

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



RELACIÓN DEL DIÁMETRO DE COPA Y EL DIÁMETRO DE FUSTE DE LOS
ÁRBOLES EN BOSQUE DE COLINAS ALTAS Y BAJAS DE TINGO MARÍA

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

PRESENTADO POR:

SONIA GLADYS MANAYAY LUCERO

Tingo María – Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



RELACIÓN DEL DIÁMETRO DE COPA Y EL DIÁMETRO DE FUSTE DE LOS
ÁRBOLES EN BOSQUE DE COLINAS ALTAS Y BAJAS DE TINGO MARÍA

Autor	: MANAYAY LUCERO, Sonia Gladys
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	: 04 meses
Financiamiento	: S/. 4 300,00

Tingo María – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María- Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°012-2024-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 17 de noviembre de 2023, a horas 6:00 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

**“RELACIÓN DEL DIÁMETRO DE COPA Y EL DIÁMETRO DE FUSTE DE
LOS ÁRBOLES EN BOSQUE DE COLINAS ALTAS Y BAJAS DE TINGO
MARÍA”**

Presentado por la Bachiller: **MANAYAY LUCERO, SONIA GLADYS**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de “**MUY BUENA**”.

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

Tingo María, 31 de enero de 2024

Dra. YANE LEVI RUIZ
PRESIDENTE

Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
MIEMBRO



Ing. M. Sc. WARREN RÍOS GARCÍA
MIEMBRO

Ing. M. Sc. EDILBERTO DÍAZ QUINTANA
ASESOR

Ing. M. Sc. JENRI RUIZ GONZALES
ASESOR



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 044 - 2024 - 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:

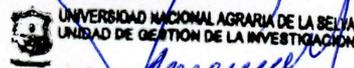
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

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

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
RELACIÓN DEL DIÁMETRO DE COPA Y EL DIÁMETRO DE FUSTE DE LOS ÁRBOLES EN BOSQUE DE COLINAS ALTAS Y BAJAS DE TINGO MARÍA	SONIA GLADYS MANAYAY LUCERO	20 % Veinte

Tingo María, 05 de febrero de 2024



Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



RELACIÓN DEL DIÁMETRO DE COPA Y EL DIÁMETRO DE FUSTE DE LOS
ÁRBOLES EN BOSQUE DE COLINAS ALTAS Y BAJAS DE TINGO MARÍA

Autor	: MANAYAY LUCERO, Sonia Gladys
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	: 04 meses
Financiamiento	: S/ 4 300,00

Tingo María – Perú



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

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

I. Datos Generales

Universidad	:	Universidad Nacional Agraria de la Selva
Título de la Tesis	:	Relación del diámetro de copa y el diámetro de fuste de los árboles en Bosque de colinas altas y bajas de Tingo María.
Autor de la tesis	:	Sonia Gladys Manayay Lucero
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 : 09 de noviembre del 2021 Término : 09 de marzo del 2022
Financiamiento	:	FEDU : S/ 0,00 Propio : S/ 4 300,00 Otros : S/ 0,00

Tingo María, Perú, enero 2024

Sonia Gladys Manayay Lucero
Tesisista

Ing. MSc Edilberto Díaz Quintana
Asesor

Ing. Mg. Jenri Ruiz Gonzales
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres quiénes me han demostrado amor, apoyo incondicional y sacrificio durante todos estos años; los cuales me permitieron llegar hasta estas instancias, gracias a su apoyo moral, económico y por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, los que permitieron cumplir la primera meta en mi vida profesional

A mi familia por siempre estar presentes, apoyándome de una u otra manera a lo largo de esta etapa de mi vida, los cuales me permitieron lograr esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por compartir sus conocimientos a lo largo de mi vida profesional.

A mis asesores, el Ing. M.Sc. Edilberto Díaz Quintana, y al Ing. Mg. Jenri Ruiz Gonzales, por su apoyo en la ejecución del presente trabajo de investigación, por su orientación profesional, durante el trabajo de campo y la redacción del presente trabajo.

A los miembros de jurados de la presente investigación, Dra. Yane Levi Ruiz presidente, Dr. Casiano Aguirre Escalante, Ing. M. Sc. Warren Ríos García, que con su paciencia y tiempo permitieron la sustentación de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.1.1. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Marco teórico.....	4
2.1.1. Características dendrométricas del árbol	4
2.1.2. Diámetro de fuste.....	5
2.1.3. Área de la superficie de copa.....	5
2.1.4. La razón k/d	5
2.1.5. Bosque de colinas bajas	6
2.2. Estado del arte.....	6
2.2.1. A nivel internacional.....	6
2.2.2. A nivel nacional	8
2.2.3. A nivel local.....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1. Lugar de ejecución.....	11
3.1.1. Ubicación política y geográfica	11
3.1.2. Zona de vida.....	11
3.1.3. Condiciones de clima.....	12
3.1.4. Unidades fisiográficas.....	12
3.1.5. Fuentes de agua.....	12
3.2. Material y métodos	12
3.2.1. Materiales.....	12
3.2.2. Metodología.....	12
3.2.3. Desarrollo de la investigación.....	18
3.2.4. Evaluación de los árboles	19
3.2.5. Método de análisis de datos	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
4.1. Determinación del número de familias, género y especies de un inventario de los árboles en colinas bajas y altas de Tingo María.....	23

4.2.	Determinación del índice de espacio vital de los árboles en bosques de colinas altas y bajas de Tingo María	27
4.3.	Relación del diámetro de copa y el diámetro de fuste por especies en bosque de colinas altas y bajas de Tingo María	28
4.4.	Correlación del diámetro de copa y el diámetro de fuste por familias en bosque de colinas altas y bajas de Tingo María	30
V.	CONCLUSIONES	34
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	35
VII.	REFERENCIAS.....	36
	ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Coordenadas UTM de los bloques.	13
2. Cálculo del número de unidades de muestreo (UM).	15
3. Variables con sus respectivos indicadores consideradas en el estudio.	20
4. Composición florística de colina baja.	23
5. Composición florística de colina alta.	24
6. Correlaciones de la relación diámetro de copa y el diámetro de fuste a nivel de familias.	30
7. Relación del Dc/DAP en colina baja (modelo Malleux, 1970).	31
8. Relación del Dc/DAP en colina alta (modelo Malleux, 1970).	31
9. Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson.	43
10. Composición florística de colinas bajas.	43
11. Composición florística de colinas altas.	44
12. Distribución diamétrica por colina baja y alta.	45
13. Índice de espacio vital por especies en colinas bajas.	46
14. Índice de espacio vital por especies en colinas altas.	47
15. Correlación Dc/ DAP, modelo $y= 3,45+0,1314x+0,001169x^2$ en colina baja.	48
16. Correlación Dc/ DAP, modelo $y= 3,45+0,1314x+0,001169x^2$ en colina alta.	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Ubicación de los bloques de la zona de estudio.	11
2.	Mapa del área de investigación.	14
3.	Diseño de muestreo de la investigación.	16
4.	Forma de la unidad de muestreo.....	17
5.	Ejecución de la forma de UM.....	17
6.	Medición del diámetro de fuste.	19
7.	Medición del diámetro de copa.	20
8.	Número de familias, género y especies en colinas bajas y altas.	26
9.	Media del índice de espacio vital en colinas bajas.....	27
10.	Media del índice de espacio vital en colinas altas.....	28
11.	Relación del diámetro de copa con el DAP en colinas bajas.	29
12.	Relación del diámetro de copa con el DAP en colinas altas.	29
13.	Correlación de Pearson del diámetro de copa y el DAP en colinas bajas.	32
14.	Correlación de Pearson del diámetro de copa y el DAP en colinas alta.	32
15.	Índice de espacio vital en colinas bajas.....	41
16.	Índice de espacio vital en colinas altas.....	42
17.	Ubicación del área de investigación.....	51
18.	Toma de las coordenadas geográficas de los bloques.	51
19.	Ubicación de las unidades de muestreo.....	52
20.	Ejecución de la forma de UM.....	52
21.	Toma de azimut y distancia de los árboles dentro de la UM.	53
22.	Toma de datos en campo.	53
23.	Medición del diámetro de fuste de los árboles evaluados.	54
24.	Medición del diámetro de copa de los árboles evaluados.	54
25.	Colecta botánica para la identificación de especies.	55
26.	Formato con las evaluaciones en campo del DAP en el bloque 01-UM 03.....	56
27.	Formato con las evaluaciones en campo del DAP en el bloque 02-UM 11.....	57
28.	Formato con las evaluaciones en campo del diámetro de copa en el bloque 01-UM.	58

