

Informe final de Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	13%	7%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	1%
4	polibotanica.mx Fuente de Internet	1%
5	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	dspace.hangtuah.ac.id:8080 Fuente de Internet	<1%
8	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
10	docslib.org Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1%
12	www.lillo.org.ar Fuente de Internet	<1%



CONSUELO ROJAS IDROGO
DNI:16583112
ASESORA

13	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
14	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
15	revistas.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	eprints.uanl.mx Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	ouci.dntb.gov.ua Fuente de Internet	<1 %
19	www.frontiersin.org Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Estatal Amazonica- Trabajo del estudiante	<1 %
21	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
22	library.conservation.org Fuente de Internet	<1 %
23	orton.catie.ac.cr Fuente de Internet	<1 %
24	d197for5662m48.cloudfront.net Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
26	burjcdigital.urjc.es Fuente de Internet	<1 %
27	devimar.co Fuente de Internet	<1 %
	era.ujat.mx	



CONSUELO ROJAS IDROGO
DNI:16583112
ASESORA

28	Fuente de Internet	<1 %
29	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
30	www.nursinghero.com Fuente de Internet	<1 %
31	kuula.co Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	vdocumento.com Fuente de Internet	<1 %
34	Lara Ballesteros, Diana Carolina. "Determinación de Cambios de Distribución de Especies por Efectos del Cambio Climático en el Parque Municipal Natural Campo Alegre y Parque Regional Natural Ucumarí en Risaralda Colombia", Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia), 2024 Publicación	<1 %
35	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
37	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
38	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	Rui Yang, Qianfei Zhang, Lipeng Zang, Guangqi Zhang, Qingfu Liu, Danmei Chen, Mingzhen Sui. "How Do the Functional Resemblance Structure and Its Component-	<1 %



CONSUELO ROJAS IDROGO
DNI: 16583112
ASESORA

Dependence Change Among the Successional Stages in Degraded Karst Forests?", Ecology and Evolution, 2025
Publicación

41	lagranja.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
42	legislacionnp.org.pe Fuente de Internet	<1 %
43	rdi.uncoma.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to ucol Trabajo del estudiante	<1 %
45	cfores.upr.edu.cu Fuente de Internet	<1 %
46	ri.agro.uba.ar Fuente de Internet	<1 %
47	"Conservation of Andean Forests", Springer Science and Business Media LLC, 2025 Publicación	<1 %
48	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
49	www.mdpi.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 14 words

Excluir bibliografía

Activo



CONSUELO ROJAS IDROGO
DNI:16583112
ASESORA

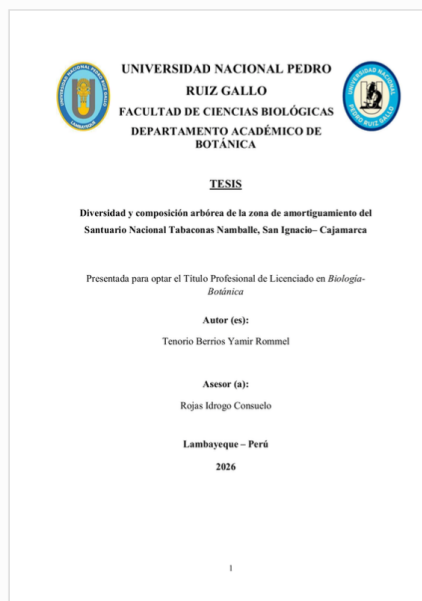


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Yamir Tenorio Berios
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Informe final de Tesis
Nombre del archivo: Yamir_Informe_final.docx
Tamaño del archivo: 10.4M
Total páginas: 78
Total de palabras: 17,220
Total de caracteres: 102,366
Fecha de entrega: 10-mar-2026 09:07p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2900033985



Derechos de autor 2026 Turnitin. Todos los derechos reservados.

CONSUELO ROJAS IDROGO
DNI: 16583112
ASESORA

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Consuelo Rojas Idrogo, mi asesora, por su constante guía, por el rigor académico compartido y por su invaluable confianza en este proyecto de investigación botánica.

Un reconocimiento especial a Alex Dias, Adriel Bravo, Jhon Guevara y José Huancas, por su invaluable apoyo en las jornadas de campo. Su esfuerzo y dedicación en la recolección de las muestras botánicas en la zona de amortiguamiento Santuario Nacional Tabaconas Namballe que fueron fundamentales para el éxito de este estudio.

