Revista de Investigación Científica
TAYACAJA
ISSNe: 2617-9156
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo

Composición florística y dinámica arbórea en un bosque premontano tropical de Tingo María, Perú

Floristic composition and tree dynamics in a tropical premontane forest of Tingo María, Peru

Arnold Abel García Namuche[1], David Prudencio Quispe Janampa[1], Warren Rios García[1], José Antonio Dionisio Armas[1], Marco Antonio Dueñas Tuesta[1]

[1] Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú

RESUMEN

El estudio evaluó la composición florística y la dinámica arbórea de la parcela permanente N.° IV del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), Tingo María, Perú, mediante la comparación de censos forestales realizados en 2015 y 2023. Se aplicó la metodología RAINFOR en una parcela de 1 ha subdividida en 25 subparcelas de 20 × 20 m, registrándose todos los individuos con POM ≥ 10 cm. La parcela pasó de 552 a 563 individuos, mantuvo 38 familias y varió de 117 a 116 especies. La tasa anual de mortalidad fue de 0,72 %, mientras que el reclutamiento alcanzó 0,97 %. El área basal aumentó de 30,28 a 40,53 m²/ha, equivalente a un incremento medio anual de 1,28 m²/ha/año y una tasa anual de crecimiento de 3,71 %. A nivel de familias, Siparunaceae y Nyctaginaceae registraron las mayores tasas de mortalidad, mientras que Rubiaceae y Euphorbiaceae destacaron en reclutamiento. En crecimiento porcentual del área basal sobresalieron Melastomataceae y Rubiaceae; por especies, Calycophyllum megistocaulum y Schizocalyx peruvianus presentaron las mayores tasas anuales. Los resultados evidencian un bosque con bajo recambio demográfico, composición florística heterogénea y aumento estructural del área basal durante el periodo intercensal.

Palabras clave: Bosque premontano, composición florística, dinámica arbórea, mortalidad, reclutamiento, área basal.

ABSTRACT

This study evaluated the floristic composition and tree dynamics of permanent plot IV in the Reserved Forest of Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), Tingo María, Peru, by comparing forest censuses conducted in 2015 and 2023. The RAINFOR methodology was applied in a 1-ha plot subdivided into 25 subplots of 20 × 20 m, recording all individuals with POM ≥ 10 cm. The plot increased from 552 to 563 individuals, maintained 38 families, and changed from 117 to 116 species. The annual mortality rate was 0.72%, whereas recruitment reached 0.97%. Basal area increased from 30.28 to 40.53 m²/ha, equivalent to a mean annual increment of 1.28 m²/ha/year and an annual growth rate of 3.71%. At the family level, Siparunaceae and Nyctaginaceae showed the highest mortality rates, while Rubiaceae and Euphorbiaceae stood out in recruitment. Melastomataceae and Rubiaceae showed the highest percentage growth in basal area; at the species level, Calycophyllum megistocaulum and Schizocalyx peruvianus recorded the highest annual growth rates. The results indicate a forest with low demographic turnover, heterogeneous floristic composition and structural gain in basal area during the intercensus period.

Keywords: Premontane forest, floristic composition, tree dynamics, mortality, recruitment, basal area.

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 15-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.241

INTRODUCCIÓN

Los bosques premontanos tropicales de la vertiente oriental andino-amazónica constituyen ecosistemas de alta importancia ecológica por su elevada riqueza arbórea, complejidad estructural y contribución a procesos como la regulación hídrica, el almacenamiento de carbono, la conservación de biodiversidad y la conectividad entre los Andes y la Amazonía. Desde los trabajos clásicos sobre riqueza arbórea en bosques amazónicos, se reconoce que estos ecosistemas albergan una alta diversidad florística y una marcada heterogeneidad espacial (Gentry, 1988). Sin embargo, también se encuentran expuestos a presiones derivadas del cambio de uso del suelo, la extracción selectiva, la fragmentación y otras perturbaciones antrópicas que pueden alterar la composición florística, la estructura diamétrica y la capacidad de regeneración natural del bosque (Palacios, 2009; Aguilar & Reynel, 2011; Buttgenbach et al., 2013).

La composición florística permite comprender la organización ecológica del bosque mediante la identificación de familias y especies dominantes, la riqueza específica y los cambios en la abundancia relativa de los individuos. Esta información resulta fundamental para interpretar la persistencia, sustitución o pérdida de especies a través del tiempo, especialmente en parcelas permanentes donde es posible comparar censos sucesivos. Estudios recientes a escala amazónica han demostrado que la riqueza y diversidad arbórea varían considerablemente entre regiones y responden a factores ambientales, climáticos y biogeográficos, por lo que los análisis locales siguen siendo necesarios para comprender la dinámica real de cada bosque (ter Steege et al., 2023; Cooper et al., 2024).

La dinámica arbórea, por su parte, integra procesos demográficos y estructurales que no pueden ser evaluados adecuadamente mediante inventarios únicos. La mortalidad, el reclutamiento y el crecimiento del área basal son indicadores clave para analizar el recambio poblacional, la regeneración, la acumulación de biomasa y la trayectoria estructural del bosque durante periodos intercensales (Phillips et al., 1994; Lugo & Scatena, 1996; Nebel et al., 2000). En bosques tropicales, estos procesos pueden variar en función de la composición de especies, el tamaño de los árboles, las condiciones ambientales, el grado de perturbación y la historia sucesional del sitio. Por ello, las parcelas permanentes de monitoreo se han consolidado como herramientas fundamentales para evaluar cambios ecológicos de mediano y largo plazo.

En las últimas décadas, el monitoreo de bosques tropicales mediante parcelas permanentes ha permitido comprender patrones de recambio, crecimiento y almacenamiento de carbono a diferentes escalas. En bosques andinos y amazónicos, se ha evidenciado que los cambios en área basal, mortalidad y reclutamiento pueden reflejar tanto procesos naturales de sucesión como respuestas a variaciones climáticas y disturbios ambientales (Báez et al., 2015; Brienen et al., 2015; Esquivel-Muelbert et al., 2019). Más recientemente, se ha señalado que la degradación amazónica, asociada al fuego, los efectos de borde, la extracción y la sequía, puede modificar la estructura y funcionamiento de los bosques tropicales, reforzando la necesidad de contar con información permanente y localmente validada (Lapola et al., 2023).

