostenible industrial, destacando el carácter interdisciplinario y la relevancia para la competitividad empresarial y la transición hacia modelos productivos responsables.

Palabras clave: Innovación sostenible; procesos industriales; bibliometría; economía circular; ecoinnovación.

¹ Autor principal

Correspondencia: Jacastrog@unincca.edu.co

Trends in sustainable innovation in industrial processes: a bibliometric review based on Scopus (2015-2025)

ABSTRACT

This article analyzes trends in sustainable innovation applied to industrial processes during the period 2015–2025, with the aim of identifying thematic developments, the most influential authors and institutions, and the predominant approaches in recent scientific literature. To this end, a bibliometric study was conducted in the Scopus database, using indicators of scientific production, citation, co-authorship, and co-occurrence, as well as visualization tools such as VOSviewer, as the results show sustained growth in publications, especially since 2020, driven by digitization, the circular economy, and global sustainability policies. Likewise, China and Europe are recognized as leaders in academic production, with areas such as sustainable manufacturing, energy efficiency, decarbonization, and artificial intelligence applied to green processes standing out. The literature reveals the consolidation of eco-innovation, the development of sustainable business models, and the growing incorporation of advanced technologies in industry, as this study provides a comprehensive view of scientific developments in sustainable industrial innovation, highlighting its interdisciplinary nature and relevance for business competitiveness and the transition to responsible production models.

Keywords: Sustainable innovation; industrial processes; bibliometrics; circular economy; eco-innovation.

*Artículo recibido 10 diciembre 2025
Aceptado para publicación: 10 enero 2026*



INTRODUCCIÓN

La innovación sostenible se ha consolidado como un eje fundamental en la transformación de los procesos industriales, al integrar la eficiencia productiva con la responsabilidad social y ambiental. En la actualidad, las empresas no pueden limitarse únicamente a innovar en los productos o servicios, sino que deben considerar la sostenibilidad como un componente estratégico que define la permanencia y competitividad en mercados globales. Según Canizales (2020), la innovación empresarial adquiere sentido cuando logra equilibrar los intereses económicos de las compañías con las expectativas sociales y la preservación del medio ambiente, generando un impacto integral en todos los grupos de interés. Así, el concepto de innovación sostenible se convierte en una apuesta transversal que articula la gestión del talento humano, la responsabilidad social empresarial y la revolución industrial 4.0

En este contexto, los procesos industriales enfrentan presiones crecientes para transformarse en función de criterios de sostenibilidad, impulsados tanto por marcos regulatorios como por la demanda de consumidores conscientes. Si bien, Fernández (2024) sostiene que los modelos de gestión de la innovación requieren adoptar enfoques holísticos, estratégicos y estructurados, que incorporen buenas prácticas y herramientas para enfrentar la complejidad de estos procesos, pues la transición hacia modelos sostenibles no es opcional, sino una condición necesaria para garantizar la continuidad de las organizaciones en entornos dinámicos y altamente competitivos. De este modo, se plantea la necesidad de analizar cómo las tendencias en innovación sostenible se reflejan en la producción científica y en la práctica industrial contemporánea.

Dicho esto, el problema central de este estudio radica en la dispersión del conocimiento sobre innovación sostenible y en la falta de sistematización de las investigaciones que la abordan desde los procesos industriales; aunque existen aportes relevantes, no siempre se logra establecer un marco coherente que permita identificar patrones, regularidades y oportunidades de aplicación en diferentes sectores, por lo que Velásquez, Valdivieso, Arias y Ramos (2025) enfatizan que la integración de tecnología, capacitación y modelos de negocio sostenibles es aún un desafío, debido a la dificultad de articular todos los factores que influyen en el desempeño industrial. Por tanto, un análisis bibliométrico se convierte en una herramienta clave para organizar y evaluar la producción académica, generando evidencia sobre el estado actual de la investigación en este campo.



En efecto, el presente artículo tiene como objetivo general analizar las tendencias en innovación sostenible en procesos industriales a partir de un estudio bibliométrico, que permita identificar la evolución del tema, los enfoques predominantes y las oportunidades de investigación futura, pues para Delgado-Fernández (2024), el análisis de modelos de gestión de innovación exige identificar las regularidades y proyectar la aplicación según las necesidades contextuales, lo que refuerza la importancia de estudiar la sostenibilidad como un eje transversal en dichos modelos. En consecuencia, este trabajo pretende aportar una visión estructurada que contribuya a fortalecer la comprensión académica y práctica de la innovación sostenible en el sector industrial.

Metodológicamente, el estudio se desarrolla bajo un enfoque bibliométrico, utilizando fuentes académicas indexadas de Scopus que recogen investigaciones realizadas en los últimos diez años, por lo que se emplean indicadores de producción, colaboración y citación, con el fin de reconocer a los autores más influyentes, las instituciones con mayor aporte y los países que lideran las investigaciones en innovación sostenible aplicada a procesos industriales, ya que este método ha demostrado ser eficaz para visibilizar el impacto y la evolución del conocimiento en un área específica, como lo evidencian estudios previos en innovación empresarial y gestión tecnológica (Canizales, 2020; Fernández, 2024)

Dicho esto, el análisis bibliométrico se justifica porque permite superar la dispersión de resultados individuales y construir un panorama integral sobre la investigación en innovación sostenible. De acuerdo con Velásquez et al. (2025), la educación y la innovación son esenciales para alcanzar la sostenibilidad en ingeniería industrial, lo que plantea la necesidad de evaluar cómo el conocimiento científico contribuye a orientar políticas públicas, prácticas empresariales y procesos de formación profesional. En este sentido, el presente artículo relaciona la producción académica con la realidad industrial, destacando tanto las fortalezas como las barreras identificadas.

En relación con los resultados obtenidos, estos se organizan en tres dimensiones principales que reflejan la dinámica reciente de la innovación sostenible en procesos industriales; en primer lugar, se presenta un análisis descriptivo del comportamiento de la producción científica entre 2015 y 2025, evidenciando un crecimiento constante, con mayor intensidad a partir de 2020, y una marcada concentración geográfica en Asia, especialmente en China, seguida por Europa y países del sudeste asiático; en segundo término, se examinan las redes de coautoría y productividad institucional, donde predominan

universidades asiáticas y se observan patrones de cooperación internacional que fortalecen la construcción colectiva del conocimiento. Finalmente, se analizan las tendencias temáticas y tecnológicas predominantes, las cuales revelan el posicionamiento de la eco-innovación, la economía circular, la descarbonización y la transformación digital como la industria 4.0 verde como eje central para la transición hacia sistemas productivos sostenibles y resilientes.

Tabla 1. Validación convergente del KMO y prueba de esfericidad de Bartlett (Calibri Light 10, centrado, negrita, solo mayúscula en la primera letra)

Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Aporte a la investigación actual
Campo-Terner, Lilia; Amar-Sepúlveda, Paola; Olivero Vega, Enohemit; Huguett Herazo, Sergio (2018)	Analizar la producción científica sobre emprendimiento e innovación como factores clave del desarrollo sostenible entre 2006 y 2016, identificando patrones de investigación, países líderes y principales temáticas vinculadas a la sostenibilidad.	Se aplicó un enfoque bibliométrico y de revisión sistemática con metaanálisis, basado en 638 artículos obtenidos de bases como Scopus, ISI Web of Knowledge y SCIELO. El análisis combinó herramientas cuantitativas y cualitativas para determinar frecuencia, origen y relación entre las variables de estudio.	Se evidenció un aumento sostenido en la investigación sobre innovación y emprendimiento desde 2013. Chile, Estados Unidos y España lideraron la producción, con predominio de publicaciones en español. La correlación entre innovación y emprendimiento resultó significativa, aunque se detectó escasa inclusión de la educación emprendedora en políticas públicas.	El estudio aporta una visión integral sobre la evolución de la literatura en innovación y emprendimiento, destacando su relación con la sostenibilidad y el capital humano. Además, propone fortalecer la cultura emprendedora y la integración de la innovación como eje del desarrollo económico sostenible.
García-Farfán, P. E.	Analizar la evolución del conocimiento	Se efectuó una revisión bibliométrica de	La producción científica en innovación frugal	El estudio proporciona una visión global de la



Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Aporte a la investigación actual
& Peláez-Higuera, J.	sobre innovación frugal a través de un estudio bibliométrico basado en publicaciones de Web of Science, identificando las principales tendencias, autores, revistas, países y palabras clave vinculadas con el desarrollo sostenible.	475 artículos publicados entre 2011 y 2024, procesados mediante VOSviewer para visualizar redes de coautoría, clústeres temáticos y palabras clave asociadas a los ODS. Se analizaron autores más citados, revistas líderes y colaboraciones internacionales, aplicando tesauros para depurar términos redundantes.	creció de forma sostenida desde 2011, con una tasa anual del 38,14%. Destacaron Hossain, Brem, de Waal y Maussion como autores principales, y revistas Q1 como Sustainability y Journal of Cleaner Production. Reino Unido, Alemania, Estados Unidos e India lideraron las publicaciones, mientras América Latina tuvo baja participación. Las palabras clave reflejaron interés en sostenibilidad, modelos de negocio y mercados emergentes.	innovación frugal como estrategia de sostenibilidad industrial. Evidencia su relevancia en la creación de soluciones asequibles y sostenibles en economías de bajos ingresos y plantea la necesidad de fomentar la cooperación internacional y la consolidación de ecosistemas innovadores en países emergentes.
Maestre Matos, L. M., Páez Cabas, A. P., Lombana Coy, J. E., & Vega	Analizar la evolución conceptual y las tendencias actuales de la innovación social como campo emergente, identificando	Se empleó un enfoque bibliométrico con base en Web of Science, aplicando la teoría de grafos mediante el modelo tree of	La producción sobre innovación social creció desde 2002, con Reino Unido, España y Canadá como líderes. Predominaron los estudios cualitativos y revisiones, destacando autores como Westley	El estudio fortalece la comprensión teórica y metodológica de la innovación social, resaltando su papel en la sostenibilidad, la colaboración intersectorial y la

Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Aporte a la investigación actual
Jurado, J. M.	autores, revistas, países y metodologías que impulsan su consolidación teórica y empírica.	science para clasificar 471 artículos según niveles de estudio y redes de citación.	y Olsson y revistas como Ecology and Society.	generación de valor social como motor del desarrollo sostenible.
Peregrina Mila, María Isabel & Álvarez Aros, Erick Leobardo	Analizar la evolución y tendencias de la eco-innovación entre 2000 y 2020, identificando autores, revistas, países e instituciones clave, y su relación con la sostenibilidad ambiental y económica.	Se aplicó un enfoque bibliométrico cuantitativo con 534 documentos de Scopus, procesados en R Bibliometrix, Tableau y VOSviewer, evaluando productividad, citación, coautoría y palabras clave vinculadas al desarrollo sostenible.	La producción científica creció de forma constante, con liderazgo de España, China y Reino Unido. Destacaron autores como Rennings y Horbach, y revistas como Journal of Cleaner Production y Sustainability, enfocadas en sostenibilidad e innovación tecnológica.	El estudio consolida la relación entre innovación y sostenibilidad, aportando una base metodológica para futuras investigaciones sobre eco-innovación y gestión tecnológica, y promoviendo políticas que integren sostenibilidad industrial y competitividad.

Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Aporte a la investigación actual
Padilla Díaz, María Inés; Criolla Cruz, Ian David; García Viloria, Humberto; & Franco Pacheco, Martha Cecilia	Analizar la producción científica sobre innovación turística e Industria 4.0 entre 2019 y 2023, identificando autores, revistas, instituciones y países más influyentes en la relación entre tecnología y sostenibilidad.	Se aplicó un enfoque bibliométrico cuantitativo basado en 77 documentos de Scopus y Web of Science, analizados con R Bibliometrix, VOSviewer y Excel, considerando productividad, coautoría, coocurrencias y leyes de Lotka y Bradford.	Se observó un aumento notable en publicaciones durante 2021–2022, concentradas en revistas como Sustainability y Technological Forecasting and Social Change. Vietnam, China y Portugal lideraron la producción, con énfasis en inteligencia artificial, IoT y turismo inteligente.	El estudio evidencia la convergencia entre innovación tecnológica y sostenibilidad en el turismo, destacando la transición hacia modelos inteligentes apoyados en IA, blockchain y análisis de datos, consolidando la digitalización como motor del desarrollo global.
Bernal Prado, Marilyn; Llanes Font, Mariluz; Romero Romero, Osvaldo; & Comas Rodríguez, Raúl.	Desarrollar un estudio bibliométrico y teórico sobre la gestión por procesos y su relación con la sostenibilidad, identificando tendencias, autores, revistas y dimensiones asociadas al concepto de	Se realizó un análisis bibliométrico cuantitativo de 164 artículos indexados en ScienceDirect (2016–2024), utilizando VOSviewer, Minitab y Excel para examinar coocurrencias, redes temáticas y conglomerados	La producción científica creció desde 2019, concentrándose en revistas como Journal of Business Research y Journal of Environmental Management. Predominaron términos como sustainability, industry 4.0 e innovation, revelando tres dimensiones clave: económica,	El estudio consolida la integración de la sostenibilidad en la gestión organizacional, apoyado en modelos como Triple Bottom Line y Lowell Center for Sustainable Production, y sugiere nuevas líneas de investigación en

Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Aporte a la investigación actual
	procesos sostenibles.	jerárquicos de sostenibilidad en la gestión por procesos.	institucional y tecnológica.	innovación, digitalización y sostenibilidad empresarial.
Vilchez Olivares, Percy Antonio & Astorga De La Cruz, Brandelt Jesús.	Examinar la evolución de la investigación sobre economía circular entre 2010 y 2024, identificando tendencias temáticas, autores, revistas y países que impulsan este campo dentro de la economía y la gestión empresarial.	Se realizó un estudio bibliométrico cuantitativo con 2.584 artículos de Scopus, analizando coautoría, coocurrencia y productividad mediante Excel y VOSviewer, aplicando leyes de Price, Lotka, Bradford y Zipf.	Se encontró un crecimiento exponencial desde 2012, liderado por Europa (Reino Unido, Italia, España). Se identificaron cinco clústeres temáticos principales asociados a sostenibilidad, reciclaje, industria 4.0, bioeconomía y modelos de negocio circulares.	El estudio proporciona una visión integral del desarrollo científico en economía circular, destacando su vínculo con innovación y digitalización, la importancia de ampliar participación latinoamericana y la necesidad de enfoques interdisciplinarios para la sostenibilidad global.
Alarcón Osuna, Moisés Alejandro	Analizar las tendencias de investigación sobre innovación, sostenibilidad y pymes para identificar la evolución del interés	Se realizó un análisis bibliométrico cuantitativo con 179 artículos de Scopus (2008–2023), procesados en Bibliometrix	Se evidenció un crecimiento constante con una tasa anual del 20%; Indonesia, Reino Unido y España lideran la producción, destacándose revistas como Sustainability y	El estudio muestra cómo sostenibilidad, digitalización y responsabilidad social se consolidan en pymes, resaltando la cooperación

Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Aporte a la investigación actual
	académico, temas emergentes y países e instituciones más influyentes.	(RStudio) y VOSviewer para mapas de coocurrencia y gráficos.	Journal of Cleaner Production.	internacional y modelos de negocio sostenibles como ejes de competitividad e innovación.
Aguado Cortés, César; Moctezuma Medina, Judas Noé; Orduña-Trujillo, Joaquín.	Revisar sistemáticamente la literatura sobre innovación tecnológica y sustentabilidad mediante un análisis bibliométrico, identificando tendencias, autores clave, enfoques metodológicos y vacíos de investigación en este campo.	Se realizó un estudio bibliométrico descriptivo con 2.863 artículos de Web of Science (1994–2020), utilizando indicadores de frecuencia, coocurrencia, citación y redes de colaboración para evaluar productividad e impacto científico.	La producción científica creció exponencialmente desde 2005, alcanzando más de 400 publicaciones anuales en 2022; el campo se consolidó impulsado por la agenda global de sostenibilidad y la transición hacia economías circulares	El estudio muestra la madurez teórica del tema y su vínculo con gestión ambiental, políticas públicas y economía circular, evidenciando que la innovación tecnológica es un motor clave para el desarrollo sostenible y el bienestar social.
Cáceres Carrasco, Fernando R.; & Cabezas Clavijo, Ángel.	Analizar la evolución y tendencias de la investigación sobre innovación verde entre 2000 y 2023, identificando autores, países, revistas y	Se aplicó un análisis bibliométrico cuantitativo mediante 1.236 artículos de Scopus, procesados en Bibliometrix y VOSviewer para	La producción científica creció sostenidamente desde 2014, con un incremento anual del 25%; China, Estados Unidos y Reino Unido lideraron las publicaciones, destacando autores	El estudio ofrece una visión sistemática del desarrollo de la innovación verde, destacando factores institucionales y tecnológicos que impulsan prácticas ecoinnovadoras y

