



Article scientific

Dynamics of tree vegetation in hill forests in the Alto Huallaga Valley

Luis Angel Flores Peregrino ^a, Edilberto Díaz Quintana ^a, Cleide Santos Flores ^a, Jenri Ruiz Gonzales ^a and
 Alexander Mesías Morales ^a

^a Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú

ITEM INFORMATION

Published: 2023-06-28
Accepted: 2023-06-26
Received: 2023-03-24

Keywords:

Forest dynamics
Importance value index
Recruitment
Mortality
Forest growth

ABSTRACT

The objective was to evaluate the dynamics of the arboreal vegetation in the low and high hill forests of the Universidad Nacional Agraria de la Selva, to calculate the mean annual increment, recruitment and annual mortality from 2016 to 2023. The methodology was observation, recording data from two PPM, non-experimental, cross-sectional. As results we found the diametric growth 0.15 cm/year (PPM 1) and 0.24 cm/year (PPM 4); 0.003 m²/ha (PPM 1) and 0.008 m²/ha (PPM 4). And 0.062 m³/ha (PPM 1) and 0.111 m³/ha (PPM 4). It was concluded that the dynamics of this forest is defined by an average mortality of 0.71 % and a recruitment of 0.93 % as well as an AMI of 1.61 %. Thus showing 1.31 % AMI (PPM 1) and 1.9 % (PPM 4). Recruitment 0.48 % (PPM 1) and 1.37 % (PPM 4). Mortality 0.42 % (PPM 1) and 0.99 % (PPM 4). Floristic composition 37 families, 79 genera, 117 species and 626 individuals (PPM 1) and 39 families, 90 genera, 117 species and 564 individuals (PPM 4). Mixing ratio of 1/5 (PPM 1 and 4).

Dinámica de la vegetación arbórea en bosques de colina en el Valle del Alto Huallaga

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la dinámica de la vegetación arbórea, en los bosques de colina baja y alta del de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calcular el incremento medio anual, el reclutamiento y la mortalidad anual del 2016 al 2023. La metodología fue la observación, registrando datos de dos PPM, no experimental, transversal. Como resultados se encontró el crecimiento diamétrico 0,15 cm/año (PPM 1) y 0,24 cm/año (PPM 4); 0,003 m²/ha (PPM 1) y 0,008 m²/ha (PPM 4). Y 0,062 m³/ha (PPM 1) y 0,111 m³/ha (PPM 4). Concluyéndose, que la dinámica de este bosque esta definida por un promedio de mortalidad de 0,71 % y un reclutamiento de 0,93 % así como un IMA de 1,61 %. Mostrando por consiguiente 1,31 % de IMA (PPM 1) y 1,9 % (PPM 4). El reclutamiento 0,48 % (PPM 1) y 1,37 % (PPM 4). La mortalidad 0,42 % (PPM 1) y 0,99 % (PPM 4). La composición florística 37 familias, 79 géneros, 117 especies y 626 individuos (PPM 1) y 39 familias, 90 géneros, 117 especies y 564 individuos (PPM 4). El cociente de mezcla de 1/5 (PPM 1 y 4).

Palabras clave:

Dinámica de bosques
Índice de valor de importancia
Reclutamiento
Mortalidad
Crecimiento del bosque



<https://doi.org/10.47422/GreenHorizon.v2i1.17>



INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales comprenden la mayor área de todos los bosques del mundo, por lo que conocer su dinámica reviste de importancia en la necesidad de manejar y conservar la gran biodiversidad que albergan estos bosques tropicales en el mundo, haciendo necesario que la dinámica aporte a la ordenación y al manejo forestal sostenible que deben implementar los gobiernos con grandes áreas de bosques tropicales, incorporando la información de estas investigaciones a las políticas públicas y que todo ciudadano de cada país pueda acceder al bosque de forma ordenada y respetando los criterios de un buen manejo forestal sostenible. Esto debido a que la deforestación, la tala ilegal y el cambio de uso del suelo no autorizado, viene diezmando año a año los bosques tropicales de nuestra amazonía peruana, perdiéndose muchos de estos bosques sin que podamos saber la dinámica con que funcionan estos bosques, en cuanto al crecimiento, mortalidad y reclutamiento de las especies forestales.

Hay diversos estudios a nivel internacional sobre la ausencia de cambios en su estructura de los bosques (Araujo et al., 2006; Montero et al., 2020) a pesar de someterlas a acciones como la tala selectiva (Restrepo et al., 2016) o en la regeneración en pastizales (Mazzini, 2019), sin diferencias entre ICA para cada sistema de aprovechamiento (Quesada et al., 2012). En Colombia encontraron influencia del clima sobre la estructura y dinámica de los bosques (Álvarez et al., 2017), de las fajas de enriquecimiento (Pino et al., 2021), de acciones de restauración (Keller et al., 2023), de la edad sobre el carbono almacenado (Li et al., 2022), así como el cambio de uso (Swamy et al., 2023).

A nivel nacional, hay reportes de la tala en los bosques sobre la mortalidad de plantas (Nebel y Baluarte, 2001), estudios observacionales de la mortalidad en distintas categorías de regeneración natural (Alegría et al., 2010; Aguilar y Reynel, 2011; Pallqui, 2013; Quispe, 2020 y Llantoy, 2022) así como reportes sobre el crecimiento promedio de los árboles (Sáenz, 2019 y Perales et al., 2023) y la pérdida de bosques (Alarcón et al., 2021). A nivel regional y local también se encuentran reportes sobre el crecimiento promedio de los árboles, mortalidad y reclutamiento (Blas, 2004; Díaz, 2004; Ruiz, 2004; Alvarado, 2007; Valdivia, 2009, Aguirre, 2009; Gutiérrez, 2015) y también sobre el área basales de los bosques (Castañeda, 2021).

En el Perú se requiere que las investigaciones sobre dinámica de bosques sean incorporadas en políticas públicas sobre manejo forestal sostenible, cadena de custodia y certificación voluntaria, ya que es importante para proyectar planes de manejo de las concesiones forestales a 40 años, debido a que la información que se usa es en un escenario perfecto y no considerando la importancia que tienen el incremento medio anual de los bosques, el reclutamiento de nuevas especies e individuos y sobre todo la mortandad de los bosques, lo que nos permitiría saber con certeza cual sería el potencial volumétrico del bosque de un área concesionada en los próximos 40 años.

La dinámica de los bosques tropicales es de suma importancia como ya se dijo para incorporarse a las políticas públicas que requieren de información primaria, para abordar problemas cotidianos en el manejo forestal sostenible y el aprovechamiento forestal de los bosques en áreas bajo manejo como las concesiones forestales. Información importante también para saber cuánto extraer de los bosques, cuanto manejar (regeneración natural) y cuanto reforestar conociendo la mortalidad anual del bosque y las especies forestales. Información que por sus características favorecería a los tomadores de decisiones como las autoridades regionales forestales y de fauna silvestre, regentes forestales, concesionarios, profesionales independientes, técnicos forestales, instituciones académicas y público especializado en materia forestal. Finalmente, la dinámica de los bosques tropicales es compleja y requiere del análisis de muchas variables, pero la que consideramos puede ir proveyendo de información importante para allanar el camino del manejo forestal sostenible, son el incremento medio anual, el reclutamiento y la mortalidad de las especies forestales en los bosques, esta interacción de forma natural es la que queremos conocer para alcanzar a los logros ya indicados, planteándose como objetivo evaluar la dinámica de la vegetación arbórea 2016 a 2023 en colina baja y alta de Tingo María.