En el Perú, los estudios de largo plazo sobre composición florística y dinámica arbórea en bosques premontanos todavía son limitados. No obstante, investigaciones desarrolladas en la selva central han demostrado que las parcelas permanentes permiten evaluar cambios en riqueza, abundancia, estructura y regeneración, aportando información útil para el manejo y conservación de los bosques tropicales (Aguilar & Reynel, 2011; Buttgenbach et al., 2013; Giacomotti, 2016; Perales, 2017). En este contexto, el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva representa un escenario relevante para el monitoreo ecológico, debido a su ubicación en Tingo María, su condición de bosque premontano tropical y su importancia como área de investigación, conservación y formación académica.

A pesar de la importancia del BRUNAS, aún existe limitada información publicada sobre la variación temporal de su composición florística y dinámica arbórea en parcelas permanentes. En particular, la comparación de censos realizados en la parcela permanente N.° IV permite evaluar si la estructura y composición del bosque se mantienen, se reorganizan o muestran señales de cambio durante el periodo intercensal. Esta información es relevante para interpretar la dinámica ecológica local y fortalecer la base científica necesaria para la conservación y manejo sostenible de los bosques premontanos de Tingo María.

En consecuencia, el objetivo del presente estudio fue evaluar la composición florística y la dinámica arbórea en una parcela permanente de un bosque premontano tropical de Tingo María, Perú, mediante la comparación de los censos realizados en 2015 y 2023. Específicamente, se analizaron la curva área-especie, la composición por familias y especies, las tasas anuales de mortalidad y reclutamiento, y el crecimiento del área basal por subparcelas, familias y especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

El estudio se realizó en la parcela permanente de monitoreo N.° IV (PPM-IV) del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), ubicado en Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, Perú. La parcela se localiza aproximadamente a 875 m s. n. m., en las coordenadas UTM E 391560 y N 8970320, y comprende una superficie de 1 ha. El sitio corresponde a un bosque de colina alta con pendiente superior al 25 %, clasificado como

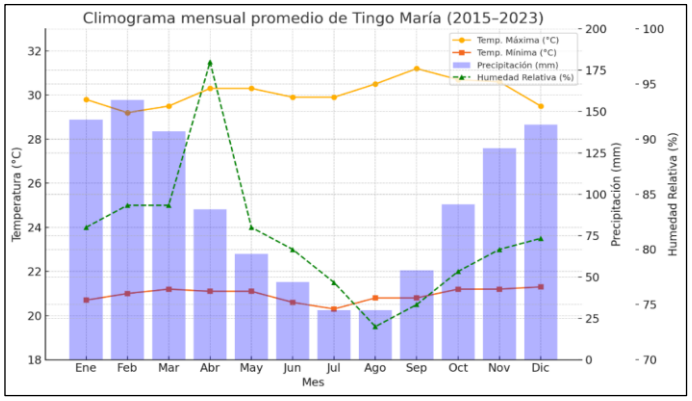
Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 15-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.241

bosque muy húmedo premontano subtropical (bmh-PST).

El área presenta clima cálido y húmedo, con temperatura media mensual entre 20 y 31 °C, humedad relativa entre 73 y 97 % y mayor precipitación entre noviembre y marzo, con valores superiores a 130 mm mensuales. La Figura 1 resume el comportamiento climático promedio utilizado como referencia ambiental para interpretar la dinámica del bosque durante el periodo 2015-2023.

Figura 1

Climograma mensual promedio de Tingo María (2015-2023).



Diseño de investigación y unidad de análisis

La investigación tuvo enfoque cuantitativo, diseño no experimental y carácter longitudinal, debido a que se compararon mediciones de la misma parcela permanente en dos momentos: el censo base de 2015 y la remedición de 2023. La unidad de análisis fue la PPM-IV y, para describir la heterogeneidad interna, se utilizaron 25 subparcelas de 20 × 20 m.

Tabla 1

Categorías de árboles evaluadas y tamaño de muestra

Categoría	Diámetro (cm)	Tamaño (m)	N.° unidades
Fustal	≥ 10 y ≤ 39,9	20 × 20	25
Árbol maduro	≥ 40	20 × 20	25

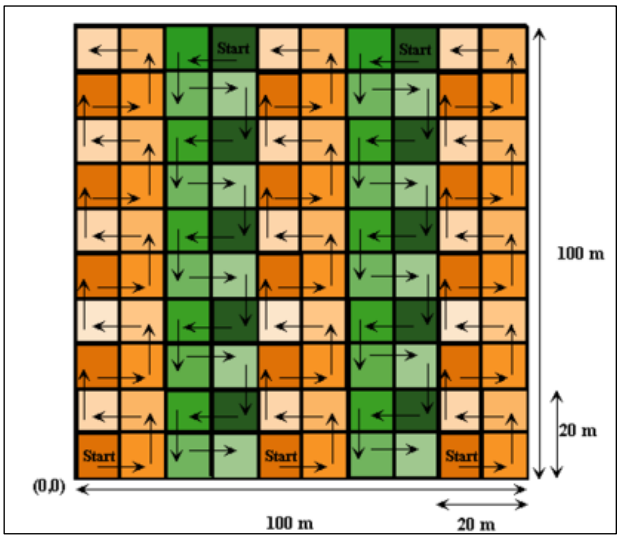
Nota. Categorías según Camacho (2000) y Manta (1998).

Instalación y remedición de la parcela permanente

La PPM-IV fue establecida y remedida siguiendo el protocolo RAINFOR (Phillips et al., 2009). La unidad de 1 ha fue delimitada como una cuadrícula de 100 × 100 m y subdividida en 25 subparcelas de 400 m². Los vértices y límites se marcaron con materiales permanentes, y todos los individuos con POM ≥ 10 cm fueron registrados, codificados y marcados con placas de aluminio para asegurar su seguimiento en censos posteriores. La disposición espacial de la parcela se presenta en la Figura 2.

Figura 2

Diseño y disposición de la parcela permanente de monitoreo según el protocolo RAINFOR.



En cada subparcela se registró la posición espacial de los árboles mediante coordenadas X e Y. El diámetro fue medido en el POM previamente marcado, manteniendo la misma referencia de medición para reducir errores entre censos. Los individuos vivos, muertos y nuevos reclutas fueron registrados en campo. Se consideraron reclutas aquellos individuos que no estuvieron registrados en el censo inicial y alcanzaron el umbral mínimo de POM ≥ 10 cm en 2023; los individuos ausentes, caídos o secos se registraron como muertos cuando correspondían a árboles censados en 2015.

