

DOI: <https://doi.org/10.63618/omd/revinvlid/v3/n2/4>

Enfoques, indicadores y efectividad de la restauración ecológica de ecosistemas degradados

Approaches, indicators, and effectiveness of ecological restoration of degraded ecosystems

Zapata-Velasco, Mayra Lisette ¹; Hidalgo-Zambrano, Katherin Clarita ²

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí; Ecuador; <https://orcid.org/0000-0003-1578-3776>;
mayra.zapata@unesum.edu.ec

² Investigador Independiente; Ecuador; <https://orcid.org/0009-0003-1132-190X>; kateclarita@hotmail.com

Cita: Zapata-Velasco, M. L., & Hidalgo-Zambrano, K. C. (2026). Enfoques, indicadores y efectividad de la restauración ecológica de ecosistemas degradados. *Revista De Investigación Y Liderazgo*, 3(2), 50-65. <https://doi.org/10.63618/omd/revinvlid/v3/n2/4>

Resumen

La degradación de ecosistemas en América Latina constituye un problema ecológico y socioambiental crítico, debido a la pérdida de biodiversidad, servicios ecosistémicos, conectividad, productividad territorial y resiliencia climática. El objetivo del estudio fue analizar los enfoques, indicadores y nivel de efectividad de la restauración ecológica en ecosistemas degradados latinoamericanos. La metodología se desarrolló mediante una revisión bibliográfica exploratoria de documentos científicos, técnicos e institucionales publicados entre 2005 y 2025, organizados a través de una matriz de extracción y analizados mediante síntesis narrativa y categorización temática. Los resultados evidencian que la restauración activa, pasiva, asistida, forestal de paisajes y los modelos híbridos presentan niveles de efectividad variables según el grado de degradación, la conectividad del paisaje, los recursos disponibles y el horizonte de monitoreo. La discusión muestra que la restauración genera mejoras verificables en cobertura vegetal, biodiversidad, biomasa y algunos servicios ecosistémicos, aunque persisten limitaciones asociadas a indicadores predominantemente biofísicos, monitoreos breves, financiamiento discontinuo y baja integración social. Se concluye que la restauración ecológica efectiva requiere coherencia entre diagnóstico, enfoque, indicadores multidimensionales y seguimiento sostenido para demostrar recuperación ecológica, funcional y social.

Palabras clave: restauración ecológica; ecosistemas degradados; indicadores ambientales; biodiversidad; América Latina.

Abstract

Ecosystem degradation in Latin America represents a critical ecological and socio-environmental problem due to the loss of biodiversity, ecosystem services, connectivity, territorial productivity, and climate resilience. The objective of this study was to analyze the approaches, indicators, and effectiveness of ecological restoration in degraded Latin American ecosystems. The methodology was based on an exploratory bibliographic review of scientific, technical, and institutional documents published between 2005 and 2025, organized through an extraction matrix and examined using narrative synthesis and thematic categorization. The results show that active restoration, passive restoration, assisted natural regeneration, forest landscape restoration, and hybrid models present variable levels of effectiveness depending on degradation severity, landscape connectivity, available resources, and monitoring timeframes. The discussion indicates that restoration produces measurable improvements in vegetation cover, biodiversity, biomass, and some ecosystem services; however, limitations persist due to predominantly biophysical indicators, short-term monitoring, discontinuous funding, and limited social integration. It is concluded that effective ecological restoration requires coherence among diagnosis, approach, multidimensional indicators, and sustained monitoring to demonstrate ecological, functional, and social recovery.

Keywords: ecological restoration; degraded ecosystems; environmental indicators; biodiversity; Latin America.

1. Introducción

La degradación de ecosistemas en América Latina constituye un problema ecológico y socioecológico de alta prioridad porque compromete bosques, pastizales, humedales, manglares, riberas y paisajes productivos que sostienen biodiversidad, agua, carbono y medios de vida rurales. La región concentra cerca del 23 % de los bosques del mundo, pero entre 1990 y 2020 perdió 138 millones de hectáreas de cobertura forestal, al pasar de 1.070 millones a 932 millones de hectáreas; por ello, los ecosistemas degradados son una unidad de análisis estratégica para evaluar restauración más allá de la simple revegetación (CEPAL, 2021; FAO, 2021).

La presión sobre estos ecosistemas se explica por cambios de uso del suelo, expansión agropecuaria, infraestructura, incendios, extracción de recursos y prácticas productivas que reducen conectividad, fertilidad del suelo, regulación hídrica y resiliencia climática. La literatura internacional advierte que la degradación afecta el bienestar de al menos 3.200 millones de personas y puede representar pérdidas superiores al 10 % del PIB mundial por servicios ecosistémicos, mientras que en América Latina se estiman costos de degradación cercanos a US\$52.000 millones anuales (IPBES, 2018; Zamora-Cristales et al., 2022). No abordar esta trayectoria incrementa riesgos de escasez hídrica, erosión, inseguridad alimentaria y pérdida de capital natural, especialmente en territorios dependientes de la productividad ecológica (CBD, 2022).

La restauración ecológica surge en este escenario como una respuesta científica, técnica y política orientada a asistir la recuperación de ecosistemas degradados, dañados o destruidos, aunque su efectividad depende de metas verificables, escalas adecuadas y horizontes temporales realistas (Gann et al., 2019). La evidencia muestra beneficios relevantes: una revisión de 89 evaluaciones encontró aumentos promedio de 44 % en biodiversidad y 25 % en servicios ecosistémicos frente a áreas degradadas, aunque los valores restaurados permanecieron por debajo de ecosistemas de referencia (Rey Benayas et al., 2009). En América Latina, la regeneración de bosques secundarios tropicales podría almacenar 2,0 Pg C adicionales en 40 años si se permitiera regenerar el 40 % de los pastizales de tierras bajas, lo que confirma el potencial climático de enfoques bien focalizados (Chazdon et al., 2016).

