

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN: GESTIÓN DE BOSQUES TROPICALES



**RASGOS FUNCIONALES DE DIÁMETRO, ALTURA Y COPA DE ESPECIES
FORESTALES SEGÚN ESTRATEGIA ADAPTATIVA Y CONSERVATIVA EN
BOSQUES DE COLINA BAJA Y ALTA DE TINGO MARÍA – HUÁNUCO**

Tesis

Para optar el grado académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA,
MENCIÓN: GESTIÓN DE BOSQUES TROPICALES**

PRESENTADO POR:

FRED DANIEL MINAYA CANDIA

[Handwritten signature]
[Handwritten signature]
15-06-23
74
15
206

Tingo María – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
UNIDAD DE POSGRADO
DIRECCIÓN



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 005-UPG-FRNR-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 10:00 a.m. del martes 13 de junio de 2023, reunidos de manera presencial en las instalaciones del auditorio de primer nivel de la Escuela de Posgrado, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

"RASGOS FUNCIONALES DE DIÁMETRO, ALTURA Y COPA DE ESPECIES FORESTALES SEGÚN ESTRATEGIA ADAPTATIVA Y CONSERVATIVA EN BOSQUES DE COLINA BAJA Y ALTA DE TINGO MARÍA – HUÁNUCO"

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención: Gestión de Bosques Tropicales FRED DANIEL, MINAYA CANDIA.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando APROBADO con el calificativo de MUY BUENO Acto seguido, a horas 12:30 p.m. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

.....
Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
Presidente del Jurado

.....
Dr. EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMANTE
Miembro del Jurado

.....
Ing. MS.c. WARREN RIOS GARCIA
Miembro del Jurado

.....
Ing. MS.c. EDILBERTO DIAZ QUINTANA
Asesor

.....
Ing. MS.c. JENRI RUIZ GONZALES
Asesor



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 316 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Escuela de Posgrado UNAS

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
RASGOS FUNCIONALES DE DIÁMETRO, ALTURA Y COPA DE ESPECIES FORESTALES SEGÚN ESTRATEGIA ADAPTATIVA Y CONSERVATIVA EN BOSQUES DE COLINA BAJA Y ALTA DE TINGO MARÍA - HUÁNUCO	FRED DANIEL MINAYA CANDIA	17 % Diecisiete

Tingo María, 22 de noviembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN: GESTIÓN DE BOSQUES TROPICALES



RASGOS FUNCIONALES DE DIÁMETRO, ALTURA Y COPA DE ESPECIES FORESTALES SEGÚN ESTRATEGIA ADAPTATIVA Y CONSERVATIVA EN BOSQUES DE COLINA BAJA Y ALTA DE TINGO MARÍA – HUÁNUCO

Autor	: Minaya Candía, Fred Daniel
Asesores	: Ing. M.Sc. Díaz Quintana, Edilberto : Ing. Mg. Ruiz Gonzales, Jenri
Programa de investigación	: Valorización de la biodiversidad, recursos naturales y biotecnología
Línea de Investigación	: Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y recursos naturales
Eje temático de investigación	: Manejo de bosques naturales y otros ecosistemas
Lugar de ejecución	: Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - BRUNAS
Duración	: 06 meses
Financiamiento	: S/ 8 460,00

Tingo María – Perú.



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

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL
GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO, INVESTIGACIÓN
DOCENTE Y TESISISTA**

I. Datos Generales de Posgrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Escuela de Posgrado	: EPG-UNAS
Posgrado	: Maestría en Agroecología
Mención	: Gestión de Bosques Tropicales
Título de la Tesis	: Rasgos funcionales de diámetro, altura y copa de especies forestales según estrategia adaptativa y conservativa en bosques de colina baja y alta de Tingo María – Huánuco
Autor de la tesis	: Fred Daniel Minaya Candia
Asesores de la Tesis	: Ing. M.Sc. Edilberto Diaz Quintana Ing. Mg. Jenri Ruiz Gonzales
Programa de investigación	: Valorización de la biodiversidad, recursos naturales y biotecnología
Línea(s) de investigación	: Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y recursos naturales
Eje temático	: Manejo de bosques naturales y otros ecosistemas
Lugar de ejecución	: Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - BRUNAS
Duración	: Inicio : 25 de marzo del 2021 Término : 25 de agosto del 2021
Financiamiento	: FEDU : S/. 0,00 Propio : S/ 8 460,00 Otros : S/. 0,00

Tingo María, Perú, noviembre 2023.

Fred Daniel Minaya Candia
Tesista

Ing. MSc Edilberto Díaz Quintana
Asesor

Ing. Mg. Jenri Ruiz Gonzales
Asesor

Ficha catalográfica



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
UNIDAD DE POSGRADO
DIRECCIÓN



"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 005-UPG-FRNR-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 10:00 a.m. del martes 13 de junio de 2023, reunidos de manera presencial en las instalaciones del auditorio de primer nivel de la Escuela de Posgrado, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

"RASGOS FUNCIONALES DE DIÁMETRO, ALTURA Y COPA DE ESPECIES FORESTALES SEGÚN ESTRATEGIA ADAPTATIVA Y CONSERVATIVA EN BOSQUES DE COLINA BAJA Y ALTA DE TINGO MARÍA – HUÁNUCO"

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención: Gestión de Bosques Tropicales FRED DANIEL, MINAYA CANDIA.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando APROBADO con el calificativo de MUY BUENO Acto seguido, a horas 12:30 p.m. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
Presidente del Jurado

Dr. EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMANTE
Miembro del Jurado

Ing. MS.c. WARREN RIOS GARCIA
Miembro del Jurado

Ing. MS.c. EDILBERTO DIAZ QUINTANA
Asesor

Ing. MS.c. JENRI RUIZ GONZALES
Asesor

DEDICATORIA

A Dios por ser mi máximo guía y soporte.

A mi hija Sophia y a mi esposa por su amor y apoyo en todo momento.

A mis padres y hermanos por ser soporte y ejemplo siempre.

A mis amigos de siempre no los nombro a todos porque no acabaría gracias por mostrarme amistad verdadera.

AGRADECIMIENTOS

- A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Escuela de Posgrado, por haberme forjado como profesional.
- A todos mis Docentes de la Maestría en Ciencias en Agroecología mención Gestión de Bosques Tropicales, quienes contribuyeron en mi formación académica.
- Al Ing. M.Sc. Díaz Quintana, Edilberto y al Ing. Mg. Ruiz Gonzales, Jenri, por su orientación profesional y su cooperación en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- A mi querida hija, esposa por su cariño, paciencia y por ser mi familia la fuente de inspiración para mi superación personal y profesional.
- A mis padres y hermanos, son mi constante inspiración para asumir los retos permanentes a los que tengo que hacer frente.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Altura máxima	3
2.1.2. Diámetro del árbol	3
2.1.3. Densidad del árbol	4
2.1.4. Rasgos funcionales	4
2.1.5. Especies conservativas y adaptativas.....	4
2.1.6. Bosques de colinas bajas.....	4
2.1.7. Bosque de colinas altas	5
2.1.8. Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS).....	5
2.2. Estado del arte.....	5
2.2.1. Internacional	5
2.2.2. Nacional.....	9
2.2.3. Local	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1. Lugar de ejecución.....	10
3.1.1. Ubicación geográfica y política	10
3.1.2. Zona de vida.....	11
3.1.3. Clima.....	11
3.1.4. Fisiografía	11
3.1.5. Recursos hídricos.....	11
3.2. Materiales y métodos	11
3.2.1. Materiales y equipamiento.....	11
3.2.2. Metodología.....	11
3.2.3. Desarrollo de la investigación.....	15
3.2.4. Medidas del árbol.....	15
3.2.5. Variables evaluadas	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19

4.1. Rasgo funcional diámetro, en las especies forestales de colinas bajas y altas	19
4.2. Rasgo funcional altura máxima de especies forestales en colinas baja y alta	20
4.3. Rasgo funcional densidad básica de las especies forestales en bosques de colinas bajas y alta	21
4.3.1. Densidad básica de las especies adaptativas y conservativas en bosques de colinas baja y alta	22
4.4. Rasgo funcional altura de copa y diámetro de copa de especies forestales en bosques de colinas baja y alta	24
4.4.1. Colina baja	24
4.4.2. Colina alta	26
4.5. Relación del rasgo funcional diámetro, altura máxima, diámetro y altura de copa de especies forestales según estrategia adaptativa y conservativa	27
4.5.1. Colina baja	27
4.5.2. Colina alta	28
V. CONCLUSIONES	30
VI. PROPUESTA A FUTURO	32
VII. REFERENCIAS.....	33
ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Páginas
1.	Vértices de cada uno de los bloques.....	12
2.	Variables de investigación.....	15
3.	Configuración del dosel.....	18
4.	Rasgo funcional diámetro por clase diamétricas en colina baja y alta	19
5.	Rasgo funcional altura máxima por clases de estratificación en colinas baja y alta ..	21
6.	Rasgo funcional densidad básica de las especies forestales en colina baja y alta.....	22
7.	Rasgo funcional densidad básica de especies adaptativas y conservativas en colinas baja y alta	24
8.	Índice de copa de cinco primeras especies forestales de dosel de copa en colina baja.....	25
9.	Forma de copa de las cinco primeras especies forestales en colina baja.....	25
10.	Índice de copa de las cinco primeras especies forestales de colina alta	26
11.	Forma de copa de las cinco primeras especies forestales en colina alta	26
12.	Correlación de las variables dasométricas con la densidad básica de la madera en especies de colina baja	27
13.	Correlación de las variables dasométricas con la densidad básica de la madera en especies de colina alta.....	28
14.	Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson	41
15.	Composición florística de colinas bajas	41
16.	Composición florística de colinas altas	42
17.	Número de individuos por especie y clase diamétrica en colina baja	43
18.	Número de individuos por especie y categoría de altura máxima en colina baja	45
19.	Número de individuos por especie y estrategia funcional de DM en colina baja	46
20.	Índice de copa de las especies forestales de colina baja.....	48
21.	Forma de copa de las especies forestales de colina baja	49
22.	Número de individuos por especie en la estrategia funcional adaptativa de colina baja.....	50
23.	Núm. de individuos por especie en la estrategia funcional conservativa de colina baja.....	51
24.	Número de individuos por especie y clase diamétrica en colina alta	52
25.	Número de individuos por especie y categoría de altura máxima en colina alta	53

26.	Número de individuos por especie y estrategia funcional de DM en colina alta	55
27.	Índice de copa de las especies forestales de colina alta	57
28.	Forma de copa de las especies forestales de colina alta	58
29.	Número de individuos por especie en la estrategia funcional adaptativa de colina alta	60
30.	Núm. de individuos por especie en la estrategia funcional conservativa de colina alta	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Páginas
1. Mapa de ubicación de los bloques	10
2. Número de muestras y plan de muestreo para el bloque I del estudio	13
3. Número de muestras y plan de muestreo para el bloque II del estudio.....	13
4. Configuración de la UM.....	14
5. Forma de la estimación del tamaño del árbol.....	16
6. Medición altura y diámetro de copa.....	18
7. Porcentaje por clase diamétrica de los árboles de colina baja y alta.....	20
8. Porcentaje por clase de estratificación de altura máxima en colinas baja y alta.....	21
9. Rasgo funcional densidad básica de las especies forestales en colina baja y alta.....	22
10. Porcentaje de la densidad de la madera de los árboles de colina baja y alta.....	24
11. Ubicación del área de investigación.....	62
12. Estimación de la altura de los árboles usando clinómetro y distanciómetro láser.	62
13. Medición de la distancia del árbol al punto central de la UM, usando distanciómetro láser.	63
14. Medición de la distancia del árbol a un punto conocido para calcular la altura, usando distanciómetro láser.	63
15. Registro de datos, marcado de árboles y medición del Dap.	64
16. Medición y registro del diámetro de copa de los árboles.....	64
17. Constancia de identificación de especies forestales (a).	65

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar los rasgos funcionales del diámetro, altura y copa de especies forestales según estrategia adaptativa y conservativa en los bosques de colina baja y alta de Tingo María – Huánuco. Siguiendo la metodología hipotético-deductivo, no experimental, transversal y correlacional, recolectando datos una vez, midiendo el Dap a los árboles \geq a 10 cm, clasificando las alturas por estrato arbóreo, la densidad de la madera por estrategia adaptativa y conservativa, finalmente determinando índice y forma de copa. Los resultados muestran que el Dap se encuentra entre 10-20 cm en colina baja y alta, los mayores porcentajes de altura de los árboles se encuentran en el estrato arbmedio (5-24,9 m). En colina baja predomina la estrategia adaptativa (61,71 %) y colina alta la estrategia conservativa (59,01 %). Asimismo, en colinas bajas, no existe correlación entre las variables. En colinas altas existe correlaciones inversas y bajas entre las variables. Se concluye que 52,04 y 52,03 % del Dap en colina baja y alta se encuentra entre 10-20 cm. La altura máxima en el estrato medio con 76,95 % y 85,76 % en colina baja y alta, respectivamente.

Palabras clave: propiedades funcionales, diámetro, altura máxima, diámetro de copa, densidad de la madera, estrategias de adaptativas y conservativas.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the functional traits of diameter, height and crown of forest species according to adaptive and conservative strategy in the low and high hill forests of Tingo María - Huánuco. Following the hypothetico-deductive, non-experimental, cross-sectional and correlational methodology, collecting data once, measuring DBH to trees \geq 10 cm, classifying heights by tree stratum, wood density by adaptive and conservative strategy, finally determining index and crown shape. The results show that the DBH is between 10-20 cm in low and high hills, the highest percentages of tree height are found in the middle stratum (5-24.9 m). In low hills the adaptive strategy predominates (61.71 %) and in high hills the conservative strategy (59.01 %). Likewise, in low hills, there is no correlation between the variables. In high hills, there are inverse and low correlations between the variables. It is concluded that 52.04 and 52.03 % of the DBH in low and high hills is between 10-20 cm. The maximum height in the middle stratum was 76.95 % and 85.76 % in low and high hills, respectively.

Key words: functional properties, diameter, maximum height, crown diameter, wood density, adaptive and conservative strategies.

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques del mundo cubren más del 30 % de la superficie terrestre y albergan especies vegetales y animales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2020). Por lo que albergan casi toda la diversidad terrestre del planeta, haciendo que el manejo y conservación de esta alta diversidad biológica dependa de cómo utilizamos e interactuamos con los bosques. Esta alta diversidad, hace que sea complicado de manejar adecuadamente las especies forestales de los bosques, debido a que cada una cuenta con rasgos funcionales diferentes, cumpliendo estas funciones en el ecosistema, tales como la regulación, provisión, etc.

En el contexto actual de cambio climático global, es muy importante estudiar las propiedades funcionales de los árboles porque ayuda a comprender la capacidad de los árboles para adaptarse a los cambios ambientales, ya que sus propiedades están estrechamente relacionadas con el medio ambiente, así como, diversos procesos biológicos, ambientales y fisiológicos.

La importancia del estudio de los rasgos funcionales en los ecosistemas tropicales se relaciona principalmente con la posibilidad de analizar la respuesta de las especies a los cambios ambientales y explicar ecológicamente su relación con el ambiente en el que se desarrollan, en este contexto, los gradientes altitudinales tropicales (colinas bajas y altas) son un laboratorio natural para estudiar el comportamiento de las especies y su adaptación al cambio climático.

También se sabe por algunas referencias que las especies arbóreas con una alta densidad básica de madera son más resistentes al riesgo de sequía e incendios forestales y acumulan más carbono en su estructura, por lo que es muy importante estudiar el comportamiento de estas especies en diferentes alturas. gradientes, divididos por tipo de bosque (colina baja y alta). Asimismo, el diámetro del tronco, la altura total y el diámetro de la copa están directamente relacionados, por lo que es importante conocer estos índices por grupos de especies para propuestas de mitigación del cambio climático en nuestra región, donde la información es muy escasa.

Como se mencionó anteriormente, se han realizado pocos estudios de rasgos funcionales en el ámbito de Tingo María, y comprender estas relaciones es sumamente importante para combatir los efectos del cambio climático. Con base en esas afirmaciones, la investigación busco responder: ¿Cuáles son las características funcionales de diámetro, altura y diámetro de

copa de especies forestales según estrategia adaptativa y conservativa en bosques de colina baja y alta de Tingo María – Huánuco?

El estudio busca constituirse en una herramienta de gestión para procesos de restauración de ecosistemas forestales, así como para el manejo forestal sostenible, frente a la mitigación y adaptación al cambio climático que viene afrontando el Perú en los últimos años. Dicha información será de vital importancia para los tomadores de decisiones, así como también para profesionales independientes, técnicos, entre otros interesados en el desarrollo forestal sostenible.

Bajo las consideraciones expuestas, se quiere saber si existe diferencia en la relación de los rasgos funcionales con las estrategias adaptativas y conservativas en los bosques del BRUNAS en colina baja y alta en Tingo María.

El objetivo general fue:

- Evaluar los rasgos funcionales del diámetro, altura y copa de especies forestales según estrategia adaptativa y conservativa en los bosques de colina baja y alta de Tingo María – Huánuco.

Los objetivos específicos fueron:

- Determinar el rasgo funcional de diámetro de las especies forestales en bosques de colinas baja y alta.
- Determinar el rasgo funcional altura máxima de las especies forestales en bosques de colinas baja y alta.
- Determinar el rasgo funcional densidad básica de las especies forestales en bosques de colinas baja y alta.
- Determinar el rasgo funcional altura de copa y diámetro de copa de especies forestales en colinas baja y alta.
- Relacionar el rasgo funcional diámetro, altura máxima, diámetro de copa y altura de copa de especies forestales según la estrategia adaptativa y conservativa en bosques de colina baja y alta.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Altura máxima

Como señala Chave (2005), la altura es una variable geométrica clave en los árboles. El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2015) también agrega que es una variable medida en diferentes tipos de vegetación, entre ellos árboles, palmeras, arbustos, juncos, suculentas y hierbas. Rivas (2006) plantea luego que a nivel individual la altura puede ser la sumatoria de base a copa o comercial, diámetro final o punto de ramificación del tallo. A nivel de grupo forestal o plantación, estas pueden ser la altura media (promedio aritmético del número total de árboles en un área determinada) y la altura dominante (también llamada altura de pico). Finalmente, Romahn y Ramírez (2010) indicaron que la precisión de la medición de la altura varía desde aproximadamente 10 cm hasta 1 m dependiendo del propósito de la medición. Es posible lograr una mayor precisión, pero requiere más tiempo y el uso de equipos avanzados.

