


## Análisis de la regeneración natural en cuatro parcelas de medición de un bosque reservado tropical de Tingo María

Analysis of natural regeneration in four measurement plots of a tropical reserved forest of Tingo María

Jairo Edson Gutiérrez Collao 

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

Raúl Enrique Gutiérrez García 

Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú

Ingrid Polet Chávez Merino 

Universidad César Vallejo, Perú

Kristhy Victoria Gutiérrez Collao 

Universidad Peruana Los Andes, Perú

Evelyn Ruth Palomino Santos 

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

### RESUMEN

El objetivo de la investigación fue conocer la dinámica del bosque reservado de Tingo María, a través del análisis de las condiciones de incremento, mortandad y reclutamiento; así como de las condiciones silviculturales (iluminación y forma de las copas, calidad de fuste e infestación de lianas), con el fin de efectuar el manejo sostenible de dicho bosque. Se instalaron cuatro parcelas permanentes de medición, de 1 ha cada una, divididas en subparcelas de evaluación de categorías de regeneración natural, tales como brinzales, latizales bajos, latizales altos y fustales. Los resultados reportaron un total de 1487 individuos en las cuatro PPM, de los cuales, 761 individuos fueron de la categoría fustal. Los mayores porcentajes de incremento medio anual, mortandad y reclutamiento se registraron en la categoría brinzal, con valores de 2,2, 6,6 y 23,7%, respectivamente. Asimismo, los individuos en su mayoría se encuentran libres de lianas, reportando fustes bien rectos y cilíndricos, forma de copa tolerable, pero, deficiente iluminación de copa. En conclusión, el bosque reservado requiere de un manejo silvicultural que permita mejorar la forma de la copa y su iluminación, para favorecer el crecimiento adecuado de los individuos de la regeneración natural.

**Palabras clave:** Brinzales, latizales bajos, latizales altos, fustales, regeneración natural.

### ABSTRACT

The objective of the research was to know the dynamics of the reserved forest of Tingo María, through the analysis of the conditions of increase, mortality and recruitment; as well as the silvicultural conditions (lighting and shape of the canopy, stem quality and lianas infestation), in order to carry out the sustainable management of this forest. Four permanent measurement plots of 1 ha each were installed, divided into sub-plots for the evaluation of natural regeneration categories, such as saplings, low saplings, high saplings and stems. The results reported a total of 1487 individuals in the four PPMs, of which 761 individuals were in the stem category. The highest percentages of average annual increase, mortality and recruitment were recorded in the jumping category, with values of 2.2, 6.6 and 23.7%, respectively. Likewise, most individuals are free of lianas, reporting very straight and cylindrical stems, tolerable crown shape, but deficient crown lighting. In conclusion, the reserved forest requires silvicultural management to

improve the shape of the canopy and its lighting, in order to favor the adequate growth of the individuals of natural regeneration.

**Keywords:** *Saplings, low poles, tall poles, stems, natural regeneration.*

## INTRODUCCIÓN

Los bosques se encuentran en todas las regiones con capacidad de permitir el crecimiento de los individuos arbóreos, conteniendo a veces muchas especies de individuos arbóreo en el interior de un área pequeña o relativamente pocas especies en grandes áreas (Peñaherrera, 2019). Entre los bosques con mayor diversidad biológica en el mundo están los bosques tropicales húmedos (Cedeño, 2021). En los bosques tropicales húmedos, los niveles de temperatura, precipitación, humedad y luz se mantienen constantes en todo el año (Romero, 2021); además, registran un alto grado de complejidad en los procesos ecosistémicos, lo que les permite tener un potencial alto para brindar servicios ecológicos a las sociedades (Romero, 2020).

La regeneración natural es un proceso ecológico muy importante para renovar las masas boscosas en el transcurso del tiempo (Ramírez y Lozano, 2024), pues permiten recuperar la composición y estructura de la masa boscosa (Chadzon y Uriarte, 2016), al concatenar una serie de periodos desde el establecimiento de plántulas, su reclutamiento y postrero desarrollo como individuos adultos que son dominantes (Schlegel et al., 2022). Comprende la base de evolución y perpetuidad de las especies maderables existentes lo que rige el ciclo de vida de los ecosistemas siendo fundamentales para una generación positiva (Tigrero, 2019). Asimismo, es imprescindible para elaborar planes de manejo forestal, por el cual, es necesario recopilar datos de un rodal y de la superficie (Rosas, 2022).

El mantenimiento de la regeneración natural contempla una de las bases importantes del manejo sostenible de los bosques tropicales; el cual requiere que las especies forestales que son aprovechadas se puedan regenerar naturalmente con el fin de mantener in situ a sus poblaciones (biodiversidad) y perpetuar la productividad de las masas boscosas, a través del ciclo perenne de procesos ecológicos (polinización, desarrollo de semillas, germinación y establecimiento de plántulas) (Muñoz, 2017; Sornoza, 2019; Rosas, 2022; y Verdesoto, 2022); además, son importantes para entender la estructura, dinámica y funcionalidad de las masas boscosas (Monteverde-Calderón, 2021).