La literatura, pese a su avance, mantiene brechas que limitan la toma de decisiones y la comparabilidad regional. Una parte importante de los estudios mide éxito mediante riqueza de especies, cobertura vegetal o estructura de la vegetación, pero incorpora con menor frecuencia procesos ecológicos, conectividad, funciones hidrológicas, permanencia del carbono, gobernanza, costos, beneficios sociales o equidad territorial (Ruiz-Jaen & Aide, 2005; Wortley et al., 2013). Esta fragmentación explica resultados inconsistentes: proyectos con alta supervivencia de plantas pueden fallar en funcionalidad ecológica, mientras que restauraciones pasivas pueden ser efectivas cuando la matriz del paisaje conserva fuentes de propágulos y baja presión antrópica (Gann et al., 2019; McKenna et al., 2023).

La conveniencia de estudiar enfoques, indicadores y efectividad radica en que América Latina no solo enfrenta degradación persistente, sino también compromisos de restauración a gran escala, como la Iniciativa 20x20, que busca proteger y restaurar alrededor de 50 millones de hectáreas de bosques, fincas, pasturas y otros paisajes hacia 2030 (Romijn et al., 2019). El análisis integrado aporta valor teórico al ordenar

criterios de éxito ecológico, funcional, social y económico; además, ofrece utilidad metodológica al proponer indicadores comparables para evaluar restauración activa, restauración pasiva, regeneración natural asistida, agroforestería, rehumidificación de humedales y recuperación de manglares. Su relevancia práctica también es económica: cada hectárea restaurada puede agregar alrededor de US\$1.140 en valor para propietarios y comunidades, según estimaciones regionales (Zamora-Cristales et al., 2022).

La viabilidad del estudio se sostiene en la disponibilidad creciente de literatura científica, evaluaciones regionales, inventarios forestales, bases geoespaciales, datos satelitales y reportes de proyectos que permiten contrastar enfoques sin intervenir directamente comunidades o ecosistemas sensibles. La medición remota de cobertura, biomasa, estructura y cambios de paisaje puede complementarse con indicadores de campo, costos, participación social y gobernanza, reduciendo sesgos asociados a evaluaciones exclusivamente biofísicas (CEPAL, 2021; McKenna et al., 2023). En esa línea, el objetivo general es analizar los enfoques, indicadores y efectividad de la restauración ecológica de ecosistemas degradados en América Latina; sus objetivos específicos consisten en describir los enfoques aplicados, determinar los indicadores utilizados, comparar la efectividad ecológica y socioeconómica, y relacionar condiciones de diseño, monitoreo y gobernanza con los resultados observados (Gann et al., 2019).

El aporte esperado consiste en construir una lectura integradora que distinga restauración nominal de restauración efectiva, vinculando metas globales —como restaurar al menos el 30 % de los ecosistemas degradados hacia 2030— con evidencias verificables de recuperación ecológica, funcional y social (CBD, 2022). La originalidad del trabajo se ubica en conectar tres dimensiones que suelen analizarse por separado: los enfoques de intervención, los indicadores de seguimiento y la efectividad demostrada en ecosistemas degradados latinoamericanos. De este modo, el artículo puede orientar decisiones académicas, técnicas e institucionales al mostrar qué se mide, qué se omite, qué resultados son robustos y qué condiciones aumentan la probabilidad de restauraciones duraderas, justas y ecológicamente significativas (Ruiz-Jaen & Aide, 2005; Wortley et al., 2013; Gann et al., 2019).

2. Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló como una revisión bibliográfica exploratoria, orientada a reconocer, ordenar y analizar la producción académica sobre enfoques, indicadores y efectividad de la restauración ecológica de ecosistemas degradados. Esta elección metodológica resultó pertinente porque el campo presenta alta dispersión conceptual, diversidad de diseños empíricos y heterogeneidad en la forma de medir el éxito de la restauración. En lugar de probar hipótesis causales, el estudio buscó mapear tendencias, vacíos y relaciones analíticas entre tipos de intervención, criterios de evaluación y resultados reportados. Por ello, la unidad de análisis estuvo constituida por artículos científicos, revisiones, capítulos académicos, informes técnicos especializados y documentos institucionales con sustento metodológico explícito, siguiendo una lógica propia de las revisiones exploratorias y de alcance.

El proceso de búsqueda se delimitó al periodo 2005–2025, con el propósito de abarcar dos décadas de consolidación del debate contemporáneo sobre restauración ecológica, incluyendo el aumento reciente de compromisos internacionales asociados a recuperación de ecosistemas, biodiversidad, carbono y servicios ecosistémicos. Se utilizaron combinaciones de descriptores en español, inglés y portugués, entre ellos “restauración ecológica”, “ecological restoration”, “ecosystem restoration”, “ecosistemas degradados”, “degraded ecosystems”, “restoration success”, “indicators”, “effectiveness”, “Latin America” y “América Latina”, aplicando operadores booleanos para ampliar o restringir los resultados según pertinencia temática.

La selección de documentos se efectuó mediante una revisión progresiva de títulos, resúmenes y textos completos, priorizando aquellos trabajos que abordaran ecosistemas degradados, enfoques de restauración, indicadores de seguimiento o evidencias de efectividad ecológica, funcional o socioeconómica. Se incluyeron estudios empíricos, revisiones académicas, metaanálisis y marcos técnicos que presentaran criterios de evaluación, variables observables o resultados interpretables en relación con la restauración. Se excluyeron documentos sin acceso al texto completo, publicaciones duplicadas, notas de opinión sin sustento metodológico, estudios centrados exclusivamente en viverización o propagación vegetal sin conexión con restauración de ecosistemas, y trabajos que no permitieran identificar indicadores o resultados. Esta depuración permitió construir un corpus documental pertinente, no estadístico, definido por saturación temática y coherencia con el objetivo exploratorio del estudio.

Para organizar la información se diseñó una matriz de extracción en la que se registraron autoría, año, país o región, tipo de ecosistema, condición de degradación, enfoque de restauración, escala espacial, duración del monitoreo, indicadores utilizados, resultados principales, limitaciones declaradas y aportes metodológicos. Los enfoques se agruparon en restauración activa, restauración pasiva, regeneración natural asistida, rehabilitación productiva, restauración de paisajes, restauración basada en servicios ecosistémicos y estrategias híbridas. Los indicadores se clasificaron en dimensiones estructurales, composicionales, funcionales, socioeconómicas y de gobernanza, con el fin de evitar una lectura reducida al establecimiento de cobertura vegetal o supervivencia de plantas. Esta estrategia permitió comparar evidencias heterogéneas sin asumir equivalencia directa entre estudios con escalas, ecosistemas y horizontes temporales distintos.

