



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS










<https://doi.org/10.14483/2256201X.24293>


ARTÍCULO DE REVISIÓN

ISSN 0120-0739 • e-ISSN 2256-201X


Sostenibilidad ambiental del mueble de madera: un análisis bibliométrico y de redes


Environmental sustainability of wooden furniture: a bibliometric and network analysis

Quimey Morales-Caro ^a, Leticia Elizabeth Romero-García ^{a,b}, Enrique Genaro Martínez-González ^c,
Juan E. Núñez-Ríos ^{a,b}, Jacqueline Y. Sánchez-García ^{a,b}, Norman Aguilar-Gallegos ^{a,b} 

^a Universidad Panamericana. Zapopan, Jalisco, México. 

^b Networks and Systems Thinking Research Group – NeST.

^c Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Chapingo, Estado de México, México. 

 Autor para correspondencia

Recibido: 24 de octubre de 2025

Aceptado: 20 de febrero de 2026

Citación: Morales-Caro, Q., Romero-García, L. E., Martínez-González, E. G., Núñez-Ríos, J. E., Sánchez-García, J. Y., & Aguilar-Gallegos, N. (2026). Sostenibilidad ambiental del mueble de madera: un análisis bibliométrico y de redes. *Colombia Forestal*, 29(2), e24293.

<https://doi.org/10.14483/2256201X.24293>

Highlights

- El análisis de desempeño mostró que el tema ha crecido en número, autores y países involucrados.
- El mapeo de la ciencia reveló que la colaboración científica es amplia pero dispersa.
- La red de co-palabras reveló distintas áreas temáticas de la sostenibilidad del mueble de madera.
- La certificación forestal y la cadena de suministro ecológica son clave para la sostenibilidad.
- La sostenibilidad del mueble de madera está asociada a buscar alternativas a la madera.

Resumen

Este estudio presenta un análisis bibliométrico y de redes sobre el conocimiento global de la sostenibilidad ambiental del mueble de madera, el objetivo es develar la producción científica del tema, ofreciendo un panorama general y actual del mismo; así como identificando patrones de colaboración científica y temáticas desarrolladas. Se generó una colección de 295 documentos, extraídos de Scopus. Se utilizaron técnicas bibliométricas en dos vertientes: análisis de desempeño y mapeo de la ciencia, usándose además el enfoque del análisis de redes sociales. Los resultados indican que el tema es reciente y ha venido creciendo en

los últimos años. La participación de autores es amplia pero dispersa. Además, con la red de palabras clave se identificaron cuatro ejes temáticos. Los hallazgos pueden ser utilizados por varios actores involucrados en el sector de mueble de madera, desde investigadores hasta hacedores de política, contribuyendo con un objetivo más amplio de desarrollo sostenible.

Palabras clave: análisis de redes sociales, bibliometría, desarrollo sostenible, industria de la madera, productos de madera, sector forestal.

Abstract

This study presents a bibliometric and network analysis regarding the global knowledge of the environmental sustainability of wooden furniture. It aims to reveal the scientific production of this theme, showing a general and current overview of it, as well as identifying patterns of scientific collaboration and topics developed. A collection of 295 documents was compiled, extracted from Scopus. Bibliometric techniques were used on two streams: performance analysis and science mapping; using, besides, a social network analysis approach. The results indicate that the topic is recent and has grown in the last years. Involvement of authors is broad but dispersed. Additionally, with the network of keywords, four thematic streams were identified. The findings can be used by different stakeholders involved in the wooden furniture sector, from researchers to policymakers, contributing to a wider objective of sustainable development.

Keywords: Social network analysis, bibliometrics, scientific collaboration, sustainable development, wood industry, wood products, forest sector.

INTRODUCCIÓN

Hace más de medio siglo, diversas organizaciones e intelectuales comenzaron a preocuparse por la degradación del medio ambiente ocasionada por un desarrollo económico acelerado (Basiago, 1995b). Las Naciones Unidas [United Nations, en inglés, (UN)], como uno de los actores importantes en el tema, ha considerado dentro de sus cinco áreas de trabajo el apoyo a un desarrollo sostenible, el cual se sustenta en el entendimiento de "... satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (Brundtland, 1987, p. 24), mismo concepto que se ha abierto a no sólo reducir la pobreza alimentaria y salvaguardar el medio ambiente, sino en alcanzar un espectro más amplio de desarrollo social, económico y ambiental (Basiago, 1995a). Esto ha llevado a la UN a liderar y emprender acciones colectivas con otros actores, como la FAO y OCDE, a través de diversos tratados, normativas y otros documentos (United Nations, 2000; 2012; 2015). En ellos se ha advertido sobre la necesidad de considerar un enfoque ambiental para el manejo adecuado de los recursos naturales, principalmente, en su ciclo de vida (Basiago, 1995a): desde la exploración y extracción, hasta la transformación en productos, consumo de energía, generación de desperdicios, consumo y regeneración de los mismos (Brundtland, 1987).

Por tanto, a pesar de que la sostenibilidad ha alcanzado ciertas mejoras en algunos ecosistemas del planeta (MacDicken *et al.*, 2015), también se reconoce que se ha vuelto un concepto abstracto, difícil de ejecutar y de alcanzar de manera global, encauzando su maleabilidad de acuerdo con los contextos y reglamentos de cada país (United Nations, 2012), así como necesidades de cada sector. Por ejemplo, los bosques juegan un

papel importante y son un tema relevante en el planeta debido a que son ecosistemas que ofrecen hábitat a diferentes especies, reducen la erosión, balancean la temperatura del clima, brindan elementos de salud y trabajo, así como mantienen y mejoran la productividad agrícola (Brundtland, 1987; OCDE/FAO, 2023; FAO, 2024a). Esto hace que 1.6 billones de personas en el mundo dependan de los bosques para su subsistencia al tiempo que reducen un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero (World Resources Institute, 2025). Sin embargo, la actividad humana los ha puesto en riesgo, debido a la degradación, deforestación y desertificación (Brundtland, 1987; OCDE/FAO, 2023; FAO, 2024a). A pesar de ello, en años recientes, mediante una evaluación de los avances en la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (United Nations, 2015), se detectó una mejora marginal en el tema de los bosques (ODS-15) (OCDE/FAO, 2023; United Nations, 2024; World Resources Institute, 2025), con ejemplos claros en Indonesia y Brasil (FAO, 2024b).

En este sentido, si bien hay un progreso en el manejo sostenible forestal, es necesario continuar con acciones que mitiguen los problemas de conservación, restauración y uso que enfrentan los bosques (FAO, 2024b). Según Aguirre-Calderón (2015), el manejo forestal sostenible es una estrategia de manejo de recursos naturales, que considera las interacciones ecológicas, económicas y sociales, dentro de un área definida, a corto y largo plazo. Con lo anterior, dentro del sector forestal, las empresas juegan un papel importante para lograr o no su sostenibilidad (Magaña *et al.*, 2020) al momento de hacer un uso eficiente tanto de productos no maderables (e.g., recursos medicinal e infusiones) como maderables para la construcción, uso doméstico y decorativo (FAO, 2022; Rascón-Solano *et al.*, 2023).