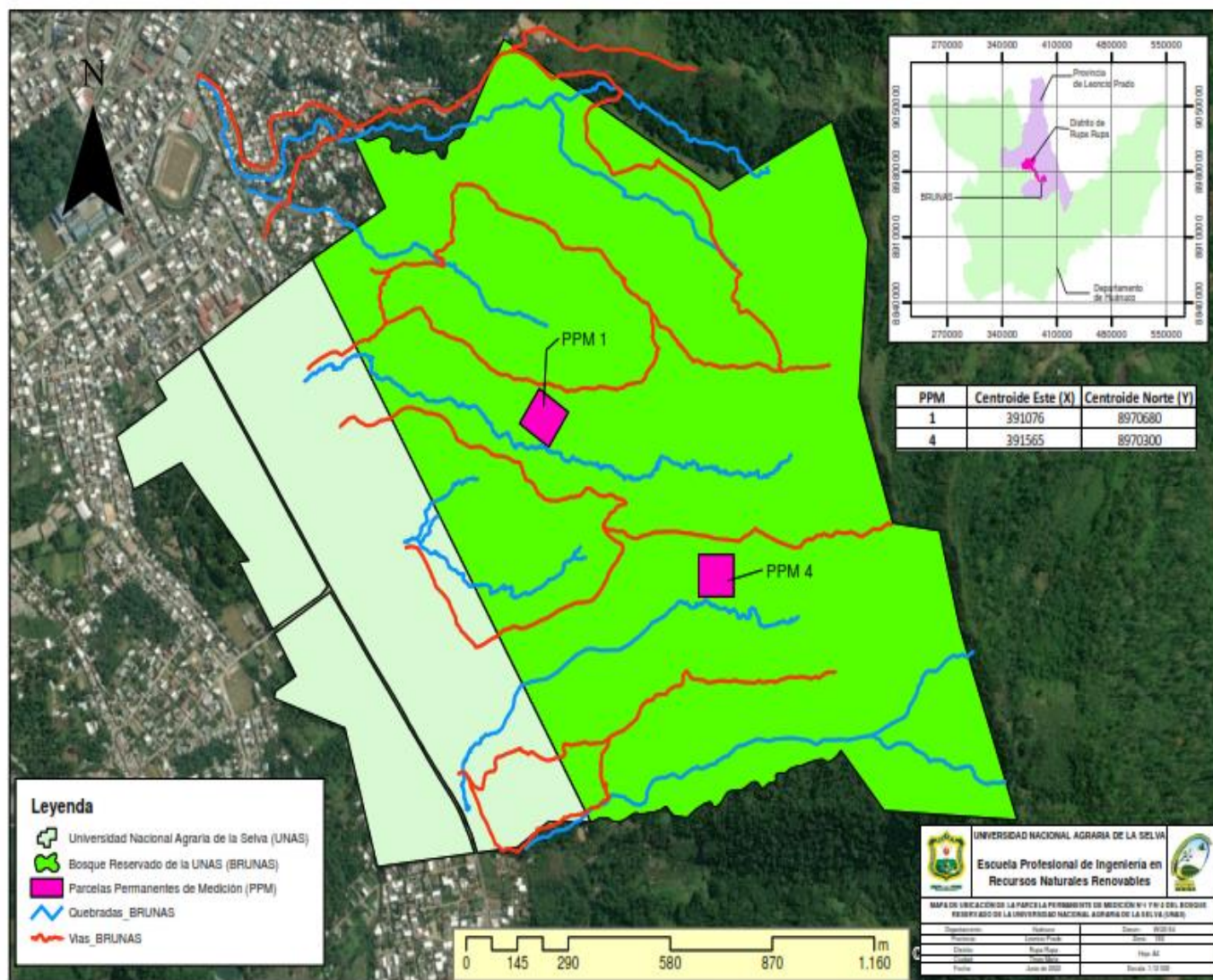
MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

El estudio se ejecutó en el bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), sobre dos PPM de una hectárea cada una, las mismas que vienen siendo monitoreadas desde el año 2002. Se ubica (a 1,21 km de la ciudad de Tingo María) en las coordenadas UTM (Datum WGS 84): PPM N° 1: 391084 Este, 8970688 Norte y altitud de 780 msnm; PPM N° 4: 391540 Este, 8970335 Norte y altitud de 860 msnm (Figura 1). Políticamente, el área de investigación se ubica en el ámbito del distrito de Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado y departamento de Huánuco.

Figura 1

Ubicación de las PPM 1 y 4 en el BRUNAS



Según el mapa bioclimático y de zonas de vida de Holdridge (1987), Tingo María se encuentra en bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PT). Según la UNALM (2003), se ubica en la ecorregión Norhunuco Yungas del Perú. La altura media es de 660 metros. Y según Pulgar (1987), corresponde a la región Rupa Rupa o Selva Alta.

Según el informe del SENAMHI (2019), el clima de la zona de estudio presenta altas precipitaciones con una precipitación promedio anual de 3454.6 mm; las precipitaciones más intensas se producen de octubre a marzo, alcanzando su punto máximo en diciembre, con un promedio mensual de 615,6 mm. La humedad relativa es de 85,9%, la temperatura más alta es de 29°C y la temperatura más baja es de 21,1°C.

Metodología

Como metodología para el desarrollo de la investigación se utilizó los criterios como el método Hipotético-deductivo (Gianella, 1995 y Valderrama, 2013), enfoque cuantitativo (Hernández et al., 2014), tipo de investigación aplicada (Arias y Covinos, 2021), nivel descriptivo y diseño no experimental – Transversal (Hernández et al., 2014; Arias y Covinos, 2021).

Se realizó la planificación del estudio, seguido del análisis de información bibliográfica del estudio para posteriormente realizar el reconocimiento del área de las PPM N° I y IV, durante el cual se ubicaron los vértices, rutas de acceso, con el cual se trazó una hoja de evaluación, para facilitar la colecta de datos de campo. Dentro de cada una de las PPM, se midieron a todos los árboles \geq a 10 cm de DAP, para poder calcular el crecimiento, reclutamiento y mortalidad de cada una de las especies forestales presentes en las PPM. Para ello, se tomó como línea base la evaluación realizada en el

año 2016 y contrastada con la evaluación del año 2023. Las evaluaciones en campo se realizaron entre octubre 2022 y marzo 2023.

Se utilizó las fórmulas del incremento medio anual (Wadsworth, 2000), la del reclutamiento anual y la mortalidad anual (Hall y Bawa, 1993, citado por Pinnelo, 2000).