El análisis se realizó mediante síntesis narrativa y categorización temática, buscando patrones recurrentes, tensiones conceptuales y vacíos metodológicos en la literatura revisada. La efectividad de la restauración se interpretó a partir de la correspondencia entre objetivos declarados, indicadores empleados y resultados reportados, distinguiendo entre recuperación parcial, recuperación funcional, mejora de servicios ecosistémicos y aproximación a ecosistemas de referencia. Esta lectura permitió examinar si los estudios evaluaban únicamente cambios biofísicos inmediatos o si incorporaban procesos ecológicos de mediano plazo, conectividad, resiliencia, costos, participación social y sostenibilidad institucional. En consecuencia, el análisis no pretendió establecer una jerarquía universal de enfoques, sino identificar bajo qué condiciones ciertos indicadores resultan más adecuados para valorar la restauración en ecosistemas degradados latinoamericanos.

Dado que el estudio se basó exclusivamente en fuentes documentales de acceso académico o institucional, no involucró intervención directa sobre personas, comunidades, fauna, flora ni territorios específicos. En términos éticos, se resguardó la trazabilidad de las fuentes, la fidelidad interpretativa de los hallazgos originales y la diferenciación entre evidencia empírica, propuestas conceptuales e inferencias analíticas del presente trabajo. Asimismo, se evitó atribuir efectividad a intervenciones cuando los documentos revisados no reportaban monitoreo suficiente, comparación con línea base o indicadores verificables. Esta precaución metodológica fue relevante porque la restauración ecológica puede generar expectativas técnicas, sociales y financieras elevadas, por lo que su análisis exige criterios transparentes, comparables y prudentes para no confundir revegetación, rehabilitación parcial o compensación ambiental con restauración ecológica efectiva.

3. Resultados

3.1. Efectividad de la restauración ecológica en ecosistemas degradados de América Latina

La efectividad de la restauración ecológica en América Latina debe entenderse como un proceso gradual de recuperación ecológica, funcional y socioinstitucional, no como un resultado inmediato asociado únicamente al aumento de cobertura vegetal. En una región donde los ecosistemas degradados incluyen bosques tropicales húmedos y secos, manglares, humedales, páramos, sabanas, paisajes agropecuarios y áreas fragmentadas por infraestructura, la restauración efectiva exige coherencia entre diagnóstico del daño, selección del enfoque, indicadores de seguimiento y horizonte temporal de evaluación. Esta perspectiva es relevante porque una intervención puede mostrar éxito temprano en supervivencia de plantas o revegetación, pero fracasar en composición de especies, conectividad ecológica, regulación hídrica, acumulación estable de carbono o apropiación comunitaria. Por ello, los estándares internacionales sostienen que la restauración debe reparar daño ecológico y reconstruir relaciones más saludables entre sociedad y naturaleza, integrando biodiversidad, bienestar humano, resiliencia climática y sostenibilidad territorial (Gann et al., 2019).

La evidencia regional muestra que la restauración latinoamericana ha ganado densidad política y científica, aunque mantiene una ejecución desigual según ecosistema, país, fuente de financiamiento y capacidad de monitoreo. Romijn et al. (2019) identificaron 154 proyectos recientes, en curso o planificados en América Latina y el Caribe, con predominio de iniciativas en trópicos húmedos y menor atención a tierras secas, pese a que estas últimas presentan alta vulnerabilidad ecológica y social. Los objetivos más reiterados en esos proyectos fueron incrementar cobertura vegetal, recuperar biodiversidad y restablecer procesos ecológicos; sin embargo, los autores advierten que todavía se requiere analizar con mayor precisión si las actividades implementadas cumplen efectivamente las metas declaradas. Así, la efectividad aparece como un campo de evaluación abierto: no basta con registrar hectáreas intervenidas, sino que se requiere demostrar recuperación mediante indicadores comparables, líneas de base y monitoreo de mediano y largo plazo (Romijn et al., 2019).

3.1.1. Enfoques predominantes de restauración ecológica

Los enfoques predominantes de restauración ecológica en América Latina se distribuyen en un continuo de intervención que va desde la restauración pasiva hasta la restauración activa intensiva. La restauración pasiva se apoya en la regeneración natural mediante reducción de presiones como pastoreo, tala, fuego o extracción; la regeneración natural asistida agrega acciones dirigidas a remover barreras sucesionales, controlar especies competidoras o mejorar disponibilidad de propágulos; y la restauración activa incorpora plantaciones mixtas, enriquecimiento, nucleación, estabilización de suelos, control de erosión y manejo de especies invasoras. Esta diversidad confirma que la restauración no constituye una técnica homogénea, sino una familia de decisiones ecológicas ajustadas a la severidad de la degradación, la historia de uso del suelo, la conectividad del paisaje y la disponibilidad de recursos técnicos y financieros (Meli et al., 2017; Gann et al., 2019).

La revisión de Romijn et al. (2019) permite observar que los proyectos latinoamericanos combinan estrategias según escala, financiamiento y propósito. Los programas asociados al Forest Investment Program y al Global Environment Facility tendieron a apoyarse en regeneración natural o asistida en superficies amplias, superiores a 20.000 hectáreas, mientras que proyectos vinculados al Clean Development Mechanism priorizaron plantaciones forestales en áreas menores a 5.000 hectáreas, incluso con presencia de monocultivos exóticos. En contraste, las iniciativas de escala local y aquellas vinculadas a la Iniciativa 20x20 mostraron repertorios más diversos, con exclusión de pastoreo, control de erosión y plantaciones mixtas. Esta diferenciación sugiere que la elección del enfoque no siempre responde solo a criterios ecológicos, sino también a reglas de financiamiento, metas climáticas, disponibilidad de mano de obra y marcos institucionales de ejecución (Romijn et al., 2019).

