

DOI: <https://doi.org/10.63618/omd/revinvlid/v1/n2/11>

Manejo forestal sostenible y conservación de la biodiversidad.

Sustainable forest management and biodiversity conservation.

Salvatierra-Pilozo, Darwin Marcos ¹; Patiño-Uyaguari, Javier Leonardo ²

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí; Ecuador; <https://orcid.org/0000-0002-2659-4471>;
darwin.salvatierra@unesum.edu.ec.

² Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Ecuador; <https://orcid.org/0000-0001-7636-6197>;
jpatinou@uteq.edu.ec.

Cita: Salvatierra-Pilozo, D. M., & Patiño-Uyaguari, J. L. (2024). Manejo forestal sostenible y conservación de la biodiversidad. *Revista De Investigación Y Liderazgo*, 1(2), 1-16. <https://doi.org/10.63618/omd/revinvlid/v1/n2/11>

Resumen

La pérdida de cobertura forestal, el aumento de la fragmentación y la presión derivada del aprovechamiento maderero y la expansión agropecuaria comprometen la conservación de la biodiversidad en Ecuador y América Latina. El estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre las prácticas de manejo forestal sostenible y la conservación de la biodiversidad en los paisajes forestales ecuatorianos desde una perspectiva comparativa regional. Se aplicó un enfoque cualitativo, con diseño no experimental, transversal, documental y alcance descriptivo, mediante la revisión y el análisis temático de artículos científicos, informes técnicos y documentos institucionales. Los resultados evidenciaron que la disminución de la cobertura, la pérdida de biomasa y la fragmentación se asociaron con reducciones en la riqueza y composición biológica, mientras que la certificación forestal y la gestión comunitaria formalizada presentaron mejores indicadores ecológicos y socioeconómicos en determinados contextos. La interpretación de los hallazgos mostró que la sostenibilidad no depende exclusivamente del control volumétrico, sino de la integración entre conectividad, intensidad de aprovechamiento, monitoreo de especies y gobernanza. Se concluye que el manejo forestal sostenible requiere un enfoque multidimensional que articule conservación, producción y beneficios sociales mediante criterios adaptados a las características de cada ecosistema.

Palabras clave: biodiversidad, manejo forestal sostenible, conservación, fragmentación forestal, gobernanza ambiental.

Abstract

The loss of forest cover, increased fragmentation, and pressure resulting from logging and agricultural expansion threaten biodiversity conservation in Ecuador and Latin America. The study aimed to analyze the relationship between sustainable forest management practices and biodiversity conservation in Ecuadorian forest landscapes from a comparative regional perspective. A qualitative approach was applied, featuring a non-experimental, cross-sectional, documentary design with a descriptive scope, through the review and thematic analysis of scientific articles, technical reports, and institutional documents. The results showed that decreases in forest cover, loss of biomass, and fragmentation were associated with reductions in biological richness and composition, while forest certification and formalized community management yielded better ecological and socioeconomic indicators in certain contexts. Interpretation of the findings showed that sustainability does not depend exclusively on volume control, but rather on the integration of connectivity, harvest intensity, species monitoring, and governance. It is concluded that sustainable forest management requires a multidimensional approach that integrates conservation, production, and social benefits through criteria adapted to the characteristics of each ecosystem.

Keywords: biodiversity, sustainable forest management, conservation, forest fragmentation, environmental governance.

1. Introducción

El manejo forestal sostenible adquiere una importancia estratégica en Ecuador y América Latina porque articula producción, conservación y bienestar en territorios donde los bosques sostienen funciones ecológicas y económicas esenciales. A escala mundial, los bosques abarcan aproximadamente 4,06 mil millones de hectáreas, equivalentes al 31 % de la superficie terrestre, mientras América del Sur concentra cerca del 21 % del área forestal global (FAO, 2020). En Ecuador, los bosques naturales cubren alrededor de la mitad del territorio nacional; sin embargo, entre 1990 y 2022 se registra una pérdida superior a 2,4 millones de hectáreas, equivalente al 18 % de la cobertura existente al inicio del periodo (Banco Mundial, 2024). Por ello, la unidad de análisis comprende los paisajes forestales y las unidades de manejo de bosques nativos de la Costa, la Sierra y la Amazonía ecuatorianas, consideradas en relación con las dinámicas ambientales latinoamericanas. Esta delimitación permite examinar la sostenibilidad más allá del rendimiento maderero e incorporar la integridad ecológica, la conectividad, la biodiversidad y los beneficios sociales asociados al bosque.

La presión sobre estos sistemas forestales se intensifica por la expansión de la frontera agrícola, la ganadería, la extracción selectiva, la apertura de vías y las limitaciones institucionales para controlar el cambio de uso del suelo. Durante 2020–2022, la deforestación bruta alcanza aproximadamente 95.600 hectáreas anuales y el sector de uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura representa alrededor del 22 % de las emisiones nacionales, lo que incrementa los riesgos climáticos y productivos (Banco Mundial, 2024). En la Amazonía ecuatoriana, los registros de 2012–2021 muestran una extracción cercana a 2,30 millones de m³ de madera de un volumen autorizado de 2,63 millones de m³, con 210 especies analizadas; de ellas, el 26,2 % no consta en la base de evaluación de la UICN (López-Tobar et al., 2024). Al mismo tiempo, la conversión del bosque nativo reduce la diversidad de macroinvertebrados y deteriora atributos de fertilidad del suelo, afectando procesos ecológicos que sostienen la productividad y la regulación hídrica (Guarderas et al., 2022). La falta de intervención profundiza costos sociales y económicos, pues el cambio climático podría reducir el PIB per cápita ecuatoriano en casi 4 puntos porcentuales hacia 2050 si no se fortalecen las medidas de adaptación y conservación (Banco Mundial, 2024).

