

Dos décadas de sostenibilidad en cadenas de suministros agrícolas: cartografía bibliométrica y estructura intelectual *

Two Decades of Sustainability in Agricultural Supply Chains: A Bibliometric Mapping and Intellectual Structure Analysis

Vanesa Ramírez-Valencia **
Alejandro Echeverri-Rubio ***

Recibido: agosto 22 de 2025 - Evaluado: octubre 30 de 2025 - Aceptado: noviembre 30 de 2025

Para citar este artículo / To cite this Article

V. Ramírez-Valencia, A. Echeverri-Rubio, “Dos décadas de sostenibilidad en cadenas de suministros agrícolas: cartografía bibliométrica y estructura intelectual”, Revista de Ingenierías Interfaces, vol. 8, no.2, pp.1-33, 2025.

Resumen

La sostenibilidad se ha consolidado como criterio organizador en las cadenas de suministros agrícolas, pero el rápido crecimiento de la literatura no ha derivado necesariamente en acumulación teórica: el campo se expande en subcomunidades (optimización, digitalización, gestión y evaluación ambiental) con integración limitada de mecanismos explicativos sobre gobernanza y efectos distributivos. Este artículo analiza la configuración, evolución y estructura intelectual de la investigación sobre sostenibilidad en cadenas agrícolas durante los últimos 20 años, con el fin de identificar núcleos temáticos dominantes y vacíos persistentes. Desde un enfoque de revisión bibliométrica y mapeo científico del conocimiento, se integraron Scopus y Web of Science mediante un protocolo PRISMA y una ecuación de búsqueda reproducible, consolidando un corpus de 763 documentos (1999–2026). El análisis de desempeño se desarrolló con Bibliometrix/Biblioshiny y el mapeo relacional con VOSviewer (co-ocurrencias, colaboración y acoplamiento bibliográfico). Los resultados evidencian una aceleración marcada desde 2015 y una expansión intensa en 2020–2025, alta dispersión de fuentes con concentración editorial en revistas hub, y una arquitectura temática articulada por un núcleo “sustainability/sustainable development” que conecta cuatro clústeres principales: modelación/optimización, trazabilidad digital, gestión organizacional y evaluación ambiental-riesgos. La contribución principal es una cartografía integrada interbases que delimita la estructura meso del campo y explicita vacíos en gobernanza, poder, justicia y adopción efectiva de tecnologías. En términos gerenciales y de política pública, orienta prioridades de investigación hacia

*Artículo inédito: “Dos décadas de sostenibilidad en cadenas de suministros agrícolas: cartografía bibliométrica y estructura intelectual”.

** Magíster en Ingeniería Industria y Organizaciones; Especialista en Dirección de Producción y Operaciones; Universidad de Manizales. Ingeniera industrial, Universidad de Manizales; vramirez@umanizales.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0795-8951>, Manizales, Colombia.

*** Doctor en Administración; Administrador de empresas; Universidad de Manizales, aecheverri@umanizales.edu.co; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3611-5438>, Manizales, Colombia.

coordinación interactor, implementación verificable y sostenibilidad territorial. Su originalidad radica en combinar integración WoS–Scopus con lectura interpretativa para distinguir madurez temática y fronteras de investigación.

Palabras clave: Cadenas de suministros agrícolas, Sostenibilidad, Análisis bibliométrico, Mapeo científico, Trazabilidad digital.

Abstract

Sustainability has become an organizing principle in agricultural supply chains; however, the rapid growth of the literature has not necessarily translated into cumulative theoretical advancement. The field has expanded into partially disconnected subcommunities—optimization modeling, digital traceability, organizational management, and environmental assessment—with limited integration of governance mechanisms and distributive outcomes. This article analyzes the intellectual structure, thematic evolution, and research fronts of sustainability studies in agricultural supply chains over the past two decades to identify dominant trajectories and persistent gaps. Drawing on a bibliometric and science mapping approach, Scopus and Web of Science were systematically integrated through a PRISMA protocol and a reproducible search equation, resulting in a consolidated corpus of 763 documents (1999–2026). Performance analysis was conducted using Bibliometrix/Biblioshiny, while relational mapping (co-occurrence, collaboration, and bibliographic coupling) was performed with VOSviewer. Findings reveal a marked acceleration after 2015 and an intensified expansion between 2020 and 2025, high source dispersion with editorial concentration in hub journals, and a thematic architecture structured around a central sustainability cluster linking four major domains: modeling/optimization, digital traceability, organizational management, and environmental risk assessment. The study contributes an integrated cross-database cartography that delineates the meso-structure of the field and highlights gaps in governance, power dynamics, justice, and effective technology adoption. Managerially and from a policy perspective, it informs research priorities toward inter-actor coordination, verifiable implementation, and territorial sustainability. Its originality lies in combining WoS–Scopus integration with interpretive mapping to assess thematic maturity and emerging research boundaries.

Keywords: Agricultural supply chains, Sustainability, Bibliometric analysis, Science mapping, Digital traceability

1. Introducción

Las cadenas de suministros agrícolas articulan procesos productivos intensivos en recursos con redes logísticas, mercados y marcos institucionales que afectan la seguridad alimentaria

y la distribución de riesgos y beneficios. En este entramado, la sostenibilidad dejó de ser periférica y opera como principio de decisión que reordena prioridades operativas, tecnológicas y organizacionales. Sin embargo, el crecimiento del campo no garantiza acumulación: la sostenibilidad se traduce en metas y métricas heterogéneas, cambiantes por eslabón, territorio y régimen regulatorio, lo que reduce la comparabilidad de hallazgos y dificulta explicaciones integradoras. Con la rápida expansión de la literatura, pueden multiplicarse dispersiones conceptuales, islas metodológicas y circuitos editoriales unidos por afinidad temática más que por integración teórica.

La literatura se organiza en corrientes que priorizan mecanismos y niveles de análisis distintos. Un enfoque técnico-operativo formula la sostenibilidad como problemas de diseño y desempeño (eficiencia, reducción de desperdicios, optimización y trade-offs). Otro privilegia tecnologías de información para trazabilidad, transparencia y control, con arquitecturas digitales que mitigan asimetrías informativas. Un tercer enfoque, gerencial-organizacional, la entiende como capacidad de coordinación, innovación y alineación de stakeholders. En paralelo, una corriente ambiental centra el debate en métricas de impacto y riesgos sistémicos (p. ej., evaluación del ciclo de vida y vulnerabilidad climática). Aunque estas agendas coexisten, su especialización favorece la fragmentación: cada subcomunidad consolida vocabularios, revistas y repertorios de citación, sesga la visibilidad y dificulta distinguir madurez científica de periferias emergentes.

El vacío del campo no radica en la mera escasez de estudios, sino en la falta de una cartografía que a) delimite su estructura intelectual, b) describa su evolución con indicadores comparables, c) identifique comunidades temáticas y editoriales, y d) formule vacíos en términos de mecanismos explicativos, niveles de análisis y condiciones de frontera. La bibliometría y el mapeo científico resultan pertinentes porque aportan trazabilidad y replicabilidad, reducen sesgos en la delimitación del corpus y permiten identificar redes de conceptos, colaboración y citación que sostienen la arquitectura del conocimiento ([1], [2], [3]). Asimismo, la literatura sobre indicadores de citación advierte que el impacto depende de ventanas temporales y dinámicas de visibilidad, lo que exige métricas y comparaciones cuidadosas [4].

En este marco, el artículo analiza la configuración, transformación y estructura intelectual de la investigación sobre sostenibilidad en cadenas de suministros agrícolas en los últimos 20 años, para identificar núcleos temáticos dominantes y vacíos persistentes que condicionan la acumulación de conocimiento. Para articular objetivo y vacío, el estudio plantea tres preguntas: ¿cómo se ha configurado y transformado la producción científica del campo?, ¿qué temas, enfoques y comunidades concentran la atención y cuáles permanecen periféricos?, y ¿qué vacíos emergen en mecanismos explicativos, niveles de análisis y condiciones contextuales relevantes para ciencias sociales y estudios organizacionales? El diseño consiste en una revisión bibliométrica con análisis de desempeño y mapeo científico, apoyada en una lectura interpretativa que traduce patrones relacionales en implicaciones teóricas. La integración del corpus combina dos bases internacionales con coberturas parcialmente distintas, en línea con la evidencia sobre sesgos de indexación y diferencias disciplinares entre plataformas ([5], [6]). La selección y depuración sigue un protocolo PRISMA actualizado, que refuerza la transparencia en identificación, cribado y elegibilidad [7].

El artículo contribuye en tres planos. En el teórico, delimita el campo con evidencia bibliométrica y reduce ambigüedades terminológicas al mostrar cómo conceptos y problemas se agrupan en comunidades temáticas y cómo sus conexiones se reconfiguran (o se fragmentan) en el tiempo ([8], [2]). En el metodológico, aplica una integración interbases y un análisis reproducible con herramientas consolidadas de ciencia de la ciencia: Bibliometrix/Biblioshiny para el análisis de desempeño [9] y VOSviewer para la visualización y el clustering de redes [10]. En el empírico, caracteriza la producción anual, la estructura de fuentes, la colaboración y la arquitectura temática del corpus; con ello discute sesgos de concentración editorial y geográfica y distingue áreas con señales de madurez frente a áreas emergentes. Además, el acoplamiento bibliográfico permite identificar comunidades editoriales y afinidades por repertorios de referencia, una lógica clásica para estudiar la estructura meso del conocimiento [11].

Estas contribuciones permiten derivar implicaciones prácticas y de política pública basadas en patrones de acumulación y perifерización, no en recomendaciones genéricas. En gestión, la cartografía del campo muestra dónde se concentra la evidencia y, por tanto, dónde se estabilizan enfoques, así como dónde persisten vacíos que obligan a cautela al transferir recomendaciones entre territorios, productos o regímenes institucionales. En política pública, el mapa temático y editorial ayuda a priorizar agendas hacia coordinación, cumplimiento y sostenibilidad territorial, evitando decisiones ancladas solo en promesas tecnológicas o métricas aisladas. El artículo se estructura en cuatro secciones: metodología; resultados; agenda de investigación futura y conclusiones.

2. Materiales y Métodos

El presente estudio adopta un diseño de revisión bibliométrica sistemática orientado al análisis de desempeño científico y al mapeo estructural del conocimiento ([3], [9], [12], [13], [14], [15], [16]). La bibliometría permite examinar cuantitativamente la producción académica, identificar patrones de crecimiento, estructuras de colaboración, redes de citación y clústeres temáticos, contribuyendo a delimitar la arquitectura intelectual de un campo de investigación ([2], [8], [12], [14], [17]). A diferencia de las revisiones narrativas tradicionales, este enfoque proporciona trazabilidad, replicabilidad y reducción de sesgos en la selección e interpretación del corpus [1], [18], [19]. En complemento, se incorporan criterios de síntesis temática y lectura interpretativa para apoyar la discusión del mapa bibliométrico [20].

