

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**RASGOS FUNCIONALES VEGETATIVOS, FOLIARES Y REGENERATIVOS DE
LA VEGETACIÓN ARBÓREA DEL BOSQUE SECUNDARIO DE TULUMAYO,
PUEBLO NUEVO, HUÁNUCO, PERÚ**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

PRESENTADO POR:

ORLANDO PAOLO APONTE GIL

Tingo María – Perú

2025



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 137-2025-FRNR-UNAS

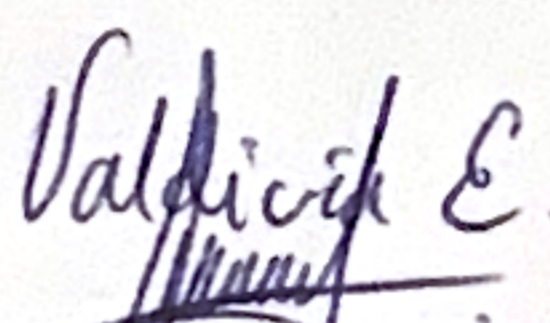
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 25 de setiembre de 2025, a horas 5:30 p.m. en la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para calificar la tesis titulada:

“RASGOS FUNCIONALES VEGETATIVOS, FOLIARES Y REGENERATIVOS DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DEL BOSQUE SECUNDARIO DE TULUMAYO, PUEBLO NUEVO, HUÁNUCO, PERÚ”

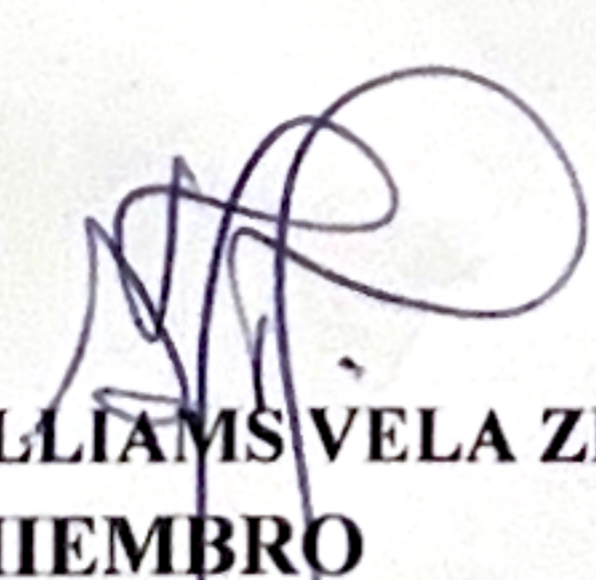
Presentado por el Bachiller: **APONTE GIL, ORLANDO PAOLO** después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de “**MUY BUENA**”.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 10 de diciembre de 2025


Ph. D. LUIS ALBERTO VALDIVIA ESPINOZA
PRESIDENTE


Ing. MSc. WARREN RIOS GARCIA
MIEMBRO


Ing. MSc. ANDY WILLIAMS VELA ZEVALLOS
MIEMBRO




Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
ASESOR


Ing. MSc. EDILBERTO DIAZ QUINTANA
ASESOR

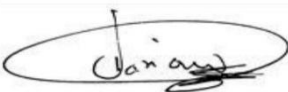
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



RASGOS FUNCIONALES VEGETATIVOS, FOLIARES Y REGENERATIVOS DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DEL BOSQUE SECUNDARIO DE TULUMAYO, PUEBLO NUEVO, HUÁNUCO, PERÚ

Autor	: Orlando Paolo Aponte Gil	
Asesores	: Dr. Casiano Aguirre Escalante Ing. M.Sc. Edilberto Diaz Quintana	
Área de investigación	: Valorización de la biodiversidad, recursos naturales y biotecnología	
Grupo de investigación	: Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y recursos naturales	
Línea de investigación:	: Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y recursos naturales	
Lugar de ejecución	: Centro de investigación y producción Tulumayo Anexo la Divisoria y Puerto Súngaro (CIPTALD)	
Duración	: 08 meses	
Financiamiento	: S/. 16 770,00	
FEDU	: No	
Propio	: Si	
Otros	: No	

Tingo María – Perú, 2025



UNAS

VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE SOPORTE
CIENTÍFICO
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 008 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:

Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	
-------	---	------------------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
RASGOS FUNCIONALES VEGETATIVOS, FOLIARES Y REGENERATIVOS DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DEL BOSQUE SECUNDARIO DE TULUMAYO, PUEBLO NUEVO, HUÁNUCO, PERÚ	ORLANDO PAOLO APONTE GIL	10 % Diez	Menor a 20 %

Tingo María, 14 de enero de 2026.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA
SELVA**

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO
TÍTULO PROFESIONAL, INVESTIGACIÓN DOCENTE Y TESISISTA**

I. Datos generales

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad : Facultad de Recursos Naturales Renovable
Escuela Profesional : Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables
Título de la Tesis : Rasgos funcionales vegetativos, foliares y regenerativos de la vegetación arbórea del bosque secundario de Tulumayo, Pueblo Nuevo, Huánuco, Perú
Objetivo general : Evaluación de los rasgos funcionales vegetativos, foliares y regenerativos de vegetación arbórea del bosque secundario de Tulumayo, Pueblo Nuevo-Huánuco
Autor de la tesis : Orlando Paolo Aponte Gil
DNI : 76741129
Correo electrónico : orlando.aponte@unas.edu.pe
Asesor de la Tesis : Dr. Casiano Aguirre Escalante
Ing. M.Sc. Edilberto Díaz Quintana
Área de investigación : Valorización de la biodiversidad, recursos naturales y biotecnología
Grupo de investigación : Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y recursos naturales
Línea de investigación : Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y recursos naturales
Lugar de ejecución : Centro de investigación y producción Tulumayo Anexo la Divisoria y Puerto Súngaro (CIPTALD)
Fecha de inicio : 29 de mayo del 2024
Fecha de término : 29 de diciembre del 2024
Presupuesto : S/. 16 770,00
Financiamiento : Propio (x) FEDU () Externo ()

Tingo María, Perú, setiembre 2025

Orlando Paolo Aponte Gil
Tesista

Dr. Casiano Aguirre Escalante
Asesor

Ing. MSc Edilberto Díaz Quintana
Asesor

DEDICATORIA

A ti, mamá,
por ser mi fuerza en los momentos de duda,
mi refugio en los días difíciles
y mi inspiración constante para nunca rendirme.
Gracias por tu amor incondicional,
por tus sacrificios silenciosos,
y por enseñarme, con tu ejemplo,
el valor del esfuerzo, la paciencia y la fe.
Este logro es tan tuyo como mío.

A mi padre,
aunque hace muchos años no sé de ti,
sigues presente en mis pensamientos y en lo que soy.
No conozco las razones de tu ausencia,
pero aprendí a seguir adelante con fuerza,
quizá con la misma que alguna vez heredé de ti.
Hoy, al alcanzar esta meta,
no puedo evitar pensar en cómo habría sido compartirla contigo.
Aún así, en silencio, te incluyo en este logro,
con la esperanza de que, en algún rincón del mundo,
sientas orgullo por mí.

AGRADECIMIENTO

Agradecer es poco cuando las palabras no alcanzan para expresar todo lo vivido durante este camino.

Gracias a Dios, por ser mi guía en cada paso, por darme la fuerza en los momentos en que sentí que ya no podía más, y por sostenerme incluso en silencio.

A mi madre, mi pilar más firme, mi mayor inspiración. Gracias por tu amor sin medida, por tus sacrificios y por enseñarme con tu ejemplo que la constancia y la fe pueden mover montañas.

Este logro es tan tuyo como mío.

A mi padre, cuya ausencia ha marcado mi vida, pero también me impulsó a ser fuerte. Donde sea que estés, te guardo en mi pensamiento con esperanza.

A mis profesores, por compartir su conocimiento con paciencia y vocación, por exigirme lo mejor de mí mismo y por acompañarme en este proceso.

A mis amigos y seres queridos que estuvieron cerca, con una palabra, un gesto o simplemente con su presencia cuando más lo necesité. Gracias por creer en mí, incluso en los días en los que yo dudaba.

Este trabajo no es solo un reflejo de lo aprendido, sino también de lo sentido, lo vivido y lo superado.

Con todo mi corazón: gracias.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Marco teórico	3
2.1.1. Rasgos funcionales.....	3
2.1.1.1. Ecología funcional	3
2.1.1.2. Diversidad funcional	4
2.1.1.3. Tipos funcionales de plantas	5
2.1.1.4. Rasgos funcionales vegetativos	6
2.1.1.5. Rasgos funcionales foliares.....	6
2.1.1.6. Rasgos funcionales regenerativos	7
2.1.2. Bosque secundario	7
2.2. Estado del arte.....	8
2.2.1. A nivel internacional	8
2.2.2. A nivel nacional.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1. Lugar de ejecución.....	12
3.1.1. Ubicación geográfica y política	12
3.1.2. Formación boscosa.....	13
3.1.3. Clima.....	13
3.2. Material y métodos	13
3.2.1. Materiales y equipos	13
3.2.2. Metodología	13
3.2.2.1. Composición florística del bosque secundario de Tulumayo	13
3.2.2.2. Rasgos funcionales vegetativos del bosque secundario de Tulumayo	16
3.2.2.3. Rasgos funcionales foliares del bosque secundario de Tulumayo	17
3.2.2.4. Rasgos funcionales regenerativos del bosque secundario de Tulumayo.....	18
3.2.2.5. Componentes de investigación	19
3.2.2.6. Análisis estadístico.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21

4.1.	Composición florística del bosque secundario de Tulumayo	21
4.2.	Rasgos funcionales vegetativos del bosque secundario de Tulumayo.....	23
4.3.	Rasgos funcionales foliares del bosque secundario de Tulumayo	24
4.4.	Rasgos funcionales regenerativos del bosque secundario de Tulumayo	29
V.	CONCLUSIONES	31
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	32
VII.	REFERENCIAS.....	33
	ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Coordenadas de ubicación del bosque secundario de Tulumayo.	12
2. Variable, indicadores y subindicadores de la investigación.	20
3. Composición florística del bosque secundario en Tulumayo.	21
4. IVI de las especies del bosque secundario de Tulumayo.	22
5. Rasgos funcionales foliares de 10 especies del bosque secundario de Tulumayo.	25
6. Rasgos funcionales regenerativos de 10 especies seleccionadas.	30
7. Datos de campo de todos los árboles ≥ 10 cm de DAP.	43
8. Número de especies por categoría de altura máxima.	48
9. Número de especies por categoría de DAP.	49
10. Media de los parámetros de copa del bosque secundario de Tulumayo.	50
11. Densidad básica de la madera por especies del bosque secundario de Tulumayo.	51
12. Densidad básica de la madera de 10 especies seleccionadas (ramas).	52
13. Evaluación de los rasgos funcionales foliares de 10 especies seleccionadas.	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa que muestra la ubicación de la zona de estudio.	12
2. Diseño de la parcela permanente de medición en bosque secundario.	15
3. Diseño del recorrido de evaluación de la PPM.	15
4. Modelo de los segmentos de rama colectados para la estimación de la densidad básica. Tomado de Zelada y Reynel (2019).	16
5. Esquema de medición del volumen verde de los segmentos de la rama. Tomado de Zelada y Reynel (2019).	16
6. Medición del área foliar.	17
7. Estrategias funcional de la DBM en el bosque secundario de Tulumayo.	23
8. Análisis de componentes principales de los rasgos funcionales foliares.	28
9. Correlación de los rasgos funcionales foliares.	29
10. Constancia de identificación de especies forestales (a).	54
11. Constancia de identificación de especies forestales (b).	55
12. Análisis foliar especial de hojas de 10 especies seleccionadas.	56
13. Colecta de ramas y hojas de las especies arbóreas seleccionadas.	57
14. Medición del grosor foliar con el calibrador digital.	57
15. Medición del área foliar con equipo electrónico para tal fin.	58
16. Preparación para la medición del volumen verde de la sección de rama.	58
17. Medición del volumen verde de la sección de rama de la especie.	59
18. Etiquetado de muestras para llevar a la estufa del laboratorio de semillas.	59
19. Muestras listas para su traslado a estufa.	60
20. Apoyo en la colección y evaluación de los rasgos funcionales foliares.	60
21. Retirado de muestras para su evaluación de peso seco.	61
22. Preparación de las muestras secas para sus respectivas pesadas.	61
23. Pesado en balanza digital de calibración menor a 1 g.	62
24. Registro de pesos secos de cada muestra por especie.	62
25. Visita conjunta con el asesor de la tesis.	63
26. Mediciones de peso fresco de las hojas de cada especie con presencia del asesor.	63

RESUMEN

Los bosques secundarios juegan un papel fundamental en la recuperación de ecosistemas que han sido degradados, aunque su dinámica funcional aún no ha sido explorada en profundidad. Este estudio se centró en evaluar los rasgos funcionales vegetativos, foliares y regenerativos de la vegetación arbórea en un bosque secundario ubicado en Tulumayo, Pueblo Nuevo, Huánuco, Perú. El objetivo fue comprender mejor su composición y las estrategias adaptativas que emplea. Se estableció una parcela permanente de 1 hectárea, donde se midieron diversas variables dasométricas (como el $DAP \geq 10$ cm, la altura máxima y el diámetro de copa) y rasgos foliares (incluyendo el área foliar, el área foliar específica, y los contenidos de nitrógeno y fósforo) en 252 individuos de 35 especies diferentes. Los resultados mostraron que predominan las especies pioneras, como *Eugenia feijoi* (Myrtaceae), que alcanzan alturas de entre 5 y 24,9 m y diámetros de 10 a 20 cm (84,13 %). En cuanto a los rasgos foliares, se observó un gradiente de estrategias: especies como *Ochroma pyramidale* presentaron una alta área foliar específica (AFE: 181,07 cm²/g), lo que sugiere estrategias adquisitivas, mientras que *Sapium glandulosum* (AFE: 81,30 cm²/g) mostró rasgos más conservadores. Además, el 73,02% de las especies exhibieron una alta densidad de madera ($>0,54$ g/cm³), lo que está relacionado con su resistencia al estrés. La dispersión más común fue la autocoria (70 %), aunque también se observó zoocoria en especies clave como *Ficus anthelmintica*. Estos hallazgos subrayan la diversidad funcional del bosque secundario y su potencial para la restauración ecológica, ofreciendo una base científica sólida para su manejo sostenible.

Palabras clave: bosque secundario, características funcionales, ecología de las plantas, recuperación ecológica, diversidad funcional, Tulumayo.

ABSTRACT

Secondary forests play an important fundamental role in the recuperation of ecosystems that have been degraded, though their functional dynamic has yet to be explored in depth. This study was centered around evaluating the vegetative, foliar, regenerative and functional traits of the tree vegetation from a secondary forest located in Tulumayo, Pueblo Nuevo, Huánuco, Peru. The objective was to better understand the composition and the adaptive strategies that were used. A one acre permanent plot was established, where diverse dasometric variables (such as the $DBH \geq 10$ cm (DAP in Spanish), the maximum height and the canopy diameter) and foliar traits (including the foliar area, the specific foliar area and the nitrogen and phosphorous contents) were measured for 252 specimens from thirty five different species. The results revealed that pioneer species, such as *Eugenia feijoi* (Myrtaceae), were predominate, reaching heights between 5 and 24.9 m and diameters between 10 and 20 cm (84.13%). With respect to the foliar traits, a gradient of strategies was observed: species such as *Ochroma pyramidale* presented a large specific foliar area (AFE: 181.07 cm²/g), which suggested acquisition strategies, while *Sapium glandulosum* (AFE: 81.30 cm²/g) showed more conservative traits. Moreover, 73.02% of the species exhibited a high density of wood (> 0.54 g/cm³), which is related to their resistance to stress. The most common dispersion was autochory (70%), though zoochory was also observed for key species such as *Ficus anthelmintica*. These finding underlined the functional diversity of the secondary forest and its potential for ecological restoration, offering a solid scientific base for its sustainable management.

Keywords: secondary forest, functional characteristics, plant ecology, ecological recuperation, functional diversity, Tulumayo.

I. INTRODUCCIÓN

La Amazonía es uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad del planeta, albergando alrededor de 390 mil millones de árboles que pertenecen a cerca de 16 000 especies diferentes. De estas, solo 227 especies hiperdominantes representan más de la mitad de todos los individuos, mientras que aproximadamente 11 000 son consideradas raras y muy vulnerables a las actividades humanas que alteran su entorno (Ter Steege et al., 2013). Esta distribución sugiere que funciones ecosistémicas esenciales dependen de un pequeño grupo de especies, lo que hace que su conservación sea urgente frente a la creciente deforestación. La conversión de bosques primarios en secundarios, resultado de prácticas como la tala, la quema y la agricultura itinerante, ha dado lugar a paisajes fragmentados que requieren estrategias de restauración de ecosistemas fundamentadas en la evidencia científica.

En la región de Huánuco, especialmente en Pueblo Nuevo, esta transición se hace muy evidente. Hasta 2021, la cobertura boscosa amazónica abarcaba 112 973 hectáreas, pero había perdido 9 546 hectáreas en un lapso de dos décadas, convirtiéndose mayormente en bosques secundarios (Geobosques, 2021). Estos ecosistemas emergentes son como laboratorios naturales donde se pueden estudiar procesos sucesionales y funcionales, aunque su dinámica ecológica y la capacidad de ofrecer servicios ecosistémicos aún no están bien documentadas. Para gestionar estos sistemas de manera efectiva, es necesario un enfoque diversificado que no solo considere la composición de las especies, sino también las características funcionales que influyen en la resiliencia del bosque y su capacidad de adaptarse al cambio climático.

El estudio de los rasgos funcionales -como los vegetativos, foliares y regenerativos- nos ayuda a entender las estrategias ecológicas que adoptan las especies frente a disturbios y su papel en procesos ecosistémicos fundamentales (Violle et al., 2007). Sin embargo, aún hay un vacío de información sobre la variabilidad funcional en los bosques secundarios tropicales, especialmente en ecosistemas de transición como la selva alta peruana. La mayoría de las investigaciones y el monitoreo de bosques tropicales se han enfocado en bosques primarios o en etapas sucesionales más avanzadas, dejando de lado la caracterización funcional de los bosques secundarios jóvenes y su potencial para recuperar la biodiversidad y los servicios ambientales. Ante esta necesidad, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los rasgos funcionales vegetativos, foliares y regenerativos de la vegetación arbórea del bosque secundario de Tulumayo, Pueblo Nuevo, Huánuco, Perú? Responder a esta pregunta nos ayudará a identificar las estrategias ecológicas más comunes y a evaluar cómo este ecosistema

puede mantener procesos funcionales esenciales. Esta información es crucial para diseñar estrategias efectivas de restauración de ecosistemas y un manejo más diversificado.

Este estudio aportará al conocimiento científico que se aplica a la conservación y al manejo sostenible de los bosques. Los resultados ofrecerán bases técnicas para el monitoreo de los bosques tropicales secundarios y ayudarán en la selección de especies con características funcionales adecuadas para los programas de recuperación de áreas degradadas. Además, enriquecerá el marco conceptual de la ecología funcional en los ecosistemas neotropicales y servirá como una referencia valiosa para los actores clave en la gestión del territorio.