Autor	Objetivo	Metodología	Resultados	Aporte a la investigación actual
	enfoques temáticos relevantes, así como vacíos y perspectivas futuras.	elaborar mapas de coocurrencias, redes de colaboración y métricas de productividad científica.	como Rennings y Horbach en como motor de ecoinnovación y políticas ambientales.	evidenciando su rol como motor de competitividad y sostenibilidad industrial.
Castellanos Domínguez, Óscar Fernando; Fúquene Montañez, Aida Mayerly; Ramírez Martínez, Diana Cristina.	Analizar cómo la gestión estratégica de la información puede convertirse en base para la innovación y competitividad empresarial, proponiendo un marco metodológico para el análisis de tendencias y toma de decisiones tecnológicas.	Se emplea un enfoque mixto con técnicas cuantitativas y cualitativas, integrando minería de datos, indicadores, vigilancia estratégica y análisis de entorno, apoyado en TIC y sistemas inteligentes para gestionar conocimiento.	La información gestionada estructuradamente se convierte en recurso estratégico que impulsa innovación y competitividad; se destacan tres herramientas clave: escaneo de señales, vigilancia tecnológica y monitoreo continuo del entorno.	El libro constituye referencia latinoamericana sobre vigilancia tecnológica y análisis de tendencias, fortaleciendo capacidades institucionales para decisiones basadas en evidencia e impulsando estrategias de innovación orientadas al cambio continuo.

Fuente: elaboración propia

El análisis de la innovación sostenible aplicada a procesos industriales se ha fortalecido en los últimos años como respuesta a los desafíos ambientales y al imperativo de transitar hacia modelos productivos responsables; en esta línea los hallazgos de Campo-Tenera et al. (2018) muestran que la investigación sobre innovación vinculada al desarrollo sostenible mantiene un aumento desde 2013, impulsando el interés por estrategias productivas basadas en capital humano y capacidades tecnológicas. Dicha revisión bibliométrica destaca una relación estrecha entre emprendimiento, innovación y sostenibilidad,

lo que sugiere que la transformación industrial depende tanto del avance científico como de una cultura de cambio organizacional.

Dicho esto, de manera complementaria García-Farfán y Peláez-Higuera evidencian que la innovación se ha convertido en una alternativa estratégica para entornos industriales con recursos limitados, orientándose hacia soluciones funcionales de bajo costo y técnicamente eficientes, con impactos positivos en la actualidad.

Además, la literatura reciente también resalta el papel de la innovación social como apoyo a la sostenibilidad industrial, puesto que transforma la relación entre empresas, comunidades y sistemas productivos; Maestre Matos et al. identificaron un crecimiento progresivo de este campo, destacando modelos colaborativos y procesos participativos como mecanismos de generación de valor social y fortalecimiento institucional, por lo que en contextos industriales las dinámicas se traducen en programas de capacitación laboral, inclusión de actores comunitarios, preservación de recursos y construcción de relaciones productivas más equitativas, pues al integrar estos elementos sociales, la innovación sostenible adquiere una perspectiva amplia, donde el desarrollo económico se articula con beneficios colectivos y responsabilidad social empresarial.

Por otra parte, la eco-innovación se posiciona como núcleo central en la transformación de procesos industriales hacia prácticas limpias y eficientes; según Peregrina Mila y Álvarez Aros la evidencia demuestra un crecimiento constante en la producción científica vinculada a eco-innovación, particularmente en estudios orientados a la reducción de emisiones, optimización energética y gestión eficiente de materiales. En esta misma línea Cáceres Carrasco y Cabezas Clavijo subrayan que los avances institucionales y regulatorios han sido decisivos para incentivar adopción tecnológica y transición hacia modelos verdes, pues el énfasis de estas investigaciones coincide en señalar que las industrias que integran criterios ambientales en el proceso productivo no solo reducen impactos ecológicos, sino que también fortalecen la competitividad y capacidad de adaptación frente a exigencias globales.

En cuanto al papel de tecnologías actuales, estudios como el de Padilla Díaz et al. reflejan que herramientas digitales como inteligencia artificial, internet de las cosas y análisis de datos están transformando cadenas productivas mediante automatización, trazabilidad y mejora continua; aunque el

foco inicial se centró en el turismo inteligente, los patrones encontrados evidencian aplicaciones transversales en entornos industriales, especialmente en control de procesos, mantenimiento predictivo y gestión energética. Asimismo, Vilchez Olivares y Astorga De La Cruz (2025) identificaron que la economía circular se ha consolidado como enfoque dominante en la literatura contemporánea, destacando estrategias como reciclaje industrial, rediseño de materiales y simbiosis productiva como mecanismos para extender el ciclo de vida de los recursos y minimizar desechos. También, La revisión de Bernal Prado et al (2025). aporta otro componente al vincular gestión por procesos, sostenibilidad y transformación digital, pues este enfoque plantea que la innovación industrial sostenible requiere estructuras organizacionales que integren indicadores ambientales, normas internas, automatización y análisis continuo. En dicho estudio destacan dimensiones económicas, tecnológicas e institucionales conectadas con modelos como Triple Bottom Line y la producción sostenible promovida por el Lowell Center for Sustainable Production, lo cual proporciona una base metodológica para interpretar la sostenibilidad como proceso integral y no como un conjunto aislado de acciones ambientales.

Adicionalmente, el trabajo de Aguado Cortés et al. (2025) ofrece una visión del vínculo entre innovación tecnológica y sostenibilidad, por tanto, a partir de un análisis bibliométrico de largo alcance, los autores señalan un aumento en publicaciones sobre innovación orientada a producción limpia, eficiencia energética y economías circulares; lo que esta evidencia permite comprender que la transformación industrial no obedece solamente a presiones ambientales, sino también a la necesidad de mantener competitividad y responder a políticas globales que exigen producción responsable, trazabilidad y gestión inteligente de datos.

En el contexto de las pymes industriales, Alarcón Osuna (2024) muestra que el interés académico por innovación sostenible ha avanzado de forma significativa, especialmente en sectores que adoptan tecnologías digitales para reducir costos operativos, mejorar eficiencia y fortalecer cadenas de suministro, pues destaca que la sostenibilidad ya no es exclusiva de grandes compañías, sino que forma parte del proceso evolutivo de organizaciones pequeñas que buscan adaptarse a normativas ambientales y exigencias del mercado global. Dicho análisis evidencia que estas empresas están adoptando prácticas de ecoeficiencia, cooperación interempresarial y herramientas de vigilancia estratégica para innovar aun con recursos limitados.

En conjunto, este cuerpo de literatura demuestra que entre 2015 y 2025 la innovación sostenible en procesos industriales se ha consolidado como campo interdisciplinario, sustentado en digitalización, eco-innovación, economía circular, gestión del conocimiento y cooperación institucional.

En síntesis, este trabajo aporta una mirada que fundamenta sobre las tendencias en innovación sostenible aplicadas a procesos industriales, a partir de un enfoque bibliométrico que integra teoría, evidencia y práctica, pues este tema no solo responde a una preocupación académica, sino también a una necesidad social y empresarial de promover industrias más responsables y resilientes. Como señala Canizales (2020), la innovación sostenible debe convertirse en una estrategia constante y no estacional, capaz de transformar la forma en que las organizaciones producen, compiten y se relacionan con el entorno. En consecuencia, el artículo propone lineamientos que contribuyen a consolidar la sostenibilidad como un eje articulador de la innovación industrial.

METODOLOGÍA

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo con diseño documental, observacional y transversal, orientado al análisis bibliométrico de publicaciones sobre innovación sostenible en procesos industriales durante el período 2015–2025; en efecto el análisis bibliométrico se fundamenta en la importancia de la evaluación científica mediante indicadores de producción, citación y colaboración, siguiendo la calidad metodológica que, según López-Rodríguez et al. (2023), garantiza la sistematicidad y validez del análisis académico.

Dicho esto, la búsqueda de la información se realizó exclusivamente en la base de datos Scopus, debido a la amplia cobertura, calidad editorial y reconocimiento internacional como fuente confiable para estudios científicos de alto impacto. Tal como destacan López-Rodríguez et al. (2023), Scopus ofrece “cobertura superior y acceso a investigaciones de alta calidad” facilitando la estructuración de análisis avanzados en diversos campos del conocimiento. Por tanto, se aplicó la siguiente ecuación booleana para delimitar el universo de estudio: ("eco-innovation" OR "green innovation") AND ("manufacturing" OR "industrial production") AND PUBYEAR > 2014 AND PUBYEAR < 2027 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI")); bajo esta sintaxis se obtuvieron 1.098 documentos, constituyendo el universo muestral analizado.