Estrategia de búsqueda y fuentes de información

La búsqueda se realizó el 5 de febrero de 2026 en las bases de datos Web of Science Core Collection (WoS) y Scopus, seleccionadas por su amplia cobertura internacional, rigurosidad editorial y estandarización de metadatos bibliográficos [5]. La ecuación de búsqueda empleada fue:

("Supply chain" AND Sustain*) AND (Agri*)

Se aplicó en título, resumen y palabras clave, con el fin de capturar literatura explícitamente centrada en sostenibilidad dentro de cadenas de suministros agrícolas. El uso del truncador (*) permitió incluir variaciones como sustainable, sustainability y agriculture. La consulta inicial arrojó 761 registros en Scopus y 286 en Web of Science. La combinación de ambas bases responde a la recomendación metodológica de ampliar cobertura disciplinaria y reducir sesgos derivados de la indexación diferencial entre plataformas [6].

Proceso de selección y depuración (PRISMA)

El proceso de identificación, cribado y elegibilidad siguió los lineamientos del protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), ampliamente utilizado para garantizar transparencia y reproducibilidad en revisiones sistemáticas [7].

Las etapas del Prisma fueron:

- a) Identificación: 1.047 registros totales (761 Scopus + 286 WoS).
- b) Depuración automática: eliminación de 284 duplicados mediante coincidencia de DOI, título y metadatos.
- c) Cribado: revisión de pertinencia temática a partir de título y resumen.
- d) Elegibilidad final: consolidación de 763 documentos para análisis.

El corpus final integra publicaciones entre 1999 y 2026. La consolidación interbases mejora la completitud de la información y reduce omisiones derivadas de indexación parcial, fortaleciendo la validez del análisis bibliométrico [3].

Procesamiento y análisis de datos

El análisis bibliométrico se realizó en dos niveles complementarios:

a. Análisis de desempeño científico

Se desarrolló mediante el paquete Bibliometrix [9] y su interfaz web Biblioshiny, ejecutado en R a través de Posit.Cloud. Este entorno permite reproducibilidad, estandarización de métricas y tratamiento estadístico robusto de grandes volúmenes de datos. Se calcularon indicadores como: Producción anual, Tasa de crecimiento, Autores y coautoría, Fuentes más productivas, Afiliaciones e impacto por país, Total de citas, Citaciones promedio por artículo, Citaciones por año y Citaciones normalizadas. Estas métricas permiten evaluar productividad e impacto, distinguiendo entre volumen y visibilidad científica [4]. La normalización de citas es especialmente relevante para controlar el efecto del tiempo de exposición (años citables).

b. Mapeo científico del conocimiento

El mapeo estructural se desarrolló combinando: Análisis de co-ocurrencia de palabras clave, Redes de colaboración, Acoplamiento bibliográfico y Visualización de clústeres temáticos. Para ello se utilizó VOSviewer, software especializado en visualización de redes bibliométricas basado en técnicas de agrupamiento por similitud y fuerza de enlace [10]. El análisis de co-ocurrencia permitió identificar núcleos semánticos dominantes y subcomunidades temáticas. El acoplamiento bibliográfico por fuentes facilitó la identificación de comunidades editoriales que comparten bases de referencias, lo que refleja afinidades teóricas y metodológicas [11], [2]. La combinación Biblioshiny-VOSviewer responde a recomendaciones metodológicas recientes que sugieren integrar análisis estadístico descriptivo con visualización relacional para obtener una comprensión más profunda de la estructura intelectual de un campo [3].

Unidad de análisis y variables

La unidad de análisis fueron los documentos indexados en WoS y Scopus que cumplieron la ecuación de búsqueda. Se analizaron las siguientes dimensiones: Evolución temporal, Impacto científico, Concentración geográfica, Redes de colaboración, Núcleos conceptuales, Comunidades editoriales y Artículos altamente citados. Las palabras clave de autor y Keywords Plus fueron tratadas como proxies semánticos para identificar tendencias temáticas emergentes y consolidadas [8].

Limitaciones metodológicas

Aunque el uso conjunto de WoS y Scopus amplía cobertura, el estudio se restringe a literatura indexada, lo que puede excluir producción relevante en idiomas distintos al inglés o en revistas no indexadas. Asimismo, los indicadores de citación están condicionados por el tiempo de exposición de los documentos, fenómeno ampliamente documentado en estudios bibliométricos [4]. No obstante, el uso de PRISMA, la integración interbases y el empleo de herramientas estandarizadas de análisis reducen sesgos y fortalecen la validez y replicabilidad del estudio.

3. Resultados

El análisis bibliométrico abarca el periodo 1999-2026 y evidencia una trayectoria sostenida de producción científica en el área de estudio. Se identificaron 763 documentos procedentes de 417 fuentes, lo que refleja la dispersión de la producción en revistas, libros, entre otros tipos de publicaciones. La tasa de crecimiento anual alcanza 8,48 %, lo que indica un incremento constante del interés investigativo, mientras que la edad promedio de los documentos (4,42 años) sugiere un campo dinámico y actualizado. En términos de impacto, los documentos registran un promedio de 24,88 citas por publicación, lo que evidencia una visibilidad académica significativa. Los datos analizados incluyen 2.436 autores y muestran

una baja proporción de trabajos de autor único (53 documentos), lo que confirma una tendencia hacia la investigación colaborativa. Asimismo, se observa un promedio de 3,86 coautores por documento y un 15,47 % de coautoría internacional, lo que demuestra la consolidación de redes de colaboración a escala global.

En cuanto al contenido, se registraron 2.329 Keywords Plus y 2.113 palabras clave de autor, lo que refleja una alta diversidad temática y conceptual. Respecto a los tipos de documentos, se identificaron artículos científicos (494), seguidos de ponencias en conferencias (118) y capítulos de libro (74), lo que evidencia que el área se difunde principalmente a través de revistas académicas. Por otro lado, la producción anual de artículos sobre sostenibilidad en la cadena de suministro agrícola exhibe una evolución claramente ascendente a lo largo del periodo analizado (1999-2026), aunque con variaciones relevantes entre etapas, tal como se muestra en la Figura 1.

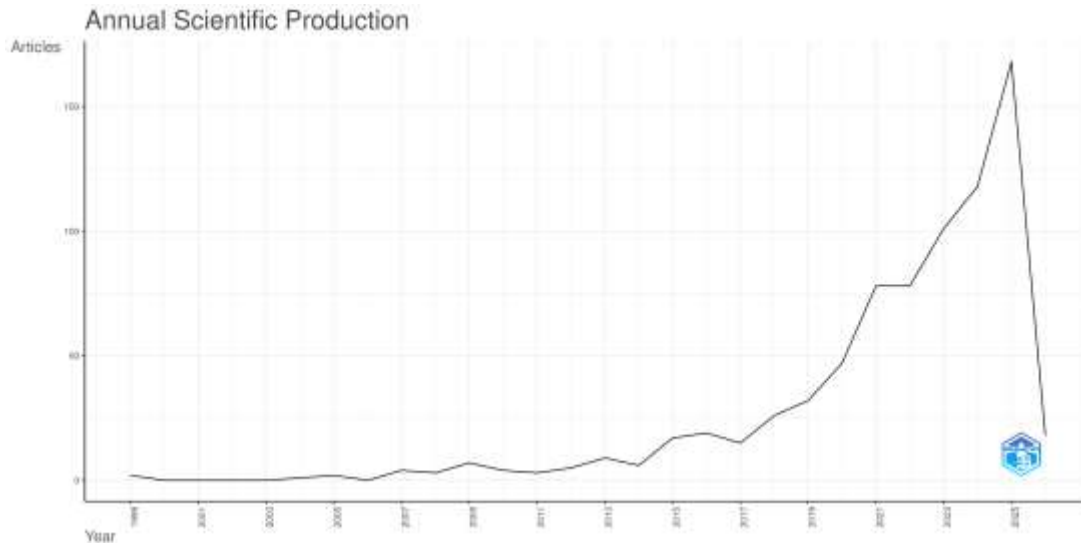


Figura 1. Producción científica anual.

Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

Asimismo, la Figura 1 permite inferir que, en los primeros años (1999–2006), la producción fue baja e irregular, con varios años sin publicaciones (2000–2003, 2006) y un máximo de dos artículos anuales. Este periodo corresponde a una fase inicial o exploratoria, con escasa consolidación del tema. A partir de 2007, se observa un incremento gradual, aunque aún moderado, con fluctuaciones entre 3 y 9 artículos anuales hasta 2014. Este comportamiento sugiere una etapa de crecimiento temprano, en la que el interés académico por el tema se fortalece de manera progresiva. El cambio más significativo en producción ocurre desde 2015 en adelante, cuando la producción entra en una fase de expansión. Entre 2015 y 2019, el número de artículos aumentó de 17 a 32, evidenciando una consolidación sostenida del campo de estudio.

El crecimiento aumentó de manera notable a partir de 2020 y alcanzó sus valores máximos en los años más recientes. Destacan, en particular, 2021 y 2022 (78 artículos cada uno), seguidos de un aumento continuo hasta el máximo histórico en 2025, con 168 artículos. Este patrón indica una alta madurez y relevancia contemporánea del tema, así como un marcado interés de la comunidad científica. Por último, el valor observado en 2026 (18 artículos) corresponde a alrededor de un mes de producción. En conjunto, los resultados reflejan una tendencia general fuertemente creciente, con una aceleración clara en la última década, lo que evidencia la expansión y consolidación del área de investigación y el interés académico por la sostenibilidad en la cadena de suministro agrícola.

De manera complementaria, la Figura 2 presenta el promedio de citas por año, mientras que la Tabla 1 sintetiza los principales indicadores bibliométricos de los 763 artículos analizados, incluyendo el promedio de citas por artículo, el número de artículos (N), el promedio de citas por año y los años citables. En conjunto, estos resultados evidencian cambios sustanciales en el impacto de las publicaciones a lo largo del tiempo.

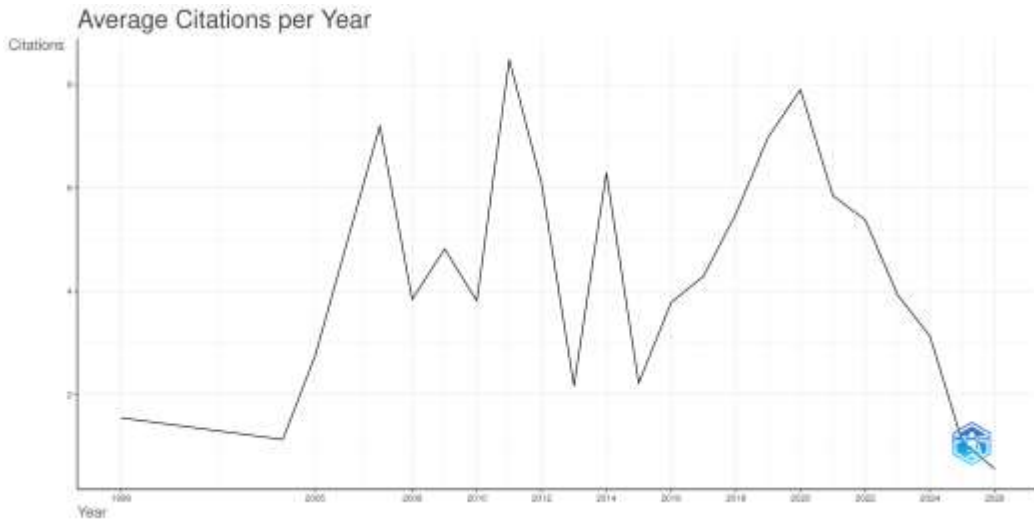


Figura 2. Promedio de citas por año.

Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

Tabla I. Principales Indicadores bibliométricos.

Año	Promedio de citaciones por artículo	N	Promedio de citaciones por año	Años citables
1999	43,50	2	1,55	28
2004	26,00	1	1,13	23
2005	60,50	2	2,75	22
2007	144,00	4	7,20	20
2008	73,00	3	3,84	19
2009	86,71	7	4,82	18
2010	64,75	4	3,81	17
2011	135,67	3	8,48	16
2012	91,20	5	6,08	15
2013	30,33	9	2,17	14
2014	81,83	6	6,29	13
2015	26,59	17	2,22	12
2016	41,53	19	3,78	11
2017	42,87	15	4,29	10
2018	49,42	26	5,49	9
2019	55,88	32	6,98	8
2020	55,32	47	7,90	7
2021	35,08	78	5,85	6
2022	26,88	78	5,38	5
2023	15,73	101	3,93	4
2024	9,38	118	3,13	3
2025	2,18	168	1,09	2
2026	0,56	18	0,56	1

Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

Asimismo, la Tabla I evidencia que, en el periodo 1999–2012, se registran valores elevados de citas promedio por artículo pese al bajo volumen de publicaciones. Destacan, en particular, 2007 y 2011, con valores de promedio de citaciones por artículo de 144,00 y 135,67, respectivamente. Este comportamiento puede atribuirse a una mayor ventana temporal de citación (entre 15 y 28 años citables), que favorece la acumulación de citas, así como a la posible publicación de trabajos altamente influyentes en etapas tempranas del desarrollo del campo. A partir de 2013, el número de artículos publicados por año aumenta de forma significativa, mientras que el promedio de citas por artículo comienza a disminuir. Este fenómeno se intensifica en los años más recientes, en particular entre 2020 y 2025, cuando se alcanza el mayor volumen de producción científica, pero con valores decrecientes de promedio de citaciones por artículo. En 2025 se registran 168 artículos, aunque con un promedio de apenas 2,18 citas por artículo.

El indicador de promedio de citaciones por año, exhibe un patrón complementario. Los valores más altos se concentran en años intermedios como 2007, 2011 y 2020, lo que sugiere periodos de alta visibilidad de las publicaciones. Sin embargo, en los años más recientes se observa una disminución de este indicador, debido a que se relaciona estrechamente con la reducción del número de años citables, lo que limita el tiempo disponible para que los artículos acumulen citas. Los resultados reflejan una relación inversa entre el volumen de publicaciones y el promedio de citas por artículo, así como una influencia clara del factor temporal en los indicadores de impacto. Esto sugiere que, aunque el campo ha experimentado una expansión notable en términos de producción científica, el impacto promedio por artículo permanece condicionado por la madurez del área y por el tiempo disponible para la acumulación de citas.

Por otro lado, entre las fuentes más relevantes para la publicación sobre sostenibilidad en la cadena de abastecimiento agrícola, se identificaron 10 fuentes (Figura 3) que, en conjunto, aportaron 156 documentos. La fuente más productiva fue Sustainability, con 40 documentos ($\approx 26\%$ del total), seguida de Journal of Cleaner Production (26 documentos) y Sustainability (Switzerland) (24 documentos); estas tres revistas concentran más de la mitad de la producción total ($\sim 58\%$). En contraste, fuentes como Science of the Total Environment y Business and the Environment registraron una menor producción (8 y 7 documentos, respectivamente), lo que evidencia que un grupo reducido de revistas concentra la mayor parte de la literatura en este campo.

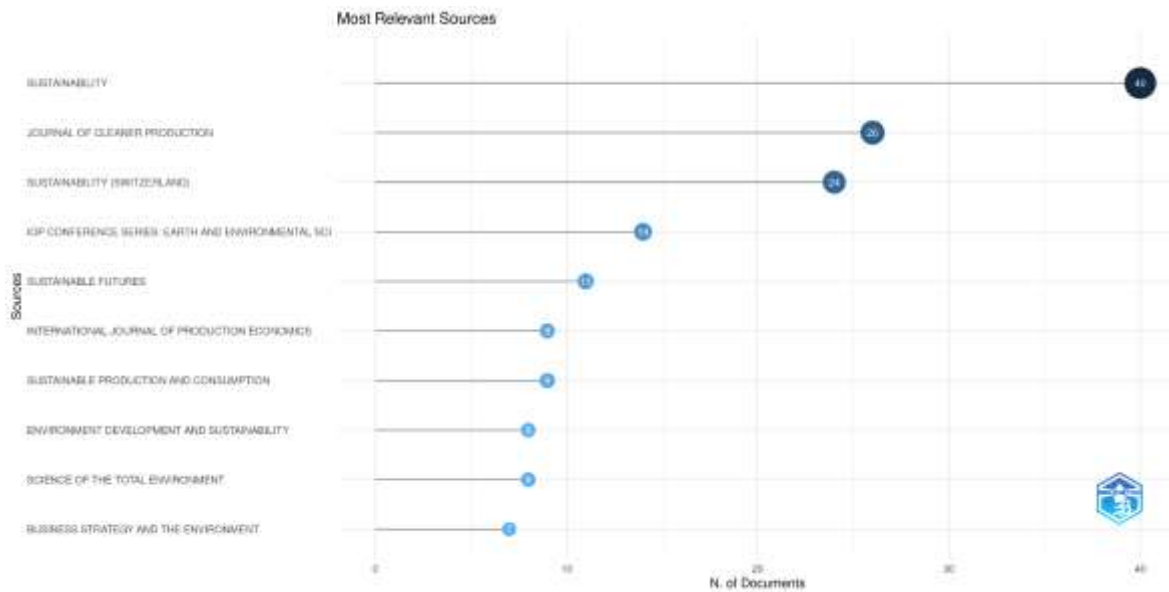


Figura 3. Fuentes más relevantes.

Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

Entre los autores más relevantes en las investigaciones sobre sostenibilidad en las cadenas de suministros agrícolas, se identificaron 10 autores (Figura 4) que, en conjunto, aportaron 69 publicaciones. Los autores más productivos fueron Kumar A y Sidhom L., con 9 publicaciones cada uno ($\approx 13\%$ del total por autor), mientras que cuatro autores registraron 7 publicaciones. El rango de publicaciones entre autores fue de 4, lo que evidencia una concentración moderada de la producción en pocos autores líderes, mientras que el resto contribuye de manera más ecuánime.

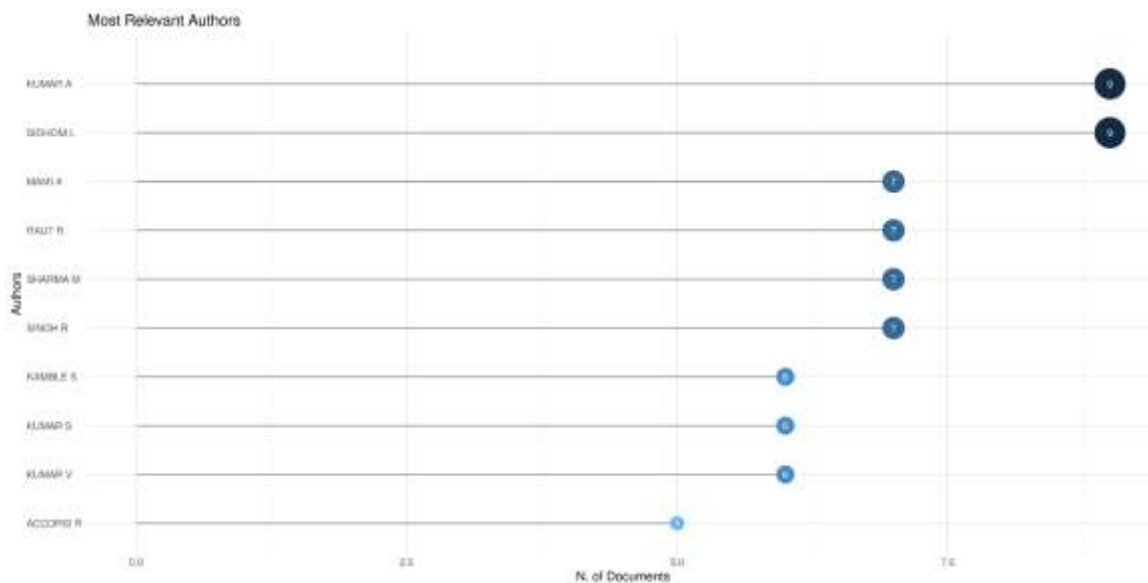


Figura 4. Autores más relevantes.

Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

Además, la Figura 5 permite observar la distribución anual de las publicaciones de cada autor mencionado, a partir de lo cual se concluye que 2023, 2024 y 2025 fueron los años de mayor producción para la mayoría de autores, como Sidhom L., Mami A., Raut R. y Singh R. Asimismo, se resalta a Accorsi R., quien mantiene una producción constante desde 2013 hasta 2024.

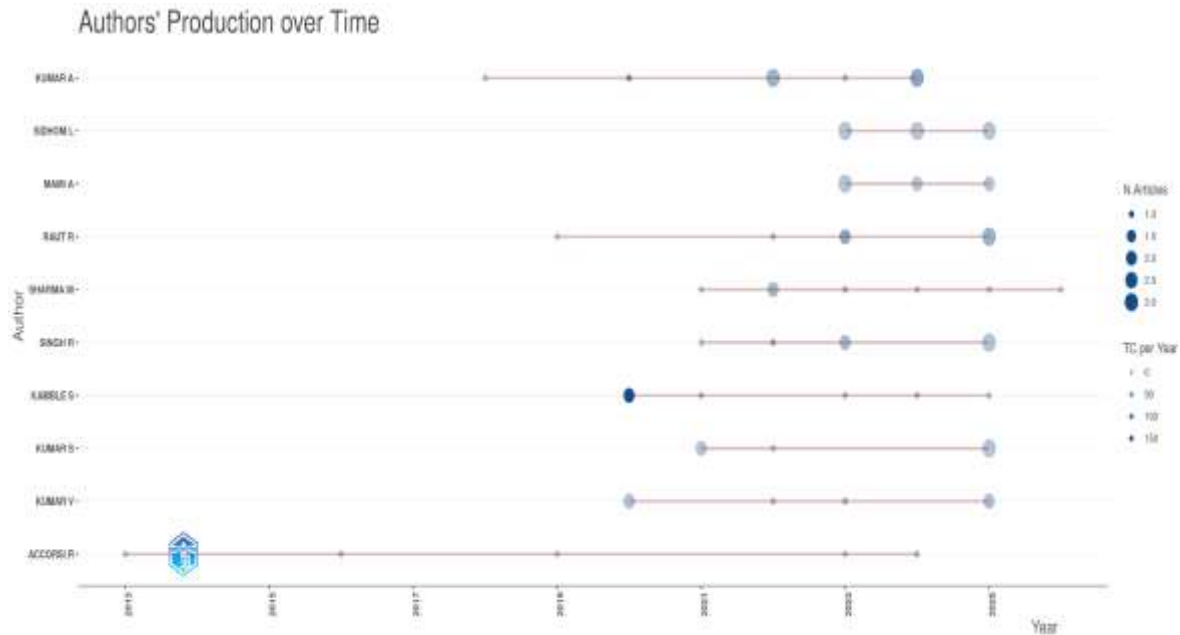


Figura 5. Producción por autor en el tiempo.

Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

La Figura 6 presenta las 10 afiliaciones más relevantes en las investigaciones sobre sostenibilidad en las cadenas de suministros agrícolas, las cuales, en conjunto, contribuyeron con 128 artículos, lo que evidencia su liderazgo en la producción científica en esta área. La afiliación más productiva fue de la Universidad Padjadjaran de Indonesia, con 20 artículos (~16% del total), seguida de la Universidad islámica de Azad de Irán (14 artículos), el Instituto Universitario de Investigación Wageningen de Países Bajos (13 artículos) y la Universidad tailandesa Chiang Mai (12 artículos). Estas cuatro instituciones concentran aproximadamente el 45% de la producción total, reflejando el peso de sus respectivos contextos geográficos y académicos en la investigación sobre sostenibilidad en la cadena de suministro agrícola.

La destacada participación de la Universidad Padjadjaran subraya el creciente interés y capacidad investigativa de Indonesia en temas de sostenibilidad agrícola, lo cual puede estar asociado con la importancia estratégica del sector agrícola en su economía y políticas de desarrollo científico. De manera similar, la Universidad islámica de Azad, una de las

universidades más grandes de Irán, ha consolidado un grupo robusto de investigación, lo que se manifiesta en su producción relevante en temas de innovación y gestión sostenible.

La presencia del instituto universitario de Wageningen, institución con reconocimiento internacional en ciencias agrícolas y ambientales, indica el liderazgo de Países Bajos en enfoques integrados de sostenibilidad y cadenas de suministro, basado tanto en tradición académica como en políticas públicas orientadas a la innovación agrícola. Por su parte, la universidad Chiang Mai, en Tailandia, refleja la contribución activa de centros de investigación en el Sudeste Asiático, una región con desafíos particulares en sostenibilidad y sistemas agroalimentarios.

Las demás afiliaciones, aunque con contribuciones moderadas (entre 9 y 12 artículos), provienen de universidades e instituciones ubicadas en diversos países, lo cual pone de manifiesto una participación internacional amplia, pero con menos producción. Esta diversidad geográfica sugiere que la sostenibilidad en la cadena de suministro agrícola es una temática de interés global, abordada desde múltiples contextos socioeconómicos y ambientales.

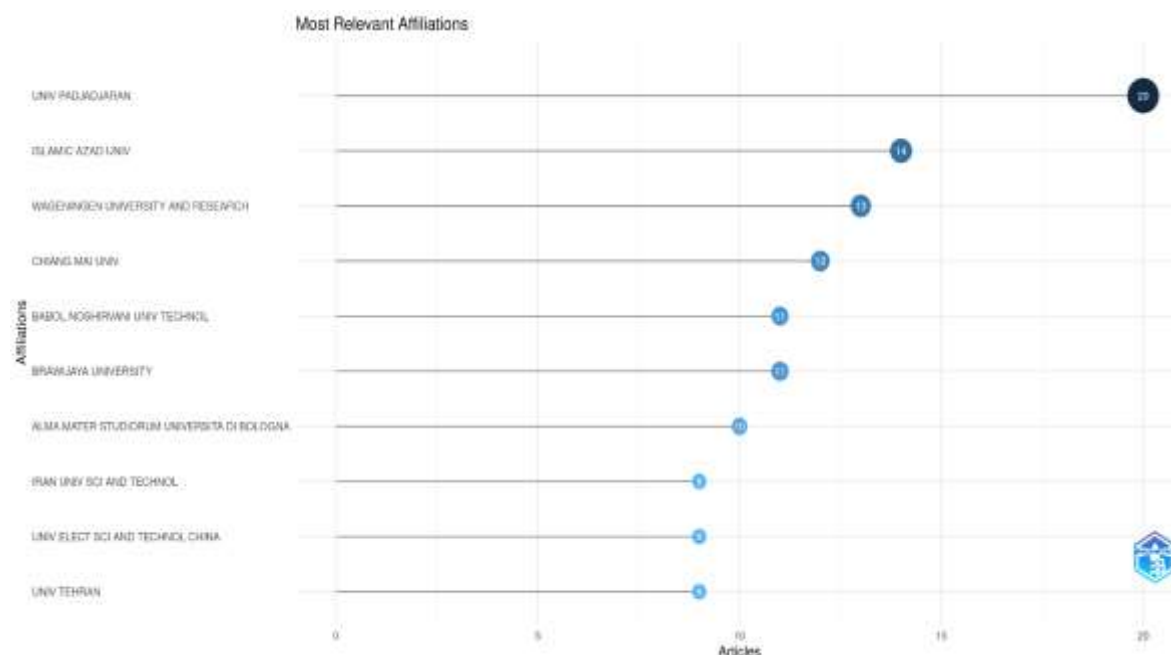


Figura 6. Afiliaciones más relevantes.

Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

El análisis de la producción científica por país en el ámbito de la sostenibilidad en la cadena de suministro agrícola evidencia una amplia participación internacional. En total, se

identifican 51 países con contribuciones a la literatura analizada (Figura 7). Conviene precisar que lo representado corresponde a la frecuencia de aparición de cada país en los artículos; por tanto, un mismo artículo puede asociarse con más de un país debido a la colaboración internacional entre autores, lo que genera duplicaciones en el conteo.

Country Scientific Production

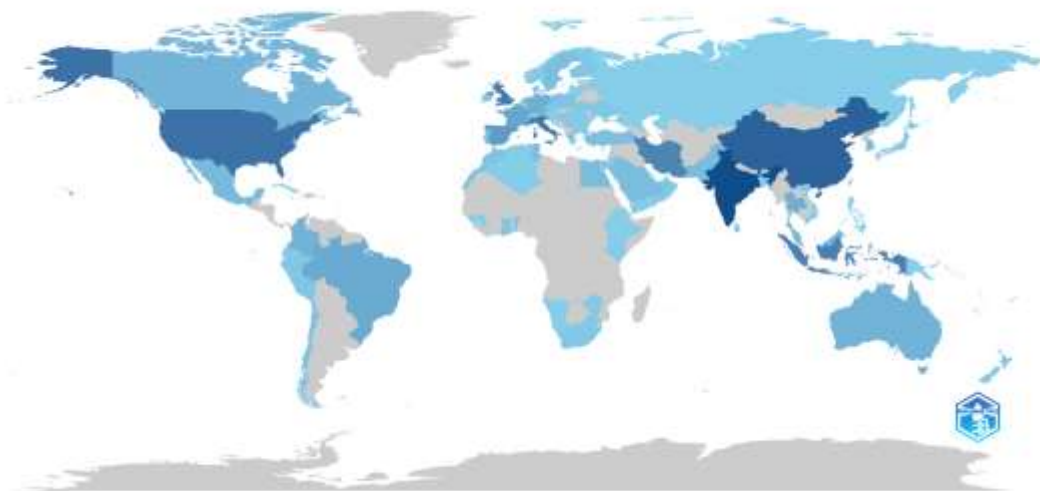


Figura 7. Producción científica por país.
Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

Los países con mayor frecuencia de publicación son India (159), China (131), Estados Unidos (112), Reino Unido (103) e Italia (101). Estos países concentran una proporción significativa de la producción científica, lo que evidencia su papel dominante en la investigación sobre sostenibilidad y cadenas de suministros agrícolas. Un segundo grupo de países con contribuciones relevantes incluye a Indonesia (92), Irán (88), España (60), Francia (47) y Brasil (42), los cuales muestran una participación activa y sostenida en el campo. La presencia de estos países refleja la diversidad geográfica de la investigación, al abarcar regiones de Asia, Europa y América Latina, donde los sistemas agrícolas y las cadenas de suministro presentan retos específicos en términos de sostenibilidad.

En un nivel intermedio se ubican países como Tailandia (37), Alemania (34), Australia y Colombia (32 cada uno), Canadá (30) y Malasia (29). Estos países contribuyen de manera constante al desarrollo del conocimiento, aunque con un volumen menor que el de los líderes, lo que sugiere una participación relevante pero menos concentrada. Finalmente, se observan países con menor frecuencia de aparición, muchos de ellos con menos de 20 registros, como Suecia, Turquía, Portugal, Chile, Dinamarca, Marruecos, Ghana, Polonia, Irlanda, Finlandia, Perú, entre otros. Ecuador y Jordania presentan las frecuencias más bajas (4), lo que indica una participación limitada en términos cuantitativos.

Como conclusión parcial, se puede decir que la distribución evidencia una alta concentración de la producción científica en un grupo reducido de países, junto con una participación amplia pero menos intensa del resto. Asimismo, la presencia de artículos con afiliaciones múltiples resalta la importancia de la colaboración internacional en este campo de investigación, lo que contribuye a la duplicación de países por artículo y, a la vez, fortalece el intercambio de conocimiento y la integración de perspectivas globales en el estudio de la sostenibilidad de la cadena de suministro agrícola.

Como se observa en la Figura 8, se analizaron los 10 países más citados en sostenibilidad de la cadena de suministro agrícola, lo que revela diferencias significativas en la influencia científica de cada nación. En conjunto, estos países acumularon 12.518 citas. El rango, que va desde 512 citaciones en España hasta 2.541 citaciones en el Reino Unido, evidencia una brecha amplia en términos de influencia científica entre los países. Además, los datos indican que solo unos pocos países concentran la mayor parte de las citaciones.