Por otro lado, el alcance de esta investigación es realizar una caracterización completa de los rasgos funcionales en una hectárea de bosque secundario, poniendo especial atención en identificar los tipos funcionales y cómo se relacionan con los atributos dasométricos y ambientales. Sin embargo, es importante reconocer que la dinámica de sucesión y la influencia de factores abióticos podrían necesitar estudios a largo plazo y en escalas espaciales más amplias. Esta información será valiosa para tomadores de decisiones, investigadores, y profesionales, entre otros, en la gestión sostenible de los bosques, la restauración productiva y la conservación de los recursos naturales.

La investigación plantea los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Analizar los rasgos funcionales vegetativos, foliares y regenerativos de la vegetación arbórea del bosque secundario de Tulumayo, Pueblo Nuevo, Huánuco, Perú.

Objetivos específicos

- Determinar la composición florística del bosque secundario de Tulumayo.
- Determinar los rasgos funcionales vegetativos del bosque secundario de Tulumayo.
- Determinar los rasgos funcionales foliares del bosque secundario de Tulumayo.
- Determinar los rasgos funcionales regenerativos del bosque secundario de Tulumayo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Rasgos funcionales

Un rasgo funcional se refiere a una característica o atributo de un organismo que nos da pistas sobre su papel en el ecosistema y cómo reacciona ante ciertos factores ambientales, perturbaciones o cambios (Lavorel y Garnier, 2002). Por ejemplo, la profundidad de las raíces de las plantas está relacionada con su adaptación al fuego; cuanto más profundas sean las raíces, mayores serán las posibilidades de que la planta resista el fuego. Además, estas raíces también desempeñan un papel crucial en la captura de nutrientes, ya que las raíces más cercanas a la superficie absorben nutrientes y carbono que provienen de la descomposición de la materia orgánica. En el caso de las plantas, los rasgos funcionales abarcan características morfológicas, ecofisiológicas, bioquímicas y regenerativas (incluyendo aspectos reproductivos y demográficos), y pueden estar conectados a una variedad de procesos y servicios. De hecho, un solo proceso puede estar relacionado con múltiples servicios ecosistémicos (De Bello et al., 2010).

Asimismo, Lavorel et al. (1997) y Violle et al. (2007) nos dicen que los caracteres funcionales, que también se conocen como rasgos funcionales (o traits en inglés), son esos rasgos morfológicos, fisiológicos o fenológicos que se pueden medir en un organismo. Estos rasgos están relacionados con un impacto en uno o más procesos ecológicos o con la respuesta a diversos factores ambientales. El valor que se obtiene para un rasgo funcional específico en un lugar y momento determinados se llama atributo. Petchey y Gaston (2006) mencionan que los rasgos funcionales pueden clasificarse en dos tipos: a) cualitativos o categóricos, como la fenología, la forma de la copa de un árbol, la arquitectura y la pubescencia, por nombrar algunos; y b) cuantitativos, que incluyen variables continuas o discretas, como el contenido de nitrógeno y fósforo en las hojas, la densidad de la madera, el tamaño de la planta adulta y el contenido de materia seca del tallo, entre otros.

2.1.1.1. Ecología funcional

La ecología funcional vegetal es una rama de estudio que se dedica a comparar la variabilidad en las características funcionales de las plantas, con el fin de descubrir patrones y principios ecológicos que están detrás de ellas (Duarte, 2007). Según Keddy (1992), se trata del análisis de rasgos funcionales, que son esas características morfológicas, fisiológicas o fenológicas que se pueden medir a nivel individual y que tienen un impacto directo en cómo se desempeña el organismo. Estos rasgos -como la tasa de fotosíntesis, la concentración de

nutrientes en las hojas, la masa foliar por unidad de área (LMA), la tolerancia a estrés abiótico o el tamaño de las semillas- son cruciales para entender procesos ecológicos importantes y permiten hacer comparaciones entre diferentes especies (McGill, 2006). Estudiar estos aspectos es clave para comprender cómo las plantas se adaptan y responden a las presiones del medio ambiente.

2.1.1.2. Diversidad funcional

El concepto de biodiversidad ha sido históricamente complejo de definir de manera operativa debido a su amplitud multidimensional (Noss, 1990). Desde una perspectiva ecológica, se caracteriza por integrar: (1) la riqueza (número de entidades), (2) la abundancia relativa, (3) la composición, y (4) la distribución espacial de genotipos, especies y comunidades ecosistémicas. Además, incluye atributos funcionales (rasgos fisiológicos, morfológicos o conductuales) y las redes de interacciones bióticas que determinan la dinámica de los ecosistemas (Hooper et al., 2005). Esta visión holística enfatiza que la biodiversidad trasciende el mero recuento de especies, abarcando procesos emergentes desde escalas genéticas hasta ecosistémicas.

La clasificación de especies en grupos funcionales ha sido tradicionalmente empleada para evaluar la diversidad funcional, aunque enfoques recientes proponen mediciones continuas multidimensionales (Mason et al., 2005). Actualmente, se reconocen cuatro componentes independientes para cuantificar la diversidad funcional: (1) riqueza funcional (espacio ocupado en el espacio de rasgos), (2) equitatividad funcional (distribución de abundancias), (3) divergencia funcional (variación en rasgos extremos), y (4) especialización funcional (nichos ecológicos únicos). Esta desagregación permite analizar con mayor precisión los mecanismos que vinculan biodiversidad y funcionamiento ecosistémico (Villéger et al., 2008; Mouchet et al., 2010). Un avance metodológico clave es el uso de espacios funcionales multidimensionales, donde la posición y abundancia de las especies —integrando múltiples rasgos simultáneamente— evita sesgos por riqueza específica:

La riqueza funcional (FRic) cuantifica el volumen del espacio funcional ocupado por el conjunto de especies en una comunidad, sin considerar sus abundancias relativas (Villéger et al., 2010). Valores reducidos de FRic sugieren una subutilización de los nichos ecológicos disponibles (escala alfa), lo que puede limitar la complementariedad de recursos y, consecuentemente, reducir la productividad primaria o la eficiencia ecosistémica (Mason et al., 2005). Este componente refleja así la capacidad de la comunidad para aprovechar el espectro completo de condiciones ambientales.

La equitatividad funcional (FEve) evalúa la uniformidad en la distribución de las abundancias poblacionales dentro del espacio funcional definido por los rasgos de las especies (Villéger et al., 2010). Comunidades con baja FEve presentan una distribución desigual de la biomasa entre los nichos funcionales disponibles, lo que refleja una utilización subóptima de los recursos. Esta condición puede generar dos efectos ecológicos críticos: (1) disminución en la eficiencia de uso de recursos, reduciendo la productividad primaria del sistema, y (2) aumento de oportunidades para el establecimiento de especies invasoras debido a la existencia de nichos funcionales insuficientemente explotados (Mason et al., 2005).

La divergencia funcional (FDiv) cuantifica el grado de diferenciación en los rasgos funcionales entre las especies dominantes de una comunidad ecológica (Villéger et al., 2010). Valores elevados de FDiv indican una marcada partición de nicho entre las especies con mayor biomasa, lo que promueve: (1) reducción en la superposición competitiva y (2) optimización en la utilización de recursos disponibles. Esta configuración funcional puede potenciar procesos ecosistémicos clave mediante mecanismos de complementariedad (Mason et al., 2005). Métricamente, el índice FDiv disminuye progresivamente cuando la distribución de biomasa se concentra cerca del centroide del espacio funcional multidimensional (Villéger et al., 2010).

La especialización funcional (FSpe) evalúa el grado de singularidad ecológica de las especies en relación con el conjunto funcional regional, independientemente de su abundancia relativa (Bellwood et al., 2006). Este índice cuantifica la distancia multivariada entre los rasgos de una especie y el centroide funcional de la comunidad de referencia. Según Villéger et al. (2010), el valor de FSpe aumenta proporcionalmente con el grado de alejamiento de una especie respecto al núcleo funcional regional, indicando mayor especialización ecológica. Metodológicamente, este enfoque permite identificar especies con combinaciones únicas de rasgos que ocupan posiciones periféricas en el espacio funcional multidimensional.

2.1.1.3. Tipos funcionales de plantas

La evaluación del impacto de las especies en los procesos ecosistémicos necesita integrar sus atributos funcionales para poder hacer comparaciones en diferentes espacios y tiempos, ya sea entre ecosistemas o en distintos períodos. Una forma efectiva de abordar esto es agrupando las especies en Tipos Funcionales de Plantas (TPFs), que a menudo son polifiléticos. Esta agrupación se basa en: (1) su contribución similar a servicios ecosistémicos específicos, (2) roles funcionales equivalentes en procesos ecosistémicos clave, o (3) respuestas similares a perturbaciones ambientales. Esta clasificación jerárquica ha demostrado ser especialmente útil para entender los mecanismos que conectan la biodiversidad con el

funcionamiento ecosistémico (Díaz & Cabido, 1997; Duffy, 2002; Hooper et al., 2005; Pokorny et al., 2005; Fornara & Tilman, 2009).

2.1.1.4. Rasgos funcionales vegetativos

Densidad básica de la madera

La densidad básica de la madera (DBM) es un indicador clave en la valoración de plantaciones forestales y en la descripción de características tecnológicas de la madera, con usos tanto en la industria de la madera como en la fabricación de pulpa y papel (Nuñez, 2007). Esta característica se establece como la proporción entre el peso seco de una muestra de madera (tallo, raíces o ramas) y su volumen en estado saturado de agua, expresándose usualmente en g/cm^3 o kg/m^3 (Álvarez et al., 2013).

Desde una perspectiva ecológica, la DBM constituye un rasgo funcional clave que refleja:

- Estrategias de crecimiento: Especies con maderas densas presentan crecimiento más lento pero mayor longevidad (Bermeo, 2010)
- Resistencia estructural: Mayor protección contra daños mecánicos y ataques bióticos (Cornelissen et al., 2003)
- Dinámica del carbono: Almacenamiento más prolongado de carbono en tejidos leñosos (Álvarez et al., 2013)

Su relevancia metodológica radica en ser un indicador confiable de calidad, con protocolos de determinación sencillos y económicos (Nuñez, 2007), lo que explica su amplia adopción en estudios ecológicos y aplicaciones industriales.

2.1.1.5. Rasgos funcionales foliares

Área foliar

La superficie foliar, definida como la extensión de las hojas de las plantas medida tanto en su haz como en su envés (Ruiz, 2015), es un factor crucial en la ecuación de la fotosíntesis, ya que la capacidad de esta última se encuentra íntimamente ligada a la superficie foliar, representada mediante el índice de área foliar (Kozlowski, Kramer y Pallardy, 1991). Este índice ocupa un lugar preeminente entre los parámetros más relevantes en los análisis de nutrición y crecimiento de las plantas, influyendo en la acumulación de materia seca, el metabolismo de los carbohidratos y, en última instancia, en el rendimiento y la calidad de la cosecha (Ibarra, 1985). En este contexto, la medición del área foliar emerge como un pilar fundamental en los análisis tradicionales de crecimiento y es un requisito indispensable en un amplio espectro de estudios fisiológicos (Sanoja, 1983), lo cual subraya la necesidad de implementar métodos de determinación que sean sencillos y rápidos.

Las mediciones del área foliar (AF) son esenciales en la investigación en fisiología vegetal, agricultura y dendrología (Broadhead et al., 2003). Esta variable está vinculada a una gran cantidad de procesos agronómicos, biológicos, ambientales y fisiológicos, como el análisis del crecimiento, la fotosíntesis, la transpiración, la interceptación de luz, la distribución de biomasa y el balance energético (Kucharik et al., 1998). Los especialistas en fisiología vegetal, biología y agronomía han demostrado que el área foliar es crucial para estimar el crecimiento vegetal, determinar las etapas fenológicas, evaluar el potencial de rendimiento biológico y agronómico, calcular el uso eficiente de la radiación solar, así como para determinar el uso eficiente del agua y la nutrición mineral (Sonnentag et al., 2008).

Área foliar específica

El área foliar específica (AFE) se refiere a la relación entre la superficie de las hojas y el peso de estas (Ruiz, 2015). Esta medida es clave para el crecimiento de las plantas, ya que puede influir en cómo se relacionan la superficie foliar y la eficiencia fotosintética en el uso del nitrógeno (Bultynck et al., 1999). En este sentido, a medida que las plantas crecen, la cantidad de nitrógeno tiende a disminuir, mostrando una conexión importante con la acumulación de materia seca (MS) en comparación con otros nutrientes, sin importar la etapa de crecimiento o la edad del rebrote (Lemaire et al., 1991). Además, Amaro et al. (2004) destacan que la AFE puede servir como un indicador del grosor y la densidad de las hojas, y también como una forma de medir la foliosidad de la planta a partir de su peso seco.

Además, entre las características funcionales también se consideran el tipo de hoja, el tamaño de la hoja, su grosor, el contenido de materia seca en las hojas (CMSF), así como los niveles de fósforo y nitrógeno en las hojas. Esto se menciona en estudios de Ellis et al. (2009), Cornelissen et al. (2003), Villacís (2016) y McKean et al. (1993); UCV (2013).

2.1.1.6. Rasgos funcionales regenerativos

Entre estos rasgos, podemos destacar la masa de la semilla y la forma en que se dispersa. (Cornelissen et al., 2003) y Hadley (1969).

2.1.2. Bosque secundario

Los bosques secundarios en los trópicos húmedos se definen por su origen post-disturbio, independientemente de que la perturbación sea de carácter natural (fenómenos meteorológicos, actividad geológica, dinámica faunística) o antrópico (actividades humanas) (Chazdon, 2014). Estas formaciones vegetales presentan características ecológicas distintivas:

- Composición florística: Dominancia de especies pioneras con rápido crecimiento y baja densidad de madera, posicionándolas como potencial recurso forestal futuro (Finegan, 1996)

- Funcionalidad ecosistémica:
- Restauración de la productividad edáfica
- Acumulación acelerada de biomasa
- Regulación hidrológica
- Conservación de biodiversidad (Smith et al., 1997)

Su importancia dual - como sistemas productivos y elementos clave en la recuperación de ecosistemas degradados - los convierte en objeto prioritario para estrategias de manejo forestal sostenible y restauración ecológica en paisajes tropicales.

Tulumayo cuenta con una singular estructura de bosque secundario, resultado de su pasado como hacienda ganadera, y se asienta en terrenos planos a lo largo de la margen derecha del río Huallaga. Con el tiempo, el bosque se ha ido recuperando paulatinamente, revelando una rica variedad de especies vegetales, entre las que destacan la pichirina blanca, topas, céticos, moenas, cumalas, huasai, y muchas otras típicas de un bosque secundario.

2.2. Estado del arte

2.2.1. A nivel internacional

Alcázar y Ramírez (2011) evaluaron la diversidad funcional de plantas amenazadas en el Magdalena Medio y los Llanos Orientales (Colombia) para priorizar su conservación. Seleccionaron especies en riesgo (Libros Rojos de Colombia o categoría NE) con problemas de sobreexplotación y pérdida de hábitat, validadas por expertos. Analizaron rasgos funcionales regenerativos (tipo de diáspora, dispersión, polinización y sistema sexual) vinculados a resiliencia ante perturbaciones (Díaz & Cabido, 1997; Chazdon et al., 2003). Los resultados indican que, pese a la intervención humana (tala selectiva), estos bosques conservan alta diversidad, endemismo y especies amenazadas, con niveles comparables a regiones mejor preservadas como el Chocó y la Amazonia. El estudio destaca la utilidad de los rasgos funcionales para guiar estrategias de conservación en ecosistemas degradados.

De La Riva et al. (2014) evaluaron la coordinación de rasgos funcionales en cinco especies mediterráneas de *Quercus* del sur de España. Los análisis revelaron correlaciones significativas entre órganos, destacando: 1) alta coordinación hoja-tallo en contenido de materia seca ($r = 0.99$), 2) relaciones negativas entre clorofila foliar y materia seca en tallo ($r = -0.95$) y raíz ($r = -0.99$), y 3) asociación inversa entre $\delta^{13}\text{C}$ foliar y área específica radicular ($r = -0.94$). Las especies con mayor área foliar específica mostraron mayor clorofila pero menor densidad tisular. Estos patrones reflejan un espectro económico planta-entera, donde las especies se distribuyen a lo largo de un gradiente adquisitivo-conservativo de uso de recursos. Los

resultados sugieren que la coordinación intersistémica de rasgos varía según factores biogeográficos y filogenéticos, explicando la distribución diferencial de estas especies en diversos hábitats mediterráneos.

López (2015) en su investigación doctoral "Rasgos funcionales y su relación con el funcionamiento de las plantas", destaca que los rasgos funcionales de las plantas son esas características físicas y químicas que pueden servir como indicadores o predictores de cómo funcionan las plantas y cómo responden a diferentes factores ambientales. En esta tesis, se concluye que estos atributos funcionales están íntimamente ligados al desarrollo de las plantas, abarcando aspectos como la resistencia a la sequía, las propiedades de la hojarasca, la descomposición y la liberación de nutrientes. Así que, en resumen, los rasgos funcionales juegan un papel fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres.

Gusmán (2015) llevó a cabo una investigación sobre cómo se ensamblan las comunidades en los bosques secos de Tumbes, Ecuador, utilizando un análisis de diversidad funcional y filogenética. Los hallazgos mostraron que: 1) la forma en que se distribuyen los rasgos funcionales a lo largo del gradiente de precipitación apoya la idea del filtrado ambiental, 2) la diversidad funcional disminuye notablemente en lugares donde el estrés hídrico es mayor, y 3) los patrones filogenéticos que no son aleatorios (como el agrupamiento y la dispersión de especies) sugieren que tanto los rasgos funcionales como la historia evolutiva juegan un papel clave en la estructura actual de estas comunidades. Este estudio pone de manifiesto que las estrategias funcionales están fuertemente relacionadas con las condiciones ambientales en hábitats secos, destacando los procesos de filtrado abiótico como el principal mecanismo que da forma a estas comunidades.

Lemus (2017) mostró que los rasgos funcionales juegan un papel clave en los patrones de ensamblaje comunitario, registrando una notable divergencia funcional ($FD = 0.80$) y la mayor riqueza en áreas arbustivas. Los análisis indicaron que las variaciones en morfología, preferencias de hábitat y respuestas a factores ambientales son determinantes en la presencia o ausencia de especies, evidenciando cómo los filtros ecológicos actúan en estos ecosistemas altoandinos. Estos hallazgos subrayan la importancia de los índices funcionales multirasgo como herramientas para comprender la estructuración de comunidades en condiciones ambientales extremas.