Actualmente, el consumo y preferencia de los muebles de madera están al alza, junto con una cultura de preservación debido a los varios beneficios de sus atributos (Mensah *et al.*, 2025). Es entonces que, las empresas pueden aprovechar los recursos naturales, pero manteniendo la esencia de los bosques en el futuro (Okiwelu & Noutcha, 2016), tal y como hasta ahora se evidencia en la meta de “prácticas sostenibles corporativas”, del ODS-12, “Producción y consumo responsable” (United Nations, 2024). De esta forma, en el caso particular de las empresas del mueble de madera, se ha discutido y evidenciado la importancia que tiene el consumo responsable de la materia prima (Bumgardner & Nicholls, 2020; Dalalah *et al.*, 2022). Además, deben asumir un compromiso a lo largo de toda la cadena de suministro para mitigar la deforestación (OCDE/FAO, 2023).

Estudios en el tema se han centrado en la competitividad del sector (Gordeev, 2020), investigando la gestión de las cadenas de valor (Mensah *et al.*, 2025) dentro de sistemas más amplios, incluso inteligentes (Zhang & Zhu, 2025). Estos estudios, se han realizado de manera fragmentada geográficamente, destacando el papel de China en el mercado (Barbu & Tudor, 2021) y en el manejo sustentable (Xiong *et al.*, 2022), pero han dejado fuera a países en desarrollo (Epede & Wang, 2022). Además, aunque otros estudios bibliométricos (e.g., Carrillo & Miranda, 2021) han ofrecido un panorama de la industria del mueble de madera, la literatura existente destaca la necesidad de realizar estudios más completos y con una cobertura más amplia (Epede & Wang, 2022) en el que se consideren otras bases de datos como Scopus (Carrillo & Miranda, 2021). En este sentido y bajo este contexto en que se ha demostrado la relevancia de los bosques, el sector forestal y los productos primarios y secundarios de la madera, además de la necesidad de documentar más estos temas e incorporar evidencia en la literatura, este artículo tiene como objetivo develar lo que se ha estudiado sobre la sostenibilidad ambiental del mueble de madera a nivel mundial, a través de un análisis bibliométrico de la literatura científica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de datos

Para la obtención de los datos, se utilizó Scopus por considerarse una base de datos con una cobertura más amplia y por ser más consistente en los metadatos de las publicaciones científicas (Falagas *et al.*, 2008; Baas *et al.*, 2020). Por la calidad de sus datos, Scopus ha sido ampliamente usado en diferentes tipos de estudios bibliométricos (Baas *et al.*, 2020). Así, se diseñó una cadena de búsqueda con cuatro grupos de palabras clave relacionadas al objetivo de la investigación. En el primero, se incluyó la ecología y al medio ambiente; en el segundo, se introdujo la sostenibilidad; en el tercero, se incorporaron los términos de la madera y materiales derivados de la misma; por último, en el cuarto, se incluyeron las relacionadas a los muebles de madera. En consecuencia, la cadena final conformada fue: *(TITLE-ABS-KEY (sustainab*) AND TITLE-ABS-KEY (ecolog* OR environment* OR sdg-12 OR sdg-15 OR sgd12 OR sgd15) AND TITLE-ABS-KEY (forest* OR wood* OR tree* OR s?lviculture OR timber* OR mdf OR "Medium Density Fiberboard" OR plywood OR lumber) AND TITLE-ABS-KEY (furniture OR furnishing OR fitment OR woodworking))*.

Esta búsqueda se realizó el 18 de junio del 2025, obteniendo 438 documentos. A este resultado, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, que fueron: retener los tipos de documentos categorizados como artículos y revisiones (categorías *article* y *review* en Scopus); en lo que respecta a idiomas, se incluyeron todos los documentos pues todos los documentos contenían el título, el resumen y las palabras clave en inglés, lo que permitió procesarlos en general; tampoco se usó ningún criterio para la temporalidad de los datos. De esta forma, de los 438 documentos iniciales, se retuvieron 300. Los registros de todos ellos fueron descargados. Sin embargo, se encontraron cinco registros que no contenían los datos de nombres de autores, así como de otros campos, por lo cual se decidió excluirlos. La base de datos final estuvo conformada por 295 documentos. Todo este proceso, siguiendo la propuesta PRISMA de Page *et al.* (2021), se resume en la Figura 1. Posteriormente, los datos fueron limpiados, homogeneizados y sistematizados para su análisis.

Limpeza y homogenización de los datos

Una vez descargada la base de datos, se procedió a realizar un proceso de limpieza y homogenización de datos. Lo anterior porque en el campo de autores, se comenzaron a encontrar problemas de homonimia y sinonimia. Esta situación se genera porque en los procedimientos bibliométricos es posible trabajar con nombres cortos (e.g., Abid, U.), nombres largos (e.g., Abid, Umer) y el Scopus ID [e.g., Abid, Umer (57210912678)]. Así, se revisaron estas tres variables para incrementar la precisión y valides de los resultados. Al inicio, se encontraron 1133 autores con base en el nombre corto, 1191 con el nombre largo y 1189 con el Scopus ID. Posterior al proceso de limpieza y homogenización, la base quedó conformada por 1186 autores en las tres variables. Un proceso similar se siguió con las palabras clave (*keywords*) de autores, según lo indicado por Romero-García *et al.* (2026), donde consideran cinco aspectos a revisar y homogeneizar: singulares y plurales (e.g., *plastic* y *plastics*), abreviaciones (e.g., VOC = *volatile organic compound*), errores de escritura (e.g., en un artículo se reportó una palabra clave compuesta por "*wood boards .wood panels*" que en realidad eran dos palabras clave), sinónimos (e.g., *eco-label* y *eco-labeling*) y variaciones entre el inglés británico y americano (e.g., *characterization* y *characterisation*). En nuestro caso, también se homogeneizaron los caracteres

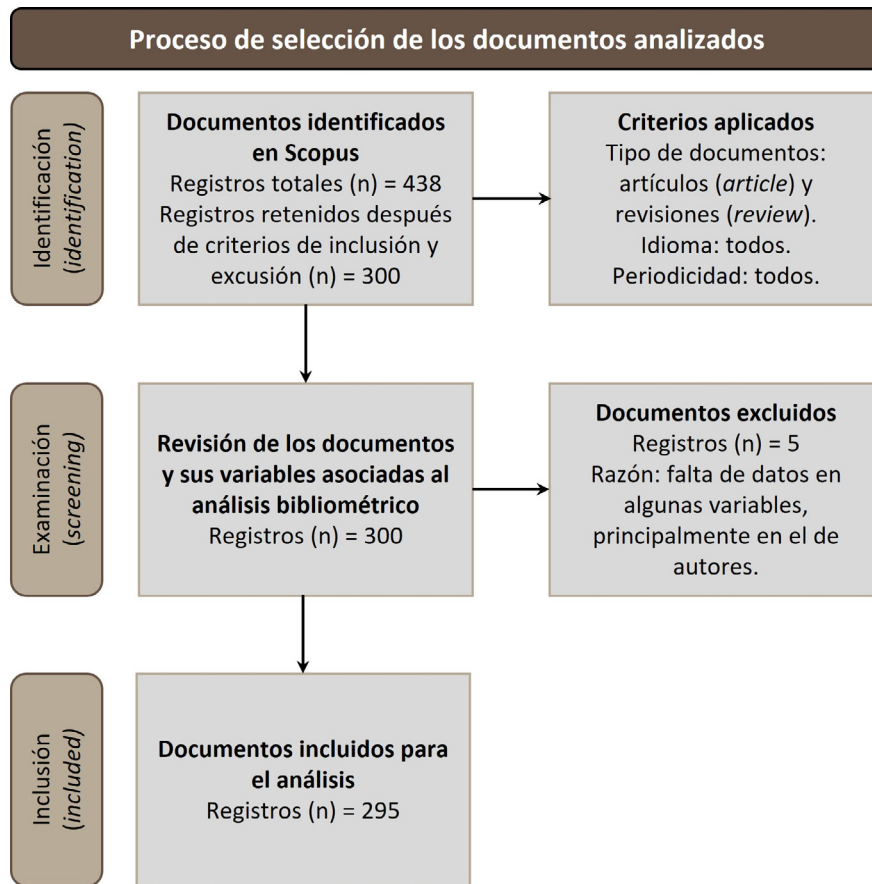


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA durante el proceso de selección de los documento analizados (diseño modificado a partir de [Page et al., 2021](#)).

especiales como guiones y paréntesis (e.g., *willingness-to-pay*). Con este proceso, se pasó de una base con 1158 términos a otra con 1099 palabras clave. Otro campo considerado fue el de los países de afiliación de los autores. Por último, también se revisó el nombre de las Revistas o Fuentes donde fueron publicados los documentos.