La restauración forestal de paisajes se ha consolidado como uno de los enfoques más influyentes porque permite intervenir territorios heterogéneos donde coexisten parches de bosque, agricultura, ganadería, áreas de conservación y asentamientos humanos. Cole et al. (2024), a partir de 166 practicantes en 14 países latinoamericanos, hallaron que la plantación activa de árboles continúa siendo la intervención más utilizada, incluida en más del 92 % de los programas, aunque las estrategias de menor intensidad, como la regeneración natural, se implementan con mayor frecuencia cuando los proyectos operan a escalas iguales o superiores a 500 hectáreas. Este resultado no invalida la regeneración natural, sino que evidencia una lógica operativa: cuando la escala crece, los costos obligan a seleccionar intervenciones menos intensivas; cuando el sitio está más degradado o se busca acelerar la recuperación de atributos específicos, las plantaciones y el enriquecimiento adquieren mayor importancia (Cole et al., 2024).

La regeneración natural y la regeneración asistida ocupan un lugar estratégico en la región por su potencial de bajo costo relativo y por su contribución climática. Chazdon et al. (2016) estimaron que, en 2008, los bosques secundarios de tierras bajas en los trópicos latinoamericanos cubrían 2,4 millones de km², equivalentes al 28,1 % del área de estudio, y que podían acumular 8,48 Pg C en biomasa aérea durante 40 años, lo que corresponde a 31,09 Pg CO₂ secuestrado. Además, permitir la regeneración natural en el 40 % de los pastizales de tierras bajas podría almacenar 2,0 Pg C adicionales en cuatro décadas. Estos datos muestran que la restauración pasiva, cuando existen

condiciones ecológicas favorables, no representa abandono técnico, sino una estrategia deliberada de manejo sucesional con alto potencial de mitigación climática, recuperación de biodiversidad y reducción de costos (Chazdon et al., 2016).

La restauración activa conserva, sin embargo, una función decisiva en contextos donde la degradación ha sobrepasado umbrales que impiden una recuperación espontánea robusta. El estudio de Díaz-García et al. (2020) en un bosque mesófilo de montaña de México mostró que, después de 23 años, la restauración activa y pasiva alcanzaron recuperaciones similares en riqueza y composición de anfibios, hormigas y escarabajos estercoleros, pero la restauración activa favoreció más la recuperación de especies especialistas de bosque. Esto confirma que el enfoque más efectivo no es universal, sino dependiente del atributo que se pretende restaurar (Díaz-García et al., 2020).

Tabla 1

Restauración activa en ecosistemas degradados y su contribución a la recuperación ecológica

Aspecto analizado	Descripción
Tipo de restauración	Restauración activa
Función principal	Cumple una función decisiva cuando la degradación del ecosistema ha superado los umbrales que impiden una recuperación natural o espontánea robusta.
Contextos donde es necesaria	Paisajes altamente fragmentados, suelos compactados, potreros con gramíneas invasoras, áreas afectadas por incendios recurrentes y sitios alejados de bosques remanentes.
Estrategias utilizadas	Plantación de especies nativas, nucleación, enriquecimiento ecológico y manejo del microhábitat.
Efectos ecológicos esperados	Aceleración de la recuperación de la estructura vegetal, generación de sombra, aumento de hojarasca, mejora de la humedad edáfica y provisión de recursos para la fauna.
Evidencia científica	Díaz-García et al. (2020) estudiaron un bosque mesófilo de montaña en México y compararon los efectos de la restauración activa y pasiva después de 23 años.
Resultados del estudio	Ambas formas de restauración alcanzaron recuperaciones similares en riqueza y composición de anfibios, hormigas y escarabajos estercoleros.
Aporte particular de la restauración activa	Favoreció en mayor medida la recuperación de especies especialistas de bosque.
Interpretación principal	La efectividad de la restauración no depende de un único enfoque universal, sino del tipo de ecosistema, el grado de degradación y el atributo ecológico que se busca recuperar.
Cita base	Díaz-García et al. (2020)

Nota: La tabla sintetiza los principales contextos, estrategias y efectos ecológicos asociados con la restauración activa en ecosistemas altamente degradados. Asimismo, incorpora evidencia empírica del estudio de Díaz-García et al. (2020), destacando que la efectividad de la restauración depende del grado de degradación del sitio y del atributo ecológico que se busca recuperar.

3.1.2. Indicadores utilizados para evaluar la restauración

Los indicadores utilizados para evaluar la restauración en América Latina continúan concentrándose en variables ecológicas observables y relativamente accesibles, como cobertura vegetal, riqueza de especies, supervivencia de plántulas, densidad de individuos, área basal, composición florística, regeneración natural, estructura del dosel, biomasa, hojarasca, infiltración, compactación del suelo y presencia de especies nativas. Esta preferencia responde a que dichas variables permiten mediciones directas y comparaciones con ecosistemas de referencia; no obstante, también puede producir una lectura parcial del éxito, especialmente cuando el monitoreo se limita a los primeros años de intervención. Ruiz-Jaen y Aide (2005) ya advertían que el éxito de la restauración debía evaluarse mediante trayectorias temporales y comparación con sitios de referencia, evitando reducir el análisis a un único atributo estructural o composicional (Ruiz-Jaen & Aide, 2005).

La revisión regional de Mazón et al. (2019) confirma esa inclinación hacia lo biofísico. En 91 artículos sobre monitoreo de restauración en América Latina y el Caribe, 84 evaluaron indicadores ecológicos, mientras que solo 7 incorporaron mediciones socioeconómicas; además, los ensamblajes de especies fueron el atributo más frecuente, con 73 %, seguidos por condiciones físicas, con 54 %, y funciones ecológicas, con 51 %. Este patrón revela un sesgo metodológico importante: se monitorea con mayor frecuencia aquello que es más fácil de medir en campo o mediante inventarios, pero se observa menos la dimensión social, económica y de gobernanza que condiciona la permanencia de los resultados. En paisajes habitados, esta omisión es crítica porque la restauración puede depender tanto de la dinámica ecológica como de acuerdos comunitarios, incentivos económicos, seguridad en la tenencia de la tierra y continuidad institucional (Mazón et al., 2019).