Ortiz (2018) realizó un estudio sobre cómo responden cuatro especies de árboles (*Hedyosmum mexicanum*, *Miconia glaberrima*, *Oreomunnea mexicana*, *Quercus lancifolia*) en un bosque mesófilo que ha sido perturbado, y propuso algunos criterios para la restauración ecológica. Los hallazgos revelaron: (1) diferencias notables en características de las hojas

(como la masa seca y el área foliar específica), aunque no se observó un crecimiento anual significativo; (2) una clasificación estratégica que distingue entre especies conservadoras (*O. mexicana*, *Q. lancifolia*, *M. glaberrima*) y adquisitivas (*H. mexicanum*); (3) *H. mexicanum* mostró la mayor tasa de crecimiento en áreas perturbadas (acahual), gracias a sus características foliares (baja densidad y parénquima esponjoso); (4) *M. glaberrima*, a pesar de su estrategia conservadora, demostró una alta asimilación de CO₂ en el acahual. Se sugiere utilizar *H. mexicanum* en las etapas iniciales de la restauración y reservar las especies conservadoras para cuando el dosel pueda reducir la radiación solar.

2.2.2. A nivel nacional

Arroyo (2015) examinó más de cerca las adaptaciones morfofisiológicas de tres especies de *Polylepis* (*P. microphylla*, *P. racemosa*, *P. subsericans*) a través de diferentes gradientes de altitud en Yanacocha, Cusco. Los resultados destacaron algunas diferencias significativas: (1) *P. microphylla* tuvo una mayor densidad foliar (110,85 hojas/muestra) pero una menor área foliar (0,88 cm²); (2) *P. racemosa* ostentó la mayor área foliar individual (6,27 cm²); y (3) *P. subsericans* mostró la mayor área foliar específica (133,16 cm² g⁻¹), sugiriendo diversas estrategias de adquisición. Estos patrones ilustran la plasticidad funcional en respuesta a los cambios de altitud, donde las variaciones en los rasgos foliares -como el compromiso entre el tamaño y el número de hojas frente a la eficiencia fotosintética- reflejan diferentes mecanismos adaptativos entre las especies coexistentes de *Polylepis*.

Silva (2018) encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) en los rasgos funcionales de la flora arbustiva y arbórea de la cuenca del Lucre mediante análisis multivariante. Las especies dominantes identificadas fueron *Baccharis odorata* (91,50% IVI), *Ribes brachybotrys* (56,82% IVI) y *Barnadesia horrida* (50,80% IVI) en unidades agrícolas, naturales y seminaturales, respectivamente. Examinaron ocho rasgos funcionales en 32 especies, identificando tres tipos funcionales de plantas (TFP): TFP1 (6 especies no resistentes con una baja área foliar - LA: 230,1 cm²), TFP2 (11 especies resistentes con valores intermedios de LA: 690,83 cm² y clonalidad subterránea máxima), y TFP3 (15 especies menos resistentes con una LA máxima de 1275,45 cm²). Los resultados pusieron de manifiesto que el uso del suelo afecta significativamente a la distribución de los rasgos funcionales (LA, dispersión, polinización) y a la resiliencia de los TFP, mostrando adaptaciones diferenciales a lo largo del gradiente antropogénico.

Vela (2019) observó una parcela permanente de medición (PPM) de 10,000 m² que albergaba 38 familias distribuidas en 117 especies y un total de 544 individuos. La especie más alta fue la *Parkia panurensis*, mientras que la más pequeña resultó ser la *Eugenia egensis*. Se

encontró que la mayor cantidad de familias, especies e individuos se concentraba en maderas de densidad media y alta. Además, la familia Euphorbiaceae reportó la mayor biomasa aérea. En cuanto al porcentaje y grado de cobertura de copa, estos fueron más altos en especies como *Micropholis guyanensis*, *Ficus casapiensis*, *Pseudopiptadenia suaveolens*, *Nectandra pulverulenta* y *Apeiba aspera*. El índice de copa más elevado se registró en *P. suaveolens*, mientras que *E. egensis* destacó en la forma y manto de copa. *Hirtella racemosa* tuvo el mejor índice de espacio vital, y *F. casapiensis* tuvo la mayor esbeltez. Según el Índice de Valor Importante (IVI), este bosque está compuesto por *Senefeldera inclinata*, *Pourouma minor*, *Cedrelinga cateniformis*, *Hevea guianensis*, *Otoba parvifolia*, *Cecropia sciadophylla*, *Dacryodes nitens*, *Osteophloeum platyspermum*, *Schizocalyx peruvianus*, *Guatteria guentheri*, *Theobroma subincanum*, *Virola pavonis*, *Pseudolmedia laevis* y *Marila tomentosa*.

Aguirre et al. (2019) evaluaron cómo los rasgos funcionales (densidad de madera [DM], altura máxima [Hmax] y diámetro [DAP]) influyen en estrategias de conservación en bosques montanos de Tingo María (Perú). Analizando 518 árboles, encontraron que el 66,6 % presentaban rasgos conservadores (alta DM, $t=40,8$; $p<0,001$) y 33,4 % rasgos adaptativos (mayor Hmax, $t=2,8$; $p=0,005$ y DAP, $t=5,1$; $p<0,001$). Los resultados demostraron que: (1) la DM predice fuertemente estrategias conservadoras, (2) la Hmax favorece especies adaptativas en sucesiones tempranas, y (3) el DAP sostiene especies adaptables en etapas maduras. Estos patrones revelan un gradiente sucesional donde las especies conservadoras dominan en estadios avanzados, proporcionando bases científicas para estrategias de restauración ecológica basadas en rasgos funcionales.

Zelada y Reynel (2019), en su estudio titulado “Estimación de rasgos funcionales en dos especies arbóreas de un gradiente altitudinal tropical en el Centro del Perú”, se propusieron contribuir al entendimiento de la ecología de las especies arbóreas. Presentan aquí los resultados preliminares de la evaluación de tres rasgos funcionales: el área foliar, el área foliar específica y la densidad básica de la madera, en dos especies que se encuentran a lo largo de un gradiente altitudinal en la Reserva Comunal El Sira (RCS). Los hallazgos indican que hay diferencias significativas en cada una de las zonas de vida analizadas, ya que el área foliar, el área foliar específica y la densidad básica de la madera varían en cada zona. En conclusión, los valores promedio encontrados para el área foliar, el área foliar específica y la densidad de la madera en una misma especie arbórea sugieren que hay una variación según la zona de vida o el nivel altitudinal, probablemente debido a las distintas condiciones ambientales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El estudio se realizó en un área con bosque secundario del Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo Divisoria y Puerto Súngaro (CIPTALD), dependiente de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.1.1. Ubicación geográfica y política

El área de estudio se ubicó geográficamente en las coordenadas UTM 385104 E y 8991346 N (Datum WGS 84, zona 18L), correspondiente políticamente al distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Esta localización presentó características biogeográficas clave para el análisis de los patrones ecológicos investigados (Tabla 1) (Figura 1).

Tabla 1. Coordenadas de ubicación del bosque secundario de Tulumayo.

Parcela	Vértices	Coordenadas	
		Este	Norte
Área de investigación del bosque secundario (1 ha)	1	385104	8991346
	2	385023	8991405
	3	384964	8991324
	4	385045	8991265

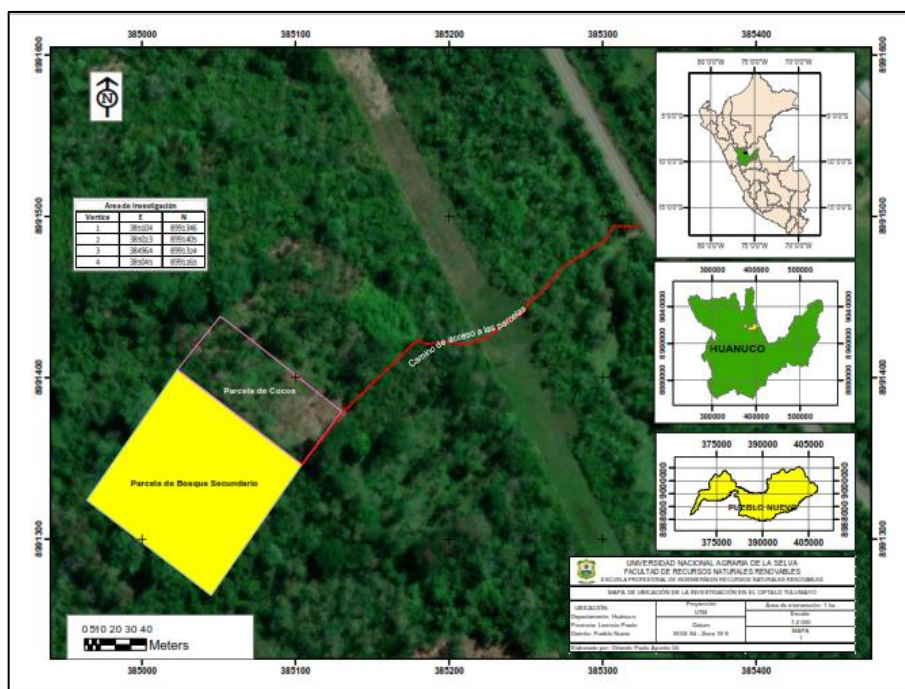


Figura 1. Mapa que muestra la ubicación de la zona de estudio.

3.1.2. Formación boscosa

Según la categorización de las zonas de vida y el esquema bioclimático de (Holdridge,1967), el distrito de Pueblo Nuevo está situado en la formación de bosque muy húmedo tropical (bmh – T), y conforme a las regiones naturales de Perú, está ubicado en la selva Alta o Rupa Rupa.

3.1.3. Clima

La capital del distrito de Pueblo Nuevo disfruta de un clima tropical, caracterizado por temperaturas que oscilan entre los 17° C y los 32° C. La humedad relativa se sitúa en un 87 %, y la precipitación anual promedio alcanza los 2 500 mm. Gracias a este clima tropical, el calor se mantiene constante durante todo el año (Estación Meteorológica UNAS – Tulumayo, 2022).

3.2. Material y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Para la recolección de datos se emplearon equipos especializados que incluyeron instrumentos dendrométricos (cinta diamétrica, distanciómetro láser y clinómetro), dispositivos de georreferenciación (GPS y brújula), herramientas para muestreo botánico (prensa, tijeras podadoras y balanza digital de 0.01 g de precisión), y equipos de medición foliar (escáner portátil de área foliar y regla milimétrica). Adicionalmente, se utilizó material de documentación (cámara DSLR, formatos estandarizados y plumones permanentes) y un equipo computacional con software R y QGIS para el procesamiento y análisis de datos, siguiendo protocolos estandarizados para estudios de rasgos funcionales vegetales (Cornelissen et al., 2003).

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Composición florística del bosque secundario de Tulumayo

Como parte de la investigación fue necesario describir la composición florística del bosque secundario, la identificación botánica de las especies se llevó a cabo mediante información proveniente de la tesis de Herrera (2025) “Diversidad de especies arbóreas e importancia ecológica del bosque secundario para la restauración de ecosistemas en Tulumayo, Huánuco, Perú” para lo cual realizó recolección de muestras para otorgar validez científica a su investigación. Y Cuyas muestras recolectadas fueron enviadas a un especialista en botánica que efectuó las identificaciones pertinentes. El plaqueo de las especies forestales se llevó a cabo conforme a los procedimientos establecidos en el manual de campo para la instalación y remediación de parcelas de RAINFOR (Phillips et al., 2016).

Para el análisis del índice de valor de importancia, se aplicó la fórmula de Curtis y McIntosh (1951), Pool et al. (1977), Cox (1981), Cintrón y Schaeffer (1983) y Corella et al. (2001):

$$IVI = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad Relativa} + \text{Frecuencia Relativa}$$

La Dr, Ar y Fr según: Acosta et al. (2006):

$$Dr = \left(\frac{g^i}{G} \right) * 100$$

$$Ar = \frac{ni}{\frac{N}{\overline{ha}}}$$

$$Fr = Fai / \sum_{i=1}^n Fa$$

Dónde:

Dr	=	Dominancia relativa (%)
g	=	Área basal de i
G	=	Área basal total por ha
Ar	=	Densidad o abundancia relativa (%)
ni	=	Número de árboles por ha
N/ha	=	Número total de árboles por ha
Fr	=	Frecuencia relativa (%)
Fa	=	Frecuencia absoluta

Previamente fue necesario recabar información primaria y secundaria, para lo cual se hizo de acuerdo con lo siguiente: a) La información primaria se obtuvo mediante evaluaciones dasométricas y funcionales en una parcela permanente de monitoreo (PPM) de 1-ha (subdividida en 25 subparcelas de 20×20 m) establecida en marzo de 2023 en el bosque secundario de Tulumayo. Se midieron sistemáticamente: (1) variables dasométricas (DAP ≥ 10 cm) y (2) rasgos foliares/vegetativos (siguiendo protocolos estandarizados), recorriendo las subparcelas en orden secuencial (subparcela 1 a 25). Esta configuración espacial permitió analizar patrones a escala fina de la variabilidad funcional intra e interespecífica (**Figura 2**) (**Figura 3**).

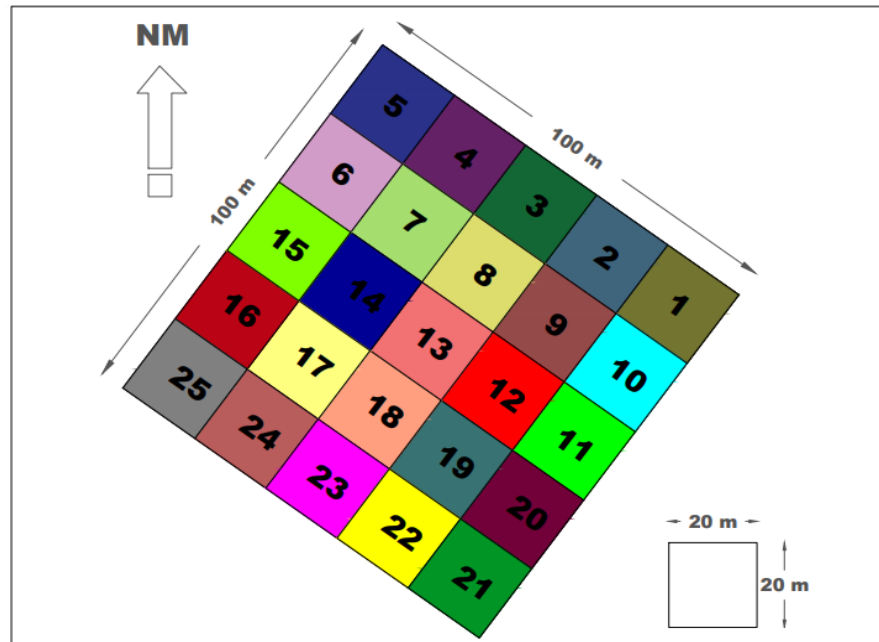


Figura 2. Diseño de la parcela permanente de medición en bosque secundario.

b) La información secundaria se obtuvo mediante una revisión sistemática de literatura especializada que incluyó artículos científicos indexados en Scopus y Web of Science, tesis de universidades locales (UNAS, UNAP), informes técnicos de instituciones como SERFOR e IIAP, y estudios previos realizados en ecosistemas similares, lo que permitió contextualizar los hallazgos dentro del marco teórico existente sobre dinámica funcional en bosques secundarios neotropicales, siguiendo los protocolos PRISMA para garantizar la exhaustividad y reproducibilidad de la búsqueda documental.

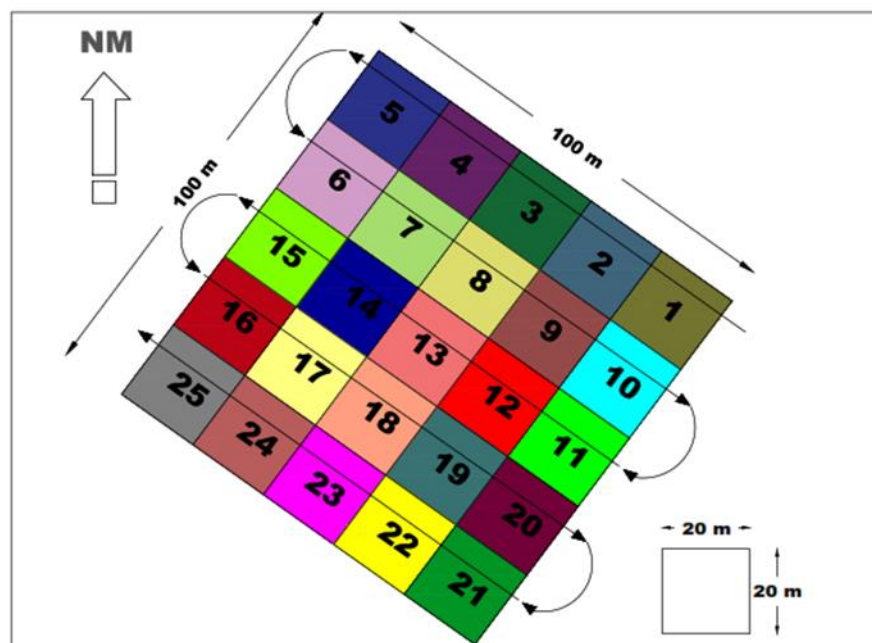


Figura 3. Diseño del recorrido de evaluación de la PPM.

3.2.2.2. Rasgos funcionales vegetativos del bosque secundario de Tulumayo Densidad básica de la madera

Se adoptó la propuesta de Zelada y Reynel (2019) para esta variable, utilizando una tijera manual. Para ello, se extrajeron dos segmentos de cada rama recolectada por cada árbol. Cada segmento tenía una longitud de 10 cm (**Figura 4**).

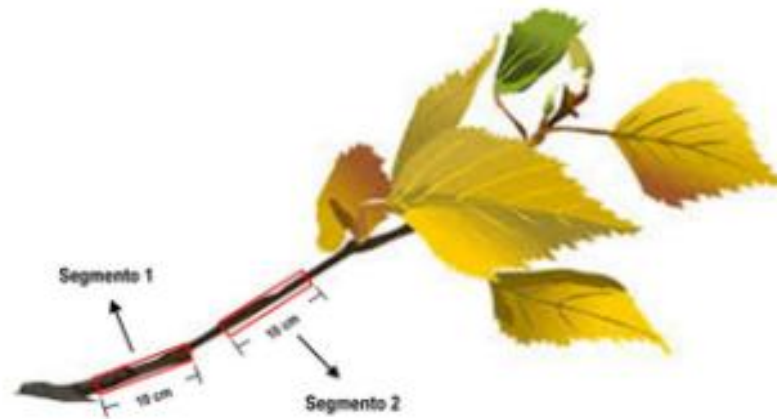


Figura 4. Modelo de los segmentos de rama colectados para la estimación de la densidad básica. Tomado de Zelada y Reynel (2019).

Se calculó la densidad básica utilizando la fórmula: densidad básica de la madera = peso seco (g) / volumen verde (cm^3); en la que, se determinó el peso seco al poner los segmentos en estufa - durante 76 horas a $100\text{ }^\circ\text{C}$ - y el volumen verde mediante el método conocido como dimensional o de Arquímedes (**Figura 5**). Después, se promedió de manera aritmética los valores de cada segmento, logrando un único valor por árbol.