Aunque la literatura reciente reconoce que el manejo responsable puede disminuir los impactos de la explotación forestal, los resultados permanecen heterogéneos y dependen del taxón, la intensidad de extracción, la escala espacial y los mecanismos de gobernanza. Una revisión global basada en 57 estudios y 231 tamaños de efecto encuentra un resultado general neutro de la certificación FSC sobre la abundancia, aunque identifica respuestas favorables en determinados grupos de mamíferos y una mayor riqueza de plantas vasculares (Matias et al., 2024). De manera complementaria, el análisis de 1.681 taxones establece que los bosques con menos del 29 % de biomasa removida conservan una composición funcional relativamente íntegra, mientras los sitios con pérdidas superiores al 68 % requieren intervenciones de recuperación más intensivas (Ewers et al., 2024). Asimismo, una evaluación sustentada en 1,3 millones de fotografías de cámaras trampa y 55 especies registra mejores tasas de encuentro de mamíferos en concesiones certificadas que en concesiones no certificadas (Zwerts et al., 2024). En Ecuador, el bosque seco estacional presenta una pérdida del 27,04 %

entre 1990 y 2018 y un incremento del 11,61 % en su fragmentación, pero el 84,45 % de las unidades evaluadas permanece fuera de categorías de protección (Rivas et al., 2021). Estas diferencias evidencian la necesidad de integrar indicadores ecológicos, productivos, sociales y económicos dentro de una misma evaluación del manejo forestal.

El vacío descrito justifica una investigación que articule la intensidad de aprovechamiento, la cobertura forestal, la conectividad del paisaje, la diversidad biológica y las condiciones de gestión institucional en unidades forestales ecuatorianas. La disponibilidad de registros del Sistema de Administración Forestal, inventarios, cartografía oficial y productos de teledetección permite trabajar con información verificable de seis provincias amazónicas y cientos de especies, sin depender exclusivamente de nuevos muestreos extensivos (López-Tobar et al., 2024). Además, la bioacústica y el aprendizaje profundo muestran utilidad para monitorear la recuperación de la biodiversidad en Ecuador, con coeficientes ajustados de determinación de 0,62 y 0,69 para indicadores automatizados vinculados con gradientes de restauración (Müller et al., 2023). El estudio tiene como objetivo general analizar la relación entre las prácticas de manejo forestal sostenible y la conservación de la biodiversidad en los paisajes forestales del Ecuador, mediante una perspectiva comparativa latinoamericana. Para alcanzarlo se plantean tres objetivos específicos: describir las presiones y prácticas de manejo presentes en las unidades forestales; determinar la relación entre intensidad de aprovechamiento, cobertura, conectividad e indicadores de diversidad; y comparar el desempeño ecológico y socioeconómico de distintas modalidades de gestión. La utilización de datos secundarios y métodos de monitoreo no invasivos favorece la viabilidad técnica y temporal, mientras la participación de actores locales requiere confidencialidad, consentimiento informado y respeto por los conocimientos comunitarios (FAO, 2024).

La contribución esperada se fundamenta en un marco multidimensional que no equipara la sostenibilidad únicamente con el volumen maderero permitido ni con la presencia de una certificación, sino que integra integridad del hábitat, diversidad taxonómica y funcional, conectividad, servicios ecosistémicos, gobernanza y beneficios socioeconómicos. Esta aproximación responde a la necesidad de revisar el concepto tradicional de manejo forestal frente a demandas simultáneas de conservación, mitigación climática, producción y desarrollo rural (Prins et al., 2023). Los umbrales de extracción inferiores al 29 % y los escenarios de degradación superiores al 68 % muestran que los criterios de manejo requieren referencias ecológicas diferenciadas y no estándares uniformes para todos los bosques tropicales (Ewers et al., 2024). La originalidad del estudio reside en relacionar evidencia biofísica y administrativa dentro de una escala común de paisaje y unidad de manejo, con énfasis en las particularidades de Ecuador y su contraste con experiencias regionales. Sus resultados pueden orientar la priorización de áreas de restauración, el fortalecimiento de sistemas de monitoreo, la mejora de instrumentos de certificación y la asignación eficiente de incentivos para la conservación. De este modo, el trabajo aporta una base científica para reducir la pérdida anual de aproximadamente 95.600 hectáreas y fortalecer decisiones que concilien aprovechamiento forestal, biodiversidad y resiliencia económica (Banco Mundial, 2024; Matias et al., 2024).

2. Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló desde una perspectiva cualitativa orientada a interpretar cómo la literatura científica y los documentos institucionales abordaron la relación entre manejo forestal sostenible y conservación de la biodiversidad en Ecuador y América Latina. Esta elección permitió examinar significados, criterios de sostenibilidad, enfoques de gobernanza y argumentos ambientales sin reducir el fenómeno a relaciones exclusivamente numéricas. El análisis priorizó la comprensión contextual de las prácticas de aprovechamiento, conservación, restauración y monitoreo forestal descritas en las fuentes seleccionadas. La aproximación cualitativa resultó pertinente porque facilitó la integración de dimensiones ecológicas, sociales, económicas e institucionales presentes en el manejo de los bosques tropicales. Además, se reconoció que la interpretación de los documentos dependió de sus contextos de producción, propósitos y marcos conceptuales, por lo que se mantuvo una lectura reflexiva y crítica durante todo el proceso (Denzin et al., 2023; Creswell & Poth, 2018).

La estructura metodológica respondió a un diseño no experimental y transversal, debido a que las variables asociadas con el manejo forestal y la biodiversidad no fueron manipuladas ni sometidas a intervención directa. La información se examinó tal como apareció registrada en artículos científicos, informes técnicos, normativa ambiental y documentos de organismos especializados. El carácter transversal se estableció mediante la revisión de evidencia disponible correspondiente al periodo 2021–2025, lo que permitió construir una representación contemporánea del fenómeno dentro de un intervalo temporal definido. Esta delimitación favoreció la comparación de enfoques aplicados en Ecuador con experiencias desarrolladas en otros países latinoamericanos. El diseño no pretendió demostrar relaciones causales entre las prácticas forestales y los cambios en la biodiversidad, sino interpretar tendencias, coincidencias, diferencias y vacíos de conocimiento documentados en las fuentes consultadas (Creswell & Poth, 2018; Prins et al., 2023).

El estudio se sustentó en investigación documental porque utilizó como unidad de análisis publicaciones científicas y documentos técnicos relacionados con bosques nativos, aprovechamiento forestal, certificación, gobernanza, conservación de especies y sostenibilidad ambiental. La revisión comprendió artículos indexados en Scopus, Web of Science, SciELO y Redalyc, además de informes procedentes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y documentos oficiales vinculados con la gestión ambiental ecuatoriana. La búsqueda se organizó mediante combinaciones de los términos “manejo forestal sostenible”, “conservación de la biodiversidad”, “bosques tropicales”, “Ecuador”, “Amazonía” y “América Latina”, junto con sus equivalentes en inglés. La estrategia documental buscó asegurar amplitud temática y trazabilidad en la localización de la evidencia. El procedimiento siguió una secuencia ordenada de identificación, revisión, elegibilidad y selección de documentos, considerando criterios de transparencia recomendados para la presentación de revisiones de literatura (Page et al., 2021; Booth et al., 2021).