Sin embargo, hay cierta ignorancia de métodos de silvicultura que considere a la regeneración natural como técnica de establecimiento de especies maderables mercadeables en macizos forestales heterogéneos (Fernández-Hilario, 2019). También, existen condicionantes y factores diversos que influyen en la regeneración natural, los cuales al ser sistematizados y agrupados se simplifican en el triángulo de la regeneración natural (semillas – medio de germinación y estación) (Cedeño, 2021).

En Tingo María, la estructura y composición florística de las masas boscosas se encuentran amenazados por el aprovechamiento convencional de recursos forestales, deterioro y fragmentación de hábitat, pérdida de la capacidad de la regeneración natural, provocada por la agricultura migratoria, ganadería extensiva, tala y extracción selectiva de especies forestales; factores que son reportados en la mayoría de los bosques que conllevan a su degradación y daños perennes al ecosistema forestal (Ramírez, 2018). Específicamente, en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, los pobladores de las zonas aledañas talaron considerables cantidades de individuos arbóreos ocasionando la eliminación del bosque clímax en la mayor parte del área reservada. En la actualidad sobreviven una importante plantación de *Cedrelinga cateniformis* “tornillo” que está siendo administrada por la Facultad de Recursos Naturales Renovables (Marcos, 1996).

Las parcelas permanentes son herramientas que se utilizan para estudiar la dinámica de una masa boscosa (Monteverde-Calderón, 2021), a través de mediciones repetidas que permiten determinar las tasas de crecimiento (Rojas-García, 2020), y que derivan en la construcción de modelos de crecimiento (Humano, 2020). Las parcelas permanentes de medición también sirven para caracterizar la estructura horizontal de las masas boscosas y analizar las condiciones silviculturales a partir de la forma de las copas, iluminación de las copas y calidad del fuste (Freitas-Alvarado et al., 2021).

El objetivo de la investigación fue conocer la dinámica del bosque reservado de Tingo María, a través del análisis de las condiciones de incremento, mortandad y reclutamiento; así como de las condiciones silviculturales (iluminación y forma de las copas,

calidad de fuste e infestación de lianas), con el fin de efectuar el manejo sostenible de dicho bosque.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La investigación se realizó en cuatro parcelas permanentes de medición (PPM) del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), en Tingo María, distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco.

Las coordenadas UTM de las cuatro PPM son: (1 PPM) 391065 Este – 8970746 Norte, (2 PPM) 391433 Este – 8970660 Norte, (3 PPM) 391528 Este – 8970148 Norte, (4 PPM) 391515 Este – 8970254 Norte.

El área de investigación tiene las condiciones óptimas para el desarrollo y crecimiento de la vegetación, predominando especies como: *Senefeldera macrophylla*, *Pseudolmedia laevis*, *Hevea guianensis*, *Pourouma minor*, *Cecropia engleriana*, *Byrsomia arthropoda*, *Protium spp.*, entre otros (Cárdenas, 1995).

Tingo María se encuentra en la formación vegetal de bosque muy húmedo Pre Montano Subtropical (bmh-PST) (Holdridge, 1987); registra 24 °C de temperatura media anual, 3200 mm de precipitación promedio anual y 87% de humedad relativa anual promedio (Bocanegra, 2021).

### Ubicación e instalación de parcelas permanentes de medición

Se realizó un recorrido en el bosque reservado buscando áreas que cumplan los criterios de altitud y fisiografía, con similares condiciones.

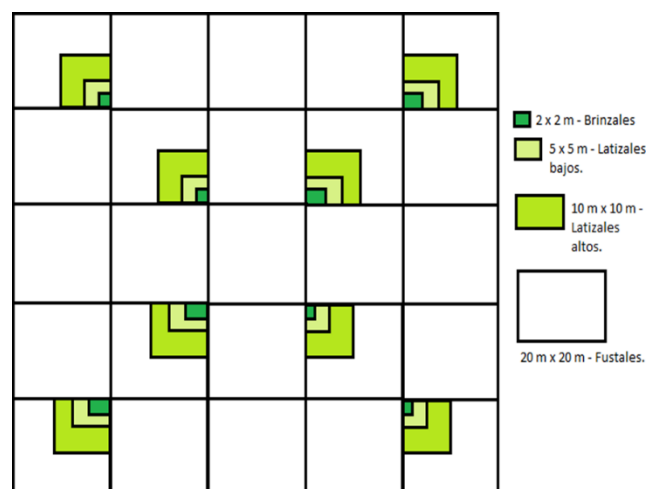
Después de ubicarse las áreas adecuadas, se instalaron cuatro parcelas permanentes de medición (PPM), de 1 ha cada una, con dimensiones de 100 x 100 m.