La efectividad requiere, por tanto, indicadores capaces de capturar simultáneamente estructura, composición, función y sostenibilidad social. De Oliveira et al. (2021), en la Mata Atlántica brasileña, seleccionaron 52 indicadores para proyectos de restauración forestal de alta diversidad y los organizaron en seis categorías: físicos y estructurales, composición/biodiversidad, servicios ambientales, procesos ecológicos, económicos y sociales. Su análisis mostró que los atributos sociales, como aceptación comunitaria, resultan especialmente importantes desde los primeros 2 a 3 años; los indicadores físicos y estructurales adquieren peso entre 3 y 10 años; la composición, biodiversidad y procesos ecológicos se vuelven más relevantes después de los primeros años; y los servicios ecosistémicos tienden a ser indicadores más apropiados en horizontes largos. Este enfoque temporal evita exigir a una restauración joven resultados propios de un ecosistema maduro (de Oliveira et al., 2021).

La selección de indicadores también debe responder al objetivo del proyecto, porque una restauración orientada a biodiversidad no puede evaluarse con los mismos criterios que una intervención centrada en control de erosión, carbono, conectividad, agua o productividad agroecológica. Cole et al. (2024) encontraron una desalineación extendida entre los objetivos de restaurar biodiversidad y los indicadores efectivamente medidos por los practicantes, lo cual reduce la capacidad de demostrar resultados sustantivos. Si el propósito declarado es recuperar biodiversidad, los indicadores deberían incluir no solo número de árboles plantados o cobertura vegetal, sino composición de especies nativas, reclutamiento, llegada de dispersores, recuperación de fauna, conectividad con

remanentes y reducción de especies generalistas oportunistas. En consecuencia, un sistema de monitoreo robusto debe partir de metas explícitas, umbrales verificables y periodicidad suficiente para detectar cambios ecológicos reales (Cole et al., 2024; Gann et al., 2019).

Los indicadores funcionales son particularmente importantes porque permiten diferenciar una cobertura vegetal aparentemente exitosa de una restauración ecológicamente significativa. La acumulación de carbono, la infiltración, la estabilidad del suelo, la cicatrización de procesos erosivos, la retención de humedad, el reciclaje de nutrientes, la dispersión de semillas, la polinización, la regulación térmica y la recuperación de redes tróficas ofrecen evidencia más profunda sobre la reconstrucción de procesos. El metaanálisis de Rey Benayas et al. (2009) mostró que la restauración aumentó, en promedio, 44 % la biodiversidad y 25 % los servicios ecosistémicos, aunque ambos permanecieron por debajo de ecosistemas intactos de referencia. Este resultado es clave para los resultados del artículo, porque indica que la restauración produce mejoras medibles, pero no debe confundirse con recuperación plena ni con sustitución de la conservación de ecosistemas remanentes (Rey Benayas et al., 2009).

3.1.3. Nivel de efectividad y principales limitaciones encontradas

El nivel de efectividad reportado en América Latina puede caracterizarse como positivo, pero incompleto, heterogéneo y condicionado por el tipo de ecosistema, la severidad de la degradación, el enfoque aplicado y la duración del monitoreo. La literatura coincide en que la restauración suele mejorar cobertura, biomasa, riqueza de especies, estructura de vegetación y ciertos servicios ecosistémicos frente a áreas degradadas; sin embargo, no siempre alcanza la composición, complejidad estructural o funcionalidad de ecosistemas de referencia. Esta diferencia es metodológicamente relevante porque muchos proyectos comunican éxito a partir de indicadores tempranos, mientras la recuperación de comunidades especializadas, interacciones ecológicas, estabilidad edáfica y resiliencia climática puede requerir décadas. La efectividad, por tanto, debe expresarse como trayectoria y no como condición binaria de éxito o fracaso (Rey Benayas et al., 2009; Gann et al., 2019).

Los estudios comparativos entre restauración activa y pasiva muestran que ambas estrategias pueden ser efectivas, pero bajo condiciones distintas. Crouzeilles et al. (2017) reportaron, en un metaanálisis de bosques tropicales, que la regeneración natural puede alcanzar resultados superiores a la restauración activa para ciertos atributos de biodiversidad y estructura vegetal, especialmente cuando el paisaje conserva fuentes de propágulos, baja presión antrópica y conectividad suficiente. No obstante, Díaz-García et al. (2020) mostraron que, en un paisaje de bosque mesófilo mexicano, la restauración activa y pasiva lograron resultados semejantes en riqueza y composición de varios grupos faunísticos tras 23 años, pero la restauración activa favoreció más a especies especialistas. Esta aparente tensión no es una contradicción, sino una advertencia metodológica: la efectividad cambia según escala, historia de uso del suelo, grupo biológico evaluado y métrica utilizada (Crouzeilles et al., 2017; Díaz-García et al., 2020).

La evaluación nacional de proyectos en México muestra con claridad que los resultados pueden ser prometedores, aunque todavía insuficientes para hablar de recuperación integral. Méndez-Toribio et al. (2021) analizaron 75 proyectos y encontraron que, en

ecosistemas terrestres, las intervenciones recurrieron principalmente a acciones de mínima intervención en 97 % de los casos y de máxima intervención en 86 %, mientras que en humedales fueron más frecuentes las estrategias intermedias, con 75 %, y mínimas, con 63 %. Sin embargo, solo entre 33 % y 34 % de los proyectos alcanzaron alta recuperación de biodiversidad, definida como superior al 75 %, y entre 69 % y 71 % recuperaron menos del 50 % de los servicios ecosistémicos. Estos datos evidencian que la ejecución de acciones restaurativas no garantiza, por sí misma, una recuperación ecológica profunda (Méndez-Toribio et al., 2021).

Las limitaciones más persistentes se relacionan con monitoreos breves, ausencia de líneas base, escasa comparación con ecosistemas de referencia, dependencia de indicadores simples, falta de financiamiento plurianual y débil integración de variables socioeconómicas. Cole et al. (2024) documentaron que los costos de establecimiento de áreas plantadas variaron ampliamente, con un promedio de US\$4.445 por hectárea $\pm$ US\$4.841 durante los primeros tres años, y que se requería apoyo financiero adicional de aproximadamente US\$964 por hectárea al año durante cerca de una década posterior al establecimiento. Además, el monitoreo añadió costos sustanciales y con frecuencia no se alineó con los objetivos de biodiversidad. Este hallazgo es decisivo porque muchas restauraciones fracasan no por falta de intención ecológica, sino por ciclos de financiamiento demasiado cortos para procesos que demandan continuidad técnica e institucional (Cole et al., 2024).