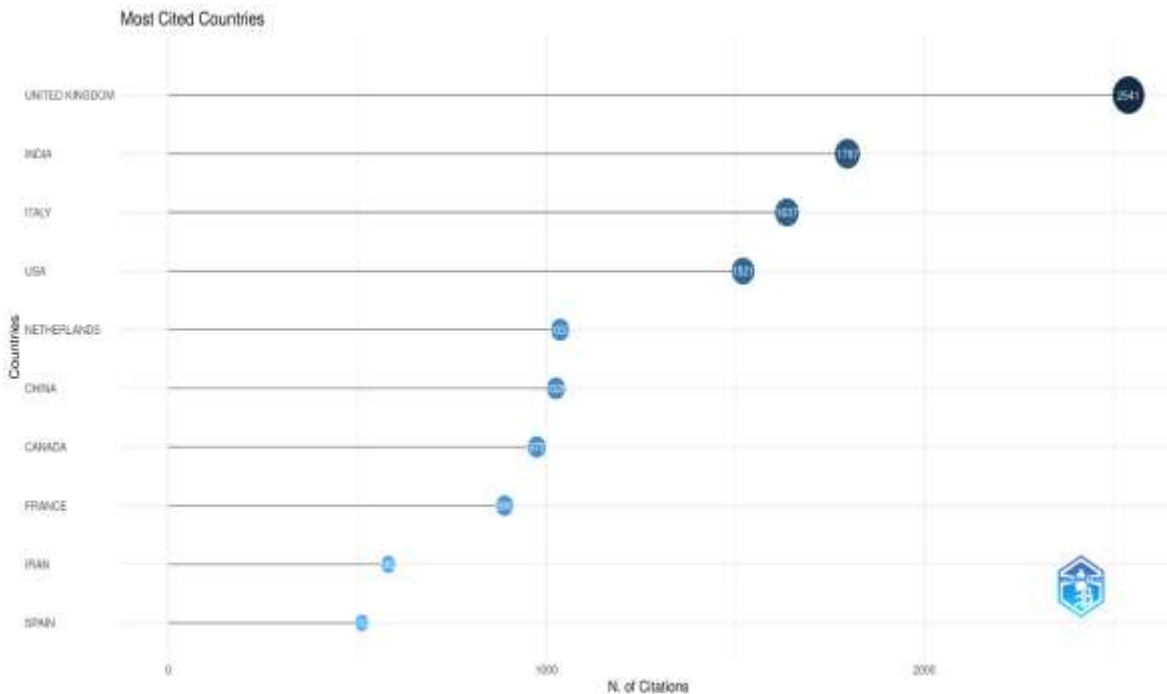


Figura 8. Países más citados.

Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

El país con mayor número de citaciones es Reino Unido (2.541), seguido de India (1.797), Italia (1.637) y Estados Unidos (1.521), que en conjunto representan más del 60% del total de citaciones. Esto sugiere que la investigación en sostenibilidad aplicada a la cadena de suministro agrícola se concentra de manera marcada en un grupo reducido de países líderes. Países como Países Bajos (1.037), China (1.026), Canadá (975) y Francia (890) ocupan una

posición intermedia, al contribuir de forma significativa, aunque en menor medida que los cuatro líderes. Por último, países como Irán (582) y España (512) registran un menor número de citas, lo que refleja una influencia relativa limitada en el campo.

Como conclusión parcial, los datos muestran una clara concentración geográfica de la producción científica en la sostenibilidad en la cadena de suministro agrícola, donde los países con mayores citas no necesariamente coinciden con los que registran más artículos, lo que evidencia que algunos alcanzan un alto impacto por artículo. Este patrón es consistente con estudios bibliométricos previos que indican que la productividad y el impacto académico suele centralizarse en países con infraestructura consolidada para la investigación científica y con redes robustas de colaboración internacional.

De manera complementaria, se analizaron 25 artículos destacados sobre sostenibilidad en la cadena de suministro agrícola, como se observa en la Tabla II, considerando el total de citas, las citas por año y las citas normalizadas. El total de citas acumuladas fue de 6.944. El artículo más citado fue Kamble et al. [21] con 642 citas totales, 91,71 citas por año y unas citas normalizadas de 11,61, lo que evidencia un impacto sobresaliente tanto en términos absolutos como relativos. Algunos artículos recientes, como Saurabh y Dey [22] registraron un alto impacto anual y citas normalizadas (72,33 por año; citas normalizadas = 12,37), lo que indica una relevancia inmediata en la literatura. Por su parte, artículos más antiguos, como Matos y Hall [23], aunque acumulan un alto total de citas, presentan un menor impacto anual, lo que refleja una influencia sostenida a lo largo del tiempo.

En general, la distribución de citas es altamente asimétrica, con pocos artículos que concentran la mayor parte del impacto científico, como se observa en la Figura 9, donde se presentan los 10 más relevantes. La métrica de citas normalizadas permite identificar publicaciones de alto impacto relativo y destaca la importancia de artículos recientes que generan influencia con rapidez en el campo de la sostenibilidad en la cadena de suministro agrícola.

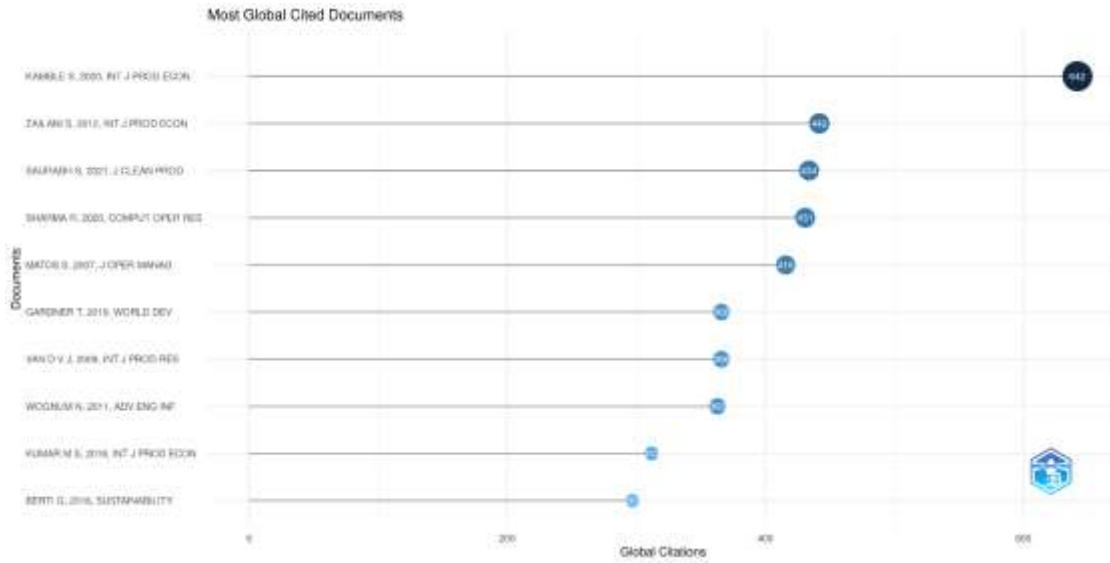


Figura 9. Documentos más citados.
Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

Tabla II. Impacto de los artículos más relevantes según métricas de citación.

Artículo	Total de citaciones	Citaciones por año	Citaciones normalizadas
Kamble et al. [21]	642	91,71	11,61
Zailani et al. [24]	442	29,47	4,85
Saurabh y Dey [22]	434	72,33	12,37
Sharma et al. [25]	431	61,57	7,79
Matos y Hall [23]	416	20,80	2,89
Gardner et al. [26]	366	45,75	6,55
Van et al. [27]	366	20,33	4,22
Wognum et al. [28]	363	22,69	2,68
Kumar et al. [29]	312	34,67	6,31
Berti y Mulligan [30]	297	27,00	7,15
Dania et al. [31]	244	27,11	4,94
Parajuli et al. [32]	208	26,00	3,72
Smith [33]	204	10,74	2,79
Allaoui et al. [34]	202	25,25	3,62
Hall y Matos [35]	198	11,65	3,06
Mukherjee et al. [36]	190	38,00	7,07
Krishnan et al. [37]	189	27,00	3,42
Touboulic y Walker [38]	184	15,33	6,92
Belaud et al. [39]	176	22,00	3,15
Rana et al. [40]	173	28,83	4,93
Jarzębowski et al. [41]	172	24,57	3,11
Rueda et al. [42]	167	16,70	3,90
Del Borghi et al. [43]	165	12,69	2,02
Ahmed y Najmi [44]	152	16,89	3,08

Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

Desde un análisis más general, la Figura 10 presenta una nube de palabras que representa visualmente los términos más frecuentes en la literatura sobre sostenibilidad en la cadena de suministro agrícola. En esta representación, el tamaño de cada término indica su relevancia o frecuencia relativa, lo que permite identificar con rapidez los conceptos clave y las tendencias temáticas predominantes en el área de estudio. El análisis de la nube de palabras asociada a los documentos sobre sostenibilidad en la cadena de suministro agrícola permitió identificar los principales ejes temáticos y enfoques conceptuales que estructuran este campo de investigación (Figura 10). El término con mayor relevancia es “sustainable development”, lo que evidencia que una parte sustantiva de los estudios en este ámbito se alinea con los principios del desarrollo sostenible e integra dimensiones económicas, sociales y ambientales en el análisis de las cadenas de suministros agrícolas.



Figura 10. Nube de palabras.

Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

En un segundo nivel de relevancia aparecen términos como “supply chain” y “agriculture”, los cuales confirman que la sostenibilidad se aborda desde una perspectiva sistémica, al considerar la cadena de suministro agrícola como un conjunto de procesos interconectados que abarcan desde la producción primaria hasta la distribución de alimentos. Estos conceptos reflejan el interés por analizar la eficiencia, la resiliencia y la sostenibilidad de las cadenas agroalimentarias. Posteriormente, destacan términos como “supply chain management”, “management” y “food supply”, lo que sugiere un énfasis marcado en enfoques de gestión orientados a la optimización de procesos, la coordinación entre actores y la toma de decisiones estratégicas para mejorar el desempeño sostenible de la cadena de suministro. La presencia del término “sustainability” refuerza la centralidad de este concepto como eje transversal en la gestión de las cadenas de suministros agrícolas.

En un nivel intermedio de relevancia, se identifican términos más específicos como “sustainable supply chains”, “sustainable agriculture” y “agri-food supply chain”, los cuales indican una evolución desde un enfoque general hacia modelos integrados que combinan prácticas agrícolas sostenibles con estrategias de gestión de la cadena de suministro.

Asimismo, la aparición de términos como “performance”, “model”, “framework”, “decision making” y “design” evidencia una orientación metodológica hacia el desarrollo de modelos analíticos y marcos conceptuales que permiten evaluar, diseñar y mejorar el desempeño sostenible de las cadenas agroalimentarias. Finalmente, los términos con menor frecuencia, como “products”, “circular economy”, “environmental impact” y “chain management”, reflejan líneas de investigación emergentes o complementarias. En particular, la inclusión de “circular economy” y “environmental impact” sugiere un creciente interés por integrar enfoques circulares y métricas ambientales en el análisis de la cadena de suministro agrícola, lo que destaca la transición hacia sistemas productivos más eficientes en el uso de recursos y con menor impacto ambiental.

Como conclusión parcial, la nube de palabras revela que la investigación sobre sostenibilidad en la cadena de suministro agrícola se caracteriza por un enfoque multidimensional, en el que el desarrollo sostenible y la gestión de la cadena de suministro constituyen los pilares centrales, complementados por modelos de toma de decisiones, evaluaciones de desempeño y enfoques emergentes como la economía circular y la mitigación del impacto ambiental. Ahora bien, la visualización de co-ocurrencia en VOSviewer (Figura 11) evidencia un campo articulado en torno a un núcleo semántico dominante, en el que “sustainability” y “sustainable development” concentran la mayor densidad relacional (mayor tamaño de nodo y múltiples enlaces) y actúan como conceptos “puente” que estructuran la conversación científica sobre las cadenas agroalimentarias. Alrededor de este núcleo se organizan varios clústeres temáticos que revelan, de manera simultánea, madurez conceptual y especialización metodológica:

- Un clúster orientado a modelación/optimización (optimization, integer programming, multiobjective optimization, uncertainty, greenhouse gas costs), que sugiere un giro tecnocientífico hacia la toma de decisiones bajo restricciones ambientales y trade-offs.
- Un clúster de digitalización para la sostenibilidad (blockchain, traceability, transparency), que opera como infraestructura de confianza y gobernanza de información, al conectar desempeño y responsabilidad.
- Un clúster más gerencial-organizacional (logistics, innovation, stakeholder, agribusiness), en el que la sostenibilidad se traduce en prácticas, coordinación interorganizacional y capacidades de implementación.
- Un clúster de evaluación ambiental y riesgos sistémicos (life cycle assessment, climate change, global warming, food security), que ancla la discusión en métricas de impacto y en vulnerabilidades socioecológicas.

