

ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN FLORÍSTICA EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA DE YANTZAZA ECUADOR, 2025

FLORISTIC CONSERVATION STRATEGIES IN THE YANTZAZA RAVINE MICRO-BASIN, ECUADOR, 2025

Mauro Quiñonez Pardo^{1*}

¹ Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Salinas-Ecuador.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4823-5452>. Correo: mauro.quinonezparado2126@upse.edu.ec

Lenin Ramírez Cando²

² Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Salinas-Ecuador.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4855-4796>. Correo: l.ramirez@upse.edu.ec

* Autor para correspondencia: mauro.quinonezparado2126@upse.edu.ec

Resumen

Se realizó un estudio en la microcuenca del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe con el objetivo de caracterizar la composición florística y los parámetros estructurales y dasométricos de la flora leñosa para proponer estrategias de conservación basadas en los resultados y en la literatura científica. Se estableció una parcela permanente de 50×50 m (2 500 m²), registrando individuos con DAP ≥ 10 cm. Se contabilizaron 158 individuos, distribuidos en 35 familias, 59 géneros correspondientes a 75 especies. La familia Fabaceae presentó la mayor riqueza (ocho especies), mientras que *Quararibea malacocalyx* registró el mayor índice de valor de importancia (20.8 %), seguida de *Sapium* sp. (14.7 %). *Meliosma* sp presentó los mayores valores de área basal (0.3 m²) y volumen (5.6 m³). A partir de estos resultados se propusieron estrategias orientadas a la priorización de especies núcleo, el monitoreo estructural, la conservación preventiva de especies raras y la restauración con especies nativas.

Palabras clave: bosque siempreverde piemontano; composición florística; estructura diamétrica

Abstract

A study was conducted in the micro-watershed of the Yantzaza municipal protected area, Zamora Chinchipe Province, with the aim of characterizing the floristic composition and the structural and dasometric parameters of woody vegetation in order to propose conservation strategies based on the results obtained and scientific literature. A permanent 50×50 m (2,500 m²) plot was established, and all individuals with DBH

≥ 10 cm were recorded. A total of 158 individuals were registered, distributed among 35 families, 75 species, and 59 genera. Fabaceae showed the highest species richness (eight species), while *Quararibea malacocalyx* recorded the highest Importance Value Index (IVI; 20.8%), followed by *Sapium* sp. (14.7%). *Meliosma* sp. presented the highest values of basal area (0.3 m²) and total volume (5.6 m³). Based on these results, conservation strategies were proposed focusing on the prioritization of keystone species, structural monitoring of the forest, preventive conservation of rare species, and restoration with native species.

Keywords: *piedmont evergreen forest; floristic composition; diametric structure*

Fecha de recibido: 22/01/2025

Fecha de aceptado: 06/04/2026

Fecha de publicado: 10/04/2026

Introducción

Debe contener el planteamiento claro y sencillo del problema, las referencias previas de abordaje de este, las posibles interrogantes y suposiciones que orientaron el trabajo, objetivo y el enfoque que el autor empleó. Los bosques tropicales constituyen uno de los ecosistemas con mayor diversidad biológica del planeta, albergan el 50% de la misma y cerca del 60% de las especies conocidas (González et al., 2021). Esto se explica por la confluencia de factores ecológicos que aumentan la disponibilidad de recursos y la variación ambiental (Torres et al., 2020), así como la presencia de climas cálidos y húmedos estables durante el año, que permiten a las plantas mantener altas tasas de crecimiento y producción primaria neta, debido a que la fotosíntesis no interrumpe por temporadas frías o secas, como ocurre en biomas templados o boreales (Zhang et al, 2024). En otras palabras, la alta productividad genera abundantes recursos energéticos y estructurales, lo que sustenta cadenas tróficas complejas y favorece la coexistencia de un elevado número de especies. (Rey et.al,2023).

También, la variación de factores como temperatura, precipitación, humedad, suelos y disponibilidad de luz genera heterogeneidad ambiental que actúa como un conjunto de “filtros” estructurando los ensamblajes, favoreciendo la diferenciación ecológica y la persistencia de especies con distintos requerimientos; esta heterogeneidad se asocia con procesos ecológicos y evolutivos en distintas escalas (Murga-Orrillo et al., 2021). Asimismo, para Rodríguez (2023), apunta que la estructura vertical del dosel incrementa la complejidad del hábitat al crear gradientes de luz, humedad y competencia desde el sotobosque hasta el dosel, dando lugar a múltiples nichos verticales facilitando los recursos y la coexistencia. En consecuencia, las variaciones en estructura vertical se asocian con cambios en la diversidad, especialmente durante la regeneración y la sucesión del bosque.

Por otro lado, los bosques tropicales caracterizados por su alta diversidad biológica, cumplen un papel fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas, al contribuir a la conservación de la biodiversidad y provisionar servicios ecosistémicos a escala local y regional (Salinas-Gutiérrez et al., 2023). Su estructura y composición permite funciones de regulación como: captura-almacenamiento de carbono y modulación del clima, procesos esenciales para la estabilidad ambiental y la mitigación del cambio climático (Aquino-Zapata

et al., 2024). En regiones andino-amazónicas, estos bosques protegen microcuencas hidrográficas, la vegetación arbórea, da cobertura forestal, así como el sistema radicular filtran el agua en el subsuelo, el cual favorece la recarga de acuíferos, siendo así el caudal base de ríos y quebradas (Alcívar Intriago et al., 2023).

Durante la lluvia, el agua se almacena y luego se libera gradualmente hacia arroyos y ríos, manteniendo sus caudales estables durante estaciones secas, reduciendo así inundaciones en temporadas húmedas (Cervantes et al., 2022). Esta dinámica es esencial para el servicio ecosistémico de regulación hídrica; además la presencia del bosque incrementa la retención de materia orgánica y la cohesión del suelo, favoreciendo la estructura edáfica lo que reduce la erosión. Según Solórzano et al. (2025), las raíces entrelazadas mantienen las partículas del suelo firmemente unidas, disminuyendo el arrastre de sedimentos por el agua o el viento; mientras que los bosques participan en el ciclo hidrológico favoreciendo las lluvias locales y regionales, permitiendo mantener los circuitos de precipitación que alimentan las cuencas andinas y amazónicas (François et al., 2024).