Mi profunda gratitud a Luis García, por su fundamental soporte y experiencia en la identificación taxonómica de las muestras, asegurando la precisión científica de este catálogo arbóreo.

A Brandon Torres, por su valiosa colaboración en el análisis estadístico y la interpretación de los datos, aportando claridad y rigor científico a los resultados de esta investigación.

Al Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), por brindar las facilidades administrativas para la autorización de colecta.

A la Comunidad Campesina San Miguel de Tabaconas por su hospitalidad y permitir nuestro tránsito y permanencia en la zona.

Finalmente, a la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y a su Herbario, por ser el espacio de formación y resguardo del material biológico que sustenta esta tesis.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres María Berríos y Marco Tenorio por su amor y apoyo incondicional, gracias a su esfuerzo logré culminar mis estudios profesionales. A mi esposa Rosa Gordillo y a mi hijo Mathías por ser el motivo para seguir esforzándome y mejorando cada día. A mi hermano Alexander Tenorio y a toda mi familia.

ÍNDICE GENERAL

	Pg.
<i>ACTA DE SUSTENTACIÓN</i>	<i>iii</i>
<i>DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD</i>	<i>iv</i>
<i>CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD</i>	<i>v</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>xi</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>xii</i>
<i>ÍNDICE GENERAL</i>	<i>xiii</i>
<i>ÍNDICE DE TABLAS</i>	<i>xiv</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i>	<i>xv</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>xvi</i>
<i>ABSTRACT</i>	<i>xvii</i>
<i>INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
<i>CAPÍTULO I: DISEÑO TEÓRICO</i>	<i>3</i>
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	5
1.3. Bases conceptuales (Operacionalización o categorización de variables)	13
<i>CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO</i>	<i>16</i>
2.1 Diseño de contrastación de hipótesis/ Procedimiento en la investigación	16
2.2 Población y muestra	16
2.3 Procedimiento a seguir en la investigación	16
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
<i>CAPÍTULO III: RESULTADOS</i>	<i>24</i>
<i>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN</i>	<i>34</i>
<i>CONCLUSIONES</i>	<i>39</i>
<i>RECOMENDACIONES</i>	<i>40</i>
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	<i>41</i>
<i>ANEXOS</i>	<i>53</i>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Zonas de muestreo en la zona de amortiguamiento del SNTN</i>	19
Tabla 2. <i>Lista florística de especies arbóreas registradas en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, San Ignacio – Cajamarca.</i>	24
Tabla 3. <i>Riqueza taxonómica de la vegetación arbórea según tipo de bosque en la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, San Ignacio – Cajamarca</i>	27
Tabla 4. <i>Especies arbóreas más abundantes en los bosques primario y secundario de la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, San Ignacio - Cajamarca.</i>	27
Tabla 5. <i>Índices de diversidad arbórea por parcela y tipo de bosque en la zona de amortiguamiento del SNTN</i>	29
Tabla 6. <i>Promedios de los índices de diversidad arbórea por tipo de bosque en la zona de amortiguamiento del SNTN</i>	29
Tabla 7. <i>Área basal por parcela y tipo de bosque en la zona de amortiguamiento del SNTN</i>	30
Tabla 8. <i>Distribución de individuos por clases diamétricas y tipo de bosque</i>	30
Tabla 9. <i>Distribución del área basal por clases diamétricas según tipo de bosque</i>	31
Tabla 10. <i>Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies arbóreas por tipo de bosque</i>	31
Tabla 11. <i>Distribución de individuos por estrato vertical y tipo de bosque</i>	32
Tabla 12. <i>Índice de diversidad vertical (Pretzsch) por tipo de bosque</i>	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras 1. <i>Evaluación de las variables</i>	17
Figuras 2. <i>Mapa de ubicación del área de muestreo en la zona de amortiguamiento</i>	18
Figuras 3. <i>Muestras herborizadas para depósito en los herbarios</i>	20
Figuras 4. <i>Abundancia de especies en las familias vegetales presentes en la zona de amortiguamiento del SNTN</i>	28