Técnicas y herramientas de análisis de los datos

Para desarrollar esta investigación se usó el análisis bibliométrico, porque a través de éste se pueden identificar tendencias emergentes, explorar temas de investigación específicos y comprender la colaboración en la investigación ([Destriana et al., 2024](#)). Así, con base en [Donthu et al. \(2021\)](#), se ocuparon las técnicas del análisis de desempeño y mapeo de la ciencia. La primera para medir la productividad, la influencia de los autores y países, así como de las contribuciones. La segunda, nos proporciona conocimiento a más detalle de cómo están articulados los elementos conocidos como constituyentes de la ciencia, entre ellos, autores y palabras clave en las publicaciones ([Aria & Cuccurullo, 2017](#)). Tomando como base la explicación de [Donthu et al. \(2021\)](#), entre las métricas usadas para el análisis de desempeño estuvieron: publicaciones totales, número de autores, niveles de coautoría, años activos de publicación, citas totales, citas promedio y número de

publicaciones citadas. De forma complementaria, para el mapeo de la ciencia, se emplearon las técnicas del análisis de colaboración a nivel de autores y, también, el análisis de co-palabras. Además, para la edición, limpieza y homogenización, se utilizó minería de datos (Natarajan *et al.*, 2010) y diferentes paquetes en RStudio, entre ellos: dplyr, stringr, tidyr y readxl. Para el desarrollo de las técnicas bibliométricas se empleó Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017). También, se usó el enfoque del análisis de redes sociales (Borgatti *et al.*, 2013; Aguilar-Gallegos *et al.*, 2017) para procesar y analizar los datos de colaboración científica y co-ocurrencia de palabras clave. En donde la estructura de las redes modo-dos (Borgatti & Everett, 1997) fue la base para dicho procesamiento. Para crear los archivos de red se utilizó el paquete igraph (Csárdi & Nepusz, 2006) en RStudio. Posteriormente, estos archivos se exportaron a Gephi (Bastian *et al.*, 2009) para visualizar las redes formadas.

RESULTADOS

Análisis de desempeño

Producción científica. El análisis de los 295 documentos que conforman la colección (Figura 2a) muestra que la producción científica sobre el tema de investigación ha venido incrementando, notándose al menos tres periodos. El primero, antes del 2014 con producciones anuales irregulares, mismas que no superaban los siete documentos e incluso con un periodo amplio desde la publicación del primer artículo (1990) hasta el siguiente (1999). El segundo, del 2015 al 2020 donde se nota un incremento más sostenido, superando los diez documentos por año. El tercero, los últimos cinco años (2021-2025), alcanzando un pico récord en el 2024 con 55 documentos. Incluso, para el año 2025, considerando que la fecha de colecta de los datos fue el 18 de junio del 2025 (casi a mitad de año, día 168 de 365), ya se ha alcanzado una producción de 37 documentos, superior a cualquiera de los años anteriores al 2024; por lo cual, la tendencia es buena. Justamente, en este último periodo se ha publicado el 55% (n=163) de la colección.

Producción por países. Al analizar la contribución por país, se tomó como dato de referencia el país de afiliación reportado por el primer autor, aunque en cuatro artículos no se reportó afiliación y tampoco pudo ser localizada manualmente ni en Scopus, ni Google Scholar. De esta forma, se encontraron 62 países diferentes. Así, se identificaron 25 países como los principales productores, pues al menos tienen tres documentos, los 37 países restantes se conglomeraron en "Otros" (Figura 2b), éstos produjeron 57 documentos (promedio de 1.5 documentos). Los resultados (Figura 2b, lado izquierdo) muestran que la producción sobre la sostenibilidad ambiental del mueble de madera tiene una gran diversidad, siendo China el principal productor con 63 documentos (21.4% del total), seguido de Brasil (d=24, 8.1%) y en tercero Italia (d=17, 5.8%). Sin embargo, a pesar de la gran diversidad, los 10 primeros lugares han producido más de la mitad de la colección (d=173, 58.64%). Adicionalmente, los resultados (Figura 2b, lado derecho) revelan que la producción en el tiempo también ha venido cambiando por países. En los primeros años, la relación muestra que la producción fue generada por pocos países, incluso provino de países con poca participación total. En años recientes, China y otros países han venido contribuyendo con mayor frecuencia, lo cual puede asociarse a su creciente posicionamiento reportado en el mercado y sector (Barbu & Tudor, 2021; Epede & Wang, 2022), así como del manejo sustentable (Xiong *et al.*, 2022).

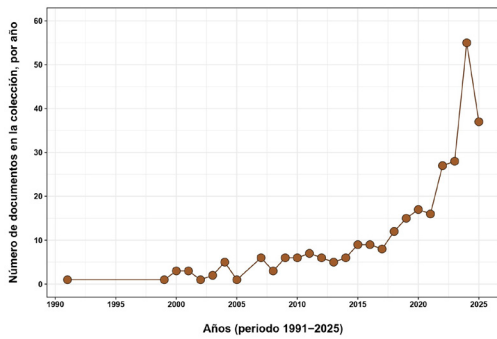
Producción por autores. Con respecto al desempeño de los autores que han participado en los 295 documentos, se encontraron 1186 autores diferentes. Además, sólo 7.12 % de la colección ($d=21$) ha sido firmada por un solo autor; mientras que el máximo número de coautores fue de 15, en dos documentos. En promedio, han sido 4.32 autores por documento. Se encontró que son doce autores los más productivos (Figura 2c), mismos que han publicado de tres a seis documentos; de ellos, siete han realizado sus contribuciones de forma reciente (2021-2025), incluso dos de ellos (i.e., Zhang, Z. y Yang, Y.) lo han hecho en los últimos tres años, ambos han sido colaboradores. Por último y fortaleciendo los resultados sobre los países, ocho de los doce autores han reportado su afiliación más reciente en China.

Documentos más citados. Con base en el número de citas reportadas en la colección, se filtraron las diez principales publicaciones (Tabla 1). Así, se encontró que el artículo más citado había alcanzado 1372 citas, 137.2 citas por año; mientras que, el artículo en la posición diez tenía 90 citas, 4.1 por año. En promedio, estos diez artículos han sido citados 279.4 veces, mientras que el promedio de la colección fue de 21.3. En total, los diez documentos suman 2794 citas, que representan 44.47% de las 6283 citas en toda la colección. La importancia de estas contribuciones, también se ve reflejada en las revistas en las que se encuentran publicadas, 90% de éstas han sido publicadas en revistas de cuartil Q1 (Tabla 1).