La selección documental incluyó estudios publicados entre 2021 y 2025 en español, inglés o portugués que analizaron prácticas de manejo forestal, extracción maderera, conservación de especies, integridad ecológica, restauración, certificación o

gobernanza forestal en Ecuador y América Latina. También se incorporaron investigaciones internacionales cuando proporcionaron marcos conceptuales, indicadores o resultados comparables aplicables a los bosques tropicales de la región. Se excluyeron documentos duplicados, publicaciones sin acceso al texto completo, estudios desvinculados de la biodiversidad y trabajos centrados exclusivamente en sistemas agrícolas o urbanos sin relación directa con ecosistemas forestales. La pertinencia de cada fuente se evaluó mediante la correspondencia entre sus objetivos, métodos, resultados y contribución al problema investigado. Esta depuración permitió concentrar el análisis en evidencia reciente y metodológicamente consistente, sin asumir que la certificación o el aprovechamiento sostenible generaban efectos uniformes sobre todos los grupos biológicos (Matias et al., 2024; Zwerts et al., 2024).

El razonamiento deductivo se utilizó inicialmente para organizar la información a partir de categorías derivadas del concepto de manejo forestal sostenible, entre ellas conservación de la biodiversidad, intensidad de aprovechamiento, gobernanza, restauración, monitoreo, certificación y beneficios socioeconómicos. De manera complementaria, el razonamiento inductivo permitió identificar categorías emergentes relacionadas con vacíos territoriales, diferencias entre grupos taxonómicos, limitaciones institucionales y tensiones entre producción y conservación. El método analítico facilitó la desagregación de cada documento en objetivos, contexto, enfoque metodológico, unidad de análisis, resultados y conclusiones principales. Posteriormente, la síntesis integró los hallazgos para establecer convergencias, contradicciones y relaciones conceptuales entre las fuentes. Esta combinación evitó imponer categorías rígidas y permitió reconocer patrones no previstos en la fase inicial, en concordancia con la flexibilidad interpretativa propia del análisis cualitativo (Braun & Clarke, 2021; Byrne, 2022).

El tratamiento de la información se realizó mediante una matriz documental que registró autoría, año, país, ecosistema, tipo de manejo forestal, componentes de biodiversidad evaluados, principales hallazgos y limitaciones reportadas. La codificación se desarrolló en etapas sucesivas de lectura, familiarización, identificación de unidades de significado, agrupación temática y revisión interpretativa. Las categorías se contrastaron entre documentos para determinar la frecuencia conceptual de los enfoques y la consistencia de los argumentos, sin convertir dichas recurrencias en inferencias estadísticas. El análisis temático permitió reconocer patrones vinculados con impactos del aprovechamiento, respuestas de la biodiversidad, mecanismos de conservación y condiciones institucionales que favorecieron o limitaron la sostenibilidad. La interpretación consideró que los efectos del manejo forestal podían variar según intensidad de extracción, escala espacial, grupo taxonómico y contexto de gobernanza, tal como mostró la evidencia reciente sobre bosques intervenidos y certificados (Ewers et al., 2024; Matias et al., 2024).

El alcance descriptivo permitió caracterizar las prácticas de manejo forestal y las estrategias de conservación documentadas, así como organizar los principales factores ecológicos, sociales e institucionales asociados con su implementación. La investigación no buscó estimar efectos causales, generalizar resultados a todos los ecosistemas forestales ni establecer predicciones sobre la pérdida futura de biodiversidad. La rigurosidad se fortaleció mediante criterios explícitos de búsqueda y

selección, contraste entre fuentes científicas e institucionales y conservación de un registro verificable de las decisiones analíticas. En el plano ético se respetaron la autoría, la integridad de las publicaciones y las normas de citación, debido a que el estudio utilizó información secundaria de acceso público y no involucró intervención directa con personas, comunidades o fauna silvestre. La metodología permitió integrar evidencia regional con estudios específicos de la Amazonía ecuatoriana, donde la extracción maderera y el estado de conservación de las especies constituyeron componentes relevantes para valorar la sostenibilidad del aprovechamiento forestal (López-Tobar et al., 2024; FAO, 2024).

3. Resultados

Presiones ambientales y prácticas de manejo forestal identificadas en Ecuador y América Latina

El análisis de esta dimensión se orientó a identificar la magnitud de las presiones sobre la cobertura forestal y las principales prácticas de gestión registradas en Ecuador y América Latina. En Sudamérica se contabilizaron aproximadamente 68 millones de hectáreas deforestadas entre 2000 y 2018, lo que representó la mayor superficie regional afectada durante ese periodo. Aunque la pérdida neta disminuyó respecto de la década anterior, entre 2010 y 2020 se mantuvo en 2,6 millones de hectáreas anuales, equivalente a cerca de la mitad de la tasa observada entre 2000 y 2010. La transformación del bosque se vinculó principalmente con la expansión agropecuaria, debido a que casi tres cuartas partes de la deforestación sudamericana estuvieron asociadas con áreas destinadas al pastoreo. Como mecanismo de conservación, aproximadamente el 31 % de los bosques sudamericanos se encontró dentro de áreas legalmente protegidas. En conjunto, los datos mostraron la coexistencia de una presión sostenida sobre la cobertura forestal y una ampliación de los instrumentos territoriales de protección (FAO, 2020, 2022).

Dentro del contexto ecuatoriano, la revisión identificó una reducción considerable de los bosques secos estacionales durante el periodo 1990-2018. La pérdida acumulada alcanzó 2.631,91 km², equivalentes a 263.191 hectáreas, y representó el 27,04 % de la superficie forestal registrada al inicio del periodo. La disminución ocurrió a una tasa promedio de 94 km² anuales, correspondiente a aproximadamente 9.400 hectáreas por año y a una tasa anual de deforestación de 1,12 %. El índice relativo de fragmentación aumentó 11,61 %, mientras la proporción de unidades territoriales con fragmentación baja o muy baja descendió del 42,28 % al 29,15 %. Esta variación representó una reducción de 13,13 puntos porcentuales, equivalente al 31,05 % respecto del valor inicial, y se registraron 432 unidades territoriales en las que desaparecieron completamente los fragmentos forestales. Los principales indicadores regionales y nacionales se sintetizaron como se observa en la Tabla 1 (Rivas et al., 2021).