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo analizar la diversidad, composición y estructura arbórea de los bosques primarios y secundarios de la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, en el norte del Perú, con el fin de caracterizar su estado ecológico y su relevancia para la conservación de bosques montanos. El muestreo se realizó mediante parcelas Whittaker de 50×20 m establecidas en el sector cerro Chichilapa, donde se registraron todos los individuos arbóreos con diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm. Fueron evaluadas la composición florística, la diversidad y la estructura horizontal y vertical del bosque a partir de variables dasométricas y florísticas obtenidas en campo. Se registraron 106 especies arbóreas, agrupadas en 69 géneros y 41 familias, con una alta representación de familias características de bosques montanos, como Asteraceae, Lauraceae, Melastomataceae y Rubiaceae. Ambos tipos de bosque presentaron valores elevados de diversidad, con índices de Shannon-Wiener superiores a 2.5 y valores del índice de Simpson cercanos a la unidad. No obstante, se observaron contrastes estructurales marcados: el bosque primario mostró mayores valores de área basal y una distribución diamétrica más completa, mientras que el bosque secundario concentró la mayor parte de los individuos en clases diamétricas inferiores. Aunque la estructura vertical difirió en la distribución de individuos por estratos, el índice de Pretzsch indicó una complejidad vertical similar entre ambos tipos de bosque. Concluimos que los bosques de la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe combinan una alta diversidad arbórea con diferencias estructurales asociadas al grado de intervención, lo que subraya su valor ecológico y la necesidad de considerar tanto la diversidad como la estructura en estrategias de conservación de los bosques montanos del norte del Perú.

Palabras clave: Diversidad arbórea, composición florística, Santuario Nacional Tabaconas Namballe

ABSTRACT

The study aimed to analyze the diversity, composition, and tree structure of primary and secondary forests in the buffer zone of the Tabaconas Namballe National Sanctuary, in northern Peru, in order to characterize their ecological status and their relevance for the conservation of montane forests. Sampling was conducted using Whittaker plots measuring 50×20 m established in the Cerro Chichilapa sector, where all tree individuals with diameter at breast height (DBH) ≥ 10 cm were recorded. Floristic composition, diversity, and the horizontal and vertical structure of the forest were evaluated using dendrometric and floristic variables collected in the field. A total of 106 tree species were recorded, grouped into 69 genera and 41 families, with a high representation of families characteristic of montane forests, such as Asteraceae, Lauraceae, Melastomataceae, and Rubiaceae. Both forest types showed high diversity values, with Shannon–Wiener indices above 2.5 and Simpson index values close to unity. However, marked structural contrasts were observed: the primary forest showed higher basal area values and a more complete diameter distribution, whereas the secondary forest concentrated most individuals in lower diameter classes. Although the vertical structure differed in the distribution of individuals among strata, the Pretzsch index indicated similar vertical complexity in both forest types. We conclude that the forests in the buffer zone of the Tabaconas Namballe National Sanctuary combine high tree diversity with structural differences associated with the degree of disturbance, highlighting their ecological value and the need to consider both diversity and structure in conservation strategies for montane forests in northern Peru.

Keywords: Tree diversity, floristic composition, Tabaconas Namballe National Sanctuary.

INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales constituyen uno de los principales soportes de la biodiversidad terrestre y cumplen funciones ecológicas clave en la regulación climática y el almacenamiento de carbono a escala global (Kumar *et al.*, 2022; Salinas *et al.*, 2021). Dentro de este conjunto, los bosques montanos de neblina tropical destacan por su relevancia ecológica desproporcionada en relación con su reducida extensión espacial, ya que representan aproximadamente el 2,5 % de los bosques tropicales del mundo (Bubb *et al.*, 2004). Estas formaciones presentan una fisonomía particular, caracterizada por árboles de menor altura, fustes retorcidos y una elevada abundancia de epífitas, rasgos estrechamente asociados a condiciones de inmersión persistente en nubes y neblina (Fahey *et al.*, 2016). A pesar de su limitada distribución, albergan altos niveles de diversidad y endemismo, y desempeñan un rol determinante en la provisión de servicios ecosistémicos, especialmente en la regulación del ciclo hidrológico y el suministro de agua dulce (Salinas *et al.*, 2021).

En el Perú, estos ecosistemas se concentran principalmente en las vertientes orientales de los Andes y en sectores específicos del norte del país, como el departamento de Cajamarca (Leo, 1995; Medina, 2013). El Santuario Nacional Tabaconas Namballe (SNTN) conserva un área representativa de estos bosques húmedos andinos, contribuyendo a la estabilidad climática e hidrológica regional; Sin embargo, las zonas de amortiguamiento que rodean el área protegida cumplen una función ecológica estratégica como espacios de transición, donde se amortiguan las presiones antrópicas provenientes del entorno (Santos, 2020; Solano, 2020). En el sector del cerro Chichilapa, distrito de San Ignacio, estas zonas enfrentan presiones crecientes que comprometen la integridad de sus comunidades vegetales.