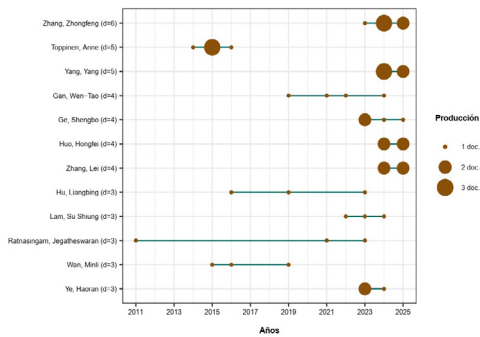
Al leer estas diez contribuciones, se encontró que los temas más citados se relacionan con las diferentes aplicaciones (energía, biológica y electrónica) que puede tener la madera, más allá de las actividades primarias del ser humano: casa – habitación, calefacción y muebles (e.g., Zhu *et al.*, 2016). También, sobre la importancia de la madera para el diseño de productos sustentables (Bovea & Vidal, 2004; Loftness *et al.*, 2007; González-García *et al.*, 2009), así como aquellos materiales con mayor resistencia al fuego o que no lo propagan (Jones *et al.*, 2018; Gan *et al.*, 2019). Otro tema, ha sido la certificación ambiental y el desarrollo de la economía circular en el sector forestal (Thompson *et al.*, 2010; Husgafvel *et al.*, 2018). Por último, existen artículos sobre revisiones (sistemáticas) de literatura, de ahí su alta citación (Zhu *et al.*, 2016; Asdrubali *et al.*, 2017; Jones *et al.*, 2020). De hecho, Bovea & Vidal (2004) hacen una revisión sobre el mueble de madera y la reducción del impacto ambiental desde su diseño.

Mapeo de la ciencia

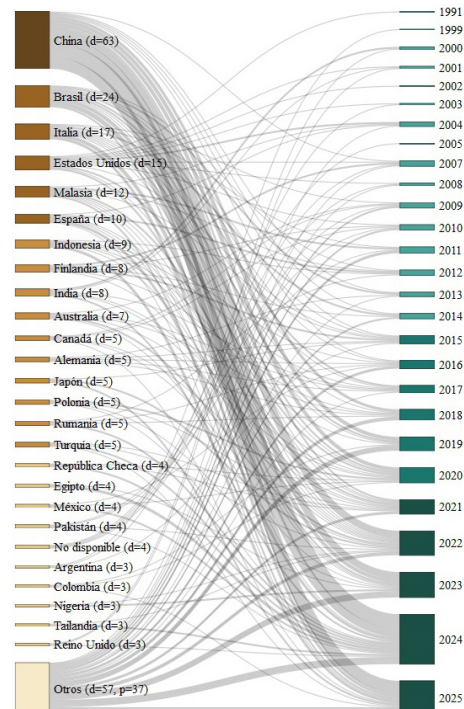
Análisis de la colaboración científica. Con base en la participación de los 1186 autores identificados en la colección, se encontró que 64 (5.4%) han contribuido en mínimo dos documentos, el restante lo han hecho en un solo documento. El mapeo de esta colaboración científica (Figura 3a), entre los 64 autores, está formado 101 vínculos entre ellos. Con un análisis de detección de comunidades, con el algoritmo de Blondel *et al.* (2008), incluido en Gephi (Bastian *et al.*, 2009), se encontraron 22 comunidades (Figura 3a, ver diferentes colores), seis de ellas con un solo nodo. En esta red, se pueden apreciar pequeños conjuntos de actores conectados, formando islas (i.e., componentes en términos de redes). En ellas, mientras más grande es el nodo, mayor es su nivel de colaboración y viceversa. Además, mientras más grueso el vínculo, mayor colaboración y viceversa. Lo anterior, nos permite argumentar que la producción científica sobre el tema ha venido surgiendo con distintos niveles de colaboración, pero que ésta está fragmentada. De hecho, el componente más grande, que está en el centro de la red, está formado por dos comunidades. Al comparar la red obtenida



a) Evolución de la producción científica (n=295) sobre la sostenibilidad ambiental del mueble de madera.



c) Autores (n=12) más productivos (Nota: d = documentos producidos en la colección).



b) Relación de la producción por país y los años de análisis (Nota: d = número de documentos producidos por país; p = número de otros países en esa categoría).

Figura 2. Resultados bibliométricos relacionado con el “Análisis de desempeño”.

Tabla 1. Las diez publicaciones más citadas dentro de la colección.

Lugar	Cita	Citas totales	Citas por año	Fuente (revista)	Categoría de la revista*	Cuartil SJR*
1	Zhu et al. (2016)	1372	137.2	Chemical Reviews	Chemistry (miscellaneous)	Q1
2	Jones et al. (2020)	363	60.5	Materials and Design	Materials Science (miscellaneous)	Q1
3	Asdrubali et al. (2017)	264	29.3	Building and Environment	Geography, Planning and Development	Q1
4	Gan et al. (2019)	186	26.6	Advanced Functional Materials	Biomaterials	Q1
5	Jones et al. (2018)	124	15.5	Fire and Materials	Ceramics and Composites	Q2
6	Loftness et al. (2007)	106	5.6	Environmental Health Perspectives	Health, Toxicology and Mutagenesis	Q1
7	Thompson et al. (2010)	104	6.5	Business Strategy and the Environment	Business and International Management	Q1
8	Husgafvel et al. (2018)	95	11.9	Journal of Cleaner Production	Environmental Science (miscellaneous)	Q1
9	González-García et al. (2009)	90	5.3	International Journal of Life Cycle Assessment	Environmental Science (miscellaneous)	Q1
10	Bovea y Vidal (2004)	90	4.1	Materials and Design	Materials Science (miscellaneous)	Q1

*Nota: información consultada el día 22 de diciembre del 2025, para cada una de las revistas, proveída por el SCImago Journal & Country Rank en <https://www.scimagojr.com/>. Se tomó el último dato informado; cuando una revista tenía múltiples categorías, se tomó la de mejor posición.

(Figura 3a) con los autores más productivos (Figura 2c), se aprecia que algunos autores forman parte de diferentes comunidades y otros pertenecen a la misma comunidad.

Análisis de co-palabras clave. Para revelar la estructura temática que se ha desarrollado alrededor del tema objetivo, se partió de las 1099 palabras clave de autor identificadas. Primero, se filtraron aquellas palabras usadas en mínimo dos documentos, reteniendo 140 palabras (12.74%). Posteriormente, se identificó que estas palabras formaban siete componentes. De éstos, cinco eran de una sola palabra y otro de solo tres términos. Por tanto, se seleccionó el componente más grande que conglomeraba 132 palabras clave con 371 vínculos derivados de su nivel de co-ocurrencia. Posteriormente, al realizar un análisis de comunidades (ver colores de los nodos, Figura 3b), se encontraron ocho ejes temáticos; de los cuales, se identificaron cuatro relacionados con la sostenibilidad ambiental del mueble de madera, mismas que se resumen enseguida. En esta red, a mayor tamaño del nodo, mayor nivel de conexión y viceversa; además, a mayor grosor del vínculo, mayor co-ocurrencia entre las palabras y viceversa.