Las PPM instaladas tuvieron un diseño cuadrado, porque minimiza el riesgo de cometer errores de medición en individuos ubicados en el borde las PPM (Pinelo, 2000). Para ello se utilizó una brújula, wincha de 30 m, tubos de PVC de 2" y 4", rafia, GPS y altímetro.

En cada PPM se instalaron 25 subparcelas de dimensiones de 20 x 20 m, ocho subparcelas de dimensiones de 10 x 10 m, ocho subparcelas de 5 x 5 m, y ocho subparcelas de 2 x 2 m (Figura 1).

**Figura 1**

*Parcela permanente de medición y subparcelas de evaluación*



En las subparcelas de 20 x 20 m se evaluaron individuos de la categoría fustal; en las subparcelas de 10 x 10 m se evaluaron individuos de la categoría latizales altos; en las subparcelas de 5 x 5 m se evaluaron individuos de la categoría latizales bajos; y en las subparcelas de 2 x 2 m se evaluaron individuos de la categoría brinzales.

### Categorías de regeneración natural

La clasificación de las categorías de regeneración natural se efectuó en base a lo estipulado por Camacho (2000) y Manta (1998):

- Brinzales: son aquellos individuos cuya altura oscila entre 0,30 y 1,5 m. En esta categoría se determinó la especie, se midió con una wincha de 3 m la altura total y con vernier mecánico el diámetro a 10 cm de altura.
- Latizales bajos: son aquellos individuos cuya altura es superior a 1,5 m, y es inferior a 5 cm de diámetro a la altura del pecho. En esta categoría se determinó la especie, se estimó la altura, se midió con vernier mecánico el diámetro a 1,3 m de altura, y se observó la iluminación de copa y calidad del fuste.
- Latizales altos: son aquellos individuos cuyo diámetro a la altura del pecho es superior a 5 cm e inferior a 10 cm. En esta categoría se determinó la especie, se estimó la altura, se midió con vernier mecánico el diámetro a 1,3 m de altura, y se observó la iluminación de copa, forma de copa, infestación de lianas y calidad del fuste.
- Fustales: son aquellos individuos con diámetros a la altura del pecho superiores a 10 cm y que pueden

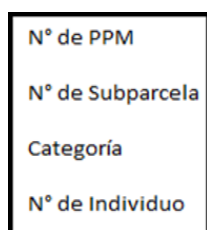
ser inferiores a 40 cm. En esta categoría se determinó la especie, se estimó la altura, se midió con cinta métrica la circunferencia a 1,3 m de altura, y se observó la iluminación de copa, forma de copa, infestación de lianas y calidad del fuste.

### Codificación de las categorías de regeneración natural

La codificación de las categorías brinzal y latizal bajo se efectuó con etiquetas amarillas pintadas con plumón indeleble, las cuales fueron amarradas al tallo con una rafia; mientras que la codificación de latizales altos y fustales se realizó con brocha y pintura esmalte.

#### Figura 2

Forma de codificar las categorías de regeneración natural



### Condiciones de abundancia, incremento, mortandad y reclutamiento

Se determinó la abundancia a través del número de individuos y especies por categoría de regeneración natural y por cada PPM.

Se determinó el incremento medio anual (IMA) de la regeneración natural utilizando la fórmula propuesta por Wadsworth (2000):

$$\text{IMA}(\%) = \left( \frac{\left( \frac{AB_u - AB_i}{t} \right)}{\left( \frac{AB_i + AB_u}{2} \right)} \right) \times 100\%$$

Donde:

AB<sub>u</sub>: Área basal registrada en la última medición.

AB<sub>i</sub>: Área basal registrada en la 1era medición.

t: Tiempo transcurrido entre la 1era y última medición.

Se determinó la mortandad de la regeneración natural utilizando la fórmula propuesta por Pinelo (2000):

$$\text{M}(\%) = \left( \frac{\ln\left(\frac{N}{N-m}\right)}{t} \right) \times 100\%$$

Donde:

ln: Logaritmo natural.

N: Número de individuos registrados en la 1era medición.

m: Número de individuos muertos registrados en la última evaluación.

t: Tiempo transcurrido entre la 1era y última evaluación.

Se determinó el reclutamiento de la regeneración natural utilizando la fórmula propuesta por Pinelo (2000):

$$\text{R}(\%) = \left( \frac{r}{N} \right) \times 100\%$$

Donde:

r: Número de individuos que ingresaron a otra categoría.

N: Número de individuos registrados en la 1era medición.

t: Tiempo transcurrido entre la 1era y última evaluación.

### Condiciones silviculturales

En la investigación se realizó el análisis silvicultural de las condiciones de la regeneración natural, a través de la evaluación de la iluminación de copa, forma de copa, infestación de lianas y calidad del fuste.