Variables y fórmulas de análisis

Las variables analizadas fueron riqueza acumulada de especies, abundancia relativa por familia y especie, número de individuos vivos, muertos y reclutas, tasa anual de mortalidad, tasa anual de reclutamiento, área basal, incremento medio anual del área basal y tasa anual de crecimiento del área basal. La curva área-especie se elaboró acumulando el número de especies por subparcela y área muestreada. El incremento porcentual de especies entre unidades consecutivas se calculó aplicando la ecuación (1):

$$I_e(\%) = \frac{N.\,\text{sp. actual} - N.\,\text{sp. anterior}}{N.\,\text{especies anterior}}\ x\ 100 \ldots\ldots\ldots (1)$$

La abundancia relativa de familias y especies se calculó con la ecuación (2):

$$Ar = \left(\frac{Ai}{\sum A}\right) \times 100 \ldots\ldots\ldots (2)$$

donde Ar es la abundancia relativa, Ai es el número de individuos del taxón i y ∑A es el total de individuos registrados en la parcela.

La mortalidad y el reclutamiento se calcularon de acuerdo con las ecuaciones (3) y (4) Phillips et al.,1994; Nebel et al.,

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 15-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.241

2000).

$$m = \left(\frac{\ln(\frac{No}{Ns})}{t} \right) \times 100 \ldots\ldots\ldots (3)$$

$$r = \left(\frac{\ln\left(\frac{Nf}{Ns}\right)}{t} \right) \times 100 \ldots\ldots\ldots (4)$$

donde m es la tasa anual de mortalidad, r es la tasa anual de reclutamiento, No es el número de individuos inicialmente inventariados, Ns el número de sobrevivientes, Nm el número de individuos muertos, Nf el número de individuos al final del inventario y t el intervalo intercensal en años.

El área basal individual y la tasa anual de crecimiento del área basal se obtuvieron aplicando la ecuación (5):

$$AB = \frac{\pi \times D^2}{4} \ldots\ldots\ldots (5)$$

$$C = \left((\frac{ABf}{Abi})^{(\frac{1}{t})} - 1 \right) \times 100 \ldots\ldots\ldots (6)$$

donde AB es el área basal, D es el diámetro en el POM, C es la tasa anual de crecimiento del área basal, ABf es la sumatoria del área basal final, ABi la sumatoria del área basal inicial y t el intervalo intercensal.

Los datos fueron organizados en hojas de cálculo, verificando la correspondencia de los códigos individuales entre censos. Posteriormente, se calcularon los indicadores de composición florística, mortalidad, reclutamiento e incremento de área basal por subparcela, familia y especie. Las tablas se presentan con los valores originales del estudio y las figuras resumen los patrones principales observados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Curva área-especie y composición florística

La Tabla 2 muestra que la riqueza acumulada fue elevada en ambos censos. En 2015 se registraron 117 especies al completar la hectárea evaluada, mientras que en 2023 se registraron 116 especies. Aunque la diferencia total fue mínima, el incremento por subparcelas fue mayor en los primeros 2800 m², donde la acumulación de especies superó el 15 % en varias unidades, evidenciando una alta concentración inicial de riqueza y una marcada heterogeneidad florística dentro de la parcela.

Tabla 2

Datos para elaborar la curva área-especie en un periodo intercensal de ocho años

Sub-p	Área (m²)	N.° especies PPM-4 2015	N.° especies PPM-4 2023	Incremento de especies (%) 2015	Incremento de especies (%) 2023
1	400	12	12	-	-
2	800	22	21	83,33	75,00
3	1 200	30	29	36,36	38,10
4	1 600	40	38	33,33	31,03
5	2 000	46	44	15,00	15,79
6	2 400	53	52	15,22	18,18
7	2 800	61	60	15,09	15,38
8	3 200	66	65	8,20	8,33
9	3 600	72	71	9,09	9,23
10	4 000	78	77	8,33	8,45
11	4 400	79	77	1,28	0,00
12	4 800	83	80	5,06	3,90
13	5 200	87	85	4,82	6,25
14	5 600	88	86	1,15	1,18
15	6 000	91	89	3,41	3,49
16	6 400	97	95	6,59	6,74
17	6 800	98	96	1,03	1,05
18	7 200	101	98	3,06	2,08
19	7 600	104	101	2,97	3,06
20	8 000	105	102	0,96	0,99
21	8 400	106	104	0,95	1,96
22	8 800	108	106	1,89	1,92
23	9 200	111	109	2,78	2,83
24	9 600	114	113	2,70	3,67
25	10 000	117	116	2,63	2,65

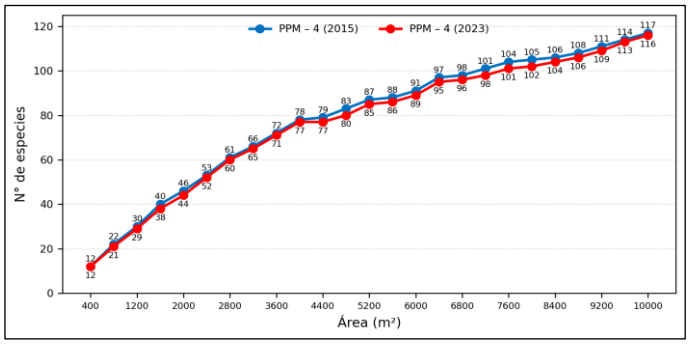
Como se observa en la Figura 3, la curva área-especie mantuvo tendencia ascendente en ambos periodos y no alcanzó una estabilización completa. Este patrón indica que la parcela contiene una composición florística heterogénea, con incorporación progresiva de especies conforme aumenta el área muestreada. A partir de la octava subparcela, el

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 15-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.241

incremento porcentual fue menor al 10 % en la mayoría de unidades, lo que sugiere que la mayor proporción de especies frecuentes fue capturada en los primeros sectores, mientras que las especies adicionales correspondieron probablemente a taxones menos abundantes o de distribución localizada.

Figura 3

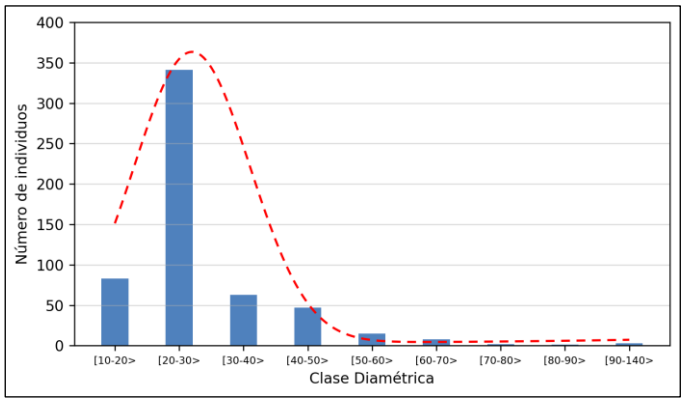
Relación área-especie en ambas mediciones de la PPM-IV del BRUNA.



