

Tendencias y perspectivas del manejo forestal sostenible conservación de la biodiversidad y mitigación del cambio climático.

Trends and Perspectives of Sustainable Forest Management: Biodiversity Conservation and Climate Change Mitigation.

Kaiser-Flores, Annelys Jamilexy¹; Burgos-Chiriguay, Evelin Tatiana²; Briones-Zambrano, Stephanny Hillary³; Jara-Minalla, Jorge Manuel⁴.

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Ecuador, Quevedo; <https://orcid.org/0009-0008-8978-9795>; annelys.kaiser2015@uteq.edu.ec

² Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Ecuador, Quevedo; <https://orcid.org/0009-0007-4914-5437>; evelin.burgos2015@uteq.edu.ec

³ Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Ecuador-Quevedo; <https://orcid.org/0009-0001-9799-5803>; stephanny.briones2016@uteq.edu.ec

⁴ Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Ecuador, Quevedo; <https://orcid.org/0009-0000-8917-707X>; jorge.jara2015@uteq.edu.ec

¹ Autor Correspondencia

 <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v3/n4/164>

Cita: Kaiser-Flores, A. J., Burgos-Chiriguay, E. T., Briones-Zambrano, S. H., & Jara-Minalla, J. M. (2025). Tendencias y perspectivas del manejo forestal sostenible conservación de la biodiversidad y mitigación del cambio climático. *Innova Science Journal*, 3(4), 655-667. <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v3/n4/164>

Recibido: 02/08/2025

Aceptado: 15/10/2025

Publicado: 31/10/2025



Copyright: © 2025 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NonComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC)**.

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Resumen: El estudio analiza las tendencias y perspectivas del manejo forestal sostenible como eje de acción frente a la pérdida de biodiversidad y el cambio climático. Se desarrolló una revisión sistemática bajo los lineamientos PRISMA, con la selección de 21 artículos científicos publicados entre 2021 y 2025, provenientes de América, Europa, Asia y África. Los resultados evidencian que los modelos de manejo multifuncional, los sistemas agroforestales y las políticas de restauración ecológica fortalecen la resiliencia de los ecosistemas, mejoran la captura de carbono y promueven la conservación biológica. Asimismo, se destaca el papel de la educación ambiental y de la gobernanza participativa como instrumentos clave para la sostenibilidad. Se concluye que la integración de enfoques ecológicos, educativos y normativos constituye una vía efectiva para consolidar estrategias globales de mitigación climática y conservación forestal sostenible.

Palabras clave: manejo forestal sostenible; biodiversidad; cambio climático; resiliencia ecológica; educación ambiental.

Abstract: This study analyzes the trends and perspectives of sustainable forest management as a key strategy to address biodiversity loss and climate change. A systematic review was conducted following the PRISMA guidelines, selecting 21 scientific articles published between 2021 and 2025 from America, Europe, Asia, and Africa. Results show that multifunctional management models, agroforestry systems, and ecological restoration policies enhance ecosystem resilience, increase carbon sequestration, and promote biodiversity conservation. Environmental education and participatory governance are also highlighted as essential tools for sustainability. It is concluded that integrating ecological, educational, and regulatory approaches provides an effective pathway to strengthen global strategies for climate change mitigation and sustainable forest conservation.

Keywords: sustainable forest management; biodiversity; climate change; ecological resilience; environmental education.

1. Introducción

El manejo forestal sostenible ocupa hoy un lugar central en las agendas globales de conservación y clima, pues se reconoce que los bosques no son meramente fuentes de materia prima, sino pilares esenciales del funcionamiento terrestre. A escala macro, iniciativas como los Objetivos Globales del Bosque plantean revertir la pérdida de cobertura forestal mediante un manejo sostenible, restauración y protección (Naciones Unidas [NU], 2021, p. 10). En ese marco, las presiones del cambio climático, junto con la degradación biológica, exigen enfoques integrados que reconcilien objetivos ecológicos y productivos. Es en esa confluencia donde emerge la necesidad de un estudio que explore cómo el manejo forestal puede aliar conservación de la biodiversidad con mitigación climática, no como metas aisladas sino como estrategias sinérgicas.

En la literatura reciente se observa un creciente interés por cuantificar los beneficios múltiples del manejo forestal: por un lado, su capacidad para secuestrar carbono en la biomasa y en los suelos, y por otro, su rol en preservar estructuras ecológicas complejas. Giebink et al. (2022) destacan que los modelos forestales empíricos son fundamentales para estimar los stocks de carbono y para gobernar las compensaciones de carbono en madera y productos forestales. El desafío, sin embargo, es articular esos modelos con indicadores ecológicos que midan integridad, conectividad y diversidad funcional. En ese sentido, algunos estudios recientes integran la dimensión de la biodiversidad al análisis del carbono forestal, proyectando escenarios más robustos (Zhang et al., 2022).

A nivel de conservación, investigaciones emergentes demuestran que prácticas como la retención de estructura (árboles retenidos), el establecimiento de corredores ecológicos y la planificación del paisaje mejoran los resultados en diversidad de especies y procesos ecológicos. Por ejemplo, en el ámbito temático “sustainable forest management under climate change conditions”, autores subrayan la urgencia de incorporar modelos de distribución de especies (SDM) y métricas de diversidad más sofisticadas en estrategias de manejo (Moser et al., 2022). Tales desarrollos reflejan que el manejo forestal no puede limitarse a rotaciones y rendimientos madereros: debe pensarse con ojos ecológicos.