2.1.2. Diámetro del árbol

El diámetro de un árbol se mide en la corteza a una altura de 1,30 m sobre el suelo. Excepto en casos especiales, las mediciones se pueden realizar con una cinta diamétrica o un pie de rey. Evite la exageración del volumen y corrija los errores de medición, el diámetro se mide en centímetros y ajustado hacia abajo (por ejemplo: 16,4 cm se convierte en 16 cm). Malleux (1982) señala que el diámetro es el parámetro cuantitativo más importante en la evaluación forestal por tres razones básicas:

- Se pueden obtener datos más precisos porque se pueden medir directamente.
- En base a esto, se pueden relacionar todos los demás parámetros importantes del árbol, como el volumen, el diámetro de la copa, el área de la base y el crecimiento.
- Esto nos permite caracterizar la estructura del rodal.

En todo el mundo, el diámetro del árbol se mide a una altura estándar conocida como "altura del pecho". Se llama así porque mide a la altura del pecho del medidor. Esta altura depende de la altura de la persona, siendo mayor en personas altas comparado con personas bajas. Por esta razón, la "altura del pecho" se estandarizó en 1,3 metros para que todos se midieran en el mismo punto del árbol (Stockdale, 2008).

2.1.3. Densidad del árbol

La densidad de la madera es una propiedad funcional expresada como el peso seco de las partes leñosas de una planta (tallo, raíces, ramas, etc.) dividido por el volumen de la misma parte cuando está saturada con agua, generalmente expresado en g/cm³ o kg. /m³ (Cornelissen et al., 2003). En general, la densidad basal de la madera varía mucho dentro de individuos de una misma familia, género, especie e incluso dentro de un mismo individuo, dependiendo de factores ambientales y de la edad del árbol (Wieman y Williamson, 1989). Asimismo, Chave (2006) agrega que la densidad de árboles es una variable interesante porque las plantas brindan información sobre la cantidad de carbono destinado a los costos de construcción.

Esta importancia variable ha sido demostrada en estudios de especies de plantas y ecología comunitaria en bosques tropicales. Por ejemplo, la densidad de árboles depende de las características ecológicas de las especies de árboles, como la mortalidad (Kraft et al., 2010), la tasa de crecimiento (King et al., 2006) y la capacidad de almacenamiento de carbono (Chave et al., 2006).

2.1.4. Rasgos funcionales

Según Petchey y Gaston (2006), demostraron que los rasgos funcionales se pueden dividir en dos tipos. Variables continuas o discretas como contenido de nitrógeno y fósforo en las hojas, densidad de árboles, tamaño de planta adulta, contenido de materia seca del tallo). Dos características funcionales importantes relacionadas con la biomasa del ecosistema son la densidad de árboles y la altura máxima (Cornelissen et al., 2003).

2.1.5. Especies conservativas y adaptativas

Según Díaz et al. (2004) creían que la supervivencia de las plantas forestales está relacionada con sus características ecológicas. Las especies resultantes se caracterizan por tasas de crecimiento relativamente rápidas (Thiffault et al., 2006), rápida adquisición de los tipos de recursos, baja concentración de lignina (Pazos et al., 2007), alto contenido de nitrógeno foliar y poca madera. Asimismo, Tecco et al. (1998), refieren que la densidad es un componente clave en el síndrome de uso-conservación-liberación-adquisición de recursos, y las especies conservadoras son de sucesión tardía y de crecimiento lento (Thiffault et al., 2006) AFE, DM alta, hojas duras y pequeñas y contenido de nutrientes (Kühner y Kleyer, 2008; Tecco et al., 1998; Kuhner y Kleyer, 2008).

2.1.6. Bosques de colinas bajas

Según la definición del Ministerio de Agricultura (MINAG, 2013), los bosques crecen en terrenos donde el nivel local o la altura de abajo hacia arriba no supera los

80 m. La pendiente depende de la presencia de canales o cárcavas que han cortado la superficie como consecuencia de la erosión. En estos tipos de bosques, la pendiente suele oscilar entre el 15 % y el 70 %.

2.1.7. Bosque de colinas altas

Son bosques que se desarrollan en tierras con elevaciones que alcanzan desde su nivel o base local hasta la cima, entre 80 y 300 metros como máximo. La pendiente varía según la presencia de cauces o quebradas que han modelado (disectado) la superficie por acción erosiva. En términos generales en el tipo de bosque colinas altas se encuentran pendientes que varían entre 15 % y 75 % (MINAGRI, 2013).

2.1.8. Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS)

Esta es una zona forestal típica de la Selva Alta y, al igual que el Parque Nacional Tingo María, es una de las zonas forestales menos alteradas de la provincia de Leoncio Prado. Fue creado el 31 de diciembre de 1971 bajo la Resolución 1502 de la UNASTM como un área intangible, para proteger los recursos naturales que se encuentran en el bosque: flora y fauna, suelo, agua y biodiversidad (Puerta y Cárdenas, 2012).

2.2. Estado del arte

2.2.1. Internacional

De la Riva et al. (2014), concluyeron que un estudio de cinco especies mediterráneas de *Quercus* mostró un alto grado de diversidad funcional, lo que explica en gran medida su diferente distribución en varios hábitats diferentes del sur de España. Se muestra la existencia de una "economía espectral" a nivel de toda la planta y la transición de las especies de *Quercus* a lo largo del eje conservador de utilización, adquisición-conservación de recursos. Los resultados contradictorios obtenidos en otros estudios sobre la coordinación (o falta de coordinación) entre las propiedades funcionales de hojas, tallos y raíces indican una situación compleja donde la naturaleza de estas relaciones depende en gran medida de la naturaleza del área geográfica estudiada, las escalas espaciales observadas, magnitud e incluso relaciones filogenéticas de los gradientes ambientales muestreados.

López (2015), concluyó que las características funcionales están estrechamente relacionadas con el crecimiento de las plantas, la resistencia a la sequía, las propiedades de los residuos, la descomposición y la liberación de nutrientes. Por todo ello, las propiedades funcionales influyen decisivamente en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres.

Gusmán (2015), concluyó que tanto los efectos de filtrado de hábitat como los umbrales de similitud para la composición de la comunidad del bosque seco de Tumbes muestran valores propios a lo largo del gradiente de precipitación, consistentes con la idea de filtrado de hábitat, y los resultados muestran que las obras terrestres tienen una importancia estratégica alta. Además, el estudio concluyó que la diversidad funcional era menor en las zonas de mayor estrés. El estudio también muestra que la filogenia y la distribución funcional de ciertas especies en este bosque seco es acumulativa y exclusiva, lo que sugiere la importancia de los rasgos funcionales y la historia evolutiva basada en las interacciones ecológicas observadas actualmente.

Galindo et al. (2020), mostraron que los valores de los atributos funcionales difieren significativamente entre los grupos estudiados; además, es claro que este taxón expresa sus características en el eje de adquisitivo-conservativo y especialización en el uso de recursos. Las diferencias de rasgos de *Cedrela odorata* entre especies pueden ser un mecanismo para resistir el cambio climático.

Camacho et al. (2020), concluyeron que la relación entre las características de soporte sugiere que existe un equilibrio entre la longitud y el espesor de la fibra para aumentar la capacidad de carga humana, lo que hace que esta última característica sea relevante para la densidad de la madera. sobre propiedades relacionadas con la fibra; Sin embargo, este rasgo responde a otros factores, como la estructura vascular. La relación de conductividad muestra que cuanto mayor es el diámetro de los poros, menor es su densidad y cuanto mayor es el diámetro de los poros asegura el intercambio de sustancias entre los vasos. Las características de almacenamiento indican que cuanto mayor es el ancho de las vigas, mayor es su longitud, lo que lleva a una disminución de su densidad.

Wang et al. (2022), concluyeron que los factores del hábitat influyen en los patrones de distribución de los rasgos funcionales de las plantas; En particular, se encontró una correlación negativa significativa entre los factores del campo y la densidad de la madera. Los factores del sitio influyen en el área foliar específica pero no en la altura de la planta. Además, la influencia del tipo de comunidad en la relación entre los factores de apoyo y la distribución de los rasgos funcionales de las plantas está muy extendida.

López (2022), encontró que la mayoría de las 45 especies registradas tenían hojas pequeñas, baja área foliar específica y baja síntesis máxima de luz; la densidad del árbol más común se concentró en la distribución mediana. No hubo relación entre las características de las hojas y la densidad o altura máxima de los árboles. Nueve especies tenían rasgos tales como alta tasa fotosintética máxima, alta área foliar específica, bajo contenido de

materia seca foliar y baja densidad de madera. En contraste, las 36 especies con rasgos conservados tenían una tasa fotosintética baja, un área foliar específica baja, un contenido alto de materia seca foliar y una densidad de madera media.

Neves et al. (2022), demostraron que, incluso bajo condiciones macroclimáticas similares, hubo distintas contribuciones de diferentes grupos fenológicos funcionales a lo largo de un gradiente sabana-transición-SDTF, así como diferencias en la densidad de la madera, el contenido de agua saturada de la madera y el potencial hídrico de las ramas -con especies caducifolias presentes exclusivamente en los sitios más secos. Demostramos que las interacciones entre aspectos climáticos, ecofisiológicos y fenológicos controlan las estrategias ecohidrológicas de las plantas en un gradiente de ecosistemas estacionalmente secos, estando las precipitaciones relacionadas con la caída de hojas en todos los grupos de hojas, así como con la presencia de especies con altas densidades de madera. Destacamos que estudios en gradientes de vegetación bajo condiciones climáticas similares pueden ser útiles para investigar la importancia de rasgos funcionales asociados a limitaciones de disponibilidad de agua en ambientes estacionales.

Rahayu et al. (2022), encontraron que los rasgos funcionales de la densidad de la madera y los modos de dispersión identificaron que la composición de especies arbóreas en el bosque de tierras bajas de Berau (B) era diferente de la de Samboja (A), a pesar de que ambos bosques estaban situados en suelos minerales de Kalimantan Oriental. Los repetidos incendios forestales y las actividades de tala en suelos minerales afectaron significativamente a la composición de especies arbóreas. Las especies de madera ligera dominaron la fase inicial de regeneración en los bosques naturales después de los incendios, pero las especies de madera muy pesada se encontraron en el bosque posterior a la tala en suelos minerales.

Wang et al. (2023), encontraron que existían diferencias significativas en la media ponderada de la comunidad - CWM de los rasgos funcionales foliares entre las subcomunidades caducifolias y perennifolias; mientras tanto, el área foliar específica - SLA, el contenido de materia seca foliar - LDMC, los contenidos foliares de N, P y las relaciones N/P de la subcomunidad de hoja caduca fueron significativamente superiores, mientras que el C foliar y las relaciones C/N, C/P fueron significativamente menores que en la subcomunidad de hoja perenne. Además, el análisis de componentes principales (PCA) de los rasgos funcionales de las hojas en las dos subcomunidades reveló diferencias en las estrategias. La subcomunidad caducifolia se situó principalmente en el lado de la adquisición de recursos, y la subcomunidad de hoja perenne se situó principalmente en el lado de la conservación de recursos. Las plantas

con diferentes hábitos foliares obtuvieron el mejor equilibrio entre la captación y la conservación de recursos. Esto es importante para explicar la coexistencia de especies y comprender mejor la evolución de la vegetación. En conclusión, la estrategia de compensación de la diferenciación de rasgos foliares asociada a los hábitos foliares presenta una rápida adquisición de recursos para la subcomunidad caducifolia y una conservación de recursos para la subcomunidad perennifolia en el bosque mixto dominado por el clima subtropical en el ecosistema cárstico.

Kermavnar et al. (2023), refieren que sus resultados, a pesar de proceder de un conjunto de datos limitado, concuerdan en general con estudios anteriores sobre la relación entre los rasgos de las distintas especies y los nichos óptimos, y estas relaciones coinciden con las asociaciones entre rasgos y entorno descritas en la bibliografía. La amplitud de los nichos también mostró una dependencia significativa de los rasgos de las especies, pero en menor medida que los óptimos. Ambos parámetros de nicho (óptimo y amplitud) se explicaban mejor por unos pocos conjuntos de rasgos que se solapaban en gran medida. Sin embargo, la importancia relativa de los rasgos difería sustancialmente entre el óptimo y la amplitud del nicho.

Kermavnar et al. (2023), encontraron que los estudios de nicho basados en rasgos proporcionan información útil sobre los mecanismos que determinan los patrones de distribución de las especies y la biodiversidad funcional. Además, el conocimiento de las relaciones entre el nicho o nichos ecológicos de las especies y los rasgos funcionales puede tener importantes implicaciones para diversos aspectos de la ecología de comunidades, como las reglas de ensamblaje de comunidades, la coexistencia de especies, la adaptación al estrés ambiental y la evaluación de las respuestas futuras de las especies al cambio global. Asimismo, se espera que las especies con una anchura de nicho reducida sean más vulnerables a las alteraciones del entorno actual que las generalistas. Encontramos que la amplitud de nicho está correlacionada positivamente con varios factores ambientales, lo que sugiere que algunas especies de plantas forestales son especialistas en múltiples gradientes ecológicos. Los especialistas en hábitats, a menudo reconocidos como elementos prioritarios para la conservación, o las especies con baja variabilidad de rasgos intraespecíficos pueden, por tanto, tener una capacidad limitada para responder a los cambios simultáneos en las condiciones y recursos inducidos por el calentamiento y la desecación del clima, las deposiciones de nitrógeno y el aumento de las perturbaciones forestales naturales y antropogénicas en todo el mundo.

2.2.2. Nacional

Zelada y Reynel (2019), concluyeron que los valores medios de área foliar, área foliar específica y densidad de árboles estaban igualmente relacionados con el gradiente de elevación. Pero recomiendan variaciones según la superficie habitable o la altura; posiblemente a diferentes condiciones ambientales.

Aguilar (2022), concluye que las especies que pueden ser aprovechadas para la reforestación en los Cacayaco del bosque de Polylepis son *Adesmia spinosissima*, *Gochnatia arequipensis* y *Nordenstamia longistyla* debido a las ventajas competitivas investigadas al medir las características funcionales de las especies registradas en el área de estudio.

2.2.3. Local

Vela (2019), encontró a *Parkia panurensis* es la más alta y *Eugenia egensis* la más pequeña; el porcentaje y grado de cobertura de copa fue mayor en *Micropholis guyanensis*, *Ficus casapiensis*, *Pseudopiptadenia suaveolens*, *Nectandra pulverulenta* y *Apeiba aspera*, el mayor índice de copa es en *P. suaveolens*, forma y manto de copa es *E. egensis*, en el índice de espacio vital fue *Hirtella racemosa* y mayor esbeltez alcanzó a *F. casapiensis*; Según IVI se trata de un bosque de *Senefeldera inclinata*, *Pourouma minor*, *Cedrelinga cateniformis*, *Hevea guianensis*, *Otoba parvifolia*, *Cecropia sciadophylla*, *Dacryodes nitens*, *Osteophloeum platyspermum*, *Schizocalyx peruvianus*, *Guatteria quentheri*, *Theobroma subincanum*, *Virola pavonis*, *Pseudolmedia laevis* y *Marila tomentosa*.

Aguirre et al. (2019), concluyen que el 66,6 % se encuentran en la estrategia de conservación de especies conservativas y 33,4 % en especies adaptativas. La t 40,8 y p valor $<0,001$ indica la DM favorece la estrategia de conservación de las especies conservativas. La t 2,8 y p valor 0,005, revela que la Hmax ayuda a la estrategia de conservación de especies adaptativas, mientras aumenta la edad de sucesión y es remplazada por especies conservativas. La t 5,1 y p valor $<0,001$, permite afirmar que el diámetro del fuste asiste a la estrategia de conservación de las especies adaptativas, y que durante la sucesión madura las especies conservativas.

Salazar (2022), concluyó que el grado relación entre la altura total y el abastecimiento de servicios ecosistémicos como la cobertura, conservación y almacenamiento, indica que es moderada, fuerte y positiva. Es decir, están correlacionados positivamente y muestran significación entre variables.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Este estudio se desarrolló en el BRUNAS, sobre zonas como colinas bajas y altas que cubren un área de 23,02 hectáreas, para acceder a la investigación, se ingresa al campus universitario, seguidamente se recorre los caminos frente a la granja de Zootecnia o frente al Silvicultor para llegar a cada una de las unidades muestrales.

3.1.1. Ubicación geográfica y política

Para la ubicación se utilizaron coordenadas UTM con el datum WGS 84, para cada una de las unidades muestrales, así como para la elaboración de los mapas respectivos (Figura 1).