Tabla 1*Indicadores cuantitativos de presión ambiental y manejo forestal*

Ámbito e indicador	Periodo	Resultado registrado	Tendencia o patrón identificado
Deforestación acumulada en Sudamérica	2000–2018	68 millones de ha	Mayor superficie deforestada entre las regiones evaluadas
Pérdida forestal neta en Sudamérica	2010–2020	2,6 millones de ha/año	Tasa cercana a la mitad de la registrada en 2000–2010
Bosques sudamericanos áreas protegidas	en 2020	31 %	Mayor proporción regional de protección forestal
Pérdida del bosque seco estacional de Ecuador	1990–2018	2.631,91 km ² ; 27,04 %	Tasa anual de –1,12 %
Incremento de la fragmentación del bosque seco	1990–2018	11,61 %	Reducción de 13,13 puntos porcentuales en unidades con fragmentación baja o muy baja
Aprovechamiento autorizado en la Amazonía ecuatoriana	2012–2021	2.627.659,17 m ³	Control administrativo previo del volumen forestal
Volumen efectivamente aprovechado	2012–2021	2.296.238,08 m ³ ; 87,4 %	Diferencia de 331.421,09 m ³ respecto del volumen autorizado
Especies forestales evaluación de la UICN	sin 2012–2021	55 de 210 especies; 26,2 %	Información de conservación no disponible para más de una cuarta parte de las especies

Nota: Los valores correspondieron a indicadores publicados para distintos periodos y escalas territoriales; por tanto, se presentaron de forma descriptiva y no como estimaciones directamente equivalentes. Elaboración basada en FAO (2020, 2022), Rivas et al. (2021) y López-Tobar et al. (2024).

En cuanto al aprovechamiento maderero en la Amazonía ecuatoriana, los registros correspondientes a 2012–2021 mostraron un volumen oficialmente autorizado de 2.627.659,17 m³, del cual se extrajeron 2.296.238,08 m³. La ejecución alcanzó el 87,4 % del volumen aprobado y dejó una diferencia de 331.421,09 m³ entre la autorización administrativa y la extracción reportada. Sucumbíos y Orellana concentraron conjuntamente 1.727.281,80 m³, equivalentes al 65,73 % de todo el volumen autorizado en las seis provincias amazónicas evaluadas. Napo presentó la mayor proporción de aprovechamiento, con 91,6 %, mientras Morona Santiago registró 74,58 %, diferencia que alcanzó 17,02 puntos porcentuales. Las intensidades documentadas variaron entre 0,5 y 2,8 m³ por hectárea, lo que reflejó diferencias territoriales en los niveles de extracción. Las prácticas registradas se concentraron en la autorización previa, el seguimiento provincial y la verificación del volumen efectivamente aprovechado mediante el Sistema de Administración Forestal (López-Tobar et al., 2024).

La revisión del componente biológico asociado al aprovechamiento forestal incluyó 210 especies maderables registradas en las provincias amazónicas ecuatorianas. De este conjunto, 55 especies, equivalentes al 26,2 %, no contaron con una evaluación disponible dentro de las categorías de conservación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Entre las especies no evaluadas, 27, correspondientes al 49,1 %, presentaron cinco registros de ocurrencia o menos y fueron clasificadas como potencialmente raras dentro del análisis documental. Las prácticas de manejo identificadas comprendieron el registro taxonómico, la autorización de volúmenes, la trazabilidad administrativa, la delimitación de áreas protegidas y la comprobación del estado de conservación. Debido a la heterogeneidad de periodos, escalas e indicadores empleados por las fuentes, no se calcularon medias agrupadas, desviaciones estándar

ni pruebas de significancia estadística. La síntesis descriptiva mostró que las pérdidas de cobertura y el incremento de la fragmentación coexistieron con mecanismos formales de control forestal y con información incompleta sobre una proporción relevante de las especies aprovechadas (FAO, 2020; López-Tobar et al., 2024).

Relación entre intensidad de aprovechamiento, cobertura forestal, conectividad y biodiversidad

El análisis de este componente examinó los patrones registrados entre la intensidad del aprovechamiento forestal, la permanencia de la cobertura vegetal, la fragmentación del paisaje y las respuestas de la biodiversidad. La evidencia integrada comprendió 1.681 taxones, distribuidos en 86 órdenes taxonómicos y 126 grupos funcionales, evaluados a lo largo de un gradiente de reducción de biomasa aérea. Desde las etapas iniciales de intervención se observaron modificaciones en los patrones de ocurrencia de 396 taxones, equivalentes al 24 %, y de 41 grupos funcionales, correspondientes al 34 %. En el conjunto analizado, la degradación alteró significativamente taxones pertenecientes a 72 de los 86 órdenes, es decir, al 81 %, mientras se registraron cambios en 83 grupos funcionales, equivalentes al 68 % del total. Además, se contabilizaron más respuestas negativas en taxones y grupos funcionales —425 y 51, respectivamente— que respuestas positivas —330 y 32—, lo que configuró una reducción gradual de la ocurrencia promedio conforme aumentó la pérdida de biomasa (Ewers et al., 2024).

La intensidad del aprovechamiento presentó un comportamiento no lineal respecto de la conservación de la diversidad taxonómica y funcional. Los bosques con una pérdida inferior al 29 % de la biomasa aérea mantuvieron niveles relativamente altos de integridad ecológica; este umbral presentó un intervalo de confianza del 95 % entre 25 % y 35 %. En contraste, los cambios ecológicos de mayor magnitud se concentraron cuando la reducción de biomasa alcanzó aproximadamente el 68 %, con un intervalo de confianza del 95 % entre 60 % y 83 %. La cantidad de taxones y grupos funcionales que alcanzaron sus mayores tasas de cambio aumentó con rapidez después de una pérdida cercana al 70 % de la biomasa. Entre ambos umbrales, la respuesta biológica permaneció diferenciada según el grupo evaluado, debido a que las variaciones en ocurrencia no se distribuyeron uniformemente a lo largo del gradiente de intervención. Los resultados identificaron, por tanto, una transición desde cambios funcionales relativamente limitados bajo niveles bajos de aprovechamiento hasta alteraciones más amplias cuando la pérdida estructural del bosque superó dos tercios de su biomasa (Ewers et al., 2024).