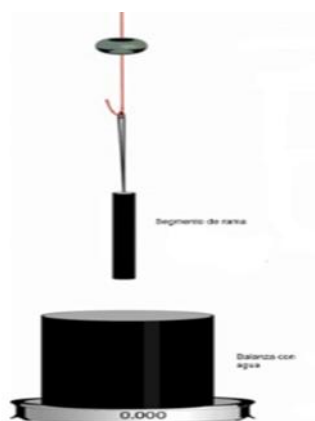


Figura 5. Esquema de medición del volumen verde de los segmentos de la rama. Tomado de Zelada y Reynel (2019).

Es crucial destacar que la determinación de la densidad básica se llevó a cabo teniendo en cuenta la corteza de la rama, dado que, en numerosos estudios se ha evidenciado que el peso

de la corteza puede constituir una proporción significativa del volumen y peso total de la rama (Baraloto et al. 2010; Sarmiento et al. 2011; Álvarez et al. 2013).

Igualmente, en situaciones donde no se logró establecer la densidad (ρ) de madera (DM) de alguna de las especies de árboles del bosque secundario, utilizando la metodología previamente mencionada, se procedió a utilizar la propuesta metodológica y la base de datos publicada por Chave et al. (2005), Zanne et al. (2009) y Baker et al. (2004). Para determinar qué estrategia funcional de sobrevivencia tiene la especie forestal, se aplicó la propuesta de Cardoza (2011). En esta, se categorizó a las especies forestales con DM superior a 0,54 g/cm³ como estrategias "Conservativas", mientras que las que mostraron DM inferior a 0,54 g/cm³ como estrategias "Adaptativas" o "Adquisitivas".

3.2.2.3. Rasgos funcionales foliares del bosque secundario de Tulumayo Área foliar

Se estimó siguiendo las recomendaciones de Patiño (2005). La representatividad de las hojas seleccionadas fue sin síntomas de daño causado por herbívoros o patógenos, así como del tamaño, color y forma promedio. De ese modo, la cantidad de hojas por cada árbol fue de cinco repeticiones. El área foliar se midió con el equipo del laboratorio de semillas de la EPIRNR como se muestra en (Figura 6).



Figura 6. Medición del área foliar.

Área foliar específica

Se calculó mediante el peso seco en estufa durante tres días a 70 °C, para posteriormente aplicar la relación sugerida por Amaro et al. (2004): área foliar específica = área foliar (cm²) / peso seco (g).

Tipo de hoja

Se estableció si la hoja fue simple o compuesta a través de la categorización de Ellis et al. (2009).

Tamaño foliar

La superficie de una sola lámina proyectada en una cara de hojas frescas (mm²). Se determinó el área de los folíolos o foliólulos en especies con hojas compuestas (Cornelissen et al., 2003).

Grosor foliar (mm)

Se realizó una medición con un calibrador de medición fina (0,01 mm) en diversas hojas en la zona central, evitando así la medición del grosor de las venaciones primarias y secundarias.

Contenido de materia seca foliar (CMSF)

La evaluación se llevó a cabo dividiendo el peso seco de una hoja en estufa entre su peso fresco saturado (mg g⁻¹) (Villacís, 2016).

Contenido foliar de fósforo (P)

Para calcular el contenido de fósforo en las hojas, se recolectó una muestra de alrededor de 200 g de cada especie (es decir, una muestra por especie). Se estableció el contenido de fósforo a través del método de espectrofotometría (McKean et al. (1993); UCV, 2013).

Contenido foliar de nitrógeno (N)

Se calculó el contenido de nitrógeno en las hojas utilizando una muestra de cerca de 200 g de cada especie. Se calculó la cantidad de nitrógeno utilizando el método de combustión Kjeldahal (McKean et al. (1993); UCV, 2013).

3.2.2.4. Rasgos funcionales regenerativos del bosque secundario de Tulumayo

Masa de la semilla

Está representado en miligramos como el peso seco de la semilla. En las evaluaciones de campo, no se hallaron especies con semillas, algunas de ellas en fase de floración. Por ello, se decidió llevar a cabo una revisión bibliográfica de cada especie con la finalidad de calcular su masa de semilla a partir de los resultados de otras investigaciones.

Modo de dispersión

Se llevó a cabo un estudio bibliográfico (información secundaria) de cada especie, basándose en la propuesta de Hadley (1969), para detallar los medios físicos que permiten la dispersión de las semillas de los árboles del bosque secundario. Se llevó a cabo, utilizando la identificación botánica de las especies de árboles del bosque secundario como punto de referencia. Las categorías principales son: Autocoria, balisticoria, hidrocoria y zoocoria.

3.2.2.5. Componentes de investigación

a) Enfoque de investigación

El enfoque cuantitativo se entiende como un método de investigación que se centra en la recolección y el análisis de datos numéricos. Su objetivo es probar hipótesis, identificar patrones y generalizar resultados a una población más amplia. Según Hernández et al. (2014), Valderrama (2013), Mejía (2005), Arias (2012), Hernández et al. (2006) y Arias y Covinos (2021), este paradigma "se basa en la recolección de datos para validar hipótesis, utilizando mediciones numéricas y análisis estadísticos para identificar patrones de comportamiento".

b) Tipo de investigación

El estudio tuvo un carácter aplicado, ya que empleó disciplinas como la silvicultura, la dasometría y la ecología para analizar la relación entre los rasgos funcionales vegetativos, foliares y regenerativos. De acuerdo con la conceptualización de Roel Pineda (1997, citado en Jacobo et al., 2013), la investigación aplicada es aquella que se realiza para ampliar el conocimiento científico en un campo específico, basándose en los avances de la ciencia básica. Los hallazgos de este tipo de investigación permitieron expandir el conocimiento en un ámbito concreto, facilitando la transición del saber científico a aplicaciones prácticas.

c) Nivel de investigación

La investigación adoptó un diseño descriptivo-correlacional. Según Hernández y Mendoza (2018), se trata de un diseño no experimental transeccional que tiene dos objetivos principales: por un lado, describir las características o el comportamiento de las variables que se están estudiando (dimensión descriptiva), y por otro, analizar el grado de asociación o relación que puede existir entre dos o más de estas variables en un momento específico, sin llegar a inferir causalidad (dimensión correlacional). Para lograr esto, se utilizan métodos estadísticos que permiten medir ambas realidades.

d) Diseño de investigación

La investigación adoptó un diseño no experimental transversal (porque se coleccionarán datos en un solo momento). Bajo este diseño, los datos fueron recolectados en un momento específico y el procedimiento consistió en elaborar un mapa de muestreo de los árboles ubicados

en la Parcela Permanente de Medición. Este enfoque se basó en el marco de Hernández et al. (2004), para quienes la investigación no experimental se caracteriza por la ausencia de manipulación de variables, limitándose a observar los fenómenos en su entorno natural para su posterior análisis.

e) Población

Todos los árboles con DAP superior a 10 cm en una hectárea de bosque secundario en Tulumayo, lo que constituye una parcela de medición permanente - PPM ya establecida.

f) Variables de la investigación

Para este estudio, se tomaron en cuenta las variables funcionales, cuyos indicadores serán los vegetativos, foliares y regenerativos (**Tabla 2**).

Tabla 2. Variable, indicadores y subindicadores de la investigación.

Variable	Indicadores	Subindicadores
Rasgos funcionales	a. Vegetativos	- Densidad de la madera
		- Especies adaptativas
		- Especies conservativas
		- Área foliar (cm ²)
		- Área foliar específica (cm ² /g)
		- Tipo de hoja
	b. Rasgos foliares	- Tamaño foliar (largo de la hoja)
		- Grosor foliar (mm) (espesor de la hoja)
		- Contenido de materia seca foliar CMSF
		- Contenido foliar de fósforo (P)
		- Contenido foliar de nitrógeno (N)
		- Masa de semilla
c. Rasgos regenerativos	- Modo de dispersión	

3.2.2.6. Análisis estadístico

El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (Ponce et al., 2022), estableciendo un nivel de significancia de $p < 0,05$. Además, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para simplificar la dimensionalidad de los rasgos funcionales y facilitar la visualización de cómo se agrupan las especies según sus estrategias ecológicas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición florística del bosque secundario de Tulumayo

Se compone de 19 familias con 29 géneros, 35 especies y un total de 252 individuos con dos especies indeterminadas. La especie con la mayor población es *Eugenia feijoi*, con 131 ejemplares, destacando por su abundancia. Respecto a las familias botánicas, se resaltó una notable presencia de las familias Urticaceae, Fabaceae, Urticaceae y Moraceae. En conjunto, estas familias ostentan la mayor cantidad de especies e individuos del área, evidenciando su predominio y variedad, excepto por *E. feijoi* perteneciente a la familia Myrtaceae, este resultado se corrobora con lo encontrado por Herrera (2025).

Se identificó entre esta composición las especies que poseían el IVI más alto: *E. feijoi* (114,69%), *Ficus anthelmintica* (30,94%), *Cecropia dystachya* (17,34%), *Ficus maxima* (11,01%), *Sapium glandulosum* (8,92%), *Ochroma pyramidale* (7,56%), *Urera caracasana* (6,85%), *Neea divaricata* (6,36%), *Cestrum sp.* (4,44%), *Triplaris americana* (4,40 %) son originarias del bosque secundario de Tulumayo, de igual manera este corrobora con lo encontrado por Herrera (2025) (Tabla 3 y 4).

Tabla 3. Composición florística del bosque secundario en Tulumayo.

Familia	Género	Especies
Arecaceae	Bactris	<i>Bactris gasipaes</i>
	Euterpe	<i>Euterpe oleracea</i>
Araliaceae	Didymopanax	<i>Didymopanax morototoni</i>
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia hebeclada</i>
Cannabaceae	Trema	<i>Trema micranthum</i>
Euphorbiaceae	Sapium	<i>Sapium glandulosum</i>
Fabaceae	Andira	<i>Andira multistipula</i>
	Dypterix	<i>Dypterix férrea</i>
	Erythrina	<i>Erythrina poeppigiana</i>
	Inga	<i>Inga edulis</i>
		<i>Inga nobilis</i>
	Machaerium	<i>Machaerium floribundum</i>
Schizolobium	<i>Schizolobium parahyba</i>	
Indeterminado 1	Indeterminado 1	Indeterminado 1
Indeterminado 3	Indeterminado 3	Indeterminado 3
Lamiaceae	Aegiphila	<i>Aegiphila integrifolia</i>
		<i>Aegiphila sp.</i>
Lauraceae	Endlicheria	<i>Endlicheria paniculata</i>
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba sp.</i>
	Ochroma	<i>Ochroma pyramidale</i>

Meliaceae	Guarea	<i>Guarea kunthiana</i>
	Swietenia	<i>Swietenia macrophylla</i>
Moraceae	Ficus	<i>Ficus anthelmintica</i>
		<i>Ficus maxima</i>
		<i>Ficus sp.</i>
Myristicaceae	Virola	<i>Virola weberbaueri</i>
Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia feijoi</i>
Nyctaginaceae	Neea	<i>Neea divaricata</i>
		<i>Neea laxa</i>
Piperaceae	Piper	<i>Piper aduncum</i>
Polygonaceae	Triplaris	<i>Triplaris americana</i>
Rubiaceae	Calycophyllum	<i>Calycophyllum spruceanum</i>
Solanaceae	Cestrum	<i>Cestrum sp.</i>
	Solanum	<i>Solanum sp.</i>
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia dystacha</i>
		<i>Cecropia peltata</i>
	Urera	<i>Urera caracasana</i>

Tabla 4. IVI de las especies del bosque secundario de Tulumayo.

Especies	N	Ar	Dr	Fr	IVI %
<i>Eugenia feijoi</i>	131	51,98	42,71	20,00	114,69
<i>Ficus anthelmintica</i>	11	4,37	18,75	7,83	30,94
<i>Cecropia dystacha</i>	14	5,56	5,69	6,09	17,34
<i>Ficus maxima</i>	4	1,59	6,81	2,61	11,01
<i>Sapium glandulosum</i>	7	2,78	0,92	5,22	8,92
<i>Bactris gasipaes</i>	6	2,38	1,08	5,22	8,68
<i>Ochroma pyramidale</i>	6	2,38	2,57	2,61	7,56
<i>Urera caracasana</i>	6	2,38	0,99	3,48	6,85
<i>Piper aduncum</i>	5	1,98	1,08	3,48	6,54
<i>Neea divaricata</i>	6	2,38	1,37	2,61	6,36
<i>Dipteryx ferrea</i>	5	1,98	1,60	2,61	6,19
<i>Ceiba sp.</i>	1	0,40	4,81	0,87	6,07
<i>Swietenia macrophylla</i>	4	1,59	0,98	3,48	6,05
<i>Cestrum sp.</i>	3	1,19	0,64	2,61	4,44
<i>Triplaris americana</i>	3	1,19	0,60	2,61	4,40
<i>Schizolobium parahyba</i>	3	1,19	0,58	2,61	4,38
<i>Virola weberbaueri</i>	3	1,19	1,43	1,74	4,36
<i>Endlicheria paniculata</i>	3	1,19	0,45	2,61	4,25
<i>Inga nobilis</i>	4	1,59	0,69	1,74	4,02
<i>Euterpe oleracea</i>	3	1,19	0,74	1,74	3,67
<i>Cecropia peltata</i>	4	1,59	0,85	0,87	3,30
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	2	0,79	0,53	1,74	3,06
<i>Neea laxa</i>	2	0,79	0,47	1,74	3,00
<i>Inga edullis</i>	2	0,79	0,33	1,74	2,86

<i>Trema micranthum</i>	2	0,79	0,24	1,74	2,77
<i>Ficus sp.</i>	1	0,40	0,42	0,87	1,69
<i>Cordia hebeclada</i>	1	0,40	0,39	0,87	1,66
<i>Indeterminado 1</i>	1	0,40	0,39	0,87	1,65
<i>Erythrina poeppigiana</i>	1	0,40	0,37	0,87	1,63
<i>Machaerium floribundum</i>	1	0,40	0,26	0,87	1,52
<i>Solanum sp.</i>	1	0,40	0,24	0,87	1,50
<i>Didymopanax morototoni</i>	1	0,40	0,21	0,87	1,48
<i>Aegiphila integrifolia</i>	1	0,40	0,21	0,87	1,47
<i>Guarea kunthiana</i>	1	0,40	0,20	0,87	1,46
<i>Andira multistipula</i>	1	0,40	0,16	0,87	1,43
<i>Indeterminado 3</i>	1	0,40	0,16	0,87	1,43
<i>Aegiphila sp.</i>	1	0,40	0,12	0,87	1,38

4.2. Rasgos funcionales vegetativos del bosque secundario de Tulumayo

En lo que respecta a la densidad de la madera de los árboles en el bosque secundario de Tulumayo, se observó que el 73,02 % de ellos se alinean con una estrategia de conservación. En comparación, para el bosque primario de la UNAS, Aguirre (2019) reportó que el 66,6% de los árboles seguían una estrategia conservativa, mientras que el 33,4% optaban por una estrategia adaptativa. Por su parte, Minaya (2023) encontró que el 61,71% de los árboles en colinas bajas se adhirieron a la estrategia adaptativa, mientras que en colinas altas, la mayoría eran conservativos. Además, Chave et al. (2006) señalan que la baja fertilidad del suelo, junto con la sequía estacional, resulta en tasas de crecimiento muy reducidas y densidades de madera elevadas. Otros estudios sugieren que las especies con características adaptativas suelen tener un alto contenido de nitrógeno y una baja densidad de madera (**Figura 7**).

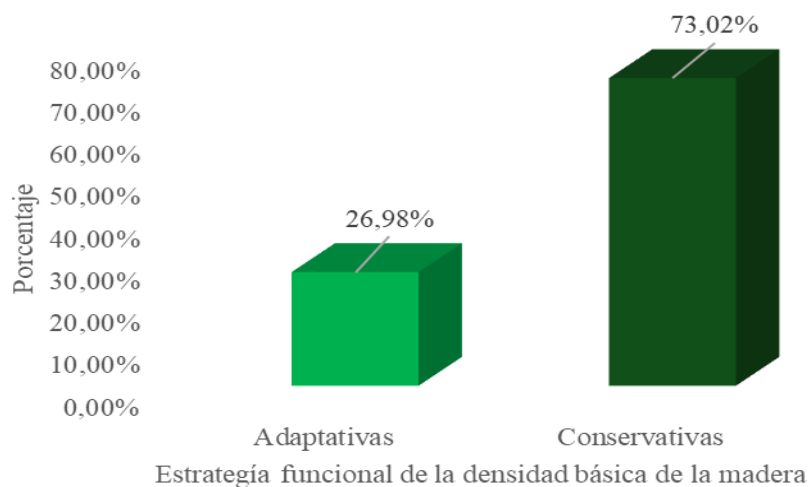


Figura 7. Estrategias funcional de la DBM en el bosque secundario de Tulumayo.

4.3. Rasgos funcionales foliares del bosque secundario de Tulumayo

En este estudio, se presentan las características funcionales de las hojas de 10 especies de árboles que crecen en el bosque secundario de Tulumayo. Se destacan aspectos como el área de las hojas, el área foliar específica (AFE), el tipo de hoja, el tamaño, el grosor, el contenido de materia seca foliar (CMSF), así como los niveles de fósforo (P) y nitrógeno (N). Estos rasgos son clave para comprender cómo las especies se adaptan a las condiciones ambientales del bosque secundario, tal como mencionan Cornelissen et al. (2003) y Violle et al. (2007) (**Tabla 5**).

Así mismo, las especies presentan una notable variabilidad en el área de sus hojas, que va desde *E. feijoi* con 43,71 cm² hasta *C. dystacha*, que alcanza los impresionantes 1992,73 cm². Esta diferencia refleja las diversas estrategias que tienen para captar luz y su eficiencia fotosintética. Según Ruiz (2015), el área foliar efectiva (AFE) está vinculada a la eficiencia en el uso de recursos. Por ejemplo, los altos valores de *E. feijoi*, que son de 230,61 cm²/g, sugieren que estas especies invierten más en su superficie foliar con relación a su biomasa, algo típico de las especies pioneras que prosperan en ambientes con abundante luz. En contraste, *S. glandulosum*, con un AFE de 81,30 cm²/g, muestra una AFE más baja, lo que podría indicar una estrategia más conservadora, con hojas más densas y resistentes a la sequía, como mencionan Amaro et al. (2004).

De igual forma, todas las especies, excepto *S. glandulosum*, tienen hojas simples, lo cual coincide con lo que Ellis et al. (2009) mencionan sobre los bosques secundarios. El tamaño de las hojas varía bastante, desde 0,71 mm² en *E. feijoi* hasta 30,76 mm² en *C. dystacha*. Cornelissen et al. (2003) destacan que el tamaño de las hojas está relacionado con la capacidad de interceptar la luz y regular la temperatura, siendo las hojas más grandes comunes en las especies que están en las primeras etapas de sucesión.