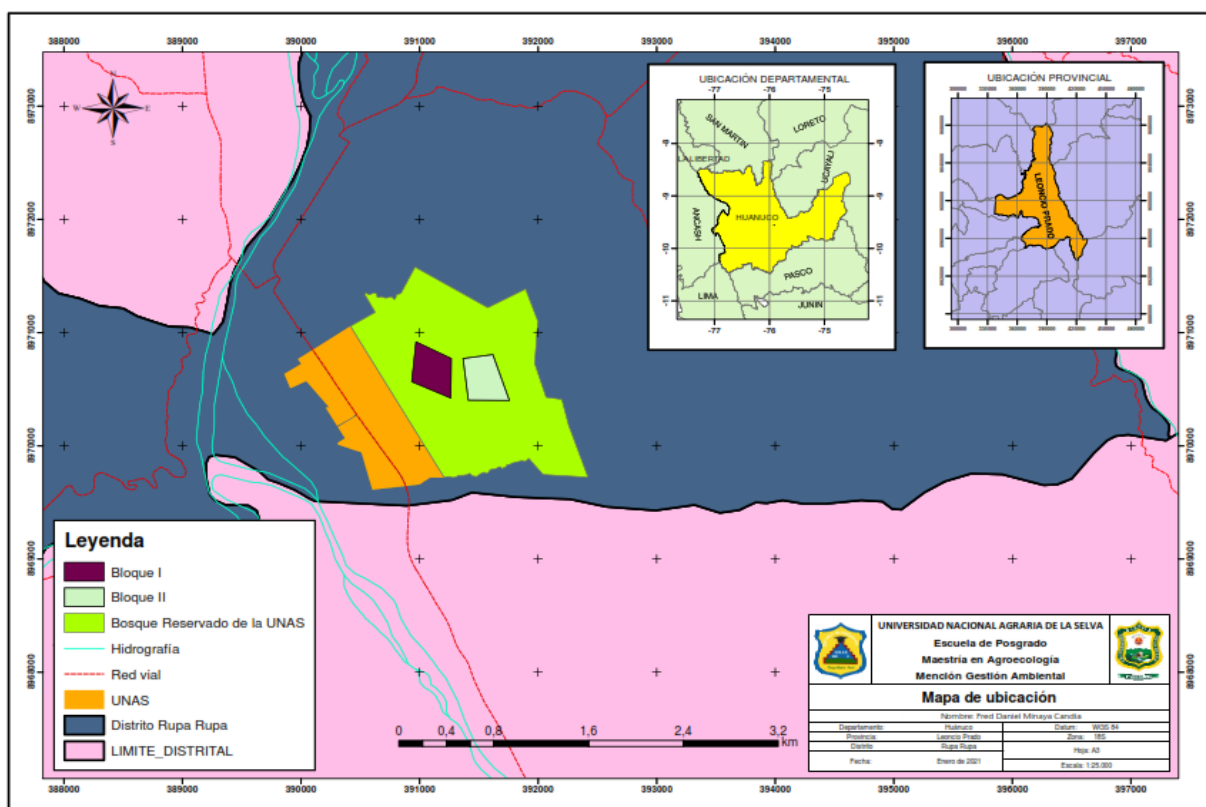


Figura 1. Mapa de ubicación de los bloques

Políticamente, este estudio se ubica en la localidad de Tingo María, Rupa Rupa-Leoncio Prado-Huánuco.

3.1.2. Zona de vida

Según el mapa bioclimático y de zonas de vida de Holdridge (1971), Tingo María se encuentra en bosques tropicales muy húmedos premontanos (bmh-PT). Según la UNALM (2003), se ubica en la ecorregión Norhuanuco Yungas del Perú. La altura media es de 660 metros.

3.1.3. Clima

Puerta y Cárdenas (2012), reportaron que la precipitación anual en el área de estudio es relativamente alta con 3 428,8 mm, con mayores precipitaciones de octubre a abril. La humedad relativa es del 87 %, la temperatura máxima es de 29,4 °C, la temperatura mínima es de 19,2 °C y la temperatura media anual es de 24,3 °C.

3.1.4. Fisiografía

Puerta (2007), encontró que el BRUNAS tiene tres unidades fisiográficas bien definidas que varían en elevación desde 667 m sobre el nivel del mar hasta 1 092 msnm. Presenta también, una zona montañosa de 43,57 hectáreas que carece en general de vegetación arbórea, de ahí el nombre de Cerro Cachimbo. El 70,74 % de este bosque tiene pendientes superiores al 25 %, lo que indica que el área sería únicamente para conservación o protección.

3.1.5. Recursos hídricos

Dueñas (2009), encontró que el BRUNAS tiene seis arroyos: Córdova, Cocheros, Naranjal, Asunción Saldaña, Del Águila y Zoocriadero, que fluyen desde el Cerro Cachimbo hasta el río Huallaga. Fluyendo de este a oeste suministrando agua a UNAS y asentamientos humanos aledaños como Buenos Aires, Asunción Saldaña, Sven Eriksson, Mercedes Alta, Quebrada del Aguila y San Martín.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales y equipamiento

En cada unidad muestral, se evaluó a todos los árboles con diámetros ≥ 10 cm, las medidas se realizaron a 1,30 m sobre el nivel del suelo, para ello se utilizó cinta diamétrica, cinta métrica, así mismo rafia, marcadores indelebles, mapas de campo, lápices, pintura en aerosol, machete, lima para afilar, cabrestante de 30 m, inclinómetro, brújula, cámaras digitales, telémetros láser, Trupulse 200, Sistema de posicionamiento global (GPS), equipos de cómputo (laptops), etc.

3.2.2. Metodología

Se basó en una investigación deductiva e hipotética, aplicada, descriptivo–correlacional y no experimental transversal, teóricamente sustentado en Mejía (2005),

Hernández et al. (2006), Arias (2012), Valderrama (2013), Hernández et al. (2014), y Arias y Covinos (2021).

3.2.2.1. Población

Fue 217 ha del BRUNAS, de las cuales se utilizaron dos parcelas (bloques convencionales), siendo la primera de 11,34 ha ubicada en colinas bajas y la segunda de 11,68 ha en colinas altas, sumando un total de 23,02 ha evaluadas de este bosque tropical, considerando a todos los árboles con DAP \geq a 10 cm a lo largo del área de cada unidad de muestreo en cada parcela. Asimismo, cada UM cubría un área de 0,05 ha (500 m²).

Tabla 1. Vértices de cada uno de los bloques

Parcela	Vértice	E	N	Elevación
1	1	391 268	8 970 771	826
	2	391 264	8 970 421	800
	3	390 933	8 970 566	739
	3	390 969	8 970 919	742
2	1	391 367	8 970 772	860
	2	391 616	8 970 807	952
	3	391 550	8 970 380	952
	4	391 411	8 970 403	841

3.2.2.2. Muestra

Fue representativa de la población y se obtuvo mediante la fórmula clásica de población infinita. El cálculo dio como resultado 12,71 unidades de muestrales por bloque, pero cuando estas unidades se distribuyeron en el SIG, se obtuvo 14 por bloque.

$$n = \frac{CV^2 * t^2}{E^2}$$

Dónde:

- n = Número de unidades de muestreo requeridas para el estudio
- CV = Coeficiente de variación de la vegetación donde se realizó el estudio (41%)
- t = Valor de la tabla t de Student que es 1,64, pero se utilizó el valor de 2,0.
- E = Error de muestreo deseado (23 %)

3.2.2.3. Diseño de muestreo

Se decidió por un muestreo sistemático, siendo el error de muestreo 23 % y la confianza del 95 % de probabilidad. La distribución de las UM se calculó con un espaciamiento de cuadrícula de 90 m x 90 m según la fórmula de Dauber (1995).

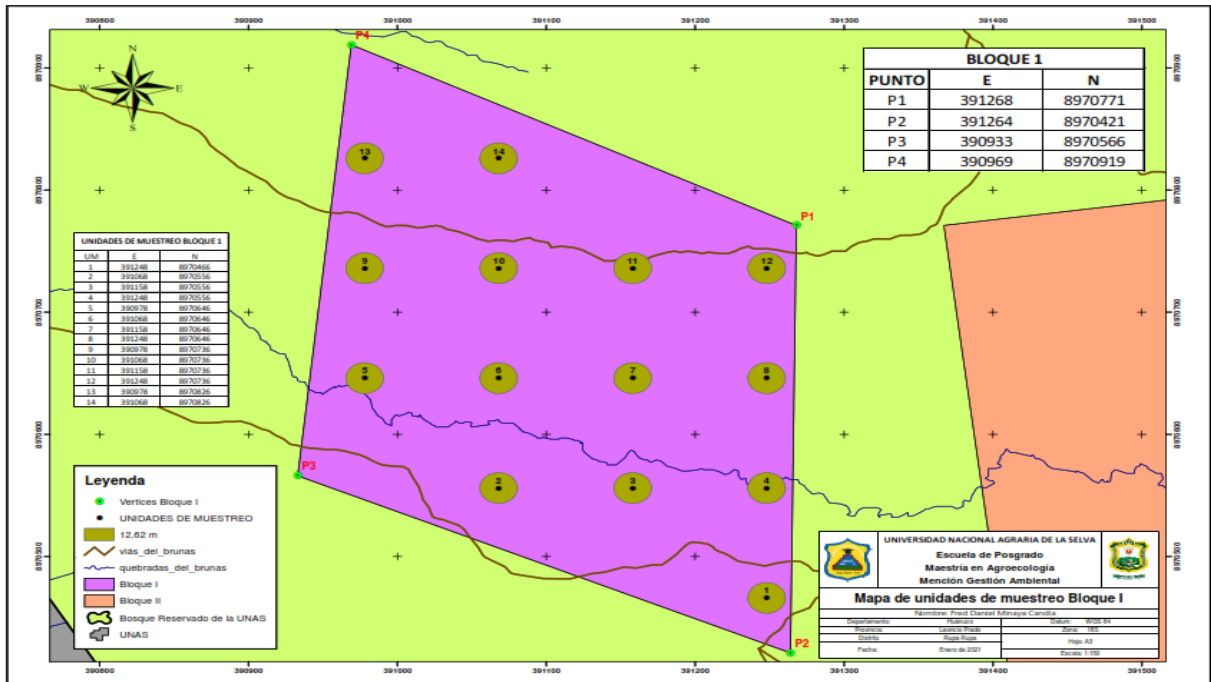


Figura 2. Número de muestras y plan de muestreo para el bloque I del estudio

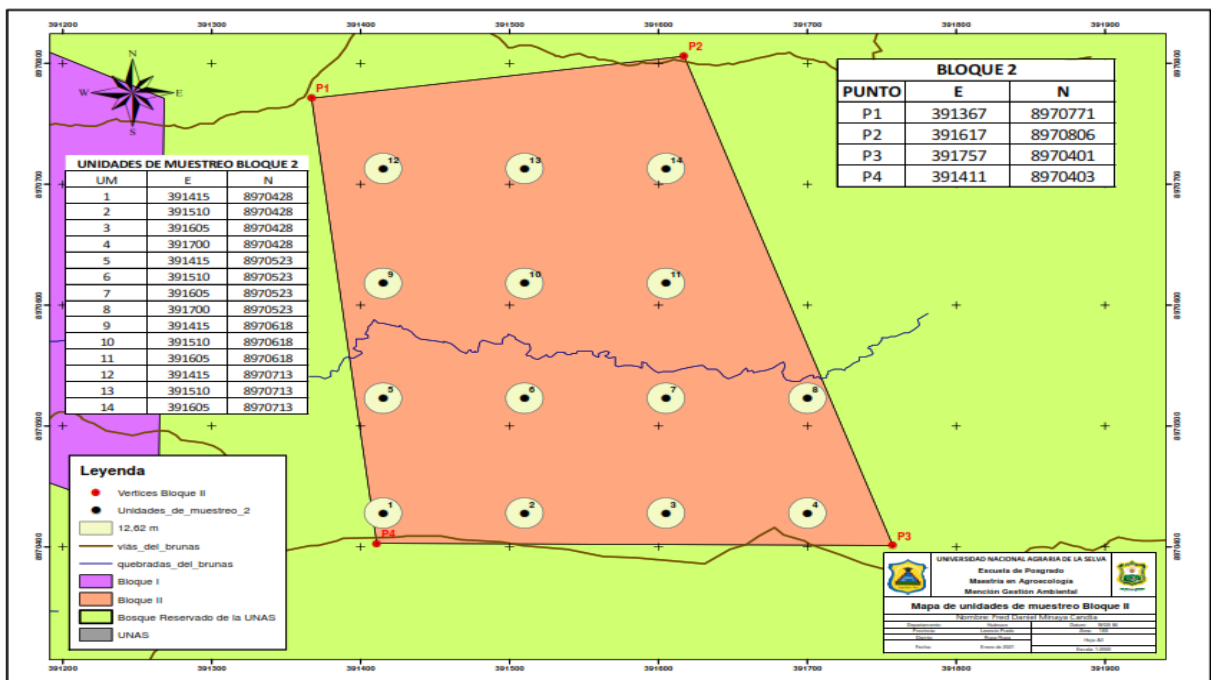


Figura 3. Número de muestras y plan de muestreo para el bloque II del estudio

3.2.2.4. Forma de la unidad de muestreo

La unidad de muestreo tuvo forma circular y cubrió un área de 0,05 ha. Varios estudios sobre poblaciones de bosques tropicales en América Central y del Sur recomiendan el uso de UM circulares de 0,05 ha para lograr un alto rendimiento de muestras y un bajo costo. De manera similar, McRoberts et al. (1992) informaron que aunque no hay consenso sobre la forma de las UM, generalmente se prefieren los UM circulares porque requieren un único punto de control: el centro del círculo. Nuevamente, la unidad de análisis fue el árbol y se evaluaron todos los árboles ≥ 10 cm de diámetro medidos a 1,30 m del suelo.

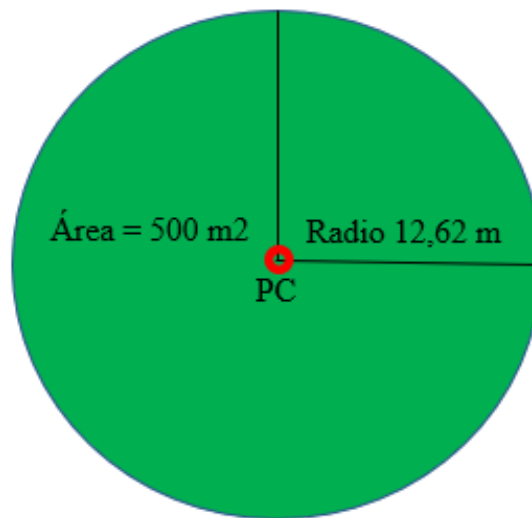


Figura 4. Configuración de la UM

3.2.2.5. Tamaño de la muestra

Se realizó 2 bloques con 1,4 ha (14 000 m²) en total, las mismas que suman las 28 unidades de muestreo evaluadas.

3.2.2.6. Tipo de muestreo

Para la investigación realizada, se utilizó el probabilístico, con distribución sistemática siendo el primer punto aleatorio, conforme a los manuales e instructivos de inventario utilizados por SERFOR (2013) y MINAM (2015). El manual refiere que se debe usar como mínimo un 10 % en el error de muestreo para el cálculo de UM y recomienda el muestreo sistemático por tener una distribución más ordenada de las UM y cubrir toda el área que se desea inventariar.

3.2.3. Desarrollo de la investigación

3.2.3.1. En la fase de preparación

En esta fase preparamos los mapas cartocograficos, como mapa de ubicación, mapa fisiográfico del BRUNAS para identificar las muestras de estudio referente a colinas bajas y altas.

3.2.3.2. Exploración del terreno

Se realizó un levantamiento de información de campo, se encontró el primer punto y otros puntos de partida, además se verificó la topografía y pendiente del terreno en el mapa base, lo cual fue información importante para la logística durante la recolección de datos.

3.2.3.3. Distribución y delimitación de las unidades de muestreo

Durante el desplazamiento del equipo de evaluación en el área de estudio, se determinaron las coordenadas UTM utilizando un navegador GPS y con la ayuda del equipo.

3.2.3.4. Técnicas de recopilación de datos

La recolección de datos de campo se realizó adaptando al protocolo de recolección de datos de campo del INFFS y BPP del SERFOR; que especifica el método de recopilación de datos, como el diámetro, la altura total y la altura comercial.

3.2.4. Medidas del árbol

Se consideró utilizar el método indirecto de estimación de la altura total. El diámetro del fuste se midió a todos los árboles con $DAP \geq 10$ cm con una cinta diamétrica a 1,30 m de altura.

3.2.5. Variables evaluadas

Se utilizó las variables rasgo funcional (diámetro, altura máxima, altura y diámetro de copa, densidad básica) y estrategia adaptativa y conservativa.

Tabla 2. Variables de investigación

VARIABLES	INDICADORES	SUBINDICADORES
Rasgo funcional	a. Diámetro	a) A 1,30 cm desde el suelo
	b. Altura máxima	b) Altura total de los árboles (m) por género, familia y especie
	c. Altura y diámetro de copa	a) Índice de copa b) Forma de copa

	d. Densidad básica en la madera	a) Adaptativa ($\leq 0,54 \text{ g/cm}^3$) b) Conservativa ($\geq 0,54 \text{ g/cm}^3$)
Estrategia	a. Estrategia de conservación	a) Especies adaptativas b) Especies conservativas

3.2.5.1. Rasgo funcional diámetro del árbol

La evaluación implicó medir cada individuo con un diámetro de tallo ≥ 10 cm en cada unidad de muestreo en cada bloque. Se consideró utilizar clases diamétricas cada 10 cm, comúnmente utilizado en inventarios forestales e investigaciones que buscan conocer el potencial de regeneración del bosque, en consecuencia se optó por las clases diamétricas descritas por Aguirre et al. (2019): 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm, 40-50 cm, 50-60 cm, 60-70 cm, 70-80 cm y > 80 centímetros.

3.2.5.2. Rasgo funcional altura máxima de los árboles

La altura máxima se determinó con un clinómetro siguiendo el protocolo propuesto por Chave (2005); para definir las clases funcionales de la altura total de los árboles se empleó la metodología de Finnegan et al. (1999), quienes sugirieron que un árbol alcanza su altura máxima cuando alcanza la madurez reproductiva. En este estudio se utilizaron las siguientes clases de estrato arbóreo:

- Inferior ($\leq 4,9$ m)
- Medio (5-24,9 m)
- Superior (25-34,9 m)
- Emergente (> 35 m).