Los estudios sobre la flora de los bosques montanos del norte del Perú han evidenciado una diversidad notable; no obstante, las investigaciones sistemáticas y detalladas siguen siendo escasas en áreas específicas (Medina, 2013). Trabajos previos en la región de Cajamarca, como los realizados en el bosque Chinchiquilla (San Ignacio) y en Las Palmas (Chota), han documentado la presencia de familias representativas como Lauraceae, Myrtaceae y Melastomataceae, así como especies amenazadas de alto valor ecológico, entre ellas *Podocarpus glomeratus* (Peña & Pariente, 2015; Peña-Surita, 2014; Serrano, 2019). Sin embargo, persiste una brecha significativa en el conocimiento ecológico y taxonómico

detallado de las especies arbóreas, lo que limita la formulación de planes de manejo sustentados en evidencia científica (Aguirre *et al.*, 2017).

A pesar de su reconocida importancia ecológica, se estima que hasta el 90 % de los bosques montanos de neblina de los Andes del norte ha sido perdido como resultado de la tala ilegal, los incendios forestales, la expansión agrícola y la actividad minera (Leo, 1995). En este contexto, el conocimiento insuficiente sobre la composición arbórea en la zona de amortiguamiento del SNTN dificulta una valoración precisa de su biodiversidad y de los riesgos que enfrenta. La realización de este estudio resulta necesaria para documentar el estado actual de la estructura vegetal en un área de elevada vulnerabilidad ecológica (Alanís *et al.*, 2020; Escobedo-Monge *et al.*, 2022). Comprender la composición y diversidad arbórea constituye un paso fundamental para evaluar la resiliencia de estos bosques y su capacidad de respuesta frente a perturbaciones naturales y antrópicas (Macedo, 2015; Mayele & Bongo, 2023).

A partir de esta problemática se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es la diversidad, composición y estructura arbórea de los bosques de la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, San Ignacio - Cajamarca?, para ello se trazó como objetivo general determinar la diversidad, composición y estructura arbórea de los bosques de la zona de amortiguamiento del del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, San Ignacio - Cajamarca. Para ello, y como objetivos específicos: a) identificar taxonómicamente las especies arbóreas presentes en el área de estudio; y b) determinar los índices de diversidad, composición y estructura arbórea que caracterizan estos ecosistemas.

CAPÍTULO I: DISEÑO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

La diversidad biológica en ecosistemas montañosos y bosques húmedos tropicales presenta patrones heterogéneos como resultado de gradientes ambientales, historia evolutiva y niveles variables de perturbación. Estos patrones se expresan en la composición florística y en el recambio de especies, fenómenos que pueden ser evaluados mediante particiones de diversidad alfa y beta (Baselga & Gómez-Rodríguez, 2019). Para cuantificar dicha diversidad, se emplean comúnmente índices como Shannon-Wiener, Simpson, Margalef y Fisher, ampliamente utilizados en estudios de vegetación arbórea en ecosistemas neotropicales (Lakićević & Srđević, 2018).

A nivel internacional, la literatura reciente evidencia que la diversidad en zonas de amortiguamiento de áreas protegidas responde a dinámicas complejas. Priatna *et al.*, (2025), en la Reserva de la Biosfera Giam Siak Kecil-Bukit Batu (Indonesia), registraron 52 especies medicinales distribuidas en 27 familias, con mayor riqueza en la zona de amortiguamiento (39 especies) que en la zona núcleo (29 especies), sugiriendo que las áreas periféricas pueden albergar diversidad complementaria vinculada al uso tradicional. En contraste, Dao *et al.*, (2016) documentaron el patrón inverso en la Reserva Natural Ta Xua (Vietnam), donde inventariaron 249 especies arbóreas y encontraron que la zona de amortiguamiento exhibía menor riqueza y diámetros reducidos respecto a la zona núcleo, con depleción evidente de especies maderables (22%) y productos forestales no maderables (48%).

Mayele & Bongo, (2023) reportaron una condición intermedia en el Parque Nacional Nimule (Sudán del Sur), con 31 especies en 834 individuos y valores de Shannon ($H = 2.50$) y Simpson (0.87) considerados moderados, aunque bajo perturbación antrópica continua.