La evaluación espacial desarrollada para los bosques secos estacionales del Ecuador mostró una reducción acumulada de 2.631,91 km² de cobertura entre 1990 y 2018, correspondiente al 27,04 % de la superficie registrada al inicio del periodo y a una tasa anual de deforestación de -1,12 %. Paralelamente, el índice reticular de fragmentación aumentó 11,61 %, mientras la proporción de unidades territoriales clasificadas con fragmentación baja o muy baja disminuyó de 42,28 % a 29,15 %. Durante el mismo intervalo, 432 unidades espaciales que contenían remanentes forestales en 1990 perdieron completamente sus fragmentos antes de 2018. Los niveles de fragmentación variaron significativamente entre los tipos de bosque analizados, con un resultado de $H = 295,65$ y $p < 0,0001$, y el bosque semideciduo presentó la mayor fragmentación.

También se registraron diferencias entre categorías de protección ($H = 19,60$; $p < 0,001$), con valores medios del índice de $0,30 \pm 0,07$ en áreas protegidas nacionales, $0,42 \pm 0,03$ en áreas no protegidas y $0,97 \pm 0,17$ en bosques protectores (Rivas et al., 2021).

La relación entre permanencia de la cobertura forestal y diversidad biológica también se manifestó en los ecosistemas montaños del norte ecuatoriano. Los bosques nativos registraron una riqueza media de 22 ± 6 géneros de macroinvertebrados del suelo, mientras los monocultivos alcanzaron 8 ± 5 géneros, diferencia equivalente a 14 géneros entre ambas categorías. Las variaciones de riqueza fueron estadísticamente significativas, con $F(3, 36) = 9,047$ y $p = 0,001$, y el mismo patrón se presentó en los índices de diversidad de Shannon ($H = 20,671$; $p < 0,001$) y Simpson ($H = 20,672$; $p < 0,001$). La composición comunitaria mostró diferencias entre usos del suelo mediante el análisis PERMANOVA (pseudo- $F = 5,0721$; $p = 0,001$), mientras los bosques nativos concentraron 18 órdenes de macroinvertebrados, frente a aproximadamente la mitad registrada en los pastizales y una cantidad aún menor en los monocultivos. En conjunto, los resultados describieron un gradiente consistente: la menor pérdida de biomasa y la conservación de coberturas forestales continuas coincidieron con una mayor riqueza y estabilidad funcional, mientras el incremento del aprovechamiento, la fragmentación y la conversión del bosque se relacionó con una composición biológica más reducida y diferenciada (Guarderas et al., 2022; Ewers et al., 2024).

Desempeño ecológico y socioeconómico de las modalidades de gestión forestal

El análisis de esta dimensión tuvo como propósito describir el desempeño ecológico y socioeconómico registrado bajo modalidades de certificación forestal, aprovechamiento convencional y gestión comunitaria. La revisión global de la certificación FSC reunió 57 estudios publicados entre 2004 y 2022, de los cuales el 31 % se desarrolló en América y el 28 % en Europa. El 41 % de las investigaciones examinó plantas vasculares y el 51 % evaluó directamente los efectos de la certificación sobre la biodiversidad. De este conjunto, 15 estudios aportaron información suficiente para el metaanálisis, mediante 231 tamaños de efecto relacionados con la abundancia y 10 tamaños de efecto correspondientes a la riqueza vegetal. El efecto agregado sobre la abundancia taxonómica resultó neutro, aunque se registraron respuestas positivas en los ensamblajes de mamíferos y valores significativamente mayores de riqueza de plantas vasculares en áreas certificadas (Matias et al., 2024).

La evaluación comparativa de concesiones forestales mostró diferencias cuantificables entre el manejo certificado y el aprovechamiento no certificado. El monitoreo comprendió 14 concesiones, distribuidas en siete pares comparables, y acumuló aproximadamente 1,3 millones de fotografías, obtenidas mediante 474 cámaras trampa durante 35.546 días de observación. La tasa estimada de encuentro de mamíferos fue 1,5 veces mayor en las concesiones FSC y presentó una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,041$), mientras la biomasa faunística estimada alcanzó un valor 4,5 veces superior. Las señales de cacería fueron menores dentro de las áreas certificadas ($p = 0,036$), y las diferencias aumentaron conforme se incrementó el tamaño corporal de las especies. Los principales resultados ecológicos y socioeconómicos de las modalidades evaluadas se sintetizaron como se observa en la Tabla 2 (Zwerts et al., 2024).

Tabla 2

Indicadores de desempeño ecológico y socioeconómico según modalidad de gestión forestal

Modalidad o dimensión	Unidad de análisis	Indicador cuantitativo	Resultado registrado
Certificación evidencia global	FSC: 57 estudios	231 tamaños de efecto de abundancia y 10 de riqueza	Efecto agregado neutro sobre la abundancia; respuesta positiva en mamíferos y mayor riqueza de plantas vasculares
Concesiones frente a certificadas	FSC no 14 concesiones	Tasa de encuentro de mamíferos	1,5 veces mayor en áreas FSC; $p = 0,041$
Concesiones frente a certificadas	FSC no 474 cámaras; 35.546 días	Biomasa faunística estimada	4,5 veces mayor en áreas FSC
Mamíferos de 10–30 kg	7 pares de concesiones	Razón de tasas de encuentro	3,5 veces mayor en áreas FSC
Mamíferos de 30–100 kg	7 pares de concesiones	Razón de tasas de encuentro	2,5 veces mayor en áreas FSC
Mamíferos de más de 100 kg	7 pares de concesiones	Razón de tasas de encuentro	2,7 veces mayor en áreas FSC
Bosques comunitarios sostenibles	119 de unidades	314 Proporción del total	37,9 %; niveles conjuntos superiores de biodiversidad y contribución a los medios de vida
Bosques comunitarios degradados	27 de unidades	314 Proporción del total	8,6 %; niveles inferiores de biomasa, riqueza arbórea y beneficios para los medios de vida
Asociación formal de manejo comunitario	314 unidades	Efecto marginal sobre la categoría sostenible	+0,19; $p < 0,001$

Nota: Los porcentajes de las modalidades comunitarias se calcularon a partir de las frecuencias originales. Los indicadores ecológicos y socioeconómicos correspondieron a escalas, regiones y métodos diferentes, por lo que no se interpretaron como medidas directamente equivalentes. La dimensión de medios de vida se evaluó mediante un índice compuesto de aportes forestales y no mediante ingresos monetarios homogéneos (Matias et al., 2024; Fischer et al., 2023; Zwerts et al., 2024).