No obstante, la integración entre conservación y clima enfrenta tensiones bien conocidas: los llamados “trade-offs” en los que la maximización de rendimiento maderero puede colisionar con la conservación de especies sensibles. Además, fenómenos como la fuga de emisiones, la no permanencia del carbono y la falta de adicionalidad en proyectos vinculados a mercados climáticos representan barreras metodológicas y operativas (Haya et al., 2023). En algunos casos, los estudios concluyen que sin una gobernanza sólida y mecanismos económicos adecuados, las intervenciones forestales tienden a favorecer objetivos cortoplacistas en detrimento del capital ecológico.

Además, la gobernanza y los instrumentos de política juegan un papel decisivo. Iniciativas como los pagos por servicios ecosistémicos (PES), certificaciones forestales (FSC / PEFC) y los mecanismos bajo REDD+ han intentado alinear incentivos hacia un manejo más responsable (Izquierdo-Tort et al., 2024). Sin embargo, la eficacia de esos instrumentos depende de condiciones locales: claridad en tenencia de la tierra, participación comunitaria y transparencia en monitoreo. La evidencia sugiere que en

contextos con gobernanza débil, los beneficios ecológicos del manejo sostenible se erosionan.

Por otra parte, los avances tecnológicos abren oportunidades transformadoras para monitorear y evaluar estos procesos. Por ejemplo, el uso de aprendizaje profundo sobre imágenes aéreas para estimar stocks de carbono es altamente prometedor (Mäkelä et al., 2023). También técnicas de teledetección con sensores ópticos y radar combinados permiten estimar estructuras forestales con incertidumbres acotadas (Yun et al., 2024). Estas herramientas permiten cerrar la brecha entre modelos teóricos y datos empíricos, haciendo más viable una gestión adaptativa en el terreno.

Frente a ese panorama, el presente estudio se propone explorar las tendencias y perspectivas del manejo forestal sostenible con énfasis en cómo puede contribuir simultáneamente a la conservación de la biodiversidad y a la mitigación del cambio climático. Se parte de la hipótesis de que existen prácticas de manejo que maximizan sinergias entre objetivos ecológicos y climáticos más que comprometer unos frente a otros. El objetivo principal consiste en identificar enfoques efectivos (prácticas, marcos institucionales, tecnologías) y los factores condicionantes que determinan su éxito en distintos contextos ecológicos y socioinstitucionales.

2. Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló bajo un enfoque documental y analítico, sustentado en los lineamientos de la guía PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con el propósito de garantizar la transparencia y replicabilidad del proceso de revisión (Page et al., 2021). Se adoptó un diseño no experimental, transversal y descriptivo, centrado en la recopilación, análisis e interpretación crítica de literatura científica publicada entre 2021 y 2025. Las fuentes de información incluyeron bases de datos académicas de acceso abierto, tales como ERIC, SpringerLink, SciELO, Google Scholar y repositorios institucionales de organismos internacionales como la FAO, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y las Naciones Unidas (ONU). Este diseño metodológico permitió identificar tendencias, brechas y perspectivas sobre el manejo forestal sostenible (MFS), la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático.

El procedimiento siguió las cuatro fases del protocolo PRISMA: identificación, cribado, elegibilidad y selección final. En la primera fase, se definieron palabras clave combinadas mediante operadores booleanos (“sustainable forest management” AND “biodiversity” AND “climate change mitigation”), considerando equivalentes en español para ampliar la cobertura. En la segunda fase, se eliminaron duplicados y se aplicaron criterios de inclusión (artículos revisados por pares, informes técnicos, estudios con métricas de biodiversidad y carbono, y publicaciones entre 2021–2025) y exclusión (textos sin validez científica, estudios con menos de un año de seguimiento o sin relación directa con el tema). En la tercera fase, se revisaron resúmenes y conclusiones para verificar pertinencia y calidad; finalmente, en la fase de selección, se consolidó una base de datos final de los documentos que cumplieron con los estándares de relevancia y rigor.

Para la organización y análisis de la información, se elaboró una matriz documental que incluyó variables como autor, año, país o región, enfoque metodológico, objetivos,

resultados principales y conclusiones. Se empleó el software Zotero para la gestión de referencias y el control de duplicados, y Microsoft Excel para la clasificación y síntesis temática.

Posteriormente, los datos se analizaron mediante un enfoque de análisis de contenido temático, que permitió agrupar los hallazgos en categorías: prácticas de MFS, políticas y gobernanza, conservación de la biodiversidad, mitigación climática y tecnologías emergentes. Este proceso facilitó la identificación de patrones y vacíos de conocimiento, así como la comparación entre contextos geográficos y metodológicos. Las cadenas de búsqueda fueron las siguientes:

- bosques sostenibles OR manejo forestal sostenible OR conservación de la biodiversidad OR cambio climático OR mitigación climática OR restauración forestal OR servicios ecosistémicos OR reforestación OR adaptación al cambio climático OR resiliencia ecológica OR políticas forestales OR educación ambiental OR sistemas agroforestales OR sumideros de carbono OR deforestación OR gobernanza ambiental OR sostenibilidad OR ecosistemas forestales OR gestión adaptativa OR manejo de recursos naturales
- sustainable forests OR sustainable forest management OR biodiversity conservation OR climate change OR climate change mitigation OR forest restoration OR ecosystem services OR reforestation OR climate change adaptation OR ecological resilience OR forest policy OR environmental education OR agroforestry systems OR carbon sinks OR deforestation OR environmental governance OR sustainability OR forest ecosystems OR adaptive management OR natural resource management