29.	Formato con las evaluaciones en campo del diámetro de copa en el bloque 02-UM 04.	59
30.	Constancia de identificación de especies forestales (1).	60
31.	Constancia de identificación de especies forestales (2).	61

RESUMEN

La investigación ha tenido como propósito de analizar la relación del diámetro de copa y el diámetro de fuste de los árboles en bosque de colinas altas y bajas de Tingo María. La población 23,02 ha bosque en el BRUNAS, evaluándose 28 unidades muestrales de 0,7 ha cada una. La metodología fue el hipotético-deductivo, no experimental, transversal y correlacional, la investigación inició ubicando y ejecutando un inventario forestal en cada una de las unidades de muestreo, posteriormente se realizó la distribución en arcGIS, después se midió el diámetro de copa, mediante proyecciones con un ángulo de 45° de separación y el DAP de todos los árboles \geq a 10 cm. Se logró encontrar en colina baja $414,26 \pm 91,69$ árboles/ha distribuidos en 18 familias, 30 géneros y 39 especies. Y en colina alta $491,43 \pm 176,11$ árboles/ha contenidos en 23 familias, 42 géneros y 49 especies. También, el índice de espacio vital en colinas bajas fue de 33,20 en *Symphonia globulifera* y 41,45 en *Poulsenia armata* presente en colinas altas; Siendo, ambas las medias más altas. Finalmente, el estadístico “r” Pearson se obtuvo una correlación de 0,61 para colinas bajas encontrándose dentro del rango $0,50 \leq |r_{xy}| < 1,00$, mientras para colinas altas se encontró una correlación de 0,45 que se ubica dentro del rango $0,30 \leq |r_{xy}| < 0,50$, interpretándose como una correlación directa positiva fuerte a moderada, indicando que existe una correlación entre el diámetro de copa y el DAP.

Palabras claves: diámetro de copa, diámetro a la altura del pecho, composición florística e índice de espacio vital.

ABSTRACT

The purpose of the research was to analyze the relationship between the diameter of the canopy and the trunk diameter of the trees in forests on the high and low hills of Tingo Maria. The population of the forests in the BRUNAS (acronym in Spanish) was 23.02 acres, where twenty eight sample units were evaluated from an [area] of 0.7 acres each. The methodology was hypothetical-inductive, non-experimental, cross-sectional, and correlational. The research began with the location of and execution of a forest inventory for each of the sample units. Later, the distribution was done with ArcGIS, then, the diameters of the canopies were measured using projections, with an angle of 45° of separation, and all the trees with a DBH (DAP in Spanish) ≥ 10 cm. It was found that the low hill had 414.26 ± 91.69 trees/ac, distributed into eighteen families, thirty genres, and thirty nine species. The high hill [had] 491.43 ± 176.11 trees/ac, contained twenty three families, forty two genres, and forty nine species. Also, the vital space index for the low hills was 33.20 for *Symphonia globulifera*, and 41.45 for *Poulsenia armata*, present on the high hills; both being the highest averages. Finally, [for] Pearson's "r" statistic, a correlation of 0.61 was obtained for the low hills, which was found to be within the range of $0.50 \leq |r_{xy}| < 1.00$; while for the high hills, a correlation of 0.45 was found, which was within the range of $0.30 \leq |r_{xy}| < 0.50$. This was interpreted to be a strong to moderate, direct, positive correlation, indicating that a correlation did exist between the diameter of the canopy and the DBH.

Keywords: diameter of the canopy, diameter at breast height, floral composition, vital space index

I. INTRODUCCIÓN

La constante degradación y pérdida de varios ecosistemas forestales a nivel mundial y, por efecto de la agricultura, ganadería de subsistencia y la extracción no sostenible, legal e ilegal de árboles de algunas especies produciendo la disminución de las poblaciones naturales. Demandan denodados esfuerzos por entender el comportamiento de los árboles con el propósito de mitigar los efectos del cambio climático, y adaptarse a los nuevos escenarios ambientales mundiales. El Perú es el noveno país con mayor cobertura forestal en el mundo y el segundo en Latinoamérica después de Brasil, por lo que sus bosques son el hábitat de diversas especies de flora y fauna, importantes para mantener un ecosistema sano y equilibrado. La importancia de los bosques se observa en su relación directa con aspectos tan importantes como la seguridad alimentaria de la población rural que habita en su entorno, con la provisión de agua, la conservación de los suelos, la conservación de las distintas especies de flora y fauna y en general, con la mitigación de los efectos del cambio climático, ya que los árboles retienen el dióxido de carbono y garantizan aire de calidad.

Sin embargo, en la actualidad la deforestación y degradación de bosques crecen a ritmos alarmantes. Así, durante el periodo comprendido entre los años 2001 a 2019 se registró una pérdida de bosques húmedos amazónicos de 2,4 millones ha, según datos del Ministerio de Ambiente (Geobosques, 2020), por lo que la pérdida anual es de aproximadamente 140 000 ha, las razones principales vienen a ser la agricultura migratoria (25 % en promedio de deforestación por año), tala ilegal (60 % procedencia ilegal de madera), minería, ilegal, narcotráfico, (ambos representan un 25% de delitos ambientales) estas actividades, supone la extinción de especies vegetales, animales y los servicios ecosistémicos que brindan los bosques a las comunidades y población asentada en las ciudades.

El manejo forestal sostenible; es una estrategia para conservar parte de la biodiversidad de los bosques húmedos tropicales, inclusive en los bosques de producción de madera, pero, dado que estos bosques tienen una baja productividad se requiere la aplicación de tratamientos silviculturales para aumentar la productividad para lo cual es necesario contar con ciertas relaciones dendrométricas, una de las cuales, quizás la más importante sea la relación entre el diámetro de copa y el diámetro de fuste (Galván, 2003).

Ante ello nos hace falta mucha investigación sobre todo la relación que guardan el diámetro de la copa de los árboles respecto al diámetro registrado en el fuste, y esta información pueda ser de utilidad para proyectos futuros. Se sabe además por múltiples

referencias que una especie arbórea que contenga alta densidad básica de su madera poseen mayor resistencia a las sequías y riesgos asociados a incendios forestales, así como también acumulando mayor cantidad de carbono en su estructura, por lo que es de vital importancia estudiar el comportamiento de estas especies a diferentes gradientes altitudinales, por tipo de bosque.