La posición estratégica y la conectividad de términos como “agri-food supply chain(s)” y “sustainable supply chains” indican que la sostenibilidad no opera como un atributo periférico, sino como un principio integrador que enlaza enfoques ingenieriles, tecnológicos y de gestión; sin embargo, la segmentación relativa por colores también sugiere que el campo avanza en “subcomunidades” con lenguajes propios, lo que abre espacio para investigaciones que integren de manera más explícita gobernanza, adopción organizacional y evaluación de impactos en un mismo marco analítico.

ambientales y de conservación (Resources-Conservation), que ancla el debate en impactos, gestión de recursos y marcos ecológicos.

La presencia de múltiples enlaces cruzados entre clústeres indica que el campo no se fragmenta en silos, aunque sí exhibe especialización por circuitos editoriales; en términos analíticos, esto sugiere que la evolución futura dependerá de trabajos capaces de conectar de forma explícita el corpus de operaciones/gestión con los repertorios de evaluación ambiental y los enfoques de modelación, al reducir la distancia bibliográfica entre comunidades que hoy dialogan más por convergencia temática que por integración teórica sostenida.

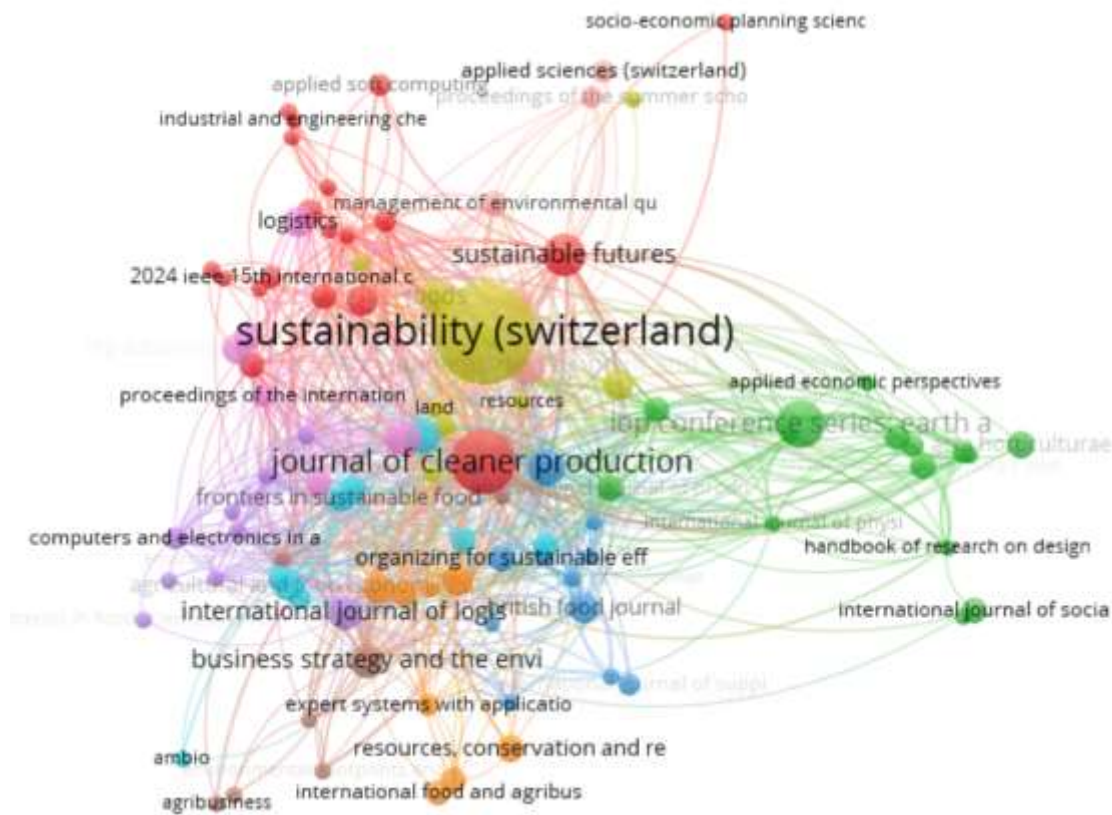


Figura 12. Acoplamiento bibliográfico por fuentes.

Fuente: Los autores con base en Biblioshiny.

Agenda de investigación futura

El campo de la sostenibilidad en cadenas de suministros agrícolas ha crecido con rapidez y ha diversificado sus enfoques, pero su madurez científica dependerá de su capacidad para pasar de una literatura predominantemente descriptiva, instrumental o centrada en indicadores hacia una agenda explicativa y transformacional ([45], [46], [47], [48]). Con base

en la estructura intelectual y los clústeres temáticos identificados, se proponen cinco líneas de investigación prioritarias ([45], [46]).

1) Integración de la sostenibilidad como problema de diseño y como problema de gobernanza

La literatura ha avanzado en modelos de optimización, medición ambiental y propuestas de mejora del desempeño, pero aún falta articular de manera convincente cómo se coordinan, negocian y sostienen en el tiempo las decisiones entre actores con objetivos divergentes (productores, intermediarios, compradores, certificadores, Estado) ([49], [50], [51]). La agenda futura debe construir marcos que integren simultáneamente desempeño operativo, impactos ambientales y arreglos de gobernanza, evitando tratar lo social como un “complemento” de la eficiencia ([50], [42], [29]).

Preguntas clave:

¿Qué mecanismos de coordinación y control permiten sostener prácticas sostenibles cuando existen asimetrías de información y poder? ([49], [50], [42]).

¿Cómo se distribuyen costos, riesgos y beneficios de la sostenibilidad a lo largo de las cadenas de suministros agrícolas y qué implicaciones tiene para su permanencia? ([51], [42], [29]).

¿Qué combinaciones de incentivos, normas y capacidades organizacionales hacen viable la sostenibilidad en contextos de alta volatilidad climática y de precios? ([51], [29], [52]).

Enfoques sugeridos:

Estudios comparados multi-cadena (por producto) y multi-actor, con análisis de gobernanza, contratos, certificación y cumplimiento ([49], [50], [42]). Modelos que incorporen explícitamente distribución de valor, riesgo y poder como variables centrales ([51], [42], [29]).

2) De la promesa tecnológica a la evidencia: implementación, resultados y efectos distributivos

El auge de trazabilidad digital, inteligencia artificial y sistemas basados en datos abre oportunidades, pero la evidencia sobre impactos reales sigue siendo limitada ([53], [54], [55], [56]). Se requiere desplazar el énfasis desde “qué tecnología es posible” hacia “qué

cambia efectivamente” en desempeño, sostenibilidad ambiental y justicia social ([53], [36], [40]). Esto implica evaluar implementación en terreno, costos de adopción, barreras organizacionales, capacidades requeridas y efectos no intencionados (exclusión de pequeños productores, desplazamiento de costos hacia el eslabón más débil, vigilancia y carga administrativa) ([53], [54], [57]).

Preguntas clave:

¿En qué condiciones la trazabilidad digital mejora realmente prácticas ambientales y condiciones sociales, y cuándo sólo produce cumplimiento simbólico? ([53], [55], [36]).

¿Qué capacidades (tecnológicas, organizacionales e institucionales) determinan el retorno sostenible de las tecnologías de datos? ([58], [54], [36]).

¿Cómo se mitigan los riesgos de exclusión de pequeños productores ante requisitos tecnológicos o de certificación? ([53], [57], [29]).

Enfoques sugeridos:

Evaluaciones cuasi-experimentales, estudios longitudinales antes/después y análisis de costo-beneficio distribuido por eslabón ([46], [45], [53]). Diseños de métodos mixtos que combinen métricas de desempeño con evidencia cualitativa de adopción y coordinación ([31], [53], [52]).

3) Medición con sentido: de indicadores aislados a impactos verificables y comparables

El campo cuenta con abundantes métricas e indicadores, pero persisten dificultades para comparabilidad entre contextos, trazabilidad causal e integración de dimensiones ambiental, social y económica ([47], [59], [60]). La agenda Q1 debería priorizar marcos de evaluación que permitan atribuir cambios a intervenciones concretas, con indicadores verificables y sensibles a contexto (tipo de cultivo, escala productiva, régimen institucional, riesgos climáticos) ([47], [61], [62]).

Preguntas clave:

¿Qué métricas capturan mejor la sostenibilidad en cadenas de suministros agrícolas cuando se consideran simultáneamente productividad, huella ambiental y bienestar social? ([47], [48], [60]).

¿Cómo se diseña un sistema de medición que no incentive la “optimización del indicador” sino la transformación real? ([47], [61], [62]).

¿Qué estándares mínimos permiten comparar resultados sin borrar diferencias territoriales y socioeconómicas? ([59], [60], [47]).

Enfoques sugeridos:

Protocolos de medición armonizados y marcos integrados de evaluación que conecten procesos (prácticas) con resultados (impactos) ([47], [61], [62]). Estudios sobre trazabilidad de impactos y calidad de datos en cadenas de suministros agrícolas, incluyendo sesgos, incentivos y gobernanza del dato ([53], [55], [36]).

4) Resiliencia climática y sostenibilidad: pasar de la eficiencia a la capacidad de adaptación

La sostenibilidad en cadenas de suministros agrícolas no puede entenderse sin vulnerabilidad climática, eventos extremos, volatilidad de rendimientos y interrupciones logísticas ([63], [52], [64]). Una frontera relevante es integrar sostenibilidad con resiliencia y adaptación, no solo como “robustez del sistema” sino como capacidad de aprendizaje, reconfiguración y protección de medios de vida ([65], [52], [64]).

Preguntas clave:

¿Cómo cambian las prioridades de sostenibilidad cuando las cadenas de suministros enfrentan sequías, inundaciones o plagas recurrentes? ([63], [52], [64]).

¿Qué capacidades permiten adaptar prácticas sostenibles sin destruir rentabilidad ni excluir a productores vulnerables? ([57], [63], [64]).

¿Cómo se diseñan redes de abastecimiento que reduzcan huella ambiental y, al mismo tiempo, aumenten seguridad alimentaria y estabilidad de ingresos? ([65], [63], [61]).

Enfoques sugeridos:

Estudios longitudinales en territorios vulnerables, escenarios climáticos y análisis de riesgos integrados([52], [63], [65]). Modelos que incluyan incertidumbre climática, comportamiento adaptativo y decisiones de inversión en capacidades ([65], [66], [57]).