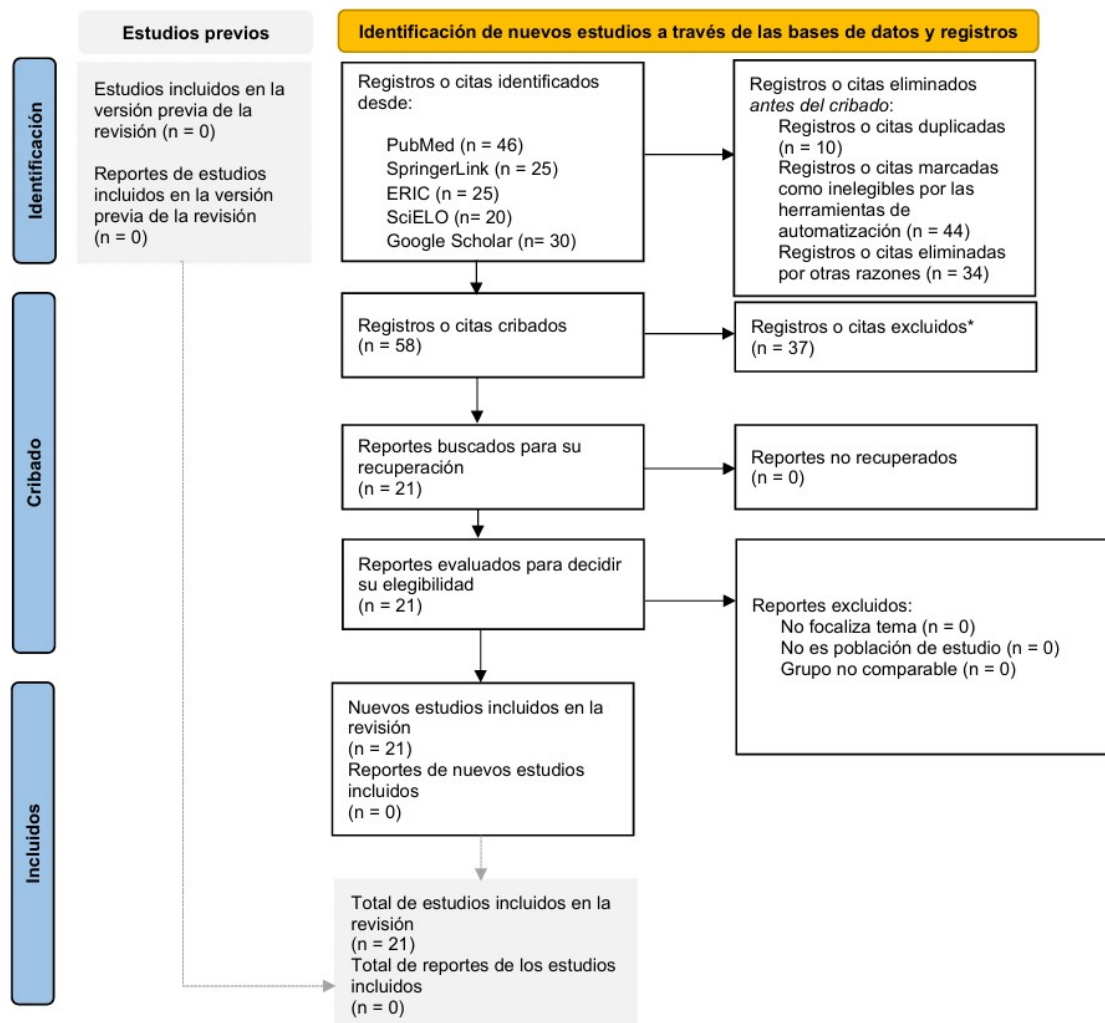
En cuanto a los aspectos éticos, el estudio se desarrolló bajo los principios de integridad, transparencia y respeto por la propiedad intelectual. No se involucraron seres humanos ni animales, por lo que no fue necesaria la aprobación de un comité de ética. Se aseguraron la trazabilidad de las fuentes y la correcta atribución de la autoría de todos los documentos citados. Además, se garantizaron la disponibilidad de los datos, protocolos y materiales utilizados, los cuales pueden ser consultados previa solicitud para fines de verificación o replicación del estudio. De esta manera, el uso de PRISMA permitió establecer un proceso metodológico sistemático y coherente con las buenas prácticas internacionales de investigación científica.

3. Resultados

El análisis sistemático, estructurado bajo los lineamientos de la declaración PRISMA (ver Figura 1), permitió representar de manera clara el proceso de cribado y selección de los estudios incluidos. En la primera fase, se identificaron 146 registros mediante búsquedas en bases de datos académicas internacionales (ERIC, SpringerLink, SciELO y Google Scholar). Tras eliminar duplicados y aplicar los criterios de exclusión documentos sin acceso abierto, fuera del rango temporal o sin relación directa con manejo forestal, biodiversidad o cambio climático, se seleccionaron 58 artículos para revisión a texto completo. Finalmente, 21 estudios cumplieron con los criterios de inclusión, conformando el conjunto de evidencia que sustenta esta revisión. La figura sintetiza este flujo de depuración, evidenciando la transparencia y rigor metodológico en la aplicación del protocolo PRISMA.