Comunidad azul. Es la comunidad más grande, formada por 27 términos, los más sobresalientes fueron (Figura 3b): *sustainability*, *circular economy* y *emission(s)*. Además, se encontraron términos asociados a lo forestal y al mueble, entre las más importantes: *forest sector*, *supply chain* y *bamboo furniture*.

Comunidad verde. Es la segunda comunidad más grande, formada por 24 términos, los de mayor frecuencia fueron (Figura 3b): *furniture*, *life cycle assessment (lca)*, *wood*, *ecodesign*, *environmental impact(s)* y *sustainable design*.

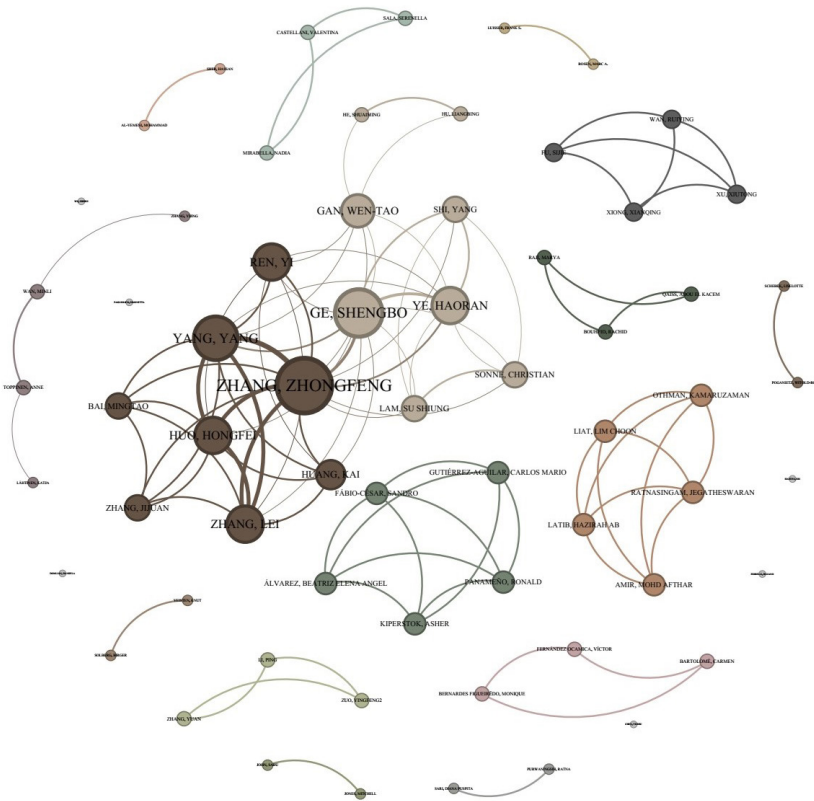
Comunidad morada. De las ocho comunidades identificadas, ésta se ubica en la posición cinco y está constituida por 12 términos, siendo los más relevantes (Figura 3b): *furniture industry*, *forest certification(s)*, *bamboo* y *wood supply chain*. Sin embargo, estos términos no están conectados entre sí, pero todos se ramifican desde *furniture industry*.

Comunidad cian oscuro. Esta comunidad, en tamaño, es la seis de las ocho identificadas y es la última que contienen elementos del tema central de esta investigación. Está formada por sólo diez términos y los más sobresalientes fueron (Figura 3b): *wooden furniture*, *ecolabel(s)-ing*, *wood products* y *certification*.

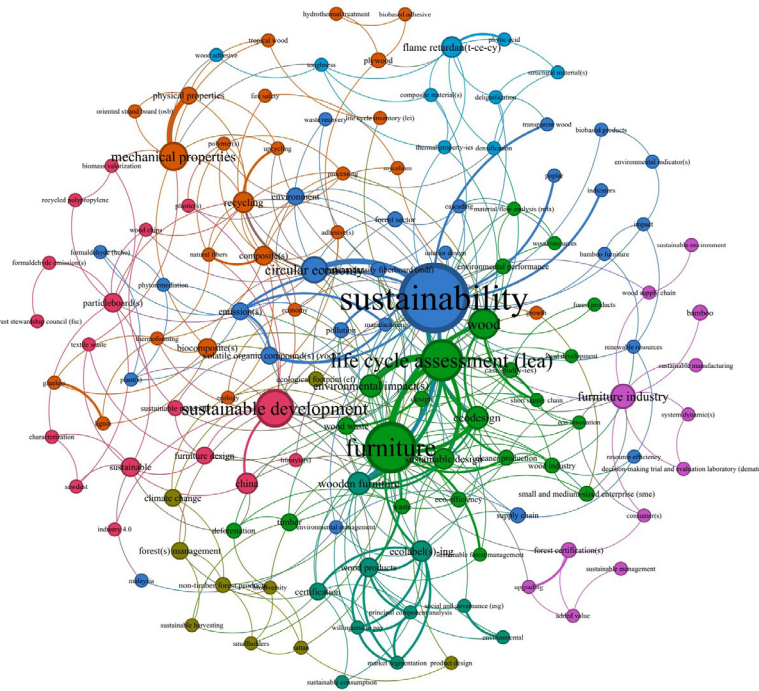
DISCUSIÓN

Tendencias de la producción

El análisis de desempeño ha demostrado cuatro principales aspectos. Primero, la producción científica sobre la sostenibilidad ambiental del mueble de madera ha venido creciendo, similar a otros temas asociados a la sostenibilidad (MacDicken *et al.*, 2015; Destriana *et al.*, 2024). Segundo, China se ha posicionado como el país de mayor relevancia en cuanto a publicaciones; este país ha considerado como parte fundamental de su crecimiento a la sostenibilidad (Xue & Tobias, 2015). Además, en los últimos años se ha incrementado la participación de distintos países que anteriormente no habían producido sobre el tema. Tercero, la literatura se ha desarrollado más en colaboración, pero ésta ha sido dispersa; es decir, las redes de colaboración no están tan articuladas. Cuarto, existen diez artículos que destacan por su alto nivel de citación; sin embargo,



a) Red de colaboración científica entre los autores.



b) Red de co-ocurrencia de palabras clave.

Figura 3. Resultados bibliométricos relacionado con el “Mapeo de la ciencia”.

al profundizar en éstos, se encontró que no están relacionados completamente al tema del mueble de madera, éste lo toman en cuenta porque se están buscando diferentes alternativas (Zhu *et al.*, 2016), distintas características (Asdrubali *et al.*, 2017), temáticas sustentables (Bovea & Vidal, 2004), certificaciones, entre otros, sobre la principal materia prima de los muebles: la madera. Por tanto, la sostenibilidad de la madera, en general, está influenciada por (e influenciará a) lo relacionado con el mueble de madera. Con lo anterior, se puede argumentar que el tema ha atraído el interés de los investigadores alrededor del mundo, pues ha estado creciendo en número, autores y países involucrados; además de la formación de redes de colaboración.

Ejes temáticos desarrollados

El análisis temático realizado, reveló una estructura reticular formada por ocho ejes (ver Figura 3b); de los cuales, cuatro se vinculan a la sostenibilidad ambiental del mueble de madera. Considerado esto, se retornó a la colección original y se formó una red con la estructura *palabra clave a documento que contenía esa palabra a comunidad a la que pertenecía esa palabra*. Teniendo la red, se filtraron aquellos documentos que conectaban con las principales palabras clave mencionadas en cada comunidad y se procedió a leerlos para profundizar en su contenido, una sub-colección de 20 documentos fue revisada. Con lo anterior se reveló aún más el desarrollo temático que se discute a continuación.