- La iluminación de copa: estima la cantidad de luz que recepciona un individuo arbóreo, y se evaluó de la siguiente manera: (1) buena - luz plena vertical y lateral, (2) buena - luz plena vertical, (3) aceptable - alguna luz vertical, (4) deficiente - luz lateral y (5) deficiente - sin luz vertical ni lateral (Synnot, 1991).
- La forma de copa: indican el desarrollo y posible vitalidad actual del individuo arbóreo en relación con el ambiente, y se evaluó de la siguiente manera: (1) perfecta - círculo completo, (2) buena - círculo irregular, (3) tolerable - medio círculo, (4) pobre - menos de medio círculo y (5) muy pobre - solo una o pocas ramas (Synnot, 1991).
- La infestación de lianas y trepaderas: es una variable que requirió de una atención especial, porque tiene serios efectos en el transcurso del crecimiento e incremento de los individuos

arbóreos, y se evaluó de la siguiente forma: (1) individuo libre de lianas o trepadoras; (2) individuos con lianas o trepadoras solo en el fuste, dejando libre la copa; (3) individuos con presencia de lianas o trepadoras en todo el fuste y en la copa, sin afectar su crecimiento y/o desarrollo; (4) individuos con la totalidad de copa cubierta por lianas o trepadoras, afectando seriamente el crecimiento y desarrollo (Camacho, 2000).

- La calidad del fuste: define el valor comercial potencial de manera tentativa, y se evaluó de la siguiente forma: (1) Fuste completamente recto y circular en las secciones, cilíndrico, sin defectos; (2) Fuste bien recto y cilíndrico, bastante circular en secciones, sin defectos; (3) Fuste recto en la mayor parte de su longitud, ligeramente cónico y

parcialmente circular, sin defectos, buena madera aserrada; (4) Fuste regular, más o menos recto en algunos metros más o menos circular, sin defectos importantes, parcialmente utilizable para madera aserrada; (5) Fuste poco regular, de crecimiento ligeramente espiralado, algo torcido, bifurcado, sin defectos importantes; (6) Fuste de crecimiento espiralado, torcido, muy bifurcado, achaparrado (Synnot, 1991).

### Procesamiento de datos

Los datos recopilados se procesaron en Microsoft Excel. En los datos que se determinó promedios y desviación estándar se procesaron en el programa estadístico InfoStat/L.

## RESULTADOS

### Análisis de las condiciones de abundancia, incremento, mortalidad y reclutamiento

El análisis de la abundancia de especies y de individuos de las cuatro categorías de regeneración

natural y de las cuatro PPM muestra que la mayor abundancia de individuos se registró en la categoría fustal, con 761, que representan el 51,2% del total.

En lo que respecta a la abundancia por PPM, la PPM 3 reportó la mayor abundancia de individuos, con 455, valores que representa el 30,6% del total (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Abundancia de especies e individuos por categoría de regeneración natural y por PPM*

PPM	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto	Fustal	Total
1	39	90	62	211	402
2	29	59	43	184	315
3	65	129	60	201	455
4	34	67	49	165	315
<b>Total</b>	167	345	214	761	<b>1487</b>

#### A.I: Abundancia de individuos

El análisis de la mortandad, con un p-valor < 0,05, muestra que, por categoría, el valor más alto se reportó en la categoría brinzal, con un promedio de  $2,24 \pm 1,43\%$ , secundado por la categoría latizal bajo, con un

promedio de  $0,90 \pm 0,55\%$ ; mientras que, en relación a la PPM, el valor más alto se registró en la PPM 2, con un promedio de  $1,46 \pm 1,85\%$ , secundado por la PPM 4, con un promedio de  $1,00 \pm 1,04\%$  (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Porcentaje de mortandad por categoría de regeneración natural y por PPM ( $p < 0,05$ )*

PPM	Categoría				Promedio
	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto	Fustal	
1	1,18	1,50	0,00	0,40	$0,8 \pm 0,7$
2	4,20	0,30	0,92	0,40	$1,5 \pm 1,9$
3	1,18	0,60	0,46	0,13	$0,6 \pm 0,4$
4	2,38	1,20	0,13	0,27	$1,0 \pm 1,0$
<b>Promedio</b>	$2,2 \pm 1,4$	$0,9 \pm 0,6$	$0,4 \pm 0,4$	$0,3 \pm 0,1$	

El análisis de reclutamiento, con un p-valor < 0,05, muestra que, por categoría, el valor más alto se reportó

en la categoría brinzal, con un promedio de  $6,60 \pm 3,76\%$ , secundado por la categoría fustal, con un

#### Artículo científico

Volumen 6, Número 2, julio - diciembre, 2023  
 Recibido: 24-10-2023, Aceptado: 28-12-2023



<https://doi.org/10.46908/tayacaja.v6i2.217>



promedio de  $2,18 \pm 1,21\%$ ; mientras que, en relación a la PPM, el valor más alto se registró en la PPM 4,

con un promedio de  $4,35 \pm 4,75\%$ , secundado por la PPM 1, con un promedio de  $3,33 \pm 2,94\%$  (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Porcentaje de reclutamiento por categoría de regeneración natural y por PPM ( $p < 0,05$ )*