Por ello, para Orihuela (2025), estos bosques intervenidos por actividades humanas intensivas experimentan una conversión hacia el uso agrícola y ganadero; estas acciones eliminan la cobertura original transformándola a un mosaico degradado donde se visualizan parches fragmentados que afectan a la estructura y las funciones ecológicas. En conjunto, los impactos por deforestación de los bosques provocan un continuo degradado forestal, pues las actividades antrópicas sin control modifican su estructura y capacidad para recuperarse ecológicamente. Es decir, pasan de ser un bosque intacto a ser un bosque degradado, con menor diversidad y capacidad de ofrecer servicios ecosistémicos (Palacios Anzules, 2024).

Los bosques tropicales húmedos se concentran principalmente en las regiones ecuatoriales de América del Sur, África Central y el sudeste asiático, donde se localiza la mayor proporción de la diversidad florística y funcional del planeta (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2023). En América del Sur, la región andino-amazónica destaca como un núcleo de alta diversidad biológica, en tanto los gradientes altitudinales se asocian a cambios marcados en condiciones climáticas y edáficas que estructuran la composición y funcionamiento de los bosques (Maza et al., 2022). En lo que respecta a Ecuador, este país es reconocido internacionalmente como uno de los países megadiversos del planeta, a pesar de ocupar menos del 0.2 % de la superficie terrestre mundial.

A su vez, su mega diversidad biológica, posición en el neotrópico, su gran variedad de condiciones ambientales y altitudinales abarcando desde las tierras bajas amazónicas hasta las cumbres andinas (Instituto Nacional de Biodiversidad, 2023). A pesar de representar solo el 1 % de la cuenca amazónica, el país ocupa el tercer lugar en publicaciones científico-biológicas de la región andino-amazónica (Abondano et al., 2017). Asimismo, Ecuador alberga diversos ecosistemas asociados a sus pisos altitudinales, uno de estos siendo el Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsPn04), caracterizado por su estructura multiestratificada, alta diversidad de especies leñosas y su importancia en la regulación hidrológica y estabilidad de microcuencas andino-amazónicas (Quizhpe Coronel et al., 2024).

Dentro de este marco ecológico, las microcuencas constituyen unidades espaciales clave para el análisis y la gestión de los ecosistemas forestales. En particular, la microcuenca del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza desempeña un papel fundamental en los procesos ecológicos para la conservación de la vegetación nativa; sin embargo, hay un conocimiento limitado sobre su composición florística, lo que genera

dificultades en su manejo adecuado frente a las presiones antrópicas como el cambio de uso del suelo y la expansión de la frontera agrícola. En este escenario, es importante conocer sobre la conservación de los ecosistemas forestales y cuáles son los elementos que deben ser prioritariamente protegidos.

La conservación de estos ecosistemas comprende la protección de la composición florística, la estructura y funcionamiento de los elementos que constituyen la biodiversidad. Puesto que, están ligados con los procesos ecológicos esenciales los cuales sustentan a las plantas y animales presentes en ellos (Quinteros-Gómez et al., 2025). Sin embargo, este proceso representa una problemática compleja, ya que requiere una comprensión integral de las interacciones entre los componentes ecológicos y las dinámicas socioambientales que se desarrollan en espacios geográficos concretos.

Frente a ello, el uso de los inventarios florísticos cuantitativos constituye una herramienta clave para caracterizar la biodiversidad vegetal, pues permite estimar métricas como la riqueza de especies, la diversidad y la densidad en unidades de muestreo definidas (Steege et al., 2023). Además, la aplicación del muestreo estandarizados facilita la comparación de patrones florísticos entre distintos sitios y regiones bajo una misma base metodológica (Khalid et al., 2025). De este modo, es posible contrastar resultados entre diferentes zonas geográficas y contextos ecológicos.

Los inventarios florísticos cuantitativos y el análisis de la estructura del bosque son reconocidos actualmente como herramientas clave para identificar especies dominantes y patrones estructurales, mediante indicadores como: índice de valor de importancia (IVI) y variables dasométricas; además sirven como base técnica para el monitoreo y la toma de decisiones en biodiversidad. (Moreno et al. 2025 ; Rodríguez et al. 2025). Por otro lado, las microcuencas como áreas protegidas y las unidades hidrográficas, proporcionan información importante sobre la integridad ecológica de la vegetación, dominancia de especies y la organización estructural del ecosistema (Sánchez & Galvis, 2025). En este sentido los estudios florísticos y estructurales ayudan a comprender el funcionamiento del bosque en la microcuenca, sirviendo para la formulación de propuestas de conservación.

Por ello, la presente investigación tuvo como propósito principal contribuir al conocimiento de la flora leñosa de la microcuenca del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza, provincia Zamora Chinchipe, Ecuador. Con el fin de determinar la composición florística y parámetros dasométricos (volumen y área basal). En base a estos resultados y literatura científica actual, se propusieron estrategias de conservación florística orientadas al manejo y protección del ecosistema.

Materiales y métodos

Esta investigación se basa en el análisis cuantitativo, con alcance descriptivo y no experimental, de corte transversal basado en el levantamiento de un inventario florístico y el análisis de parámetros estructurales y dasométricos del bosque.

a. Área de Estudio

El área de estudio se ubica en la microcuenca de la quebrada Yantzaza, provincia Zamora Chinchipe, al suroriente del Ecuador, inscrita dentro del bosque Siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes. La parcela permanente se localizó en las coordenadas UTM X: 742450 y Y: 9576698.

b. Diseño

- **Fase de campo**

Se instaló una parcela permanente de 50x50 m (2500 m²) en un área representativa del bosque de la quebrada municipal (Choque, 2017); tomándose datos de todos los individuos arbóreos mayores o igual a 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP, 1,30 m). La misma que está delimitada por una piola, para próximos estudios, de igual manera se marcó con spray rojo todos los individuos arbóreos y a su vez se les colocó una placa, misma que servirá para futuras investigaciones. Los datos recolectados fueron DAP y altura total (HT), toda la información fue registrada en orden en hojas de campo, en donde se tomó notas de ciertas características sobresalientes de cada espécimen para su posterior identificación. A su vez, los individuos que no fueron identificados, se tomaron muestras botánicas, las mismas que pasaron por el proceso de prensado, secado y finalmente su identificación en los herbarios cercanos, así como el uso de información bibliográfica.