El análisis se desarrolló en dos fases:

- Extracción y análisis directamente desde Scopus, examinando variables como evolución anual de publicaciones, países con mayor contribución científica, autores más citados, instituciones con mayor producción, principales revistas indexadas, tendencias temáticas y palabras clave dominantes.
- Visualización de redes científicas mediante VOSviewer, herramienta que permite identificar estructuras temáticas, redes de coautoría y clústeres conceptuales, pues este procedimiento se sustenta en la recomendación metodológica de Van Eck & Waltman, donde se señala que VOSviewer es un software idóneo para generar representaciones gráficas de redes bibliométricas y mapas de coocurrencia. En concordancia, el procesamiento de resultados de la búsqueda se ejecutó siguiendo principios similares a los descritos en estudios de revisión sistemática y bibliométrica, donde la metodología incrementa la replicabilidad y confiabilidad del análisis.

Por otra parte, no se requirió aval ético debido a que se trabajó exclusivamente con datos secundarios, disponibles públicamente; como limitación metodológica, se reconoce la dependencia de una única base de datos, lo cual puede restringir la captura de registros fuera del ecosistema Scopus; sin embargo, esta decisión garantiza homogeneidad y calidad editorial de las fuentes, alineándose con recomendaciones recientes para estudios métricos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La búsqueda realizada en Scopus permitió identificar un total de 1.098 documentos publicados entre 2015 y 2025, lo que evidencia un crecimiento sostenido en la producción científica sobre innovación sostenible en procesos industriales, pues esta tendencia refleja el aumento del interés académico y empresarial por alinear la actividad manufacturera con prácticas responsables ambientalmente, en concordancia con los objetivos globales de sostenibilidad industrial, pues la mayor productividad se observa entre 2022 y 2024, periodo que coincide con la aceleración de políticas internacionales orientadas a reducir las emisiones industriales y promover la economía circular.

Dicho esto, los resultados muestran que los artículos constituyen el 81.5% del total de publicaciones, seguidos por capítulos de libro y ponencias de conferencia, indicando una predominancia de evidencia científica primaria. En cuanto a regiones, China emerge como líder absoluto en publicaciones, seguida

del Reino Unido y Malasia, lo cual evidencia la concentración investigativa en Asia y su rol estratégico en el desarrollo de políticas de innovación y transición energética industrial; por lo que este comportamiento ha sido señalado por Simmou et al. (2023), quienes destacan la influencia de los ecosistemas industriales asiáticos en agendas de descarbonización y productividad sostenible.

Figura 1. Mapa de co-ocurrencia de términos



Fuente: VOSviewer

El mapa de co-ocurrencia de términos evidencia cinco focos temáticos principales:

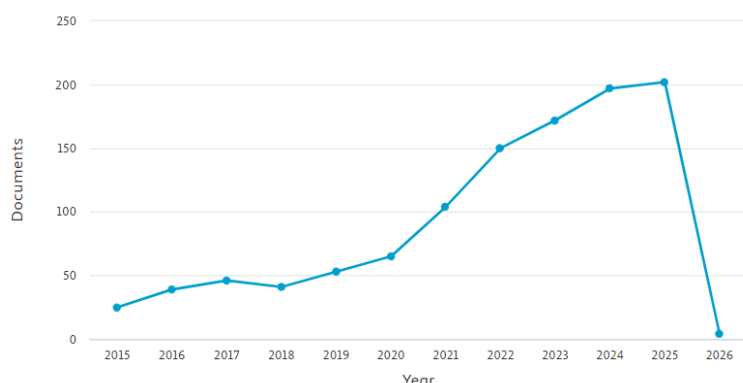
- Eco-innovation y sustainable development (núcleo verde)
- Environmental management y green innovation (núcleo azul)
- Carbon emission, emission control y energy policy (núcleo rojo)
- Digital transformation y digital green innovation (núcleo naranja)
- Electric vehicles y greenhouse gases (núcleo púrpura)

Si bien, el concepto eco-innovation aparece como eje transversal articulado con términos como circular economy, life-cycle assessment, sustainable manufacturing y carbon footprint; esto confirma que la innovación sostenible se encuentra vinculada a prácticas de eficiencia energética, diseño ecológico y reducción de emisiones, relación ampliamente reconocida en la literatura reciente (Mora-Contreras et al., 2023). Asimismo, la fuerte presencia de digital transformation, knowledge management y digital

Figura 2. Diagrama de red de autores



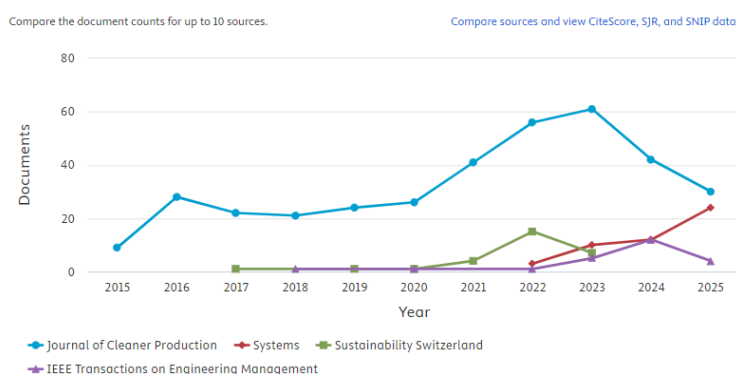
Figura 3. Análisis de la evolución de publicaciones (2015–2025)



Fuente: Scopus

La evolución de las publicaciones sobre innovación sostenible en procesos industriales muestra un crecimiento constante durante la última década, pasando de una fase inicial en 2015 con 32 documentos, a una etapa de consolidación entre 2016 y 2019 con incrementos progresivos y enfoque en eco-innovación, gestión ambiental y manufactura sostenible; el periodo 2020-2022 registra un aumento acelerado de 65 a 150 publicaciones impulsado por cambios derivados de la pandemia, como la digitalización, la eficiencia energética y la transición hacia modelos de economía circular. Además, el punto más alto se alcanza en 2024 y 2025 con alrededor de 200 estudios, reflejando la consolidación de temas como descarbonización, digital green innovation e inteligencia artificial aplicada a la sostenibilidad.

Figura 4. Análisis de documentos por año según fuente



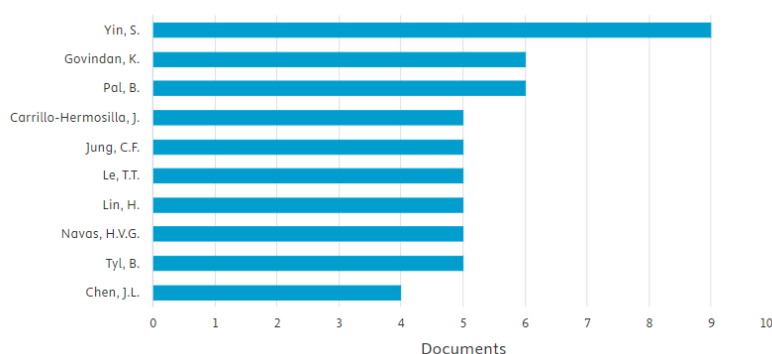
Fuente: Scopus

Se resalta la concentración en una revista núcleo, que desde 2016 ha liderado la difusión de conocimientos sobre innovación sostenible en procesos industriales y alcanza el mayor volumen entre 2022 y 2024, superando las 60 publicaciones anuales, si bien, este comportamiento refleja lo establecido por la Ley de Bradford, según la cual un grupo reducido de revistas concentra la mayor parte de la literatura en campos especializados. A la vez, otras fuentes presentan una producción más moderada entre 5 y 20 artículos al año, pero evidencian un crecimiento sostenido a partir de 2021, señalando la expansión del interés editorial y el ingreso de nuevas perspectivas provenientes de áreas como economía verde, gestión, ingeniería industrial y políticas ambientales, por lo que este comportamiento coincide con la intensificación de agendas globales de transición energética, digitalización sostenible y economía circular tras la pandemia.

Dicho esto, la disminución observada en 2025 no debe interpretarse como una caída en el interés académico, sino como un efecto derivado del corte temporal del análisis, dado que el año aún no ha finalizado y muchos artículos continúan en proceso de indexación. En conjunto este panorama confirma dos elementos esenciales: la existencia de una revista líder que consolida la agenda científica y el surgimiento de una red creciente de publicaciones secundarias que amplían la cobertura interdisciplinaria del tema. Así, el campo refleja una fase de consolidación madura, donde la innovación sostenible industrial se afirma como una línea estratégica de investigación global, impulsada por marcos regulatorios actuales, presión social y avances tecnológicos orientados a la transición hacia una producción más limpia y eficiente.