PPM	Categoría				Promedio
	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto	Fustal	
1	7,60	1,20	1,60	2,90	$3,3 \pm 2,9$
2	2,80	1,80	0,00	1,10	$1,4 \pm 1,2$
3	4,60	1,60	0,00	3,50	$2,4 \pm 2,0$
4	11,40	2,90	1,90	1,20	$4,4 \pm 4,8$
<b>Promedio</b>	$6,6 \pm 3,8$	$1,9 \pm 0,7$	$0,9 \pm 1,0$	$2,2 \pm 1,2$	

El análisis de incremento medio anual, con un p-valor  $< 0,05$ , muestra que, por categoría, el valor más alto se reportó en la categoría brinzal, con un promedio de  $23,67 \pm 13,79\%$ , secundado por la categoría latizal bajo, con un promedio de  $14,25 \pm 6,60\%$ ; mientras

que, en relación a la PPM, el valor más alto se registró en la PPM 2, con un promedio de  $18,23 \pm 4,59\%$ , secundado por la PPM 4, con un promedio de  $18,19 \pm 18,63\%$  (Tabla 4).

**Tabla 4**

*Porcentaje de incremento medio anual por categoría de regeneración natural y por PPM ( $p < 0,05$ )*

PPM	Categoría				Promedio
	Brinzal	Latizal bajo	Latizal alto	Fustal	
1	15,16	6,16	5,69	4,34	$7,8 \pm 4,9$
2	22,08	17,50	12,03	21,29	$18,2 \pm 4,6$
3	13,80	12,03	8,99	5,56	$10,1 \pm 3,6$
4	43,62	21,29	4,44	3,42	$18,2 \pm 18,6$
<b>Promedio</b>	$23,7 \pm 13,8$	$14,3 \pm 6,6$	$7,8 \pm 3,4$	$8,1 \pm 8,9$	

### Análisis de las condiciones silviculturales

El análisis de condición silvicultural de iluminación de copa, con un p-valor  $< 0,05$ , muestra que, en la categoría latizal bajo, el  $48,3 \pm 16,5\%$  de los individuos reportan una deficiente iluminación de copa, es decir, no registran ni luz vertical ni lateral. En la categoría latizal alto, el  $37,7 \pm 15,5\%$  de los

individuos reportan una deficiente iluminación de copa, es decir, registran solo luz lateral. En la categoría fustal, el  $24,6 \pm 14,2\%$  de los individuos reportan una deficiente iluminación de copa, es decir, registran solo luz lateral (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Iluminación de copa de las categorías latizal bajo, latizal alto y fustal*

PPM	Categoría	Luz plena vertical y lateral	Luz plena vertical	Alguna luz vertical	Luz lateral	Sin luz vertical ni lateral
1	L.B	0,00	0,00	1,11	34,44	64,44
	L.A	0,00	0,00	4,84	56,45	38,71
	F	5,53	4,08	11,65	10,02	17,65
2	L.B	0,00	5,08	10,17	59,32	25,42
	L.A	0,00	4,65	13,95	44,19	37,21
	F	4,08	9,18	25,48	36,20	25,05
3	L.B	0,00	0,00	4,65	45,74	49,61
	L.A	10,00	8,33	31,67	26,67	23,33
	F	11,65	16,02	20,45	14,88	16,02
4	L.B	0,00	0,00	10,45	35,82	53,73
	L.A	2,04	12,24	14,29	23,33	30,61
	F	10,02	15,02	14,88	37,46	22,62

<b>Promedio L.B</b>	0,0 ± 0,0	1,3 ± 2,5	6,6 ± 4,5	43,8 ± 11,5	48,3 ± 16,5
<b>Promedio L.A</b>	3,0 ± 4,8	6,3 ± 5,2	16,2 ± 11,2	37,7 ± 15,5	32,5 ± 7,0
<b>Promedio F</b>	7,8 ± 3,6	11,0 ± 5,6	18,1 ± 6,1	24,6 ± 14,2	15,5 ± 8,9

L.B: Latizales bajos. L.A: Latizales altos. F: Fustales. El análisis de condición silvicultural de forma de copa, con un p-valor < 0,05, muestra que, en la categoría latizal alto, el 43,3 ± 6,2% de los individuos reportan una forma de copa tolerable, es decir, la forma de la copa es similar al medio círculo; secundado con 24,7 ± 7,7%, por la forma de copa

pobre, es decir, la forma de la copa es menos de medio círculo. En la categoría fustal, el 50,7 ± 2,0% de los individuos reportan también una forma de copa tolerable, es decir, la forma de la copa es similar al medio círculo; secundado con 26,2 ± 4,1%, por la forma de copa pobre, es decir, la forma de la copa es menos de medio círculo (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Forma de copa de las categorías latizal alto y fustal*