- **Estrategias de conservación.**

Proceso de cómo se seleccionaron los documentos de la literatura. (Para el establecimiento de las estrategias de conservación se realizó una revisión de la literatura que expone estrategias de conservación entorno a los bosques tropicales.

c. Análisis de datos

- **Determinación de composición florística y Parámetros estructurales**

Con los datos obtenidos del inventario forestal se calcularon los parámetros estructurales del bosque en el área de estudio, utilizando las fórmulas propuestas por Aguirre (2013), las cuales fueron:

- Densidad = (Ind/m²).
 - $D = \frac{\text{No. total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada}}$
- Densidad Relativa (DR) %.
 - $Dr (\%) = \frac{\text{No. de individuos por especie}}{\text{No. total de individuos}} \times 100$
- Dominancia Relativa (DmR) %.
 - $DmR (\%) = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$
- Índice Valor Importancia (IVI)%. Diversidad relativa de familia.

$$\circ \text{ DRF} = \frac{\text{No.especies por familia}}{\text{No.especies totales}} \times 100$$

- **Determinación de parámetros dasométricos y volumétricos de la microcuenca del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza.**

Se calculó los parámetros dasométricos y volumétricos del bosque específicamente de dicha área de estudio, utilizando las fórmulas propuestas por Aguirre et al. (2025).

Área basal

Superficie de la sección transversal de un árbol a la altura de pecho. A nivel rodal, es el resultado de la suma de las áreas basales de todos los árboles de una determinada área, desde un punto central. Una de sus características principales es evaluar la densidad y estructura del bosque; además de estimar el volumen de madera y producción forestal (Frías et al., 2021). La ecuación usada con su respectiva terminología fue:

- $G=(DAP)^2 \times 0.7854$ (El blog Forestal, 2025)
- **G=**área basal. **DAP=** diámetro a la altura del pecho (1.30m). **0.7854=**constante

Volumen total

Cantidad de madera expresada en metros cúbicos (m³) que representa el espacio ocupado por el árbol (diámetro y largo), de esta manera cuantificando la producción maderable del bosque (Choque, 2017). La ecuación usada fue:

- $V=G \times H \times f$ Aguirre et al. (2025)
- **G=** área basal, **H=** altura total, **f=** factor de forma constante

Resultados y discusión

Composición florística y parámetros estructurales del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza

Riqueza y Abundancia familias.

El registro determinó la presencia de 158 individuos representados en 35 familias, 59 géneros y 75 especies, lo que evidencia una alta riqueza florística en la microcuenca del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza. Como se puede observar en la Tabla 1 las familias con mayor número de individuos fueron Euphorbiaceae, Malvaceae, Lauraceae Rubiaceae, Annonaceae. Sin embargo, la familia con mayor número de especies fue Fabaceae con 5 géneros y 8 especies, Lauraceae con 3 géneros y 6 especies y Moraceae con 4 géneros y 5 especies.

Tabla 1. Riqueza y abundancia por familias.

Familia	Género	Abundancia	# Especies
Fabaceae	5	9	8
Lauraceae	3	11	6
Moraceae	4	6	5
Euphorbiaceae	4	15	4
Annonaceae	3	10	4
Meliaceae	3	9	4
Rubiaceae	1	11	4
Melastomataceae	3	8	3
Myrtaceae	2	7	3
Aquifoliaceae	1	4	3
Malvaceae	2	14	2
Lecythidaceae	2	7	2
Myristicaceae	2	3	2
Phyllanthaceae	1	6	1
Sabiaceae	1	5	1

Nota: Familias encontradas con mayor cantidad de especies.

Este patrón refleja diferencias entre abundancia y riqueza, comunes en bosques tropicales heterogéneos, donde algunas familias presentan muchos individuos, pero menor diversidad de especies, y viceversa. Además, se identifican 75 especies siendo las más comunes tres especies: *Quararibea malacocalyx* con 13 individuos, *Sapium* sp con 9 individuos y *Elaeagia* cf. *Karstenii*. El resto de especies están representadas por menos de cinco individuos, incluyendo *Egugenia florida*, *Grias preuviana*, *Guarea kunthiana*, *Guatteria amazónica*, entre otras.

- Parámetros estructurales

Como se observa en la Tabla 2 se presentan las 15 especies con los parámetros estructurales más representativos, encabezadas por *Quararibea malacocalyx* con una densidad de 0.0052, siendo además la especie más frecuente (Fr % = 8.23) y una dominancia dentro del área de estudio (DmR % = 4.31), lo que la posiciona como la más importante dentro del área de estudio. Le siguieron en importancia estructural *Sapium* sp. y *Elaeagia* cf. *Karstenii*, que también presentaron valores relevantes de densidad, frecuencia y dominancia

Tabla 2. Parámetros estructurales de la flora establecida en la microcuenca.

Familia	Especies	D Ind/Ha	FR %	DR %	DmR %
Malvaceae	<i>Quararibea malacocalyx</i>	0.0052	8.23	8.23	4.31
Euphorbiaceae	<i>Sapium</i> sp.	0.0036	5.70	5.70	3.34
Rubiaceae	<i>Elaeagia</i> cf. <i>Karstenii</i>	0.0028	4.43	4.43	2.96
Melastomataceae	<i>Miconia calvescens</i>	0.0024	3.80	3.80	3.07
Sabiaceae	<i>Meliosma</i> sp.	0.0020	3.16	3.16	5.55
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma asperifolia</i>	0.0020	3.16	3.16	3.11

Myrtaceae	Myrcia sp.	0.0012	1.90	1.90	5.06
Lauraceae	Ocotea sp.	0.0012	1.90	1.90	4.61
Meliaceae	Guarea kunthiana	0.0012	1.90	1.90	3.58
Arecaceae	Wettinia maynensis	0.0008	1.27	1.27	4.23
Myrtaceae	Eugenia florida	0.0012	1.90	1.90	2.54
Lecythidaceae	Grias peruviana	0.0012	1.90	1.90	2.52
Rosaceae	Prunus rugosa Koehne	0.0012	1.90	1.90	2.48
Annonaceae	Guatteria sp.	0.0016	2.53	2.53	0.92
Sapotaceae	Chrysophyllum venezuelanense	0.0008	1.27	1.27	2.74

Nota: D Ind/Ha: Individuos por área, FR %: Frecuencia Relativa, DR %: Densidad Relativa, DmR %: Dominancia Relativa

Este patrón indica que un grupo reducido de especies contribuye de manera desproporcionada a la estructura del bosque, lo que influye en su organización espacial y funcionamiento del ecosistema.

- **Índice de Valor de Importancia.**

Se encontraron 15 especies con mayor IVI las cuales fueron: *Quararibea malacocalyx* posee el mayor IVI (20.8 %), asociándose a su alta densidad dentro del área de muestreo, seguida de *Sapium sp.* con 14.7 %, *Melisma sp* con 11.8 %, *Elaegia cf. Karsenii* con 11.8%; mientras que el resto de especies contienen un valor menor a esta última. Estos resultados sugieren que un conjunto reducido de especies concentra una proporción significativa del peso ecológico del bosque, influyendo de manera determinante en su estructura, funcionamiento y dinámica.