La vida media del bosque se calculó con la expresión matemática de (Swaine y Lieberman, 1987; Del Valle, 1998; Nebel et al., 2000):

$$\text{Vida media en años} = \frac{\text{logaritmo neperiano } 0,5}{\text{logaritmo neperiano}(1 + \text{tasa anual de mortalidad})}$$

El tiempo de duplicación se calculó con la expresión (Del Valle, 1998; Nebel et al., 2000):

$$\text{Tiempo de duplicación (años)} = \frac{\text{Logaritmo neperiano } 2}{\text{Logaritmo neperiano}(1 + \text{Tasa anual de reclutamiento})}$$

El número de individuos sobrevivientes se calculó con la expresión de Aguilar y Reynel (2011):

$$N_s = e^{\left(\ln(N_0) - \frac{mt}{100}\right)}$$

Donde:

N_s	=	Número de individuos sobrevivientes
e	=	2,718
N_0	=	Número de individuos al inicio del período
m	=	Tasa de mortalidad
t	=	Período de tiempo en años

El número de individuos al final del periodo se calculó utilizando (Aguilar y Reynel (2011):

$$N_f = e^{\left(\ln(N_s) + \frac{rt}{100}\right)}$$

Donde:

N_f	=	Número de individuos al final del periodo
e	=	2,718
N_s	=	Número de individuos sobrevivientes
r	=	Tasa de reclutamiento
t	=	Período de tiempo en años

La composición florística de los árboles en las PPM, se realizó la identificación de nuevas especies y/o reclutas se realizó con el apoyo en identificación de un experto en dendrología, con el propósito de tener cuantificada el ingreso de nuevas especies o no al área de las PPM. Se realizó la determinación del índice de valor de importancia y el coeficiente de mezcla (Curtis & McIntosh, 1951 y Acosta *et al.*, 2006). Después de recopilar datos, se utilizó Excel e Infostat (software gratuito) para definir y procesar criterios para las ubicaciones de la base de datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incremento medio anual del 2016 al 2023 en colina baja y alta

Para efectos de la investigación la PPM 1 se sitúa en bosque de colina baja y la PPM 4 en colina alta. El crecimiento para el año 2023 en la PPM 1 fue de 0,04 m² en promedio del área basal, superior en 0,003 m² al año 2016 y 0,064 m² en la PPM 4, superior en 0,008 m² al año 2016. El área basal para el 2023 incrementó un 4,19 % más en la PPM 1 y 14,44 % en la PPM 4. Asimismo, Castañeda (2021) encontró para la PPM 1 24,26 m²/ha y 32,92 m²/ha para la PPM 4, en el 2023 se encontró 25,064 m²/ha en la PPM 1 y 36,081 m²/ha en la PPM 4, mostrándose un crecimiento sostenido del bosque. Al respecto, Quesada y Castillo (2010) refieren que el crecimiento de los árboles se ve afectado por muchas variables como: competencia, suelo, edad, especie, genética, madurez, sanidad vegetal, etc. Por su parte, Gourlet et al. (2013) encontraron que a largo plazo, la tala selectiva aumentaba la biomasa, el crecimiento y la supervivencia de todos los árboles. Esta investigación encontró que la PPM 1 para el año 2023 murieron 19 árboles y 37 en la PPM 4, lo que evidencia que al morir y caer un árbol permite la mayor entrada de luz, estimulando el crecimiento de los árboles más jóvenes. Por esta razón Finnegan (1992) sugirió que los impulsores de esta dinámica son la perturbación que conduce al desmonte, el reclutamiento y el crecimiento que permiten mantener la estructura forestal (Tabla 1).

Tabla 1*Promedio del área basal por año*

PPM	Σ AB (m ²) 2016	Σ AB (m ²) 2023	\bar{x} AB (m ²) 2016	\bar{x} AB (m ²) 2023
1	23,974	25,064	0,037	0,040
4	30,871	36,081	0,056	0,064

Para el año 2023 la PPM 4 muestra el mayor incremento en diámetro respecto a la PPM 1. El resultado de la PPM 4 es similar a lo encontrado por Quesada et al. (2012) 0,247 cm/año. Asimismo, Blas (2004) encontró que para las cuatro PPM de BRUNAS fue de 0,38 cm/año, siendo relativamente superior a lo encontrado en nuestra investigación. Asimismo, Ruiz (2004) encontró para parcelas de 50 x 50 m un crecimiento promedio anual de 0,56 cm/año para Supte y 0,10 cm para el BRUNAS. Al respecto Plana y Meya (2000), refieren que la complejidad de los ecosistemas tropicales es variables y limitantes para promover la silvicultura sostenible y son uno de los principales impulsores de la deforestación y la degradación natural. La información de la investigación será útil para la toma de decisiones como refieren Gómez y Salazar (2010) que la información recopilada se utiliza para promocionar el manejo forestal, permitiendo tomar decisiones de corto, mediano y largo plazo de asignar recursos (Tabla 2).

Tabla 2*Incremento diamétrico por PPM en siete años de evaluación*

PPM	Prom_diam (cm) 2016	Prom_diam (cm) 2023	Inc. (cm)	cm/año	IMA (%)
1	19,4	20,420	1,1	0,15	1,31
4	22,8	24,49	1,7	0,24	1,90

En cuanto al IMA % la PPM 4 muestra un 1,90 % siendo mayor con respecto a la PPM 1 donde se encontró 1,31 %. Quesada et al. (2012) en tres tipos de bosques encontró que la tasa de recambio anual promedio es 0,569 %. Sáenz (2019) encontró que del 2004 al 2017, la tasa de crecimiento anual de los árboles osciló entre 1,62 % y 2,13 %, con una tasa de crecimiento promedio del 1,97 %. Llanto (2022) encontró una tasa de crecimiento anual 4,59 % superior a lo encontrado en nuestra investigación, por lo cual se entiende que la dinámica por tipo de bosque y ubicación geográfica varía considerablemente, sumado a factores topográficos, fisiográficos y ambiental de la zona en estudio, no pudiendo afirmar que el crecimiento en un determinado tipo de bosque es malo o bueno, sino más bien dicha información nos debe ayudar a tomar decisiones frente a la mitigación del cambio climático e incluir otras variables en la investigación que podrían estar influenciando en la dinámica del bosques (Tabla 2).

Reclutamiento anual del 2016 al 2023 en colina baja y alta

En un periodo de siete años se encontró que el número de individuos en la PPM 1 fue de menor al 2016 (30 individuos) y en la PPM 4 para el 2023 mostro un incremento en el número de 11 individuos con respecto al 2016. Guariguata y Kattan (2002) refieren que los bosques húmedos tropicales son sistemas dinámicos...dónde la caída de un árbol crea una abertura en el dosel superior que permite que entre más luz al suelo del bosque y principalmente crea, establece nueva regeneración y activa el crecimiento de árboles (Tabla 3).