PPM	Categoría	Círculo completo	Círculo irregular	Medio círculo	Menos de medio círculo	Solo una o pocas ramas
1	L.A	3,23	12,90	37,10	33,87	12,90
	F	0,00	5,14	51,07	30,49	13,30
2	L.A	4,65	13,95	51,16	25,58	4,65
	F	0,51	8,43	53,22	28,51	9,33
3	L.A	8,33	30,00	40,00	15,00	6,67
	F	0,00	17,96	50,20	24,55	7,28
4	L.A	0	6,12	44,9	24,49	24,49
	F	0,00	12,11	48,40	21,26	18,22
<b>Promedio L.A</b>		4,1 ± 3,5	15,7 ± 10,1	43,3 ± 6,2	24,7 ± 7,7	12,2 ± 8,9
<b>Promedio F</b>		0,1 ± 0,3	10,9 ± 5,5	50,7 ± 2,0	26,2 ± 4,1	12,0 ± 4,8

L.A: Latizales altos. F: Fustales.

El análisis de condición silvicultural de infestación de lianas, con un p-valor < 0,05, muestra que, en la categoría latizal alto, el 62,5 ± 9,7% de los individuos se encuentran libres de lianas y trepadoras; secundado con 25,7 ± 11,8%, por los individuos que registran

lianas y trepadoras solo en el fuste. En la categoría fustal, el 65,9 ± 1,3% de los individuos se encuentran también libres de lianas y trepadoras; secundado con 23,4 ± 2,7%, por los individuos que registran lianas y trepadoras solo en el fuste (Tabla 7).

**Tabla 7**

*Infestación de lianas de las categorías latizal alto y fustal*

PPM	Categoría	Libre de lianas	Lianas solo en el fuste	Lianas en el fuste y la copa	Lianas cubriendo toda la copa
1	L.A	66,13	14,52	16,13	3,23
	F	66,66	19,81	12,24	1,29
2	L.A	48,84	41,86	9,31	0,00
	F	67,07	24,15	6,47	2,31
3	L.A	71,67	20,00	8,33	0,00
	F	64,30	26,29	7,11	2,30
4	L.A	63,27	26,53	4,08	6,12
	F	66,67	24,06	6,49	2,78
<b>Promedio L.A</b>		62,5 ± 9,7	25,7 ± 11,8	9,5 ± 4,9	2,3 ± 2,9
<b>Promedio F</b>		65,9 ± 1,3	23,4 ± 2,7	8,6 ± 2,8	2,1 ± 0,6

L.A: Latizales altos. F: Fustales.

El análisis de condición silvicultural de calidad de fuste, con un p-valor < 0,05, muestra que, en la categoría latizal bajo, el 51,7 ± 5,0% de los individuos

reportan fustes bien rectos y cilíndricos, bastante circular en secciones, sin defectos. En la categoría latizal alto, el 45,5 ± 13,2% de los individuos también

reportan fustes bien rectos y cilíndricos, bastante circular en secciones, sin defectos. Del mismo modo, en la categoría fustal, el  $90,1 \pm 4,1\%$  de los individuos

reportan fustes bien rectos y cilíndricos, bastante circular en secciones, sin defectos (Tabla 8).

**Tabla 8**

*Calidad de fuste de las categorías latizal bajo, latizal alto y fustal*

PPM	Categoría	Muy recto	Bien recto	Recto en mayor parte	Regular	Poco regular	Otros
1	L.B	0,00	48,89	0,00	48,89	1,11	1,11
	L.A	0,00	58,06	0,00	37,10	3,23	1,61
	F	0,00	91,00	0,00	6,37	2,19	0,44
2	L.B	0,00	54,24	0,00	40,68	0,00	5,08
	L.A	0,00	41,86	0,00	46,51	2,33	9,30
	F	1,52	84,20	1,00	9,74	3,54	0
3	L.B	0,00	57,36	0,00	40,31	0,00	2,33
	L.A	0,00	53,33	0,00	30,00	13,33	3,33
	F	0,00	93,20	1,94	2,43	1,94	0,49
4	L.B	0,00	46,27	0,00	44,78	1,49	7,46
	L.A	0,00	28,57	0,00	51,02	4,08	16,33
	F	1,72	92,14	2,68	2,87	0,58	0,00
<b>Promedio L.B</b>		$0,0 \pm 0,0$	$51,7 \pm 5,0$	$0,0 \pm 0,0$	$43,7 \pm 4,0$	$0,7 \pm 0,8$	$4,0 \pm 2,8$
<b>Promedio L.A</b>		$0,0 \pm 0,0$	$45,5 \pm 13,2$	$0,0 \pm 0,0$	$41,2 \pm 9,4$	$5,7 \pm 5,1$	$7,6 \pm 6,7$
<b>Promedio F</b>		$0,8 \pm 0,9$	$90,1 \pm 4,1$	$1,4 \pm 1,2$	$5,4 \pm 3,4$	$2,0 \pm 1,2$	$0,2 \pm 0,3$