Parámetros dasométricos y volumétricos de la microcuenca del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza

- **Parámetros dasométricos (Área basal).**

El área basal total (Gm^2) registrada en la microcuenca del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza fue de $5.10 m^2$. Las 15 familias con más representativas en términos de área basal destacando fueron: *Lauraceae* con $0.46 m^2$, *Myrtaceae* con $0.39 m^2$, *Meliaceae* con $0.37 m^2$ y *Euphorbiaceae* con $0.34 m^2$, el resto de familias poseían un valor inferior a esta última. Por lo que, esta distribución indica que un conjunto reducido de familias contribuye de manera significativa a la biomasa y a la estructura del bosque en el área de estudio.

Por otra parte, en cuanto al componente específico; de las 15 especies con mayor $G m^2$ fueron: *Meliosma sp.* con y *Myrcia sp* con $0.3 m^2$ cada una, mientras que el resto de especies presentó valores iguales o inferiores a $0.2 m^2$.

- **Parámetros dasométricos (Volumen).**

El VT estimado para la microcuenca del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza fue de 84.50 m³. De las 15 familias con mayor aporte, entre las cuales *Lauraceae* con 7.10 m³, *Meliaceae* con 7.0 m³, y *Myrtaceae* con 6.10 m³, mientras que las demás familias presentaron valores inferiores. Evidenciando así que un número reducido de familias contribuye de manera significativa a la biomasa leñosa total del bosque en el área de estudio.

En relación con el componente específico, de las 15 especies con mayor VT que fueron *Meliosma sp* con 5.6 m³, seguida de *Vochysia sp.*, con 5.2 m³ y *Guarea kunthiana* con 4.2 m³. El resto de especies presentó valores inferiores a este último.

Discusión de resultados

La composición florística de Bosque siempreverde piemontano del sur de la Cordillera Oriental de los Andes, donde se encuentra la microcuenca, se caracteriza por tener una gran diversidad de especies compartidas entre la Amazonía y las zonas andinas. Para Quizhpe et al. (2024), reporta patrones similares de diversidad y composición florística similar en familias como: *Euphorbiaceae*, *Malvaceae*, *Lauraceae*, *Rubiaceae*, *Annonaceae*. Así mismo, Jiménez et al. (2017), realizó un muestreo con 1412 individuos registrando 35 familias y 97 especies del estrato arbóreo con familias como *Rubiaceae*, *Melastomataceae* y *Moraceae*.

Asimismo, Rodríguez et al. (2025), menciona que la composición y abundancia de especies responden a gradientes altitudinales y condiciones ecológicas intermedias, lo que genera comunidades vegetales con alta diversidad, pero marcada desigualdad en la distribución de individuos entre especies. En consecuencia, la distribución de la abundancia observada refleja el carácter transicional de este bosque, donde coexisten elementos florísticos propios de la amazonía baja y de zonas andinas de menor altitud. En este sentido, géneros característicos de tierras bajas amazónicas, como *Eschweilera* y *Guarea* muestran baja representación, mientras que elementos andinos como *Miconia* son más frecuentes.

Además, la composición observada responde a procesos ecológicos que actúan simultáneamente, en especial por los gradientes altitudinales y edáficos. Asimismo, la disponibilidad de la luz entre los estratos, sin dejar de lado la reconfiguración por la perturbación local. Para Manzano Miranda (2020), menciona que estas condiciones pueden influir en la distribución de abundancias y favorecer conjuntos de especies dotándolas de estrategias como la tolerancia o mayor capacidad de recuperación, alterando la estructura del rodal y los patrones de dominancia que luego se reflejan en el IVI.

Las especies registradas como abundantes dentro de este estudio difieren con otros análisis en donde se menciona que *Alchornea glandulosa*, *Nectandra lineatifolia* y *Calypttranthes* sp., son las especies más abundantes (Aguirre Mendoza, 2018). De manera similar, en un estudio realizado por Muñoz et al. (2021), se reportaron que las especies con mayor densidad fueron: *Gynoxis hallii*, *Polylepis reticulata*, *Buddleja incana*, *Polylepis incana*, esta última es la que mayor dominancia, frecuencia e IVI presentó dentro de este análisis.

Esta variabilidad refuerza la idea de que la estructura del bosque responde a condiciones ecológicas específicas de cada sitio, aun cuando se trate de ecosistemas clasificados dentro de una misma categoría general como la *Iriartea deltoidea* con el IVI más alto (23.52) (Chiriguayo, 2021). De manera similar, Aguirre Mendoza (2018) señala a *Alchornea glandulosa* con 6.88% como la especie con mayor IVI. Por lo cual, que un número reducido de especies concentre altos valores de IVI no solo describe la dominancia, sino que sugiere una organización funcional del bosque en la que ciertas especies sostienen gran parte de la estructura y de procesos como la competencia por luz, la ocupación del espacio y el aporte de biomasa (Llerena-Bermúdez et al., 2025).

Naturalmente, esta configuración está aportando estabilidad estructural. Sin embargo, también incrementa la vulnerabilidad del ecosistema frente a perturbaciones como la tala selectiva o el cambio de uso del suelo, puesto que la pérdida de estas especies implica un impacto desproporcionado a nivel ecológico (Fallas-Montero & Vélchez-Alvarado, 2018). En este sentido, el IVI funciona como un indicador sintético fundamental para identificar especies que por su papel integrado en densidad–frecuencia–dominancia, deben ser interpretadas como “núcleo estructural” dentro de la dinámica del rodal.

Asimismo, para Ray et al. (2023) la disposición de agua, junto con las condiciones del suelo, modulan la estructura y dinámica de los bosques tropicales generando diferencias en la variabilidad en la composición de especies, pues el gradiente altitudinal, así como las condiciones edafológicas son distintas en cada zona. Lakkana et al. (2022) señala que, a pesar de que los bosques tropicales a menudo presentan una alta diversidad taxonómica, es común que solo unas pocas familias contribuyan de manera desproporcionada al área basal total, produciendo una dominancia estructural clara. Como consecuencia, la dominancia estructural del bosque se concentra en pocas familias y especies con altos valores de dominancia relativa e IVI.