En esa misma línea, el grosor de las hojas varía entre 0,15 mm en el caso de *Cestrum sp.* y 33,4 mm en *F. anthelmintica*. Por otro lado, el CMSF se encuentra entre 0,16 para *N. divaricata* y 0,50 para *E. feijoi* y *S. glandulosum*. Según Villacís (2016), hay una relación entre el CMSF y la resistencia a la desecación, donde los valores más altos indican una mayor durabilidad de las hojas y una mejor adaptación a condiciones de estrés hídrico.

De la misma manera, los nutrientes de P y N son esenciales para los procesos metabólicos. *Cestrum sp.* destaca con el mayor contenido de N (3,696 %), lo que indica una notable capacidad fotosintética. Por otro lado, *T. americana* muestra el menor contenido de P (0,001 %), lo que podría estar limitando su crecimiento en suelos menos fértiles. McKean et al.

(1993) y UCV (2013) subrayan que estos nutrientes son indicadores clave de la eficiencia en el uso de recursos y la adaptación a entornos específicos.

En consecuencia, la variedad de características foliares refleja la diversidad funcional del bosque secundario. En este entorno, especies como *C. dystacha*, que tienen un área foliar alta y un bajo CMSF, son típicas de las etapas iniciales de sucesión. Por otro lado, *S. glandulosum*, con su baja AFE y alto CMSF, representa estrategias más conservadoras. Estos hallazgos están en línea con lo que observaron Aguirre et al. (2019), quienes notaron que los rasgos funcionales cambian según la estrategia de las especies, ya sea adaptativa o conservativa, en respuesta a las perturbaciones.

Por consiguiente, se observó claramente cómo los rasgos de las hojas de las especies de árboles en el bosque secundario de Tulumayo están influenciados por factores ambientales y procesos de sucesión. Esto respalda la idea de que estos rasgos son fundamentales para comprender la dinámica ecológica del bosque. Además, estos hallazgos ofrecen información valiosa para la restauración de ecosistemas que han sido degradados, tal como lo menciona Andrade (2005) (**Tabla 5**).

Tabla 5. Rasgos funcionales foliares de 10 especies del bosque secundario de Tulumayo.

Especies	Prom. Área foliar (cm ²)	Prom. Peso seco (g)	Prom. Área foliar específica (cm ² /g)	Tipo de hoja	Prom. Tamaño foliar (mm ²)	Prom. Grosor de hoja (mm)	Contenido de materia seca foliar (CMSF)	Cont. foliar de P (%)	Cont. foliar de N (%)
<i>Eugenia feijoi</i>	43,71	0,21	210,14	1	0,71	0,25	0,50	0,317	2,184
<i>Triplaris americana</i>	494,40	3,12	158,46	1	6,73	25,8	0,40	0,001	3,192
<i>Ficus anthelmintica</i>	279,00	2,00	139,50	1	2,02	33,4	0,44	0,249	1,848
<i>Cecropia dystacha</i>	1992,73	14,30	139,35	1	30,76	0,27	0,29	0,840	1,736
<i>Ochroma pyramidale</i>	1410,81	7,80	180,87	1	16,83	0,29	0,32	0,275	2,240
<i>Sapium glandulosum</i>	534,49	6,64	80,50	2	12,98	0,32	0,50	0,300	1,680
<i>Cestrum sp.</i>	46,37	0,22	210,77	1	0,81	0,15	0,22	0,832	3,696
<i>Urera caracasana</i>	307,59	1,58	194,68	1	5,61	0,22	0,29	0,107	2,184
<i>Neea divaricata</i>	32,26	0,16	201,63	1	1,40	0,27	0,16	0,461	1,848
<i>Ficus maxima</i>	77,38	0,56	138,18	1	1,10	0,28	0,40	0,387	2,576

1=Simple y 2=Compuesta

El análisis de componentes principales muestra que las especies se distribuyen a lo largo de un gradiente que está principalmente determinado por el Área Foliar Específica (AFE). Esto refleja diferentes estrategias en la forma de adquirir y conservar recursos. Este hallazgo coincide con lo que mencionan Amaro et al. (2004) y Ruiz (2015), quienes destacan que el AFE es un indicador fundamental de la estrategia ecológica: valores altos se asocian con especies pioneras de rápido crecimiento, mientras que valores bajos indican una mayor inversión en durabilidad y resistencia al estrés. En nuestro estudio, *O. pyramidale* (AFE = 181,07 cm²/g) y *C. dystachya* (AFE = 139,55 cm²/g) se encuentran en extremos opuestos del eje 1, confirmando su rol como

especies adquisitivas, tal como lo reportan Cornelissen et al. (2003) en bosques secundarios tropicales.

De igual manera, la agrupación de *S. glandulosum* (AFE = 81,30 cm²/g) en áreas con características conservativas —donde las hojas son más gruesas y hay menos inversión en área foliar— se alinea con lo que observó Villacís (2016). Él relaciona estos rasgos con adaptaciones a suelos pobres o condiciones de sequía. Por otro lado, la posición intermedia de especies como *F. maxima* y *T. americana* sugiere una cierta plasticidad funcional, lo que apoya la idea de Díaz y Cabido (2001) sobre la coexistencia de estrategias mixtas en bosques tropicales en proceso de regeneración.

Por lo tanto, la forma en que las especies se distribuyen en el espacio funcional muestra cómo coexisten estrategias tanto adquisitivas como conservativas. Esto respalda la hipótesis de Aguirre et al. (2019) sobre la diversidad funcional en los bosques secundarios. La posición central de *Ficus anthelmintica* sugiere que hay un equilibrio entre sus rasgos, lo que podría estar relacionado con su habilidad para colonizar diferentes microhábitats, tal como lo plantean Violle et al. (2007) en su estudio sobre la variabilidad funcional dentro de la misma especie.

De ahí que, el eje 1 (componente 1) parece estar vinculado a un gradiente que va desde estrategias adquisitivas hasta conservadoras en el uso de recursos. Las especies que se encuentran en el extremo derecho del eje, como *C. dystachya* y *O. pyramidale*, están asociadas con altos valores de AF, AFE, CFN y CFP, lo que sugiere que siguen una estrategia adquisitiva. Esto se caracteriza por una alta capacidad fotosintética, un crecimiento rápido, hojas delgadas y amplias, y una mayor concentración de nutrientes como nitrógeno (N) y fósforo (P). Además, estas especies respaldan lo que mencionan Cornelissen et al. (2003) y Violle et al. (2007), donde se indica que las especies pioneras y de rápido crecimiento tienen hojas con alta AFE, bajo CMSF y mayores contenidos de nitrógeno. Por otro lado, especies como *F. anthelmintica*, *S. glandulosum* y *F. maxima*, que se encuentran a la izquierda del eje, muestran características más conservadoras, tales como una alta densidad de madera (DBM), baja área foliar específica (AFE), hojas más gruesas (GF), menor contenido de nutrientes foliares, y una posible inversión en longevidad y defensa estructural.

Por consiguiente, el segundo eje, conocido como componente 2, parece capturar un gradiente que está relacionado con la morfología de las hojas y su adaptación estructural. Por ejemplo, el tipo de hoja (TH) sugiere que las especies con hojas compuestas se ubican en valores positivos. En cuanto a GF y CMSF, estas son especies con hojas más gruesas y densas, y rasgos como AFE y CFN, que se encuentran en la parte superior del eje, reflejan una correlación con la eficiencia fotosintética y una mayor inversión en hojas de vida corta. Es interesante destacar

que este patrón se alinea con lo que han mencionado Amaro et al. (2004) y Villacís (2016), quienes indican que la relación entre el grosor y la densidad de la hoja está estrechamente relacionada con el ciclo de vida funcional de las especies.

Por consiguiente, tenemos las especies adquisitivas (a la derecha del eje 1), como *C. dystachya* y *O. pyramidale*, que se destacan por sus hojas grandes y delgadas, con una alta AFE y un contenido nutritivo foliar elevado (CFP, CFN). Esto las convierte en pioneras típicas en ambientes perturbados y bien iluminados. Por otro lado, las especies conservadoras (a la izquierda del eje 1), como *F. anthelmintica* y *S. glandulosum*, se enfocan en desarrollar estructuras más duraderas, aunque con una eficiencia fotosintética menor, lo que les otorga una mayor resistencia y capacidad de supervivencia en condiciones difíciles o en suelos poco fértiles. Además, los gradientes morfológicos (eje 2) permiten distinguir las especies según el tipo y grosor de sus hojas, lo que podría estar relacionado con microhábitats específicos dentro del bosque secundario.

Como resultado, se confirma la hipótesis sobre la notable variabilidad funcional en los rasgos foliares de la vegetación arbórea del bosque secundario de Tulumayo. Además, el Análisis de Componentes Principales (ACP) muestra el espectro económico de las hojas (Wright et al., 2004), donde la variación en características como DBM, AFE, CMSF y CFN ayuda a diferenciar entre especies que adoptan estrategias de adquisición rápida de recursos y aquellas que optan por invertir en longevidad y resistencia estructural. Este enfoque también es fundamental para la restauración ecológica, ya que permite seleccionar especies según sus rasgos funcionales, lo que contribuye al diseño de bosques resilientes y diversos en su funcionalidad (**Figura 8**).

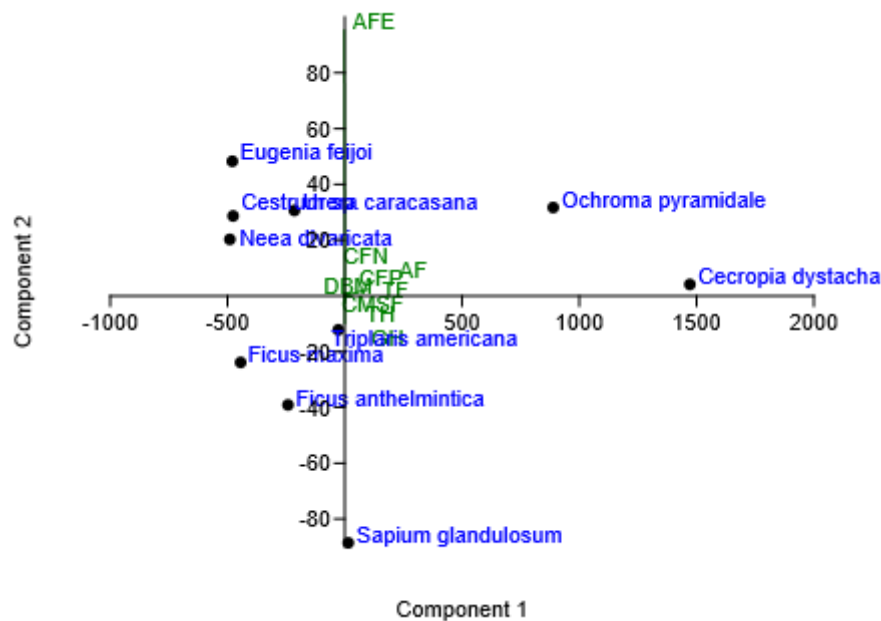


Figura 8. Análisis de componentes principales de los rasgos funcionales foliares.

La fuerte relación positiva entre el Área Foliar (AF) y el Tamaño Foliar (TF) coincide con lo que reportaron Kozlowski et al. (1991), quienes señalaron que el tamaño de la hoja está directamente vinculado a la capacidad fotosintética. Por otro lado, la correlación negativa entre el AFE y el Tipo de Hoja (TH) sugiere que las hojas compuestas, que son más estructuradas, tienden a ser menos eficientes por unidad de masa. Este patrón también ha sido documentado por Ellis et al. (2009) en bosques secundarios.

La relación inversa entre la Densidad Básica de la Madera (DBM) y el Contenido de Nitrógeno Foliar (CFN) coincide con lo que han descrito Cornelissen et al. (2003) y Chave et al. (2006). Ellos vinculan estos rasgos con estrategias de crecimiento más conservadoras, que se caracterizan por un crecimiento lento y una mayor resistencia al estrés. Por otro lado, las especies que presentan una alta AFE, junto con elevados niveles de nitrógeno y fósforo foliar (CFN y CFP), adoptan una estrategia más adquisitiva. Esto respalda la idea de Wright et al. (2004) sobre el "espectro económico de las hojas". Finalmente, estos patrones de correlación destacan lo valiosos que son los rasgos funcionales como indicadores de adaptación ecológica, tal como lo subrayan Violle et al. (2007). La coherencia de estos hallazgos con la literatura existente refuerza la validez de nuestro enfoque metodológico y su relevancia en programas de restauración ecológica que se basan en rasgos funcionales (**Figura 9**).

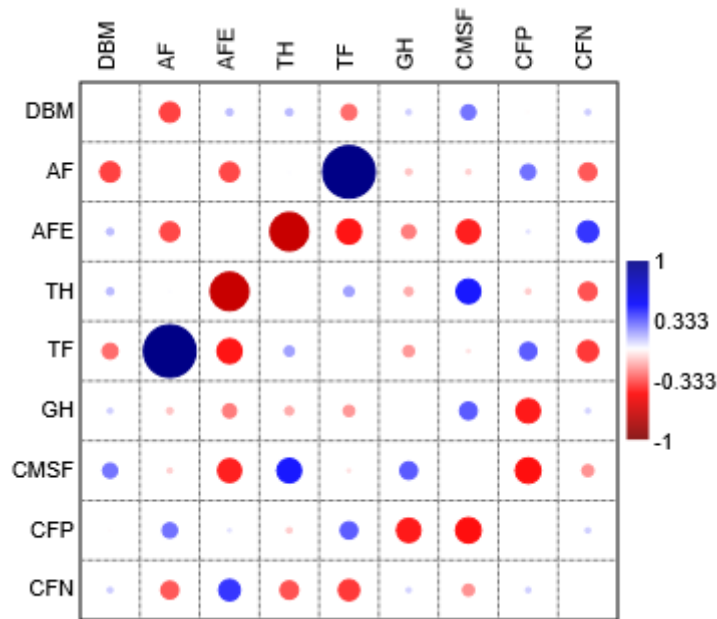


Figura 9. Correlación de los rasgos funcionales foliares.

4.4. Rasgos funcionales regenerativos del bosque secundario de Tulumayo

La predominancia de la autocoria, que representa el 70 % de las especies en el bosque secundario de Tulumayo, coincide con lo que han reportado Lavorel y Garnier (2002) y Violle et al. (2007). Ellos indican que este tipo de dispersión es bastante común en las etapas sucesionales avanzadas, donde la competencia local se vuelve bastante intensa. Aunque esta estrategia limita la dispersión a distancias cortas, también favorece la persistencia y estabilización del ecosistema, como lo sugieren De Bello et al. (2010).

La presencia de zoocoria en especies como *F. anthelmintica*, *C. dystacha* y *N. divaricata* muestra una estrategia complementaria que busca colonizar áreas lejanas y promover el flujo genético. Esto respalda lo que mencionaron Díaz y Cabido (2001) sobre la relevancia de tener diversas estrategias regenerativas para la resiliencia del ecosistema. Además, este hallazgo se alinea con lo que Ter Steege et al. (2013) señalaron acerca del papel crucial de las especies zoocoras en mantener la diversidad funcional en los paisajes amazónicos.

La clasificación de especies en Tipos Funcionales de Plantas (TFP) según su modo de dispersión, como sugieren Lavorel et al. (1997), es realmente útil para guiar estrategias de restauración. En nuestro caso, podríamos dar prioridad a las especies zoocoras en programas de conectividad del paisaje, mientras que las autocoras serían ideales para usarse en núcleos de estabilización local (**Tabla 6**).

Tabla 6. Rasgos funcionales regenerativos de 10 especies seleccionadas.

Especies	Modo de dispersión
<i>Eugenia feijoi</i>	Autocoria
<i>Triplaris americana</i>	Autocoria
<i>Ficus anthelmintica</i>	Zoocoría
<i>Cecropia dystacha</i>	Zoocoría
<i>Ochroma pyramidale</i>	Autocoria
<i>Sapium glandulosum</i>	Autocoria
<i>Cestrum sp.</i>	Autocoria
<i>Urera caracasana</i>	Autocoria
<i>Neea divaricata</i>	Zoocoría
<i>Ficus maxima</i>	Zoocoría

V. CONCLUSIONES

1. El bosque secundario de Tulumayo se caracteriza por una rica diversidad de plantas, donde predominan las familias Urticaceae, Fabaceae y Moraceae. La especie más común es *Eugenia feijoi*, lo que sugiere una etapa temprana de sucesión.
2. La mayoría de las especies de árboles tienden a seguir una estrategia más conservadora, lo que se refleja en su alta densidad de madera. Esto sugiere que son más resistentes a las perturbaciones y que su crecimiento es más lento.
3. Se identificaron dos estrategias foliares: especies que presentan una alta área foliar específica y crecimiento rápido, y aquellas de baja AFE pero con mayor resistencia al estrés. Estando relacionadas con variaciones en nutrientes como nitrógeno y fósforo.
4. Predomina la autocoria como mecanismo de dispersión, lo que limita la distribución local, mientras que un grupo menor de especies utiliza zoocoria, facilitando la colonización de áreas distantes y enriqueciendo la diversidad genética.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. El uso de drones con sensores LiDAR y multiespectrales permitirá evaluar de forma no invasiva características clave de la vegetación. Esta tecnología amplía la escala del estudio, identifica patrones de diversidad y detecta cambios por perturbaciones. Los datos obtenidos se integran en plataformas como QGIS o R para generar modelos predictivos de la sucesión forestal.
2. Se debe crear una plataforma en línea que integre datos de rasgos funcionales y de ADN ambiental de las especies. Esta herramienta permitirá a investigadores y gestores comparar hallazgos con otros bosques y apoyar la selección de especies para restauración. Además, incluirá visualizaciones en 3D de copas y modelos de dispersión de semillas mediante simulaciones computacionales.
3. Se deben diseñar algoritmos de machine learning para analizar cómo los rasgos foliares se relacionan con el clima y predecir la resiliencia de las especies. Estos modelos identificarán especies clave para la mitigación (como las que secuestran CO₂) y áreas prioritarias para conservación. La propuesta incluye validar los modelos en parcelas experimentales con condiciones controladas y sensores IoT.