La distribución diamétrica presentada en la Figura 4 muestra una concentración importante de individuos en clases diamétricas intermedias, especialmente entre 20 y 30 cm. La menor abundancia relativa en la primera clase diamétrica puede estar asociada al umbral de inclusión del inventario (POM ≥ 10 cm), a la competencia en el sotobosque o a limitaciones de reclutamiento hacia clases superiores. La forma de la distribución se aproxima a una curva tipo IV según Young (1998), lo que sugiere una estructura que debe interpretarse junto con las tasas de mortalidad y reclutamiento.

Figura 4

Distribución diamétrica de los individuos arbóreos registrados en la parcela.



La Tabla 3 evidencia que la composición florística general presentó cambios reducidos entre censos: el número de familias se mantuvo en 38 y la riqueza pasó de 117 a 116 especies. No obstante, el número de individuos aumentó de 552 a 563 y el área basal se incrementó de 30,28 a 40,53 m²/ha, lo que indica un aumento estructural del bosque aun cuando la riqueza total se mantuvo prácticamente constante. Este resultado sugiere que el cambio más relevante del periodo no fue florístico, sino estructural, asociado al crecimiento de los individuos sobrevivientes y al ingreso neto de reclutas.

Tabla 3

Características de la diversidad en la población inicial y final

Variable	PPM-4 (2015)	PPM-4 (2023)
Altitud	875	875
Coordenadas UTM	E: 391054; N: 8970740	E: 391560; N: 8970320
N.° de individuos	552	563
N.° de familias	38	38
N.° de especies	117	116
POM promedio (cm)	22,76	27,33
POM máximo (cm)	127,42	131,30
Área basal (m²/ha)	30,28	40,53

Mortalidad y reclutamiento por subparcela, familia y especie

De acuerdo con la Tabla 4, durante el periodo intercensal murieron 30 individuos y se incorporaron 41 reclutas, por lo que la población total aumentó de 552 a 563 árboles. La mortalidad anual fue de 0,72 %, mientras que el reclutamiento anual alcanzó 0,97 %, indicando un balance demográfico ligeramente positivo. La variación entre subparcelas fue marcada: algunas no registraron mortalidad ni reclutamiento, mientras que las subparcelas 16 y 19 concentraron los mayores valores de muerte y reclutamiento, respectivamente, lo que refleja heterogeneidad local en condiciones ambientales, competencia o composición específica.

Tabla 4

Tasa de mortalidad y reclutamiento por subparcelas

Sub-p	Ind. 2015 (No)	Muertos (Nm)	Sobrevivientes (Ns)	Reclutas (Nr)	Ind. 2023 (Nf)	Mortalidad anual (%)	Reclutamiento anual (%)
1	14	0	14	1	15	0,00	0,86
2	21	1	20	2	22	0,61	1,19
3	27	1	26	2	28	0,47	0,93

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 15-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.241

Sub-p	Ind. 2015 (No)	Muertos (Nm)	Sobrevivientes (Ns)	Reclutas (Nr)	Ind. 2023 (Nf)	Mortalidad anual (%)	Reclutamiento anual (%)
4	23	1	22	0	22	0,56	0,00
5	19	3	16	1	17	2,15	0,76
6	24	0	24	0	24	0,00	0,00
7	25	1	24	3	27	0,51	1,47
8	18	1	17	0	17	0,71	0,00
9	19	1	18	1	19	0,68	0,68
10	21	1	20	1	21	0,61	0,61
11	19	2	17	2	19	1,39	1,39
12	18	1	17	2	19	0,71	1,39
13	24	0	24	2	26	0,00	1,00
14	30	0	30	2	32	0,00	0,81
15	18	2	16	1	17	1,47	0,76
16	35	5	30	1	31	1,93	0,41
17	25	1	24	3	27	0,51	1,47
18	17	2	15	2	17	1,56	1,56
19	19	2	17	4	21	1,39	2,64
20	15	1	14	2	16	0,86	1,67
21	28	2	26	0	26	0,93	0,00
22	25	2	23	4	27	1,04	2,00
23	23	0	23	0	23	0,00	0,00
24	24	0	24	2	26	0,00	1,00
25	21	0	21	3	24	0,00	1,67
Total	552	30	522	41	563	0,72	0,97

La Tabla 5 muestra que Euphorbiaceae concentró el mayor número de individuos y también el mayor número absoluto de muertes y reclutas. Sin embargo, las tasas de mortalidad más altas correspondieron a Siparunaceae (8,66 %) y Nyctaginaceae (4,21 %), familias con baja abundancia inicial, por lo que pequeñas pérdidas modifican fuertemente su tasa porcentual. En contraste, Rubiaceae y Euphorbiaceae presentaron las mayores tasas de reclutamiento, lo que sugiere una mayor incorporación de individuos jóvenes o una mejor capacidad de ingreso al umbral de medición durante el periodo evaluado.

Tabla 5

Tasa de mortalidad y reclutamiento por subparcelas

Familia	Ind. 2015	Muertos	Sobrevivientes	Reclutas	Ind. 2023	Mortalidad anual (%)	Reclutamiento anual (%)
Euphorbiaceae	177	9	168	21	189	0,65	1,47
Urticaceae	53	3	50	3	53	0,73	0,73
Moraceae	45	6	39	3	42	1,79	0,93
Myristicaceae	35	1	34	2	36	0,36	0,71
Rubiaceae	35	1	34	5	39	0,36	1,72
Burseraceae	33	1	32	3	35	0,38	1,12
Fabaceae	32	0	32	1	33	0,00	0,38
Malvaceae	19	1	18	2	20	0,68	1,32
Anacardiaceae	14	0	14	0	14	0,00	0,00
Calophyllaceae	10	2	8	0	8	2,79	0,00
Sapotaceae	10	1	9	0	9	1,32	0,00

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 15-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.241

Familia	Ind. 2015	Muertos	Sobrevivientes	Reclutas	Ind. 2023	Mortalidad anual (%)	Reclutamiento anual (%)
Annonaceae	8	0	8	0	8	0,00	0,00
Clusiaceae	8	1	7	0	7	1,67	0,00
Lauraceae	8	0	8	0	8	0,00	0,00
Nyctaginaceae	7	2	5	0	5	4,21	0,00
Salicaceae	7	0	7	0	7	0,00	0,00
Vochysaceae	6	0	6	0	6	0,00	0,00
Lecythidaceae	5	0	5	0	5	0,00	0,00
Melastomataceae	5	0	5	0	5	0,00	0,00
Siparunaceae	4	2	2	0	2	8,66	0,00

A nivel de especies, la Tabla 6 indica que Senefeldera inclinata fue la especie con mayor abundancia y con el mayor número absoluto de muertes; no obstante, su tasa anual de mortalidad fue baja (0,58 %) debido a su alta población inicial. La mayor tasa porcentual se registró en Neea divaricata (5,07 %), seguida de Marila tomentosa (3,14 %). En reclutamiento, Batocarpus orinocensis y Hevea guianensis destacaron con tasas de 2,79 % y 2,51 %, respectivamente, lo que evidencia diferencias específicas en la incorporación de nuevos individuos al estrato arbóreo medido.