Siendo muy pocos los estudios sobre la relación del diámetro de copa con el diámetro del fuste de los árboles, conocer esta relación ayudaría también a entender la importancia sociológica y el estrato que ocupan cada una de las especies forestales en los bosques de colinas bajas y altas, con cuyo análisis se podría entender la relación que tienen con la capacidad de crecimiento de las especies, así como también entender cuál es la cantidad máxima de individuos que ocuparían una superficie determinada, como por ejemplo una hectárea. Asimismo, el tiempo en que debe ser incorporado, debido a que muchas especies no responden igual a las condiciones ambientales, sino más bien que requieren que tengan cierta cantidad de sombra o horas luz del día para tener éxito en su crecimiento y desarrollo. En ese sentido, es indispensable conocer el valor de los índices de espacios vitales para las especies forestales, para tener éxito en un programa de restauración de ecosistemas forestales y así poder restablecer oportunamente los servicios ecosistémicos de esas áreas perturbadas.

La información del presente estudio busca constituirse en una herramienta de gestión para programas de reforestación o 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. Por ende, se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuál es la relación del diámetro de copa y el diámetro de fuste de los árboles en bosque de colinas altas y bajas de Tingo María?

Bajo las consideraciones expuestas, se quiere saber si existe diferencia en la relación del diámetro de copa y el diámetro de fuste de los árboles en bosque de colinas altas y bajas de Tingo María.

1.1. Objetivo general

Analizar la relación del diámetro de copa y el diámetro de fuste de los árboles en bosque de colinas altas y bajas de Tingo María.

1.1.1. Objetivos específicos

- Determinar el número de especies, género y familias a través de un inventario de los árboles en colinas bajas y altas de Tingo María.

- Determinar el índice de espacio vital de los árboles en bosques de colinas altas y bajas de Tingo María.
- Determinar la relación del diámetro de copa y el diámetro de fuste por especies en bosque de colinas altas y bajas de Tingo María.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Características dendrométricas del árbol

2.1.1.1. El diámetro de copa

Viene a constituir un atributo dendrométrico de suma importancia, con fines de cuantificar el efecto de los tratamientos silvícolas relacionadas a la manera de desarrollar la copa de las plantas, en cuanto más espacio dispone; y en las fotografías aéreas para labores de inventarios, de cubicar o analizar las especies vegetales, que muchas veces se mide teniendo en consideración la copa del árbol proyectado (Rondeux, 2010). Asimismo, este atributo tiende a reflejar la extensión del aparato fotosintético de los árboles relacionado de manera directa con la capacidad que presenta para crecer (Durlo, 2001).

2.1.1.2. Importancia de la copa

Las copas de los árboles vienen ser los órganos que se encuentran sosteniendo el tejido fotosintético, absorben y utilizan la energía solar durante el proceso diario de vida. La copa del árbol posee influencia en la producción primaria, debido a que su magnitud viene a reflejar lo vigoroso que se encuentra el individuo, razón por la cual cuando un árbol posee copa densa y alta se determina que posee un crecimiento vigoroso; mientras que, un individuo que presenta copa poco desarrollado y poco densa indican que hubo crecimiento desfavorable a consecuencia de factores como la competencia, ataque de insectos, presencia de enfermedad, estrés por humedad, etc. (Schomaker *et al.*, 1999).

2.1.1.3. Medición de copa

Al determinar las particularidades de la copa de los árboles se pudieran realizar predicciones con respecto a las respuestas del crecimiento de las plantas (Doruska y Burkhart, 1994 y Brunner, 1998); siendo una de las afirmaciones que la cantidad de luz interceptada por las copas de los vegetales facilitan a determinar valores del crecimiento de estos (Aiba y Kohyama, 1997; Sterk, 1999 y Tang *et al.*, 1999). Efectivamente, la razón de crecimiento posee una alta correlación con muchas variables de los árboles como es el caso de la longitud, diámetro y volumen del fuste, además de la dimensión de la copa, entre otros aspectos (Corvalán y Hernández, 2006). Además, el tamaño de copa depende de la edad del árbol, densidad del rodal y labores de manejo, como la poda y el raleo (Arias, 2005).

2.1.2. Diámetro de fuste

Característica del fuste de los árboles que es medida con toda la corteza en un determinado punto que es a 1,30 m de altura considerando la superficie del terreno. Para conocer la medida se emplean diversos instrumentos de medición como por ejemplo la cinta diamétrica donde se obtendrán valores en centímetros o también emplean a la forcípula. Con la finalidad de que se evite sobreestimar el volumen maderable la unidad de medida a considerar al medir el diámetro será el centímetro (Cailliez, 1980).

2.1.3. Área de la superficie de copa

Por lo general, la copa fue modelada bajo la forma de cono, siendo su área de la superficie expresada mediante el modelo siguiente (Corvalán y Hernández 2006):

$$A_c = \frac{\pi * d_b * L}{2} \quad (1)$$

Siendo:

- A_c : Área de la superficie de la copa (m^2)
- D_b : Longitud del diámetro de copa (m)
- L : Longitud del margen de la copa (m)

2.1.4. La razón k/d

Referida a la relación morfométrica del árbol que es obtenida de dividir el valor del diámetro de copa (K) con el valor del diámetro del fuste (d). Existe alta correlación de ambas variables de manera diferente para cada especie forestal, con la cual, en base a una variable se puede predecir el valor de la otra variable con alta precisión (Daniel *et al.*, 1982); por su parte, en Nigeria, autores como Kemp y Lowe (1973) y Lowe (1966) determinaron dichas correlaciones para ambas variables en especies arbóreas de un ecosistema boscoso húmedo tropical. Respecto a su uso, Corvalán y Hernández (2006) indican que la razón k/d obtenida por especies, sitios o edades, posee importancia debido a que va a reflejar varias características de las especies como lo reporta Stampfer (1995) en donde esta razón se utilizó en la deducción la máxima cantidad de árboles que ocuparían 10 000 m^2 . En Trinidad, se utilizó la razón k/d en especies arbóreas con la finalidad de que se determinen los distanciamientos y el área basimétrica máxima de acuerdo con lo que están expuestos sus copas (Bell, 1971).

Para que se eleve la productividad de los árboles, el valor de la razón k/d tiene que ser baja (Wadsworth, 1997), siendo hasta el momento la razón k/d incluida en pocos estudios (Hemery *et al.*, 2005). Wadsworth (2000) recomienda que para los bosques neotropicales urge realizar estudios de la razón k/d con fines de crear índices predictivos.

2.1.5. Bosque de colinas bajas

El Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva conocido por lo general como el BRUNAS, es un ecosistema de bosque que se ubica en Selva Alta, siendo una zona de bosque poco intervenida que se encuentra dentro del ámbito de la provincia de Leoncio Prado. Su creación se dio el 31-12-1971 mediante Resolución N° 1502-UNASTM, en dicha época se la consideró como una zona intangible cuya finalidad fue la conservación de los recursos naturales: suelo, agua, fauna flora y la biodiversidad que se encontraban en dicho ecosistema boscoso. Además, en una parte del BRUNAS se tiene establecida desde el año 1950 a la especie forestal *Cedrelinga cateniformis* (tornillo), siendo la de mayor antigüedad registrado para Sudamérica (Burgos, 1955). En la actualidad lo administra la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva constituyendo un laboratorio vivo con fines académicos que se benefician los alumnos y docentes de la UNAS (Puerta y Cárdenas, 2012).

2.2. Estado del arte

2.2.1. A nivel internacional

Benítez *et al.* (2003) estimó el diámetro de copa utilizando el diámetro a la altura del pecho de árboles de *Casuarina equisetifolia* de la empresa Empresa Forestal Integral Camagüey. Se utilizó datos de 301 individuos de *C. equisetifolia* considerado como tamaño de muestra, el modelo fue generado mediante regresión con los datos de 215 individuos y la validación de la ecuación escogida se realizó con los 86 individuos restantes. Se realizó la comparación de tres modelos matemáticos, siendo elegido un modelo de forma lineal que posee una facilidad en su aplicación práctica.