En contextos templados, Graciano-Ávila *et al.*, (2017) evaluaron la composición arbórea en bosques montañosos de México, registrando 575 individuos pertenecientes a 312 especies, con un índice de Shannon de 1.74, diversidad moderada comparable a algunos bosques andinos. Del mismo modo, Campo & Duval, (2014) aplicaron índices de Margalef, Menhinick, Simpson y Shannon-Wiener en el Parque Nacional Lihué Calel (Argentina), registrando 33 especies de estratos herbáceos y arbustivos, donde Lamiaceae y Poaceae fueron las familias más representativas.

En el contexto nacional, la diversidad arbórea exhibe gradientes marcados vinculados a la altitud, hidrología y disturbio antrópico. Los bosques andinos presentan riquezas de 27-39 especies e índices de Shannon entre 1.41 y 2.17 (Huamantupa *et al.*, 2017; Peña-Surita, 2014; Serrano, 2019), con dominancia de Podocarpaceae y Lauraceae, mientras que los amazónicos alcanzan 254 especies y $H = 4.039$ (Alvarez-Montalván *et al.*, 2021), caracterizados por codominancia de Moraceae, Fabaceae y Arecaceae. Huamantupa *et al.*, (2017) documentaron esta configuración en el Santuario Nacional Ampay (Apurímac), donde 1920 individuos se concentraban en 35 especies, con *Podocarpus glomeratus* acaparando el mayor valor de importancia.

El gradiente hidrológico también determina ensamblajes diferenciados. Baez & Garate, (2017) demostraron que, en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata, los bosques de tierra firme superan en diversidad a los inundables ($H = 4.0 - 4.5$ vs. $3.3 - 3.4$), con reemplazos de familias dominantes: Moraceae en tierra firme, Arecaceae en áreas inundables.

Respecto al disturbio antrópico, Macedo, (2015) analizó la regeneración natural sobre suelos de arena blanca en áreas intervenidas de la carretera Iquitos-Nauta, registrando 30 097 individuos pertenecientes a 97 especies, con un índice de Shannon de 2.503, evidenciando que el disturbio reduce más la equitatividad que la riqueza. En contraste, De Rutte & Reynel, (2016) reportaron $H = 3.09$ y Simpson = 0.08 en el bosque montano nublado de Puyu Sacha (Junín), sugiriendo un ensamblaje maduro de pocas especies bien distribuidas.

En lo referido a la región Cajamarca, los estudios locales ofrecen el contexto florístico más relevante para interpretar la zona de amortiguamiento de Tabaconas Namballe. Delgado-Benavides *et al.*, (2019) registraron 25 familias en el Bosque de Protección Pagaibamba (Querocoto), destacando que Lauraceae, representada por solo 5 especies, ocupa el segundo lugar en diversidad y el tercero en abundancia (108 individuos), con distribución en todos los estratos del bosque. En el Bosque La Palma (Chota), Medina, (2013) documentó 27 especies distribuidas en 18 familias, entre las cuales Lauraceae y Cunoniaceae fueron las más representativas.

Peña & Pariente, (2015), estudiando un bosque del sector Chinchiquilla (San Ignacio), registraron 308 individuos pertenecientes a 39 especies, con predominio de Podocarpaceae, Lauraceae y Rubiaceae, confirmando que esta triada define la identidad florística de los bosques montanos cajamarquinos; así mismo, en el bosque relicto Los Lanches (Chota), Burga-Cieza *et al.*, (2020) registraron 30 especies pertenecientes a 23 familias, con valores de Shannon de 2.28 y Simpson de 0.89, indicadores de alta diversidad pese al grado de fragmentación. Los autores sugieren que la matriz de paisaje circundante mantiene conectividad funcional para dispersores, planteando que la resiliencia depende más de la calidad del paisaje que del tamaño del parche.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Bosques montanos tropicales y nublados del norte del Perú

Los bosques montanos tropicales (TMF) se desarrollan en ambientes montañosos húmedos, generalmente por encima de los 1 000-1 200 m s.n.m., donde el gradiente altitudinal interactúa con una topografía compleja y un clima caracterizado por temperaturas más bajas, elevada nubosidad y precipitaciones anuales que suelen superar los 1 000-1 200 mm (Salinas *et al.*, 2021). Esta combinación de factores ambientales estructura una marcada zonación florística y fisonómica, dando lugar a comunidades altamente especializadas y con elevados niveles de endemismo (Aparecido *et al.*, 2018; Salinas *et al.*, 2021).