Tabla 6

Tasa de mortalidad y reclutamiento de las especies más

Especie	Ind. 2015	Muertos	Sobrevivientes	Reclutas	Ind. 2023	Mortalidad anual (%)	Reclutamiento anual (%)
Senefeldera inclinata	154	7	147	0	147	0,58	0
Pourouma minor	25	0	25	0	25	0	0
Otoba parvifolia	17	0	17	0	17	0	0
Cecropia sciadophylla	15	1	14	0	14	0,86	0
Schizocalyx peruvianus	15	0	15	0	15	0	0
Dacryodes nitens	12	1	11	0	11	1,09	0
Tapirira guianensis	12	0	12	0	12	0	0
Hevea guianensis	11	2	9	2	11	2,51	2,51
Psychotria levis	11	1	10	0	10	1,19	0
Theobroma subincanum	11	1	10	0	10	1,19	0
Pseudolmedia laevis	10	1	9	0	9	1,32	0
Marila tomentosa	9	2	7	0	7	3,14	0
Batocarpus orinocensis	9	1	8	2	10	1,47	2,79
Symphonia globulifera	8	1	7	0	7	1,67	0
Virola pavonis	8	1	7	0	7	1,67	0
Guatteria guentheri	8	0	8	0	8	0	0
Pterocarpus rohrii	7	0	7	0	7	0	0
Neea divaricata	6	2	4	0	4	5,07	0
Cecropia engleriana	6	1	5	1	6	2,28	2,28
Calycophyllum megistocaulum	6	0	6	1	7	0	1,93

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 15-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.241

Crecimiento del área basal por subparcela, familia y especie

La Tabla 7 evidencia un aumento general del área basal en la parcela, de 30,28 m²/ha en 2015 a 40,53 m²/ha en 2023. Este incremento total de 10,25 m² equivale a 1,28 m²/ha/año y a una tasa anual de crecimiento de 3,71 %. Aunque todas las subparcelas mostraron ganancia de área basal, los incrementos fueron desiguales, destacando las subparcelas 14, 3, 13 y 24 por su mayor ganancia absoluta, mientras que la subparcela 20 presentó la mayor tasa porcentual debido a su baja área basal inicial.

Tabla 7

Incremento y tasa anual de crecimiento del área basal por subparcelas

Sub-p	Área basal 2015 (m²)	Área basal 2023 (m²)	Incremento AB (m²)	Incremento medio anual (m²/ha/año)	Tasa anual de crecimiento (%)
1	2,1993	2,554	0,35	0,04	1,89
2	1,0534	1,472	0,42	0,05	4,27
3	1,7488	2,316	0,57	0,07	3,58
4	1,0786	1,512	0,43	0,05	4,31
5	0,7566	0,998	0,24	0,03	3,52
6	1,0116	1,464	0,45	0,06	4,73
7	1,0788	1,595	0,52	0,06	5,01
8	1,6909	2,002	0,31	0,04	2,14
9	1,1324	1,496	0,36	0,05	3,55
10	0,7538	1,147	0,39	0,05	5,39
11	2,2269	2,547	0,32	0,04	1,70
12	0,7980	1,074	0,28	0,03	3,78
13	1,1528	1,700	0,55	0,07	4,97
14	1,5918	2,217	0,62	0,08	4,23
15	0,8364	1,164	0,33	0,04	4,22
16	1,3822	1,844	0,46	0,06	3,67
17	0,8173	1,264	0,45	0,06	5,60
18	0,6460	0,866	0,22	0,03	3,74
19	1,1879	1,519	0,33	0,04	3,12
20	0,4448	0,731	0,29	0,04	6,40
21	1,0353	1,509	0,47	0,06	4,83
22	0,9272	1,316	0,39	0,05	4,48
23	1,3702	1,843	0,47	0,06	3,78
24	2,2573	2,817	0,56	0,07	2,81
25	1,1061	1,565	0,46	0,06	4,44
Total	30,2845	40,534	10,25	1,28	3,71

Según la Tabla 8, Euphorbiaceae aportó el mayor incremento absoluto de área basal (3,07 m²), seguida por Urticaceae y Myristicaceae. En términos porcentuales, Melastomataceae (9,97 %), Rubiaceae (7,98 %) y Lecythidaceae (6,92 %) registraron las mayores tasas anuales de crecimiento, aunque sus valores absolutos fueron menores. Esta diferencia entre crecimiento absoluto y porcentual confirma que la interpretación del área basal debe considerar simultáneamente el tamaño inicial de la familia y su contribución estructural final.

Tabla 8

Incremento y tasa anual de crecimiento del área basal de las familias más abundantes

Familia	AB 2015 (m²)	AB 2023 (m²)	Incremento AB (m²)	IMA (m²/ha/año)	Crecimiento anual (%)
Euphorbiaceae	5,1307	8,1972	3,07	0,38	6,03
Urticaceae	3,7832	4,7992	1,02	0,13	3,02
Moraceae	2,1387	2,6333	0,49	0,06	2,63
Rubiaceae	0,9090	1,6806	0,77	0,10	7,98
Myristicaceae	3,4215	4,2734	0,85	0,11	2,82
Burseraceae	2,2465	2,9170	0,67	0,08	3,32
Fabaceae	4,2850	5,0397	0,75	0,09	2,05
Malvaceae	1,3699	1,7520	0,38	0,05	3,12
Anacardiaceae	0,7092	0,9925	0,28	0,04	4,29

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 15-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.241