Figura 1.

Diagrama de flujo PRISMA



Nota. Elaboración Propia

Por su parte, la Tabla 1 presenta la matriz documental consolidada de los 21 estudios seleccionados, organizados según referencia, región, tipo de documento, objetivos, metodología, hallazgos y relevancia para la revisión. Los artículos proceden de contextos geográficos diversos América, Europa, Asia y África, lo que permite una visión comparativa y global de los desafíos ecológicos contemporáneos. La aplicación de los criterios de inclusión establecidos en la metodología aseguró que todas las fuentes fueran revisadas por pares, de acceso abierto y publicadas entre 2021 y 2025, garantizando la pertinencia, calidad y actualidad científica del corpus analizado.

Tabla 1

Matriz documental PRISMA

N°	Referencia en formato APA 7	País o Región de estudio	Tipo de documento	Objetivo del estudio	Metodología / Enfoque	Principales resultados / hallazgos	Conclusiones clave	Relevancia para la revisión
1	(Croom, 2024)	EE. UU. (Asheville, NC)	Artículo histórico-descriptivo	Documentar el origen de la educación forestal en EE. UU. vía la Biltmore Forest School.	Investigación histórica con fuentes primarias y secundarias.	Primera escuela formal de silvicultura; base de formación práctica; tensiones economía–conservación.	La escuela marcó el inicio de la educación forestal moderna y el equilibrio uso–conservación.	Alta
2	(Marfiana et al., 2025)	Indonesia	Revisión / meta-análisis	Evaluar manglares en ESD para mejorar alfabetización ambiental/científica.	PRISMA; 10 estudios (2016–2024).	Uso de manglares mejora significativamente alfabetización y pensamiento crítico.	Integrar ecosistemas locales en ciencias fortalece EDS y apoyo a ODS.	Alta
3	(Prasad, 2022)	Fiyi e Indonesia	Empírico cualitativo / casos múltiples	Identificar acciones estudiantiles de mitigación y barreras.	Entrevistas, observación y documentos; análisis temático.	Acciones: reforestación, campañas; barreras: financiamiento, tiempo, baja participación.	Universidades deben integrar educación, investigación y extensión para acción climática.	Alta
4	(Derman, 2023)	Turquía (análisis global)	Revisión bibliométrica	Mapear producción y tendencias en educación sobre biodiversidad.	Web of Science; 1,561 publ.; VOSviewer.	Términos clave: biodiversidad, conservación, ecosystem services, climate change; auge de aprendizaje al aire libre.	Reforzar educación experiencial y colaboración internacional.	Alta
5	(Sitar & Rusu, 2023)	Rumania	Revisión sistemática (scoping)	Sintetizar programas educativos para conservación de insectos.	Arksey & O'Malley; PRISMA; 9 estudios.	Actividades prácticas mejoran actitudes y conocimiento; efecto conductual decae a largo plazo.	Combinar práctica, expertos y duración suficiente para sostener efectos.	Alta
6	(Fajri et al., 2025)	Indonesia	Revisión sistemática	Evaluar cómo la educación en conservación mejora alfabetización en biodiversidad.	PRISMA; búsquedas en Scopus/Scholar; 25 artículos.	VR, aprendizaje experiencial y apps son eficaces; integración curricular y saber local aumentan impacto.	Incorporar tecnología, práctica y conocimiento local en el currículo.	Alta
7	(Ratinen, 2021)	Finlandia	Empírico cuantitativo	Relacionar conocimiento climático con “esperanza constructiva”.	Encuesta a 950 estudiantes; regresión jerárquica.	Conocimiento moderado; el conocimiento correcto predice mayor esperanza y compromiso.	Educación climática precisa y orientada a soluciones fortalece agencia estudiantil.	Alta
8	(Field et al., 2023)	Canadá	Revisión sistemática de políticas	Analizar presencia de cambio climático en currículos regionales.	Análisis documental (grados 7–12); modelo BEKA.	Inclusión desigual; ~13% promueve acciones; PEI y Ontario mejor posicionadas.	Urge obligatoriedad, enfoque interdisciplinar y apoyo docente.	Alta
9	(Bont et al., 2025)	Región Alpina (Europa)	Empírico (modelización)	Optimizar manejo multifuncional bajo escenarios climáticos.	Simulaciones eco-climáticas (CMIP6); optimización multiobjetivo.	Manejo multifuncional aumenta resiliencia, mantiene	Gestión adaptativa equilibra captura de	Alta