5) Geografías del conocimiento y contextualización: América Latina como laboratorio crítico

La concentración de producción en pocos países sugiere una agenda pendiente: ampliar evidencia en regiones con alta dependencia agrícola y heterogeneidad institucional ([46], [45], [57]). América Latina ofrece condiciones idóneas para preguntas de frontera: alta biodiversidad, cadenas con informalidad, desigualdad rural, tensiones por tierra y agua, y al mismo tiempo oportunidades de innovación social y gobernanza territorial ([42], [29], [57]).

Preguntas clave:

¿Cómo influyen informalidad, debilidad regulatoria o estructuras agrarias en la adopción y sostenibilidad de prácticas responsables? ([57], [42], [29]).

¿Qué arreglos territoriales y comunitarios generan sostenibilidad efectiva más allá de la certificación formal? ([50], [49], [57]).

¿Qué modelos de cooperación interorganizacional permiten escalar sostenibilidad sin desplazar costos hacia productores pequeños? ([31], [29], [42]).

Enfoques sugeridos:

Estudios comparados inter-país e inter-cadena en América Latina, con especial atención a gobernanza, justicia distributiva y capacidades locales ([42], [31], [29]). Investigaciones que conecten sostenibilidad de la cadena de suministro con gobernanza territorial (agua, biodiversidad, uso del suelo) ([42], [62], [61]). Por lo tanto, la agenda futura requiere pasar de un campo centrado en modelos, indicadores y soluciones parciales hacia un programa de investigación que explique mecanismos, evalúe resultados reales, considere efectos distributivos y reconozca la complejidad socioecológica de las cadenas de suministros agrícolas ([45], [46], [47]). La contribución más valiosa en adelante será aquella que conecte innovación técnica con gobernanza, medición rigurosa e implementación verificable, especialmente en contextos donde la sostenibilidad es simultáneamente una necesidad ambiental y una condición de justicia económica ([53],[50], [61]).

Conclusiones

El análisis realizado permite afirmar que la sostenibilidad en las cadenas de suministros agrícolas ha transitado, en las últimas dos décadas, de un interés incipiente y fragmentado hacia un campo consolidado, con una producción científica sostenida y una creciente sofisticación metodológica. A partir de 2015 se observa una aceleración significativa de publicaciones, que se intensifica en el periodo 2020-2025, evidenciando no solo mayor volumen sino también una ampliación temática que responde a presiones regulatorias, exigencias de mercado, crisis climáticas y transformaciones tecnológicas.

Sin embargo, el crecimiento cuantitativo no ha estado acompañado de una integración teórica proporcional. La estructura intelectual del campo revela la coexistencia de comunidades temáticas relativamente especializadas. Por un lado, se consolidan enfoques orientados a la optimización, la modelación matemática y la mejora del desempeño logístico. Por otro, emergen líneas centradas en evaluación ambiental, economía circular, trazabilidad y tecnologías digitales. Aunque la sostenibilidad opera como eje articulador entre estas corrientes, persisten tensiones conceptuales y escasa articulación entre los enfoques técnico-operativos y las dimensiones sociales e institucionales.

En este sentido, uno de los hallazgos más relevantes es que la sostenibilidad en cadenas de suministros agrícolas continúa siendo tratada predominantemente desde perspectivas de eficiencia y control, mientras que aspectos como gobernanza, relaciones de poder, distribución de valor, condiciones laborales y vulnerabilidad de pequeños productores ocupan posiciones menos centrales en la red temática. Esto sugiere que el campo ha avanzado con mayor intensidad en la medición y optimización de impactos que en la comprensión de los mecanismos estructurales que reproducen desigualdades dentro de las cadenas.

Asimismo, la fuerte presencia de estudios sobre tecnologías de trazabilidad, digitalización y sistemas de información evidencia una creciente confianza en soluciones técnicas para enfrentar problemas complejos. No obstante, la literatura aún ofrece evidencia limitada sobre los resultados reales de implementación, los costos de adopción y las condiciones institucionales necesarias para que dichas soluciones generen transformaciones sostenibles verificables. En consecuencia, se requiere una agenda que articule innovación tecnológica con análisis organizacional e institucional, superando una aproximación predominantemente instrumental.

Desde el punto de vista geográfico, la producción científica se concentra en un conjunto reducido de países con alta capacidad investigativa, lo que plantea interrogantes sobre la representatividad contextual de los hallazgos dominantes. La sostenibilidad en cadenas de suministros agrícolas se despliega en realidades productivas heterogéneas, marcadas por diferencias en estructura agraria, regulación, acceso a mercados y vulnerabilidad climática. Por tanto, una mayor diversificación geográfica y estudios comparativos fortalecerían la validez externa del campo y enriquecerían su base empírica.

El análisis de redes por fuentes y coautorías confirma además que el campo se caracteriza por una creciente interdisciplinariedad, aunque aún con niveles moderados de colaboración internacional. Esta configuración abre oportunidades para investigaciones comparadas de

mayor alcance que permitan identificar patrones estructurales y variaciones institucionales en distintos contextos regionales, particularmente en economías emergentes.

En conjunto, esta cartografía bibliométrica demuestra que la sostenibilidad en cadenas de suministros agrícolas ha alcanzado un grado de madurez suficiente para avanzar hacia una nueva etapa. El desafío no radica únicamente en perfeccionar modelos de optimización o ampliar indicadores ambientales, sino en integrar de manera coherente dimensiones económicas, sociales, tecnológicas e institucionales bajo marcos explicativos más robustos. El campo necesita transitar desde una lógica centrada en “qué mejorar” hacia una comprensión más profunda de “cómo transformar” las cadenas de suministros agrícolas en sistemas sostenibles, resilientes y equitativos.

Finalmente, este estudio no solo sistematiza la evolución intelectual del área entre 1999 y 2026, sino que identifica vacíos estructurales que pueden orientar futuras investigaciones. La agenda emergente exige investigaciones empíricas comparativas, mayor integración entre gobernanza y desempeño operativo, evaluación longitudinal de impactos reales y enfoques que reconozcan la complejidad socioecológica de los sistemas agroalimentarios. En esa medida, esta revisión contribuye a consolidar el campo y, al mismo tiempo, a delinear sus próximas fronteras científicas.

Referencias

- [1] D. Tranfield, D. Denyer y P. Smart, «Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge,» *British Journal of Management*, vol. 14, n° 3, p. 207–222, 2003.
- [2] I. Zupic y T. Čater, «Bibliometric methods in management and organization.,» *Organizational Research Methods*, vol. 18, n° 3, p. 429–472, 2015.
- [3] N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey y W. M. Lim, «How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines,» *Journal of Business Research*, vol. 133, p. 285–296, 2021.
- [4] L. Waltman, «A review of the literature on citation impact indicators,» *Journal of Informetrics*, vol. 10, n° 2, p. 365–391, 2016.
- [5] P. Mongeon y A. Paul-Hus, «The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis,» *Scientometrics*, vol. 106, p. 213–228, 2016.
- [6] A.-W. Harzing y S. Alakangas, «Google Scholar, Scopus and Web of Science: A longitudinal and cross-disciplinary comparison,» *Scientometrics*, vol. 106, p. 787–804, 2016.
- [7] M. J. Page, J. E. McKenzie, P. M. Bossuyt, I. Boutron, T. C. Hoffmann, C. D. Mulrow, L. Shamseer, J. M. Tetzlaff, E. A. Akl, S. E. Brennan, R. Chou, J. Glanville, J. M.

Grimshaw y M. Lalu, «The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews,» *BMJ*, vol. 372, n° 71, 2021.

[8] M. J. Cobo, A. G. López-Herrera, E. Herrera-Viedma y F. Herrera, «Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study,» *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 62, n° 7, p. 1382–1402, 2011.

[9] M. Aria y C. Cuccurullo, «bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis,» *Journal of Informetrics*, vol. 11, n° 4, p. 959–975, 2017.

[10] N. J. van Eck y L. Waltman, «Software survey: VOSviewer,» *Scientometrics*, vol. 84, p. 523–538, 2010.

[11] M. M. Kessler, «Bibliographic coupling between scientific papers,» *American Documentation*, vol. 14, n° 1, p. 10–25, 1963.

[12] N. Mejía Franco, A. Echeverri Rubio y J. A. Vieira Salazar, «Análisis bibliométrico: rol de los stakeholders en la sostenibilidad de las pymes= Bibliometric analysis: role of stakeholders in the sustainability of smes,» *Lúmina*, vol. 22, n° 2, pp. 1-30, 2021.

[13] J. A. Vieira Salazar, A. Echeverri Rubio y C. Y. Veloza, «La responsabilidad social empresarial y el mandato legal: un análisis sistemático de la literatura,» *Ánfora*, vol. 32, n° 58, p. 290–320, 2025.

[14] J. A. Vieira Salazar, A. Echeverri Rubio y J. M. Rico Martínez, «Tendencias y estado de la investigación en rutas turísticas. Análisis bibliométrico y narrativo de la literatura,» *Sociedad y Economía*, vol. 1, n° 54, 2025.

[15] M. Giraldo-Gallego, L. Lugo y T. Buitrago, «Revisión teórica de la investigación en Desigualdad y Educación,» *Revista de Ingenierías Interfaces*, vol. 5, n° 1, pp. 1-22, 2022.

[16] Á. Aguirre-Castaño, P. Álvarez y M. Patiño- Ospina, «Redes sociales y la salud mental un análisis bibliométrico,» *Revista de Ingenierías Interfaces*, vol. 5, n° 1, pp. 1-30, 2022.

[17] D. Ramírez-Carvajal, M. E. Carvajal-Henao, A. Toro-Cardona y A. M. Grisales-Aguirre, «Competencias en networking: perspectivas desde una revisión literaria,» *Revista de Ingenierías Interfaces*, vol. 4, n° 1, pp. 103-127, 2020.

[18] D. Díez, A. Echeverri y É. Sepúlveda, «La Revisión Bibliográfica Integral (ReBI) como método transdisciplinar. Su relevancia frente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS),» de *Aproximaciones académicas a los ODS*, 2020, pp. 11-29.

[19] C. P. López Pérez, J. A. Vieira Salazar y A. Echeverri Rubio, «Leadership and its influence on happiness at work: A narrative literature review,» *Cuadernos de Administración*, vol. 39, n° 75, 2023.