Figura 5. Análisis de producción científica por autor

Compare the document counts for up to 15 authors.



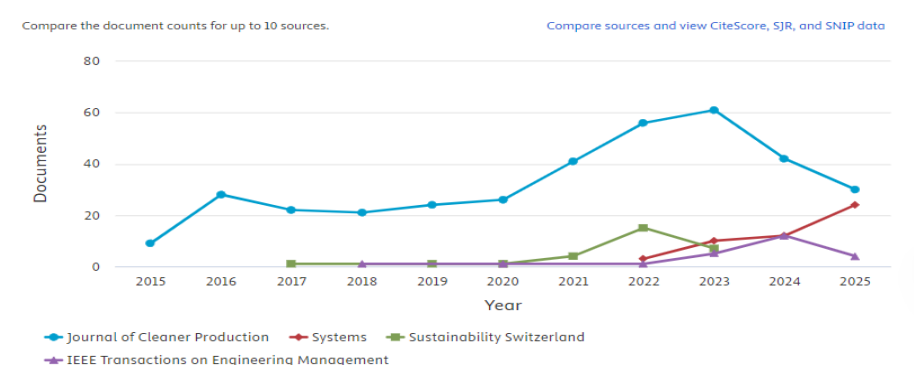
Fuente: Scopus

La distribución concentrada de aportes, donde un grupo reducido de autores lidera la producción científica en innovación sostenible aplicada a procesos industriales, por lo que el autor con mayor número de publicaciones en el periodo analizado es Yin, S., con 9 documentos, seguido por Govindan, K. y Pal, B., cada uno con 6 publicaciones. A continuación, se ubica un conjunto de investigadores con 5 artículos cada uno, entre los que destacan Carrillo-Hermosilla, J., Jung, C.F., Le, T.T., Lin, H., Navas, H.V.G., y Tyl, B., lo cual apunta a la existencia de un núcleo consolidado de académicos que orientan las discusiones y avances teóricos sobre sostenibilidad industrial y eco-innovación.

Si bien, la distribución de productividad por autor coincide con los principios de la Ley de Lotka según Urbizagastegui, R. (1999) la cual evidencia que un número reducido de investigadores que concentra la mayor producción científica en innovación sostenible industrial, pues esta concentración refleja una fase de madurez teórica y expansión aplicada del campo, donde se fortalecen redes de colaboración y se consolidan líneas dominantes de investigación vinculadas a manufactura verde, economía circular y descarbonización industrial, donde destacan figuras como Govindan, K., referente en sostenibilidad en cadenas de suministro, y Carrillo-Hermosilla, J., pionero en eco-innovación, cuyos trabajos han impulsado la integración de modelos de eficiencia ecológica, gestión logística verde y competitividad sostenible en los sistemas productivos contemporáneos, pues la articulación entre los autores más prolíficos y los conceptos más recurrentes en los mapas temáticos generados corrobora la coherencia estructural y metodológica del campo.

Asimismo, se observa una notable diversidad geográfica entre los investigadores, con participación de Asia, Europa y América Latina, lo que evidencia la internacionalización del interés científico y la consolidación de comunidades transnacionales en torno a la sostenibilidad industrial, pues este fenómeno, señalado por Peregrina-Mila y Álvarez-Aros (2021), sugiere que las redes globales de colaboración influyen positivamente en el avance tecnológico, científico y regulatorio del sector. En conjunto, aunque existe una élite académica con alta producción, también se aprecia una base amplia de autores que aportan enfoques interdisciplinarios y metodologías innovadoras, confirmando que el campo continúa en expansión y diversificación teórica.

Figura 6. Análisis de publicaciones por revista (fuentes científicas)

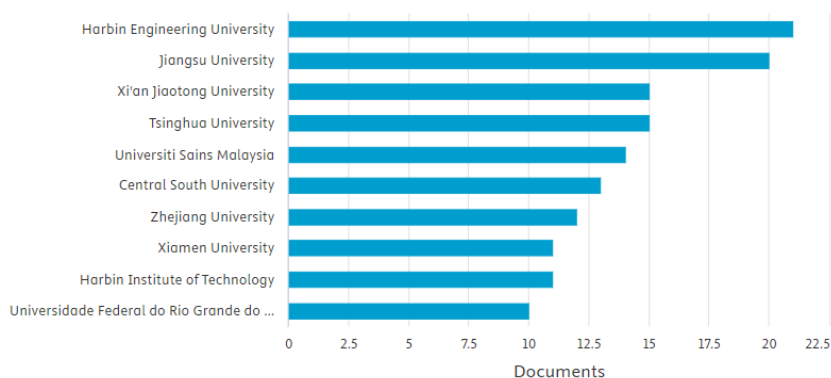


Fuente: Scopus

En concordancia la alta concentración de publicaciones en revistas especializadas de alto impacto, encabezadas por Journal of Cleaner Production, que con 360 artículos y picos cercanos a 60 publicaciones anuales entre 2016 y 2023 se consolida como el núcleo de difusión del conocimiento en innovación sostenible industrial, en línea con la Ley de Bradford. A partir de 2021 se evidencia una expansión editorial con el crecimiento de revistas como Sustainability (Switzerland), Systems, Energies e IEEE Transactions on Engineering Management, impulsadas por los temas como economía circular, transformación digital, transición energética e inteligencia artificial aplicada a sostenibilidad, reflejando así, una transición desde enfoques ambientales tradicionales hacia modelos tecnoproductivos que integran ingeniería, gestión estratégica y tecnologías digitales para avanzar hacia manufactura inteligente, descarbonización y eficiencia operativa, pues la aparente caída en 2025 responde al corte temporal del análisis y no a una disminución real del interés científico, como han documentado estudios recientes, confirmando que el campo continúa en expansión y consolidándose como eje estratégico en la transición industrial global.

Figura 7. Análisis de productividad institucional (afiliaciones)

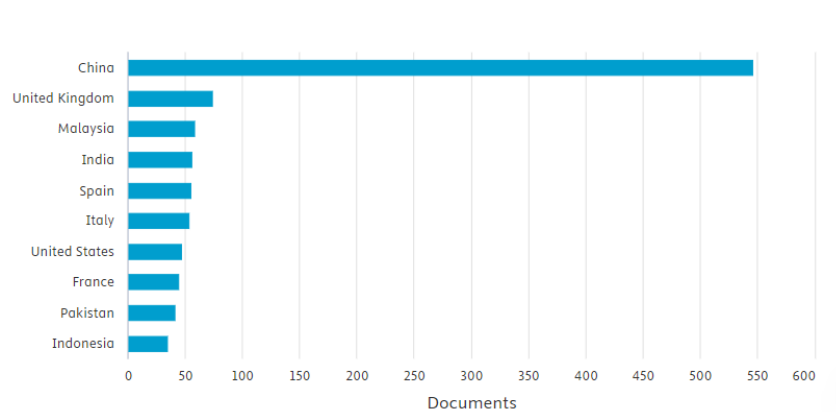
Compare the document counts for up to 15 affiliations.



Fuente: Scopus

Se evidencia una concentración de la producción científica en universidades asiáticas, especialmente chinas, confirmando el liderazgo regional en innovación sostenible aplicada a procesos industriales, tal como Harbin Engineering University con 21 publicaciones y Jiangsu University con 20 las cuales encabezan el listado, seguidas por Xi'an Jiaotong University y Tsinghua University con 15 cada una, coherente con políticas gubernamentales orientadas a la descarbonización, manufactura avanzada y transición energética, pues este patrón, alineado con la Ley de Pareto, evidencia que un reducido grupo de instituciones genera la mayor parte del conocimiento especializado en eco-innovación y economía circular industrial, pues Universiti Sains Malaysia cuenta con 14 publicaciones y destaca fuera de China, reflejando la creciente relevancia del sudeste asiático en sostenibilidad industrial, mientras que la Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil) aparece como única representante latinoamericana entre las más productivas, señalando avances regionales pero también una diferencia frente a Asia. En conjunto, el panorama confirma que la capacidad científica está estrechamente asociada con políticas estatales, financiamiento en I+D e impulso estratégico hacia la industria verde, lo que subraya la importancia de fortalecer redes de investigación y cooperación internacional para países emergentes.