Tabla 3*Reclutamiento de individuos por año de evaluación*

PPM	N° Individuos 2016	N° Individuos 2023	Reclutamiento (%)
1	656	626	0,48
4	553	564	1,37

En cuanto al número de reclutas, en la PPM 4 en un periodo de 7 años fue de 53 individuos nuevos y 22 en la PPM 1. Al respecto Swaine et al. (1990) y Nebel et al. (2001), coinciden en que las tasas de reclutamiento varían según el tipo de bosque; por ejemplo, los bosques templados secos pueden tener tasas de 0,73 % anual, siendo bajas en comparación con los bosques tropicales secos (1,51 % anual) o los bosques húmedos (2,99–4,57 % anual). En nuestra investigación se encontró que para la PPM 1 el reclutamiento fue de 0,48 % y 1,37 % en la PPM 4. Blas (2004), encontró en las PPM del BRUNAS una tasa de reclutamiento de 1,85 %, lo que comparado con nuestro resultado es relativamente superior. Considerando que nuestra investigación se ubica en bosque muy húmedo premontano tropical, el reclutamiento fue relativamente bajo, haciendo esta precisión debido a que existen factores que pueden estar influenciando en el reclutamiento del BRUNAS. Siendo que Aguilar y Reynel (2011), encontraron una tasa de reclutamiento anual de 2,94 %, para un bosque con sólo perturbaciones naturales y una alta capacidad de reclutamiento, cuando se calcularon en función del área basal, las tasas anuales de mortalidad y reclutamiento fueron del 0,66 % y el 0,95 %, respectivamente.

Es decir que, con referencia al área basal, los resultados de nuestra investigación se encuentran dentro del rango encontrado por Aguilar y Reynel (2011). Pallqui (2013), encontró una tasa de reclutamiento de $1,92 \pm 0,49$ %, comparado con nuestra investigación nos encontramos dentro del margen, como ya se dijo, existen factores que contribuyen a la variabilidad de los resultados por tipo de bosque, ubicación geográfica, altitud, tipo de suelo, pendiente, etc. Por lo que no se podría afirmar con certeza que nuestro resultado sea muy bajo, medio o muy alto. Porque para un periodo entre 2011 y 2015 Quispe (2020) encontró un reclutamiento del 3,78 % recomendando además que el monitoreo sea anualmente o cada tres años (Tabla 3).

Mortalidad anual del 2016 al 2023 en colina baja y alta

Para el 2023 se registraron 19 individuos muertos en la PPM 1, lo que se traduce en una tasa del 0,42 % de mortalidad y 37 individuos en la PPM 4, haciendo una tasa de, 0,99 % de mortalidad. Blas (2004), registró una tasa de mortalidad del 0,41 % para las PPM del BRUNAS, lo que nos indica que entre la PPM 1 y 4, se encuentran dentro del margen de mortalidad reportada para el BRUNAS. Contrariamente a lo encontrado por Ruiz (2004) en parcelas de 50 x 50 m 6,85 % en SUPTE y 9,02 % en el BRUNAS, que comparado con nuestros resultados es bastante baja. Aguirre (2009), encontró una tasa de mortalidad para fustales de 2,29 %. Asimismo, Nebel et al. (2001), Asquith (2002) y Uslar (2003), refieren que la mortalidad de los árboles en los bosques tropicales suele oscilar entre el 1 % y el 3 %. Comparando con esta última información, nuestros resultados presentarían una baja mortalidad durante el periodo de evaluación. Asimismo, Poorter et al. (2001) obtuvieron una tasa de 2,1 % para el bosque amazónico boliviano, mientras que Nebel et al. (2001) obtuvieron tasas entre 2,2 % y 3,2 % en bosques de la región de Iquitos en la Amazonía peruana. Sobre esa base, Melo y Vargas (2003) afirmaron que comprender la mortalidad de los árboles como un mecanismo funcional de los ecosistemas forestales es esencial para desarrollar estrategias de manejo sostenible y modelos de conservación. Se ha comprobado en nuestra investigación que cuanto menor sea el año de evaluación (por ejemplo, un año) mayor es la tasa de mortalidad, disminuyendo o estabilizándose cuando supera los cinco años de evaluación (Tabla 4).

Tabla 4

Mortalidad por año de evaluación

PPM	Mortalidad 2023	Porcentaje de Mortalidad para el 2023
1	19	0,42
4	37	0,99

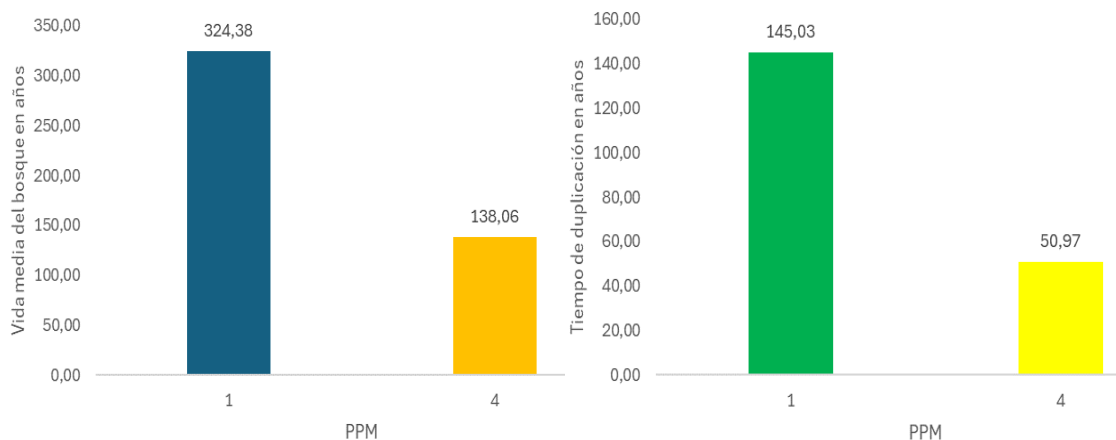
Vida media de bosque, tiempo de duplicación, numero de individuos sobrevivientes, numero de individuos al final del periodo

Vida media y tiempo de duplicación del bosque

Se encontró que para la PPM 1 la vida media del bosque es de 324,38 años y 138,06 años para la PPM 4, es decir que se requiere esa cantidad de años para que la población tanto en colinas bajas y altas se reduzca a la mitad por debajo de la tasa de mortalidad anual. Con estos resultados se puede afirmar que la composición y estructura de la PPM 1 corresponde a un bosque sucesional y que en la PPM 4 años atrás a ocurrido aprovechamiento selectivo, por lo que requiere esa cantidad de años para llegar a ser un bosque clímax (Figura 2).