VII. REFERENCIAS

- Acosta, V., Araujo, P., & Iturre, M. (2006). Caracteres estructurales de las masas. *Serie didáctica*, 2.
- Adams, H., Macalady, A., Breshears, D., Allen, C., Stephenson, N., Saleska, S., & Huxman, T. (2010). Climate-Induced Tree Mortality: Earth System Consequences. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 91(17), 153–154.
- Aguirre, C., Santillán, E., & Díaz E. (2019). Rasgos funcionales de los árboles de bosque de montaña favorecen la estrategia de conservación de las especies a los riesgos ambientales, Tingo María-Perú. *Revista Boletín Redipe*, 8(7), 99-112.
- Alcázar, C., & Ramírez, W. (2011). El uso de rasgos funcionales en flora como herramienta para establecer prioridades de conservación. ResearchGate, 215-222.
- Álvarez, E., Benítez, D., Velásquez, C., & Cogollo, A. (2013). Densidad básica del fuste de árboles del bosque seco en la costa Caribe de Colombia. *Revista Intrópica*, 8, 17–28.
- Amaro, J., Moya, E., Quiroz, J., Carrillo, A., Pérez, J., & Garay, A. (2004). Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto" mulato"(Brachiaria híbrido, cv.). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 42(3), 447-458.
- Andrade, H., & Cerda, R. (2024, enero). *Dasometría y medición de sombra*. CATIE. <https://www.slideserve.com/elisa/dasometr-a-y-medici-n-de-sombra>
- Andrade, J. (2005). Fisiología Ecológica de Árboles Tropicales: Avances y Perspectivas. *Revista Chapingo*, 11(2), 83–91.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación* (7^{ma} ed.). (Ed.) Episteme, C.A.
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. (Ed.) Enfoques Consulting EIRL.
- Arroyo, S. (2015). *Morfología y fisiología de tres especies de polylepis P. microphylla (Wedd.) Bitter, P. racemosa Ruiz & Pav. y P. subsericans J.F. Macbr. (Rosaceae) en tres niveles altitudinales, en Yanacocha, Urubamba – Cusco*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco].
- Baraloto, C., Paine, T., Poorter, L., Beauchene, J., Bonal, D., Domenach, Am., Hérault, B., Patiño, S., Roggy, J., & Chave, J. (2010). Decoupled leaf and stem economics in rain forest trees. *Ecology Letters*, 13, 1338–1347. doi:10.1111/j.1461-0248.2010.01517.x
- Bellwood, D., Wainwright, P., Fulton, C., & Hoey, A. (2006). Functional versatility supports coral reef biodiversity. *Proceedings of the Royal Society*, 273, 101-107.

- Bermeo, D. (2010). *Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios dentro de un gradiente altitudinal y su relación con variables bioclimáticas*. [Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE]. Repositorio institucional. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4766>
- Broadhead, J., Muxworthy, A., Ong, C., & Black, C. (2003). Comparison of methods for determining leaf area in tree rows. *Agricultural and Forest Meteorology*, 115, 151–161.
- Bultynck, L., Fiorani, F., & Lambers, H. (1999). Control of leaf growth and its role in determining variation in plant growth rate from an ecological perspective. *Plant Biology*, 1, 13-18.
- Burger, H. (1939). Baumkrone und zuwachs in zwei hiebsreifen fichtenbeständen. *Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das Forstliche Versuchenwesen*, 21, 147-176.
- Cardoza, F. (2011). *Diversidad y Composición Florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Monte Cristo, El Salvador*. [Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE]. Repositorio institucional. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4815>
- Chave, J. (2005). *Medición de la altura del árbol, para árboles tropicales*. Manual de campo. *Sixth Framework Programme (2002-2006)*, 2.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M., Chambers, J., Eamus, D., Folter, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T. Lescure, J., Nelson, B. W., Ogawa, H., PUIG, H., Riera, B., & Yamakuua, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87-99.
- Chave, J., Muller, H., Baker, T., Easdale, T., Steege. H., & Webb, C. (2006). Regional and Phylogenetic Variation of Wood Density Across 2456 Neotropical Tree Species. *Ecological Applications*, 16(6), 2356-2367.
- Cintrón, G., & Schaeffer-Novelli, Y. (1983). *Introducción a la ecología del manglar* (No. 574.52632 C5). Montevideo: Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe.
- Corella, J., Valdez, H., Cetina, A., González, C., Trinidad, S., & Aguirre, R. (2001). Estructura forestal de un bosque de mangles en el noreste del estado de Tabasco, México. *Ciencia Forestal en México*, 26(90), 73-102.
- Cornelissen, J., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D., ... & Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian journal of Botany*, 51(4), 335-380.

- Cox, W. (1981). *Laboratory manual of general ecology*. William C. Brown Co. Publishers. Iowa, USA.
- Curtis, J., & McIntosh, R. (1951). An upland forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, (32), 476-496.
- Dale, V., Joyce, L., McNulty, S., Neilson, R., Ayres, M., Flannigan, M., Hanson, P., Irland, L., Lugo, A., Peterson, C., Simberloff, D., Swanson, R., Stocks, B., & Wotton, B. (2001). Climate change and forest disturbances. *Bioscience*, (51), 723-734.
- De Bello, F., Lavorel, S., Díaz, S., Harrington, R., Cornelissen, J. H., Bardgett, R. D., ... & Harrison, P. A. (2010). Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodiversity and Conservation*, (19), 2873-2893.
- De la Riva, E. G., Pérez, I., Fernández, C. N., Olmo, M., Arana, T. M., & Villar, R. (2014). Rasgos funcionales en el género *Quercus*: estrategias adquisitivas frente a conservativas en el uso de recursos. *Ecosistemas*, 23(2), 82-89.
- Díaz, S., & Cabido, M. (1997). Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *Journal of vegetation science*, 8(4), 463-474.
- Díaz, S., Gurvich, D., Pérez, N. & Cabido, M. (2002). ¿Quién necesita tipos funcionales de plantas? *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, (37), 135-140.
- Díaz, S.; & Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution*, 16(11), 646-655.
- Duarte, M. (2007). Methods in comparative Functional Ecology. *Methods in comparative. Functional plant ecology*, 1.
- Duffy, J. (2002). Biodiversity and ecosystem function: the consumer connection. *Oikos*, 99(2), 201-219.
- Durlo, A; & Denardi, L. (1998). Morfometría de *Cabralea canjerana*, em mata secundaria nativa do Rio Grande do Sul. *Ciencia Forestal* 8(1):55-66.
- Escalante, C. (2014). *Caracterización anatómica de anillos de crecimiento de Huamanzamana Jacaranda copaia (Aublet) D. Don y Huangana Caspi Senefeldera inclinata P. Franco confines dendrocronológicos, Tingo María*. [Tesis de Título, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/595>
- Finegan, B. (1996). Pattern and process in neotropical secondary rain forest: the first hundred years of succession. *Trends in ecology & evolution*, 11(3),119-124.
- Fornara, D., & Tilman, D. (2009). Ecological mechanisms associated with the positive diversity–productivity relationship in an N-limited grassland. *Ecology*, 90(2), 408-418.

- Garnier, E. (1992). Growth analysis of congeneric annual and perennial grass species. *Journal of ecology*, 80, 665–675.
- Goldammer, J., & Price, C. (2008). Potential impacts of climate change on fire regimes in the tropics based on MAGICC and a GISS GCM-derived lightning model. *Climatic Change*, 39, 273-296.
- Gusmán, E. (2015). *Diversidad funcional y diversidad filogenética en los bosques secos del sur del Ecuador*. [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio institucional. <https://oa.upm.es/39537/>
- Hadley, M. (1969). Van Der Pijl, L.—Principles of dispersal in higher plants. Berlin, Heidelberg and New York, Springer, 1969. *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)*, 23(2), 221-222.
- Hansen, L., Biringer, J., & Hoffman, J. (2003). Buying time: a user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (4^{ta} ed.). México: Mc Graw Hill.
- Hernández, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Herrera, D.B. (2025). *Diversidad de especies arbóreas e importancia ecológica del bosque secundario para la restauración de ecosistemas en Tulumayo, Huánuco, Perú*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Holdridge, L. R. (1967). *Ecología basada en zonas de vida* (No. 83). Agroamérica.
- Hooper, D., Chapin Iii, F., Ewel, J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., . . . & Wardle, D. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75, 3-35.
- Ibarra, W. (1985). *Comparación y validación de métodos de estimación de área foliar en ocho cultivares de sorgo granífero (Sorghum bicolor (L.) Moench)*. [Tesis de Título, Universidad Central de Venezuela]. Repositorio institucional. <http://sibucv.ucv.ve/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=48962>
- Intergovernmental Panel on Climate Change- IPCC. (2018). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

- Jacobo, A. E., García, J. L., & Morales, M. A. (2013). *La investigación científica y su clasificación: básica, aplicada y tecnológica*. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 1(1), 1–15. Recuperado de <https://www.pag.org.mx/revistas/index.php/PAG/article/view/27>
- Jiménez, M. (2014). Variaciones morfo-anatómicas de seis especies a lo largo de un gradiente altitudinal en el Cerro Tláloc, Estado de México. [Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/10521/2294>
- Keddy, P. A. (1992). A pragmatic approach to functional ecology. *Ecology*, 6, 621-626.
- Kozłowski, T., Kramer, P., Pallardy, S. (1991). *The physiological ecology of woody plants*. Academic Press.
- Kucharik, Ch., Norman, J., & Gower, S. (1998). Measurements of branch area and adjusting leaf area index to indirect measurements. *Agricultural and Forest Meteorology*, 91(1-2), 69-88.
- Lambers, H., & Poorter, H. (1992). Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. *In Advances in ecological research*, 23, 187–261.
- Lambers, H., Chapin, I., Chapin, F., & Pons. T. (2008). *Plant physiological ecology* (Vol. 2, pp. 11-99). New York: Springer.
- Lavorel, S., & Garnier, E. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional ecology*, 16(5), 545-556.
- Lemaire, G., Onillon, B., Grosse, G., Chartier, M., & Allirand, J. (1991). Nitrogen distribution within a lucerne canopy during regrowth: relation with light distribution. *Annals of Botany*, 68(6), 483-488.
- Lemus, L. (2017). *Relación de los rasgos funcionales con la estructura de los ensamblajes de herpetofauna, la selección y preferencia de hábitat en un páramo de Colombia*. [Tesis de Título, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/10554/34417>
- López, B. (2015). *Rasgos funcionales y su relación con el funcionamiento de las plantas*. [Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/10396/12561>
- Mason, N., Mouillot, D., Lee, W., & Wilson, B. (2005). Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos*, 111(1), 112-118.

- Mc Gill, B. (2006). Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in ecology & evolution*, 21(4), 178 - 185.
- Mcdowell, N., Pockman, W., Allen, C., Breshears, D., Cobb, N., Kolb, T., *et al.* (2008). Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? *New Phytol* 178: 719–739.
- Mejia, E. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Edit. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 246 p.
- Minaya, F. (2023). Rasgos funcionales de diámetro, altura y copa de especies forestales según estrategia adaptativa y conservativa en bosques de colina baja y alta de Tingo María – Huánuco. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2600>
- Ministerio del Ambiente. (2015). Guía de inventario de la flora y vegetación. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2683-guia-de-inventario-de-la-flora-y-vegetacion>
- Mouchet, M., Villéger, S., Mason, N., & Mouillot, D. (2010). Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. *Functional Ecology*, 24(4), 867-876.
- Noss, R. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation biology*, 4(4), 355-364.
- Núñez, C. (2007). Relaciones de conversión entre densidad básica y densidad seca de madera. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 9(1), 44-50.
- Ortiz, I. (2018). *Respuestas funcionales de especies arbóreas del bosque mesófilo de montaña en ambientes perturbados*. [Tesis de Maestría, Universidad Veracruzana]. https://www.uv.mx/met/files/2018/02/Isis_Io_Tesis_Maestria.pdf
- Patiño, S., Mercado, L., & Czimczik, C. I. (2005). Manual de campo para el estudio de hojas y madera editado para establecer efectos de sequía. *PAN-AMAZONIA Project ene*, 2005, 1-12.
- Petchey, O. L., & Gaston, K. J. (2002). Extinction and the loss of functional diversity. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 269(1501), 1721-1727.
- Phillips, O., Baker, T., Feldpausch, T., & Brienen, R. (2016). Manual de Campo para el Establecimiento y la Remedición de Parcelas [en línea]. Perú: RAINFOR.

- Pokorny, M., Sheley, R., Zabinski, C., Richard, E., Engel, R., Svejcar, T., & Borkowski, J. (2005). Plant Functional Group Diversity as a Mechanism for Invasion Resistance. *Restoration Ecology*, 13(3), 448-459.
- Pool, D., Snedaker, S., & Lugo, A. (1977). Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. *Biotropica*, 9(3), 195-212.
- Poorter, H., & Remkes, C. (1990). Leaf area ratio and net assimilation rate of 24 wild species differing in relative growth rate. *Oecologia*, 83, 553–559.
- Reynel, C., Pennington, T., Pennington, R., Flores, C., & Daza, A. (2003). Árboles útiles de la amazonía Peruana. Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. ICRAF. *International Center for Research in Agroforestry. Editorial Breña. Lima, Perú.*
- Ruiz, J. (2015). *Grupos funcionales de plantas con potencial para la restauración ecológica de manantiales de agua en la microcuenca de la Laguna de Pedro Palo y sus alrededores, Cundinamarca – Colombia.* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57235>
- Salazar, R. (2022). *Rasgos funcionales de la vegetación arbórea de un bosque de colina y su relación con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento.* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/2131>
- Sánchez, H. (1984). *Metodología y diseños de la investigación científica.* Lima: Editorial Mantaro.
- Sanoja, M. (1983). *Estimación de área foliar de dos variedades de papa (Solanum tuberosum) en las localidades de Mariara, Estado Carabobo y Tucutunemo, Estado Aragua.* [Tesis de Título, Universidad Central de Venezuela]. http://sibucv.ucv.ve/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=44936&shelfbrowse_itemnumber=61122
- Sarmiento, C., Patiño, S., Paine, C. T., Beauchêne, J., Thibaut, A., & Baraloto, C. (2011). Within-individual variation of trunk and branch xylem density in tropical trees. *American journal of botany*, 98(1), 140-149.
- Silva, A. (2018). *Diversidad funcional a través de una gradiente de uso de suelo en la cuenta de Lucre – Provincia de Quispicanchi.* [Tesis de Título, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/4943>

- Smith, J., Sabogal, C., De Jong, W., & Kaimowitz, D. (1997). *Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina* (No. 16356). Bogor: CIFOR.
- Sonnentag, O., Talbot, J., Chen, J. M., & Roulet, N. T. (2007). Using direct and indirect measurements of leaf area index to characterize the shrub canopy in an ombrotrophic peatland. *Agricultural and Forest Meteorology*, 144(3-4), 200-212.
- Stockdale, M. & Corbett, J. (2008). *Inventario forestal participativo*. Soluciones Prácticas.
- Ter Steege, H., Pitman, N., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomão, R., Guevara, J., ... & Silman, M. (2013). Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*, 342(6156), 1243092. DOI: 10.1126/science.1243092.
- Valderrama, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cualitativa, cuantitativa y mixta*. (2^{da} ed.). San Marcos.
- Valenzuela G., Vásquez, R., Rojas, G., Villalba, V., Phillips, O., López, G., Chama, M., Monteagudo, M., Bellota, T., Huillca, A., & Pallqui, C. (2015). Línea base para el monitoreo de la vegetación en la Reserva Comunal El Sira (RCS). *Arnaldoa*. 22(1), 243-268.
- Vela, A. (2019). *Rasgos funcionales asociados al servicio ecosistémico de mitigación del cambio climático en árboles de colinas altas del bosque reservado de la UNAS – Tingo María*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1722>
- Vignote, S., Gerard, J., Molinero Martínez, I., & Díez Barra, R. (1996). Estudio de las tensiones de crecimiento del *Eucaliptus glóbulos* en Galicia y su relación con las características de la estación y morfológicas del propio árbol. *Investigación Agraria Serie Sistemas y Recursos Forestales*, 5(1), 153-176.
- Villéger, S., Mason, N., & Mouillot, D. (2008). New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology*, 89(8), 2290-2301.
- Villéger, S., Miranda, J.R., Hernández, D.F., & Mouillot, D. (2010). Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities. after habitat degradation. *Ecological applications*, 20(6), 1512-1522.
- Violle, C., Navas, M.L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunell, C., Hummel, I., & Garner, E. (2007). Let the concept of trait be functional. *Oikos*, 116(5), 882-892.
- Zanne, A., López, G., Coomes, D., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S., Miller, R., Swenson, N., Wiemann, M., & Chave, J. (2009). Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum. <https://doi.org/10.5061/dryad.234>

Zelada, H., & Reynel, C. (2019). Estimación de rasgos funcionales en dos especies arbóreas de una gradiente altitudinal tropical en el centro del Perú. *Revista Forestal del Perú*, 34(82), 132–143.

ANEXOS

ANEXO A: Datos del área de estudio

Tabla 7. Datos de campo de todos los árboles ≥ 10 cm de DAP.

Sub. Parc	N° Indv	Nomb.Com.	Nombre científico	DAP (cm)	Ac (m)	At (m)	ϕ Copa árb.
1	1	Pino chuncho	<i>Schizolobium parahyba</i>	10,21	5	8	7,9
1	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16,6	2,3	6	15,4
1	3	Pijuayo	<i>Bactris gasipaes</i>	13,4	0	9	4,8
1	4	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	10,8	3,5	6	10,2
1	5	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	11,14	2,3	7	9,3
1	6	Caucho masha	<i>Sapium glandulosum</i>	10,5	2,5	8	8,8
1	7	Topa	<i>Ochroma pyramidale</i>	23,8	5	12	11,8
1	8	Topa	<i>Ochroma pyramidale</i>	23,2	4,1	12,2	13,2
1	9	Topa	<i>Ochroma pyramidale</i>	26,3	4,5	12,3	13,1
1	10	Topa	<i>Ochroma pyramidale</i>	15,3	4,8	8,2	10,9
1	11	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	15,7	6	12,2	7,8
2	1	Pino chuncho	<i>Schizolobium parahyba</i>	14	8,4	11,8	5,7
2	2	Cetico peltt	<i>Cecropia peltata</i>	14,1	6,5	10,9	8,3
2	3	Cetico peltt	<i>Cecropia peltata</i>	13	6,8	11	7,3
2	4	Cetico peltt	<i>Cecropia peltata</i>	16,6	8,9	12	8,6
2	5	Atadijo	<i>Trema micranthum</i>	11,9	4,5	8	9,3
2	6	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	13,1	6	9,2	5,8
2	7	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	10,7	5,8	7	5,0
2	8	Cetico peltt	<i>Cecropia peltata</i>	15,6	6,15	8	10,3
2	9	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	22,4	5,8	12,5	12,9
2	10	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	14,1	6,7	10,6	7,1
2	11	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	16,8	5,1	9,8	8,3
2	12	NN	<i>Aegiphila sp.</i>	11,13	3,4	5	3,6
2	13	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,1	3,1	5,2	4,2
3	1	Yacushapana	<i>Neea divaricata</i>	14,9	2	8	9,0
3	2	Yacushapana	<i>Neea divaricata</i>	25,2	2	8	14,4
3	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	19,4	2,5	8,5	6,7
3	4	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15	3,3	9	8,4
3	5	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,6	3,4	8,3	9,5
3	6	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,5	4,4	9	7,6
3	7	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	11,2	5	9,3	7,7
3	8	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	10,5	5,1	9,1	7,3
3	9	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16,6	2,1	7	16,3
3	10	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	20,5	5	9,6	12,3
3	11	Pijuayo	<i>Bactris gasipaes</i>	12,5	0	5,3	6,3
4	1	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	17,2	3,9	9	9,6
4	2	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	45,5	9,12	17	24,5
4	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,4	4,7	8	12,8
4	4	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,5	3,8	9,1	8,3
4	5	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	18,1	2,5	8	14,2
4	6	Oje	<i>Ficus anthelmintica</i>	46,9	6,7	18	11,3
4	7	Tangarana	<i>Triplaris americana</i>	10,92	4	9,2	4,6
4	8	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,8	4,2	6,6	12,0
4	9	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	11,1	5	6	6,5
5	1	NN	<i>Cordia hebeclada</i>	20,2	7,4	8	10,9
5	2	Caucho masha	<i>Sapium glandulosum</i>	12,1	3	8,33	8,5