Figura 8. Análisis de producción científica por país o territorio

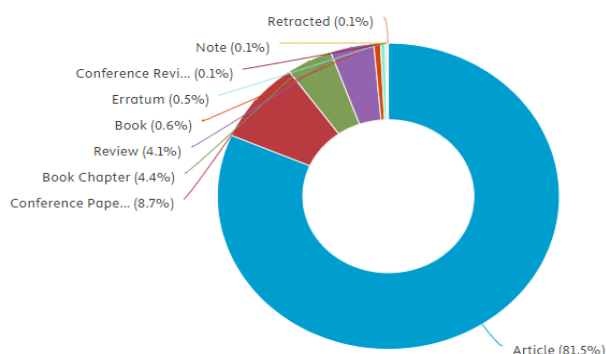


Fuente: Scopus

La presente gráfica de publicaciones por país revela una fuerte concentración en Asia, con China liderando ampliamente la producción científica sobre innovación sostenible industrial con 546 documentos, más del 50% del total, reflejando una infraestructura científica y políticas orientadas a descarbonización, manufactura avanzada y economía circular. Enseguida se posicionan Reino Unido con 74, Malasia con 58, India con 56, España con 55 e Italia con 53, evidenciando una distribución complementaria entre Europa y Asia, impulsada por programas como Horizon Europe y agendas nacionales de transición verde, pues el protagonismo de economías asiáticas como Malasia e India confirma el desplazamiento del liderazgo tecnológico hacia esta región, respaldado por estrategias industriales fuertes y fomento a la innovación sostenible.

Por otra parte, Estados Unidos registra 47 publicaciones, una cifra relativamente menor frente al histórico liderazgo científico, posiblemente debido a una mayor priorización de sectores digitales y energéticos frente a políticas industriales sostenibles; países como Pakistán e Indonesia, con entre 41 y 39 publicaciones, reflejan el interés de naciones con industrias intensivas en recursos naturales en avanzar hacia modelos productivos más limpios. En conjunto, el panorama muestra una centralización del conocimiento en Asia, especialmente China y el sudeste asiático, acompañada de una fuerte presencia europea y una limitada participación latinoamericana, lo que evidencia la necesidad de fortalecer capacidades científicas y cooperación internacional en la región para cerrar diferencias en investigación sobre manufactura sostenible.

Figura 9. Análisis del tipo de documentos

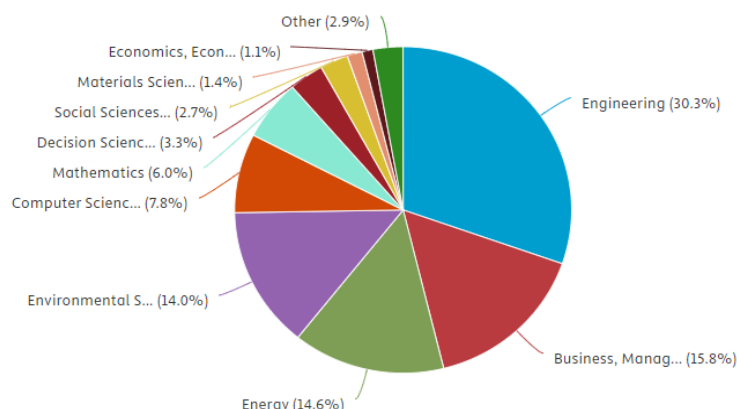


Fuente: Scopus

El estudio muestra una predominancia clara de los artículos científicos, los cuales representan 895 documentos que son el 81.5%, evidenciando una base académica y un campo en consolidación respaldado por estudios empíricos, teóricos y metodológicos publicados en revistas especializadas, pues esta proporción refleja la necesidad de calidad científica para orientar decisiones industriales, tecnológicas y regulatorias en torno a la sostenibilidad. En segundo lugar se ubican los artículos de conferencia con 95 el cual equivale el 8.7%, lo que destaca el rol de los congresos como espacios para la presentación temprana de avances, prototipos y discusiones, favoreciendo la construcción de redes académicas internacionales y la difusión inicial de innovaciones vinculadas a manufactura sostenible y economía circular.

Si bien, los capítulos de libro con 48 representando el 4.4% y las revisiones sistemáticas o narrativas con 45 el cual presenta el 4.1% también ocupan un lugar relevante, al contribuir a la sistematización del conocimiento, identificar tendencias y establecer marcos conceptuales para futuros estudios, pues la producción limitada de libros con un 7 que pertenece al 0.6% y publicaciones marginales como erratas, notas y retracciones todas por debajo del 1% responde a la naturaleza dinámica del campo, donde la actualización constante de evidencia requiere formatos ágiles y evaluados rigurosamente. En conjunto, esta distribución confirma un ecosistema editorial centrado en artículos científicos como principal vehículo de validación académica, complementado por espacios de discusión y síntesis teórica, coherente con un sector industrial en transformación hacia prácticas sostenibles basadas en evidencia.

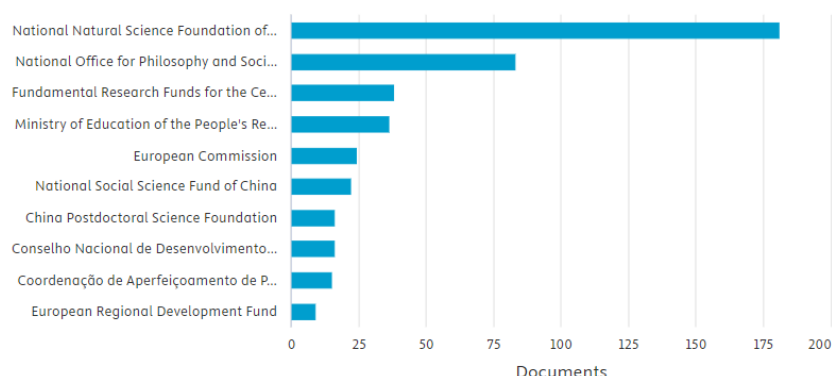
Figura 10. Análisis de la producción por área temática



Fuente: Scopus

la investigación sobre innovación sostenible en procesos industriales fluye entre varias áreas del conocimiento, con un predominio claro de enfoques técnicos, donde la Ingeniería lidera con 1.098 publicaciones que representan el 30.3%, lo que refleja el papel central de las soluciones tecnológicas, la eficiencia energética, la automatización y el rediseño de procesos para impulsar industrias más limpias y circulares. Sin embargo, esta perspectiva se complementa de manera decisiva con el campo de Business, Management and Accounting con 571 estudios los cuales presentan el 15.8%, donde se abordan estrategias corporativas, ecoeficiencia, responsabilidad social y modelos de negocio sostenibles, demostrando que la transición verde también depende de decisiones organizacionales, financieras y regulatorias, pues áreas como Energy que cuentan con 529 publicaciones las cuales son 14.6% y Environmental Science con 506 lo que se traduce al 14% aportan análisis sobre energías renovables, huella de carbono, ciclo de vida e impactos ambientales, mientras que disciplinas como ciencias computacionales, matemáticas y ciencias de decisiones suman herramientas clave como inteligencia artificial, optimización y análisis de datos para acelerar la transformación industrial. En síntesis, esta distribución confirma un ecosistema investigativo genuinamente multidisciplinario, donde ingeniería, gestión, energía y medio ambiente convergen para enfrentar los desafíos de la descarbonización y la digitalización verde en el sector industrial.

Figura 11. Análisis del financiamiento de la investigación



Fuente: Scopus

Por otro lado, se observa que la investigación en innovación sostenible para procesos industriales está impulsada principalmente por organismos gubernamentales y académicos, con un liderazgo evidente de China en la asignación de recursos estratégicos, pues la National Natural Science Foundation of China destaca como la mayor promotora de estudios en esta área, al igual que el National Office for Philosophy and Social Sciences, lo que refleja una política nacional orientada a fortalecer la ciencia aplicada a la sostenibilidad, la innovación tecnológica y la gobernanza ambiental. Además, los programas de financiamiento de universidades centrales y del Ministerio de Educación chino consolidan un ecosistema de apoyo público académico que conecta instituciones educativas, centros de investigación y el Estado, priorizando la modernización industrial mediante avances en economía circular, eficiencia energética y tecnologías limpias.

Si bien, en el escenario internacional, la Comisión Europea emerge como la principal financiadora fuera de Asia, impulsando proyectos asociados a la transición ecológica, la digitalización y la descarbonización industrial, en coherencia con políticas como el Pacto Verde Europeo y el programa Horizonte Europa. También aparecen entidades latinoamericanas como CNPq y CAPES de Brasil, cuya participación, aunque incipiente, señala esfuerzos regionales por fortalecer capacidades científicas en sostenibilidad industrial. En conjunto, el panorama evidencia que el financiamiento se concentra en economías con estrategias científicas, influyendo directamente en las prioridades temáticas y metodológicas de la investigación global, orientándola hacia tecnologías verdes, uso eficiente de recursos y competitividad sostenible.