Arias (2005) estudió las características morfométricas de los árboles en las plantaciones forestales del trópico. La morfometría de las especies forestales favorece describir la arquitectura de dichas plantas, siendo empelados en describir cuantitativamente las plantaciones forestales. En los resultados se describió a seis especies forestales sus parámetros referidos a la copa pudiéndose obtener por medio de mediciones básicas. Añade una comparación de las especies, además de un análisis del efecto ocasionado por un sitio específico. En el artículo se remarca el uso de ciertos parámetros en las evaluaciones silviculturales en las parcelas con árboles. Se añaden las correlaciones de la altura del árbol respecto al diámetro del fuste, de la altura del fuste hasta el inicio de la copa respecto a la altura total del árbol y también del diámetro de copa respecto al valor del diámetro de fuste.

Coombes *et al.* (2019) definieron los aspectos alométricos correspondientes al diámetro del fuste con la copa de los árboles que se encuentran en zonas

urbanas. Las mediciones consistieron en realizar registros métricos y las circunstancias donde crecieron un total de 400 árboles urbanos distribuidos en las ciudades de Peterborough y Norwich (Reino Unido). Se seleccionaron a las especies *Quercus robur* (roble común), *Acer pseudoplatanus* (sicómoro), *Betula pendula* (abedul plateado) y *Acer platanoides* (arce real). La relación del diámetro del fuste con el valor del diámetro de copa presentó un rango restringido (una relación de 24 a 27). En el caso de las especies no registró variaciones de la relación alométrica para las especies estudiadas, razón por la cual hubo la posibilidad de que se produzcan acertadas predicciones del diámetro de copa para las cuatro especies analizadas. Lo importante es que se encontró que los factores como podar los árboles, el sitio, área dura donde enraízan las plantas y la calidad del suelo, no afectan la relación encontrada del DAP con el diámetro de copa.

Pérez *et al.* (2019) determinaron la existencia de diferencias morfométricas de las plantas jóvenes de *Acacia magium* en dos plantaciones enmarcadas en la provincia de Villa Clara, el sitio uno fue en Salaminas y el sitio dos en el Bosque Modelo Sabanas de Manacas. Se instalaron parcelas de muestreo y se calcularon seis relaciones morfométricas de las variables medidas a los individuos encontrados en ambas parcelas, siendo procesados los datos en el software Statgraphics Centurion. Hubo indicios de que la morfometría y el crecimiento de los individuos fue afectado por los lugares, siendo de mayor valor la robustez, el índice y porcentaje de copa en el sitio dos; en el caso del sitio uno se obtuvo mayor valor del manto de copa, área de proyección de la copa y forma de copa. Las características morfométricas evaluadas son de utilidad para describir plantaciones jóvenes de *A. magium*, tomar decisiones en el manejo y también se interpreta las condiciones de cómo está creciendo.

Hernández *et al.* (2022) estudiaron las características morfométricas de la copa en plantaciones de *Pinus montezumae* y *Pinus pseudostrobus* en Michoacán. Se plantearon describir y correlacionar ciertos índices morfométricos (IM), modelando la relación de la proporción de copa en base al diámetro a la altura del pecho (Dap) mediante modelos de efectos mixtos (MEM) en las plantaciones señaladas. Lograron estimar 11 índices y características morfométricas con valores del Dap, diámetro proyectado de la copa, altura total (A) y longitud del fuste limpio. La robustez (A/Dap) con el área de proporción de copa fueron de 0,65 m/cm y 31,19 m² en *P. pseudostrobus*, y de 0,55 m/cm y 21,85 m² en *P. montezumae*, los diámetros de copa fueron de 25 y 31 veces el Dap para las especies indicadas. *P. pseudostrobus* registra mayor desarrollo en el nivel altitudinal de 2 750 a 2 950 msnm y *P. montezumae* se comporta mejor al exponerse en las orientaciones oeste y suroeste.

2.2.2. A nivel nacional

El diámetro de fuste de un árbol es medido con corteza a 1,30 m desde el suelo, con excepción de casos particulares, la medición puede realizarse con cinta diamétrica o forcípula, siendo la unidad de medida utilizada los centímetros para que no se sobreestime el volumen y se compensen los errores al medir, siendo ajustados los valores de manera decreciente (ejm: 38,4 cm se convierte en 38,0 cm). Por su parte Malleux (1970) estudió la relación de Dap vs el diámetro de copa en árboles de un bosque húmedo subtropical, siendo una primera aproximación de encontrar esta razón con la finalidad de que se use con mayor eficiencia la fotografía aérea al cubicar las masas forestales. Consideró evaluar los parámetros de 82 árboles del tipo de bosque indicado, llegando a determinar que el modelo más adecuado es de la forma de regresión cuadrática en comparación a la regresión lineal simple; concluye que existe una relación directa entre los parámetros señalados.

En Tamshiyacu (Loreto), Vasquez (2013) determinó las relaciones alométricas de la altura, el diámetro y la copa en 18 especies forestales jóvenes que se clasificaron de acuerdo con la tolerancia de la sombra y el estrato vertical, y de acuerdo con esto se evaluó si las especies que pertenecían al mismo grupo ecológico poseen similares comportamientos (patrón interespecífico). Como resultado se indica que, en la mayor parte de las variables analizadas, solo se encontró mínimos patrones alométricos en base a la categoría ecológica; derivando que, en varias ocasiones la relación alométrica no prosiguen las predicciones basadas en teorías de adaptaciones ecológicas, aunque se encontraban de manera independiente fuertes relaciones alométricas en las especies estudiadas. Las especies de árboles jóvenes presentarían arquitecturas aun no definidas por la agrupación ecológica, concluyendo que, las especies forestales del mismo grupo ecológico no siempre poseen sus comportamientos y arquitecturas similares.

En Atalaya (Ucayali), Ángulo (2015) determinó la existencia de un modelo matemático respecto al diámetro de copa a través del diámetro de fuste en *Cedrelinga cateniformis* (tornillo). Realizó las mediciones del Dap y la copa se proyectó hacia la superficie del suelo, siendo solamente considerados individuos con Dap igual y/o superiores a los 10 cm. Distribuyó los datos por categorías diamétricas sin encontrar diferencias estadísticas para las dos variables por categoría diamétrica. Se encontró alta correlación positiva entre ambas variables y a través de la regresión lineal simple se elaboró el modelo matemático fue de la forma Diámetro de copa = $0,376 + 0,152 * \text{Dap}$.

En el departamento Madre de Dios, Díaz (2018) estimó la correlación de las ciertas características dasométricas con la cantidad de nueces producidas de *Bertholletia*

excelsa (castaño) en una concesión forestal. Escogió una muestra de 80 individuos que estaban en producción y realizó las mediciones del diámetro de fuste, altura total, volumen de copa y su producción de nueces. En los resultados, muestra la presencia de una moderada correlación positiva entre las características dasométricas con la producción de nueces en la especie en estudio. Las correlaciones no paramétricas significativas fueron concordantes a los reportes publicados de países como Bolivia y Brasil.