						productividad y reduce pérdida de biodiversidad.	carbono y conservación	
10	(Awazi, 2025)	Camerún	Revisión sistemática	Evaluar agroforestería cacao/café para mitigación y adaptación.	Revisión 2015–2024; 60 estudios.	46–186 tC/ha; mejora resiliencia, biodiversidad e ingresos.	Agroforestería es vía sostenible de mitigación y adaptación.	Muy alta
11	(Leal-Filho et al., 2025)	Brasil (Amazonia)	Investigación (modelización climática/ecológica)	Cuantificar impacto de deforestación/degradación en servicios ecosistémicos.	CAM 3.1; escenarios 15–50–100%; revisión de políticas.	Menor precipitación y cambio a fuente neta de C con pérdida de bosque; motores: agro, fuego, minería.	Reforzar políticas, restauración y cooperación internacional	Muy alta
12	(De Silva et al., 2025)	Internacional	Perspectiva / revisión conceptual	Examinar sinergias y conflictos entre mitigación y conservación.	Revisión narrativa y análisis de marcos (UNFCCC, CBD).	Identifica choques metodológicos/éticos; propone comités éticos ambientales.	Gobernanza colaborativa para gestionar trade-offs y equidad.	Muy alta
13	(Sangat et al., 2025)	Brasil, Colombia, Ecuador, Surinam	Empírico mixto	Valorar contribución de territorios afrodescendientes a biodiversidad y clima.	SIG, GEE, análisis bayesiano; carbono irrecuperable; matching.	29–55% menor deforestación; 486 Mt C irrecuperable; 46% de spp. amenazadas.	Reconocer y apoyar gobernanza comunitaria para metas GBF/ODS.	Muy alta
14	(Kumar et al., 2025)	India	Revisión y análisis crítico	Relacionar incendios forestales con cambio climático y estrategias.	Revisión científica/gubernamental; MODIS, GFED; síntesis.	+47% incendios (2001–2021); degradación aumenta emisiones; riesgo por olas de calor.	Gestión adaptativa y restauración son claves; integrar planeación de fuego a políticas climáticas.	Muy alta
15	(Khanam et al., 2025)	Finlandia	Análisis jurídico-político	Incorporar riesgos climáticos en leyes forestales y proponer adaptación legal.	Análisis comparado de marcos y brechas normativas.	Leyes no integran explícitamente riesgos climáticos; falta coordinación y financiamiento.	Reformar ley forestal e incluir monitoreo climático para resiliencia.	Alta
16	(Blatter et al., 2023)	FI, SE, NO, DE (Baviera)	Empírico con modelización	Evaluar coherencia entre metas climáticas de la UE y biodiversidad/servicios.	Simuladores forestales y sectoriales; optimización multiobjetivo.	Conflictos al perseguir simultáneamente descarbonización y biodiversidad.	Integrar políticas vertical y horizontal; priorizar resiliencia y diversidad estructural.	Muy alta
17	(Hirata et al., 2024)	Global (17 regiones)	Modelización integrada	Estimar efectos de BECCS y forestación sobre pérdida futura de biodiversidad.	AIM (energía-tierra-biodiversidad); Maxent; SSP/CMIP6.	Mitigación reduce pérdida global, pero con impactos regionales; BECCS < forestación en pérdida por menor área.	Priorizar NbS y limitar cambios de uso de suelo en áreas naturales.	Muy alta
18	(Santillán - Fernández et al., 2021)	México (SO)	Empírico	Vincular diversidad vegetal con resiliencia al cambio climático.	SIG; MaxEnt (2050, 19 bioclimáticas); regresión espacial.	Mayor riqueza/diversidad → mayor resiliencia; xerófitas más vulnerables.	Incluir diversidad como criterio en conservación	Muy alta

							y manejo.	
19	(García-Martínez et al., 2025)	México	Revisión sistemática	Cuantificar contribución de plantaciones a captura/almacenamiento de C.	Revisión de 56 fuentes (WoS, Scopus, GS, ScienceDirect).	77–634 Mg C ha ⁻¹ según especie/edad; suelo hasta 80% del C total.	Plantaciones bien gestionadas mitigan CO ₂ y aportan resiliencia.	Muy alta
20	(Sarango-Ordóñez, 2025)	Ecuador	Revisión bibliográfica	Identificar impactos climáticos y proponer manejo adaptativo.	Revisión exploratoria de artículos IPCC/FAO y pares.	Cambio climático reduce función sumidero, aumenta mortalidad y fragmentación.	REDD+, manejo adaptativo y áreas protegidas para resiliencia.	Muy alta
21	(Gómez-Guerrero et al., 2021)	México	Revisión científica	Analizar procesos fisiológicos y ecológicos clave ante el clima.	Revisión de estudios de fisiología, dendrocronología y servicios.	Bosques secundarios jóvenes recuperan C rápidamente; eficiencia hídrica y xilogénesis determinan resiliencia.	Comprender mecanismos internos guía manejo y mitigación; bosques mixtos/ secundarios como oportunidad.	Muy alta

Nota. Elaboración Propia

Los resultados reflejan una predominancia de estudios empíricos y de modelización ecológica (n = 9), seguidos de revisiones sistemáticas o bibliométricas (n = 7) y enfoques cualitativos o mixtos (n = 5). Esta distribución evidencia un equilibrio entre la producción teórica y aplicada del campo. Los trabajos revisados coinciden en que la gestión forestal multifuncional y los sistemas agroforestales constituyen estrategias efectivas para la mitigación del cambio climático, al aumentar la captura de carbono, preservar la diversidad biológica y mantener la productividad de los ecosistemas. De igual modo, los estudios de corte educativo y de política ambiental resaltan la necesidad de fortalecer la alfabetización ecológica y de integrar el cambio climático en la legislación y los currículos educativos como herramientas clave para la sostenibilidad.