La dimensión social aparece como otra restricción crítica, especialmente en territorios donde la restauración se implementa sobre paisajes habitados y productivos. Méndez-Toribio et al. (2021) encontraron que solo 38 % de los proyectos evaluados recurrió al aprendizaje colectivo como fuente de conocimiento para generar técnicas, pese a que la participación local es crucial para controlar disturbios, mantener acuerdos de uso, reducir incendios, sostener viveros, seleccionar especies culturalmente pertinentes y evitar que las áreas restauradas sean nuevamente degradadas. Esta evidencia coincide con la propuesta de Meli et al. (2017), quienes plantean que la restauración latinoamericana debe incorporar biodiversidad y servicios ecosistémicos, trabajar en paisajes modificados por humanos, considerar balances costo-beneficio y fortalecer marcos de comunicación horizontal. Sin esa arquitectura social, la efectividad ecológica puede quedar expuesta a reversión, abandono o conflictividad territorial (Méndez-Toribio et al., 2021; Meli et al., 2017).

El análisis conjunto permite sostener que la restauración ecológica en ecosistemas degradados de América Latina es efectiva cuando se ajusta a la trayectoria del sitio, reconoce los límites de la regeneración espontánea, usa intervenciones activas donde las barreras son fuertes, incorpora indicadores ecológicos y sociales, y dispone de monitoreo suficientemente prolongado. Su principal debilidad no radica en la ausencia de enfoques, sino en la fragmentación entre lo que se promete, lo que se mide y lo que se financia. Por ello, la restauración más sólida no es aquella que reporta más hectáreas intervenidas, sino la que demuestra recuperación verificable de estructura, composición, función, servicios ecosistémicos y gobernanza. En este sentido, la originalidad del análisis consiste en desplazar la discusión desde la restauración como actividad hacia la restauración como evidencia de recuperación sostenida, comparable y socialmente viable (Mazón et al., 2019; Cole et al., 2024; Gann et al., 2019).

4. Discusión

La discusión de los hallazgos permite sostener que la restauración ecológica en ecosistemas degradados de América Latina no puede evaluarse como una intervención lineal ni como una práctica equivalente a la revegetación. Su efectividad se configura como una trayectoria ecológica y socioinstitucional en la que convergen recuperación de biodiversidad, funcionalidad ecosistémica, permanencia del carbono, resiliencia frente al cambio climático y legitimidad territorial. En este sentido, los resultados revisados coinciden con los principios internacionales de restauración, que insisten en reparar el daño ecológico mediante conocimiento científico, saber local, participación social y monitoreo verificable, y también con la evidencia metaanalítica que muestra mejoras promedio en biodiversidad y servicios ecosistémicos, aunque sin alcanzar necesariamente los valores de ecosistemas intactos de referencia (Gann et al., 2019; Rey Benayas et al., 2009).

Los enfoques predominantes identificados revelan una tensión productiva entre restauración pasiva, regeneración natural asistida, plantaciones activas, restauración forestal de paisajes y estrategias híbridas. Esta diversidad no debe interpretarse como dispersión metodológica, sino como respuesta adaptativa a la heterogeneidad biofísica, económica e institucional de la región. Romijn et al. (2019) muestran que, en 154 proyectos de América Latina y el Caribe, los objetivos más reiterados fueron aumentar cobertura vegetal, recuperar biodiversidad y restablecer procesos ecológicos, mientras que las actividades variaron según fuente de financiamiento, escala y ecosistema; por su parte, Meli et al. (2017) plantean que la restauración latinoamericana requiere integrar biodiversidad, servicios ecosistémicos, paisajes humanizados, análisis costo-beneficio y comunicación horizontal entre actores.

La comparación entre restauración activa y pasiva exige una lectura contextualizada, porque ninguna de las dos constituye una solución universal. La regeneración natural puede ser altamente eficiente cuando existen fuentes de propágulos, conectividad, baja presión de disturbio y condiciones edáficas favorables; sin embargo, la restauración activa resulta indispensable cuando la degradación ha erosionado la capacidad sucesional del ecosistema. Cole et al. (2024) encontraron que la plantación activa continúa siendo la intervención más extendida en América Latina, presente en más del 92 % de los programas analizados, aunque las estrategias de baja intensidad, como la regeneración natural, aparecen con mayor frecuencia en proyectos de gran escala. Esta evidencia dialoga con estudios faunísticos en bosques mesófilos mexicanos, donde la restauración activa y pasiva alcanzaron respuestas comparables en algunos grupos, pero la activa favoreció con mayor claridad la recuperación de especies especialistas (Cole et al., 2024; Díaz-García et al., 2020).

Uno de los hallazgos más relevantes de la revisión es la persistente asimetría entre los objetivos declarados de restauración y los indicadores utilizados para demostrar su cumplimiento. La literatura regional sigue privilegiando variables estructurales y composicionales —cobertura vegetal, riqueza de especies, supervivencia, densidad, biomasa o estructura del dosel—, mientras que los indicadores funcionales, socioeconómicos y de gobernanza permanecen subrepresentados. Mazón et al. (2019) documentaron que, en 91 artículos sobre monitoreo de restauración en América Latina y el Caribe, 84 evaluaron indicadores ecológicos y solo 7 incorporaron mediciones

socioeconómicas; ello confirma que la restauración se mide todavía con una matriz predominantemente biofísica, insuficiente para explicar permanencia, apropiación local y sostenibilidad institucional (Mazón et al., 2019; Ruiz-Jaen & Aide, 2005; Wortley et al., 2013).

La efectividad observada puede calificarse como positiva, pero parcial y ecológicamente condicionada. El metaanálisis de Rey Benayas et al. (2009) mostró que la restauración incrementó, en promedio, 44 % la biodiversidad y 25 % los servicios ecosistémicos respecto de áreas degradadas, aunque ambos atributos se mantuvieron por debajo de ecosistemas intactos; de forma complementaria, Chazdon et al. (2016) estimaron que los bosques secundarios de tierras bajas en los trópicos latinoamericanos poseen un alto potencial de acumulación de carbono durante cuatro décadas. Estos resultados son relevantes porque confirman que la restauración puede producir beneficios medibles, pero también advierten que restaurar no equivale a reemplazar la conservación de ecosistemas remanentes ni a compensar automáticamente pérdidas irreversibles de biodiversidad (Chazdon et al., 2016; Rey Benayas et al., 2009).