2.2.3. A nivel local

En el distrito de Pueblo Nuevo, Vásquez (2016) determinó las características morfométricas, la distribución de individuos mediante categorías diamétricas y un coeficiente mórfo del perfil de fuste en plantaciones puras de *Schizolobium parahyba* (pino chuncho). Fue talado 16 árboles con siete años de edad y se tuvo que medir el diámetro del fuste cada 1 m de longitud para elaborar el modelo del fuste. La especie registró medias de 0,35 del manto de copa, 0,41 para el grado de cobertura de copa, 0,93 para la forma de copa, 1,21 respecto al índice de copa, 11,43 m para la altura comercial, 19,47 m para la altura total, 25,39 cm para el Dap, 27,61 correspondiente al índice de espacio vital, 41,12% del porcentaje de copa, 7,04 m para el ancho de copa, 78,43 para la esbeltez y 8,04 m para la longitud de copa; el Dap registró variaciones de 15,28 a 33,93 cm con la cual se distribuyó en 6 clases donde el intervalo de clase fue 3,11 cm, encontrándose más individuos concentrados en la categoría diamétrica 24,61 a 27,71 cm. El coeficiente de forma para la especie fue 0,69 donde el volumen total fue 6,345 m³, volumen obtenido con la fórmula del cilindro fue 9,195 m³ y el total del volumen estimado fue 6,424 m³.

En Tingo María, Vela (2019) describió los rasgos funcionales que se asocian a los servicios ecosistémicos de mitigar el cambio climático de las especies forestales distribuidas en colinas altas del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS). Realizó el redimensionamiento de una parcela cuadrada con lado igual a 100 m donde realizó las mediciones a los árboles con dap ≥ 10 cm siendo las características consideradas el Dap, la altura total, la altura comercial, el diámetro de copa, la densidad básica de la madera y la biomasa aérea. Reportó 544 árboles que enmarcan a 117 especies y 38 familias, donde el más alto fue *Parkia panurensis* y el de menor longitud es *Eugenia egensis*; hubo más árboles, especies y familias con densidades básicas categorizadas como alta y media; la familia Euphorbiaceae obtuvo más biomasa; el porcentaje y el fueron superiores en *Apeiba aspera*, *Ficus casapiensis*, *Micropholis guyanensis*, *Nectandra pulverulenta* y *Pseudopiptadenia suaveolens*, sobresalieron en grado de cobertura de copa y porcentaje de copa, *P. suaveolens* registró mejor índice de copa, *E. egensis* sobresalió en

manto y forma de copa, *Hirtella racemosa* obtuvo mejor índice de espacio vital y *F. casapiensis* fue el más esbelto; con el valor de importancia el bosque lo conforman *Cecropia sciadophylla*, *Cedrelinga cateniformis*, *Dacryodes nitens*, *Guatteria guentheri*, *Hevea guianensis*, *Marila tomentosa*, *Osteophloeum platyspermum*, *Otoba parvifolia*, *Pourouma minor*, *Pseudolmedia laevis*, *Schizocalyx peruvianus*, *Senefeldera inclinata*, *Theobroma subincanum* y *Virola pavonis*.

En Tingo María, Aguirre *et al.* (2019) estudiaron los rasgos funcionales de las especies arbóreas que se encuentran en un bosque de montaña favoreciendo las estrategias conservacionistas ante los riesgos ambientales. Concluyen que la estrategia de conservación conservativa lo representan el 66,6% de las especies, mientras que la estrategia adaptativa lo conforma el 33,4 % de las especies. Estadísticamente, la DM influye en la estrategia conservativa, Hmax favorece a la estrategia adaptativa y cuando aumentan sus edades sucesionales se reemplaza por la especie conservativa, el Dap favorece a la estrategia adaptativa, y luego de que madure la sucesión es reemplazada por la especie conservativa.

Salazar (2022) determinó los rasgos funcionales de los árboles de un ecosistema boscoso ubicado en colina y relacionándolo a los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento; concluyó que altura total se relaciona con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento donde lo representan sus indicadores de retención, almacenamiento y cobertura de los árboles, siendo esta relación positiva de grado moderada y fuerte. Es decir, se relacionan positivamente, mostrando significación entre las variables.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación política y geográfica

El estudio se llevó a cabo en el BRUNAS, se escogió una superficie de 23,02 ha, dividido en dos bloques, teniendo como bloque 1 con un área de 11,34 ha y bloque 2 con un área de 11,68 ha (**Figura 1**). Dicho ecosistema boscoso se ubica a una distancia de 1,21 km considerando el punto de origen la ciudad de Tingo María, a la margen izquierda basada en la carretera Tingo María - Huánuco. Dicho bosque se localiza políticamente en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, de la región de Huánuco y está asentada a los 657 msnm.

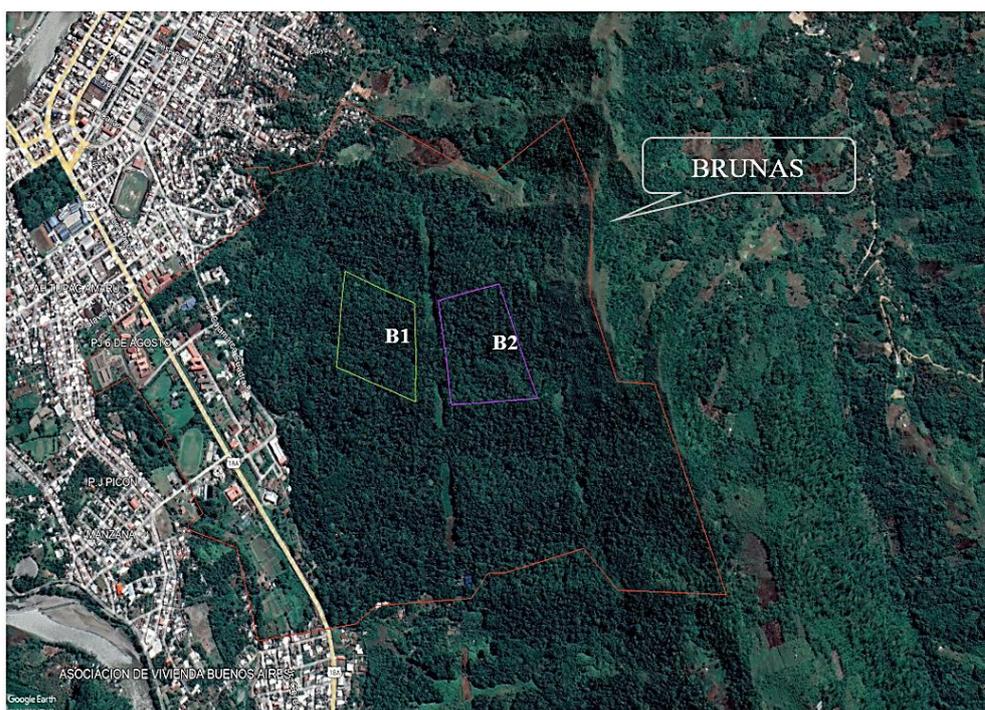


Figura 1. Ubicación de los bloques de la zona de estudio.

3.1.2. Zona de vida

Basada en la clasificación bioclimática propuesta por Holdridge (1971), tanto la ciudad como los márgenes de Tingo María están situados en el bosque muy húmedo premontano Tropical (bmh - PT) y en caso de Tovar *et al.* (2010) lo consideran en la

ecorregión Nor Huánuco Yungas Peruanas, con coordenadas geográficas de: 09° 08' 00" sur y 75° 57' 00" longitud oeste.

3.1.3. Condiciones de clima

La cantidad de lluvias que ocurren durante todo un año son 3 428,8 mm de agua, siendo el mes de enero donde se observa mayor precipitación con un valor acumulado de 483,6 mm (Puerta, 2012). Según el gabinete de meteorología y climatología José Abelardo Quiñones de la UNAS, la humedad relativa anual es 87,0%, con temperatura mínima es 25,05°C, la máxima temperatura es 27,0 °C y el promedio es 26,05 °C.