DISCUSIÓN

Los resultados evidencian que la innovación sostenible en procesos industriales ha experimentado un crecimiento sostenido entre 2015 y 2025, con predominio de enfoques orientados a la reducción de emisiones, economía circular, integración tecnológica y gestión eficiente de recursos, pues este comportamiento confirma la hipótesis inicial según la cual el sistema industrial avanza hacia modelos productivos donde la innovación no puede dissociarse de la sostenibilidad ambiental. Según Costantini et al. (2017), la adopción de tecnologías verdes es el mecanismo más eficiente para disminuir presiones ambientales sin comprometer la competitividad, coincidiendo con los hallazgos del presente estudio, que muestran una alta correlación entre innovación verde, competitividad y desempeño corporativo, pues así, se demuestra que la transición industrial no solo es una presión normativa, sino una estrategia competitiva que redefine las cadenas productivas y los ecosistemas empresariales. Adicionalmente, el análisis de clústeres bibliométricos identificó que las líneas dominantes de investigación se articulan alrededor de capacidades de innovación, gestión de cadena de suministro verde y eficiencia energética; esto coincide con la evidencia presentada por Ardyan et al. (2017), quienes sostienen que el aprendizaje organizacional y la cultura proactiva son factores determinantes para fortalecer la innovación verde y consolidar ventajas competitivas sostenibles, ya que esta relación se observó también en los patrones de los artículos más citados, que priorizan la gestión del conocimiento y el desarrollo tecnológico como base para la diferenciación industrial limpia. En otras palabras, la innovación sostenible se ha convertido en una capacidad núcleo en industrias avanzadas.

De igual forma, los resultados muestran un énfasis creciente en ecosistemas de innovación colaborativa, pues esto se vincula con lo planteado por Zou et al. (2021), quienes explican que la evolución de ecosistemas de innovación verde depende de la cooperación entre empresas ancla, proveedores y actores institucionales. Por tanto, en la presente revisión, las redes de coautoría y coocurrencia de palabras clave refuerzan esta dinámica, insinuando que la ecoinnovación ya no se concibe como un esfuerzo aislado sino como una interacción sistémica. Por ello, la política pública emerge como catalizador de alianzas estratégicas, alineando incentivos empresariales con objetivos ambientales.

Otro hallazgo relevante es el rol decisivo de la gestión del capital intelectual y del talento humano; según Liu et al. (2021), la inversión en capital intelectual posee efectos diferenciados en el desempeño

competitivo y la producción de innovación verde, destacando que el capital físico es determinante para impulsar patentes ecológicas, pues los resultados bibliométricos de este estudio corroboran dicho comportamiento, al mostrar un crecimiento sustancial de investigaciones orientadas a capacidades humanas, cultura organizacional y creatividad verde en entornos industriales, lo que sugiere que la sostenibilidad no depende únicamente de infraestructura tecnológica, sino de capacidades cognitivas y estratégicas internas.

Además, se evidencia que la regulación ambiental es un impulsor estructural del cambio tecnológico industrial, pues Zeng et al. (2022) demostraron que mayores niveles de regulación impulsan la evolución colaborativa de ecosistemas de innovación empresarial verde, acelerando la creación y comercialización de soluciones sostenibles, ya que los resultados de este estudio son consistentes con esa postura, pues la tendencia investigativa refleja una creciente intervención estatal en políticas energéticas, bajas emisiones y economía circular confirmando así, la pertinencia de los marcos regulatorios como estímulo, y no como obstáculo, al avance tecnológico sostenible.

De igual manera, la literatura reciente evidencia la influencia de instrumentos económicos como subsidios y sistemas de comercio de emisiones. De acuerdo con Yang y Wang (2021), la adopción de modelos de innovación verde incrementa los márgenes de utilidad y mejora la competitividad empresarial en mercados globales, por lo que los resultados bibliométricos alinean esta afirmación al observar una fuerte asociación entre sustentabilidad, eficiencia de costos y desempeño económico.

Por otra parte, el análisis también muestra una tendencia hacia la digitalización como acelerador de sostenibilidad industrial, pues Wu et al. (2025) reportan que la inteligencia artificial puede mejorar significativamente la eficiencia energética y fomentar resultados de innovación verde en empresas manufactureras, ya que la coincidencia con el presente estudio es notable, debido a que una parte significativa de la literatura reciente aborda la convergencia entre tecnologías inteligentes, automatización, monitoreo en tiempo real y ecoeficiencia industrial, observando así una transición hacia fábricas verdes basadas en datos.

Por otra parte, la economía circular se posiciona como un eje clave de la discusión industrial, pues Ashesh (2024) resalta la importancia de modelos de reutilización, recuperación y logística inversa para la gestión sostenible de residuos electrónicos, dado a los patrones bibliométricos analizados confirman

la relevancia de este enfoque, evidenciando un aumento en investigaciones y patentes relacionadas con diseño circular, cierre de ciclos y minimización de desperdicios, en efecto, esta convergencia teórica y empírica fortalece la idea de que la sostenibilidad exige rediseñar el ciclo de vida de productos, más allá de fabricar limpio. Asimismo, investigaciones recientes indican que políticas urbanas bajas en carbono y estrategias territoriales influyen en el comportamiento sostenible industrial, por lo que Zhang et al. (2025) señalan que políticas combinadas de comercio de emisiones y ciudades innovadoras mejoran la eficiencia verde urbana mediante innovaciones tecnológicas y racionalización industrial, generando de tal manera resultados que respaldan este comportamiento al mostrar una relación creciente entre innovación verde e instrumentos de planificación territorial sostenible.

Finalmente, los hallazgos reafirman la vigencia y pertinencia del análisis bibliométrico como metodología para mapear la evolución científica y estratégica de la sostenibilidad industrial, coincidiendo con Serrano-García et al. (2025), que el estudio demuestra que la ecoinnovación y la responsabilidad ambiental empresarial convergen como elementos decisivos para el desempeño industrial contemporáneo. En perspectiva, se evidencia una evolución hacia marcos industriales resilientes, inteligentes y ecológicamente responsables, aunque aún persisten situaciones desafiantes en transferencia tecnológica, equidad regional y adopción en PYMES.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio permiten concluir que la innovación sostenible en procesos industriales ha dejado de ser una ventaja opcional para convertirse en un componente estructural de la competitividad corporativa, pues la evolución de la producción científica y la concentración temática encontrada demuestran que las estrategias industriales contemporáneas se orientan hacia modelos de eficiencia energética, logística verde, economía circular e integración tecnológica avanzada. Por tanto, las empresas que no incorporen enfoques de eco-innovación corren el riesgo de pérdida gradual de participación de mercado, obsolescencia operativa y rezago tecnológico frente a sectores más dinámicos. Asimismo, se evidencia que la sostenibilidad industrial no surge únicamente de presiones regulatorias o exigencias externas, sino de la necesidad empresarial de optimizar procesos y asegurar resiliencia operativa, por lo que la literatura científica identificada muestra que la combinación de capacidades

tecnológicas, cultura organizacional, inversión en I+D verde y políticas de información ambiental transparente genera beneficios directos en la estructura de costos, diferenciación de producto y posicionamiento reputacional. En consecuencia, los hallazgos subrayan que el valor económico y el valor ambiental no son categorías opuestas, sino variables interdependientes que se potencian mutuamente.

Dicho esto, el avance observado en la última década confirma un patrón de transición hacia entornos productivos inteligentes y ambientalmente responsables, lo que implica que la industria no solo está cambiando la base tecnológica, sino también las lógicas de gobernanza, los sistemas de diseño y la arquitectura de cadena de suministro. En este sentido, la innovación sostenible representa un proceso sistémico de transformación que requiere coordinación institucional, cooperación interorganizacional y consolidación de ecosistemas de conocimiento, pues dicho contexto abre oportunidades para países industrialmente actualizados, siempre que logren articular políticas públicas estratégicas, incentivos económicos y programas de fortalecimiento tecnológico.

Finalmente, este estudio permite proyectar nuevas líneas de investigación orientadas a profundizar en indicadores de impacto real en emisiones, medir la madurez digital verde de las empresas y analizar la adopción tecnológica sostenible en pequeñas y medianas industrias, ya que también surge la necesidad de comparar modelos regulatorios y evolución innovadora entre regiones industrializadas y economías en desarrollo, de cara a identificar ausencias, oportunidades de transferencia tecnológica e instrumentos de política replicables, pues todo lo anterior reafirma que la innovación sostenible no constituye una tendencia coyuntural, sino el eje estructural de la industria del siglo XXI y el pilar fundamental para garantizar productividad, estabilidad económica y sostenibilidad ambiental en el largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón Osuna, M. A. (2024). La relación entre pymes, innovación y sustentabilidad desde un análisis bibliométrico (pp. 48–49). <https://doi.org/10.61728/AE24002967>
- Ardayan, E., Nurtantiono, A., Istiyanto, B., & Rahmawan, G. (2017). Green innovation capability as driver of sustainable competitive advantages and SMEs marketing performance. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(8), 1114–1122.