De acuerdo con Caron et al. (2021) aunque ciertas especies no son las más abundantes, su tamaño individual contribuye significativamente a la estructura y biomasa del bosque. De allí que, estas especies llegan a representar una fracción sustancial del área basal total del rodal. Para Lanuza et al. (2026), este patrón es improtante porque el área basal suele correlacionarse con variables de biomasa y carbono aéreo en bosques neotropicales, de modo que, especies con mayor G pueden tener un papel estructural clave aun cuando no dominen en abundancia.

Por otra parte, en bosques piemontanos de Zamora Chinchipe se ha reportado un volumen del orden de 84.18 m³/ha, junto con la presencia destacada de familias como Lauraceae y Myrtaceae dentro de las más representativas en diversidad y estructura, lo que respalda que estos grupos pueden desempeñar un rol estructural relevante en ecosistemas de transición andino-amazónica (Aguirre et al., 2025). Asimismo, ciertas especies, aunque no sean las más abundantes, contribuyen de manera improtante al VT debido a su tamaño individual. En este sentido Aguirre et al. (2025), explican que el predominio de dichas especies en el VT del rodal implica una mayor contribución estructural por tamaño, lo cual es ecológicamente importante pues el volumen se asocia con reserva de biomasa y estabilidad del bosque.

En una microcuenca, los resultados dasométricos trascienden la lectura forestal tradicional, pues se relacionan con funciones claves para la regulación hídrica y estabilidad del suelo. Por ello, Ponce et al. (2025) enfatiza

sobre el estado de conservación del componente arbóreo y su condición fisiológica vinculándolo con la funcionalidad hídrica del sistema, generando que la estructura del bosque se concibe como un indicador aplicado para la gestión ambiental del territorio. En palabras de León (2020) una mayor complejidad estructural y presencia de individuos de gran porte, se asocian con mejores protecciones del suelo por cobertura y raíces, reduciendo el escurrimiento superficial lo que genera una mayor capacidad de amortiguación frente a lluvias intensas, contribuyendo de este modo a sostener la integridad del cauce y la provisión hídrica local.

Con respecto a los resultados, es importante señalar que corresponden a una parcela permanente de 0.25 ha, lo que permite una caracterización detallada del estado actual del bosque, aunque circunscrita a una unidad espacial específica. En decir, los hallazgos deben interpretarse como aproximaciones representativas del área evaluada, resultando valioso como línea base. Finalmente, los resultados proporcionan insumos técnicos sólidos para comprender el estado actual del bosque en la microcuenca estudiada, constituyendo una base científica fundamental para la creación de estrategias de conservación florística, orientadas al manejo y protección del ecosistema como las microcuencas donde la conservación de especies estructuralmente claves resultan esenciales para mantener la funcionalidad y resiliencia del bosque.

PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN FLORÍSTICA

Las siguientes propuestas se fundamentan en los patrones de diversidad, abundancia, estructura y valores dasométricos obtenidos en la microcuenca del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza, así como en principios y enfoques contemporáneos de conservación forestal tropical. La distribución desigual de abundancia puede incrementar la vulnerabilidad ante las perturbaciones de estos ecosistemas, por lo que se requieren acciones de conservación y manejo basadas en la evidencia reforzadas con guías de monitoreo y restauración.

- **Priorización de especies estructuralmente clave para protección y monitoreo**

De acuerdo con Temgoua et al. (2020), es importante definir un grupo de especies núcleo para conservación local donde se prioricen aquellas con mayor IVI, mayor contribución a área basal y volumen, pues su rol en la estructura y estabilidad del bosque es esencial. Por su lado, Dada et al. (2025) señalan que el IVI y la dominancia estructural son criterios útiles para orientar prioridades de manejo y conservación porque capturan, de forma integrada, densidad, frecuencia y dominancia. Bajo estas premisas, para la microcuenca de la quebrada de Yantzaza Ecuador, el grupo mínimo recomendado incluye: *Quararibea malacocalyx* (mayor IVI), *Sapium sp.* (IVI alto) y *Meliosma sp.* (alto aporte estructural y volumétrico).

La implementación de esta propuesta debe contemplar la elaboración de un listado de especies núcleo debidamente justificado con base en los valores de IVI, área basal y volumen registrados en el estudio. Asimismo, se recomienda establecer la prohibición o el control estricto del aprovechamiento de estas especies dentro del área protegida municipal, complementado con un esquema de monitoreo anual o bianual que permita evaluar su reclutamiento, mortalidad y regeneración natural.

- **Consolidación de un sistema de monitoreo con parcela permanente e indicadores mínimos**

Tomando en cuenta que ya existe una unidad de muestreo (parcela 50×50 m), Phillips (2023) resalta la idea de aprovechar este espacio para plantear un monitoreo periódico de la dinámica del bosque, ya que los enfoques de parcelas permanentes son recomendados para medir cambios ecológicos y respaldar decisiones de manejo en bosques tropicales. Para el diseño de monitoreo de restauración y conservación, la World Commission on Protected Areas [WCPA], (2025) resalta la necesidad de indicadores claros y planes de seguimiento adaptados al contexto, precisamente para vincular datos biológicos con decisiones de gestión.

para el seguimiento del estado de conservación del bosque en la zona de estudio, se propone el monitoreo periódico de indicadores ecológicos clave, tales como la riqueza de especies y el recambio en la composición florística, la densidad total y la densidad específica de las especies núcleo, el área basal total y por familias dominantes, así como las variaciones en el índice de valor de importancia de las especies priorizadas. El análisis conjunto de estos indicadores permitiría detectar señales tempranas de degradación del ecosistema y evaluar los procesos de regeneración natural, contribuyendo a una gestión adaptativa y basada en evidencia científica.

- **Protección del componente estructural: prevención de pérdida de biomasa y simplificación del dosel**

Entre las estrategias más relevantes está el plantear medidas de conservación enfocadas en evitar y reducir la simplificación estructural, dado que el área basal y el volumen representan estabilidad del dosel, captura de biomasa y resiliencia. Para ello, se requieren fortalecer el vínculo con los bosques y las comunidades desfavorecidas (Phillips, 2023). Acharya et al. (2025), señala que las mediciones directas son de gran valor para monitorear cambios estructurales y orientar gestión de bosques tropicales, pues permiten controlar la tala selectiva, también son relevantes para la identificación de árboles semilleros de especies núcleo, lo que puede mantener la regeneración. Así pues, surgen zonas de protección estricta alrededor de sectores con mayor área basal/volumen.

Bajo este enfoque, se propone la delimitación de zonas de protección estricta en sectores de la microcuenca que presenten los mayores valores de área basal y volumen, así como la identificación y conservación de árboles semilleros estratégicos, con el fin de asegurar la continuidad de los procesos de regeneración natural y mantener la complejidad estructural del dosel.