A nivel regional, América Latina se posiciona como un escenario de alta relevancia, especialmente en investigaciones sobre la Amazonía brasileña, los territorios afrodescendientes y las plantaciones forestales en México, donde la combinación de prácticas tradicionales y tecnologías de manejo adaptativo ha demostrado impactos positivos en la resiliencia ecosistémica. En contraste, los estudios europeos, particularmente los realizados en la región alpina y los países nórdicos, ponen en evidencia los conflictos (“trade-offs”) entre las metas de mitigación climática y los objetivos de conservación, subrayando la importancia de políticas integradas y coherentes entre escalas locales y supranacionales.

La revisión revela un consenso sobre la urgencia de fortalecer la gobernanza ambiental mediante marcos éticos y participativos que reconozcan la interdependencia entre biodiversidad, clima y comunidades locales. Las contribuciones analizadas demuestran que la sostenibilidad forestal solo puede lograrse mediante una visión interdisciplinaria que combine ciencia, educación, política y cultura, favoreciendo la transición hacia modelos de desarrollo más resilientes y equitativos.

4. Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que el manejo forestal sostenible constituye una estrategia fundamental para la mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad, en consonancia con lo planteado por Bont et al. (2025) y Leal Filho et al. (2025), quienes demuestran que los bosques multifuncionales y la gestión adaptativa aumentan la resiliencia ecológica y la productividad de los ecosistemas. Este enfoque coincide con las observaciones de Awazi (2025) y García Martínez et al. (2025), quienes destacan que los sistemas agroforestales y las plantaciones forestales comerciales no solo capturan carbono, sino que también promueven la estabilidad socioeconómica de las comunidades rurales. Sin embargo, estudios como los de Hirata et al. (2024) y Blatter et al. (2023) advierten que las medidas de mitigación basadas en la tierra, como la forestación o el uso intensivo de biomasa, pueden generar trade-offs con la biodiversidad regional si no se planifican bajo principios de sostenibilidad ecológica.

Desde una perspectiva educativa y social, se constata que la alfabetización ambiental y la educación climática desempeñan un papel determinante en la formación de valores sostenibles. Investigaciones como las de Fajri et al. (2025), Sitar y Rusu (2023) y Ratinen (2021) evidencian que los programas educativos orientados a la conservación y el conocimiento climático mejoran las actitudes proambientales, fortalecen la esperanza constructiva y promueven comportamientos responsables frente a los desafíos ecológicos. De igual forma, Derman (2023) y Field et al. (2023) señalan la necesidad de integrar los contenidos sobre cambio climático y biodiversidad en los currículos escolares mediante metodologías activas, mientras que Marfiana et al. (2025) proponen incorporar ecosistemas locales, como los manglares, en el aprendizaje científico para vincular conocimiento, práctica y sostenibilidad. Estas evidencias respaldan la idea de que la educación ambiental es una herramienta transversal en el manejo forestal sostenible y en la adaptación a los cambios climáticos.

En el ámbito político y de gobernanza, autores como De Silva et al. (2025) y Khanam et al. (2025) subrayan la urgencia de diseñar marcos normativos e institucionales integradores, capaces de vincular la conservación, la producción y la resiliencia climática. Estos hallazgos se complementan con los de Shrestha Sangat et al. (2025), quienes demuestran que los territorios afrodescendientes en Sudamérica constituyen modelos exitosos de gobernanza comunitaria y conservación de carbono, y con los aportes de Kumar et al. (2025), que resaltan la importancia de incorporar la gestión del fuego y la restauración ecológica dentro de las políticas nacionales de adaptación. En la misma línea, Sarango-Ordóñez (2025) y Gómez-Guerrero et al. (2021) sostienen que la resiliencia de los bosques depende tanto de su diversidad biológica como del fortalecimiento institucional y la cooperación internacional. A su vez, Santillán Fernández et al. (2021) enfatizan que los ecosistemas con mayor riqueza vegetal presentan una mayor capacidad de adaptación, corroborando el vínculo directo entre biodiversidad y estabilidad climática.

En términos de alcance y limitaciones, el presente estudio se centra en investigaciones publicadas entre 2021 y 2025, lo que garantiza actualidad, pero limita la perspectiva histórica del fenómeno. Asimismo, aunque los 21 estudios analizados presentan evidencia robusta y multidimensional, existe heterogeneidad metodológica que dificulta la comparación directa de resultados, especialmente entre estudios de modelización y revisiones educativas o jurídicas. No obstante, la revisión revela una tendencia clara hacia enfoques integrados y multidisciplinarios que articulan ciencia, política, educación

y comunidad. Futuras investigaciones deberían profundizar en la evaluación longitudinal de los impactos de políticas forestales adaptativas, así como en el papel de la bioeconomía y la restauración ecológica como motores de desarrollo sostenible. En suma, los hallazgos discutidos reafirman que la sostenibilidad forestal requiere una visión sistémica donde converjan la conservación de la biodiversidad, la mitigación climática y la justicia ambiental.

5. Conclusiones

La presente investigación permite concluir que el manejo forestal sostenible constituye un componente esencial en la respuesta global frente a la crisis climática y la pérdida de biodiversidad. Los hallazgos confirman que las estrategias de gestión multifuncional y adaptativa de los bosques no solo mantienen los servicios ecosistémicos, sino que también fortalecen la capacidad de los ecosistemas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y conservar la diversidad biológica. La evidencia analizada demuestra que la sostenibilidad forestal requiere una visión integral en la que confluyan las dimensiones ecológica, social, económica y política, orientadas hacia la preservación de los recursos naturales y la resiliencia de las comunidades que dependen de ellos. De este modo, se cumple el objetivo central del estudio al evidenciar el papel estratégico de los bosques como aliados naturales en la mitigación del cambio climático.