Figura 2

Vida media (izquierda) y tiempo de duplicación (derecha) del bosque en años



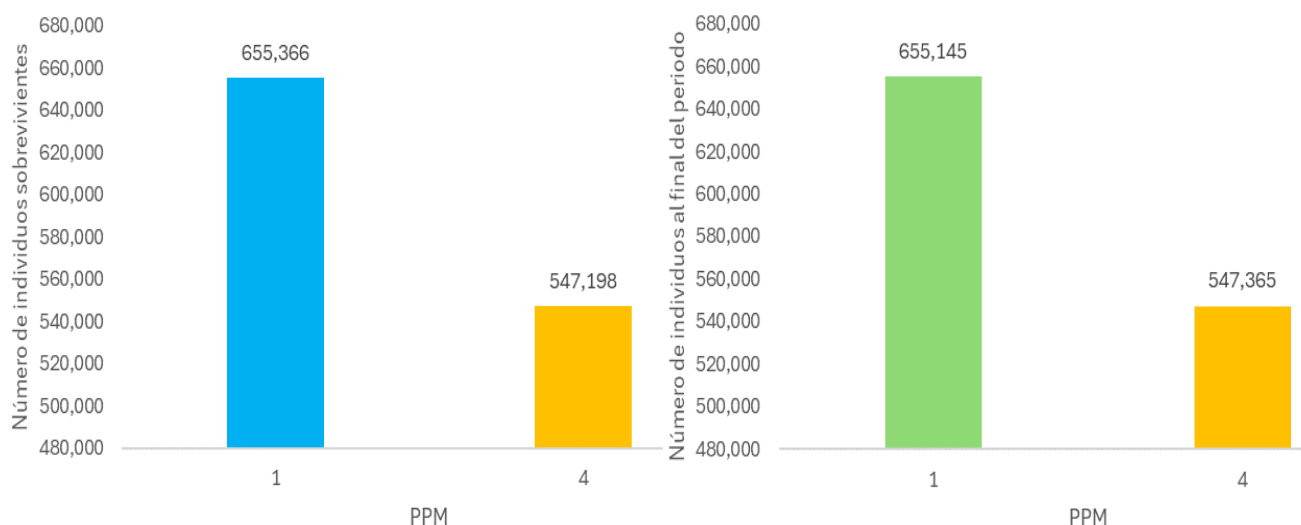
Se encontró que para la PPM 1 se requieren 145,03 años para la duplicación y 50,97 años para la PPM 4. Al respecto Korning y Balslev (1994), refieren que el tiempo de duplicación (t_2) es el tiempo necesario para que una población se duplique manteniendo al mismo tiempo una tasa registrada de entrada. En estado estacionario, la vida media y el tiempo de duplicación deberían ser los mismos. Asimismo, Araujo et al. (2006), refieren que las predicciones de la edad del bosque, que se considera una población, corresponden al tiempo requerido por el individuo para alcanzar el diámetro máximo (tiempos acumulados) (Figura 2).

Número de individuos sobrevivientes e individuos al final del periodo

En la PPM 1 los individuos sobrevivientes calculados para el 2023 son de 655,36 individuos y 547,19 individuos para la PPM 4, es decir considerando la mortalidad y el reclutamiento se puede afirmar que matemáticamente son correctas. En la PPM 1 los individuos sobrevivientes calculados para el 2023 son de 655,15 individuos y 547,36 individuos para la PPM 4, es decir considerando la mortalidad y el reclutamiento se puede afirmar que matemáticamente son correctas (Figura 3).

Figura 3

Individuos sobrevivientes (izquierda) e individuos al final del periodo (derecha)



Composición florística en colina baja y alta

Para el año 2016, la composición florística de la PPM 1 ubicada en colina baja fue 35 familias, 79 géneros, 108 especies y 656 individuos con $DAP \geq 10$ cm de acuerdo con lo encontrado en la investigación realizada por Soto (2016).

Para el año 2016, la composición florística de la PPM 4 ubicada en colina alta fue 38 familias, 90 géneros, 117 especies y 553 individuos con $DAP \geq 10$ cm de acuerdo con lo encontrado en la investigación realizada por Lalangui (2018).

En el 2023, para la composición florística de la PPM 1, se encontró 37 familias, 79 géneros, 117 especies y 626 individuos con $DAP \geq 10$ cm. Con respecto a lo descrito por Soto (2016), se incrementó dos nuevas familias, los géneros se mantienen y el número de especies también se incrementó en nueve con respecto al 2016. En PPM 4, se encontró 39 familias, 90 géneros, 117 especies y 564 individuos. Incrementándose con respecto al 2016, una familia, cero géneros y manteniéndose el número de especies (Tabla 5).

Tabla 5

Número de familias, géneros y especies de la PPM 1 y 4 por año

PPM	2016			2023		
	Fam_2016	Gén_2016	Esp_2016	Fam_2023	Gén_2023	Esp_2023
1	35	79	108	37	79	117
4	38	90	117	39	90	117

El 2023 en la PPM 1 aparecieron dos familias, siete géneros y 23 especies como nuevos ingresos a la composición florística y estructura del bosque que representa a colinas bajas. En la PPM 4 una familia, dos géneros y apenas tres nuevas especies como ingresos a la composición florística y estructura del bosque que representa a colinas altas (Tabla 6).

Tabla 6*Número de familias, géneros y especies nuevas*

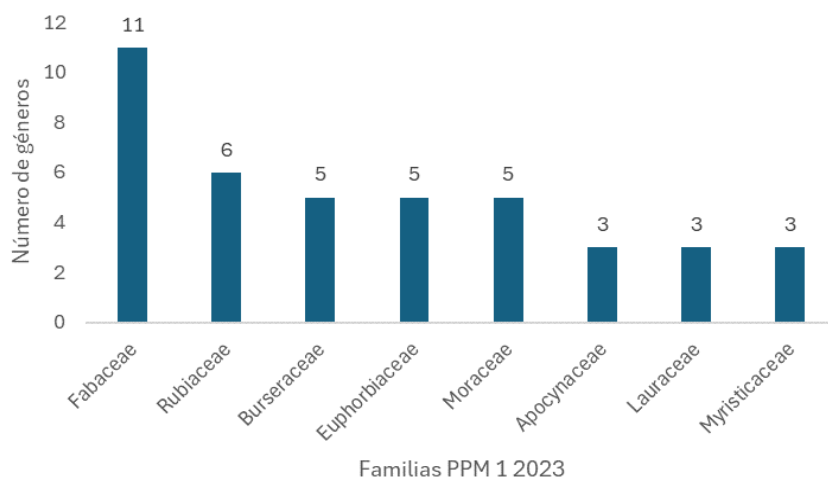
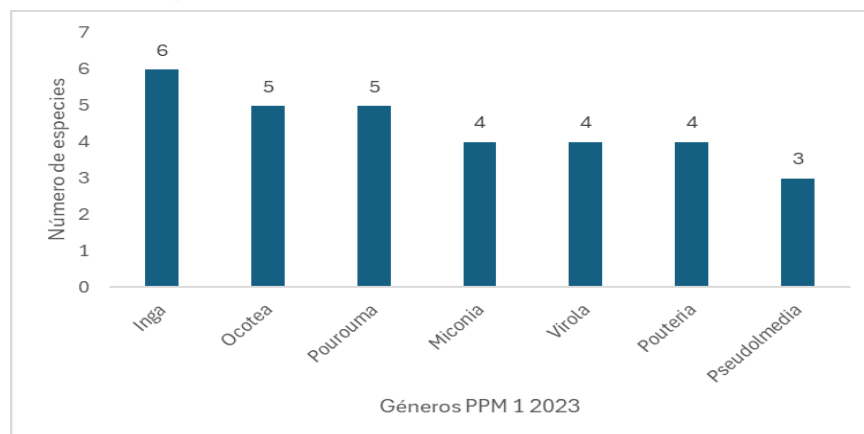
PPM	2023		
	Fam_2023	Gén_2023	Esp_2023
1	2	7	23
4	1	2	3

En el 2023 no se reportaron familias muertas durante el periodo de evaluación de la PPM 1 y 4. Sin embargo, en la PPM 1 murieron siete géneros y 14 especies; en la PPM 4 dos géneros y tres especies (Tabla 5).