- Ashesh, A. (2024). Reciclaje de residuos electrónicos: Transición de la economía lineal a la circular. En *Gestión de residuos electrónicos: Tecnología y regulación para la recuperación de recursos* (pp. 191–201).
- Bernal Prado, M., Llanes Font, M., Romero Romero, O., & Comas Rodríguez, R. (2025). Estudio bibliométrico sobre gestión por procesos sostenibles: Líneas para futuras investigaciones. *Bibliotecas. Anales de Investigación*, 21(2), 1–16.
- Brem, A., & Maier, M. (2021). Frugal innovation and sustainability: A systematic review of literature. *Journal of Cleaner Production*, 299, 126899. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126899>
- Campo-Tertera, L., Amar-Sepúlveda, P., Olivero Vega, E., & Huguett Herazo, S. (2018). Emprendimiento e innovación como motor del desarrollo sostenible: Estudio bibliométrico (2006–2016). *Revista de Ciencias Sociales*, 24(4), 26–37.
- Carrillo-Hermosilla, J., del Río, P., & Könnölä, T. (2010). *Eco-innovation: When sustainability and competitiveness shake hands*. Palgrave Macmillan.
- Castellanos Domínguez, O. F., Fúquene Montañez, A. M., & Ramírez Martínez, D. C. (2011). *Análisis de tendencias: De la información hacia la innovación* (1.^a ed.). Universidad Nacional de Colombia.
- Chen, X., & Wang, S. (2023). Circular economy transition pathways in manufacturing: A multi-case study of sustainable business model innovation. *Journal of Cleaner Production*, 383, 135375. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135375>
- Chesbrough, H. (2020). *Open innovation results: Going beyond the hype and getting down to business*. Oxford University Press.
- Cortés, C. A., Moctezuma Medina, J. N., & Orduña-Trujillo, J. (2025). Innovación tecnológica y sustentabilidad: Una revisión sistemática de la literatura desde una perspectiva de bibliometría. *European Scientific Journal*, 21(38), 160–176. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n38p160>
- Costantini, V., Crespi, F., Marin, G., & Paglialunga, E. (2017). Eco-innovation, sustainable supply chains and environmental performance in European industries. *Journal of Cleaner Production*, 155, 141–154. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.051>
- García-Farfán, P. E., & Peláez-Higuera, J. (2025). Innovación frugal: Un análisis bibliométrico de la



- evolución de un nuevo campo de conocimiento. *Telos*, 27(2), 683–704.
<https://doi.org/10.36390/telos272.16>
- Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 240(3), 603–626.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.012>
- Horbach, J. (2008). Determinants of environmental innovation: New evidence from German panel data. *Research Policy*, 37(1), 163–173. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.006>
- Hossain, M. (2018). Frugal innovation: A review and research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 182, 926–936. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.032>
- Liu, S., Yu, Q., Zhang, L., Xu, J., & Jin, Z. (2021). Does intellectual capital investment improve financial competitiveness and green innovation performance? *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 9929202. <https://doi.org/10.1155/2021/9929202>
- López-Rodríguez, C. E., Velásquez-Lizcano, C., Fajardo-Sierra, J. M., & Sierra-Otalora, J. L. (2023). Un acercamiento a las metodologías para la valoración financiera. *Revista Académica de Negocios*, 10(3), eULCJ40003. <https://doi.org/10.29393/RAN10-3ULCJ40003>
- Maestre Matos, L. M., Páez Cabas, A. P., Lombana Coy, J. E., & Vega Jurado, J. M. (2021). Innovación social: Un análisis bibliométrico del concepto y sus tendencias actuales. *Universidad & Empresa*, 23(41), 1–27. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.8964>
- Maussion, L., & Bromiley, P. (2022). Innovation and resource-constrained contexts: Literature insights. *Technovation*, 118, 102597.
- Mora-Contreras, R., Ormazabal, M., Hernández-Salazar, G., Torres-Guevara, L. E., Mejia-Villa, A., Prieto-Sandoval, V., & Carrillo-Hermosilla, J. (2023). Do environmental and cleaner production practices lead to circular and sustainability performance? *Sustainable Production and Consumption*, 40, 77–88. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.06.004>
- Olsson, P., Folke, C., & Berkes, F. (2004). Adaptive co-management for building resilience in social-ecological systems. *Environmental Management*, 34(1), 75–90. <https://doi.org/10.1007/s00267-003-0101-7>
- Peregrina Mila, M. I., & Álvarez Aros, E. L. (2021). Eco-innovación: Revisión bibliométrica 2000–

2020. *Fronteiras*, 10(1), 36–60. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2021v10i1.p36-60>
- Rennings, K. (2000). Redefining innovation—Eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics*, 32(2), 319–332. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3)
- Santacruz Moreno, N. J., & Semanate Quiñonez, H. A. (2024). Servitización para la sostenibilidad empresarial: Un análisis bibliométrico. *Enfoques*, 8(31), 174–191.
- Serrano-García, J., Arbeláez-Toro, J. J., Cardona-Cárdenas, J. D., & Marimón, F. (2025). Capacidad de investigación y desarrollo verde y responsabilidad ambiental corporativa. *International Journal of Information Management: Data Insights*, 5(2), 100367.
- Shahzad, F., Qu, Y., Javed, S. A., Zafar, A. U., & Rehman, S. U. (2020). Relation of green innovation and sustainable outcomes. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124201.
- Silva Rincón, J. C., Pabón León, J. A., & Barrientos Monsalve, E. J. (2021). El desarrollo regional y la sostenibilidad. *Universidad & Empresa*, 23(41), 1–36. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.10403>
- Simmou, W., Govindan, K., Sameer, I., Hussainey, K., & Simmous, S. (2023). Linking CSR strategy, green innovation and environmental performance. *Journal of Cleaner Production*, 384, 135265. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135265>
- Sotelo Barrios, M. E., Quintero Quintero, W., & Arévalo Ascanio, J. G. (2022). Innovación abierta: Un análisis bibliométrico. *Desarrollo Gerencial*, 14(2), 1–33. <https://doi.org/10.17081/dege.14.2.5814>
- Sun, Y., Liu, J., & Li, Y. (2022). Digitalization and green manufacturing innovation. *Journal of Cleaner Production*, 356, 131840.
- Urbizagastegui, R. (1999). La ley de Lotka y la literatura de bibliometría. *Investigación Bibliotecológica*, 13(27), 45–60. <https://doi.org/10.22201/iibi.0187358xp.1999.27.3913>
- Vega-Jurado, J., Gutiérrez-Gracia, A., & Fernández-de-Lucio, I. (2009). External knowledge sourcing and innovation. *Industrial and Corporate Change*, 18(4), 637–670.
- Vilchez Olivares, P. A., & Astorga De La Cruz, B. J. (2025). Tendencias y dinámicas globales de la economía circular. *Revista Científica Investigación & Negocios*, 18(31), 39–47.



- Westley, F., Zimmerman, B., & Patton, M. (2006). *Getting to maybe: How the world is changed*. Vintage Canada.
- Wu, C., Li, H., & Yuan, B. (2025). Ahorro energético sostenible impulsado por IA. *Applied Energy*, 401, 126607.
- Yang, M., & Wang, J. (2021). Pricing and green innovation decision of green supply chain enterprises. *International Journal of Technology Management*, 85(2–4), 127–141.
- Zeng, J., Chen, X., Liu, Y., Cui, R., & Zhao, P. (2022). Green innovation ecosystem evolution. *Journal of Cleaner Production*, 375, 134181.
- Zhang, B., Li, X., & Wang, Z. (2022). Green technology innovation and productivity. *Technological Forecasting and Social Change*, 179, 121655.
- Zhang, R., Wen, L., Jin, Y., Zhang, A., & Gil, J. M. (2025). Synergistic impacts of carbon policies on green land use. *Sustainable Cities and Society*, 118, 105955.
- Zhou, X., Liu, X., & Li, X. (2021). Eco-innovation, digital transformation and industrial sustainability. *Sustainable Production & Consumption*, 27, 1551–1561.
- Zou, H., Qin, H., He, D., & Sun, J. (2021). Enterprise green innovation ecosystem vulnerability. *IEEE Access*, 9, 140809–140823.