Las limitaciones encontradas no se reducen a obstáculos técnicos, sino que expresan una brecha estructural entre la temporalidad ecológica de la restauración y la temporalidad administrativa de los proyectos. Méndez-Toribio et al. (2021), al evaluar 75 proyectos en México, reportaron que solo entre 33 % y 34 % alcanzaron alta recuperación de biodiversidad y que entre 69 % y 71 % recuperaron menos del 50 % de los servicios ecológicos; además, el aprendizaje colectivo y la incorporación de comunidades locales fueron insuficientes. Cole et al. (2024) añaden que los costos de establecimiento de áreas plantadas presentan alta variabilidad y que el monitoreo suele añadir costos sustanciales, con una frecuente desalineación entre indicadores medidos y objetivos de biodiversidad. En conjunto, estos hallazgos sugieren que muchas restauraciones fracasan menos por ausencia de técnicas que por financiamiento discontinuo, monitoreo débil y escasa gobernanza territorial (Cole et al., 2024; Méndez-Toribio et al., 2021).

La discusión metodológica también es decisiva, porque el carácter exploratorio y bibliográfico del artículo permite reconocer patrones amplios, pero no autoriza inferencias causales homogéneas entre enfoques y resultados. La heterogeneidad de ecosistemas, escalas, periodos de monitoreo, métricas y diseños de evaluación impide afirmar que un enfoque sea sistemáticamente superior en todos los contextos. En cambio, la evidencia permite sostener que la efectividad aumenta cuando los indicadores se alinean con objetivos explícitos, cuando existen líneas de base o ecosistemas de referencia, cuando el monitoreo incorpora horizontes temporales realistas y cuando las comunidades participan desde la planificación hasta la evaluación. De Oliveira et al. (2021) refuerzan esta lectura al mostrar que los indicadores sociales son relevantes desde los primeros años, mientras que los servicios ecosistémicos adquieren mayor pertinencia en etapas más prolongadas de la trayectoria restaurativa (de Oliveira et al., 2021; Gann et al., 2019).

Desde el punto de vista teórico, la principal contribución de la revisión consiste en desplazar el análisis desde la restauración como intervención hacia la restauración como evidencia de recuperación verificable. Esta distinción es crucial en América Latina, donde los compromisos de restauración a gran escala pueden privilegiar métricas de superficie intervenida por encima de indicadores de calidad ecológica, funcionalidad y

justicia socioambiental. La restauración efectiva no debería definirse por el número de hectáreas reportadas, sino por la capacidad de restablecer trayectorias ecológicas, reducir presiones persistentes, recuperar procesos funcionales, sostener beneficios locales y generar aprendizajes transferibles entre ecosistemas. En consecuencia, el campo requiere avanzar hacia marcos de evaluación integrados, comparables y sensibles al contexto, capaces de articular monitoreo ecológico, análisis económico, gobernanza y conocimiento local (Mazón et al., 2019; Meli et al., 2017; Romijn et al., 2019).

En términos prácticos, los resultados discutidos indican que la restauración ecológica latinoamericana debe evitar dos reduccionismos: el tecnocrático, que confía en soluciones estandarizadas sin atender la historia socioecológica del sitio, y el declarativo, que equipara compromisos políticos con recuperación real. Las intervenciones más robustas serán aquellas que combinen diagnóstico ecológico, selección estratégica de enfoques, indicadores multidimensionales, financiamiento de largo plazo y participación social sustantiva. Así, la originalidad del análisis radica en mostrar que la efectividad no reside en elegir entre restauración activa o pasiva, sino en construir una correspondencia rigurosa entre daño, enfoque, indicador y evidencia. Esta perspectiva fortalece el valor académico y aplicado del estudio, porque permite orientar futuras investigaciones y decisiones institucionales hacia restauraciones ecológicamente consistentes, socialmente legítimas y metodológicamente demostrables (Cole et al., 2024; Méndez-Toribio et al., 2021; Wortley et al., 2013).

5. Conclusiones

La revisión permitió establecer que la restauración ecológica de ecosistemas degradados en América Latina constituye una estrategia indispensable, pero todavía insuficientemente consolidada, para enfrentar la pérdida de biodiversidad, la reducción de servicios ecosistémicos y la vulnerabilidad climática regional. Su efectividad no puede valorarse únicamente por el aumento de cobertura vegetal o por el número de hectáreas intervenidas, sino por la recuperación progresiva de estructura, composición, funcionalidad ecológica, resiliencia y beneficios sociales asociados a los territorios restaurados.

Los enfoques predominantes evidencian una transición desde intervenciones centradas en plantaciones y revegetación hacia estrategias más integrales, como la regeneración natural, la regeneración asistida, la restauración activa, la restauración forestal de paisajes y los modelos híbridos adaptados a contextos socioecológicos diversos. Esta variedad confirma que no existe un enfoque universalmente superior, ya que la pertinencia de cada estrategia depende del grado de degradación, la conectividad del paisaje, la disponibilidad de propágulos, la presión antrópica y la capacidad institucional para sostener el proceso en el tiempo.

Los indicadores utilizados para evaluar la restauración muestran avances importantes, pero también una limitación metodológica persistente: la mayoría de los estudios continúa privilegiando variables biofísicas de corto plazo, como riqueza de especies, cobertura vegetal, supervivencia, biomasa y estructura del dosel. Aunque estos indicadores son necesarios, resultan insuficientes para demostrar restauración efectiva

si no se integran métricas funcionales, socioeconómicas y de gobernanza, tales como recuperación hídrica, captura de carbono, conectividad, participación comunitaria, costos, beneficios locales y permanencia institucional.

En términos de efectividad, la evidencia revisada permite concluir que la restauración ecológica genera mejoras verificables frente a ecosistemas degradados, especialmente en biodiversidad, estructura vegetal, acumulación de biomasa y provisión de algunos servicios ecosistémicos. Sin embargo, estos resultados suelen ser parciales y no siempre alcanzan las condiciones de los ecosistemas de referencia, lo que demuestra que la restauración no sustituye la conservación de ecosistemas remanentes ni compensa automáticamente daños ecológicos severos o irreversibles.