A lo largo del gradiente altitudinal, la disminución progresiva de la temperatura, la presión atmosférica y la radiación fotosintéticamente activa, junto con el aumento de la humedad relativa, la frecuencia de niebla y, en muchos casos, la precipitación, configura condiciones ambientales contrastantes en distancias relativamente cortas (Aparecido *et al.*, 2018). Estos cambios se reflejan en la estructura de la vegetación, favoreciendo bosques con árboles de menor altura, altas densidades de tallos y copas más compactas, en contraste con los bosques tropicales de tierras bajas (Fahey *et al.*, 2016; Salinas *et al.*, 2021).

Desde el punto de vista climático, los TMF presentan temperaturas medias anuales relativamente bajas para los trópicos (10-18 °C) y una marcada influencia de la nubosidad y la niebla sobre el balance energético e hídrico del ecosistema (Aparecido *et al.*, 2018; Salinas *et al.*, 2021). La niebla actúa simultáneamente como factor limitante de la radiación incidente y como fuente adicional de agua a través de la intercepción en el dosel y la absorción foliar,

procesos clave para el mantenimiento de la vegetación montana (Aparecido *et al.*, 2018; Fahey *et al.*, 2016).

Los suelos asociados a estos bosques suelen ser profundos, permanentemente húmedos y ricos en materia orgánica, aunque pobres en nutrientes disponibles debido a la descomposición lenta bajo condiciones de baja temperatura y saturación hídrica (Aparecido *et al.*, 2018; Salinas *et al.*, 2021). Estas características favorecen altas reservas de carbono edáfico y limitan la productividad aérea, promoviendo estrategias conservativas de uso de nutrientes y elevadas relaciones raíz:fuste (Fahey *et al.*, 2016; Salinas *et al.*, 2021). La topografía modula de manera importante estos patrones, ya que las posiciones bajas del relieve tienden a concentrar nutrientes y presentar mayores tasas de productividad y recambio, mientras que las posiciones altas son más frías, pobres y dominadas por especies con rasgos funcionales conservativos (Baez & Garate, 2017).

Dentro de los TMF, los bosques montanos nublados o Tropical Montane Cloud Forests (TMCF) constituyen un subtipo funcional definido no solo por la altitud (típicamente entre 1 500 y 3 300 m, aunque localmente pueden descender hasta 1 000 m) sino por la inmersión frecuente y persistente en nubes bajas, que aportan una fracción significativa de la precipitación total mediante la denominada lluvia oculta (Leo, 1995; Los *et al.*, 2021). Estos bosques se caracterizan por un conjunto de rasgos estructurales y funcionales asociados a ambientes fríos, húmedos y con limitada radiación, como árboles de menor altura, fustes relativamente gruesos, alta densidad de tallos, hojas pequeñas y coriáceas, abundancia de epífitas y sistemas radicales extensos (Eller *et al.*, 2020; Fahey *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2023).

En el norte del Perú, particularmente en las vertientes andinas y en bosques nublados como Pagaibamba y el Parque Nacional Río Abiseo, los TMCF desempeñan un rol hidrológico fundamental al actuar como sistemas de captación y regulación hídrica. Mediante la interceptación de la niebla y su liberación gradual hacia las cuencas, estos bosques contribuyen a la estabilización de caudales y a la reducción de procesos erosivos en laderas de fuerte pendiente (Escobedo-Monge *et al.*, 2022; Guzmán Q. *et al.*, 2024; Los *et al.*, 2021).

Desde una perspectiva ecológica, los TMCF andinos del Perú presentan niveles excepcionalmente altos de endemidad de flora y fauna, con linajes filogenéticos restringidos a rangos altitudinales estrechos y estrechamente vinculados a microclimas

dominados por la niebla (Mariano *et al.*, 2024; Salinas *et al.*, 2021). Esta alta especialización ecológica los hace particularmente vulnerables a disturbios como la deforestación, el cambio de uso del suelo y el ascenso de la base de nubes asociado al calentamiento climático, procesos que pueden reducir su extensión, facilitar la invasión de especies de tierras bajas y alterar de manera profunda su composición funcional y los servicios ecosistémicos que proveen (Escobedo-Monge *et al.*, 2022; Los *et al.*, 2021; Mata-Guel *et al.*, 2023; Salinas *et al.*, 2021).