5	3	NN	<i>Cestrum sp.</i>	11,7	3,2	5,3	9,6
5	4	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,8	6	11,9	10,3
5	5	Yacushapana	<i>Neea divaricata</i>	12,3	6	11	14,8
5	6	Yacushapana	<i>Neea divaricata</i>	10,5	2,5	8	14,8
5	7	Oje negro	<i>Ficus maxima</i>	51,1	1,7	13	13,7
5	8	Oje negro	<i>Ficus maxima</i>	11	1,4	6	7,0
6	1	Requia	<i>Guarea kunthiana</i>	14,4	2,15	9,7	8,9
6	2	Mata palo	<i>Ficus sp.</i>	21	3	10,2	12,9
6	3	Oje blanco	<i>Ficus anthelmintica</i>	57	8,8	19	25,4
7	1	Indeterminado 1	Indeterminado 1	20,1	9	12	15,0
7	2	Moena amarilla	<i>Endlicheria paniculata</i>	12,2	4	5,5	8,1
7	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	17,8	3	6	10,8
7	4	Ocuera blanca	<i>Aegiphila integrifolia</i>	14,7	1	6	8,7
7	5	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,2	2	8	10,5
7	6	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	30,1	12	18	14,8
7	7	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	19,8	1,5	4,5	9,7
7	8	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	17,1	4	8	9,4
7	9	Yacushapana	<i>Neea laxa</i>	14,6	1,5	8	10,4
7	10	Huasai	<i>Euterpe oleracea</i>	15,8	0	9,49	8,2
8	1	Caucho masha	<i>Sapium glandulosum</i>	10,1	2,6	4,2	8,1
8	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,1	2	8,2	9,5
8	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	11,5	3,05	8,4	9,0
8	4	Cumula	<i>Virola weberbaueri</i>	20,7	9,1	11,9	11,2
8	5	Huasai	<i>Euterpe oleracea</i>	20,5	0	12	9,1
8	6	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	10,5	1,4	6,2	7,3
8	7	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	17,6	7,3	14	8,6
8	8	Huasai	<i>Euterpe oleracea</i>	10,3	9	10,3	7,7
8	9	Caucho masha	<i>Sapium glandulosum</i>	11,6	5	9,2	6,4
8	10	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,9	2,2	5,8	8,8
8	11	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,8	4,5	6	7,8
8	12	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16,8	2	6,7	10,7
8	13	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,8	3,8	7	6,4
9	1	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,9	4,1	7,6	7,6
9	2	Shihuahuaco	<i>Dipteryx ferrea</i>	15,4	11	13	7,4
9	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,1	1,9	8,5	9,8
9	4	Cumula	<i>Virola weberbaueri</i>	25,1	7	12	15,2
9	5	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16	4	8,1	8,7
9	6	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	22	3	11	9,3
9	7	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	10,4	3,9	6	6,5
9	8	Cumula	<i>Virola weberbaueri</i>	21,1	6	10	11,5
9	9	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	15,7	8	10	9,4
9	10	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	13,5	3	6	8,0
9	11	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13	3,3	8	11,8
9	12	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	10,2	1,5	8,2	7,4
9	13	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,2	4,1	6,5	6,6
9	14	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,5	2,7	9	8,9
9	15	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	18,1	2,5	9,4	11,4
9	16	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,8	3	8	11,8
9	17	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16,9	4,2	9	5,9
9	18	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,1	5	8	7,2
9	19	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13	4,5	9	7,6
9	20	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,3	2	7	9,0

9	21	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,4	3,5	8,2	7,5
9	22	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	10,9	3,8	6	9,4
9	23	Shihuahuaco	<i>Dipteryx ferrea</i>	18	6,6	13	9,6
9	24	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,1	2,4	5	8,5
9	25	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	10,8	2,5	5	5,5
10	1	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	19,5	7,2	13	12,6
10	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14	4	7	8,5
10	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,4	3	6	10,5
10	4	Tangarana	<i>Triplaris americana</i>	15,5	1,8	12	10,0
10	5	Oje	<i>Ficus anthelmintica</i>	44,3	6	14	20,5
10	6	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,7	4	8,5	11,4
10	7	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	11,5	5	8,5	10,4
10	8	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,8	4	7,2	8,6
10	9	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,9	2,8	7	10,0
10	10	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	10,5	3	6	8,1
10	11	Caucho masha	<i>Sapium glandulosum</i>	10,2	10	14	13,0
10	12	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	11,4	3	6	11,6
11	1	Oje negro	<i>Ficus maxima</i>	32	3,15	11	14,0
11	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,8	3	9	12,0
11	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	17,2	3,2	8,2	14,6
11	4	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,8	1,4	6,3	4,5
12	1	Matico	<i>Piper aduncum</i>	12,45	1,5	7	10,0
12	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,8	1,7	4,8	9,0
12	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16,8	4	9	8,8
12	4	Shihuahuaco	<i>Dipteryx ferrea</i>	17,3	8,2	13	6,6
12	5	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,5	1	10,4	7,2
12	6	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,3	2	7	8,1
12	7	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	17,1	4,5	8	10,8
12	8	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,5	5,1	8	9,9
12	9	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13	3	7	7,5
12	10	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	10,3	4,2	8,3	9,3
12	11	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,5	1	8	10,1
12	12	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	11,3	2,4	7	9,8
13	1	Yacushapana	<i>Neea divaricata</i>	13	2,5	5	10,0
13	2	Yacushapana	<i>Neea divaricata</i>	12,2	4,3	7	11,5
13	3	Barbasco caspi/ mari mari	<i>Andira multistipula</i>	13,1	4,8	8	5,5
13	4	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,4	4,8	10	8,4
13	5	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16,3	4,3	8,4	9,8
13	6	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,8	4,8	8,4	11,8
13	7	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16,6	5,3	8,8	9,8
13	8	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	11,6	2,6	7	8,9
13	9	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,1	2,5	7,8	8,0
13	10	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16,5	4	11	15,2
13	11	Oje blanco	<i>Ficus anthelmintica</i>	55	9	19	23,5
13	12	Oje blanco	<i>Ficus anthelmintica</i>	35	8	18	11,7
13	13	Caucho masha	<i>Sapium glandulosum</i>	11	4,3	5,2	7,1
13	14	Guaba	<i>Inga edullis</i>	11,9	2	5,2	9,6
13	15	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	16,2	8,2	11	9,7
13	16	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	17,9	4,3	10	8,9
13	17	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,5	2,5	7,8	8,0
13	18	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,5	1,4	7	8,5
14	1	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16,2	4,5	7	10,4

14	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	24,5	4,5	10	10,7
14	3	Aceite caspi	<i>Didymopanax morototoni</i>	15	4	9,2	6,5
14	4	Ishanga	<i>Urera caracasana</i>	11,3	4	5,2	17,0
14	5	Yacushapana	<i>Neea laxa</i>	16,6	2,5	5	11,5
14	6	Huimba lupuna	<i>Ceiba sp.</i>	71	8,2	20	27,0
15	1	Matico	<i>Piper aduncum</i>	11,9	1,5	6	8,7
15	2	Oje	<i>Ficus anthelmintica</i>	15,3	4	6,8	12,3
15	3	Caucho masha	<i>Sapium glandulosum</i>	15,8	2	6	10,1
15	4	Pico de carpintero	<i>Machaerium floribundum</i>	16,4	4,5	7,8	13,8
15	5	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	14	2,6	8,3	6,0
15	6	Ishanga	<i>Urera caracasana</i>	16,5	2	8,5	9,8
15	7	Yacu shimbillo	<i>Inga nobilis</i>	14,5	1,6	6	9,6
15	8	Yacu shimbillo	<i>Inga nobilis</i>	12,9	1,5	6	14,5
15	9	Yacu shimbillo	<i>Inga nobilis</i>	15,3	1,5	7	11,0
16	1	Yacu shimbillo	<i>Inga nobilis</i>	10,6	3,5	6	10,4
16	2	Guaba	<i>Inga edullis</i>	14,2	3,1	7	8,7
16	3	Ishanga	<i>Urera caracasana</i>	13,6	2	7,3	8,5
16	4	Ishanga	<i>Urera caracasana</i>	15	2,6	7,8	8,7
16	5	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	13	4,1	7,2	7,8
16	6	Cestrum sp.	<i>Cestrum sp.</i>	15,1	3,3	6	8,8
16	7	Topa	<i>Ochroma pyramidale</i>	12,7	5	10	9,1
16	8	Moena	<i>Endlicheria paniculata</i>	13,6	3	7,2	8,6
16	9	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	21,2	3,5	8,5	8,6
16	10	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,3	2,6	8	7,3
17	1	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	21,3	5	8,2	8,8
17	2	Oje blanco	<i>Ficus anthelmintica</i>	35,6	7,3	15	12,6
17	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	19	4,5	8,6	8,3
18	1	Eritrina	<i>Erythrina poeppigiana</i>	19,6	2,6	5	12,5
18	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	22,4	2,4	7,5	15,3
18	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13	4,2	7	10,2
18	4	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	20	6,2	11	9,4
18	5	Oje blanco	<i>Ficus anthelmintica</i>	51,4	8,2	16	17,2
18	6	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,2	4,5	8	10,9
18	7	Oje blanco	<i>Ficus anthelmintica</i>	24,3	2,5	7,2	12,1
18	8	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	19,7	2,6	10,5	10,9
19	1	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16	2,3	7,8	9,2
19	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,4	2,5	5	8,8
19	3	Indeterminado 2	<i>Solanum sp.</i>	15,7	3,3	9	7,9
19	4	Cestrum	<i>Cestrum sp.</i>	17,6	5	9	7,9
19	5	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,5	2	6	11,2
19	6	Pino chuncho	<i>Schizolobium parahyba</i>	17,5	1,5	7	10,2
19	7	Matico	<i>Piper aduncum</i>	17,5	2	6	6,5
20	1	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,4	3	6,1	10,7
20	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,8	3,2	8	11,1
20	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,3	3,4	7,2	8,9
20	4	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	17,4	2,5	7	8,2
20	5	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	20,9	3	6,2	11,0
21	1	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	18,3	2,4	7,4	10,8
21	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,4	3,5	7,6	8,0
21	3	Indeterminado 3	Indeterminado 3	13,1	1,4	7	8,1
21	4	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	18,2	2,8	7	11,1
21	5	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	18,2	3,4	8	12,0

21	6	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16,5	2,4	8,1	8,6
21	7	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,1	1,6	7	5,8
21	8	Pijuayo	<i>Bactris gasipaes</i>	19	0	15	4,0
21	9	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	14	4	8	6,3
21	10	Cetico	<i>Cecropia dystacha</i>	12	3	7	7,2
21	11	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,6	3	9	8,5
22	1	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,5	3	8	8,9
22	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,1	2,8	7	8,6
22	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16,4	4,9	8	8,7
22	4	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	11,8	2	5	5,0
22	5	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,9	4,2	9	8,3
22	6	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,5	4	9	8,0
22	7	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,4	2,4	7	7,9
22	8	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	10,3	2,4	6,9	7,5
22	9	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15	2,3	6,2	8,2
22	10	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	16,2	4,2	8	9,5
22	11	Oje	<i>Ficus anthelmintica</i>	28,6	4,3	8,6	13,3
22	12	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,1	4,5	7,78	11,0
23	1	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,8	1,9	7	8,7
23	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	12,8	1,3	7,8	9,5
23	3	Matico	<i>Piper aduncum</i>	17,5	1,5	8	9,5
23	4	Matico	<i>Piper aduncum</i>	14,8	2,5	5,8	8,6
23	5	Pijuayo	<i>Bactris gasipaes</i>	12,1	0	13	4,0
23	6	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	17,1	3,5	11	14,7
23	7	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15	4,2	7	10,7
23	8	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,5	5	8	8,0
23	9	Tangarana	<i>Triplaris americana</i>	16,5	10	11	8,0
23	10	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,8	2,9	7	9,5
23	11	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,6	4,1	8,3	8,0
23	12	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	13,6	3,4	7,5	6,3
23	13	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15	2,6	11	8,9
23	14	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,9	4,2	5,3	8,7
24	1	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	11,7	4,1	8	9,6
24	2	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,6	3	7,8	7,4
24	3	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	15,3	1,9	6	10,2
24	4	Pijuayo	<i>Bactris gasipaes</i>	11,5	0	15	3,5
24	5	Moena	<i>Endlicheria paniculata</i>	11,6	4,9	7	8,0
24	6	Oje	<i>Ficus anthelmintica</i>	49,5	6,8	16	15,0
24	7	Oje renaco	<i>Ficus maxima</i>	58,2	3	16	26,5
24	8	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	24,3	2,2	9	14,1
25	1	Pijuayo	<i>Bactris gasipaes</i>	12,5	0	13	4,0
25	2	Shihuahuaco	<i>Dipteryx ferrea</i>	17,5	8,2	13	11,8
25	3	Ishanga	<i>Urera caracasana</i>	11,1	4,4	7	7,9
25	4	Ishanga	<i>Urera caracasana</i>	10,5	5	8	14,0
25	5	Shihuahuaco	<i>Dipteryx ferrea</i>	22,5	10,3	14	6,0
25	6	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	10,5	5	10	8,0
25	7	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	14,5	3	11	9,0
25	8	Pichirina blanca	<i>Eugenia feijoi</i>	20,8	3	11	10,4
25	9	Atadijo	<i>Trema micranthum</i>	10,5	4,8	7	10,5
25	10	Topa	<i>Ochroma pyramidale</i>	22,4	6,2	10	13,7

Tabla 8. Número de especies por categoría de altura máxima.

Nombre científico	N° ind. por categoría de altura máxima		Total general
	1	2	
<i>Aegiphila integrifolia</i>		1	1
<i>Aegiphila sp.</i>		1	1
<i>Andira multistipula</i>		1	1
<i>Bactris gasipaes</i>		6	6
<i>Calycophyllum spruceanum</i>		2	2
<i>Cecropia distachya</i>		14	14
<i>Cecropia peltata</i>		4	4
<i>Ceiba sp.</i>		1	1
<i>Cestrum sp.</i>		3	3
<i>Cordia hebeclada</i>		1	1
<i>Didymopanax morototoni</i>		1	1
<i>Dipteryx ferrea</i>		5	5
<i>Endlicheria paniculata</i>		3	3
<i>Erythrina poeppigiana</i>		1	1
<i>Eugenia feijoi</i>	2	129	131
<i>Euterpe oleracea</i>		3	3
<i>Ficus anthelmintica</i>		11	11
<i>Ficus maxima</i>		4	4
<i>Ficus sp.</i>		1	1
<i>Guarea kunthiana</i>		1	1
<i>Indeterminado 1</i>		1	1
<i>Indeterminado 3</i>		1	1
<i>Inga edulis</i>		2	2
<i>Inga nobilis</i>		4	4
<i>Machaerium floribundum</i>		1	1
<i>Neea divaricata</i>		6	6
<i>Neea laxa</i>		2	2
<i>Ochroma pyramidale</i>		6	6
<i>Piper aduncum</i>		5	5
<i>Sapium glandulosum</i>	1	6	7
<i>Schizolobium parahyba</i>		3	3
<i>Solanum sp.</i>		1	1
<i>Swietenia macrophylla</i>		4	4
<i>Trema micranthum</i>		2	2
<i>Triplaris americana</i>		3	3
<i>Urera caracasana</i>		6	6
<i>Viola weberbaueri</i>		3	3
Total general	3	249	252

Tabla 9. Número de especies por categoría de DAP.

Nombre científico	N° ind. por clase diamétrica						Total general
	1	2	3	4	5	7	
<i>Aegiphila integrifolia</i>	1						1
<i>Aegiphila sp.</i>	1						1
<i>Andira multistipula</i>	1						1
<i>Bactris gasipaes</i>	6						6
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	2						2
<i>Cecropia distachya</i>	10	2	1	1			14
<i>Cecropia peltata</i>	4						4
<i>Ceiba sp.</i>						1	1
<i>Cestrum sp.</i>	3						3
<i>Cordia hebeclada</i>		1					1
<i>Didymopanax morototoni</i>	1						1
<i>Dipteryx ferrea</i>	4	1					5
<i>Endlicheria paniculata</i>	3						3
<i>Erythrina poeppigiana</i>	1						1
<i>Eugenia feijoi</i>	123	8					131
<i>Euterpe oleracea</i>	2	1					3
<i>Ficus anthelmintica</i>	1	2	2	3	3		11
<i>Ficus maxima</i>	1		1		2		4
<i>Ficus sp.</i>		1					1
<i>Guarea kunthiana</i>	1						1
<i>Indeterminado 1</i>		1					1
<i>Indeterminado 3</i>	1						1
<i>Inga edulis</i>	2						2
<i>Inga nobilis</i>	4						4
<i>Machaerium floribundum</i>	1						1
<i>Neea divaricata</i>	5	1					6
<i>Neea laxa</i>	2						2
<i>Ochroma pyramidale</i>	2	4					6
<i>Piper aduncum</i>	5						5
<i>Sapium glandulosum</i>	7						7
<i>Schizolobium parahyba</i>	3						3
<i>Solanum sp.</i>	1						1
<i>Swietenia macrophylla</i>	3	1					4
<i>Trema micranthum</i>	2						2
<i>Triplaris americana</i>	3						3
<i>Urera caracasana</i>	6						6
<i>Virola weberbaueri</i>		3					3
Total general	212	26	4	4	5	1	252

Tabla 10. Media de los parámetros de copa del bosque secundario de Tulumayo.