La gestión comunitaria presentó resultados diferenciados al integrar biomasa forestal, riqueza de especies arbóreas y contribución a los medios de vida. El análisis de 314 bosques comunitarios, distribuidos en 15 países tropicales, identificó cinco agrupaciones con diferencias multivariadas significativas (λ de Wilks = 0,1088; $F = 156,44$; $p < 0,001$). La categoría de bosques sostenibles reunió 119 unidades, equivalentes al 37,9 %, y concentró niveles superiores al promedio en riqueza arbórea y beneficios socioeconómicos. Los bosques de conservación comprendieron 88 unidades (28,0 %); los de subsistencia, 57 (18,2 %); los orientados al carbono, 23 (7,3 %); y los degradados, 27 (8,6 %). La riqueza de especies presentó relaciones positivas con la biomasa ($p = 0,1989$; $p = 0,0004$) y con los medios de vida ($p = 0,2268$; $p = 0,0001$), mientras no se registró una asociación significativa entre biomasa y medios de vida ($p = -0,0246$; $p = 0,6641$) (Fischer et al., 2023).

La presencia de asociaciones formales de manejo comunitario se relacionó con un incremento de 0,19 en la probabilidad marginal de pertenecer al grupo de bosques sostenibles ($p < 0,001$) y con una reducción de $-0,08$ en la probabilidad de integrar el grupo degradado ($p = 0,034$). Frente a la categoría degradada, las unidades con organizaciones formales registraron una razón de riesgo relativo de 4,06 para clasificarse como sostenibles ($p = 0,002$), de 5,94 para pertenecer a la categoría de

carbono ($p = 0,008$) y de 4,69 para integrar la categoría de subsistencia ($p = 0,002$). La participación local en la formulación de reglas también incrementó la probabilidad de pertenecer a los grupos orientados al carbono y a la subsistencia, con razones de riesgo relativo de 5,24 y 4,07, respectivamente. En términos descriptivos, los resultados mostraron que las modalidades certificadas registraron mayores indicadores faunísticos, mientras la gestión comunitaria formalizada concentró una mayor proporción de resultados combinados de biodiversidad, biomasa y contribución a los medios de vida (Fischer et al., 2023; Zwerts et al., 2024).

4. Discusión

La lectura conjunta de los resultados permite interpretar que el manejo forestal sostenible depende de la interacción entre intensidad de aprovechamiento, permanencia de la cobertura, conectividad ecológica, calidad de la gobernanza y disponibilidad de información sobre las especies. La pérdida del 27,04 % del bosque seco estacional ecuatoriano y el aumento del 11,61 % en su fragmentación sugieren que los mecanismos de protección y control existentes todavía no compensan plenamente las presiones derivadas del cambio de uso del suelo. Esta situación adquiere mayor relevancia porque el 26,2 % de las especies maderables analizadas en la Amazonía no dispone de evaluación en la UICN, lo que limita la capacidad de incorporar criterios de riesgo biológico en la toma de decisiones. Aunque el volumen autorizado y el aprovechado muestran la existencia de procedimientos administrativos de seguimiento, estos resultados parecen indicar que la sostenibilidad no puede valorarse únicamente mediante el cumplimiento volumétrico. La conservación efectiva requiere integrar la estructura del paisaje, el estado de las poblaciones y la vulnerabilidad de las especies dentro de los instrumentos de manejo forestal (Rivas et al., 2021; López-Tobar et al., 2024).

La relación observada entre degradación y biodiversidad coincide con la evidencia que identifica respuestas ecológicas no lineales frente a la pérdida de biomasa. Los umbrales cercanos al 29 % y al 68 % sugieren que la integridad funcional puede mantenerse bajo niveles moderados de intervención, pero disminuye con mayor intensidad cuando la estructura forestal supera determinados grados de deterioro; no obstante, estos valores deben interpretarse como referencias ecológicas y no como límites universales aplicables a todos los bosques tropicales (Ewers et al., 2024). La menor riqueza de macroinvertebrados registrada en monocultivos respecto de los bosques nativos refuerza la importancia de conservar la complejidad del hábitat y la continuidad de los procesos edáficos (Guarderas et al., 2022). De manera concordante, las concesiones certificadas presentan mayores tasas de encuentro y biomasa de mamíferos, aunque el efecto agregado de la certificación sobre la abundancia resulta neutro cuando se integran distintos grupos biológicos. Esta aparente divergencia podría explicarse por diferencias entre taxones, escalas espaciales, intensidad de extracción y control de actividades como la cacería, por lo que los hallazgos no permiten atribuir efectos uniformes a la certificación forestal (Matias et al., 2024; Zwerts et al., 2024).

Los resultados también amplían la comprensión del manejo forestal al mostrar que el desempeño ecológico se relaciona con componentes institucionales y sociales, además

de las condiciones biofísicas. La mayor representación de bosques sostenibles entre las unidades con asociaciones formales y el incremento de 0,19 en la probabilidad de pertenecer a esta categoría sugieren que la organización comunitaria y la participación en la formulación de reglas pueden fortalecer la articulación entre biodiversidad, biomasa y medios de vida (Fischer et al., 2023). Desde una perspectiva práctica, este patrón respalda la incorporación de mecanismos de gobernanza, monitoreo participativo y distribución de beneficios dentro de los planes de manejo. Sin embargo, el estudio presenta limitaciones asociadas con su carácter documental, la heterogeneidad de periodos, ecosistemas, escalas territoriales e indicadores, así como la ausencia de métricas económicas homogéneas entre las investigaciones revisadas. La diversidad metodológica impide realizar estimaciones agregadas comparables y restringe la generalización de los hallazgos al conjunto de los paisajes forestales ecuatorianos. Por tratarse de un diseño no experimental y transversal, las asociaciones identificadas deben interpretarse con cautela y no permiten establecer relaciones causales entre las modalidades de gestión y las respuestas de la biodiversidad (Creswell & Poth, 2018; Page et al., 2021).