- **Conservación de especies raras y de baja abundancia**

Dado que la mayoría de especies aparecen con baja abundancia, se recomienda un enfoque preventivo para las especies prioritarias y raras que pueden ser más sensibles a disturbios y desaparecer localmente sin que el bosque pierda de inmediato su cobertura. Para ello, la estrategia más aceptada es combinar la protección de especies dominantes, que permiten el adecuado funcionamiento del ecosistema, con acciones para evitar pérdida de diversidad de especies poco frecuentes (Wani et al., 2022).

En este contexto, para la microcuenca del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza, se propone la elaboración de un listado de especies raras o de atención, definido por aquellas que presenten entre dos y cuatro individuos dentro del área de estudio. Sobre este grupo, se recomienda implementar un monitoreo periódico del estado sanitario, así como el registro de su presencia o ausencia a lo largo del tiempo, con el fin de detectar tempranamente posibles procesos de declive poblacional. Esta información permitiría orientar decisiones de manejo preventivo, tales como la protección de microhábitats específicos, la priorización de estas especies en programas de enriquecimiento con nativas y la evaluación de su respuesta frente a perturbaciones, contribuyendo así a la conservación integral de la diversidad florística del ecosistema.

- **Restauración y enriquecimiento con nativas**

En áreas degradadas o bordes intervenidos dentro de la microcuenca, resulta importante incorporar una estrategia de restauración y enriquecimiento priorizando especies nativas del propio inventario: i) especies núcleo por función, ii) especies raras por diversidad, iii) especies de familias estructuralmente dominantes. La WCPA (2025) recomienda que los diseños se basen en el ecosistema de referencia, objetivos claros, y monitoreo verificable.

La aplicación de esta estrategia se plantea a través de fases secuenciales y realistas para el contexto local, que incluyen la selección de especies nativas con base en los resultados del inventario y su importancia ecológica; la producción de plántulas mediante viverización local; la implementación de acciones de enriquecimiento en bordes y claros del bosque; y el establecimiento de un esquema de monitoreo posterior. Este enfoque permite favorecer la regeneración natural, reforzar la conectividad estructural y reducir los efectos de la fragmentación dentro de la microcuenca.

La evaluación de las acciones de restauración y enriquecimiento se propone mediante indicadores básicos y verificables, tales como la tasa de supervivencia de las plántulas, el crecimiento inicial, y su aporte progresivo a la cobertura vegetal y a la diversidad florística del ecosistema, lo que facilitaría el ajuste adaptativo de las estrategias en función de los resultados observados.

- **Gobernanza local y medidas de reducción de presión**

Se pueden plantear acciones de gobernanza y control de presiones como complemento indispensable. En restauración y conservación a escala de paisaje, Slobodian et al. (2020) destacan que el éxito depende tanto de la ecología como de instrumentos de política, monitoreo y coordinación institucional. Las acciones propuestas en el ámbito de la gestión y gobernanza local incluyen la señalización y delimitación de accesos dentro del área de estudio, acompañadas de normas básicas de uso y conservación cuando corresponda. Asimismo, se plantea el fortalecimiento de procesos de educación ambiental, con énfasis en la identificación y valoración de las especies núcleo, la función ecológica de la microcuenca y la prevención de incendios forestales. De manera complementaria, se propone el establecimiento de alianzas estratégicas entre el gobierno autónomo descentralizado municipal, actores locales y la academia, con el fin de sostener en el tiempo las actividades de monitoreo y seguimiento de la vegetación.

Conclusiones

La investigación permitió caracterizar de manera cuantitativa la flora leñosa de la microcuenca del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza, donde se registraron 158 individuos arbóreos, distribuidos en 35 familias, 75 especies y 59 géneros, lo que confirma que el bosque siempreverde piemontano del sur presenta una alta diversidad florística y una estructura ecológica compleja, típica de ecosistemas de transición andino-amazónica.

La composición florística evidenció una distribución desigual de la abundancia, en la cual un número reducido de especies concentró la mayor cantidad de individuos, destacando *Quararibea malacocalyx* con 13 individuos y *Sapium* sp. con 9 individuos, mientras que la mayoría de las especies presentó menos de cinco individuos.

El análisis de los parámetros estructurales mostró que *Quararibea malacocalyx* alcanzó el mayor IVI (20.8 %), seguida de *Sapium* sp. (14.7 %) y *Meliosma* sp., confirmando su papel dominante en la estructura del bosque. Asimismo, estos taxones presentaron valores elevados de densidad, frecuencia y dominancia, lo que evidencia que un grupo reducido de especies concentra una proporción significativa del peso ecológico del ecosistema.

Los parámetros dasométricos indicaron un área basal total de 5.10 m² y un volumen total de 84.50 m³ en la superficie evaluada (0.25 ha), concentrados principalmente en familias como Lauraceae (0.46 m² de área basal; 7.10 m³ de volumen), Myrtaceae (0.39 m²; 6.10 m³) y Meliaceae (0.37 m²; 7.0 m³). A nivel específico, *Meliosma* sp. y *Myrcia* sp. destacaron con 0.3 m² de área basal, mientras que *Meliosma* sp. (5.6 m³) y *Vochysia* sp. (5.2 m³) aportaron los mayores valores de volumen, evidenciando su importancia estructural en la estabilidad del dosel y la biomasa del bosque.

A partir de los datos cuantitativos se plantearon estrategias orientadas a la priorización de especies núcleo, el monitoreo estructural y florístico del bosque, la protección del componente estructural para evitar la pérdida de biomasa, la conservación preventiva de especies raras, y la restauración y enriquecimiento con especies nativas, constituyendo un marco técnico coherente y basado en evidencia para apoyar la gestión y protección del ecosistema a escala de microcuenca.