3.1.4. Unidades fisiográficas

El BRUNAS abarca un gradiente altitudinal desde 657 msnm hasta 1 092 msnm, donde se encuentran unidades fisiográficas como: 22,91 ha de superficie con Colina baja, 150,74 ha de superficie con colina alta y 43,57 ha de superficie que abarca la zona montañosa conocida comúnmente bajo la nominación del Cerro Cachimbo cuya característica es que por lo general sus áreas carecen de árboles. El 70,74 % de la superficie del BRUNAS presentan pendientes superiores al 25,0% con la cual se ratifica que dicho medio boscoso se caracteriza de cumplir funciones de protección o conservación (Puerta, 2007).

3.1.5. Fuentes de agua

Dentro del área que abarca el BRUNAS, se encuentran seis quebradas conocidas como: Asunción Saldaña, Cocheros, Córdova, Del Águila, Naranjal y Zoocriadero, cuyas nacientes son el cerro Cachimbo y recorren hasta juntarse al río Huallaga. Uno de los servicios que brindan estas quebradas es que la comunidad estudiantil de la UNAS y la población aledaña de los asentamientos humanos cercanos al BRUNAS como Asunción Saldaña, Buenos Aires, Mercedes Alta, Quebrada del Águila, San Martín y Sven Ericsson vienen utilizando el agua en sus actividades cotidianas, aunque en ocasiones en época de estiaje suele disminuir su caudal siendo aún más un recurso necesario (Dueñas, 2009).

3.2. Material y métodos

3.2.1. Materiales

Se utilizaron wincha de 50 m, cinta diamétrica, rafia, formatos de campo, machete, tijera de podar, bolsas de polietileno, alcohol, spray, papel bond, regla, prensa botánica, papel periódico, libreta de apuntes, lápiz, plumón indeleble, entre otros. Asimismo, fue necesario el uso de equipos como la brújula, Clinómetro Sunnto, secadora para muestra de plantas, cámara digital, distanciómetro laser, receptor (GPS) y computadora portátil.

3.2.2. Metodología

Se basó en una metodología hipotético-deductivo, porque está basado en un ciclo de inducción-deducción-inducción, el método sigue un proceso inductivo (en la observación), deductivo (en el planteamiento de hipótesis y en sus deducciones), y vuelve a la inducción para su verificación. Para establecer hipótesis y refutarlas, que en resumen es observar el fenómeno a estudiar como lo señala Valderrama (2013).

3.2.2.1. Tipo de investigación

Corresponde al tipo aplicada (Carrasco, 2009; Murillo, 2010 y Valderrama, 2013), debido a que se determinó la relación del diámetro de fuste y el diámetro de copa de la vegetación arbórea en bosque de colina baja y alta de Tingo María (BRUNAS).

3.2.2.2. Nivel de investigación

Según Hernández *et al.* (2010) fue el descriptivo-correlacional porque se buscó describir la relación entre dos variables en un momento determinado, es decir, la relación que existe entre el diámetro de la copa y el diámetro de fuste de los árboles en bosques de colina baja y alta. Asimismo, la investigación fue de naturaleza cuantitativa, dado que se centró principalmente en los aspectos que se observan y sean capaces de ser cuantificadas del diámetro de fuste y diámetro de copa. Y según el alcance, fue temporal, de corte transversal (seccional, sincrónica) sustentado en Hernández *et al.* (2006).

3.2.2.3. Diseño de investigación

El diseño sustentado en Hernández *et al.* (2006) fue no experimental, debido a que no hubo manipulación deliberada de las variables para obtener un resultado esperado (ejemplo: dosificación de abonamiento en plantas forestales).

3.2.2.4. Población

Estuvo constituido por todos los árboles ≥ 10 cm DAP existentes en dos bloques, con un área de 23,02 ha de bosque en colinas bajas y altas en el BRUNAS, los polígonos tienen la siguiente información:

Tabla 1. Coordenadas UTM de los bloques.

Bloque	Puntos	Este	Norte	Categoría altitudinal (msnm)
I	P ₁	391 268	8 970 771	826
	P ₂	391 264	8 970 421	800
	P ₃	390 933	8 970 566	739
	P ₄	390 969	8 970 919	742
II	P ₁	391 367	8 970 772	860

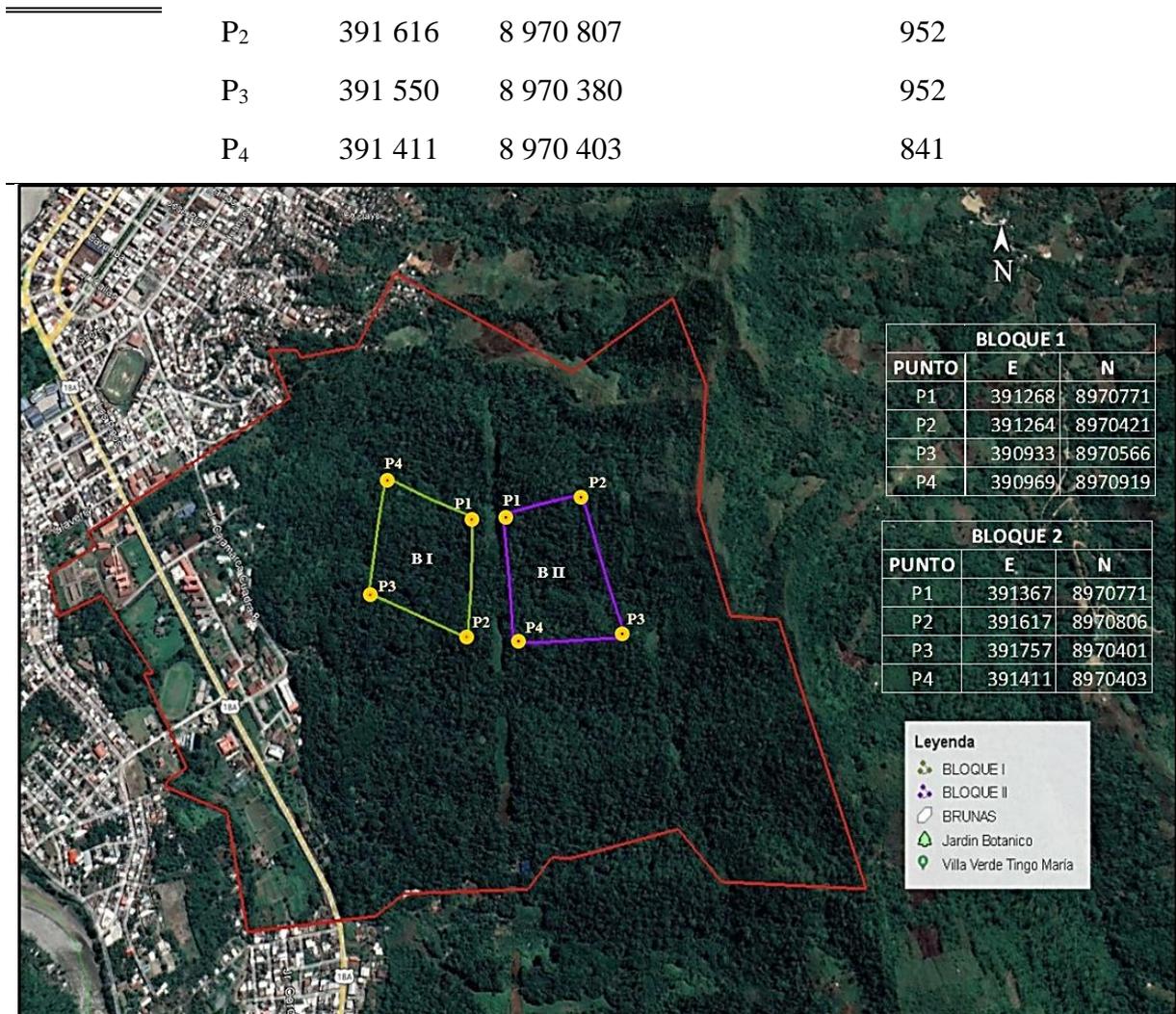


Figura 2. Mapa del área de investigación.