La evidencia analizada plantea la necesidad de desarrollar estudios longitudinales en Ecuador que combinen inventarios biológicos, teledetección, monitoreo de conectividad, registros administrativos y evaluación socioeconómica bajo indicadores estandarizados. También resulta pertinente validar regionalmente los umbrales de pérdida de biomasa, comparar modalidades certificadas, comunitarias y convencionales bajo condiciones ecológicas equivalentes, y cuantificar costos, ingresos e incentivos asociados con la conservación. El uso de bioacústica y aprendizaje profundo podría ampliar la cobertura temporal del monitoreo y complementar la evaluación de grupos que suelen quedar subrepresentados en los inventarios tradicionales (Müller et al., 2023). Asimismo, futuras investigaciones deberían examinar cómo la tenencia de la tierra, la participación local, la capacidad institucional y la distribución de beneficios modifican el desempeño de las unidades forestales. La contribución central del estudio radica en mostrar que la sostenibilidad no depende de una práctica aislada, sino de la convergencia entre límites ecológicos de aprovechamiento, conservación de la conectividad, información taxonómica suficiente y gobernanza efectiva. Esta interpretación responde a la brecha identificada al proponer una lectura multidimensional capaz de vincular conservación, producción y bienestar dentro de un mismo marco de gestión forestal (Prins et al., 2023; FAO, 2024).

5. Conclusiones

Los resultados permiten concluir que el manejo forestal sostenible se relaciona con la conservación de la biodiversidad cuando integra límites de aprovechamiento, mantenimiento de la cobertura, conectividad del paisaje, monitoreo ecológico y gobernanza efectiva. La evidencia revisada muestra que la sostenibilidad no depende únicamente del volumen autorizado de extracción ni de la existencia de mecanismos formales de control. La pérdida de cobertura y el incremento de la fragmentación reducen la capacidad de los ecosistemas para conservar su diversidad taxonómica y funcional. Asimismo, las respuestas ecológicas varían según la intensidad de

intervención, el tipo de bosque y los grupos biológicos evaluados. Por ello, la gestión forestal requiere una valoración multidimensional que articule conservación, producción y beneficios sociales dentro de una misma estrategia territorial.

Los hallazgos vinculados con los objetivos específicos evidencian que las presiones sobre los bosques permanecen asociadas con la expansión agropecuaria, la fragmentación y el aprovechamiento de especies cuya información de conservación todavía es incompleta. En Ecuador, la pérdida del 27,04 % del bosque seco estacional y el aumento del 11,61 % en su fragmentación reflejan una reducción sostenida de la integridad del paisaje. A su vez, los umbrales de pérdida de biomasa cercanos al 29 % y al 68 % sugieren cambios ecológicos progresivos que deben interpretarse según las condiciones propias de cada ecosistema. Las modalidades certificadas presentan mejores indicadores para determinados grupos faunísticos, mientras la gestión comunitaria formalizada concentra resultados favorables en biodiversidad, biomasa y medios de vida. En conjunto, estos patrones muestran que las prácticas de manejo producen desempeños diferenciados y no deben considerarse equivalentes ni aplicarse mediante criterios uniformes.

El principal aporte del estudio consiste en integrar evidencia ecológica, territorial, productiva y socioinstitucional dentro de un marco común para valorar el manejo forestal sostenible en Ecuador y América Latina. Esta aproximación amplía la evaluación tradicional centrada en el aprovechamiento maderero, debido a que incorpora la fragmentación, la diversidad biológica, la vulnerabilidad de las especies y la capacidad organizativa de las comunidades. Los resultados también destacan la necesidad de fortalecer los sistemas de información, considerando que el 26,2 % de las especies maderables analizadas no dispone de una evaluación registrada en la UICN. En el ámbito profesional e institucional, esta evidencia puede apoyar la priorización de áreas de conservación, la actualización de planes de manejo y el diseño de indicadores más integrales. No obstante, estas implicaciones deben interpretarse dentro del alcance documental, descriptivo y no experimental de la investigación.

A partir de los resultados se recomienda fortalecer el monitoreo de la cobertura, la conectividad, la biodiversidad y los beneficios socioeconómicos mediante indicadores comparables entre regiones y modalidades de gestión. También resulta pertinente ampliar las evaluaciones sobre especies con información insuficiente e incorporar herramientas de teledetección, bioacústica y seguimiento de largo plazo. Las investigaciones futuras deberían contrastar sistemas certificados, comunitarios y convencionales bajo condiciones ecológicas semejantes, con el fin de precisar sus diferencias sin asumir relaciones causales. Asimismo, conviene examinar la influencia de la participación local, la tenencia de la tierra y la distribución de incentivos sobre la permanencia de los resultados ambientales. De esta manera, la investigación contribuye a reducir la brecha existente entre el control del aprovechamiento forestal y la evaluación integral de la biodiversidad, al proponer una base articulada para orientar decisiones de conservación y uso sostenible de los bosques.

Referencias Bibliográficas

- Banco Mundial. (2024). *Ecuador: Informe sobre clima y desarrollo del país*. <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099090524100031833/p1793421858af40811869a14fb34def9d02>
- Beltrán-Conlag, A. C., Licuy-Chimbo, M., López-Grefa, Z. M., & Abril-Saltos, R. (2025). Capacidad de infiltración de especies forestales en la cuenca alta del río Pindo, Amazonía ecuatoriana. *Revista Científica Zambos*, 4(1), 376-386. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n1/96>
- Booth, A., Sutton, A., Clowes, M., & Martyn-St James, M. (2021). *Systematic approaches to a successful literature review* (3.^a ed.). SAGE Publications.
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic analysis: A practical guide*. SAGE Publications. <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/thematic-analysis/book248481>
- Byrne, D. (2022). A worked example of Braun and Clarke's approach to reflexive thematic analysis. *Quality & Quantity*, 56, 1391–1412. <https://doi.org/10.1007/s11135-021-01182-y>
- Campuzano-Santana, K. L., Alarcón-Giraldo, V. D. ., & España-Lema, A. I. . (2025). Evaluación ambiental de sistemas agrícolas y forestales mediante análisis poblacional de nematodos como bioindicadores. *Journal of Economic and Social Science Research*, 5(2), 132-143. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v5/n2/193>
- Castro-Landin, A. L., García-Moreno, M., & Guerrero-Calero, J. M. (2026). Restauración forestal y biodiversidad frente al cambio climático en paisajes degradados. *Revista Científica Enfoques Del Conocimiento*, 3(2), 58-72. <https://doi.org/10.55813/gaea/revistacec/v3/n2/5>
- Crespo-Gutiérrez, R. S., Jiménez-Romero, E. M., Anchundia-García, J. J., Jara-Minaya, J. M., & Mora-Silva, W. F. (2025). Propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (balsa) creciendo en tres localidades ecuatorianas. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 3(3), 364-384. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v3/n3/81>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4.^a ed.). SAGE Publications.
- Dahua-Gualinga, R. D., Conforme-Garcia, M. M., Dávila-Ulloa, M., & Mazo-Rodriguez, M. I. (2025). Evaluación del potencial biorremediador de microorganismos aislados en suelos impactados por hidrocarburos. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 3(4), 24-40. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v3/n4/93>
- Denzin, N. K., Lincoln, Y. S., Giardina, M. D., & Cannella, G. S. (Eds.). (2023). *The SAGE handbook of qualitative research* (6.^a ed.). SAGE Publications. <https://www.sagepub.com/shop/buy-a-book/the-sage-handbook-of-qualitative-research-6-275161>
- Ewers, R. M., Orme, C. D. L., Pearse, W. D., et al. (2024). Thresholds for adding degraded tropical forest to the conservation estate. *Nature*, 631, 808–813. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07657-w>