Referencias

- Abondano, L., Alvarez, H., Alvarez, S., Blake, J., Bruna, E., Burnham, R., Cisneros-Heredia, D., Erwin, T., de la Torre, S., Di Fiore, A., Durães, R., Ellis, K., & Fernández-Duque, E. (2017). *Los Secretos del Yasuní: Avances en investigación en la Estación de Biodiversidad Tiputin*. Universidad San Francisco de Quito.
- Acharya, S., Joshi, R., Maraseni, T. N., & Bhattarai, P. (2025). Unraveling Elevation-Driven Variations in Forest Structure and Composition in Western Nepal. *Diversity*, 17(8), 588. <https://doi.org/10.3390/d17080588>
- Aguirre Mendoza, Z. (2018). Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(3). <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25306>

- Aguirre, Z., Condoy, M., Veintimilla, D., Pardo, S., & Jaramillo Jaramillo, N. (2025). Floristic richness, structure and endemism of a piedmont forest in Zumba, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 21(1), 33–43. <https://doi.org/10.17268/rev.cyt.2025.01.03>
- Alcívar Intriago, F. E., Cabezas Cacierra, J. D., Calderon Pincay, J. M., & Patiño Alonzo, K. A. (2023). Regarding hydrographic microbasins' vegetation and hydrological protection. Case: Membrillo, Manabí Ecuador. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 19(2), 149–157. <https://doi.org/10.4067/S0718-235X2023000200149>
- Aquino-Zapata, A. M., Carvajal-Hernández, C. I., Martínez, A. J., Pedraza-Pérez, R. A., & Álvarez-Aquino, C. (2024). Regeneración natural de la selva alta perennifolia en cultivos abandonados de café (*Coffea arabica* L.) en Veracruz, México. *Botanical Sciences*, 103(1), 25–42. <https://doi.org/10.17129/botsci.3549>
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2023). *Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."* [Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA]. https://www.anla.gov.co/images/entidad/sela/eia/Accenorte-ii/5_2-medio-biotico.pdf
- Caron, T. M. F., Chuma, V. J. U. R., Sandi, A. A., & Norris, D. (2021). Big trees drive forest structure patterns across a lowland Amazon regrowth gradient. *Scientific Reports*, 11(1), 3380. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83030-5>
- Cervantes, R., Sánchez, J. M., Alegre, J., Rendón, E., Baiker, J. R., Locatelli, B., & Bonnesoeur, V. (2022). CONTRIBUCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ALTOANDINOS EN LA PROVISIÓN DEL SERVICIO ECOSISTÉMICO DE REGULACIÓN HÍDRICA. *Ecología Aplicada*, 20(2), 137–146. <https://doi.org/10.21704/rea.v20i2.1804>
- Chiriguayo, H. (2021). *Composición florística y estructura de la gradiente altitudinal (600-1000 m.s.n.m.) de un bosque siempre verde piemontano de las amazonía Ecuatoriana* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6340>
- Dada, A. D., Olusola, A. J., Awotoye, O. O., & Odiwe, Anthony. I. (2025). A comparative assessment of species diversity and structural characteristics in undisturbed forest reserve and protected forest in the humid tropical rainforests of Southwestern Nigeria. *Discover Forests*, 1(1), 41. <https://doi.org/10.1007/s44415-025-00035-y>
- Fallas-Montero, E., & Vílchez-Alvarado, B. (2018). Competencia en el desarrollo de *Calycophyllum candidissimum* (Vahl) DC. y *Guazuma ulmifolia* Lam. en bosques secundarios caducifolios del Parque Nacional Palo Verde, Guanacaste, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 15(37), 34–47.
- François, M., Junior, T. R. de A., Mielke, M. S., Rousseau, A. N., Faria, D., & Mariano-Neto, E. (2024). *Interactions between Forest Cover and Watershed Hydrology: A State-of-the-Art Review*. <https://doi.org/10.20944/preprints202409.0165.v1>

- González, J., Molina, M. P., & Ipinza, R. (2021). Un Meta Análisis para Estimar el Papel de Polinizadores Nativos en la Sustentabilidad de Ecosistemas Forestales Naturales. *Ciencia & Investigación Forestal*, 27(1), 69–86. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2021.473>
- Instituto Nacional de Biodiversidad. (2023). *Datos de diversidad biológica: estado y tendencias de la diversidad biológica*. INABIO. <https://inabio.biodiversidad.gob.ec/perfil-de-biodiversidad/>
- Jiménez, L., Gusmán, J., Capa-Mora, D., Mezquida, E., Benito, M., & Rubio, A. (2017). Riqueza y diversidad vegetal en un bosque siempreverde piemontano en los Andes del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(1).
- Khalid, S., Muhammad, S., Ahmad, A., Khan, Z., & Khalil, M. (2025). Spatial assessment of ecological health of riverine forest ecosystem using Floristic Quality Index. *Scientific Reports*, 15(1), 43987. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-27647-w>
- Lakkana, T., Ashton, M. S., Hooper, E. R., Perera, A., & Ediriweera, S. (2022). Tropical montane forest in South Asia: Composition, structure, and dieback in relation to soils and topography. *Ecosphere*, 13(5). <https://doi.org/10.1002/ecs2.4049>
- Lanuzá, O. R., Descals, A., Espelta, J. M., Peñuelas, J., & Peguero, G. (2026). Variation of above-ground tree biomass and soil carbon stocks across neotropical forest types. *Forest Ecosystems*, 15, 100386. <https://doi.org/10.1016/j.fecs.2025.100386>
- León, H. (2020). *Estudio de Cobertura Vegetal y suelos. Consideraciones y contenidos mínimos*.
- Llerena-Bermúdez, C., Giacomotti, J., Reynel, C., & Guillén, R. (2025). Composición florística, diversidad y estructura arbórea en un bosque montano localizado en Oxapampa (Pasco, Perú). *Revista Forestal Del Perú*, 40(1), 140–160. <https://doi.org/10.21704/rfp.v40i1.1631>
- Manzano Miranda, J. (2020). *Respuesta de especies arbóreas a las perturbaciones en un bosque siempreverde piemontano como herramienta para alcanzar la resiliencia ecológica* [Trabajo de fin de Máster, Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/1036>
- Maza, B., Rodes-Blanco, M., & Rojas, E. (2022). Aboveground Biomass Along an Elevation Gradient in an Evergreen Andean–Amazonian Forest in Ecuador. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.738585>
- Moreno-Fernández, D., Breidenbach, J., Cañellas, I., Chirici, G., D'Amico, G., Ferretti, M., Giannetti, F., Puliti, S., Schnell, S., Shackleton, R., Skudnik, M., & Alberdi, I. (2025). Enhancing forest biodiversity indicators in inventories through harmonized protocols. *IForest - Biogeosciences and Forestry*, 18(3), 109–120. <https://doi.org/10.3832/ifor4778-018>
- Muñoz-Jácome, E., Ati-Cutiupala, M., Londo-León, G., Vaca-Cárdenas, L., & Pintag, C. (2021). Estructura y composición de la diversidad florística del Bosque Siempreverde en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. *Polo Del Conocimiento*, 6(11), 1440–1455.