Comunidad azul. En esta comunidad se encontraron artículos que han abordado la importancia que tienen la sostenibilidad y la economía circular en el sector forestal, destacando la necesidad de reusar y reciclar paquetes y muebles de madera (Husgafvel *et al.*, 2018). Con ello, el papel que tiene el bambú como una alternativa altamente viable para la madera en la industria del mueble (Deng *et al.*, 2023). Adicionalmente, se ha analizado la sostenibilidad en las cadenas de suministro (Styles *et al.*, 2012). Por tanto, en esta comunidad se han representado la articulación de los temas de sostenibilidad, economía circular, el sector forestal, el uso de la madera y su reciclaje (Basiago, 1995a; Dalalah *et al.*, 2022).

Comunidad verde. En esta comunidad se identificaron artículos que analizan la sostenibilidad a través de la evaluación del ciclo de vida (LCA por sus siglas en inglés). Se reveló que este término es un eje estructurador, porque ha sido utilizado, por ejemplo: en la industria del mueble para evaluar el desempeño ambiental de usar MDP y MDF (Iritani *et al.*, 2015), así como para analizar la cadena de valor de productos de madera (Suter *et al.*, 2017). También, para identificar los beneficios ambientales de la adopción de estrategias en el eco-diseño de muebles de madera (Mirabella *et al.*, 2014b), la cadena de suministro en la industria forestal (Mirabella *et al.*, 2014a), o en casos muy específicos de muebles de madera convencionales (Ali *et al.*, 2024). Más recientemente, para evaluar el impacto ambiental (eficiencia) del uso de residuos de madera para fabricar contenedores (Sari *et al.*, 2025). Por tanto, en esta comunidad se destaca el papel que ha tenido el análisis de ciclo de vida como un método para evaluar la sostenibilidad y el desempeño ambiental (Sahoo *et al.*, 2019) de productos relacionados a la madera.

Comunidad morada. En los artículos asociados a esta comunidad, se ha analizado el desarrollo de las cadenas de valor de la industria del mueble de madera y los costos que implican incorporar prácticas sostenibles (Damaševičius & Maskeliūnas, 2025). Además, se habla del rol del gobierno para facilitar tales procesos, considerando en ellos esquemas de certificación forestal (Tham *et al.*, 2021). También, se ha modelado el

impacto que tendría la implementación de prácticas ecológicas en la cadena de suministro en la industria del mueble, además de la implementación de políticas gubernamentales para reducir el desperdicio de madera (Susanty *et al.*, 2019). Así, se proporciona más evidencia de que el éxito de iniciativas sostenibles depende de cambios socio-económicos más amplios en donde operan las empresas y que las políticas gubernamentales pueden facilitarlas (Stubbs & Cocklin, 2008). Más aún cuando se ha documentado que las certificaciones de gestión forestal están comúnmente impulsadas por empresas como un medio para acceder a mercados de productos forestales (MacDicken *et al.*, 2015).

Comunidad cian oscuro. En esta comunidad se encontraron artículos sobre la disposición a pagar (*WTP* por sus siglas en inglés) por muebles de madera eco-etiquetados y que hacen referencia a materia prima procedente de bosques sostenibles (Veisten & Solberg, 2004; Solberg & Veisten, 2011). Lo que está asociado con la promoción de estos productos hacia consumidores conscientes ambientalmente hablando, que han denominado como “segmentación verde” (Thompson *et al.*, 2010). Además, se habla de las prácticas ambientales, sociales y de gobernanza (*ESG* por sus siglas en inglés) donde el uso de madera certificada y legal juega un papel relevante para dichas prácticas (Ratnasingam *et al.*, 2023). Estos resultados muestran que en esta comunidad se expresan aquellas estrategias de diseño emergentes e innovativas en el uso de la madera, así como prácticas o tendencias como el etiquetado ecológico y la gestión de la cadena de suministro ecológica (Bumgardner & Nicholls, 2020), donde el consumidor está insertado y busca productos amigables con el medio ambiente (Irland, 2007; Dalalah *et al.*, 2022).

Limitantes del estudio

Así como en otros trabajos bibliométricos, se reconoce que la presente investigación tiene la limitante de sólo haber usado una base de datos de información indexada, es decir, de Scopus y, además, de haberse focalizado en documentos del tipo “*article*” y “*review*”. Por tanto, es posible que para futuras investigaciones se puedan analizar otras bases de datos o fuentes no tan comunes, como sería la literatura gris, sobre todo la conformada por reportes institucionales u oficiales que es amplia. Además, en esta investigación se ha bosquejado de manera general una evaluación de la literatura científica, pero también se ha visto la necesidad de una exploración exhaustiva de su contenido. Con esto, exponer de manera sistemática métodos, teorías, herramientas, entre otros elementos, que se han usado para estudiar el tema. Lo anterior podría hacerse con el apoyo de revisiones sistemáticas de literatura; ya que, como se ha dejado sentado en este documento, el tema es de interés global, pero falta mayor exploración.

CONCLUSIONES

Los resultados bibliométricos del análisis de desempeño permiten concluir que la producción científica sobre el tema ha venido atrayendo el interés a nivel mundial, pero aun así se podría considerar nuevo. Por su parte, a través del mapeo de la ciencia, se demostró que la investigación se ha desarrollado en colaboración, pero fragmentada. Además, con la identificación de los distintos ejes temáticos, se han develado diversos puntos de interés, con implicaciones prácticas y de política, concluyendo que la literatura sobre el tema ha destacado: la relevancia del reciclaje de la madera y de sus desperdicios; la aplicación del análisis de ciclo de vida para medir distintos aspectos ambientales asociados a la madera; la propuesta de alternativas a la madera para su

uso en muebles, como lo es el bambú; por último, el rol que tiene el consumidor que actualmente está preocupado por productos más sostenibles. También se destaca la necesidad de involucrar la política para alcanzar los objetivos asociados a la sostenibilidad.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN POR AUTOR

Todos los autores contribuyeron en la conceptualización de la investigación. Q.M-C, L.E.R-G y N.A-G diseñaron la estrategia de colecta de datos. Q.M-C, L.E.R-G, N.A-G y E.G.M-G definieron la metodología de análisis. N.A-G, L.E.R-G, J.E.N-R y J.Y.S-G curaron los datos para su análisis. N.A-G, E.G.M-G y J.E.N-R aplicaron las técnicas y procedimientos necesarios del análisis de datos. Q.M-C, L.E.R-G y J.Y.S-G. gestionaron y coordinaron el desarrollo de la investigación. Todos los autores contribuyeron en la preparación, escritura y revisión del documento, además de comentar los borradores y la última versión.

DECLARACIÓN DE USO DE IA

Los autores declaran que no hicieron uso de herramientas de inteligencia artificial durante el desarrollo de la investigación, la elaboración del manuscrito ni los procesos de gestión asociados al proyecto.

REFERENCIAS

Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., & Aguilar-Ávila, J. (2017). *Análisis de redes sociales: Conceptos clave y cálculo de indicadores* (Serie Metodologías y herramientas para la investigación, Vol. 5). Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM.