- [20] A. Echeverri Rubio, G. Y. Fernández Yepes y L. A. Vásquez Marín, «Gobernanza para el desarrollo y la sostenibilidad de los destinos turísticos: una revisión de la literatura con ToS,» *Revista de Ingenierías Interfaces*, vol. 5, n° 1, pp. 1-22, 2022.
- [21] S. S. Kamble, A. Gunasekaran y S. A. Gawankar, «Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications,» *International Journal of Production Economics*, vol. 219, pp. 179-194, 2020.
- [22] S. Saurabh y K. Dey, «Blockchain technology adoption, architecture, and sustainable agri-food supply chains,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 284, n° 124731, 2021.
- [23] S. V. Matos y J. K. Hall, «Integrating sustainable development in the supply chain: The case of life cycle assessment in oil and gas and agricultural biotechnology,» *Journal of Operations Management*, vol. 25, n° 6, p. 1083–1102, 2007.
- [24] S. Zailani, K. Jeyaraman, G. Vengadasan y R. Premkumar, «Sustainable supply chain management (SSCM) in Malaysia: A survey,» *International Journal of Production Economics*, vol. 140, n° 1, pp. 330-340, 2012.
- [25] R. Sharma, S. S. Kamble, A. Gunasekaran, V. Kumar y A. Kumar, «A systematic literature review on machine learning applications for sustainable agriculture supply chain performance,» *Computers & Operations Research*, vol. 119, n° 104926, 2020.
- [26] T. A. Gardner, M. Benzie, J. Börner, E. Dawkins, S. Fick, R. Garrett, J. Godar, A. Grimard, S. Lake, R. K. Larsen, N. Mardas, C. L. McDermott, P. Meyfroidt, M. Osbeck, M. Persson y Semb, «Transparency and sustainability in global commodity supply chains,» *World Development*, vol. 121, p. 163–177, 2019.
- [27] J. G. A. J. van der Vorst, S.-O. Tromp y D.-J. Van der Zee, «Simulation modelling for food supply chain redesign: Integrated decision making on product quality, sustainability and logistics,» *International Journal of Production Research*, vol. 47, n° 23, p. 6611–6631, 2009.
- [28] P. M. Wognum, H. J. Bremmers, J. H. Trienekens, J. G. Van der Vorst y J. M. Bloemhof, «Systems for sustainability and transparency of food supply chains—current status and challenges,» *Advanced Engineering Informatics*, vol. 25, n° 1, p. 65–76, 2011.
- [29] S. K. Kumar Mangla, S. Luthra, N. Rich, D. Kumar, N. P. Rana y Y. K. Dwivedi, «Enablers to implement sustainable initiatives in agri-food supply chains,» *International Journal of Production Economics*, vol. 203, p. 379–393, 2018.
- [30] G. Berti y C. Mulligan, «Competitiveness of small farms and innovative food supply chains: The role of food hubs in creating sustainable regional and local food systems,» *Sustainability*, vol. 8, n° 7, p. 616, 2016.
- [31] W. A. P. Dania, K. Xing y Y. Amer, «Collaboration behavioural factors for sustainable agri-food supply chains: A systematic review,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 186, p. 851–864, 2018.

[32] R. Parajuli, G. Thoma y M. D. Matlock, «Environmental sustainability of fruit and vegetable production supply chains in the face of climate change: A review,» *Science of the Total Environment*, vol. 650, p. 2863–2879, 2019.

[33] B. G. Smith, «Developing sustainable food supply chains,» *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 363, n° 1492, p. 849–861, 2008.

[34] H. Allaoui, Y. Guo y J. Sarkis, «Decision support for collaboration planning in sustainable supply chains,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 229, p. 761–774, 2019.

[35] J. Hall y S. Matos, «Incorporating impoverished communities in sustainable supply chains,» *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 40, n° 1/2, p. 124–147, 2010.

[36] A. A. Mukherjee, R. K. Singh, R. Mishra y S. Bag, «Application of blockchain technology for sustainability development in agricultural supply chain: justification framework,» *Operations Management Research*, vol. 15, n° 1/2, p. 46–61, 2022.

[37] R. Krishnan, R. Agarwal, C. Bajada y K. Arshinder, «Redesigning a food supply chain for environmental sustainability – An analysis of resource use and recovery,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 242, p. 118374, 2020.

[38] A. Touboulic y H. Walker, «Theories in sustainable supply chain management: A structured literature review,» *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 45, n° 1/2, p. 16–42, 2015.

[39] J. Belaud, N. Prioux, C. Vialle y C. Sablayrolles, «Big data for agri-food 4.0: Application to sustainability management for by-products supply chain,» *Computers in Industry*, vol. 111, p. 41–50, 2019.

[40] R. L. Rana, C. Tricase y L. De Cesare, «Blockchain technology for a sustainable agri-food supply chain,» *British Food Journal*, vol. 123, n° 11, p. 3471–3485, 2021.

[41] S. Jarzębowski, M. Bourlakis y A. Bezat Jarzębowska, «Short food supply chains (SFSC) as local and sustainable systems,» *Sustainability*, vol. 12, n° 11, p. 4715, 2020.

[42] X. Rueda, R. D. Garrett y E. F. Lambin, «Corporate investments in supply chain sustainability: Selecting instruments in the agri-food industry,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 142, p. 2480–2492, 2017.

[43] A. Del Borghi, M. Gallo, C. Strazza y M. Del Borghi, «An evaluation of environmental sustainability in the food industry through life cycle assessment: The case study of tomato products supply chain,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 78, p. 121–130, 2014.

- [44] W. Ahmed y A. Najmi, «Developing and analyzing framework for understanding the effects of GSCM on green and economic performance: Perspective of a developing country,» *Management of Environmental Quality: An International Journal*, vol. 29, n° 4, p. 740–758, 2018.
- [45] N. Karimi, «Unveiling trends in optimizing sustainable agri-food supply chains: A bibliometric analysis and review,» *Sustainable Futures*, vol. 7, p. 101483, 2025.
- [46] G. P. Agnusdei y B. Coluccia, «Sustainable agrifood supply chains: Bibliometric, network and content analyses,» *Science of the Total Environment*, vol. 828, p. 153704, 2022.
- [47] A. Amamou, S. Chabouh, L. Sidhom, A. Zouari y A. Mami, «Agri-Food Supply Chain Sustainability Indicators from a Multi-Capital Perspective: A Systematic Review,» *Sustainability (Switzerland)*, vol. 17, n° 9, p. 4174, 2025.
- [48] D. M. Kasari, M. Suf y I. N. Vanany, «A bibliometric analysis of risk management and sustainability in the agri-food supply chain: Future directions,» *Engineering Proceedings*, vol. 84, n° 1, p. 13, 2025.
- [49] M. M. Jayalath, R. Ratnayake, H. Perera y A. Thibbotuwawa, «Digitalizing traditional agri-food supply chains for sustainability: A governance perspective,» *Sustainable Futures*, vol. 7, p. 101356, 2025.
- [50] T. Perdana, K. Kusnandar, H. H. Perdana y F. R. Hermiatin, «Circular supply chain governance for sustainable agri-food systems: A review and research agenda,» *Sustainable Production and Consumption*, vol. 40, p. 1–16, 2023.
- [51] Y. He, Y. Yu, X. Guo y D. Li, «Government subsidy and firm's cost sharing in sustainable agri-food supply chain under weather uncertainty,» *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 58, n° 10, p. 5530–5548, 2023.
- [52] R. Nabillah, N. I. Fawzi, H. E. Awuh, Rijanta, I. Zahara Qurani, S. Suwardi y N. Danapriatna, «Exploring the dynamics of supply chain sustainability and resilience in the coconut agriculture: the case of Indragiri Hilir in Indonesia,» *Environment, Development and Sustainability.*, vol. 40, p. 1–16, 2025.
- [53] M. Quayson, C. Bai, J. Sarkis y M. A. Hossin, «Evaluating barriers to blockchain technology for sustainability in agricultural supply chains: A decision-making approach,» *Operations Management Research*, vol. 17, n° 2, p. 728–753, 2024.
- [54] K. Nayal, R. D. Raut, B. E. Narkhede, P. Priyadarshinee, G. B. Panchal y V. V. Gedam, «Antecedents for blockchain technology-enabled sustainable agriculture supply chain: An empirical investigation,» *Annals of Operations Research*, vol. 327, p. 293–337, 2023.

[55] S. Stanescu, C. A. Ionescu, M. C. Ștefan, L. Ionescu, G. Bondac y A. M. Cristea, «Digitalization and blockchain integration in agri-food supply chains: Towards a resilient, circular, and sustainable future,» *Sustainability (Switzerland)*, vol. 17, n° 20, p. 9276, 2025.

[56] A. Pokale, H. Azath, V. Muneeswaran y D. Saravanan, «Towards resilient agricultural supply chains: A framework for validating the impact of blockchain technology on sustainability,» de 2024 IEEE International Students' Conference on Electrical, Electronics and Computer Science (SCEECS 2024), 2024.

[57] A. D. McHopa, «Agri-food supply chains and sustainability of households' livelihood outcomes among sunflower smallholder farmers in Tanzania,» *Social Sciences and Humanities Open*, vol. 13, p. 102552, 2026.

[58] R. S. Chaudhari, S. B. Rane, S. K. Mahajan, V. M. Phalle, B. E. Narkhede y R. Raut, «Integrated IoT-Blockchain architecture for sustainable agriculture supply chain: A systematic review and future research directions,» *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 2026.

[59] P. Prospero, Y. Soltanpour, S. Ahmadi Kaliji, L. Ouahi, M. A. Hou, C. Achillas, H. Ahmed, D. Aidonis, L. Bartoli, M. De Rosa, A. Ghannouchi, J. Harm, E. D. Lioutas, Terilli y Camanzi, «Agricultural and food business dynamics in the Mediterranean region: Identifying key indicators for sustainable supply chain systems originated by small-scale farming production,» *New Medit*, vol. 23, n° 3, p. 103–127, 2024.

[60] R. R. D. Santos, P. Guarnieri, S. A. Reis, J. M. Carvalho y C. R. Peña, «The social dimension and indicators of sustainability in agrifood supply chains,» de *Operations Management for Social Good*, Springer, 2020, p. 603–615.

[61] A. L. Tasca, S. Nessi y L. Rigamonti, «Environmental sustainability of agri-food supply chains: An LCA comparison between two alternative forms of production and distribution of endive in northern Italy,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 140, p. 725–741, 2017.

[62] P. Garofalo, L. D'Andrea, M. Tomaiuolo, A. Venezia y A. Castrignanò, «Environmental sustainability of agri-food supply chains in Italy: The case of the whole-peeled tomato production under life cycle assessment methodology,» *Journal of Food Engineering*, vol. 200, p. 1–12, 2017.

[63] S. Trivedi, N. Anand, R. G. Sunder y S. Negi, «Developing a sustainable supply chain for climate change-resilient agriculture in Uttarakhand State of India,» *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, vol. 13, n° 1, 2022.

[64] A. Zavala-Alcívar, M.-J. Verdecho y J.-J. Alfaro-Saiz, «Resilient strategies and sustainability in agri-food supply chains in the face of high-risk events,» de *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, Springer, 2020, p. 530–541.

[65] H. Qudrat-Ullah y M. Shamsuddoha, «System Dynamics for Sustainable Agriculture and Resilient Supply Chains,» de System Dynamics for Sustainable Agriculture and Resilient Supply Chains, Edward Elgar Publishing, 2025.

[66] A. Zavala-Alcívar, M.-J. Verdecho y J.-J. Alfaro-Saiz, «Assessing and selecting sustainable and resilient suppliers in agri-food supply chains using artificial intelligence: A short review,» de In IFIP Advances in Information and Communication Technology, Springer, 2020, p. 501–510.