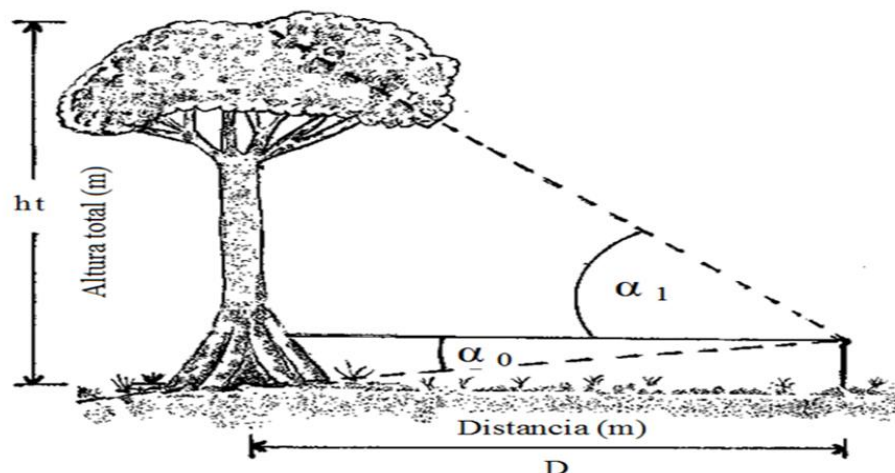


Figura 5. Forma de la estimación del tamaño del árbol

3.2.5.3. Rasgo funcional densidad básica

De cada especie arbórea maderable (DM) presente en la parcela de estudio se calculó de acuerdo con las sugerencias metodológicas y las de base de datos publicada (Chave et al., 2005; Zanne et al., 2009 y Baker et al., 2004), se utilizó la media de especie, género o familia cuando la especie o el género no se reportaron en esta base de datos. Para las especies de árboles taxonómicamente indeterminadas, se utilizó la densidad forestal tropical promedio mundial (0,64) notificada para los Estados Unidos (Chave et al., 2005). Y para agrupar en qué estrategias de supervivencia funcional se usó lo citado por Cardoza (2011) que propuso clasificar las especies forestales que presentan una DM superior a 0,54 g/cm³ como estrategias de especies “conservativas” y menor a 0,54 g/cm³ categorizado bajo la estrategia “adaptativa”.

3.2.5.4. Característica funcional del diámetro de copa

En cada uno de los individuos se midió el diámetro de copa tomando en cuenta dos direcciones Norte-Sur y Este-Oeste, para los cuales se trazaron líneas perpendiculares con una wincha tomando en cuenta la proyección de copa. Para calcular el diámetro de copa se utilizó el promedio de las longitudes de las dos direcciones (Norte-Sur y Este-Oeste) (Figura 6).

$$D = \frac{d1 + d2}{2}$$

Donde:

d₁= diámetro mayor de copa

d₂= diámetro menor de copa

3.2.5.5. Rasgo funcional altura de copa

Para la medición de esta variable se ubicó a unos 15 m de distancia del árbol a medir con el clinómetro, desde donde se observó el ápice y la base del árbol, luego de tomó en cuenta 2 lecturas: La primera lectura para determinar la altura total (AT) y la segunda lectura para determinar la altura de inserción de copa o altura de copa, desde donde inicia la primera rama de la copa (AIC) (Figura 6).

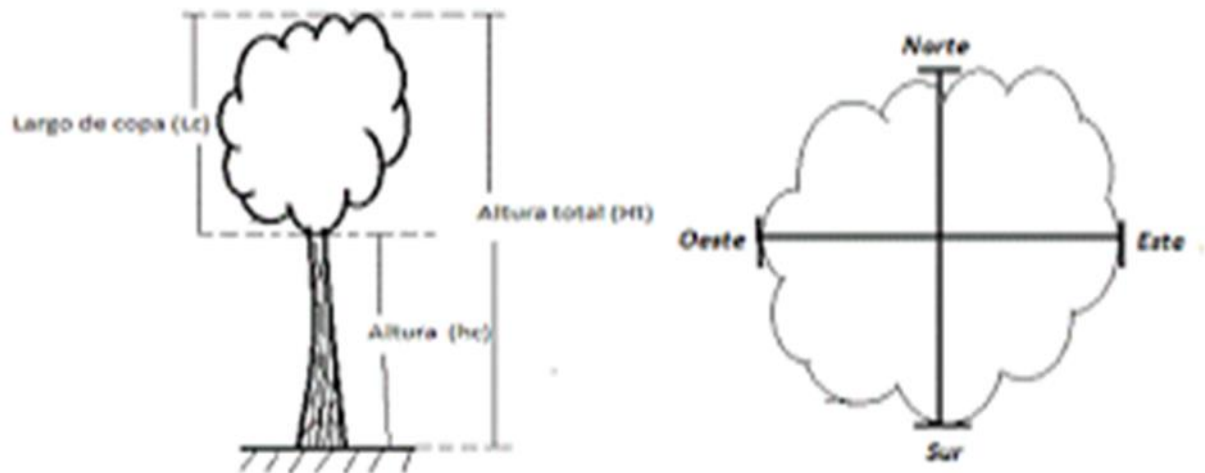


Figura 6. Medición altura y diámetro de copa

3.2.5.6. Configuración del dosel

Las relaciones morfométricas para las variables índice de copa y forma de copa se estimaron según lo sugerido por Arias (2005):

$$\text{Índice de Copa} = \frac{\text{Largo de Copa}}{\text{Diámetro de copa}}$$

$$\text{Forma de Copa} = \frac{\text{Diámetro de Copa}}{\text{Largo de copa}}$$

Respecto a la forma de copa de los árboles evaluados, se clasificó en base a lo propuesto por Synnott (1979).

Tabla 3. Configuración del dosel

Forma de copa (fc)	N° código
Perfecta (círculo completo)	1
Buena (círculo irregular)	2
Tolerable (medio completo)	3
Pobre (menos de medio círculo)	4
Muy pobre (solo una o pocas ramas)	5
Vivo sin copa	6

Fuente: Synnott (1979).

3.2.5.7. Métodos de análisis de datos

Después de la recopilación de datos utilizando los métodos y el diseño descritos, se definieron y procesaron los criterios para la ubicación de la base de datos con el programa Infostat (software gratuito). Se utilizó el estadístico "r" de inferencia de Pearson y Spearman, cuando correspondía, para probar las hipótesis, con un nivel de confianza de que la correlación sea verdadera del 95 %.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rasgo funcional diámetro, en las especies forestales de colinas bajas y altas

Se encontraron 269 árboles en colina baja distribuidos en 18 familias con 39 especies. Según la estrategia funcional DAP, para diámetros de 10 a 20 cm se encontró el 52,04 %, seguido para los diámetros de 20 a 30 cm con 31,40 %, de 30 a 40 cm con 8,43 %, disminuyendo conforme se aumenta el DAP (Tabla 4 y Figura 7). El comportamiento para colina alta fue similar, midiéndose un total de 344 árboles de 49 especies distribuidas en 23 familias. Esta distribución de especies forestales por clase diamétrica en colina baja y alta se muestra en la Figura 7. Existen estudios en el BRUNAS, como el caso de Vela (2019) quien encontró en la PPM IV situado en colina alta, 544 individuos distribuidos en 38 familias y 117 especies. Además en la PPM I, aledaña al área de estudio, Díaz (2018) encontró 646 individuos distribuidos en 107 especies, la misma que se encuentra ubicada en colina baja según nuestra investigación y aledaña a las unidades muestrales evaluadas. Por otro lado, Stevenson (2008) En un estudio de composición florística en el bosque del Guaviare de la amazonia Colombiana, encontró en una ha. 653 individuos distribuidos en 193 especies, pertenecientes a 41 familias.

Aguirre (2019) en base al rasgo funcional diámetro encontró que el 53,9 % de individuos se encuentra en el rango de 10 a 20 cm DAP, resultado muy similar a nuestra investigación tanto en colina baja como alta. Asimismo, Díaz (2018) encontró que la dominancia asociada directamente al diámetro de los árboles en la PPM I fue representada por *Parkia panurensis*, mientras que en la PPM IV por *Senefeldera inclinata*; es de precisar que la PPM I se encuentra dentro del bosque de colina baja y la PPM IV dentro de colina alta, según la fisiografía descrita por Puerta (2007). En nuestra investigación *Virola decorticans* presenta el mayor porcentaje de diámetro en colinas bajas y *Senefeldera inclinata* en colina alta, similar a lo reportado por Díaz (2019).

Tabla 4. Rasgo funcional diámetro por clase diamétricas en colina baja y alta

Dap (cm)	Colina baja		Colina alta	
	Abundancia	Porcentaje	Abundancia	Porcentaje
10-20	140	52,04	179	52,03
20 - 30	55	20,45	108	31,40
30 - 40	38	14,13	29	8,43
40 - 50	14	5,2	20	5,81
50 - 60	10	3,72	4	1,16

60 - 70	3	1,12	3	0,87
70 - 80	3	1,12	1	0,29
>80	6	2,23	0	0
Total	269	100	344	100

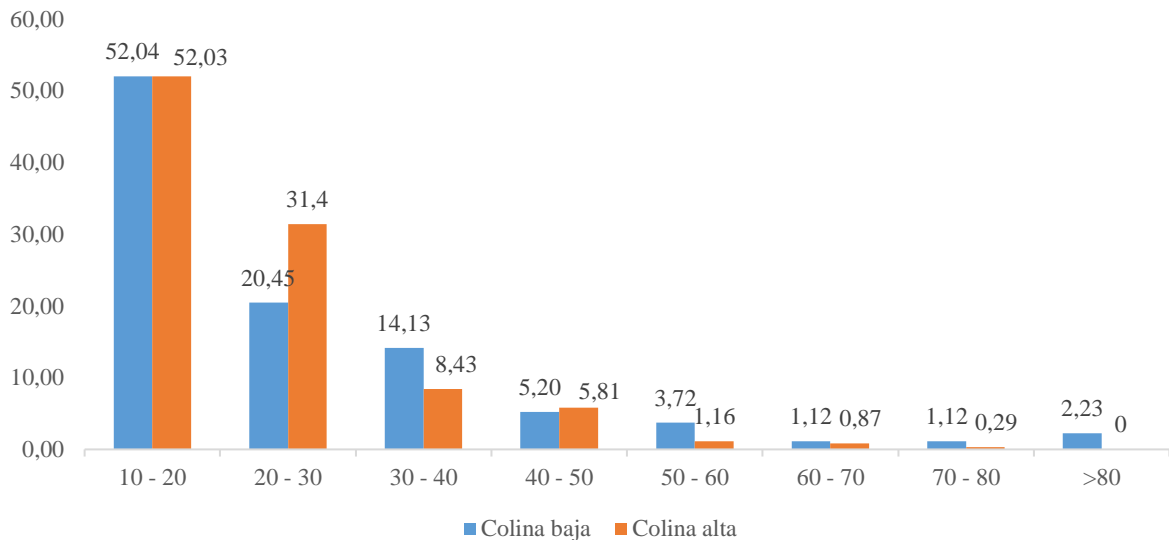


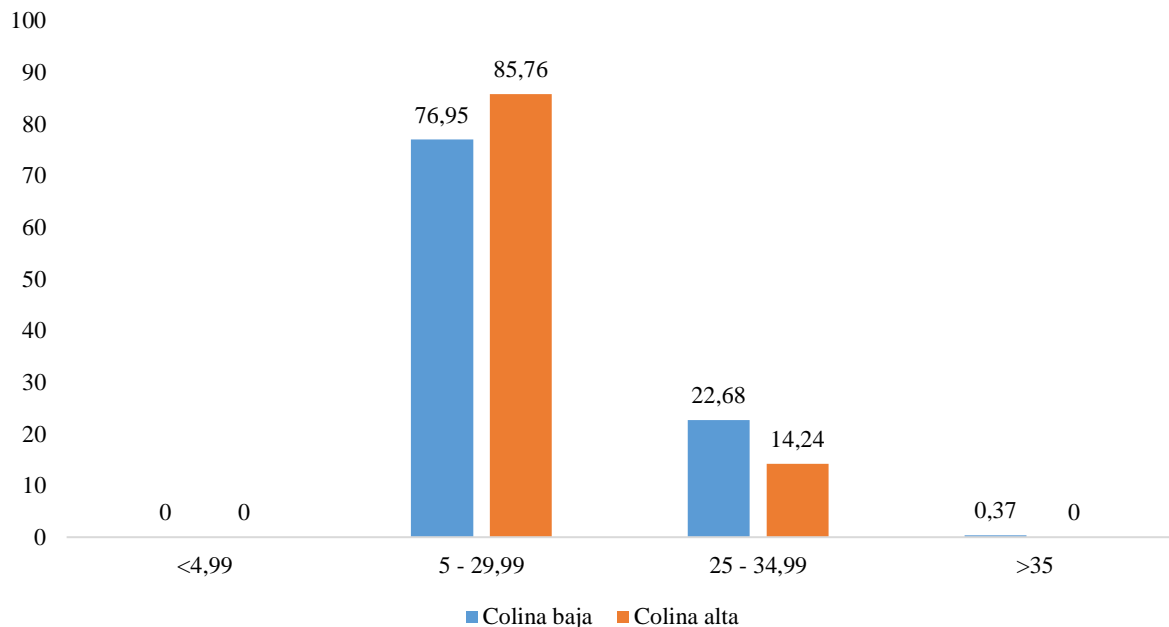
Figura 7. Porcentaje por clase diamétrica de los árboles de colina baja y alta

4.2. Rasgo funcional altura máxima de especies forestales en colinas baja y alta

El mayor número de árboles se encuentran en el estrato medio con 76,95 % (207) y 85,76 % (295) respectivamente, seguido de estrato de árboles superiores con 22,68 % (61) y 14,24 % (49) respectivamente, y no encontrándose estrato de árboles inferiores (<4,99), así como árboles emergentes (Tabla 5, Figura 8). Al respecto, Aguirre (2019) encontró en la PPM IV que hay 91,7 % de especies en el estrato medio (5-24,99 m), corroborándose en nuestro estudio un 76,95 % para colina baja, con 85,76 % en colina alta. Esta diferencia de estratos también lo encontró Vela (2019) quien realizando el estudio de la morfometría de las especies de plantas encontró diferencia para cada especie debido a la competencia entre los árboles de la PPM. Asimismo, Córdova (2011) en un estudio realizado en el Parque Nacional de Montecristo, El salvador, encontró de 1 111 individuos, que para el rasgo funcional altura máxima, el 71,4 % de las especies registradas se encuentran en el estrato arbóreo medio; siendo similar al presente estudio donde el 76,95 % se encuentra en el estrato arbóreo medio.

Tabla 5. Rasgo funcional altura máxima por clases de estratificación en colinas baja y alta

clases de estratificación		Colina Baja		Colina Alta	
		Abundancia	Porcentaje	Abundancia	Porcentaje
<4,99	Arbóreo inferior	0	0,00	0	0,00
5 - 24,99	Arbóreo medio	207	76,95	295	85,76
25 - 34,99	Arbóreo superior	61	22,68	49	14,24
>35	Emergente	1	0,37	0	0,00
Total		269	100	344	100

**Figura 8.** Porcentaje por clase de estratificación de altura máxima en colinas baja y alta

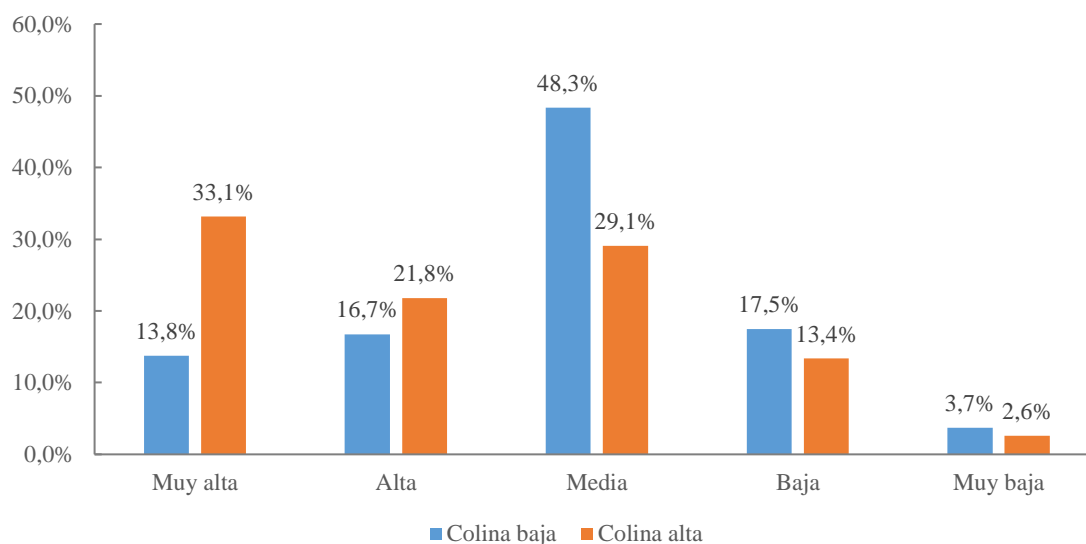
4.3. Rasgo funcional densidad básica de las especies forestales en bosques de colinas bajas y alta

En colina baja de los 269 individuos, el 48,3 % (130 árb.) se encuentran en la categoría de densidad básica media, seguida de baja con 17,5 %, alta con 16,7 % , muy alta con 13,8 % y muy baja con 3,7 %; es decir, de cada 10 árboles, 8 presentan densidades entre 0,41 a $> 0,75 \text{ g/cm}^3$. En colina alta de 344 individuos el 33,1 % (114 árb.) tienen densidad muy alta, seguida con 29,1 % densidad media; 21,8 % densidad alta; 13,4 % densidad baja y 2,6 % densidad muy baja; siendo también, que de cada 10 árboles, 8 presentan densidades entre 0,41 a $> 0,75 \text{ g/cm}^3$ (Tabla 6 y Figura 9).

Tabla 6. Rasgo funcional densidad básica de las especies forestales en colina baja y alta

Densidad básica	(g/cm ³)	Colina baja		Colina alta	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Muy alta	> 0,75	37	13,8	114	33,1
Alta	0,61- 0,75	45	16,7	75	21,8
Media	0,41 – 0,60	130	48,3	100	29,1
Baja	0,30 – 0,40	47	17,5	46	13,4
Muy baja	< 0,30	10	3,7	9	2,6
Total		269	100,0	344	100,0

Fuente: Base de datos: Chave et al. (2005), Zanne et al. (2009) y Baker et al. (2004a), categorías de densidad (Aróstegui 2006).