- Ewers, R. M., Orme, C. D. L., Pearse, W. D., Zulkifli, N., Yvon-Durocher, G., Yusa, K. M., Yoh, N., Yeo, D. C. J., Wong, A., Williamson, J., Wilkinson, C. L., Wiederkehr, F., Webber, B. L., Wearn, O. R., Wai, L., Vollans, M., Twining, J. P., Turner, E. C., Tobias, J. A., ... Banks-Leite, C. (2024). Thresholds for adding degraded tropical forest to the conservation estate. *Nature*, 631, 808–813. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07657-w>
- Fischer, H. W., Chhatre, A., Duddu, A., Pradhan, N., & Agrawal, A. (2023). Community forest governance and synergies among carbon, biodiversity and livelihoods. *Nature Climate Change*, 13, 1340–1347. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01863-6>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *The State of the World's Forests 2024: Forest-sector innovations towards a more sustainable future*. <https://doi.org/10.4060/cd1211en>
- Guerrero-Calero, J. M., Maytin Fumero, C. E., Barban-Forte, Y., Miele-Giler, J. W., & Cabrera-Verdesoto, C. A. (2025). Naturaleza y cultura: la cosmovisión ambiental en el Ecuador pluricultural. Oriente-Manabí Editorial. <https://doi.org/10.63618/omeditorial/l1>
- Guerrero-Calero, J. M., Romero-Castro, M. I., Miele-Giler, J. W., & Moran-González, M. R. (2025). Análisis del recurso solar en San Francisco de Paján (Ecuador): bases para la implementación de sistemas fotovoltaicos sostenibles. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 3(4), 177-188. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v3/n4/102>
- Hidalgo-Sánchez, M. A., Pérez-Cuesta, A. M., Benalcázar-Boada, M. J., & Peñafiel-Bonilla, N. J. (2025). Influencia de la temperatura de secado sobre la composición química de las semillas de *Citrullus lanatus*. *Revista Científica Zambos*, 4(3), 108-121. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n3/133>
- Intriago-Villavicencio, J. S., Vera-Bravo, M. Y., Vargas-Castillo, J. L., & Aguirre-Mite, F. A. (2025). Análisis de las variaciones morfométricas del campeche (*Chaetostoma fischeri*) en poblaciones de dos regiones del Ecuador. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 3(3), 351-363. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v3/n3/80>
- López-Tobar, R., Herrera-Feijoo, R. J., García-Robredo, F., Mateo, R. G., & Torres, B. (2024). Timber harvesting and conservation status of forest species in the Ecuadorian Amazon. *Frontiers in Forests and Global Change*, 7, 1389852. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2024.1389852>
- Matias, G., Cagnacci, F., & Rosalino, L. M. (2024). FSC forest certification effects on biodiversity: A global review and meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 908, 168296. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168296>
- Miele-Giler, J. W., Guerrero-Calero, J. M., Moran-González, M. R., & Zapata-Velasco, M. L. (2024). Evaluación de la degradación ambiental en hábitats Naturales. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(3), 65–88. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n3/121>
- Miele-Giler, J. W., Zapata-Velasco, M. L., Guerrero-Calero, J. M., & Cruz-Macias, B. A. (2026). Evaluación de la eficacia de las auditorías ambientales como herramienta de mejora del desempeño ambiental en organizaciones productivas del

Ecuador. Innova Science Journal, 4(1), 255-265. <https://doi.org/10.63618/omd/isi/v4/n1/226>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Palacios-López, L. A., Pinargote-Bravo, V. J., Mielles-Giler, J. W., & Zapata-Velasco, M. L. (2026). Medidas de adaptación al cambio climático frente a inundaciones y sequías en contextos urbanos y rurales de países en desarrollo. *Innova Science Journal*, 4(1), 227-240. <https://doi.org/10.63618/omd/isi/v4/n1/224>

Prins, K., Köhl, M., & Linser, S. (2023). Is the concept of sustainable forest management still fit for purpose? *Forest Policy and Economics*, 157, 103072. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2023.103072>

Reyes-Mera, J. J., Viáfara-Banguera, D., Paredes-Ulloa, C. O., & Guamán-Castillo, J. G. (2025). Influencia del tiempo y la técnica de extracción en la recuperación de compuestos fenólicos a partir de la cáscara de Ananas comosus. *Revista Científica Zambos*, 4(3), 80-91. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n3/132>

Rivas, C. A., Guerrero-Casado, J., & Navarro-Cerillo, R. M. (2021). Deforestation and fragmentation trends of seasonal dry tropical forest in Ecuador: Impact on conservation. *Forest Ecosystems*, 8, 46. <https://doi.org/10.1186/s40663-021-00329-5>.

Sarango-Ordóñez, J. P., Arellano-Reinoso, K. G., Arias-Ramirez, B. J., & Ureta-Leones, D. A. (2024). Distribución geográfica y estado de conservación actual de *Cedrela odorata* y *Cedrelinga cateniformis* en la Amazonía ecuatoriana. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(4), 89–106. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n4/134>

Viáfara-Banguera, D., Reyes-Mera, J. J., Paredes-Ulloa, C. O., & Caicedo-Quinche, W. O. (2025). Optimización de la extracción de polifenoles totales en hojas de *Psidium guajava*. *Revista Científica Zambos*, 4(3), 67-79. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n3/131>

Zambrano-Plaza, D. J., & Alava-Ganchozo, K. G. (2026). Componente arbóreo y carbono aéreo en bosque secundario del complejo recreacional San Mateo, Las Naves. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 4(2), 32-50. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n2/178>

Zwerts, J. A., Sterck, E. H. M., Verweij, P. A., et al. (2024). FSC-certified forest management benefits large mammals compared to non-FSC. *Nature*, 628, 563–568. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07257-8>.

CONFLICTO DE INTERESES

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