Tabla 7*Géneros y especies que murieron en las PPM*

PPM	2023		
	Fam_2023	Gén_2023	Esp_2023
1	0	7	14
4	0	2	3

En la PPM 1, la familia Fabácea presentó 11 géneros, seguido de Rubiaceae con seis géneros. Asimismo, el género Inga presentó seis especies, seguido de los géneros Ocotea y Pourouma con cinco especies cada una. Sin embargo, existen también en la PPM 1, 10 familias con dos géneros y 19 familias con un género; 14 géneros con dos especies y 58 géneros con una sola especie cada una (Figura 4).

Figura 4*Familias botánicas con mayor número de géneros en la PPM***Figura 5***Géneros con el mayor número de especies en la PPM 1*

En la PPM 4, la familia Fabáceae presentó 12 géneros, seguido de Moraceae con nueve, Euphorbiaceae con siete, Rubiaceae con seis como las más numerosas. Asimismo, el género Protium presentó cinco especies, seguido Pourouma como los géneros con el mayor número de especies. Sin embargo, existen también en la PPM, seis familias con dos géneros y 23 familias con un género; 12 géneros con dos especies y 72 géneros con una sola especie cada una (Figura 7).

Figura 6

Familias botánicas con mayor número de géneros en la PPM 4

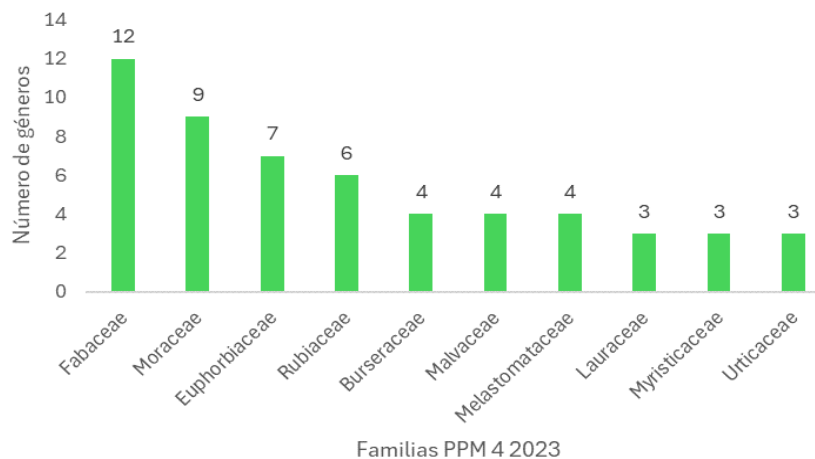
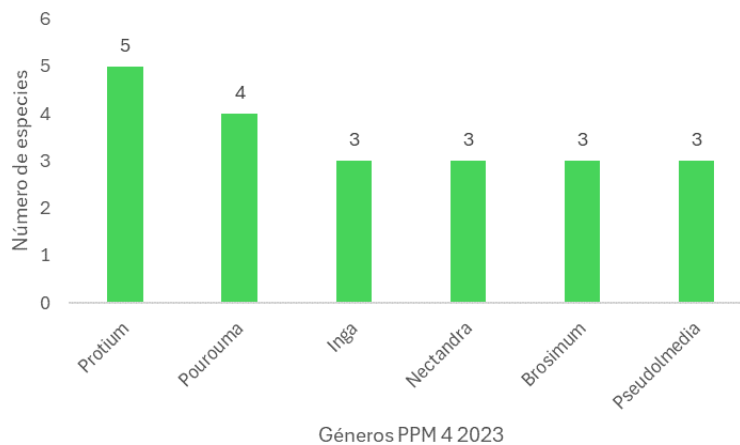


Figura 7

Géneros con el mayor número de especies en la PPM 4



Índice de valor de importancia en colina baja y alta

Para el año 2016 y 2023 la especie *Parkia panurensis* y *Senefeldera inclinata* se mantienen como dos de las especies con el IVI más alto con respecto a las otras especies en la PPM 1 que representa a bosques en colina baja del BRUNAS, las 14 especies que se muestran son las más importantes y superan el 150 % de todas demás especies presentes en ambos años de evaluación. Con excepción de las dos especies mencionadas, las otras 12 especies han sufrido ligeros cambios en el ranking, debido seguramente a la dinámica que tiene el bosque, algunas especies tuvieron mortandad más de lo esperado, lo cual se visualizó en su índice de importancia (Tabla 8).

Tabla 8

IVI de las 14 especies más importantes de la PPM 1 año 2016 y 2023

2016		2023	
Especies	IVI	Especies	IVI
<i>Parkia panurensis</i>	33,8	<i>Parkia panurensis</i>	30,0
<i>Senefeldera inclinata</i>	16,2	<i>Senefeldera inclinata</i>	18,4

<i>Casearia ulmifolia</i>	16,0	<i>Virola pavonis</i>	16,9
<i>Virola pavonis</i>	12,8	<i>Casearia ulmifolia</i>	13,4
<i>Pourouma minor</i>	11,5	<i>Qualea amoena</i>	12,5
<i>Qualea amoena</i>	9,5	<i>Pourouma minor</i>	12,1
<i>Helicostylis tomentosa</i>	8,5	<i>Helicostylis tomentosa</i>	8,9
<i>Laetia procera</i>	7,7	<i>Cecropia sciadophylla</i>	8,7
<i>Jacaranda copaia</i>	7,6	<i>Schizocalyx sterculioides</i>	7,6
<i>Schizocalyx sterculioides</i>	7,3	<i>Laetia procera</i>	7,4
<i>Schefflera morototoni</i>	5,6	<i>Dacryodes nitens</i>	5,9
<i>Dacryodes nitens</i>	5,5	<i>Theobroma subincanum</i>	5,8
<i>Tapirira guianensis</i>	5,3	<i>Henriettea sylvestris</i>	5,8
<i>Henriettea sylvestris</i>	5,8	<i>Schefflera morototoni</i>	5,5

Asimismo, en la PPM4, también para el 2016 y 2023 las especies *Senefeldera inclinata*, *Pourouma minor*, *Cedrelinga cateniformis* y *Hevea guianensis* se mantienen como cuatro de las especies con el IVI más alto con respecto a las otras especies en la PPM 4 que representa a bosques en colina alta del BRUNAS, las 14 especies que se muestran son las más importantes y superan el 150 % de todas demás especies presentes en ambos años de evaluación. Con excepción de las cuatro especies mencionadas, las otras 10 especies han sufrido ligeros cambios en su ubicación en el ranking, debido seguramente a la dinámica que tiene el bosque, algunas especies tuvieron mortandad más de lo esperado, lo cual se visualizó en su índice de importancia (Tabla 9).