**Figura 9.** Rasgo funcional densidad básica de las especies forestales en colina baja y alta

4.3.1. Densidad básica de las especies adaptativas y conservativas en bosques de colinas baja y alta

En colina baja el 61,71 % de las especies forestales según la densidad de la madera son adaptativas y en colinas altas son mayoritariamente conservativas con un 59,01 % de todas las especies forestales para este estrato (Tabla 7, Figura 10). Asimismo, la marcada diferencia, muestra que colina baja es mayoritariamente adaptativa con 61,71 % (madera suave) y colina alta es mayoritariamente conservativa con 59,01 % (madera dura). Al respecto Aguirre (2019) reporta que, en la PPM IV que el 66,6 % pertenecen a la estrategia conservativa y el 33,4 % a la estrategia adaptativa. Por su parte, Vela (2019) encontró que la biomasa (asociada directamente con la densidad de la madera) aérea de árboles vivos en pie fue de 20,52 % para la familia Euphorbiaceae y registrando 12,81 % para la especie *Senefeldera inclinata*

perteneciente a esta familia, en nuestra investigación, en colinas altas se encontró 32,14 % y 29 % respectivamente para la misma familia y especie en colinas altas.

Por otro lado, Wieman y Williamson (1989) informaron que la densidad basal de la madera varía mucho entre géneros, especies, individuos de una misma especie e incluso dentro de una misma especie, dependiendo de factores ambientales y la edad del árbol. Además, Ruiz (2013) indicó que la DM afecta el carbono secuestrado y es inversamente proporcional a la tasa de crecimiento, la mortalidad y el tiempo reproductivo. Las variedades con baja DM suelen crecer rápidamente, tienen poca resistencia mecánica y suelen ser altas. De manera similar, un estudio realizado en Guyana por Chave et al. (2006), indicaron que la baja fertilidad del suelo combinada con la sequía estacional daba como resultado tasas de crecimiento muy bajas y altas densidades de árboles. Y según Tecco et al. (1998), las especies adaptables o empleables se caracterizan por un alto contenido de nitrógeno y una baja densidad de madera. Galindo et al. (2020), evidenciaron en la especie forestal *Cedrela odorata* una especialización de la categoría adquisitivo-conservativo en el uso de recursos.

En el caso de Camacho et al. (2020), informaron que la relación entre las propiedades de soporte compensa la relación entre la longitud y el espesor de la fibra para mantener las capacidades de soporte individuales, relacionándolas con la densidad de la madera, es decir, a mayor densidad, mayor capacidad de soporte. Wang et al. (2022), encontraron que los factores del terreno afectan el patrón de distribución de los rasgos funcionales, es decir existe una correlación negativa significativa entre los factores del terreno y la densidad de la madera. López (2022), no encontró relación entre las características de las hojas y la densidad o altura máxima de los árboles. Neves et al. (2022), demostraron que las interacciones entre aspectos climáticos, ecofisiológicos y fenológicos controlan las estrategias ecohidrológicas de las plantas en un gradiente de ecosistemas estacionalmente secos, encontrando que las precipitaciones están relacionadas con la caída de hojas, así como con la presencia de especies con altas densidades de madera. En cuanto a los rasgos funcionales de modos de dispersión y densidad de la madera Rahayu et al. (2022), encontraron que las especies de madera ligera dominaron la fase inicial de la regeneración de los naturales después de los incendios, pero las especies de madera muy pesada se encontraron posteriormente.

Asimismo, los rasgos funcionales foliares en especies de subcomunidades caducifolias y perennifolias Wang et al. (2023), encontró que las hojas caducifolias se situaron principalmente en el lado de la adquisición de recursos y las de hojas perennes se situaron principalmente del lado de la conservación de recursos. Finalmente, la relación entre los rasgos de las distintas especies y los nichos (óptimos y amplitos), Kermavnar et al. (2023), encontró

que las especies especialistas en múltiples gradientes ecológicos están reconocidos como elementos prioritarios para la conservación, o las especies con baja variabilidad de rasgos intraespecíficos pueden, por tanto, tener una capacidad limitada para responder a los cambios simultáneos en las condiciones y recursos inducidos por el calentamiento y la desecación del clima, las deposiciones de nitrógeno y el aumento de las perturbaciones forestales naturales y antropogénicas en todo el mundo.

Tabla 7. Rasgo funcional densidad básica de especies adaptativas y conservativas en colinas baja y alta

Estrategia	Colina baja		Colina alta	
	Abundancia	Porcentaje	Abundancia	Porcentaje
Adaptativas ($\leq 0,54 \text{ g/cm}^3$)	166	61,71	141	40,99
Conservativas ($\geq 0,54 \text{ g/cm}^3$)	103	38,29	203	59,01
Total	269	100	344	100

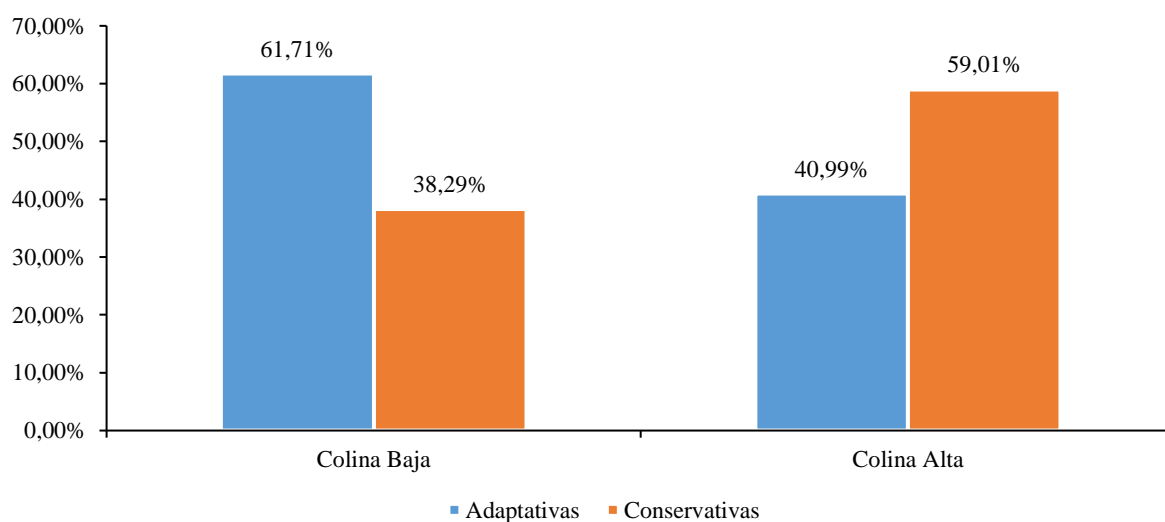


Figura 10. Porcentaje de la densidad de la madera de los árboles de colina baja y alta

4.4. Rasgo funcional altura de copa y diámetro de copa de especies forestales en bosques de colinas baja y alta

4.4.1. Colina baja

En colina baja, las cinco especies más representativas son *Rinorea viridifolia* con 5,91; *Virola elongata* con 4,66; *Maquira guianensis* con 3,72; *Senefeldera inclinata* con 3,67; *Parkia panurensis* con 3,36; el resto de especies está en menor proporción.

El índice de copa en colina baja *Rinorea viridifolia* es 5,91 veces mayor que el diámetro de copa, seguido de *Virola elongata* con 4,66; *Maquira guianensis* con 3,72; *Senefeldera inclinata* con 3,67; *Parkia panurensis* con 3,36. Al respecto, Vela (2019) encontró que en la PPM IV *Pseudopiptadenia suaveolens* tiene una longitud de copa 13,22 veces al diámetro de su copa, muy superior al encontrado en la presente investigación tanto en colina baja y alta. Según Arias (2005), los bajos valores del índice de copa están relacionados con condiciones de sitio desfavorables para el crecimiento de la especie, por lo que la evaluación de este parámetro es útil para conocer la calidad y productividad del rodal, convirtiéndose en el estándar de buen sitio (Tabla 8).

Tabla 8. Índice de copa de cinco primeras especies forestales de dosel de copa en colina baja

Nombre científico	N	Mín.	Máx.	Media
<i>Rinorea viridifolia</i>	1	5,91	5,91	5,91
<i>Virola elongata</i>	3	3,75	5,22	4,66
<i>Maquira guianensis</i>	1	3,72	3,72	3,72
<i>Senefeldera inclinata</i>	22	0,76	7,34	3,67
<i>Parkia panurensis</i>	7	1,92	5,33	3,36

La forma de la copa de colina baja significa que el diámetro de la copa es 0,98 veces la altura de la copa. en *Symphonia globulifera*, seguida por *Miconia longifolia* con 0,72; *Jacaranda copaia* con 0,71; *Marila tomentosa* con 0,70 y *Cedrelinga cateniformis* con 0,69. Vela (2019) encontró a la especie *Eugenia egensis* con el diámetro de copa 3,75 veces más grande que el largo de copa, Asimismo, Durlo (2001), el diámetro variable de la copa de los árboles refleja el tamaño del aparato fotosintético del árbol, lo cual está directamente relacionado con su capacidad de crecimiento, lo que sugiere que esta propiedad funcional pudo haber influido en la supervivencia en este bosque estará garantizado (Tabla 9).

Tabla 9. Forma de copa de las cinco primeras especies forestales en colina baja
(el detalle completo se presenta en la Tabla 17 del anexo B)

Nombre científico	N	Mín	Máx.	Media
<i>Symphonia globulifera</i>	1	0,98	0,98	0,98
<i>Miconia longifolia</i>	1	0,72	0,72	0,72
<i>Jacaranda copaia</i>	12	0,21	1,33	0,71
<i>Marila tomentosa</i>	2	0,62	0,79	0,70
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	15	0,2	1,22	0,69

4.4.2. Colina alta

De acuerdo con el rasgo funcional de la altura del dosel y el diámetro del dosel, el índice del dosel muestra que la altura del dosel de *Nectandra hihua* en las colinas altas es 6,74 veces el diámetro del dosel, seguido de *Aniba panurensis* con 5,48, *Vismia amazónica* con 4,69; *Ladenbergia oblongifolia* con 4,35 y *Sclerolobium friburgense* con 4,15 (Tabla 10). López (2015), indicó que las características funcionales están estrechamente relacionadas con el crecimiento de las plantas, la resistencia a la sequía, las propiedades de la hojarasca, la descomposición y la liberación de nutrientes. Por todo ello, las propiedades funcionales influyen decisivamente en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres.

Tabla 10. Índice de copa de las cinco primeras especies forestales de colina alta

Nombre científico	N	Mín	Máx.	Media
<i>Nectandra hihua</i>	1	6,74	6,74	6,74
<i>Aniba panurensis</i>	2	3,06	7,89	5,48
<i>Vismia amazonica</i>	1	4,69	4,69	4,69
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	0,54	8,16	4,35
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	1,23	5,63	4,15

En cuanto a la forma de copa de los árboles en colina alta indica que en *Sloanea fragrans* el diámetro de la copa es 1,99 veces la altura de copa, seguido por *Batocarpus orinocensis* con 1,71; *Qualea amoena* con 1,67; *Parkia panurensis* con 1,35 y *Cinchona pubescens* con 1,30. Como ya se indicó la forma de copa está asociada a la capacidad fotosintética de la planta, es decir especies cuyas relaciones de diámetro de copa y la altura de copa sean cercanas a cero las posibilidades de prosperar y crecer de una especie en colinas bajas o altas es muy baja (Durlo, 2001). De manera similar, Ebert y Rieger (2000) sugieren que el área de proyección de la copa, la longitud de la copa y el diámetro de la copa están estrechamente relacionados con el diámetro del árbol y el crecimiento en volumen (Tabla 11).

Tabla 11. Forma de copa de las cinco primeras especies forestales en colina alta

Nombre científico	N	Mín.	Máx.	Media
<i>Sloanea fragrans</i>	2	1,78	2,20	1,99
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	0,55	2,33	1,71
<i>Qualea amoena</i>	1	1,67	1,67	1,67
<i>Parkia panurensis</i>	8	0,38	2,92	1,35
<i>Cinchona pubescens</i>	2	0,21	2,38	1,30

4.5. Relación del rasgo funcional diámetro, altura máxima, diámetro y altura de copa de especies forestales según estrategia adaptativa y conservativa

4.5.1. Colina baja

El análisis de correlación entre el diámetro del árbol (m) y la densidad de las especies adaptativas ($\leq 0,54 \text{ g/cm}^3$, madera suave) del bosque de colina baja, muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de 0,145 y un p -valor de 0,542 que demuestra que no existe correlación entre las variables. Entre la altura máxima y la densidad, la correlación muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de -0,015 y un p -valor de 0,949 que demuestra que no existe correlación entre las variables. Asimismo, el diámetro de copa y la densidad muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de 0,166 y un p -valor de 0,489 que demuestra que no existe correlación entre las variables. Finalmente, entre la altura de copa y la densidad muestra un valor estadístico de “rho” de 0,166 y un p -valor de 0,484 que demuestra que no existe correlación (Tabla 12).

Tabla 12. Correlación de las variables dasométricas con la densidad básica de la madera en especies de colina baja

Variables	Estadísticos	Colina baja	
		Adquisitiva	Conservativa
DAP (cm)	Correlación	r = 0,145	r = 0,159
	Sig. (bilateral)	0,542 ^{ns}	0,543 ^{ns}
	N	20	17
Altura comercial (m)	Correlación	r = -0,072	r = 0,078
	Sig. (bilateral)	0,764 ^{ns}	0,766 ^{ns}
	N	20	17
Altura total (m)	Correlación	r = -0,015	r = 0,186
	Sig. (bilateral)	0,949 ^{ns}	0,475 ^{ns}
	N	20	17
Diámetro de Copa (m)	Correlación	r = 0,166	r = -0,416
	Sig. (bilateral)	0,486 ^{ns}	0,097 ^{ns}
	N	20	17
Altura de copa (m)	Correlación	rho = 0,166	rho = 0,135
	Sig. (bilateral)	0,484 ^{ns}	0,605 ^{ns}
	N	20	17

r: Coeficiente de correlación de Pearson; rho: Coeficiente de correlación de Spearman; ns: no existe correlación estadística significativa.

Del mismo modo, el análisis de correlación entre el diámetro del árbol (m) y la densidad de las especies conservativas ($\geq 0,54 \text{ g/cm}^3$, madera dura) del bosque de colina baja, muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de 0,159 y un ρ -valor de 0,543 que demuestra que no existe correlación entre las variables. Entre la altura máxima y la densidad, la correlación muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de 0,186 y un ρ -valor de 0,475 que demuestra que no existe correlación entre las variables. La correlación entre el diámetro de copa y la densidad muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de -0,416 y un ρ -valor de 0,097 que demuestra que no existe correlación entre las variables. Y entre la altura de copa y la densidad la correlación muestra un valor estadístico de “rho” de Spearman de 0,135 y un ρ -valor de 0,605 que demuestra que no existe correlación entre las variables (Tabla 12).

4.5.2. Colina alta

El análisis de correlación entre el diámetro del árbol (m) y la densidad de las especies adaptativas del bosque de colina alta, muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de 0,131 y un ρ -valor de 0,525 que demuestra que no existe correlación entre las variables. Entre la altura máxima y la densidad, el “rho” de Spearman fue 0,025 y un ρ -valor de 0,902 que demuestra que no existe correlación entre las variables. Asimismo, entre el diámetro de copa y la densidad, la correlación muestra un valor estadístico de “rho” de Spearman de 0,249 y un ρ -valor de 0,220 que demuestra que no existe correlación entre las variables. Finalmente, entre la altura de copa y la densidad, la correlación muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de -0,058 y un ρ -valor de 0,778 que demuestra que no existe correlación entre las variables (Tabla 13).

Tabla 13. Correlación de las variables dasométricas con la densidad básica de la madera en especies de colina alta

Variables	Estadísticos	Colina alta	
		Adquisitiva	Conservativa
DAP (cm)	Correlación	r = 0,131	r = -0,053
	Sig. (bilateral)	0,525 ^{ns}	0,810 ^{ns}
	N	26	23
Altura comercial (m)	Correlación	r = 0,083	r = 0,236
	Sig. (bilateral)	0,687 ^{ns}	0,278 ^{ns}
	N	26	23
Altura total (m)	Correlación	rho = 0,025	r = 0,307
	Sig. (bilateral)	0,902 ^{ns}	0,155 ^{ns}

	N	26	23
	Correlación	rho = 0,249	r = 0,374
Diámetro de Copa (m)	Sig. (bilateral)	0,220 ^{ns}	0,079 ^{ns}
	N	26	23
	Correlación	r = -0,058	rho = 0,278
Altura de copa (m)	Sig. (bilateral)	0,778 ^{ns}	0,199 ^{ns}
	N	26	23

r: Coeficiente de correlación de Pearson; rho: Coeficiente de correlación de Spearman; ns: no existe correlación estadística significativa.

Del mismo modo, el análisis de correlación entre el diámetro del árbol (m) y la densidad de las especies conservativas del bosque de colina alta, muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de -0,053 y un ρ -valor de 0,810 que demuestra que no existe correlación entre las variables. Entre la altura máxima y la densidad, la correlación muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de 0,307 y un ρ -valor de 0,155 que demuestra que no existe correlación entre las variables. La correlación entre el diámetro de copa y la densidad muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de 0,374 y un ρ -valor de 0,079 que demuestra que no existe correlación entre las variables. Y entre la altura de copa y la densidad la correlación muestra un valor estadístico de “rho” de Spearman de 0,278 y un ρ -valor de 0,199 que demuestra que no existe correlación entre las variables (Tabla 13).