3.2.2.5. Muestra

Para el cálculo de las unidades de muestreo (o parcelas de muestreo) se utilizó la fórmula ya establecida para utilizar en los inventarios cuando hay poblaciones vegetales con característica de infinita:

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

Siendo:

- n = Cantidades de unidades de muestreos que se requieren en el estudio.
- CV = Coeficiente de variabilidad determinada para los árboles de dicho ecosistema.
- t = Valor de la tabla elaborada para la distribución de t de Student; que es 1,964 y se redondeó a 2,00.

E = Error de muestreo admitido

3.2.2.6. Cálculo de la cantidad de unidades de muestreo

Para calcular el número unidades de muestreo se usó la siguiente información:

Tabla 2. Cálculo del número de unidades de muestreo (UM).

Cálculo del tamaño de muestra ($n = CV^2 * t^2 / E^2$)			Información del área		Situación	Distancia de la grilla (m)	$d = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{n}}$
CV%	E%	Interv. Conf.	Tamaño de la muestra	Área (ha)			
41,0%	23,0%	95,0%	14*	B1=11,34	Bosque Reservado de la UNAS	90	
41,0%	23,0%	95,0%	14*	B2=11,68		90	

*El resultado del cálculo es 12.71 unidades muestrales por cada bloque, pero al momento de realizar la distribución de estas unidades en el SIG, dan 14 UM en cada uno de los bloques.

3.2.2.7. Diseño de muestreo

El muestreo fue de tipo sistemático cuyo origen fue un punto seleccionado de manera aleatorio, además se realizó una estratificación en bloques por tipo de colina (baja y alta), siendo el error de muestreo permitido de un 23,0%, donde el nivel de confianza fue de 95,0% de probabilidad. Las unidades de muestreo fueron distribuidas en base a un distanciamiento de grillas igual a 90 m que fue calculada por medio del uso del modelo propuesto por Dauber (1995), y el distanciamiento entre los puntos de 90 m relacionadas al área de la superficie de estudio con la totalidad de unidades de muestreo que se establecieron. Dentro de dicha grilla tuvo que realizar un cálculo matemático con la finalidad de que se distribuyan las unidades de muestreo de manera alineada en el espacio (sistemática).

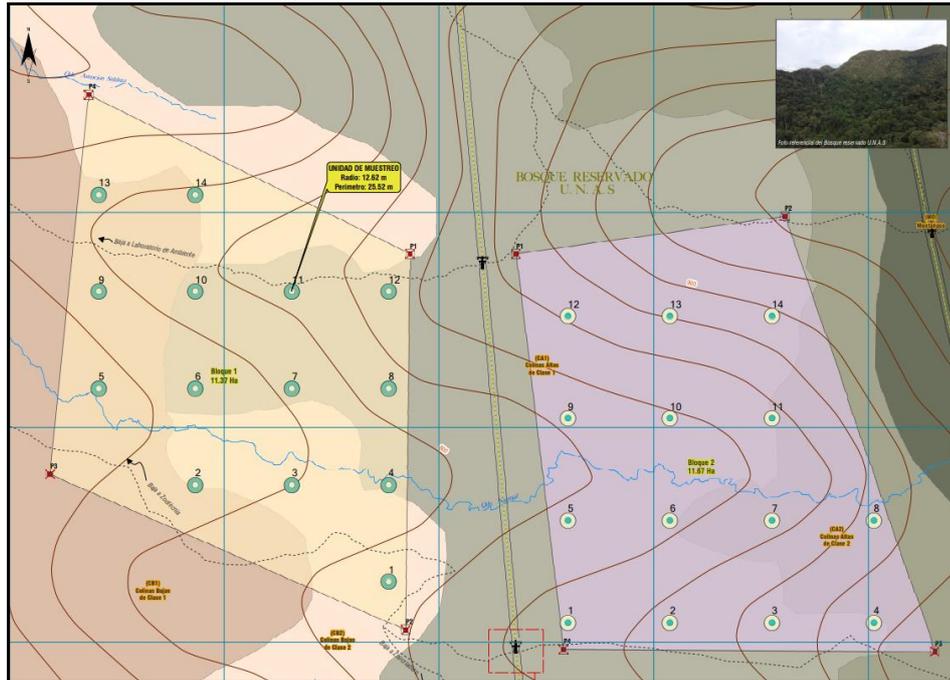


Figura 3. Diseño de muestreo de la investigación.

3.2.2.8. Forma de la unidad de muestreo (parcela de muestreo)

La unidad de muestreo fue circular con un área de 0,05 ha (**Figura 4**), se decidió usar esta forma de UM por su practicidad, bajo costo en instalación y evaluación en campo, debido que requiere de menor número de personas, así como también, el control de la parcela cuenta con un solo punto, desde donde se evaluó a cada uno de los árboles registrando su azimut y distancia (**Figura 5**). Esta forma se sustenta en la guía metodológica de flora y vegetación del MINAM para inventarios forestales, como en las diversas investigaciones que se realizan en bosques tropicales de Latinoamérica y centro américa como Costa Rica, quienes refieren que se logra mejores rendimientos de muestreo a un menor costo.

Ubicada la UM se procedió a marcar el jalón en el punto central del círculo con pintura spray de color rojo para su fácil ubicación en campo, también se colocó una cinta de agua escribiendo sobre ella con un plumón indeleble el numero correspondiente a la UM, seguidamente usando una wincha de 20 m y la brújula se anotaron azimut y distancia de cada uno de los árboles \geq a 10 cm de DAP dentro del área de la UM, tomando la medida a 1,30 m desde el suelo.

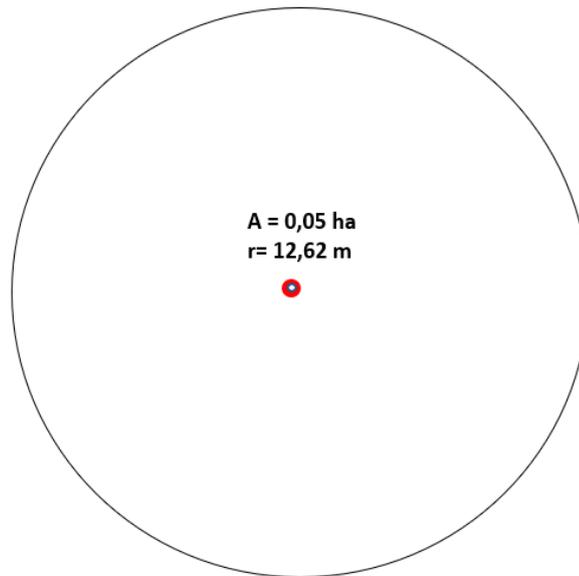


Figura 4. Forma de la unidad de muestreo.

3.2.2.9. Tamaño de muestra

El tamaño de muestra fue representado en 0,7 ha por cada bloque, sumando un total de 1,4 ha muestreadas (28 UM x 0,05 ha), de conformidad con la forma y la cantidad de UM utilizadas.



Figura 5. Ejecución de la forma de UM.