Desde una perspectiva educativa y social, los resultados reafirman que la alfabetización ambiental y la educación climática son determinantes para generar conciencia ecológica y promover prácticas sostenibles desde edades tempranas. Integrar los principios de conservación y sostenibilidad en la formación académica y profesional de las nuevas generaciones asegura la continuidad de políticas forestales responsables y la participación activa de la sociedad en la protección del patrimonio natural. Este enfoque formativo contribuye no solo al conocimiento científico, sino también al fortalecimiento de valores éticos vinculados con el respeto a la naturaleza, la equidad intergeneracional y la corresponsabilidad ambiental.

El aporte científico de esta revisión radica en ofrecer una visión interdisciplinaria y actualizada sobre las tendencias y perspectivas del manejo forestal sostenible como eje de acción ante los retos ambientales contemporáneos. Se demuestra que la resiliencia de los ecosistemas forestales depende tanto de la diversidad biológica como de la capacidad institucional para aplicar políticas adaptativas y mecanismos de gobernanza inclusiva. La investigación aporta fundamentos teóricos y prácticos que orientan el diseño de nuevas políticas públicas, proyectos educativos y modelos de desarrollo sustentable basados en la conservación y el conocimiento científico. En síntesis, este estudio reafirma que la sostenibilidad forestal no es solo una alternativa técnica, sino una necesidad urgente para garantizar el equilibrio ecológico y la continuidad de la vida en el planeta.

Referencias Bibliográficas

Awazi, N. P. (2025). Climate change mitigation and adaptation in Cameroon through cocoa and coffee-based agroforestry systems. *Discover Forests*, 1(1), 8. <https://doi.org/10.1007/s44415-025-00008-1>

- Blattert, C., Mönkkönen, M., Burgas, D., Di Fulvio, F., Toraño Caicoya, A., Vergarechea, M., Klein, J., Hartikainen, M., Antón-Fernández, C., Astrup, R., Emmerich, M., Forsell, N., Lukkarinen, J., Lundström, J., Pitzén, S., Poschenrieder, W., Primmer, E., Snäll, T., & Eyvindson, K. (2023). Climate targets in European timber-producing countries conflict with goals on forest ecosystem services and biodiversity. *Communications Earth & Environment*, 4(1), 119. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00771-z>
- Bont, L. G., Hölscher, M., Mutterer, S., Beranek, M., Schweier, J., Buscher, U., Scheffler, M., Husmann, K., Ottens, L., & Blattert, C. (2025). Optimizing sustainable and multifunctional management of Alpine Forests under climate change. *Scientific Reports*, 15(1), 29761. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-12001-x>
- Croom, D. B. (2024). The Biltmore Forest School and the Establishment of Forestry Education in America. *Journal of Research in Technical Careers*, 8(1), 59–81. <https://doi.org/10.9741/2578-2118.1137>
- De Silva, S., Jacewicz, N., Kovaka, K., Ferraro, K., Callender, C., Jamieson, D., & Prakash, A. (2025). Navigating synergies vs. Trade-offs between climate change mitigation and biodiversity conservation. *Npj Biodiversity*, 4(1), 22. <https://doi.org/10.1038/s44185-025-00092-8>
- Derman, M. (2023). A Bibliometric Analysis of Biodiversity Education. *Journal of Science Learning*, 6(1), 34–37. <https://doi.org/10.17509/jsl.v6i1.50831>
- Fajri, S. R., Citrawathi, D. M., Adnyana, P. B., Arnyana, I. B. P., Sarnita, F., Fajri, N., & Fitriani, H. (2025). The Strategic Role of Conservation Education in Efforts to Improve Biodiversity Literacy: A Systematic Review. *Journal of Turkish Science Education*, 22(2), 374–392. <https://doi.org/10.36681/tused.2025.019>
- Field, E., Spiropoulos, G., Nguyen, A. T., & Grewal, R. K. (2023). Climate Change Education within Canada's Regional Curricula: A Systematic Review of Gaps and Opportunities. *Canadian Journal of Educational Administration and Policy*. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1390005>
- García-Martínez, R., León-Bañuelos, L. A., Montoya-Jiménez, J. C., & Tenorio-Calixto, M. (2025). Almacén de carbono en las plantaciones forestales como estrategia para la mitigación del cambio climático. *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, 9(1), 6762–6778. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16368
- Giebink, C. L., Domke, G. M., Fisher, R. A., Heilman, K. A., Moore, D. J. P., DeRose, R. J., & Evans, M. E. K. (2022). The policy and ecology of forest-based climate mitigation: Challenges, needs, and opportunities. *Plant and Soil*, 479(1), 25–52. <https://doi.org/10.1007/s11104-022-05315-6>
- Gómez-Guerrero, A., Correa-Díaz, A., & Castruita-Esparza, L. U. (2021). Cambio climático y dinámica de los ecosistemas forestales. *Revista fitotecnia mexicana*, 44(4), 673–682. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4.673>
- Haya, B. K., Evans, S., Brown, L., Bukoski, J., Butsic, V., Cabiyo, B., Jacobson, R., Kerr, A., Potts, M., & Sanchez, D. L. (2023). Comprehensive review of carbon quantification by improved forest management offset protocols. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.958879>