V. CONCLUSIONES

1. Se encontró en colinas bajas 269 árboles distribuidos en 18 familias con 39 especies. En colinas altas 344 árboles contenidos en 23 familias con 49 especies. La distribución de las especies por rasgo funcional diámetro presentan una mayor concentración en la clase diamétrica de 10 a 20 cm, en colina baja y alta el 52,04% y 52,03% respectivamente se encuentran en dicho rango.
2. En colina baja y alta, la altura máxima de los árboles se encuentra en el estrato arbóreo medio (5-24,99 m), el 76,95% y 85,76% respectivamente. Además en colina baja y alta no se registraron árboles menores a 5 m y tampoco se registraron árboles mayores a 35 m en colina alta.
3. En colinas bajas y alta se determinó la densidad básica de los árboles ≥ 10 cm de DAP, en colina baja de los 269 individuos, el 48,3 % (130 árboles) se encuentran en la categoría de densidad básica media, en colina alta de los 344 individuos, el 33,1 % (114 árboles) se encuentran en la categoría de densidad básica muy alta; es decir, de cada 10 árboles, 8 presentan densidades entre 0,41 a $> 0,75$ g/cm³.
4. En base a la densidad de la madera, en colina baja el 61,71% de las especies forestales son adaptativas ($\leq 0,54$ g/cm³) y en colinas altas son mayoritariamente conservativas ($\geq 0,54$ g/cm³) con un 59,01 % de todas las especies para este estrato. Asimismo, la marcada diferencia, muestra que colina baja es mayoritariamente adaptativa con 61,71 % (madera suave) y colina alta es mayoritariamente conservativa con 59,01 % (madera dura).
5. En cuanto a la diversidad funcional altura de copa y diámetro de copa, en colina baja el índice de copa de *Rinorea viridifolia* es 5,91 veces mayor que el diámetro de copa, seguido de *Virola elongata*. La forma de copa en *Symphonia globulifera* es 0,98 veces su altura de copa, seguido de *Miconia longifolia*. Y en colina alta el índice de copa de *Nectandra hihua* es 6,74 veces mayor que el diámetro de copa, seguido de *Aniba sp.* La forma de copa en *Sloanea fragrans* es 1,99 veces mayor que la altura de la copa, seguido por *Batocarpus orinocensis*.
6. En colina baja las especies adquisitivas no estuvieron correlacionadas con el DAP (p-valor = 0,542), altura comercial (p-valor = 0,764), altura total (p-valor = 0,949), diámetro de copa (p-valor = 0,486) y altura de copa (p-valor = 0,484), de manera similar en el caso de las especies conservativas no se correlacionó con DAP (p-valor = 0,543), altura comercial (p-valor = 0,766), altura total (p-valor = 0,475), diámetro de copa (p-valor = 0,097) y altura

de copa (p-valor = 0,605). En el caso de la colina alta, no se determinó correlación de las especies adquisitivas con el DAP (p-valor = 0,525), altura comercial (p-valor = 0,687), altura total (p-valor = 0,902), diámetro de copa (p-valor = 0,220) y altura de copa (p-valor = 0,778), comportamiento similar se registró en el caso de las especies conservativas no correlacionándose con el DAP (p-valor = 0,810), altura comercial (p-valor = 0,278), altura total (p-valor = 0,155), diámetro de copa (p-valor = 0,079) y altura de copa (p-valor = 0,199).

VI. PROPUESTA A FUTURO

1. En futuras investigaciones deben concentrarse en incluir otros factores que se relacionan con las estrategias adaptativas y conservativas de los árboles, con el propósito de dar soluciones a los efectos del cambio climático.
2. Asimismo, en futuras investigaciones se debe usar instrumentos más avanzados para la determinación de la altura de los árboles, debido a que en colina baja y alta no se encontraron árboles con alturas menores a 5 m. Y tampoco se encontró alturas mayores a 35 m en colina alta.

VII. REFERENCIAS

- Aguilar, F. (2022). *Plantas con potencial uso para la reforestación mediante la medición de rasgos funcionales en bordes de avance del bosque de Polylepis, en el anexo de Cacayaco, Chiguata - Arequipa 2021* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. Repositorio UNSA. <http://hdl.handle.net/20.500.12773/14394>
- Aguirre, C. (2019). *Rasgos funcionales de los árboles de bosque de montaña favorecen la estrategia de conservación de las especies a los riesgos ambientales en el Bosque Reservado UNAS - Tingo María* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. Repositorio UNHEVAL. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/4584>
- Aguirre, C., Santillán, E., y Díaz E. (2019). Rasgos funcionales de los árboles de bosque de montaña favorecen la estrategia de conservación de las especies a los riesgos ambientales, Tingo María-Perú. *Revista Boletín Redipe. bol.redipe*, 8(7):99-112.
- Andrade, J. (2005). Fisiología ecológica de árboles tropicales: Avances y perspectivas. *Revista Chapingo*, 11(2), 83-91.
- Arias, D. (2005). Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. *Kurú: Revista Forestal*, 2(5), 1-13.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación* (7ª ed.). Episteme, C.A.
- Arias, J., y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL.
- Bawa, K., y Dayanandan, S. (1998). Global climate change and tropical forest genetic resources. *Climatic Change*, 39, 473-485.
- Camacho, R. L., Gómez, A. Q., y Ariza, S. M. A. (2020). Rasgos funcionales de la madera de tres bosques en Colombia: Bosque Seco, Andino y Alto-Andino. *Ciência Florestal*, 30, 856-872.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza [CATIE]. (2008). *Adaptación al cambio climático: el rol de los servicios ecosistémicos*. CATIE.
- Chapin, S., Zavaleta, E., Eviner, V., Naylor, R., Vitousek, P., Reynolds, H., Hooper, D., Lavorel, S., Sala, O., Hobbie, S. Mack, M., y Díaz, S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405, 234-242.
- Chave, J. (2005). *Medición de la altura del árbol, para árboles tropicales*. Universidad Paul Sabatier.

- Chave, J. (2006). *Medición de densidad de madera en árboles tropicales*. Universidad Paul Sabatier.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Folter, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T. Lescure, J.-P., Nelson, B. W., Ogawa, H., PUIG, H., Riera, B., y Yamakuua, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87- 99.
- Cornelissen, J., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., y Gurvich, D. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Aust J Bot.* 51, 335–380.
- Cox, P., Betts, R., Collins, M., Harris, P., Huntingford, C., y Jones, C. (2004). Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century. *Theoretical and Applied Climatology*, 78, 137-156.
- Cuesta, F., Peralvo, M., y Ganzenmüller, A. (2008). *Posibles efectos del calentamiento global sobre el nicho climático de algunas especies en los Andes Tropicales*. Páramo y Cambio Climático. Grupo de Trabajo en Páramos del Ecuador / EcoCiencia. Serie Páramo no.23
- Dale, V., Joyce, L., McNulty, S., Neilson, R., Ayres, M., Flannigan, M., Hanson, P., Irland, L., Lugo, A., Peterson, C., Simberloff, D., Swanson, F., Stocks, B., y Wotton, B. Climate change and forest disturbances: climate change can affect forests by altering the frequency, intensity, duration, and timing of fire, drought, introduced species, insect and pathogen outbreaks, hurricanes, windstorms, ice storms, or landslides. *BioScience*, 51(9), 723-734.
- Dauber, E. (1995). *Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible, BOLFOR.
- De La Riva, E., Pérez, I., Navarro, C., Olmo, M., Marañón, T., y Villar, R. (2014). Rasgos funcionales en el género *Quercus*: estrategias adquisitivas frente a conservativas en el uso de recursos Ecosistemas. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 23(2), 82-89.
- Díaz, E. (2018). *Análisis estructural del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva mediante parcelas permanentes de medición* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1359>
- Díaz, S., Gurvich, D., Pérez, N., y Cabido, M. (2002). ¿Quién necesita tipos funcionales de plantas? *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 37, 135-140.

- Díaz, S., Hodgson, J.G., Thompson, K., Cabido, M., y Cornelissen, J. H. C. (2004). The plant traits that drive ecosystems: Evidence from three continents. *Journal of Vegetation Science*, 15(3), 295–304.
- Díaz, S., y Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution*, 16(11), 646-655.
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin, F., y Tilman, D. (2006). Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being. *Plos Biology*, 4(8), 1300-1305.
- Dueñas, M. (2009). *Valorización económica del servicio hídrico en el BRUNAS* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS.
- Durlo, M. (2001). Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. *Ciência Florestal*, 11, 141-149.
- Ebert, H., y Rieger, T. (2000). Die Baumkrone als Mastab fur den Zuwachs von Eiche. *Allgemeine Forst Zeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge*, 55(8), 403-406.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2020). *El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- Finegan, B. (1996). Pattern and process in neotropical secondary rain forest: the first hundred years of succession. *Trends. Ecol. Evol.*, 11, 119-124.
- Foster, P. (2002). The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth-Science Reviews*, 55(1-2), 73-106.
- Galindo, L., Finegan, B., Delgado-Rodríguez, D., y Sequiera, F. M. (2020). Variación intraespecífica de rasgos funcionales de *Cedrela odorata* L. en la Península de Nicoya, Costa Rica. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(57), 1-15.
- Gitay, H., Suarez, A., Watson, R. T., y Dokken, D. J. (eds.). (2002). *Climate change and biodiversity*. A Technical Paper of the IPCC.
- Goldammer, J., y Price, C. (2008). Potential impacts of climate change on fire regimes in the tropics based on MAGICC and a GISS GCM-derived lightning model. *Climatic Change*, 39, 273-296.
- Gusmán, E. (2015). *Diversidad funcional y diversidad filogenética en los bosques secos del sur del Ecuador* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid].
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC]. (2007). *Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del grupo de trabajo II*. Informe del Grupo

- Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Universidad de Cambridge, Reino Unido.
- Kermavnar, J., Kutnar, L., Marinšek, A., y Babij, V. (2023). Are ecological niche optimum and width of forest plant species related to their functional traits? *Flora*, 301, 152247.
- King, A., Davies, J., Tan, S., y Noor, N.S.M.D. (2006). The role of wood density and stem support costs in the growth and mortality of tropical trees. *Journal of Ecology*, 94, 670–680.
- Kraft, N. J. B., Metz, M. R., Condit, R.S., y Chave, J. (2010). The relationship between wood density and mortality in a global tropical forest dataset. *New Phytologist*, 188, 1124–1136.
- Kühner, A., y Kleyer, M. (2008). A parsimonious combination of functional traits predicting plant response to disturbance and soil fertility. *Journal of Vegetation Science*, 19(5), 681-692.
- Lambers, H., Chapin, I., Chapin, F., y Pons., T. (2008). *Plant physiological ecology*. Springer.
- Lavorel, S. (2013). Plant functional effects on ecosystem services. *Journal of Ecology*, 101(1), 4–8.
- Lavorel, S., y Garnier, E. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional ecology*, 16(5), 545-556.
- Lillywhite, H. B., Mittal, A. K., Garg, T. K. y Agrawal, N. (1997). Wiping behavior and its ecophysiological significance in the Indian tree fog Polypedates maculatus. *Copeia*, 1997, 88-100.
- López, B. (2015). *Rasgos funcionales y su relación con el funcionamiento de las plantas* [Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba].
- López, L. (2022). Relaciones entre rasgos funcionales de plantas en bosques secundarios altoandinos de la Cordillera Oriental, Colombia. *Biota colombiana*, 23(2), 1-11.
- Louman, B., Quirós, O. y Nilsson, M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. Serie Técnica, Manual Técnico No. 46. CATIE.
- Malleux, J. (1982). *Inventarios forestales en bosques tropicales*. Lima, Perú, s.e. 414 p.
- Markham, A. (1996). Potential impacts of climate change on ecosystems: review of implications for policymakers and conservation biologists. *Climate Research*, 6, 179–191.

- Martínez, J., Meave, J., y Bongers, F. (2008). Light-related variation in sapling architecture of three shade-tolerant tree species of the Mexican rain forest. *Revista Chilena de Historia Natural*, 81(3), 361-371.
- McCarthy, J., Canziani, O., Leary, N., Dokken, D., y White, K. (Eds.). (2001). *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Vol. 2). Cambridge University Press.
- McRoberts, R., Tomppo, E., y Czaplewski, R. (1992). Diseños de muestreo de las evaluaciones forestales nacionales. *Antología de conocimiento para la evaluación de los recursos forestales nacionales*. FAO.
- Mejia, E. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ministerio de Agricultura. (2013). *Manual base para la planificación y ejecución de inventarios forestales en bosques de producción permanente*. Grafica Filadelfia EIRL.
- Ministerio del ambiente - DGEVFPN. (2015). *Guía de inventario de la flora y vegetación*. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2683-guia-de-inventario-de-la-flora-y-vegetacion>
- Navas, C., Jared, C., y Antoniazzi, M. (2002). Water economy in the casque-headed tree-frog *Corythomantis greeningi* (Hylidae): role of behaviour, skin, and skull skin co-ossification. *Journal of Zoology*, 257(4), 525-532.
- Neves, S. P. S., dos Santos, M. G. M., Vitória, A. P., Rossatto, D. R., de Miranda, L. D. A. P., & Funch, L. S. (2022). The roles of functional traits in canopy maintenance along a savanna/seasonally dry tropical forest gradient in northeastern Brazil. *Flora*, 292, 152090.
- Parmesan, C. (2006). Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 637-669.
- Petchey, O., y Gaston, K. (2006). Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters*, 9(6), 741-758.
- Puerta, R. (2007). *Modelo digital de elevación del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María – Perú* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1908>
- Puerta, R., y Cárdenas, P. (2012). Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). *Xilema*, 25(1), 18-21.

- Rahayu, S., Pambudi, S., Permadi, D., Tata, H. L., Martini, E., Rasnovi, S., & van Noordwijk, M. (2022). Functional trait profiles and diversity of trees regenerating in disturbed tropical forests and agroforests in Indonesia. *Forest Ecosystems*, 9, 100030.
- Rivas, D. (2006). *Instrumentos de medición forestal*. Sistemas de Producción Forestal. (2ª Ed). Universidad Autónoma Chapingo.
- Romahn, C. y Ramírez, H. (2010). *Dendrometría*. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Ruiz, O. (2013). *Impacto potencial del cambio climático en bosques de un gradiente altitudinal a través de rasgos funcionales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Salazar, R. (2022). *Rasgos funcionales de la vegetación arbórea de un bosque de colina y su relación con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2131>
- Scholze, M., Knorr, W., Arnell, N.W., & Prentice, I.C. (2006). A climate-change risk analysis for world ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(35), 13116-13120.
- Seppälä, R., Buck, A., y Katila, P. (2009). Adaptation of forests and people to climate change—a global assessment report. *IUFRO world series*, 22.
- Silva, S., Cerezini, M., Santos, C., Barbosa, J., y Mendonça, A. (2009). Modelos alométricos como predictores das estratégias de alocação de recursos em árvores emergentes e de subdossel. *Prática da pesquisa em Ecologia da Mata Atlântica. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade de São Paulo*.
- Smith, R. y Smith, T. (2005). *Ecología*. (4ª ed.). Pearson educación S.A.
- Soto, Y. (2016). *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]. Repositorio UNAS.
- Stockdale, M., y Corbett, J. (2008). *Inventario forestal participativo: Manual de campo*. Soluciones Prácticas.
- Suding, K., Lavorel, S., Chapin Iii, F., Cornelissen, J., Díaz, S., Garnier, E., y Navas, M. (2008). Scaling environmental change through the community-level: A trait-based response-and-effect framework for plants. *Global Change Biology*, 14(5), 1125-1140.
- Ter Steege *et al.* (2013). Hiperdominance in the Amazonian Tree Flora. *Science*, 342(6156). DOI: 10.1126/science.1243092.

- Valderrama, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica* (2ª ed.). San Marcos.
- Valenzuela, G., Vásquez, R., Rojas, G., Villalba, V., Phillips, O., López, G., Chama, M., Monteagudo, M., Bellota, T., Huilca, A., y Pallqui, C. (2015). Línea base para el monitoreo de la vegetación en la Reserva Comunal El Sira (RCS). *Arnaldoa*, 22(1), 243-268.
- Vela, A. (2019). *Rasgos funcionales asociados al servicio ecosistémico de mitigación del cambio climático en árboles de colinas altas del bosque reservado de la UNAS – Tingo María* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1722>
- Vickery, M., y Ramírez, M. (1987). *Ecología de plantas tropicales* (No. Sirsi) i9789681821692. Limusa.
- Violle, C., Navas, ML., Vile, D., Kazakou, E., Fortunell, C., Hummel, I., y Garner, E. (2007). Let the concept of trait be functional. *Oikos*, 116(5), 882-892.
- Wang, L., He, Y., Umer, M., Guo, Y., Tan, Q., Kang, L., & Zhao, Y. (2023). Strategic differentiation of subcommunities composed of evergreen and deciduous woody species associated with leaf functional traits in the subtropical mixed forest. *Ecological Indicators*, 150, 110281.
- Wang, Q., Wang, C. J., & Wan, J. Z. (2022). Relationships between topographic variation and plant functional trait distribution across different biomes. *Flora*, 293, 152116.
- Wiemann, M., y Williamson, G. (1989). Wood specific gravity gradients in tropical dry and montane rain forest trees. *American Journal of Botany*, 76(6), 924-928.
- Zelada, H., y Reynel, C. (2019). Estimación de rasgos funcionales en dos especies arbóreas de una gradiente altitudinal tropical en el Centro de Perú. *Revista Forestal del Perú*, 34(2), 132-143.

Anexos

ANEXO A: Coeficiente de correlación de Pearson

Tabla 14. Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson

Rango de valores de r_{xy}	Interpretación
$0,00 \leq r_{xy} < 0,10$	Correlación nula
$0,10 \leq r_{xy} < 0,30$	Correlación débil
$0,30 \leq r_{xy} < 0,50$	Correlación moderada
$0,50 \leq r_{xy} < 1,00$	Correlación fuerte

Nota: Adaptado de Metodología de la Investigación de Hernández et al. (2014).