Familia	AB 2015 (m²)	AB 2023 (m²)	Incremento AB (m²)	IMA (m²/ha/año)	Crecimiento anual (%)
Sapotaceae	0,3929	0,4676	0,07	0,01	2,20
Calophyllaceae	0,6512	0,7441	0,09	0,01	1,68
Clusiaceae	0,2126	0,3470	0,13	0,02	6,32
Lauraceae	0,2947	0,4604	0,17	0,02	5,73
Annonaceae	1,0466	1,2515	0,20	0,03	2,26
Salicaceae	0,3033	0,4287	0,13	0,02	4,42
Nyctaginaceae	0,3506	0,4493	0,10	0,01	3,15
Vochysaceae	0,6951	0,8356	0,14	0,02	2,33
Melastomataceae	0,0991	0,2119	0,11	0,01	9,97
Lecythidaceae	0,1226	0,2094	0,09	0,01	6,92
Siparunaceae	0,0439	0,0731	0,03	0,00	6,57
Total	28,2063	37,7635	9,56	1,19	3,71

La Tabla 9 muestra que *Senefeldera inclinata* fue la especie con mayor incremento absoluto de área basal (2,6035 m²), lo cual se relaciona con su alta abundancia y dominancia estructural dentro de la parcela. Sin embargo, las mayores tasas porcentuales de crecimiento correspondieron a *Calycophyllum megistocaulum* (12,44 %) y *Schizocalyx peruvianus* (11,49 %). Este contraste indica que algunas especies poco abundantes pueden mostrar alta velocidad relativa de crecimiento, mientras que las especies dominantes explican una mayor proporción de la ganancia estructural total.

Tabla 9

Incremento y tasa anual de crecimiento del área basal de las especies más abundantes

Especie	AB 2015 (m²)	AB 2023 (m²)	Incremento AB (m²)	IMA (m²/ha/año)	Crecimiento anual (%)
Senefeldera inclinata	3,5648	6,1683	2,6035	0,33	7,09
Pourouma minor	2,0256	2,5729	0,5473	0,07	3,03
Otoba parvifolia	1,2104	1,6684	0,4580	0,06	4,09
Schizocalyx peruvianus	0,2591	0,6186	0,3595	0,04	11,49
Cecropia sciadophylla	1,0308	1,2833	0,2524	0,03	2,78
Tapirira guianensis	0,6612	0,9119	0,2507	0,03	4,10
Theobroma subincanum	0,3804	0,5652	0,1848	0,02	5,07
Dacryodes nitens	1,4278	1,6768	0,2490	0,03	2,03
Hevea guianensis	1,1048	1,3422	0,2374	0,03	2,46
Psychotria levis	0,2274	0,3917	0,1643	0,02	7,03
Batocarpus orinocensis	0,2668	0,3704	0,1036	0,01	4,19
Pseudolmedia laevis	0,6240	0,7135	0,0895	0,01	1,69
Guatteria guentheri	1,0466	1,2515	0,2050	0,03	2,26
Calycophyllum megistocaulum	0,0972	0,2485	0,1512	0,02	12,44
Marila tomentosa	0,4926	0,5568	0,0642	0,01	1,54
Pterocarpus rohrii	0,3731	0,5215	0,1484	0,02	4,27
Symphonia globulifera	0,2126	0,3470	0,1345	0,02	6,32
Virola pavonis	0,5895	0,7094	0,1199	0,01	2,34
Cecropia engleriana	0,1235	0,2096	0,0861	0,01	6,83
Osteophloeum platyspermum	1,4025	1,5959	0,1935	0,02	1,63
Total	17,1207	23,7237	6,6030	0,83	4,16

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 15-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.241

DISCUSIONES

Los resultados muestran que la parcela permanente N.° IV del BRUNAS mantiene una alta riqueza florística y una composición arbórea relativamente continua durante el periodo intercensal. La riqueza pasó de 117 especies en 2015 a 116 especies en 2023, mientras que el número de familias se mantuvo en 38 y la abundancia total aumentó de 552 a 563 individuos. Esta variación reducida sugiere que el bosque no presentó una pérdida marcada de riqueza, aunque sí existieron cambios demográficos y estructurales internos. Este comportamiento es coherente con lo señalado por Gentry (1988) sobre la alta diversidad de los bosques amazónicos y con estudios regionales de parcelas permanentes en la selva central peruana, donde los bosques premontanos muestran alta diversidad, pero con variaciones poblacionales entre censos (Aguilar & Reynel, 2011; Buttgenbach et al., 2013; Giacomotti, 2016; Perales, 2017).

La curva área-especie no alcanzó una estabilización completa, lo que evidencia heterogeneidad florística dentro de la hectárea evaluada. Según la Tabla 5 y la Figura 5, el número de especies continuó aumentando conforme se incrementó el área muestreada, aunque con incrementos menores hacia las últimas subparcelas. Este patrón puede estar relacionado con la topografía de colina alta, la distribución espacial de claros, la composición de especies y las condiciones microambientales del BRUNAS. A escala amazónica, ter Steege et al. (2023) también señalan que la riqueza y diversidad arbórea presentan alta variabilidad espacial, por lo que los estudios locales mediante parcelas permanentes son necesarios para interpretar la dinámica real de cada bosque.

La composición florística estuvo dominada por familias como Euphorbiaceae, Urticaceae, Moraceae, Rubiaceae, Myristicaceae y Burseraceae, y por especies como Senefeldera inclinata, Pourouma minor, Otoba parvifolia, Cecropia sciadophylla, Schizocalyx peruvianus y Dacryodes nitens. La permanencia de estos taxones entre censos sugiere continuidad florística en los componentes dominantes del bosque. Este patrón coincide con Cooper et al. (2024), quienes indican que en bosques tropicales una proporción reducida de especies puede concentrar gran parte de los individuos y sostener la estructura de la comunidad.

La distribución diamétrica observada en la Figura 6 muestra que la clase de 20–30 cm concentró mayor número de individuos que la clase inicial de 10–20 cm. Este comportamiento difiere de una distribución típica en "J invertida", esperada en bosques con regeneración continua. De acuerdo con Young (1998), una menor representación en clases diamétricas bajas puede indicar bajo reclutamiento hacia el estrato medible o una tendencia a la disminución poblacional. Sin embargo, en este estudio el reclutamiento fue ligeramente superior a la mortalidad, por lo que la estructura diamétrica debe interpretarse con prudencia, considerando posibles efectos de competencia, sombra del dosel y dinámica propia de un bosque premontano maduro.

La mortalidad anual fue de 0,72 %, correspondiente a 30 individuos muertos durante ocho años. Este valor se ubica por debajo del rango de 1 % a 3 % reportado por Nebel et al. (2000) para bosques tropicales y se aproxima a las tasas bajas registradas por Londoño y Jiménez (1999) en bosques húmedos de Colombia. Además, según Lugo y Scatena (1996), tasas menores al 5 % anual corresponden a mortalidad de trasfondo, asociada a procesos naturales como competencia, senescencia, caída aislada de árboles o disturbios locales. En ese sentido, la mortalidad registrada en la PPM-IV no evidencia eventos catastróficos, sino una dinámica de pérdida moderada de individuos.