Tabla 9

IVI de las 14 especies más importantes de la PPM 4 año 2016 y 2023

2016		2023	
Especies	IVI	Especies	IVI
<i>Senefeldera inclinata</i>	47,2	<i>Senefeldera inclinata</i>	52,5
<i>Pourouma minor</i>	15,4	<i>Pourouma minor</i>	17,2
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	11,7	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	11,0
<i>Hevea guianensis</i>	10,4	<i>Hevea guianensis</i>	9,6
<i>Otoba parvifolia</i>	9,6	<i>Dacryodes nitens</i>	9,1
<i>Dacryodes nitens</i>	9,2	<i>Cecropia sciadophylla</i>	8,9
<i>Cecropia sciadophylla</i>	8,1	<i>Otoba parvifolia</i>	8,8
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	7,1	<i>Schizocalyx peruvianus</i>	6,6
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	6,5	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	6,6
<i>Gutteria guentheri</i>	6,3	<i>Tapirira guianensis</i>	5,4
<i>Pseudolmedia laevis</i>	6,2	<i>Virola pavonis</i>	5,3
<i>Theobroma subincanum</i>	5,9	<i>Batocarpus orinocensis</i>	5,3
<i>Tapirira guianensis</i>	5,8	<i>Theobroma subincanum</i>	5,3
<i>Marila tomentosa</i>	5,3	<i>Pseudolmedia laevis</i>	4,5

Cociente de mezcla

La PPM 1 para el 2016, mostró una relación entre el número de especies y el número total de individuos de 1/6 es decir que existen un aproximado de seis individuos por cada especie. Asimismo, para la PPM 4 en el 2016 y las evaluaciones del 2023 de las PPM 1 y 4, presentaron una relación de 1/5, es decir que existen aproximadamente cinco individuos por especie presente en las PPM. Soto (2016), para la PPM 1 en el 2016 encontró la relación de 1/6 entre el número de especies y el total de individuos. Es decir que las evaluaciones en el periodo realizado guardan una alta relación con lo encontrado por Soto (2016) (Tabla 10).

Tabla 10

Cociente de mezcla de las PPM por año

PPM	Cociente Mezcla 2016	Cociente Mezcla 2023
1	1/6	1/5
4	1/5	1/5

CONCLUSIONES

El IMA de 1,31 % en al PPM 1 y 1,9 % en la PPM 4 en el BRUNAS para un periodo de evaluación de siete años. El reclutamiento fue de 0,48 % en la PPM 1 y 1,37 % en la PPM 4. La mortalidad en la PPM 1 fue de 0,42 % y 0,99 % en la PPM 4. La dinámica del BRUNAS está definida por un promedio de mortalidad de 0,71 % y un reclutamiento de 0,93 % así como un IMA de 1,61 %. La vida media del bosque fue 324,38 años en la PPM 1 y 138,06 años para la PPM 4. Se requiere 145,03 años para la duplicación en la PPM 1 y 50,97 años para la PPM 4. El número de individuos sobreviviente fue 655,36 en al PPM 1 y 547,19 para la PPM 4. El número de individuos al final del periodo fue 655,15 en la PPM 1 y 547,36 para la PPM 4. En composición florística hubo 37 familias, 79 géneros, 117 especies y 626 individuos en la PPM 1; 39 familias, 90 géneros, 117 especies y 564 individuos en la PPM 4. Siendo la familia Fabaceae con el mayor número de géneros en la PPM 1 y PPM 4. El género Inga con el mayor número de especies en la PPM 1 y el género Protium en la PPM 4. *P. panurensis* y *S. inclinata* presentan los más altos porcentajes de IVI en la PPM 1. Y *S. inclinata*, *P. minor*, *C. cateniformis* y *H. guianensis* en la PPM 4. El cociente de mezcla para la PPM 1 y 4 fue de 1/5, cinco individuos para cada especie presente en las PPM.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acosta, V; Araujo, P; Iturre, M. (2006). *Caracteres estructurales de las masas*. Santiago del Estero, Argentina, UNSE.
- 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, 2 100 msnm), 2^{da} ed. Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible-APRODES.
- Aguirre, L. (2009). *Efecto del tratamiento silvicultural de corta de lianas en el crecimiento de los árboles en el Bosque Residual de la UNAS, Tingo María*. (Tesis de Título, Universidad Nacional Agraria de la Selva). Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/693>
- Aguirre-Calderón, O. A. (2015). Forest management in the XXI Century. *Madera y bosques*, 21(spe), 17-28.
- Alarcón, G., Canahuire, R., Guevara, F., Rodríguez, L., Gallegos, L., & Garate, J. (2021). Dinámica de la pérdida de bosques en el sureste de la Amazonia peruana: un estudio de caso en Madre de Dios. *Ecosistemas*, 30(2), 2175-2175.
- Alegría, W., Tello, R., Panduro, M., Álvarez, F., Macedo, L., Ramírez, F., & Pacheco, T. (2010). Dinámica de la regeneración natural en claros y frecuencia de claros en bosques de varillal húmedo, Loreto, Perú. *Conoc. amaz.* 1(1): 3-12
- Alvarado, N. (2007). *Evaluación dasonómica y ecológica de bosques secundarios en parcelas permanentes de medición (PPM)*. [Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables Mención Forestales, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio UNAS: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/664>
- Álvarez, E., Stevenson, P., Fernández, F., López, W., Phillips, O., Restrepo, Z., Rey, J., Villanueva, B. & Melo, O. (2017). *Estructura y Dinámica del Bosque Tropical en Relación con la Variación Climática en Colombia: una Revisión de los Estudios de la Red COL-TREE*. En González-Pinto, A. L. (Ed.), Biodiversidad y cambio climático en Colombia: Avances, perspectivas y reflexiones (pp. 25-47). Bogotá D.C., Colombia: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
- Araujo, A., Arroyo, L., Killeen, T. & Saldias, M. (2006). Dinámica del bosque, incorporación y almacenamiento de biomasa y carbono en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado. *Ecología en Bolivia*, 41(1): 24-45, Julio de 2006.
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL.
- Asquith, N. (2002). *La dinámica del bosque y la diversidad arbórea*. Pp. 379 – 406. En: *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. M. Guariguata & G. Catan, compiladores. Libro Universitario Regional. Costa Rica. 691 pp.
- Blas, D. (2004). *Establecimiento y evaluación de parcelas permanentes de medición en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva*. (Tesis de Título, Universidad Nacional Agraria de la Selva). Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/654>
- Castañeda, E. (2021). Análisis dasométrico y morfométrico del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva a través de parcelas permanentes de medición, en Tingo María-Huánuco. (Tesis de Título, Universidad Nacional Agraria de la Selva). Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1992>
- Curtis, JT; McIntosh, RP. (1951). An upland forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32:476-496.