ANEXO B: Datos registrados

Tabla 15. Composición florística de colinas bajas

Familia	Nombre científico	Nombre común	N
Annonaceae	<i>Diclinanona tessmannii</i> Diels	Tortuga caspi	2
	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	Carahuasca	15
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	Aceite caspi	6
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Huamansamana	12
Burseraceae	<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec.) Daly. <i>vel sp. aff.</i>	Copal	12
Calophyllaceae	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	Marila	2
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Azufre caspi	1
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Payson)	Yacushapana	1
Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Shiringa	1
	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	Huangana caspi	22
	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Tornillo	15
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Shimbillo	12
	<i>Inga venusta</i> Standl. <i>vel sp. aff.</i>	Shimbillo	4
Fabaceae	<i>Ormosia amazonica</i> Ducke	Huayruro	2
	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	Pashaco	7
	<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell. Conc.) S.F. Blake.	Pashaco	1
	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	Ucshaquiro blanco	8
	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. <i>Vel sp. aff.</i>	Moena amarilla	3
Lauraceae	<i>Aniba perutilis</i> Helms.	Moena negra	2
	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Moena	2
Malvaceae	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	Peine de mono	3
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Cacao de monte	2
Melastomataceae	<i>Miconia longifolia</i> (Aubl.) DC.	Rifarillo	1
	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	Rifari	11
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Requia	2
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. Bolivarense (Pittier) C.C. Berg.	Manchinga	6

Familia	Nombre científico	Nombre común	N
	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Palo peruano	3
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	Chimicua	5
	<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	Capinuri	1
	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	Favorito	3
Myristicaceae	<i>Viola decorticans</i> Ducke	Cumala	37
	<i>Viola elongata</i> (Benth.) Warb.	Cumala blanca	3
Rubiaceae	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	Cascarilla	9
	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	Quillobordon masha	16
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Sachauvilla	21
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Uvilla	15
Violaceae	<i>Rinorea viridifolia</i> Rusby	Cafecillo	1
Total general			269

Tabla 16. Composición florística de colinas altas

Familia	Nombre científico	Nombre común	N
Annonaceae	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	Carahuasca	5
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	Aceite caspi	1
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Huamansamana	2
Burseraceae	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	Cedro macho	1
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	Copal	17
Calophyllaceae	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	Marila	4
Caryocaraceae	<i>Anthodiscus peruanus</i> Baill.	Chamiza	2
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> var. <i>hexandra</i> (Willd. ex Schult.) Prance.	Pinsha moena	1
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Azufre caspi	2
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Payson)	Yacushapana	3
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea fragrans</i> Rusby. vel sp. aff.	Coto huayo	2
	<i>Caryodendron orinocense</i> Karst.	Metohuayo	2
Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Shiringa	5
	<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	Gutapercha	3
	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	Huangana caspi	100
	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Tornillo	2
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Shimbillo	15
	<i>Inga venusta</i> Standl. vel sp. aff.	Shimbillo venusta	1
Fabaceae	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	Pashaco	8
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Pashaco blanco	1
	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	Ucshaquiro blanco	3
Hypericaceae	<i>Vismia amazonica</i> Ewan vel sp. aff.	Pichirina	1
Lauraceae	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	Moena amarilla	2

Familia	Nombre científico	Nombre común	N
	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Moena	2
	<i>Nectandra hihua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer	Cunchi moena	1
Malvaceae	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	Peine de mono	1
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Cacahuillo	4
Melastomataceae	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	Rifari	3
Moraceae	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	Mashonaste	3
	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. Bolivarense (Pittier) C.C. Berg.	Manchinga	12
	<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	Manchinga	1
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	Chimicua	7
	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	Yanchama	1
	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	Chimicua sin pelos	1
Myristicaceae	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	Favorito	3
	<i>Virola decorticans</i> Ducke	Cumala	42
	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Cumala blanca	4
	<i>Virola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.	Cumala caupuri	2
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Cinchona	2
	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	Cascarilla	2
	<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	Cicotria	1
	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	Quillobordon masha	16
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Rifari negro	1
Sapotaceae	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.) Baehni	Caimitillo	4
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico	23
	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Sacha uvilla	11
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Uvilla	2
	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Sacha uvilla	11
Vochysiaceae	<i>Qualea amoena</i> Ducke	Moena sin olor	1
Total general			344

Tabla 17. Número de individuos por especie y clase diamétrica en colina baja

Nombre científico	N° ind. por clase diamétrica								Total general
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>Virola decorticans</i>	22	11	3			1			37
<i>Pourouma bicolor</i>	9	5	6	1					21
<i>Senefeldera inclinata</i>	14	6							20
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	14	2							16
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	9	2	3		1				15

Nombre científico	N° ind. por clase diamétrica								Total general
	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>Guatteria guentheri</i>	4	1		1		1	3	5	15
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	7	6	2						15
<i>Inga alba</i>	6	2	1	1	1	1			12
<i>Protium amazonicum</i>	10	1	1						12
<i>Jacaranda copaia</i>	3	1	4	1	3				12
<i>Miconia punctata</i>	3	4	2	2					11
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	2	2	1	2				9
<i>Sclerolobium friburgense</i>	2	2	1	2	1				8
<i>Parkia panurensis</i>	3	1	2		1				7
<i>Brosimum alicastrum</i>	3	2	1						6
<i>Schefflera morototoni</i>	2	1		2	1				6
<i>Helicostylis tomentosa</i>	2	2	1						5
<i>Inga venusta</i>	2	1	1						4
<i>Apeiba aspera</i>	2		1						3
<i>Aniba guianensis</i>	2	1							3
<i>Virola elongata</i>	2		1						3
<i>Brosimum rubescens</i>	1	1		1					3
<i>Ormosia amazonica</i>			1					1	2
<i>Aniba panurensis</i>	1	1							2
<i>Senefeldera inclinata</i>	2								2
<i>Osteophloeum platyspermum</i>			2						2
<i>Theobroma subincanum</i>	2								2
<i>Guarea kunthiana</i>	1		1						2
<i>Diclinanona tessmannii</i>	2								2
<i>Marila tomentosa</i>			1	1					2
<i>Aniba perutilis</i>	1			1					2
<i>Schizolobium parahybum</i>	1								1
<i>Miconia longifolia</i>	1								1
<i>Hevea guianensis</i>			1						1
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	1								1
<i>Maquira guianensis</i>		1							1

Nombre científico	N° ind. por clase diamétrica								Total general	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
<i>Rinorea viridifolia</i>	1								1	
<i>Symphonia globulifera</i>	1								1	
<i>Terminalia oblonga</i>	1								1	
Total general	140	55		38	14	10	3	3	6	269

Tabla 18. Número de individuos por especie y categoría de altura máxima en colina baja

Nombre científico	N° Ind. por categoría de altura total			Total general
	2	3	4	
<i>Virola decorticans</i>	30	7		37
<i>Pourouma bicolor</i>	17	4		21
<i>Senefeldera inclinata</i>	19	1		20
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16			16
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	13	2		15
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	7	7	1	15
<i>Guatteria guentheri</i>	14	1		15
<i>Inga alba</i>	8	4		12
<i>Protium amazonicum</i>	11	1		12
<i>Jacaranda copaia</i>	6	6		12
<i>Miconia punctata</i>	7	4		11
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	4	5		9
<i>Sclerolobium friburgense</i>	6	2		8
<i>Parkia panurensis</i>	4	3		7
<i>Brosimum alicastrum</i>	5	1		6
<i>Schefflera morototoni</i>	4	2		6
<i>Helicostylis tomentosa</i>	3	2		5
<i>Inga venusta</i>	2	2		4
<i>Apeiba aspera</i>	2	1		3
<i>Aniba guianensis</i>	3			3
<i>Virola elongata</i>	3			3
<i>Brosimum rubescens</i>	2	1		3
<i>Ormosia amazonica</i>	2			2

Nombre científico	N° Ind. por categoría de altura total			Total general
	2	3	4	
<i>Aniba panurensis</i>	2			2
<i>Senefeldera inclinata</i>	2			2
<i>Osteophloeum platyspermum</i>		2		2
<i>Theobroma subincanum</i>	2			2
<i>Guarea kunthiana</i>	1	1		2
<i>Diclinanona tessmannii</i>	1	1		2
<i>Marila tomentosa</i>	1	1		2
<i>Aniba perutilis</i>	2			2
<i>Schizolobium parahybum</i>	1			1
<i>Miconia longifolia</i>	1			1
<i>Hevea guianensis</i>	1			1
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	1			1
<i>Maquira guianensis</i>	1			1
<i>Rinorea viridifolia</i>	1			1
<i>Symphonia globulifera</i>	1			1
<i>Terminalia oblonga</i>	1			1
Total general	207	61	1	269

Tabla 19. Número de individuos por especie y estrategia funcional de DM en colina baja

Nombre científico	N° Ind. por estrategia funcional de densidad de la madera		Total general
	1	2	
<i>Virola decorticans</i>	37		37
<i>Senefeldera inclinata</i>		22	22
<i>Pourouma bicolor</i>	21		21
<i>Schizocalyx peruvianus</i>		16	16
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	15		15
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	15		15
<i>Guatteria guentheri</i>	15		15
<i>Inga alba</i>		12	12
<i>Protium amazonicum</i>		12	12

Nombre científico	N° Ind. por estrategia funcional de densidad de la madera		Total general
	1	2	
<i>Jacaranda copaia</i>	12		12
<i>Miconia punctata</i>		11	11
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	9		9
<i>Sclerolobium friburgense</i>	8		8
<i>Parkia panurensis</i>	7		7
<i>Schefflera morototoni</i>	6		6
<i>Brosimum alicastrum</i>		6	6
<i>Helicostylis tomentosa</i>		5	5
<i>Inga venusta</i>		4	4
<i>Apeiba aspera</i>	3		3
<i>Virola elongata</i>	3		3
<i>Aniba guianensis</i>	3		3
<i>Brosimum rubescens</i>		3	3
<i>Ormosia amazonica</i>		2	2
<i>Aniba panurensis</i>		2	2
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	2		2
<i>Marila tomentosa</i>		2	2
<i>Theobroma subincanum</i>	2		2
<i>Aniba perutilis</i>		2	2
<i>Diclinanona tessmannii</i>	2		2
<i>Guarea kunthiana</i>	2		2
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	1		1
<i>Miconia longifolia</i>	1		1
<i>Terminalia oblonga</i>		1	1
<i>Maquira guianensis</i>	1		1
<i>Hevea guianensis</i>		1	1
<i>Rinorea viridifolia</i>		1	1
<i>Symphonia globulifera</i>		1	1
<i>Schizolobium parahybum</i>	1		1
Total general	166	103	269

Tabla 20. Índice de copa de las especies forestales de colina baja

Nombre científico	N	Mín	Máx	Media
<i>Rinorea viridifolia</i>	1	5,91	5,91	5,91
<i>Virola elongata</i>	3	3,75	5,22	4,66
<i>Maquira guianensis</i>	1	3,72	3,72	3,72
<i>Senefeldera inclinata</i>	22	0,76	7,34	3,67
<i>Parkia panurensis</i>	7	1,92	5,33	3,36
<i>Virola decorticans</i>	37	0,86	8,82	3,26
<i>Inga venusta</i>	4	1,64	7,37	3,19
<i>Protium amazonicum</i>	12	1,42	6,63	3,14
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	1,29	5,28	3,10
<i>Hevea guianensis</i>	1	3,10	3,10	3,10
<i>Aniba guianensis</i>	3	2,23	4,62	3,04
<i>Helicostylis tomentosa</i>	5	1,43	4,72	2,96
<i>Schizolobium parahybum</i>	1	2,95	2,95	2,95
<i>Inga alba</i>	12	0,78	6,52	2,94
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	9	1,19	5,77	2,94
<i>Guarea kunthiana</i>	2	1,90	3,95	2,92
<i>Guatteria guentheri</i>	15	1,30	7,64	2,91
<i>Diclinanona tessmannii</i>	2	1,83	3,89	2,86
<i>Apeiba aspera</i>	3	2,01	4,00	2,82
<i>Brosimum rubescens</i>	3	2,32	3,03	2,73
<i>Ormosia amazonica</i>	2	2,18	3,20	2,69
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	15	0,83	5,11	2,64
<i>Theobroma subincanum</i>	2	1,83	3,27	2,55
<i>Miconia punctata</i>	11	0,62	4,47	2,54
<i>Terminalia oblonga</i>	1	2,51	2,51	2,51
<i>Pourouma bicolor</i>	21	0,68	4,55	2,42
<i>Brosimum alicastrum</i>	6	1,03	3,37	2,34
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	0,78	6,36	2,30
<i>Sclerolobium friburgense</i>	8	0,68	5,36	2,23
<i>Schefflera morototoni</i>	6	1,13	4,26	2,08
<i>Aniba panurensis</i>	2	1,07	2,89	1,98

Nombre científico	N	Mín	Máx	Media
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	15	0,82	5,07	1,94
<i>Jacaranda copaia</i>	12	0,75	4,69	1,76
<i>Aniba perutilis</i>	2	1,35	1,54	1,45
<i>Marila tomentosa</i>	2	1,26	1,60	1,43
<i>Miconia longifolia</i>	1	1,40	1,40	1,40
<i>Symphonia globulifera</i>	1	1,02	1,02	1,02

Tabla 21. Forma de copa de las especies forestales de colina baja

Nombre científico	N	Mín	Máx	Media
<i>Symphonia globulifera</i>	1	0,98	0,98	0,98
<i>Miconia longifolia</i>	1	0,72	0,72	0,72
<i>Jacaranda copaia</i>	12	0,21	1,33	0,71
<i>Marila tomentosa</i>	2	0,62	0,79	0,70
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	15	0,20	1,22	0,69
<i>Aniba perutilis</i>	2	0,65	0,74	0,69
<i>Sclerolobium friburgense</i>	8	0,19	1,47	0,66
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	0,16	1,28	0,66
<i>Aniba panurensis</i>	2	0,35	0,94	0,65
<i>Schefflera morototoni</i>	6	0,23	0,89	0,60
<i>Pourouma bicolor</i>	21	0,22	1,47	0,54
<i>Miconia punctata</i>	11	0,22	1,62	0,52
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	15	0,20	1,21	0,52
<i>Inga alba</i>	12	0,15	1,28	0,51
<i>Brosimum alicastrum</i>	6	0,30	0,97	0,51
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	0,19	0,78	0,45
<i>Guatteria guentheri</i>	15	0,13	0,77	0,45
<i>Inga venusta</i>	4	0,14	0,61	0,45
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	9	0,17	0,84	0,43
<i>Theobroma subincanum</i>	2	0,31	0,55	0,43
<i>Senefeldera inclinata</i>	22	0,14	1,32	0,42
<i>Helicostylis tomentosa</i>	5	0,21	0,70	0,41
<i>Diclinanona tessmannii</i>	2	0,26	0,55	0,41

Nombre científico	N	Mín	Máx	Media
<i>Terminalia oblonga</i>	1	0,40	0,40	0,40
<i>Virola decorticans</i>	37	0,11	1,17	0,39
<i>Guarea kunthiana</i>	2	0,25	0,53	0,39
<i>Apeiba aspera</i>	3	0,25	0,50	0,39
<i>Ormosia amazonica</i>	2	0,31	0,46	0,39
<i>Protium amazonicum</i>	12	0,15	0,71	0,37
<i>Aniba guianensis</i>	3	0,22	0,45	0,37
<i>Brosimum rubescens</i>	3	0,33	0,43	0,37
<i>Parkia panurensis</i>	7	0,19	0,52	0,35
<i>Schizolobium parahybum</i>	1	0,34	0,34	0,34
<i>Hevea guianensis</i>	1	0,32	0,32	0,32
<i>Maquira guianensis</i>	1	0,27	0,27	0,27
<i>Virola elongata</i>	3	0,19	0,27	0,22
<i>Rinorea viridifolia</i>	1	0,17	0,17	0,17

Tabla 22. Número de individuos por especie en la estrategia funcional adaptativa de colina baja

Nombre científico	N
<i>Aniba guianensis</i>	3
<i>Apeiba aspera</i>	3
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	15
<i>Diclinanona tessmannii</i>	2
<i>Guarea kunthiana</i>	2
<i>Gutteria guentheri</i>	15
<i>Jacaranda copaia</i>	12
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	9
<i>Maquira guianensis</i>	1
<i>Miconia longifolia</i>	1
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3
<i>Parkia panurensis</i>	7
<i>Pourouma bicolor</i>	21
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	15

Nombre científico	N
<i>Schefflera morototoni</i>	6
<i>Schizolobium parahybum</i>	1
<i>Sclerolobium friburgense</i>	8
<i>Theobroma subincanum</i>	2
<i>Virola decorticans</i>	37
<i>Virola elongata</i>	3
Total general	166

Tabla 23. Núm. de individuos por especie en la estrategia funcional conservativa de colina baja

Nombre científico	N
<i>Aniba perutilis</i>	2
<i>Aniba panurensis</i>	2
<i>Brosimum alicastrum</i>	6
<i>Brosimum rubescens</i>	3
<i>Helicostylis tomentosa</i>	5
<i>Hevea guianensis</i>	1
<i>Inga alba</i>	12
<i>Inga venusta</i>	4
<i>Marila tomentosa</i>	2
<i>Miconia punctata</i>	11
<i>Ormosia amazonica</i>	2
<i>Protium sp.</i>	12
<i>Rinorea viridifolia</i>	1
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16
<i>Senefeldera inclinata</i>	22
<i>Symphonia globulifera</i>	1
<i>Terminalia oblonga</i>	1
Total general	103

Tabla 24. Número de individuos por especie y clase diamétrica en colina alta

Nombre científico	N° Ind. por clase diamétrica							Total general
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Senefeldera inclinata</i>	80	20						100
<i>Virola decorticans</i>	21	17	3			1		42
<i>Cecropia sciadophylla</i>	8	11	2	2				23
<i>Trattinnickia boliviana</i>	8	5	3	1				17
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	6	10						16
<i>Inga alba</i>	6	8		1				15
<i>Brosimum alicastrum</i>	2	5	4	1				12
<i>Pourouma minor</i>	6	4	1					11
<i>Pourouma bicolor</i>	4	3	2	1		1		11
<i>Parkia panurensis</i>	1	2	1	2		1	1	8
<i>Helicostylis tomentosa</i>	3	2	1		1			7
<i>Guatteria guentheri</i>	1	2	2					5
<i>Hevea guianensis</i>	1		1	2	1			5
<i>Virola elongata</i>	3			1				4
<i>Theobroma subincanum</i>	4							4
<i>Marila tomentosa</i>	3	1						4
<i>Pouteria cuspidata</i>		3		1				4
<i>Terminalia oblonga</i>		1	1	1				3
<i>Sclerolobium friburgense</i>	2		1					3
<i>Sapium laurifolium</i>	3							3
<i>Miconia punctata</i>	1	2						3
<i>Osteophloeum platyspermum</i>			1	2				3
<i>Batocarpus orinocensis</i>		1		2				3
<i>Caryodendron orinocense</i>	1	1						2
<i>Jacaranda copaia</i>		1		1				2
<i>Symphonia globulifera</i>			1	1				2
<i>Cinchona pubescens</i>	2							2
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	1	1						2
<i>Anthodiscus peruanus</i>		1	1					2
<i>Sloanea fragrans</i>		2						2