L.B: Latizales bajos. L.A: Latizales altos. F: Fustales.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en abundancia de individuos reportan que la categoría fustal registró mayor cantidad de individuos, con 761, los cuales difieren a lo reportado por Tigrero (2019), quien, en el Bosque Protector Pedro Franco Dávila - Ecuador, registró a la categoría brinzal como la más abundante, con 318 individuos. También es distinto a los resultados de Verdesoto et al. (2022), quienes reportaron que el bosque de Manabí – Ecuador, la categoría brinzal fue la más abundante con 133 individuos. Los valores obtenidos que la mayoría de individuos se encuentran en periodo de maduración; además, se reportó solamente 167 individuos de la categoría brinzal, lo cual, no es un buen indicador de la abundancia futura de individuos arbóreos, debido a que Rosas (2022) señala que la cantidad de plántulas o de los primeros estadíos de la regeneración natural estiman la abundancia futura de individuos arbóreos.

Con respecto a la mortandad de los individuos, se determinó que la categoría brinzal reportó mayor

valor, con  $2,2 \pm 1,4\%$ ; lo cual es un indicador importante acerca de la dinámica del bosque reservado (Pinelo, 2000). Cabe precisar que las muertes se suscitaron de manera natural.

En relación al reclutamiento de los individuos, se determinó que la categoría brinzal reportó mayor valor, con  $6,6 \pm 3,8\%$ ; lo cual es un indicador importante del registro de nuevos individuos dentro de otra categoría, que son datos relativos que dependen de la densidad del bosque reservado donde se establecieron las PPM (Pinelo, 2000).

En lo que concierne al incremento medio anual, se determinó que la categoría brinzal reportó mayor valor, con  $23,7 \pm 13,7\%$ ; valores que son útiles para determinar la sostenibilidad del recurso, porque sumado a los valores de mortandad y reclutamiento permiten determinar el porcentaje máximo de área basal potencial por aprovechar (Pinelo, 2000).

De acuerdo con Synnot (1991), el  $48,3 \pm 16,5\%$  de latizales bajos reportaron una deficiente iluminación



de copa (sin luz vertical ni lateral). Del mismo modo sucedió con el  $37,7 \pm 15,5\%$  de latizales altos y con el  $24,6 \pm 14,2$  de los fustales, los cuales reportaron una deficiente iluminación de copa (luz lateral). De acuerdo con Casabona (2022), la iluminación de copa tiene una fuerte relación con el incremento de los indicadores del crecimiento, lo cual se corrobora en la investigación, debido a que los latizales bajos, latizales altos y fustales reportaron bajos incrementos medios anuales, con valores de 14,3, 7,8 y 8,1%, respectivamente.

Conforme a lo mencionado por Synnot (1991), el  $43,3 \pm 6,2\%$  de latizales altos y el  $50,7 \pm 2,0\%$  de los fustales reportaron una tolerable forma de copa (medio círculo); forma que influye en la captación de la energía solar y el crecimiento de los individuos; además, a las categorías más jóvenes les permitiría superar barreras ambientales y socio ecológicas (Rosas, 2022). Además, estos valores indican que existe competencia vertical entre los individuos (Casabona, 2022).

En relación a la infestación de lianas, y en concordancia a lo indicado por Camacho (2000), el  $62,5 \pm 9,7\%$  de latizales altos y el  $65,9 \pm 1,3\%$  de los fustales no reportaron presencia de lianas o trepadoras ni en el fuste ni en la copa; lo cual, es un gran indicador de que a dichos individuos no se reducirá la calidad de la madera y no tendrán un limitante en su crecimiento (Rosas, 2022).

En palabras de Synnot (1991), el  $51,7 \pm 5,0\%$  de latizales bajos, el  $45,5 \pm 13,2\%$  de latizales altos y el  $90,1 \pm 4,1\%$  de fustales registraron fustes bien rectos y cilíndricos, bastantes circulares en secciones, sin defectos; lo cual es un indicador de la capacidad de estos individuos de producir madera (Casabona, 2022).