El reclutamiento anual fue de 0,97 %, con 41 individuos incorporados al umbral de medición, generando un balance demográfico positivo de 11 individuos entre 2015 y 2023. No obstante, este valor fue menor que el reportado por Aguilar y Reynel (2011) en un bosque montano nublado de la selva central y por Buttgenbach et al. (2013) en un bosque premontano de Chanchamayo. Esta diferencia sugiere que el BRUNAS presentó una dinámica demográfica más lenta, posiblemente asociada a la estructura del dosel, la competencia por luz y la menor incorporación de individuos jóvenes al POM ≥ 10 cm. Ordoñez et al. (2024) destacan que el análisis conjunto de mortalidad y reclutamiento es fundamental para interpretar la recuperación estructural y el recambio de biomasa en bosques tropicales de montaña.

A nivel de familias, Euphorbiaceae concentró el mayor número de individuos, muertes y reclutas, lo cual se relaciona con su alta abundancia dentro de la parcela. En cambio, Siparunaceae y Nyctaginaceae presentaron las tasas proporcionales más elevadas de mortalidad; sin embargo, estos valores deben interpretarse con cautela, debido a que corresponden a familias con pocos individuos, donde la muerte de uno o dos árboles puede elevar considerablemente la tasa porcentual. Aleixo et al. (2019) señalan que la mortalidad arbórea puede depender tanto de factores climáticos como de rasgos funcionales de las especies, lo que refuerza la necesidad de evaluar la dinámica por grupos taxonómicos y no solo a nivel general.

El crecimiento del área basal fue el cambio estructural más evidente del estudio. Según la Tabla 9, el área basal aumentó de 30,28 m²/ha en 2015 a 40,53 m²/ha en 2023, con un incremento medio anual de 1,28 m²/ha/año y una tasa anual de crecimiento de 3,71 %. Este valor supera los incrementos reportados por Aguilar y Reynel (2011) y Buttgenbach et al. (2013) para bosques de la selva central, así como el rango indicado por Nebel et al. (2000) para bosques húmedos neotropicales. Este resultado sugiere que el crecimiento diamétrico de los árboles sobrevivientes tuvo mayor peso que la pérdida de individuos por mortalidad, generando una acumulación estructural del bosque.

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 15-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.241

La ganancia de área basal no fue uniforme entre familias ni especies. Euphorbiaceae, Urticaceae y Myristicaceae presentaron los mayores incrementos absolutos, mientras que Melastomataceae, Rubiaceae y Lecythidaceae destacaron por sus tasas porcentuales de crecimiento. A nivel específico, Senefeldera inclinata tuvo el mayor incremento absoluto de área basal, confirmando su importancia estructural, mientras que Calycophyllum megistocaulum y Schizocalyx peruvianus registraron las mayores tasas porcentuales. Este contraste indica que algunas especies sostienen la estructura actual del bosque, mientras que otras contribuyen de forma importante al cambio proporcional del área basal.

En conjunto, la PPM-IV del BRUNAS muestra una dinámica caracterizada por alta riqueza florística, continuidad relativa de especies dominantes, baja mortalidad, reclutamiento ligeramente superior y aumento importante del área basal. Sin embargo, la ausencia de estabilización completa de la curva área-especie, la menor abundancia en la clase diamétrica inicial y la variabilidad entre familias y especies indican que el bosque no debe describirse como totalmente estable, sino como un sistema con continuidad florística y cambios estructurales moderados. Esta interpretación es coherente con estudios recientes que advierten cambios en la composición y estructura de bosques amazónicos frente a la degradación, el clima y las perturbaciones ambientales (Esquivel-Muelbert et al., 2019; Lapola et al., 2023). Por ello, la continuidad del monitoreo en el BRUNAS es clave para determinar si el balance demográfico positivo y el incremento del área basal representan una tendencia sostenida o una condición temporal del periodo 2015–2023

CONCLUSIONES

La parcela permanente N.° IV del BRUNAS presentó alta riqueza florística y cambios reducidos en composición general entre 2015 y 2023, con 38 familias en ambos censos y una variación de 117 a 116 especies. La curva área-especie mantuvo tendencia ascendente, lo que evidencia heterogeneidad florística dentro de la hectárea evaluada.

La dinámica demográfica mostró una mortalidad anual de 0,72 % y un reclutamiento anual de 0,97 %, indicando un balance poblacional ligeramente positivo. Las tasas variaron entre subparcelas, familias y especies, destacando Siparunaceae y Nyctaginaceae por mortalidad relativa, y Rubiaceae, Euphorbiaceae, Batocarpus orinocensis y Hevea guianensis por reclutamiento.

El área basal aumentó de 30,28 a 40,53 m²/ha, con un incremento medio anual de 1,28 m²/ha/año y una tasa anual de crecimiento de 3,71 %. Este incremento confirma una ganancia estructural del bosque durante el periodo intercensal. Por ello, la composición florística y la dinámica arbórea deben analizarse de manera integrada para comprender la trayectoria ecológica del bosque premontano tropical de Tingo María.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, M., & Reynel, C. (2011). Dinámica forestal y regeneración en un bosque montano nublado de la selva central del Perú (Localización Puyu Sacha, Valle de Chanchamayo, Dp. de Junín, 2100 msnm). Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina. https://www.aprodes.org/pdf/dinamica_bosque_montano.pdf

Aleixo, I., Norris, D., Hemerik, L., Barbosa, A., Prata, E., Costa, F., & Poorter, L. (2019). Amazonian rainforest tree mortality driven by climate and functional traits. Nature Climate Change, 9, 384–388. https://doi.org/10.1038/s41558-019-0458-0

Báez, S., Malizia, A., Carilla, J., Blundo, C., Aguilar, M., Aguirre, N., Aguirre, Z., Álvarez, E., Cuesta, F., Duque, A., Farfán-Ríos, W., García-Cabrera, K., Grau, R., Homeier, J., Linares-Palomino, R., Malizia, L. R., Melo, O., Osinaga, O., Phillips, O. L., … Feeley, K. J. (2015). Large-scale patterns of turnover and basal area change in Andean forests. PLOS ONE, 10(5), e0126594. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126594

Brienen, R. J. W., Phillips, O. L., Feldpausch, T. R., Gloor, E., Baker, T. R., Lloyd, J., Lopez-Gonzalez, G., Monteagudo-Mendoza, A., Malhi, Y., Lewis, S. L., Vásquez Martinez, R., Alexiades, M., Álvarez-Dávila, E., Alvarez-Loayza, P., Andrade, A., Aragão, L. E. O. C., Araujo-Murakami, A., Arets, E. J. M. M., Arroyo, L., … Zagt, R. J. (2015). Long-term decline of the Amazon carbon sink. Nature, 519, 344–348. https://doi.org/10.1038/nature14283

Buttgenbach, H., Vargas, C., & Reynel, C. (2013). Dinámica forestal en un bosque premontano del Valle de Chanchamayo (Dpto. de Junín, 1200 msnm). Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina.