- Del Valle, J. (1998). Compatibilización del crecimiento orgánico, estructura poblacional y mortalidad: aplicación para el árbol tropical *Otoba gracilipes*. En: Primer Congreso Latinoamericano IUFRO: El manejo sustentable de los recursos forestales. Desafío del siglo XXI. Memorias. Valdivia, Chile.
- Díaz, E. (2004). *Evaluación de la regeneración natural en parcelas permanentes de medición en bosques secundarios de Tingo María*. [Tesis de Título, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio UNAS: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/645>
- Gianella, A. (1995) *Introducción a la epistemología y a la metodología de la ciencia*. Editorial Universidad Nacional de La Plata (Pág. 39-128)
- Gómez, C., & Salazar, M. (2010). *Instalación de parcelas permanentes de muestreo, PPM, en los bosques tropicales del Darién en Panamá*. Panamá.
- Gourlet-Fleury, S., Mortier, F., Fayolle, A., Baya, F., Ouédraogo, D., Bénédet, F., & Picard, N. (2013). Tropical forest recovery from logging: a 24 year silvicultural experiment from Central Africa. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 368(1625), 20120302.
- Guariguata, M. & Kattan, G. (2002). *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. (p 691). Cartago: LUR.
- Gutiérrez, R. (2015). *Evaluación de la regeneración natural en parcelas permanentes de medición en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María*. [Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables Mención Forestales, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio UNAS: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/659>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6^{ta} ed.). McGraw-Hill Educación.
- Holdridge, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida* (No. 83). Agroamérica.
- Keller, N., Niklaus, P. A., Ghazoul, J., Marfil, T., Godoong, E., & Philipson, C. D. (2023). Biodiversity consequences of long-term active forest restoration in selectively-logged tropical rainforests. *Forest Ecology and Management*, 549, 121414.
- Korning, J. & Balslev, H. (1994). Growth rates and mortality patterns of tropical lowland tree species and the relation to forest structure in Amazonian Ecuador. *Journal of Tropical Ecology*, 10:151-166.
- Lalangui, Y. (2018). Composición arbórea en zona de colina alta del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en Tingo María. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1717>
- Li, T., Zou, Y., Liu, Y., Luo, P., Xiong, Q., Lu, H., ... & Axmacher, J. C. (2022). Mountain forest biomass dynamics and its drivers in southwestern China between 1979 and 2017. *Ecological Indicators*, 142, 109289.
- Llantoy, K. (2022). Dinámica forestal de un Bosque Pluvial Montano Bajo Tropical en la concesión para conservación Inchatoshi Kametsa, Satipo – Junín. (Tesis de Título, Universidad Nacional del Centro del Perú). Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8833>
- Mazzini, F. (2019). *Rol del ganado vacuno doméstico como modelador de la dinámica de los bosques montanos subtropicales (yungas)*. (Tesis Doctoral)
- Melo, O & Vargas, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos*. Ibagué, CO, Universidad de Tolima. 183 p.
- Montero, W., Hernández, E. J., Alves, G. G., Souza, I. D., & Sánchez, H. (2020). Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque con manejo de impacto reducido en la región oriental de la Amazonia brasileña. *Revista mexicana de biodiversidad*, 91.
- Nebel, G., Kvist, L., Vanclay, J. & 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 Amazonica* 11: 65-97.
- Nebel, G & Baluarte, J. (2001). Ecology and management of flood plain forests in the Peruvian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 150(1):1-2 DOI:10.1016/S0378-1127(00)00678-2
- Nebel, G., Kvist, L., Vanclay, J., Christensen, H., Freitas, L. & Ruiz, J. (2001). Structure and floristic composition of a flood plain forest in the Peruvian Amazon, I. Overstory. *Forest Ecology and Management*, 150: 27-57.
- Pallqui, N. (2013). *Dinámica de un bosque tropical: biomasa aérea y análisis en parcelas permanentes a largo plazo, reserva nacional Tambopata- Madre de Dios*. (Tesis de Título, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco).

- Perales, C, Giacomotti, J., Ortiz, L., & Reynel, C. (2023). Evaluación de la dinámica forestal en bosques premontanos de Satipo, Perú. *Folia Amazónica*, 32(1), e32609-e32609.
- Pino, M., Rojas, Y., Salcedo, P., Rangel, R., & Gómez, A. (2021). Dinámica sucesional del bosque luego de establecer fajas de enriquecimiento, El Caimital, Barinas -Venezuela. *Investigaciones Geográficas*, (61), 99–115.
- Plana, E., & Meya, D. (2000). *La certificación forestal como instrumento de política forestal. Hacia una gestión sostenible de los bosques*. Barcelona, España: In IV Forum de Política Forestal.
- Poorter, L., Boot, Y., Hayashida, O., Leigue, J., Peña, M. & Zuidema, P. (2001). *Estructura y dinámica de un bosque húmedo tropical en el norte de la amazonia boliviana*. Informe Técnico N° 2, Programa de manejo de bosques de la Amazonia Boliviana, Riberalta, Beni, Bolivia.
- Pulgar, J. (1987). Geografía del Perú: Las ocho regiones naturales, la regionalización transversal, la microregionalización. PEISA. <https://books.google.com.pe/books?id=2NRxAAAAMAAJ>
- Quesada, R. & Castillo, M. (2010). *Demografía de especies maderables de la Península de Osa*. Informe final. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. p 132.
- Quesada, R., Acosta, L., Garro, M. & Castillo, M. (2012). Dinámica del crecimiento del bosque húmedo tropical, 19 años después de la cosecha bajo cuatro sistemas de aprovechamiento forestal en la Península de Osa, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 25, N° 5. Pág 56-66.
- Quispe, A. (2020). *Dinámica poblacional arbórea en parcelas permanentes de bosque amazónico en la estación biológica de Cocha Cashu Ypaquitza, Reserva Biosfera de Manu, Madre de Dios-Perú*. (Tesis de Título, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco). Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/5559>
- Restrepo, I.C, Aldana, A.M. & Stevenson, P.R. (2016). Dinámica de bosques en diferentes escenarios de tala selectiva en el Magdalena medio (Colombia). *Colombia Forestal*, 19(2), 71-83
- Ruiz, J. (2004). *Evaluación de parcelas permanentes de medición (PPM) en bosques secundarios de Tingo María*. (Tesis de Título, Universidad Nacional Agraria de la Selva). Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/653>
- Sáenz, L. (2019). *Dinámica del crecimiento de árboles individuales del bosque de varillal seco en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Iquitos, Perú. Periodo 2004-2017*. (Tesis de Título, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana). Repositorio institucional. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6443>
- SENAMHI. (2019). *Boletín hidroclimático* [Internet]. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>.
- Soto, Y. (2026). *Inventario dendrológico de una parcela permanente de medición del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Swaine, M., Lieberman, D. & Hall, J. (1990). Structure and Dynamics of a tropical dry forest in Ghana. *Vegetatio*, 88: 31-51.
- Swaine, M., Lieberman, D. & Putz, F. (1987). The dynamics of tree populations in tropical forests: a review. *J. Trop. Ecol.* 3: 359-366.
- Swamy, S. L., Darro, H., Mishra, A., Lal, R., Kumar, A., & Thakur, T. K. (2023). Carbon stock dynamics in a disturbed tropical forest ecosystem of Central India: Strategies for achieving carbon neutrality. *Ecological Indicators*, 154, 110775.
- Uslar, Y., Mostacedo, B. & Saldías, M. (2003). Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. Documento Técnico 114. USAID/Bolivia.
- Valderrama, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica* (2a ed.). Lima: San Marcos.
- Valdivia, J. (2009). *Respuesta de la regeneración natural al tratamiento silvicultural de corta de lianas en el bosque residual de la UNAS, Tingo María*. [Tesis de Título, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/692>
- Wadsworth, F. (2000). *Producción forestal para América Tropical*. USDA, CATIE y IUFRO.