## CONCLUSIONES

En las PPM evaluadas se determinó que existe mayor abundancia de la categoría fustal; sin embargo, la categoría brinzal sobresale por sus altos valores en incremento medio anual, mortandad y reclutamiento. Asimismo, en relación a las condiciones silviculturales, la mayoría de individuos se encuentran libres de lianas y trepadoras, registrando fuste bien recto y cilíndrico, una tolerable forma de copa, pero, una deficiente iluminación de copa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bocanegra, A. G. (2021). Composición florística y estructura horizontal de la regeneración natural en parcela permanente de medición del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María, Perú.
- [2] Camacho, M. (2000). Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical: "Guía para el establecimiento y medición". Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza.
- [3] Cárdenas, S. (1995). Inventario exploratorio del potencial maderable en los Bosques de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tesis para optar el título de ingeniero en Recursos Naturales Renovables, Mención Forestales. Tingo María, Perú.
- [4] Casabona, G. M. (2022). Caracterización de regeneración natural en la parcela permanente de monitoreo del bosque comunal del caserío Lejía, distrito Shamboyacu, región San Martín.
- [5] Cedeño, G. A. (2021). Estado de la regeneración natural del bosque secundario en la hacienda pb54 de la empresa plantabalsa, cantón la mana, provincia de Cotopaxi.
- [6] Chazdon, R. L., y Uriarte, M. (2016). Natural regeneration in the context of large scale forest and landscape restoration in the tropics. *Biotropica*, 48(6), 709-715.
- [7] Fernández-Hilario, R. (2019). Distribución espacial de la regeneración de *Weinmannia lechleriana* (Cunoniaceae) en un bosque montano del sector San Alberto, Parque Nacional Yanachaga - Chemillén (Perú). *Arnaldoa*, 26(1), 213– 222.
- [8] Freitas-Alvarado, L., Zárate-Gómez, R., Dennis, D. C., Dávila-Díaz, A., & Villacorta-González, C. (2021). Silvicultura de un rodal de regeneración natural de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum (Rubiaceae) en la llanura aluvial inundable de Iquitos, Amazonía Peruana. *Folia Amazónica*, 30(1), 71-86.
- [9] Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (HCA).
- [10] Humano, C. A. (2020). Modelado del crecimiento de especies nativas forestales de la Selva Pedemontana de Yungas, Argentina. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*, 28(1), 5-19.
- [11] Manta, N. M. (1998). Análisis silvicultural de dos tipos de Bosque húmedo de bajura en la vertiente Atlántica de Costa Rica, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. SC. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- [12] Marcos, C. (1996). Plan Maestro para el establecimiento de un arboreto en el bosque reservado

- de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tesis para optar el título de ingeniero. en Recursos Naturales Renovables Mención Forestales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 119 p.
- [13] Monteverde-Calderón, E. G. (2021). Evaluación rápida de la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* en un bosque premontano de Satipo, Perú. *Revista Xilema*, 30(1), 75-83.
- [14] Muñoz, J. (2017). Regeneración natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(2).
- [15] Peñaherrera, K. M. (2019). Composición florística y estructural del bosque primario sobre los 200-300 ms.n.m de la comunidad Payamino, cantón Loreto, provincia de Orellana. Proyecto de Investigación, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos.
- [16] Pinelo, M. (2000). Manual para el Establecimiento de Parcelas Permanentes. de Muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala Turrialba, Costa Rica.
- [17] Ramírez, P. (2018). Impacto causado por la deforestación del ecosistema Bosque a consecuencia de la siembra de cacao (*Theobroma cacao* L.), en la provincia de Padre.
- [18] Ramírez, T., & Lozano, D. (2024). Diversidad florística y estructura de la regeneración natural del bosque piemontano con intervención de manejo forestal en el sur de Ecuador.
- [19] Rojas-García, F., Gómez-Guerrero, A., Gutiérrez García, G., Ángeles Pérez, G., Reyes Hernández, V. J., & de Jong, B. H. (2020). Aplicaciones de la dendroecología en el manejo forestal: una revisión. *Madera y bosques*, 26(3).
- [20] Romero, Y. V. (2020). Caracterización de la composición florística y el suelo del bosque húmedo tropical del sector Santa Rosa, valle Sancán, Manabí, Ecuador. Proyecto de Investigación, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí.
- [21] Romero, R. A. (2021). Estado de la regeneración natural de las especies forestales del bosque “La Montaña”, ubicado en la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), cantón Mocache, provincia de Los Ríos (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- [22] Rosas, C. C. (2022). Estudio comparativo de la regeneración natural de 30 especies forestales bajo manejo en la parcela de corta N° 11 de la unidad de manejo forestal MADERACRE.
- [23] Schlegel Heldt, B., Müller-Using, S., & Keim Schilling, H. (2022). Ensayo de regeneración natural en bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe.
- [24] Sornoza, L. (2019). Análisis de la regeneración natural de cinco especies forestales de la finca Ándil UNESUM. Proyecto de Investigación, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí.
- [25] Synnott, T. J. (1991). Manual de procedimiento de instalación de parcela permanente para bosque húmedo tropical. Instituto Tecnológico de Costa Rica, San José.
- [26] Tigrero, A. (2019). Estado de la regeneración natural en tres áreas del Bosque Protector Pedro Franco Dávila del Recinto “Jauneche”, provincia de los Ríos, Cantón Palenque, año 2019. In *Problem Analysis*.
- [27] Verdesoto, C. C., Quiroz, L. M., Piloza, D. S., González, A. J., & Archundia, G. B. (2022). Análisis de la regeneración natural de las especies forestales del Jardín Botánico de la Universidad Técnica de Manabí. *Ab Intus*, (9), 7-17.