Camacho, M. (2000). Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical: Guía para el establecimiento y medición (Manual Técnico N.° 42). CATIE.

Castillo, C. A. (2015). Ecuaciones alométricas para estimar biomasa, carbono aéreo almacenado y dióxido de carbono capturado en pino chuncho (Schizolobium parahyba) en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].

Cooper, D. L. M., Lewis, S. L., Sullivan, M. J. P., Prado, P. I., ter Steege, H., Barbier, N., Slik, F., Sonké, B.,

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 15-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.241

Ewango, C. E. N., Adu-Bredu, S., Affum-Baffoe, K., de Aguiar, D. P. P., Ahuite Reategui, M. A., Aiba, S.-I., Albuquerque, B. W., de Almeida Matos, F. D., Alonso, A., Amani, C. A., do Amaral, D. D., … Zent, S. (2024). Consistent patterns of common species across tropical tree communities. Nature, 625, 728–734. https://doi.org/10.1038/s41586-023-06820-z

Esquivel-Muelbert, A., Baker, T. R., Dexter, K. G., Lewis, S. L., Brienen, R. J. W., Feldpausch, T. R., Lloyd, J., Monteagudo-Mendoza, A., Arroyo, L., Álvarez-Dávila, E., Higuchi, N., Marimon, B. S., Marimon-Junior, B. H., Silveira, M., Vilanova, E., Gloor, E., Malhi, Y., Chave, J., Barlow, J., … Phillips, O. L. (2019). Compositional response of Amazon forests to climate change. Global Change Biology, 25(1), 39–56. https://doi.org/10.1111/gcb.14413

Gentry, A. H. (1988). Tree species richness of upper Amazonian forests. Proceedings of the National Academy of Sciences, 85(1), 156–159. https://doi.org/10.1073/pnas.85.1.156

Giacomotti, J. (2016). Evaluación de la dinámica forestal en un área de bosque secundario tardío en el fundo La Génova, Chanchamayo [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

Lapola, D. M., Pinho, P., Barlow, J., Aragão, L. E. O. C., Berenguer, E., Carmenta, R., Liddy, H. M., Seixas, H., Silva, C. V. J., Silva-Junior, C. H. L., Alencar, A. C., Anderson, L. O., Armenteras, D., Brovkin, V., Calders, K., Chambers, J., Chini, L., Costa, M. H., Faria, B. L., … Walker, W. S. (2023). The drivers and impacts of Amazon forest degradation. Science, 379(6630), eabp8622. https://doi.org/10.1126/science.abp8622

Londoño, C., & Jiménez, E. (1999). Efecto del tiempo entre los censos sobre la estimación de las tasas anuales de mortalidad y de reclutamiento de árboles. Crónica Forestal y del Medio Ambiente, 14(1), 34–44.

Weatherspark, A. E., & Scatena, F. N. (1996). Background and catastrophic tree mortality in tropical moist, wet, and rain forests. Biotropica, 28(4), 585–599. https://doi.org/10.2307/2389050

Manta, M. I. (1998). Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente atlántica de Costa Rica [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4477

Nebel, G., Kvist, L. P., Vanclay, J. K., & Vidaurre, H. (2000). Dinámica de los bosques de la llanura aluvial inundable de la Amazonía peruana: Efectos de las perturbaciones e implicancias para su manejo y conservación. Folia Amazónica, 11(1–2), 65–97.

Ordoñez, J. C., Pinto, E., Bernardi, A., & Cuesta, F. (2024). Tree mortality and recruitment in secondary Andean tropical mountain forests along a 3000 m elevation gradient. PLOS ONE, 19(3), e0300114. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300114

Palacios, R. (2009). Estudios de bosques montanos y premontanos en la Selva Central del Perú. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina.

Perales, C. (2017). Dinámica forestal en un área de bosque húmedo premontano, Fundo Santa Teresa, distrito de Río Negro, región Junín [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2611f998-7836-4f2e-82d0-b2eb45b96a03/content

Phillips, O. L., Hall, P., Gentry, A. H., Sawyer, S. A., & Vásquez, R. (1994). Dynamics and species richness of tropical rain forests. Proceedings of the National Academy of Sciences, 91(7), 2805–2809. https://doi.org/10.1073/pnas.91.7.2805

Phillips, O. L., Baker, T. R., Feldpausch, T. R., & Brienen, R. J. W. (2009). Manual de campo para la remedición y establecimiento de parcelas. RAINFOR.

Quispe, D. P. (2016). Análisis comparativo de la diversidad en bosque de colina baja y colina alta en Tingo María, Perú [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva].

ter Steege, H., Pitman, N. C. A., do Amaral, I. L., de Souza Coelho, L., de Almeida Matos, F. D., de Andrade Lima Filho, D., Salomão, R. P., Wittmann, F., Castilho, C. V., Guevara, J. E., Veiga Carim, M. D. J., Phillips, O. L., Magnusson, W. E., Sabatier, D., Revilla, J. D. C., Molino, J.-F., Irume, M. V., Martins, M. P., da Silva Guimarães, J. R., … Melgaço, K. (2023). Mapping density, diversity and species-richness of the Amazon tree flora. Communications Biology, 6, 1130. https://doi.org/10.1038/s42003-023-05514-6

WeatherSpark. (s. f.). El clima promedio en Tingo María, Perú. https://es.weatherspark.com/y/97419/Clima-promedio-en-Tingo-Mar%C3%ADa-Per%C3%BA

Young, K. R. (1998). Composition and structure of a timberline forest in north-central Peru. In F. Dallmeier & J. A. Comiskey (Eds.), Forest biodiversity in North, Central and South America, and the Caribbean: Research and monitoring (Vol. 21, pp. 595–608). UNESCO.

Volumen 8, Número 1, julio - diciembre, 2026 - Recibido: 15-08-2026, Aceptado: 02-09-2026
https://doi.org/10.46908/tayacaja.v8i1.241