- Murga-Orrillo, H., Coronado Jorge, M. F., Abanto-Rodríguez, C., & Lobo, F. D. A. (2021). Gradiente altitudinal y su influencia en las características edafoclimáticas de los bosques tropicales. *Madera y Bosques*, 27(3), e2732271. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2732271>
- Orihuela, A. (2025, November 21). *Un estudio de la UA revela cómo los humanos transforman la diversidad de aves en los bosques secos tropicales de Ecuador*. Universidad de Alicante. <https://web.ua.es/es/actualidad-universitaria/2025/noviembre2025/17-23/un-estudio-de-la-ua-revela-como-los-humanos-transforman-la-diversidad-de-aves-en-los-bosques-secos-tropicales-de-ecuador.html>
- Palacios Anzules, I. del C. (2024). Evaluación del impacto de la deforestación en la biodiversidad de los ecosistemas terrestres. Una revisión sistemática. *RECIAMUC*, 8(4), 73–87. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.\(4\).dic.2024.73-87](https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.(4).dic.2024.73-87)
- Phillips, O. L. (2023). Sensing Forests Directly: The Power of Permanent Plots. *Plants*, 12(21), 3710. <https://doi.org/10.3390/plants12213710>
- Ponce Muñoz, J. A., Carvajal Nunura, R. J., & Alcívar Cobeña, M. R. (2025). Estado de Conservación y Potencial Hídrico de Especies Forestales en la Microcuenca del Río Guineal, Ecuador. *Revista Veritas de Difusão Científica*, 6(3), 1693–1714. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v6i3.1013>
- Quinteros-Gómez, Y., Macedo-Bedoya, J., Anlas-Rosado, F., Yangua-Evangelista, S., Angeles-Alvarez, F., Azurín-Sotelo, S., La Rosa-Sánchez, M., Gómez-Ticerán, D., Jara-Peña, E., Campos-De la Cruz, J., Padilla-Torres, B., & Fernández-De la Cruz, I. (2025). Floristic Composition and Species Conservation Status in Three *Polylepis* (Rosaceae) Relict Forests in Peru. *Plants*, 14(22), 3537. <https://doi.org/10.3390/plants14223537>
- Quizhpe Coronel, W. R., Javier Quiñonez, M., Cabrera Ambuludi, M. A., Saltos Navia, J. E., & Aguirre Mendoza, Z. H. (2024). Composición florística de especies leñosas en la microcuenca del área protegida municipal de la quebrada Yantzaza, provincia Zamora Chinchipe, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 13182–13198. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.14778
- Ray, T., Delory, B. M., Beugnon, R., Bruelheide, H., Cesarz, S., Eisenhauer, N., Ferlian, O., Quosh, J., von Oheimb, G., & Fichtner, A. (2023). Tree diversity increases productivity through enhancing structural complexity across mycorrhizal types. *Science Advances*, 9(40). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adi2362>
- Rodríguez-Arias, C. (2023). Cambios en la estructura vertical y composición florística en la Reserva Natural Madre Verde —Costa Rica— tras 15 años de restauración ecológica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 57(2), 1–26. <https://doi.org/10.15359/rca.57-2.9>
- Rodríguez-León, C. H., Sterling, A., Trujillo-Briñez, A., Suárez-Córdoba, Y. D., & Roa-Fuentes, L. L. (2025). Forest Attribute Dynamics in Secondary Forests: Insights for Advancing Ecological Restoration and Transformative Territorial Management in the Amazon. *Diversity*, 17(1), 39. <https://doi.org/10.3390/d17010039>

- Salinas-Gutiérrez, J. L., Luis-Martínez, M. A., & Monteagudo-Sabaté, D. (2023). Relaciones biogeográficas entre los bosques tropicales húmedos de México a partir de sus faunas de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea). *CIENCIA Ergo-Sum*, 30(1). <https://doi.org/10.30878/ces.v30n1a10>
- Sánchez Chavez, E. C., & Galvis Rueda, M. (2025). Composición florística y patrones estructurales de la vegetación ribereña en la microcuenca del río La Vega, Tunja–Boyacá, Colombia. *Innovaciencia*, 13(1). <https://doi.org/10.15649/2346075X.5296>
- Slobodian, L., Vidal, A., & Saint-Laurent, C. (2020). *Policies that support forest landscape restoration* [International Union for Conservation of Nature]. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-045>
- Solórzano-Acosta, R., Cruz-Luis, J., Chuchon-Reyon, R., Romero-Chávez, L. E., Lozano, A., Gaona-Jimenez, N., & Vallejos-Torres, G. (2025). The conversion of forests to agricultural croplands significantly depletes soil organic carbon reserves, total nitrogen, and available potassium, reaching critical thresholds in the Peruvian Amazon. *Frontiers in Soil Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsoil.2025.1662180>
- Temgoua, L. F., Momo Solefack, M. C., Nyong, P. A., & Tadjou, P. (2020). Floristic diversity and exploitable potential of commercial timber species in the Cobaba community forest in Eastern Cameroon: implications for forest management. *Forest Science and Technology*, 16(2), 56–67. <https://doi.org/10.1080/21580103.2020.1750493>
- ter Steege, H., Pitman, N. C. A., do Amaral, I. L., de Souza Coelho, L., de Almeida Matos, F. D., de Andrade Lima Filho, D., Salomão, R. P., Wittmann, F., Castilho, C. V., Guevara, J. E., Veiga Carim, M. de J., Phillips, O. L., Magnusson, W. E., Sabatier, D., Revilla, J. D. C., Molino, J.-F., Irumé, M. V., Martins, M. P., da Silva Guimarães, J. R., ... Melgaço, K. (2023). Mapping density, diversity and species-richness of the Amazon tree flora. *Communications Biology*, 6(1), 1130. <https://doi.org/10.1038/s42003-023-05514-6>
- Wani, Z. A., Bhat, J. A., Negi, V. S., Satish, K. V., Siddiqui, S., & Pant, S. (2022). Conservation Priority Index of species, communities, and habitats for biodiversity conservation and their management planning: A case study in Gulmarg Wildlife Sanctuary, Kashmir Himalaya. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.995427>
- World Commission on Protected Areas. (2025). *Opportunities and Challenges for Monitoring Ecosystem Restoration in Protected and Conserved Areas*. https://iucn.org/sites/default/files/2025-07/iucn-wcpa-tn-no.-24_monitoring-ecosystem-restoration_final.pdf
- Zhang, W., Xi, Y., Brandt, M., Ren, C., Bai, J., Ma, Q., & Fensholt, R. (2024). Stand structure of tropical forests is strongly associated with primary productivity. *Communications Earth & Environment*, 5(1), 796. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01984-6>