Nombre científico	n	Media					
		% C	IC	FC	IEV	MC	Esb.
<i>Aegiphila integrifolia</i>	1	83,30	0,58	1,74	59,00	1,45	40,82
<i>Aegiphila sp.</i>	1	32,00	0,44	2,25	32,30	0,72	44,92
<i>Andira multistipula</i>	1	40,00	0,58	1,73	42,30	0,69	61,07
<i>Bactris gasipaes</i>	6	100,00	2,88	0,48	33,85	0,48	88,40
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	2	49,35	0,79	1,27	49,30	0,63	78,63
<i>Cecropia dystacha</i>	14	39,10	0,42	2,80	52,85	0,95	57,50
<i>Cecropia peltata</i>	4	31,88	0,41	2,99	58,23	0,86	71,37
<i>Ceiba sp.</i>	1	59,00	0,44	2,29	38,00	1,35	28,17
<i>Cestrum sp.</i>	3	43,00	0,35	3,26	61,67	1,38	45,39
<i>Cordia hebeclada</i>	1	7,50	0,06	18,17	54,00	1,36	39,60
<i>Didymopanax morototoni</i>	1	56,50	0,81	1,24	43,00	0,70	61,33
<i>Dipteryx ferrea</i>	5	32,96	0,54	2,13	46,68	0,63	73,66
<i>Endlicheria paniculata</i>	3	38,53	0,31	3,75	66,27	1,27	52,79
<i>Erythrina poeppigiana</i>	1	48,00	0,19	5,20	63,70	2,50	25,51
<i>Eugenia feijoi</i>	131	57,62	0,50	2,31	64,49	1,24	53,86
<i>Euterpe oleracea</i>	3	70,87	0,88	2,50	56,87	0,79	72,87
<i>Ficus anthelmintica</i>	11	54,17	0,52	2,28	42,44	1,20	36,27
<i>Ficus maxima</i>	4	79,08	0,63	1,64	44,85	1,29	35,47
<i>Ficus sp.</i>	1	70,60	0,56	1,79	61,40	1,26	48,57
<i>Guarea kunthiana</i>	1	77,80	0,85	1,18	61,80	0,92	67,36
<i>Indeterminado 1</i>	1	25,00	0,20	5,00	74,60	1,25	59,70
<i>Indeterminado 3</i>	1	80,00	0,69	1,45	62,00	1,16	53,44
<i>Inga edullis</i>	2	58,60	0,40	2,60	70,60	1,54	46,50
<i>Inga nobilis</i>	4	67,15	0,38	2,89	87,00	1,83	47,56
<i>Machaerium floribundum</i>	1	42,30	0,24	4,18	84,00	1,77	47,56
<i>Neea divaricata</i>	6	58,82	0,38	2,97	91,60	1,63	57,82
<i>Neea laxa</i>	2	65,65	0,43	3,10	70,10	1,80	42,46
<i>Ochroma pyramidale</i>	6	52,93	0,49	2,27	60,00	1,12	54,46
<i>Piper aduncum</i>	5	71,70	0,55	1,89	60,60	1,33	45,17
<i>Sapium glandulosum</i>	7	47,03	0,42	3,34	77,86	1,25	69,77
<i>Schizolobium parahyba</i>	3	48,30	0,51	2,05	58,67	0,97	67,55
<i>Solanum sp.</i>	1	63,30	0,72	1,38	50,10	0,87	57,32
<i>Swietenia macrophylla</i>	4	45,23	0,54	2,24	52,33	0,88	59,39
<i>Trema micranthum</i>	2	37,60	0,30	3,70	88,65	1,33	66,95
<i>Triplaris americana</i>	3	50,20	0,76	3,29	51,57	0,68	76,11
<i>Urera caracasana</i>	6	52,25	0,42	4,45	89,20	1,60	57,08
<i>Virola weberbaueri</i>	3	35,07	0,31	3,30	56,33	1,12	50,90

% C=% Copa, IC=Índice de Copa, FC=Forma de Copa, IEV=Índice de Espacio Vital, MC=Manto de Copa y Esb=Esbeltez

Tabla 11. Densidad básica de la madera por especies del bosque secundario de Tulumayo.

Especies	Densidad (ρ) g/cm ³
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D. Jacks.	0,26
<i>Aegiphila</i> sp.	0,26
<i>Andira multistipula</i> Ducke Vel sp. aff.	0,83
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	0,56
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex Schum spruce	0,74
<i>Cecropia distachya</i> Huber	0,43
<i>Cecropia peltata</i> L.	0,44
<i>Ceiba</i> sp.	0,39
<i>Cestrum</i> sp.	0,48
<i>Cordia hebeclada</i> I.M.Johnst. Vel sp. aff.	0,51
<i>Didymopanax morototoni</i> (Aubl.) Decne. & Planch.	0,49
<i>Dipteryx ferrea</i> (Ducke) Ducke	0,87
<i>Endlicheria paniculata</i> (sp.reng.) J.F. Macbr.	0,63
<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F.Cook	0,20
<i>Eugenia feijoi</i> O. Berg Vel sp. aff.	0,86
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	0,44
<i>Ficus anthelmintica</i> Mart.	0,36
<i>Ficus maxima</i> Mill. Vel sp. aff.	0,38
<i>Ficus</i> sp.	0,43
<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	0,60
Indeterminado 1	0,54
Indeterminado 3	0,54
<i>Inga edulis</i> Mart.	0,54
<i>Inga nobilis</i> Willd.	0,56
<i>Machaerium floribundum</i> Benth.	0,80
<i>Neea divaricata</i> Poepp. & Endl. Vel sp. aff.	0,64
<i>Neea laxa</i> Poepp. & Endl. Vel sp. aff.	0,64
<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb. (Cav. ex Lam.) Urb.	0,19
<i>Piper aduncum</i> L.	0,34
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	0,56
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	0,41
<i>Solanum</i> sp.	0,41
<i>Swietenia macrophylla</i> King	0,56
<i>Trema micranthum</i> (L.) Blume	0,42
<i>Triplaris americana</i> L.	0,70
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	0,23
<i>Viola weberbaueri</i> Markgr.	0,45

Tabla 12. Densidad básica de la madera de 10 especies seleccionadas (ramas).

Especies	Peso fresco (g)	Volumen verde (cm ³)	Peso seco (g)	DBM (g/cm ³)
<i>Eugenia feijoi</i>	7	3	2,5	0,83
<i>Triplaris americana</i>	8	4	2,8	0,70
<i>Ficus anthelmintica</i>	58	60	23	0,38
<i>Cecropia dystacha</i>	84	86	38	0,44
<i>Ochroma pyramidale</i>	27	60	10,9	0,18
<i>Sapium glandulosum</i>	37	30	16,9	0,56
<i>Cestrum sp.</i>	35	32	15,5	0,48
<i>Urera caracasana</i>	24	24	5,5	0,23
<i>Neea divaricata</i>	54	42	26,8	0,64
<i>Ficus maxima</i>	59	60	22,6	0,38

Tabla 13. Evaluación de los rasgos funcionales foliares de 10 especies seleccionadas.

Sub Par .	Nº ind.	Nº muestra	Especie	Área foliar (cm ²)	Largo de hoja (cm)	Ancho de hoja (cm)	Grosor de hoja (mm)	Peso fresco de hoja (g)	Peso seco de hoja (g)	Área foliar específica (cm ² /g)	Tamaño foliar (mm ²)
1	2	1	<i>Eugenia feijoi</i>	34,67	10,58	4,58	0,25	0,7	0,2	173,35	0,48
1	2	2	<i>Eugenia feijoi</i>	49,61	14,7	5,57	0,33	0,3	0,28	177,18	0,82
1	2	3	<i>Eugenia feijoi</i>	46	13,8	5,56	0,19	0,3	0,14	328,57	0,77
1	2	4	<i>Eugenia feijoi</i>	43,84	13,9	5,4	0,30	0,6	0,28	156,57	0,75
1	2	5	<i>Eugenia feijoi</i>	44,43	13,3	5,4	0,19	0,4	0,14	317,36	0,72
10	4	1	<i>Triplaris americana</i>	542	41,5	18,3	30	10	3,9	138,97	7,59
10	4	2	<i>Triplaris americana</i>	418	39	17,2	26	9	3,3	126,67	6,71
10	4	3	<i>Triplaris americana</i>	489	39,1	15,8	33	7	3	163,00	6,18
10	4	4	<i>Triplaris americana</i>	510	40,3	16,7	18	9	2,8	182,14	6,73
10	4	5	<i>Triplaris americana</i>	513	38,2	16,8	22	5	2,6	197,31	6,42
10	5	1	<i>Ficus anthelmintica</i>	303	23,5	9,4	36	5	2,3	131,74	2,21
10	5	2	<i>Ficus anthelmintica</i>	272	20,5	9,5	38	5	2,1	129,52	1,95
10	5	3	<i>Ficus anthelmintica</i>	294	26,6	10	24	4	2,1	140,00	2,66
10	5	4	<i>Ficus anthelmintica</i>	265	18,6	8,2	35	5	1,7	155,88	1,53
10	5	5	<i>Ficus anthelmintica</i>	261	19,4	9,1	34	4	1,8	145,00	1,77
2	6	1	<i>Cecropia dystacha</i>	2247,7	52	53	0,28	52	14,7	152,90	27,56
2	6	2	<i>Cecropia dystacha</i>	1820,3	60	59,5	0,34	44	13	140,02	35,70
2	6	3	<i>Cecropia dystacha</i>	2288,28	60	59,5	0,26	59	16,8	136,21	35,70
2	6	4	<i>Cecropia dystacha</i>	1752,42	53,5	52	0,2	48	14,3	122,55	27,82
2	6	5	<i>Cecropia dystacha</i>	1854,96	50,5	53,5	0,28	42	12,7	146,06	27,02
1	10	1	<i>Ochroma pyramidale</i>	1136,93	40	41	0,28	23	7,3	155,74	16,40
1	10	2	<i>Ochroma pyramidale</i>	1459,96	38	41	0,34	26	8	182,50	15,58
1	10	3	<i>Ochroma pyramidale</i>	1434,47	43	41	0,27	26	8,2	174,94	17,63
1	10	4	<i>Ochroma pyramidale</i>	1450,02	39	37,8	0,32	20	7	207,15	14,74
1	10	5	<i>Ochroma pyramidale</i>	1572,68	44	45	0,26	28	8,5	185,02	19,80
10	11	1	<i>Sapium glandulosum</i>	600,2	44	37	0,36	18	8,5	70,61	16,28

10	11	2	<i>Sapium glandulosum</i>	312,35	40,5	34	0,45	10	4,8	65,07	13,77
10	11	3	<i>Sapium glandulosum</i>	831,42	32	27	0,28	11	6,2	134,10	8,64
10	11	4	<i>Sapium glandulosum</i>	560,66	46	33	0,3	20	8,5	65,96	15,18
10	11	5	<i>Sapium glandulosum</i>	367,84	34	32,5	0,23	9	5,2	70,74	11,05
19	4	1	<i>Cestrum sp.</i>	42,49	16	5	0,15	1	0,22	193,14	0,80
19	4	2	<i>Cestrum sp.</i>	48,08	16	5	0,11	1	0,22	218,55	0,80
19	4	3	<i>Cestrum sp.</i>	43,61	15,5	5	0,19	1	0,22	198,23	0,78
19	4	4	<i>Cestrum sp.</i>	49,2	15,5	5	0,2	1	0,22	223,64	0,78
19	4	5	<i>Cestrum sp.</i>	48,49	16,5	5,5	0,14	1	0,22	220,41	0,91
13	14	1	<i>Urera caracasana</i>	293,98	27	18	0,28	5	1,2	244,98	4,86
13	14	2	<i>Urera caracasana</i>	281,21	28	16,5	0,18	4	1	281,21	4,62
13	14	3	<i>Urera caracasana</i>	325,55	30	20	0,25	6	1,9	171,34	6,00
13	14	4	<i>Urera caracasana</i>	316,6	28,5	21	0,22	6	1,9	166,63	5,99
13	14	5	<i>Urera caracasana</i>	320,63	30	22	0,17	6	1,9	168,75	6,60
3	2	1	<i>Neea divaricata</i>	31,57	12	4	0,27	1	0,16	197,31	0,48
3	2	2	<i>Neea divaricata</i>	27,31	10,5	4	0,26	1	0,16	170,69	0,42
3	2	3	<i>Neea divaricata</i>	38,11	13,5	4,5	0,28	1	0,16	238,19	0,61
3	2	4	<i>Neea divaricata</i>	30,07	14	35	0,28	1	0,16	187,94	4,90
3	2	5	<i>Neea divaricata</i>	34,26	15	4	0,26	1	0,16	214,13	0,60
5	7	1	<i>Ficus maxima</i>	108,81	17,5	8,5	0,35	3	1,2	90,68	1,49
5	7	2	<i>Ficus maxima</i>	66,28	15	5,5	0,25	1	0,4	165,70	0,83
5	7	3	<i>Ficus maxima</i>	74,48	15	7,5	0,32	1	0,4	186,20	1,13
5	7	4	<i>Ficus maxima</i>	69,71	14,5	7,5	0,29	1	0,4	174,28	1,09
5	7	5	<i>Ficus maxima</i>	67,65	14	7	0,23	1	0,4	169,13	0,98

ANEXO B:

VERSIÓN N° 2022-002

CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN BOTÁNICA

El que suscribe, Yahn Carlos Soto Shareva con DNI N° 43060838, especialista botánico inscrito a la Dirección de Normalización y Certificación de Laborales, como: **Evaluador de Competencias Laborales de Identificación de Especies Forestales** Competencias, habilitado ante el Ministerio de Trabajo y Promoción de Empleo con **Resolución Directoral N° 24-2021-MTPE/3/19.2**, con código de constancia de evaluador N° **202100034**, deja constancia:

A solicitud del investigador principal Dr. Casiano Aguirre Escalante y colaboradores, se proporciona la identificación botánica que corresponden a los nombres científicos siguientes:

N°	Nombre científico	Familia
01	<i>Cordia hebeclada</i> I.M.Johnst. Vel.sp. aff.	Boraginaceae
02	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Cannabaceae
03	<i>Inga nobilis</i> Willd. subsp. <i>nobilis</i>	Fabaceae
04	<i>Andira multistipula</i> Ducke Vel sp. aff.	Fabaceae
05	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D. Jacks.	Lamiaceae
06	<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D. Jacks.	Lamiaceae
07	<i>Aegiphila</i> sp.	Lamiaceae
08	<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae
09	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr.	Lauraceae
10	<i>Endlicheria paniculata</i> (Spreng.) J.F. Macbr. Vel sp. aff.	Lauraceae
11	<i>Triumfetta</i> sp.	Malvaceae
12	<i>Ficus maxima</i> Mill. Vel sp. aff.	Moraceae
13	<i>Virola weberbaueri</i> Markgr. Vel sp. aff.	Myristicaceae
14	<i>Virola weberbaueri</i> Markgr. Vel sp. aff.	Myristicaceae
15	<i>Neea divaricata</i> Poepp. & Endl. Vel sp. aff.	Nyctaginaceae
16	<i>Neea divaricata</i> Poepp. & Endl. Vel sp. aff.	Nyctaginaceae
17	<i>Neea laxa</i> Poepp. & Endl. Vel sp. aff.	Nyctaginaceae
18	<i>Neea</i> sp.	Nyctaginaceae
19	<i>Triplaris americana</i> L.	Polygonaceae
20	<i>Solanum</i> sp.	Solanaceae

Domicilio: Av. Fernando Westreicher s/n, Mz. "P". Lote 10, Palcazú, Oxapampa, Pasco - Perú.
Teléfono: +51 997 685 208 E-mail: yahnrcarlos_24@yahoo.es

Figura 10. Constancia de identificación de especies forestales (a).

VERSIÓN Nº 2022-002

N°	Nombre científico	Familia
21	<i>Cestrum sp.</i>	Solanaceae
22	<i>Cecropia polystachya</i> Trécul	Urticaceae
23	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	Urticaceae

2

De acuerdo con la información entregada las muestras botánicas corresponden al proyecto de investigación docente titulado: "MANEJO SILVICULTURAL DE *Guadua angustifolia* (CAÑA GUAYAQUIL) PARA LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS EN TULUMAYO – TINGO MARÍA".

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado, para fines que considera conveniente.

Palcazú, 21 de Junio del 2022

Identificado por:


 Ing. Yahm Carlos Soto Shareva
 ESPECIALISTA BOTÁNICO
 REG. CIP N° 192243



Domicilio: Av. Fernando Westreicher s/n, Mz. "P". Lote 10, Palcazú, Oxapampa, Pasco - Perú.
 Teléfono: +51 997 685 208 E-mail: yahncarlos_24@yahoo.es

Figura 11. Constancia de identificación de especies forestales (b).

ANEXO C: ANÁLISIS QUIMICO FOLIAR EN LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



1. DATOS

SOLICITANTE:	APONTE DEL ORLANDO PMAO	MUESTREANDO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE REPORTE:	07/2025
PROVINCIA:	LEÓNCIO PMAO	REGISTRO DE FACTURA:	1940024 - 33181017
DISTRITO:	PUEBLO NUEVO	MUESTRA:	HOJAS
LOCALIDAD:	TILIMAYO	REFERENCIA:	FUNDO UMAS

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

Código	Data	RESULTADOS EN BASE HÚMEDA					RESULTADOS EN BASE SECA									
		Humedad a 100°C (%)	Mezcla Orgánica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn (%)	Fe (%)	Cu (%)	Mn (%)		
E25-0030	HOJAS DE MACARABAL	71.405	26.060	2.536	3.102	0.801	0.454	0.182	0.838	0.286	2.63	30.74	0.10	65.86		
E25-0031	FRONJA	63.643	27.337	31.003	2.184	0.237	1.881	0.223	0.040	0.438	10.42	6.96	0.74	31.83		
E25-0032	PIÑONERA BLANCO	63.262	37.574	2.864	3.317	0.088	0.480	0.043	0.192	0.192	26.81	7.62	4.01	26.32		
E25-0033	TORO	35.758	59.609	4.833	2.240	0.275	0.286	0.072	0.042	0.590	8.55	10.43	0.48	19.42		
E25-0034	GUAYNO NEGRO	44.540	51.461	4.079	1.680	0.300	0.269	0.096	0.052	0.196	11.00	61.59	3.57	330.05		
E25-0035	COT REDONDO	56.114	37.464	6.422	2.576	0.267	1.434	0.258	0.120	1.795	14.52	194.10	8.88	48.64		
E25-0036	HALO LARGO	54.323	41.262	4.435	4.898	0.852	0.888	0.174	0.042	1.812	12.29	108.65	12.82	15.78		
E25-0037	COT REDONDO	48.205	46.407	7.267	1.840	0.249	1.065	0.158	0.045	0.854	15.58	81.88	6.25	114.07		
E25-0038	OTHO	42.789	32.807	4.234	1.726	0.840	0.368	0.377	0.852	1.471	12.78	122.08	0.52	26.14		
E25-0039	MOZA	66.651	27.761	5.558	1.848	0.461	2.478	0.377	0.653	1.259	4.93	7.75	1.13	102.25		

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras muestreadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización expresa del LUISA.

Los Reportes no pueden ser usados como certificación de conformidad con normas de productos o como certificación del estado de control de la entidad que lo produce.



Figura 12. Análisis foliar especial de hojas de 10 especies seleccionadas.

ANEXO D: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 13. Colecta de ramas y hojas de las especies arbóreas seleccionadas.



Figura 14. Medición del grosor foliar con el calibrador digital.



Figura 15. Medición del área foliar con equipo electrónico para tal fin.



Figura 16. Preparación para la medición del volumen verde de la sección de rama.



Figura 17. Medición del volumen verde de la sección de rama de la especie.



Figura 18. Etiquetado de muestras para llevar a la estufa del laboratorio de semillas.



Figura 19. Muestras listas para su traslado a estufa.



Figura 20. Apoyo en la colección y evaluación de los rasgos funcionales foliares.



Figura 21. Retirado de muestras para su evaluación de peso seco.



Figura 22. Preparación de las muestras secas para sus respectivas pesadas.



Figura 23. Pesado en balanza digital de calibración menor a 1 g.



Figura 24. Registro de pesos secos de cada muestra por especie.



Figura 25. Visita conjunta con el asesor de la tesis.



Figura 26. Mediciones de peso fresco de las hojas de cada especie con presencia del asesor.