1.2.2. Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se han consolidado como un instrumento central para la conservación de la biodiversidad, los procesos ecológicos y los servicios ecosistémicos. En la literatura reciente, este rol se interpreta crecientemente desde un enfoque de sistemas socio-ecológicos, en el que la dinámica ecológica no puede desligarse de decisiones institucionales, formas de uso del territorio y prácticas humanas que operan tanto dentro como fuera de los límites formales de protección (Cumming & Allen, 2017; Palomo *et al.*, 2014). Desde esta perspectiva, las ANP cumplen funciones clave como el mantenimiento de ecosistemas funcionales, la provisión de refugios para especies y procesos sensibles a la intensificación del paisaje, y la generación de referentes ecológicos que permiten evaluar los efectos del impacto antrópico (Hummel *et al.*, 2019).

La adopción del enfoque ecosistémico y de servicios ecosistémicos ha ampliado la concepción tradicional de las ANP como santuarios de naturaleza, al incorporar de manera explícita beneficios culturales, recreativos, científicos y vinculados al desarrollo local, así como su articulación en redes y políticas territoriales de mayor escala (Hoffmann, 2022; Hummel *et al.*, 2019; Maxwell *et al.*, 2020). Esta ampliación conceptual emerge, en parte, como respuesta a las limitaciones del modelo de protección estricta o fortress conservation, el cual ha evidenciado problemas recurrentes asociados a la exclusión de comunidades locales, la dificultad para enfrentar presiones externas como el cambio de uso del suelo o las políticas sectoriales, y el manejo de las ANP como unidades aisladas de su matriz socio-ecológica, con implicancias para su efectividad a largo plazo (Hummel *et al.*, 2019; Maxwell *et al.*, 2020; Palomo *et al.*, 2014).

1.2.3. Zonas de amortiguamiento

Las zonas de amortiguamiento se configuran como un componente funcional asociado a las Áreas Naturales Protegidas, orientado a reducir los impactos derivados de los usos del suelo externos sobre el área núcleo y, simultáneamente, a facilitar la articulación entre objetivos de conservación y dinámicas de desarrollo local (Santos, 2020; Vidal-Pastrana *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2022). Desde el punto de vista normativo, esta función se traduce en la definición de espacios con restricciones diferenciadas de uso del suelo y en la aplicación de criterios técnicos para su delimitación, vinculados a la presencia de suelos vulnerables, fragmentos de bosque, fauna y actividades urbanas o de riesgo (Santos, 2020; Vidal-Pastrana *et al.*, 2021).

En términos ecológicos, las zonas de amortiguamiento operan como áreas de transición entre ecosistemas estrictamente protegidos y paisajes productivos, contribuyendo a la atenuación de efectos de borde, al mantenimiento de hábitat complementario y a la provisión de corredores y stepping stones que favorecen la conectividad del paisaje y la dinámica de metapoblaciones (Hoffmann, 2022; Zhang *et al.*, 2021, 2022). En este contexto, su conceptualización se amplía hacia una lectura socio-ecológica, en la que estos espacios integran conservación, medios de vida, turismo de naturaleza y manejo adaptativo con participación comunitaria, superando una visión limitada a franjas de restricción alrededor de las ANP (Palomo *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2022).

En coherencia con esta concepción funcional y socio-ecológica, los enfoques recientes de planificación de zonas de amortiguamiento incorporan criterios multicriterio (relacionados con el uso del suelo, las presiones sociales y la vulnerabilidad biofísica) para la definición de sus anchos y zonificaciones internas, con el propósito de compatibilizar la protección ecológica con condiciones de viabilidad social y económica (Vidal-Pastrana *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2021, 2022).

1.2.4. Diversidad biológica

En el ámbito de la biología, la diversidad biológica constituye un concepto multidimensional que abarca niveles genéticos, específicos y de ecosistemas; sin embargo, para fines analíticos y operativos, suele abordarse a través de la diversidad de especies, entendida como la variedad de especies presentes y su importancia relativa en una comunidad. En este marco, la diversidad de especies se adopta como un atributo estructural

fundamental de las comunidades y como un eje relevante para el manejo y la conservación de sistemas forestales (Lakićević & Srđević, 2018; López-Hernández *et al.*, 2017).