Aguirre-Calderón, O. A. (2015). Manejo forestal en el Siglo XXI. *Madera y Bosques*, 21 (Número especial), 17–28.
<https://doi.org/10.21829/myb.2015.210423>

Ali, F., Rehman, F., Hadi, R., Raza, G., Khan, N., Ibrahim, F., Aziz, F., Amin, M., Khalil, B., Mahwish, M., Bashir, S., Ali, A., & Hussain, M. (2024). Environmental sustainability assessment of wooden furniture produced in Pakistan. *Brazilian Journal of Biology*, 84, e253107.
<https://doi.org/10.1590/1519-6984.253107>

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>

- Asdrubali, F., Ferracuti, B., Lombardi, L., Guattari, C., Evangelisti, L., & Grazieschi, G.** (2017). A review of structural, thermo-physical, acoustical, and environmental properties of wooden materials for building applications. *Building and Environment*, *114*, 307–332.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.033>
- Baas, J., Schotten, M., Plume, A., Côté, G., & Karimi, R.** (2020). Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies. *Quantitative Science Studies*, *1*(1), 377–386.
https://doi.org/10.1162/qss_a_00019
- Barbu, M. C., & Tudor, E. M.** (2021). State of the art of the Chinese forestry, wood industry and its markets. *Wood Material Science & Engineering*, *17*(6), 1030–1039.
<https://doi.org/10.1080/17480272.2021.1891457>
- Basiago, A. D.** (1995a). Methods of defining ‘sustainability.’ *Sustainable Development*, *3*(3), 109–119.
<https://doi.org/10.1002/sd.3460030302>
- Basiago, A. D.** (1995b). Sustainable development in Indonesia: A case study of an indigenous regime of environmental law and policy. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, *2*(3), 199–211.
<https://doi.org/10.1080/13504509509469900>
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M.** (2009). Gephi: An open source software for exploring and manipulating networks. *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*, *3*(1), 361–362 .
<https://doi.org/10.1609/icwsm.v3i1.13937>
- Blondel, V. D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E.** (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, *2008*(10), P10008.
<https://doi.org/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008>
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G.** (1997). Network analysis of 2-mode data. *Social Networks*, *19*(3), 243–269.
[https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(96\)00301-2](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(96)00301-2)
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C.** (2013). *Analyzing social networks*. SAGE.
- Bovea, M. D., & Vidal, R.** (2004). Materials selection for sustainable product design: A case study of wood based furniture eco-design. *Materials and Design*, *25*(2), 111–116.
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2003.09.018>
- Bumgardner, M. S., & Nicholls, D. L.** (2020). Sustainable practices in furniture design: A literature study on customization, biomimicry, competitiveness, and product communication. *Forests*, *11*(12), 1277.
<https://doi.org/10.3390/f11121277>

- Carrillo González, G., & Miranda Martínez, M. I.** (2021, 24–30 de septiembre). *Innovar para la economía circular en la industria de muebles de madera: Un análisis bibliometrico* [Ponencia]. IV Encuentro de Investigadores de la Red Iberoamericana RITMMA, Ciudad de México, México.
<https://gestioncompetitiva.org/2021/assets/docs/finales/WNQczPB0ndFuSmIHUgR.pdf>
- Csárdi, G., & Nepusz, T.** (2006). The igraph software package for complex network research. *InterJournal, Complex Systems*, 1695(5), 1–9.
- Dalalah, D., Khan, S. A., Al-ashram, Y., Albeetar, S., Abou Ali, Y., & Alkhoul, E.** (2022). An integrated framework for the assessment of environmental sustainability in wood supply chains. *Environmental Technology & Innovation*, 27, 102429.
<https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102429>
- Damaševičius, R., & Maskeliūnas, R.** (2025). Optimising the wood supply chain for enhanced furniture industry efficiency. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 26(4), 437–452.
<https://doi.org/10.1080/16258312.2025.2456451>
- Deng, W., Lin, H., & Jiang, M.** (2023). Research on bamboo furniture design based on D4S (Design for Sustainability). *Sustainability*, 15(11), 8832.
<https://doi.org/10.3390/su15118832>
- Destriana, N., Zulfikar, R., Mulyasari, W., & Ismawati, I.** (2024). Financial sustainability for a sustainable future: A bibliometric analysis. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 19(12), 4653–4662.
<https://doi.org/10.18280/ijstdp.191213>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M.** (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Epede, M. B., & Wang, D.** (2022). Competitiveness and upgrading in global value chains: A multiple-country analysis of the wooden furniture industry. *Forest Policy and Economics*, 140, 102737.
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102737>
- Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G.** (2008). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. *The FASEB Journal*, 22(2), 338–342.
<https://doi.org/10.1096/fj.07-9492LSF>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations.** (2022). *Classification of forest products 2022*.
<https://doi.org/10.4060/cb8216en>

- Gan, W., Chen, C., Wang, Z., Song, J., Kuang, Y., He, S., Mi, R., Sunderland, P. B., & Hu, L.** (2019). Dense, self-formed char layer enables a fire-retardant wood structural material. *Advanced Functional Materials*, 29(14), 1807444. <https://doi.org/10.1002/adfm.201807444>
- González-García, S., Feijoo, G., Widsten, P., Kandelbauer, A., Zikulnig-Rusch, E., & Moreira, M. T.** (2009). Environmental performance assessment of hardboard manufacture. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 14(5), 456–466. <https://doi.org/10.1007/s11367-009-0099-z>
- Gordeev, R. V.** (2020). Assessing competitiveness of forest industry: Theoretical and empirical aspects. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, 13(4), 507–516. <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0585>
- Husgafvel, R., Linkosalmi, L., Hughes, M., Kanerva, J., & Dahl, O.** (2018). Forest sector circular economy development in Finland: A regional study on sustainability driven competitive advantage and an assessment of the potential for cascading recovered solid wood. *Journal of Cleaner Production*, 181, 483–497. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.176>
- Iritani, D. R., Silva, D. A. L., Saavedra, Y. M. B., Grael, P. F. F., & Ometto, A. R.** (2015). Sustainable strategies analysis through Life Cycle Assessment: A case study in a furniture industry. *Journal of Cleaner Production*, 96, 308–318. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.029>
- Irland, L. C.** (2007). Developing markets for certified wood products: Greening the supply chain for construction materials. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 201–216. <https://doi.org/10.1162/jiec.2007.1052>
- Jones, M., Bhat, T., Huynh, T., Kandare, E., Yuen, R., Wang, C. H., & John, S.** (2018). Waste-derived low-cost mycelium composite construction materials with improved fire safety. *Fire and Materials*, 42(7), 816–825. <https://doi.org/10.1002/fam.2637>
- Jones, M., Mautner, A., Luenco, S., Bismarck, A., & John, S.** (2020). Engineered mycelium composite construction materials from fungal biorefineries: A critical review. *Materials and Design*, 187, 108397. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2019.108397>
- Loftness, V., Hakkinen, B., Adan, O., & Nevalainen, A.** (2007). Elements that contribute to healthy building design. *Environmental Health Perspectives*, 115(6), 965–970. <https://doi.org/10.1289/ehp.8988>
- MacDicken, K. G., Sola, P., Hall, J. E., Sabogal, C., Tadoum, M., & de Wasseige, C.** (2015). Global progress toward sustainable forest management. *Forest Ecology and Management*, 352, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.02.005>