Nombre científico	N° Ind. por clase diamétrica							Total general
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Aniba panurensis</i>	1	1						2
<i>Aniba guianensis</i>	1		1					2
<i>Cedrelinga cateniformis</i>			1		1			2
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	1	1						2
<i>Virola pavonis</i>			2					2
<i>Tetragastris panamensis</i>	1							1
<i>Brosimum lactescens</i>	1							1
<i>Casearia arborea</i>		1						1
<i>Schizolobium parahyba</i>	1							1
<i>Nectandra hihua</i>	1							1
<i>Poulsenia armata</i>	1							1
<i>Hirtella racemosa</i>	1							1
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1							1
<i>Schefflera morototoni</i>					1			1
<i>Apeiba aspera</i>		1						1
<i>Vismia amazonica</i>		1						1
<i>Psychotria alba</i>	1							1
<i>Inga venusta</i>				1				1
<i>Qualea amoena</i>	1							1
Total general	179	108	29	20	4	3	1	344

Tabla 25. Número de individuos por especie y categoría de altura máxima en colina alta

Nombre científico	N° Ind. Por categoría de altura máxima		Total general
	2	3	
<i>Senefeldera inclinata</i>	100		100
<i>Virola decorticans</i>	39	3	42
<i>Cecropia sciadophylla</i>	16	7	23
<i>Trattinnickia boliviana</i>	14	3	17
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	15	1	16
<i>Inga alba</i>	10	5	15
<i>Brosimum alicastrum</i>	4	8	12

Nombre científico	N° Ind. Por categoría de altura máxima		Total general
	2	3	
<i>Pourouma minor</i>	10	1	11
<i>Pourouma bicolor</i>	7	4	11
<i>Parkia panurensis</i>	6	2	8
<i>Helicostylis tomentosa</i>	6	1	7
<i>Guatteria guentheri</i>	3	2	5
<i>Hevea guianensis</i>	5		5
<i>Virola elongata</i>	4		4
<i>Theobroma subincanum</i>	4		4
<i>Marila tomentosa</i>	4		4
<i>Pouteria cuspidata</i>	3	1	4
<i>Terminalia oblonga</i>	2	1	3
<i>Sclerolobium friburgense</i>	2	1	3
<i>Sapium laurifolium</i>	3		3
<i>Miconia punctata</i>	3		3
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	1	2	3
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3		3
<i>Caryodendron orinocense</i>	2		2
<i>Jacaranda copaia</i>	1	1	2
<i>Symphonia globulifera</i>	2		2
<i>Cinchona pubescens</i>	2		2
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2		2
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2		2
<i>Sloanea fragrans</i>	2		2
<i>Aniba panurensis</i>	1	1	2
<i>Aniba guianensis</i>	1	1	2
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	1	1	2
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2		2
<i>Virola pavonis</i>	1	1	2
<i>Tetragastris panamensis</i>	1		1
<i>Brosimum lactescens</i>	1		1
<i>Casearia arborea</i>	1		1

Nombre científico	N° Ind. Por categoría de altura máxima		Total general
	2	3	
<i>Schizolobium parahyba</i>	1		1
<i>Nectandra hihua</i>		1	1
<i>Poulsenia armata</i>	1		1
<i>Hirtella racemosa</i>	1		1
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1		1
<i>Schefflera morototoni</i>		1	1
<i>Apeiba aspera</i>	1		1
<i>Vismia amazonica</i>	1		1
<i>Psychotria alba</i>	1		1
<i>Inga venusta</i>	1		1
<i>Qualea amoena</i>	1		1
Total general	295	49	344

Tabla 26. Número de individuos por especie y estrategia funcional de DM en colina alta

Nombre científico	N° Ind. Por Estrategia funcional de densidad de la madera		Total general
	1	2	
<i>Senefeldera inclinata</i>		100	100
<i>Virola decorticans</i>	42		42
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23		23
<i>Trattinnickia boliviana</i>		17	17
<i>Schizocalyx peruvianus</i>		16	16
<i>Inga alba</i>		15	15
<i>Brosimum alicastrum</i>		12	12
<i>Pourouma minor</i>	11		11
<i>Pourouma bicolor</i>	11		11
<i>Parkia panurensis</i>	8		8
<i>Helicostylis tomentosa</i>		7	7
<i>Guatteria guentheri</i>	5		5
<i>Hevea guianensis</i>		5	5
<i>Virola elongata</i>	4		4
<i>Theobroma subincanum</i>	4		4
<i>Marila tomentosa</i>		4	4

Nombre científico	N° Ind. Por Estrategia funcional de densidad de la madera		Total general
	1	2	
<i>Pouteria cuspidata</i>		4	4
<i>Terminalia oblonga</i>		3	3
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3		3
<i>Sapium laurifolium</i>	3		3
<i>Miconia punctata</i>		3	3
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3		3
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3		3
<i>Caryodendron orinocense</i>		2	2
<i>Jacaranda copaia</i>	2		2
<i>Symphonia globulifera</i>		2	2
<i>Cinchona pubescens</i>	2		2
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2		2
<i>Anthodiscus peruanus</i>		2	2
<i>Sloanea fragrans</i>		2	2
<i>Aniba panurensis</i>		2	2
<i>Aniba guianensis</i>	2		2
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2		2
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2		2
<i>Virola pavonis</i>	2		2
<i>Tetragastris panamensis</i>		1	1
<i>Brosimum lactescens</i>		1	1
<i>Casearia arbórea</i>		1	1
<i>Schizolobium parahyba</i>	1		1
<i>Nectandra hihua</i>		1	1
<i>Poulsenia armata</i>	1		1
<i>Hirtella racemosa</i>	1		1
<i>Pseudolmedia laevigata</i>		1	1
<i>Schefflera morototoni</i>	1		1
<i>Apeiba aspera</i>	1		1
<i>Vismia amazonica</i>	1		1
<i>Psychotria alba</i>	1		1
<i>Inga venusta</i>		1	1
<i>Qualea amoena</i>		1	1
Total general	141	203	344

Tabla 27. Índice de copa de las especies forestales de colina alta

Nombre científico	N	Mín	Máx	Media
<i>Nectandra hihua</i>	1	6,74	6,74	6,74
<i>Aniba panurensis</i>	2	3,06	7,89	5,48
<i>Vismia amazonica</i>	1	4,69	4,69	4,69
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	0,54	8,16	4,35
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	1,23	5,63	4,15
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	1,40	6,00	3,70
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	0,80	17,78	3,62
<i>Inga alba</i>	15	1,06	12,12	3,17
<i>Brosimum lactescens</i>	1	3,02	3,02	3,02
<i>Virola elongata</i>	4	1,00	7,58	2,89
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	2,79	2,79	2,79
<i>Pourouma minor</i>	11	0,80	10,10	2,61
<i>Cinchona pubescens</i>	2	0,42	4,80	2,61
<i>Hirtella racemosa</i>	1	2,57	2,57	2,57
<i>Casearia arbórea</i>	1	2,52	2,52	2,52
<i>Pourouma bicolor</i>	11	0,59	8,00	2,52
<i>Marila tomentosa</i>	4	0,88	5,82	2,42
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	0,43	14,00	2,38
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	0,71	8,00	2,34
<i>Jacaranda copaia</i>	2	0,89	3,75	2,32
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	0,45	5,50	2,29
<i>Virola decorticans</i>	42	0,36	11,51	2,23
<i>Senefeldera inclinata</i>	2	1,90	2,50	2,20
<i>Sapium laurifolium</i>	3	1,44	2,91	2,09
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	2,09	2,09	2,09
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	0,60	5,45	2,04
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	1,83	2,17	2,00
<i>Guatteria guentheri</i>	5	0,66	3,92	1,75
<i>Virola pavonis</i>	2	1,19	2,29	1,74
<i>Terminalia oblonga</i>	3	0,69	3,09	1,72
<i>Psychotria alba</i>	1	1,60	1,60	1,60

Nombre científico	N	Mín	Máx	Media
<i>Aniba guianensis</i>	2	1,02	1,90	1,46
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	1,39	1,39	1,39
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	0,86	1,86	1,36
<i>Parkia panurensis</i>	8	0,34	2,64	1,29
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	0,88	2,04	1,27
<i>Miconia punctata</i>	3	0,59	2,57	1,27
<i>Hevea guianensis</i>	5	0,57	2,10	1,26
<i>Poulsenia armata</i>	1	1,25	1,25	1,25
<i>Schefflera morototoni</i>	1	1,14	1,14	1,14
<i>Apeiba aspera</i>	1	1,13	1,13	1,13
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	0,86	1,26	1,06
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	0,46	1,52	1,04
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	0,50	2,00	1,01
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	0,43	1,80	0,89
<i>Inga venusta</i>	1	0,86	0,86	0,86
<i>Theobroma subincanum</i>	4	0,60	1,00	0,80
<i>Symphonia globulifera</i>	2	0,75	0,81	0,78
<i>Qualea amoena</i>	1	0,60	0,60	0,60
<i>Sloanea fragrans</i>	2	0,45	0,56	0,51

Tabla 28. Forma de copa de las especies forestales de colina alta

Nombre científico	N	Mín	Máx	Media
<i>Sloanea fragrans</i>	2	1,78	2,20	1,99
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	0,55	2,33	1,71
<i>Qualea amoena</i>	1	1,67	1,67	1,67
<i>Parkia panurensis</i>	8	0,38	2,92	1,35
<i>Cinchona pubescens</i>	2	0,21	2,38	1,30
<i>Theobroma subincanum</i>	4	1,00	1,67	1,29
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	0,50	2,00	1,28
<i>Symphonia globulifera</i>	2	1,23	1,33	1,28
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	0,66	2,18	1,24
<i>Miconia punctata</i>	3	0,39	1,70	1,21
<i>Inga venusta</i>	1	1,17	1,17	1,17

Nombre científico	N	Mín	Máx	Media
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	0,12	1,86	0,99
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	0,80	1,17	0,99
<i>Hevea guianensis</i>	5	0,48	1,75	0,94
<i>Apeiba aspera</i>	1	0,89	0,89	0,89
<i>Schefflera morototoni</i>	1	0,87	0,87	0,87
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	0,49	1,14	0,86
<i>Guatteria guentheri</i>	5	0,26	1,51	0,86
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	0,54	1,16	0,85
<i>Terminalia oblonga</i>	3	0,32	1,44	0,83
<i>Poulsenia armata</i>	1	0,80	0,80	0,80
<i>Virola decorticans</i>	42	0,09	2,75	0,77
<i>Aniba guianensis</i>	2	0,53	0,98	0,76
<i>Pourouma bicolor</i>	11	0,13	1,71	0,73
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	0,72	0,72	0,72
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	0,18	1,67	0,71
<i>Jacaranda copaia</i>	2	0,27	1,13	0,70
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	0,13	1,41	0,69
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	0,07	2,35	0,69
<i>Pourouma minor</i>	11	0,10	1,25	0,68
<i>Marila tomentosa</i>	4	0,17	1,14	0,67
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	0,18	2,24	0,65
<i>Virola pavonis</i>	2	0,44	0,84	0,64
<i>Psychotria alba</i>	1	0,63	0,63	0,63
<i>Virola elongata</i>	4	0,13	1,00	0,62
<i>Sapium laurifolium</i>	3	0,34	0,70	0,52
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	0,46	0,55	0,51
<i>Inga alba</i>	15	0,08	0,94	0,50
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	0,06	1,25	0,49
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	0,48	0,48	0,48
<i>Senefeldera inclinata</i>	2	0,40	0,53	0,47
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	0,17	0,72	0,45
<i>Casearia arborea</i>	1	0,40	0,40	0,40

Nombre científico	N	Mín	Máx	Media
<i>Hirtella racemosa</i>	1	0,39	0,39	0,39
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	0,18	0,81	0,39
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	0,36	0,36	0,36
<i>Brosimum lactescens</i>	1	0,33	0,33	0,33
<i>Aniba panurensis</i>	2	0,13	0,33	0,23
<i>Vismia amazonica</i>	1	0,21	0,21	0,21
<i>Nectandra hihua</i>	1	0,15	0,15	0,15

Tabla 29. Número de individuos por especie en la estrategia funcional adaptativa de colina alta

Nombre científico	N
<i>Aniba guianensis</i>	2
<i>Apeiba aspera</i>	1
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2
<i>Cinchona pubescens</i>	2
<i>Guatteria guentheri</i>	5
<i>Hirtella racemosa</i>	1
<i>Jacaranda copaia</i>	2
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3
<i>Parkia panurensis</i>	8
<i>Poulsenia armata</i>	1
<i>Pourouma bicolor</i>	11
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2
<i>Pourouma minor</i>	11
<i>Psychotria alba</i>	1
<i>Sapium laurifolium</i>	3
<i>Schefflera morototoni</i>	1
<i>Schizolobium parahyba</i>	1
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3

Nombre científico	N
<i>Theobroma subincanum</i>	4
<i>Virola decorticans</i>	42
<i>Virola elongata</i>	4
<i>Virola pavonis</i>	2
<i>Vismia amazonica</i>	1
Total general	141

Tabla 30. Núm. de individuos por especie en la estrategia funcional conservativa de colina alta

Nombre científico	N
<i>Aniba panurensis</i>	2
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2
<i>Brosimum alicastrum</i>	12
<i>Brosimum lactescens</i>	1
<i>Caryodendron orinocense</i>	2
<i>Casearia arbórea</i>	1
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7
<i>Hevea guianensis</i>	5
<i>Inga alba</i>	15
<i>Inga venusta</i>	1
<i>Marila tomentosa</i>	4
<i>Miconia punctata</i>	3
<i>Nectandra hihua</i>	1
<i>Pouteria cuspidata</i>	4
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1
<i>Qualea amoena</i>	1
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16
<i>Senefeldera inclinata</i>	100
<i>Sloanea fragrans</i>	2
<i>Symphonia globulifera</i>	2
<i>Terminalia oblonga</i>	3
<i>Tetragastris panamensis</i>	1
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17
Total general	203

ANEXO C: Panel fotográfico



Figura 11. Ubicación del área de investigación.



Figura 12. Estimación de la altura de los árboles usando clinómetro y distanciómetro láser.



Figura 13. Medición de la distancia del árbol al punto central de la UM, usando distanciómetro láser.



Figura 14. Medición de la distancia del árbol a un punto conocido para calcular la altura, usando distanciómetro láser.



Figura 15. Registro de datos, marcado de árboles y medición del Dap.



Figura 16. Medición y registro del diámetro de copa de los árboles.

ANEXO D:**CONSTANCIA**

El que suscribe docente asociado del curso de Dendrología, adscrito a la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, hace constar que:

Luego de verificar las especies forestales en campo, correspondientes a la investigación de tesis de maestría: “Rasgos funcionales de diámetro, altura y copa de especies forestales según estrategia adaptativa y conservativa en bosques de colina baja y alta de Tingo María – Huánuco” del maestrando Ing. Fred Daniel Minaya Candia, estudiante de maestría en Ciencias en Agroecología Mención Gestión de Bosques Tropicales, fueron identificadas y anexadas en los cuadros adjuntos.

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

Tingo María, 8 de febrero de 2023.



Warren Ríos García
Docente de Dendrología
CIP. 43189

Figura 17. Constancia de identificación de especies forestales (a).

Lista de especies de la tesis “Rasgos funcionales de diámetro, altura y copa de especies forestales según estrategia adaptativa y conservativa en bosques de colina baja y alta de Tingo María – Huánuco”, en el Bosque de colinas bajas:

Familias	Nombre del taxón
Annonaceae	<i>Diclinanona tessmannii</i> Diels
	<i>Guatteria guentheri</i> Diels
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don
Burseraceae	<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec.) Daly. <i>vel sp. aff.</i>
Calophyllaceae	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pay.)
Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.
	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.
Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.
	<i>Inga venusta</i> Standl. <i>vel sp. aff.</i>
	<i>Ormosia amazonica</i> Ducke
	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins
	<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell. Conc.) S.F. Blake.
	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms
Lauraceae	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. <i>Vel sp. aff.</i>
	<i>Aniba perutilis</i> Helms.
	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez
Malvaceae	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.
Melastomataceae	<i>Miconia longifolia</i> (Aubl.) DC.
	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>Bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.
	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby
	<i>Maquira guianensis</i> Aubl.
Myristicaceae	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.
	<i>Virola decorticans</i> Ducke
	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.
Rubiaceae	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L. Andersson
	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.
Violaceae	<i>Rinorea viridifolia</i> Rusby

En el Bosque de colinas altas:

Familias	Nombre del taxón
Annonaceae	<i>Guatteria guentheri</i> Diels
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyererm. & Frodin
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don
Burseraceae	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly
Calophyllaceae	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.
Caryocaraceae	<i>Anthodiscus peruanus</i> Baill.
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> var. <i>hexandra</i> (Willd. ex Schult.) Prance. vel sp. aff.
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pay.)
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea fragrans</i> Rusby. vel sp. aff.
Euphorbiaceae	<i>Caryodendron orinocense</i> Karst.
	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.
	<i>Sapium laurifolium</i> (A. Rich.) Griseb.
	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.
Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.
	<i>Inga venusta</i> Standl. vel sp. aff.
	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake
<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	
Hypericaceae	<i>Vismia amazonica</i> Ewan vesp. aff.
Lauraceae	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.
	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez
	<i>Nectandra hihua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer
Malvaceae	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.
Melastomataceae	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.
Moraceae	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.
	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>Bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.
	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby
	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	
Myristicaceae	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.
	<i>Virola decorticans</i> Ducke
	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.
	<i>Virola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.

	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson
	<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.
	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.
Sapotaceae	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.) Baehni
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.
	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.
	<i>Pourouma minor</i> Benoist
Vochysiaceae	<i>Qualea amoena</i> Ducke