La comprensión de la diversidad desde una perspectiva espacial se apoya en la propuesta clásica de Whittaker, que distingue entre diversidad α (diversidad local a escala de rodal o parcela), diversidad γ (diversidad regional) y diversidad β , asociada a la diferenciación entre comunidades y al recambio de especies entre sitios (Moreno *et al.*, 2018). En particular, la diversidad β permite analizar patrones de homogeneización o recambio espacial y temporal, aportando información clave sobre la estructura y dinámica de los conjuntos de comunidades en paisajes forestales (Baselga & Gómez-Rodríguez, 2019).

Desde una perspectiva complementaria, la diversidad taxonómica se define a partir del número de especies y sus abundancias relativas, mientras que la diversidad funcional incorpora los rasgos funcionales y la variedad de estrategias ecológicas presentes en la comunidad (Chao & Colwell, 2022; Moreno *et al.*, 2018). La evidencia empírica indica que ambas dimensiones no siempre responden de manera concordante frente a cambios ambientales, observándose situaciones de homogeneización taxonómica sin variaciones equivalentes en la diversidad funcional, lo que ha sido interpretado como la pérdida de especies taxonómica o filogenéticamente singulares, pero funcionalmente redundantes (Chao & Colwell, 2022; Freitag-Kramer *et al.*, 2025).

1.2.5. Riqueza, abundancia, equitatividad y dominancia

Desde una perspectiva métrica, la riqueza de especies se define como el número de especies presentes en una comunidad, mientras que la diversidad incorpora, además de la riqueza, la distribución de las abundancias relativas entre especies, comúnmente expresada mediante la equitatividad o evenness (Lakićević & Srđević, 2018; Melo, 2008). En este sentido, riqueza y diversidad representan dimensiones parcialmente independientes de la estructura comunitaria, ya que la riqueza explica solo una fracción de la variación total de la diversidad, mientras que la equitatividad constituye un eje adicional de variación relevante (Wilsey *et al.*, 2005).

La equitatividad refiere al grado de homogeneidad en la abundancia de las especies dentro de una comunidad y se relaciona directamente con los patrones de dominancia.

Comunidades con alta riqueza pueden presentar niveles moderados o bajos de diversidad cuando unas pocas especies concentran una proporción elevada de la abundancia total (López-Hernández *et al.*, 2017; Melo, 2008). Esta distinción resulta particularmente ilustrativa en contextos de bosques intervenidos, donde la dominancia de un número reducido de especies puede reducir la equitatividad y simplificar la estructura y el funcionamiento del ecosistema, incluso en situaciones en las que la riqueza no experimenta descensos marcados. En este marco, diversos estudios coinciden en que la utilización exclusiva de la riqueza como aproximación a la diversidad limita la comprensión de la estructura comunitaria y sus implicancias para la conservación y el manejo (López-Hernández *et al.*, 2017; Melo, 2008; Wilsey *et al.*, 2005).

1.2.6. Índices de diversidad

En el ámbito de los estudios biológicos, la cuantificación de la diversidad se apoya en el uso de distintos índices que integran, en diversa proporción, la riqueza de especies y la distribución de sus abundancias. Estos índices constituyen herramientas analíticas que permiten operacionalizar las dimensiones conceptuales desarrolladas previamente, particularmente la riqueza, la equitatividad y la dominancia.

Entre los índices más utilizados se encuentra el índice de Shannon-Wiener (H), interpretado como una medida de incertidumbre o entropía que combina información sobre el número de especies y la equitatividad en sus abundancias. Su formulación le confiere sensibilidad tanto a especies raras como comunes, lo que ha favorecido su aplicación recurrente en estudios de bosques templados y tropicales (Kumar *et al.*, 2022; Lakićević & Srđević, 2018; López-Hernández *et al.*, 2017). En un marco más amplio, el índice de Shannon puede entenderse como un caso particular dentro de los números de Hill, que integran riqueza, Shannon y Simpson en una familia común de métricas de diversidad (Roswell *et al.*, 2021).

El índice de Simpson (expresado como D, 1-D o 1/D) se basa en la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies distintas y asigna mayor peso relativo a las especies dominantes. Esta característica lo hace particularmente informativo para analizar patrones de dominancia y su influencia sobre la estructura y el funcionamiento de las comunidades (Izadi & Keshtkar, 2020; Kumar *et al.*, 2022).