Las principales limitaciones identificadas se relacionan con monitoreos de corta duración, ausencia de líneas base, escasa comparación con ecosistemas de referencia, financiamiento discontinuo, baja integración de comunidades locales y débil correspondencia entre objetivos declarados e indicadores aplicados. En consecuencia, la restauración ecológica en América Latina requiere pasar de una lógica de cumplimiento por superficie intervenida a una lógica de evidencia, en la que cada proyecto demuestre resultados ecológicos, funcionales y sociales mediante indicadores claros, comparables y sostenidos en el tiempo.

Finalmente, el aporte central del análisis radica en mostrar que la restauración ecológica efectiva exige coherencia entre diagnóstico, enfoque, indicadores y monitoreo. Para fortalecer su impacto académico y práctico, las futuras investigaciones deben priorizar evaluaciones longitudinales, incorporar variables socioeconómicas, comparar enfoques bajo condiciones ecológicas equivalentes y construir marcos de seguimiento que permitan distinguir entre revegetación, rehabilitación parcial y restauración ecológica integral. De este modo, la restauración podrá consolidarse como una herramienta científica, política y territorial capaz de contribuir a la recuperación de ecosistemas degradados y a la sostenibilidad socioambiental de América Latina.

Referencias Bibliográficas

- 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>
- 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>
- CEPAL. (2021). *Forest loss in Latin America and the Caribbean from 1990 to 2020: The statistical evidence*. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47151>
- Chazdon, R. L., Broadbent, E. N., Rozendaal, D. M. A., Bongers, F., Zambrano, A. M. A., Aide, T. M., Balvanera, P., Becknell, J. M., Boukili, V., Brancalion, P. H. S., Craven, D., Almeida-Cortez, J. S., Cabral, G. A. L., de Jong, B., Denslow, J. S., Dent, D. H., DeWalt, S. J., Dupuy, J. M., Durán, S. M., ... Poorter, L. (2016). Carbon sequestration potential of second-growth forest regeneration in the Latin

- American tropics. *Science Advances*, 2(5), e1501639.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.1501639>
- Cole, R. J., Werden, L. K., Chiriboga Arroyo, F., Mendez Quirós, K., Quirós Cedeño, G., & Crowther, T. W. (2024). Forest restoration in practice across Latin America. *Biological Conservation*, 294, 110608.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110608>
- Convention on Biological Diversity. (2022). *Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework: Target 2*. <https://www.cbd.int/gbif/targets/2>
- Crouzeilles, R., Ferreira, M. S., Chazdon, R. L., Lindenmayer, D. B., Sansevero, J. B. B., Monteiro, L., Iribarrem, A., Latawiec, A. E., & Strassburg, B. B. N. (2017). Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. *Science Advances*, 3(11), e1701345.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.1701345>
- de Oliveira, R. E., Engel, V. L., Loiola, P. P., de Moraes, L. F. D., & Vismara, E. S. (2021). Top 10 indicators for evaluating restoration trajectories in the Brazilian Atlantic Forest. *Ecological Indicators*, 127, 107652.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107652>
- Díaz-García, J. M., López-Barrera, F., Pineda, E., Toledo-Aceves, T., & Andresen, E. (2020). Comparing the success of active and passive restoration in a tropical cloud forest landscape: A multi-taxa fauna approach. *PLOS ONE*, 15(11), e0242020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242020>
- FAO & UNEP. (2021). *Becoming #GenerationRestoration: Ecosystem restoration for people, nature and climate*. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/ecosystem-restoration-people-nature-climate>
- FAO. (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020: Key findings*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/ca8753en>
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decler, K., & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*, 27(S1), S1–S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
- Guerrero-Calero, J. M., Romero-Castro, M. I., Mielles-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>
- IPBES. (2018). *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*. IPBES Secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392>

- Mazón, M., Aguirre, N., Echeverría, C., & Aronson, J. (2019). Monitoring attributes for ecological restoration in Latin America and the Caribbean region. *Restoration Ecology*, 27(5), 992–999. <https://doi.org/10.1111/rec.12986>
- McKenna, P. B., Lechner, A. M., Hernandez Santin, L., Phinn, S., & Erskine, P. D. (2023). Measuring and monitoring restored ecosystems: Can remote sensing be applied to the ecological recovery wheel to inform restoration success? *Restoration Ecology*, 31(1), e13724. <https://doi.org/10.1111/rec.13724>
- Meli, P., Herrera, F. F., Melo, F. P. L., Pinto, S., Aguirre, N., Musálem, K., Minaverri, C., Ramírez, W., & Brancalion, P. H. S. (2017). Four approaches to guide ecological restoration in Latin America. *Restoration Ecology*, 25(2), 156–163. <https://doi.org/10.1111/rec.12473>
- Méndez-Toribio, M., Martínez-Garza, C., & Ceccon, E. (2021). Challenges during the execution, results, and monitoring phases of ecological restoration: Learning from a country-wide assessment. *PLOS ONE*, 16(4), e0249573. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249573>
- Mieles-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>
- Rey Benayas, J. M., Newton, A. C., Díaz, A., & Bullock, J. M. (2009). Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: A meta-analysis. *Science*, 325(5944), 1121–1124. <https://doi.org/10.1126/science.1172460>
- 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>
- Romijn, E., Coppus, R., De Sy, V., Herold, M., Roman-Cuesta, R. M., & Verchot, L. (2019). Land restoration in Latin America and the Caribbean: An overview of recent, ongoing and planned restoration initiatives and their potential for climate change mitigation. *Forests*, 10(6), 510. <https://doi.org/10.3390/f10060510>
- Ruiz-Jaen, M. C., & Aide, T. M. (2005). Restoration success: How is it being measured? *Restoration Ecology*, 13(3), 569–577. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2005.00072.x>
- 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>
- Wortley, L., Hero, J.-M., & Howes, M. (2013). Evaluating ecological restoration success: A review of the literature. *Restoration Ecology*, 21(5), 537–543. <https://doi.org/10.1111/rec.12028>