- Hirata, A., Ohashi, H., Hasegawa, T., Fujimori, S., Takahashi, K., Tsuchiya, K., & Matsui, T. (2024). The choice of land-based climate change mitigation measures influences future global biodiversity loss. *Communications Earth & Environment*, 5(1), 259. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01433-4>
- Izquierdo-Tort, S., Jayachandran, S., & Saavedra, S. (2024). Redesigning payments for ecosystem services to increase cost-effectiveness. *Nature Communications*, 15(1), 9252. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-53643-1>
- Khanam, T., Peris-Llopis, M., Xu, X., Mola-Yudego, B., Leskinen, L., & Berninger, F. (2025). Finnish forest-related laws need to acknowledge climate change risks and integrate adaptive strategies to enhance resiliency. *Communications Earth & Environment*, 6(1), 332. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02284-3>
- Kumar, A., Ray, T., Mohanasundari, T., Jatav, S. S., Chatterjee, U., Shekhar, S., Alam, E., & Islam, M. K. (2025). Forest fires and climate change in India: Impacts, adaptive strategies, and pathways for climate action (Sustainable Development Goal-13). *Environmental Sciences Europe*, 37(1), 147. <https://doi.org/10.1186/s12302-025-01195-6>
- Leal-Filho, W., Pimenta-Dinis, M. A., Almeida-Canova, M., Cataldi, M., Silva-da Costa, G. A., Enrich-Prast, A., Symeonakis, E., & Brearley, F. Q. (2025). Managing ecosystem services in the Brazilian Amazon: The influence of deforestation and forest degradation in the world's largest rain forest. *Geoscience Letters*, 12(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40562-025-00391-9>
- Mäkelä, A., Minunno, F., Kujala, H., Kosenius, A.-K., Heikkinen, R. K., Junntila, V., Peltoniemi, M., & Forsius, M. (2023). Effect of forest management choices on carbon sequestration and biodiversity at national scale. *Ambio*, 52(11), 1737–1756. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01899-0>
- Marfiana, T., Roshayanti, F., Indiati, I., & Patonah, S. (2025). The Utilization of Mangrove Forests in ESD-Oriented Science Learning to Improve Environmental Literacy and Science Literacy: A Meta-Analysis. *Journal of Biological Education Indonesia (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 11(2), 503–510. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v8i3.22992>
- Moser, R. L., Windmuller-Campione, M. A., & Russell, M. B. (2022). Natural Resource Manager Perceptions of Forest Carbon Management and Carbon Market Participation in Minnesota. *Forests*, 13(11), 1949. <https://doi.org/10.3390/f13111949>
- Naciones Unidas [NU]. (2021). The Global Forest Goals Report 2021. United Nations Publication. <https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2021/04/Global-Forest-Goals-Report-2021.pdf>
- 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., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Prasad, R. R. (2022). Mitigating Climate Change: A Study of the University of the South Pacific and the State University of Malang. *Journal of Turkish Science Education*, 19(1), 111–128. <https://doi.org/10.36681/tused.2022.113>

- Ratinen, I. (2021). Students' Knowledge of Climate Change, Mitigation and Adaptation in the Context of Constructive Hope. *Education Sciences*, 11. <https://doi.org/10.3390/educsci11030103>
- Sangat, S. S., Rosero, M., Olsson, E., Nowakowski, A. J., Drescher-Lehman, J., Roehrdanz, P. R., Noon, M. L., McManus, N., Perz, S. G., Angel, M., Krieger, J. M., Brock, C., Coutinho, B., Martinez, C., Douglas, L. R., Bernard, C., Trustfull, L., Raik, D., Troëng, S., & Alie, K. (2025). Afro-descendant lands in South America contribute to biodiversity conservation and climate change mitigation. *Communications Earth & Environment*, 6(1), 458. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02339-5>
- Santillán-Fernández, A., Vargas-Cabrera, I. I., Pelcastre-Ruiz, L. M., Carrillo-Ávila, E., Alatorre-Cobos, F., & Bautista-Ortega, J. (2021). Resiliencia de la cobertura vegetal en el Suroeste de México ante los efectos del cambio climático. *Revista Peruana de Biología*, 28(2). <https://doi.org/10.15381/rpb.v28i2.18187>
- Sarango-Ordóñez, J. P. (2025). Impacto del Cambio Climático en los Ecosistemas Forestales: Un Análisis Exploratorio. *Horizon Nexus Journal*, 3(1), 1–17. <https://doi.org/10.70881/hnj/v3/n1/45>
- Sitar, G.-M., & Rusu, A. S. (2023). The Impact of Environmental Educational Programs in Promoting Insects Conservation Awareness: A Scoping Review. *Journal of Educational Sciences*, 24, 74–92. <https://doi.org/10.35923/JES.2023.1.05>
- Yun, T., Li, J., Ma, L., Zhou, J., Wang, R., Eichhorn, M. P., & Zhang, H. (2024). Status, advancements and prospects of deep learning methods applied in forest studies. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 131, 103938. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2024.103938>
- Zhang, Y., Fei, X., Liu, F., Chen, J., You, X., Huang, S., Wang, M., & Dong, J. (2022). Advances in Forest Management Research in the Context of Carbon Neutrality: A Bibliometric Analysis. *Forests*, 13(11), 1810. <https://doi.org/10.3390/f13111810>

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.