- Magaña Magaña, J. E., Talamantes Gonzáles, T. F., Villareal Ramírez, V. H., Kiessling Davison, C. M., & Palacios Monarrez, A.** (2020). Análisis descriptivo de la industria de muebles de madera de Delicias, Chihuahua. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 8(1), 1–12.
<https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v8i1.4>
- Mensah, P., Pimenta, A. S., de Melo, R. R., Amponsah, J., Tuo, G., Chakurah, I., Ampadu, S. D., Buckman, I., Nikoi, M., Minkah, E., de Oliveira Miranda, N., & de Medeiros, P. L.** (2025). The global supply chain of wood products: A literature review. *Forests*, 16(7), 1036.
<https://doi.org/10.3390/f16071036>
- Mirabella, N., Castellani, V., & Sala, S.** (2014a). Forestry operations in the alpine context. Life cycle assessment to support the integrated assessment of forest wood short supply chain. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(8), 1524–1535.
<https://doi.org/10.1007/s11367-014-0756-8>
- Mirabella, N., Castellani, V., & Sala, S.** (2014b). LCA for assessing environmental benefit of eco-design strategies and forest wood short supply chain: A furniture case study. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(8), 1536–1550.
<https://doi.org/10.1007/s11367-014-0757-7>
- Natarajan, K., Li, J., & Koronios, A.** (2010). Data mining techniques for data cleaning. En D. Kiritsis, C. Emmanouilidis, A. Koronios, & J. Mathew (Eds), *Engineering Asset Management* (pp. 796–804). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-0-85729-320-6_91
- Organisation for Economic Co-operation and Development, & Food and Agriculture Organization of the United Nations.** (2023). *OECD-FAO business handbook on deforestation and due diligence in agricultural supply chains*. OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/c0d4bca7-en>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.** (2024a). *Cifras para la sostenibilidad: Los productos forestales en la FAO*.
<https://doi.org/10.4060/cc7561es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.** (2024b). *El estado de los bosques del mundo 2024: Innovaciones en el sector forestal para lograr un futuro más sostenible*.
<https://doi.org/10.4060/cd1211es>
- Okiwelu, S. N., & Noutcha, M. A. E.** (2016). Sustainability: The over-arching concept in environmental science and development. *Annual Research and Review in Biology*, 9(6), 1–10.
<https://doi.org/10.9734/ARRB/2016/23760>

- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Journal of Clinical Epidemiology*, *134*, 178–189.
<https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.03.001>
- Rascón-Solano, J., Aguirre-Calderón, O. A., Himmelsbach, W., Nájera-Luna, J. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., & Treviño-Garza, E. (2023). Efficient use of timber resources in Mexico: Historical development and current challenges. *Notulae Scientia Biologicae*, *15*(2), 11508.
<https://doi.org/10.55779/nsb15211508>
- Ratnasingam, J., Ab Latib, H., Liat, L. C., Jegatheswaran, N., Othman, K., & Amir, M. A. (2023). Environmental, social, and governance adoption in the Malaysian wood products and furniture industries: awareness, adoption, and challenges. *BioResources*, *18*(1), 1436–1453.
<https://doi.org/10.15376/biores.18.1.1436-1453>
- Romero-García, L. E., Aguilar-Gallegos, N., & Gallardo, Y. (2026). A bibliometric analysis of ethics in the scholarly and scientific research and publication: a gender perspective. *Journal of Academic Ethics*, *24*(1), 26.
<https://doi.org/10.1007/s10805-025-09698-w>
- Sahoo, K., Bergman, R., Alanya-Rosenbaum, S., Gu, H., & Liang, S. (2019). Life Cycle Assessment of forest-based products: A review. *Sustainability*, *11*(17), 4722.
<https://doi.org/10.3390/su11174722>
- Sari, D. P., Mahdiyah, A. S. A. A., & Purwaningsih, R. (2025). Assessing environmental impact and eco-efficiency of wood waste gallon holders using life cycle assessment. *Journal of Ecological Engineering*, *26*(3), 336–349.
<https://doi.org/10.12911/22998993/199727>
- Solberg, B., & Veisten, K. (2011). An exploratory study of eco-oriented consumer segments at a retail store. *International Journal of Environment and Sustainable Development*, *10*(2), 137–152.
<https://doi.org/10.1504/IJESD.2011.041970>
- Stubbs, W., & Cocklin, C. (2008). An ecological modernist interpretation of sustainability: the case of Interface Inc. *Business Strategy and the Environment*, *17*(8), 512–523.
<https://doi.org/10.1002/bse.544>
- Styles, D., Schoenberger, H., & Galvez-Martos, J. L. (2012). Environmental improvement of product supply chains: A review of European retailers' performance. *Resources, Conservation and Recycling*, *65*, 57–78.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.05.002>

- Susanty, A., Sari, D. P., Rinawati, D. I. I., Purwaningsih, R., & Sjawie, F. H.** (2019). Policy making for GSCM implementation in the wooden furniture industry: A DEMATEL and system dynamics approach. *Management of Environmental Quality*, 30(5), 925–944.
<https://doi.org/10.1108/MEQ-11-2018-0193>
- Suter, F., Steubing, B., & Hellweg, S.** (2017). Life cycle impacts and benefits of wood along the value chain: The case of Switzerland. *Journal of Industrial Ecology*, 21(4), 874–886.
<https://doi.org/10.1111/jiec.12486>
- Tham, L. T., Darr, D., & Pretzsch, J.** (2021). Analysis of Acacia hybrid timber value chains: A case study of woodchip and furniture production in central Vietnam. *Forest Policy and Economics*, 125, 102401.
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102401>
- Thompson, D. W., Anderson, R. C., Hansen, E. N., & Kahle, L. R.** (2010). Green segmentation and environmental certification: Insights from forest products. *Business Strategy and the Environment*, 19(5), 319–334.
<https://doi.org/10.1002/bse.647>
- Asamblea General de las Naciones Unidas.** (2000). *United Nations Millennium Declaration (A/RES/55/2)*.
https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_55_2.pdf
- United Nations Department of Economic and Social Affairs.** (2012). *Back to our common future: Sustainable Development in the 21st Century (SD21) project*.
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/backtofuture.pdf>
- United Nations.** (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development (A/RES/70/1)*.
<https://docs.un.org/en/A/RES/70/1>
- United Nations.** (2024). *The Sustainable Development Goals Report 2024*.
<https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2024.pdf>
- Veisten, K., & Solberg, B.** (2004). Willingness to pay for certified wooden furniture: A market segment analysis. *Wood and Fiber Science*, 36(1), 40–55.
- World Commission on Environment and Development.** (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future (UN Document A/42/427)*. United Nations Digital Library.
<https://digitallibrary.un.org/record/139811?v=pdf>
- World Resources Institute.** (2025). *Forest Degradation Indicator*. Global Forest Review.
<https://gfr.wri.org/forest-condition-indicators/forest-degradation>

Xiong, X., Yue, X., Dong, W., & Xu, Z. (2022). Current status and system construction of used-furniture recycling in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(55), 82729–82739.

<https://doi.org/10.1007/s11356-022-23532-5>

Xue, B., & Tobias, M. (2015). Sustainability in China: Bridging global knowledge with local action. *Sustainability*, 7(4), 3714–3720.

<https://doi.org/10.3390/su7043714>

Zhang, H., & Zhu, J. (2025). Advancing wooden furniture manufacturing through intelligent manufacturing : the past , recent research activities and future perspectives. *Wood Material Science & Engineering*, 21(1), 717–738.

<https://doi.org/10.1080/17480272.2024.2448020>

Zhu, H., Luo, W., Ciesielski, P. N., Fang, Z., Zhu, J. Y., Henriksson, G., Himmel, M. E., & Hu, L. (2016). Wood-derived materials for green electronics, biological devices, and energy applications. *Chemical Reviews*, 116(16), 9305–9374.

<https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00225>