3.2.2.10. Tipo de muestreo

Se utilizó el probabilístico, con un diseño sistémico alineado en cada uno de los bloques, siguiendo la metodología del “Manual base para la planificación y ejecución de inventarios forestales en Bosques de Producción Permanente (BPP)” elaborado el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), mientras que, para el cálculo del tamaño de la muestra y el diseño de muestreo, se utilizó la publicación del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2013).

3.2.3. Desarrollo de la investigación

3.2.3.1. Etapa de planificación

Se buscó y juntó toda la información cartográfica existente del BRUNAS y luego fue elaborado un mapa base donde se había insertado la totalidad de información correspondiente al área de estudio, con ello se planificó la logística para la recopilación de la información de campo.

3.2.3.2. Recopilación de información bibliográfica del área

Se buscó de manera minuciosa trabajos de tesis realizadas en el BRUNAS, con referencias a las variables propuestas en la presente investigación, así como también, artículos científicos publicados cuya información o trabajo se hayan hecho aledañas a la investigación. La información obtenida fue sistematizada para el estado del arte de la tesis.

3.2.3.3. Reconocimiento del área

En la actividad del reconocimiento del área de muestreo, se ubicó los vértices de los bloques en colina baja y alta. Asimismo, se realizó la verificación de la fisiografía y la respectiva pendiente del área de investigación, información útil para la logística que se utilizó en la toma de datos.

3.2.3.4. Distribución y delimitación de las unidades de muestreo

Delimitada la superficie en el SIG (gabinete) sobre el BRUNAS, se procedió en campo a ubicar las UM con las coordenadas obtenidas en la distribución con el software arcGIS 10.5 sobre un mapa digital. Con esta distribución sistemática alineada sobre la base de un punto al azar, y con ayuda de un GPS navegador y brújula, se ubicaron a cada una de las 28 UM de los dos bloques. Y como ya se indicó, se marcaron los jalones con pintura roja o naranja en la parte superior, colocándose una cinta de agua con la descripción del número de UM correspondiente, desde la cual se registró azimut y distancia de cada uno de los árboles dentro de las UM.

3.2.3.5. Técnicas estadísticas

Fue inferencial, realizándose el contraste de hipótesis con r de Pearson, además el resultado fue expresado en listados, tablas y figuras mostrando informaciones vinculados a la correlación de los indicadores y variables de estudio.

3.2.3.6. Instrumentos de recolección de datos

Se uso formatos pre establecidos basados en los protocolos para la colecta de datos de campo que utiliza el SERFOR. Y para procesar los datos obtenidos en campo, se utilizó el software de acceso libre InfoStat, con los cuales se elaboró tablas y figuras.

3.2.4. Evaluación de los árboles

3.2.4.1. Evaluación del diámetro de fuste (Dap)

Ubicadas cada una de las UM, se procedió a medir el diámetro del fuste a todos los árboles ≥ 10 cm de DAP, utilizando una cinta diamétrica que se colocó a 1,30 m sobre el suelo, considerando los criterios de evaluación cuando se encuentren individuos con daños y/o malformaciones al fuste, hendiduras, aletas, sancos. Para los cuáles se consideró las recomendaciones del OSINFOR en ese tipo de mediciones, , en el caso de que el individuo presente aletas o protuberancia entre 1 y 1.5 m de altura, la medición se efectuará a 30 cm por encima del defecto o aleta., como también hacer proyecciones con la cinta métrica y algunos casos subir hacia el árbol para poder tomar la lectura de diámetro (Figura 6).



Figura 6. Medición del diámetro de fuste.

3.2.4.2. Evaluación del diámetro de copa

Para cada uno de los árboles considerados a evaluar, el observador se ubicó al pie del fuste del árbol, desde donde sostenía una wincha mayor a 12,62 m y con ayuda de la brújula se anotaban dichas distancias en orientación hacia los cuatro puntos cardinales (**Figura 7**).



Figura 7. Medición del diámetro de copa.

Además, cuando era el caso y la pendiente del terreno lo permitía, entre dos personas proyectada la copa sobre el suelo, se realizó las mediciones del diámetro de copa (**Figura 7**) en las orientaciones N-S o E-O como lo considerado por Synnott (1981) y Galván (2003).

3.2.4.3. Variables evaluadas

Tabla 3. Variables con sus respectivos indicadores consideradas en el estudio.

Variable	Indicador	Subindicador
Diámetro de copa	a. Diámetro de copa (m ²)	a) Familia en colina baja y alta
		b) Género en colina baja y alta
		c) Especie en colina baja y alta
Diámetro de fuste	a. DAP (cm)	a) Categoría diamétrica (colina baja y alta)
		b) Índice de espacio vital (colina baja y alta)

3.2.4.4. Número de especies, género y familias botánicas en colinas bajas y altas

Para la identificación de las especies forestales se contó con el apoyo de un especialista y con información sobre identificación de especies de las Parcelas Permanentes de Medición - PPM, donde se realizaron colectas botánicas y además estas PPM están contiguas a las unidades de muestreo de la investigación realizada, como referencia, se usó información de Soto (2016), Lalangui (2018), Díaz (2018), Vela (2019), Vela (2019) y Salazar (2022).

3.2.4.5. Determinación del índice de espacio vital

Para la determinación de este índice primeramente se calculó el diámetro de la copa de los árboles usando lo propuesto por Andrade y Cerda (2022):

$$D_c = \frac{\sum_{i=1}^i D_{ci}}{n} \quad (2)$$

Siendo:

- Dc : Promedio del diámetro de copa (m)
 Dci : Diámetro de copa medido (m)

En cuanto a las mediciones del DAP se utilizó cinta diamétrica para todos los árboles ≥ 10 cm dentro del área de la UM. Para la distribución por clase diamétrica se consideró las siguientes clases diamétricas: 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-70, 70-80 y > 80 cm. Con estos datos obtenidos y con cálculos previos, se determinó el índice de espacio vital, el cual es la división del diámetro de copa entre el diámetro de fuste de cada árbol, para ello se usó la propuesta de Arias (2005):

$$\text{Índice de espacio vital} = \frac{\text{Diámetro de Copa}}{dap} \quad (3)$$

3.2.4.6. Determinación de la relación del diámetro de copa y diámetro de fuste

Para relacionar el diámetro de copa con el diámetro de fuste, se midió el DAP y el diámetro de copa de todos los individuos vegetales que se encontraban dentro de las unidades de muestreo de la investigación, midiendo el DAP de cada árbol, en cm, con cinta diamétrica y el diámetro de copa se midió realizando la proyección de la copa sobre el suelo en cuatro direcciones con un ángulo de separación constante de 45° , los diámetros se midieron en metros y se utilizó una brújula y cinta métrica. Con la información obtenida se procedió a elaborar una regresión lineal simple, posteriormente se realizó una

prueba de significancia a nivel de 0,05 de probabilidad y finalmente hallar el coeficiente de correlación.

Asimismo, se tomó la propuesta de Malleux (1970), para indicar la relación DAP con el diámetro de copa, debe utilizarse la siguiente fórmula:

$$Y = 3.45 + 0.1314x + 0.001169x^2 \quad (4)$$

$$X = \text{DAP}$$

3.2.5. Método de análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó la estadística descriptiva con resultados categorizados, que se muestran en tablas de frecuencias y frecuencias porcentuales y gráficos. Y conforme a los objetivos de la investigación y las variables en estudio para contrastar la hipótesis, se utilizó el estadístico inferencial de r Pearson, con un 95% de confianza en que la correlación sea verdadera y un 5% de probabilidad de error (nivel de significancia igual a 0,05).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación del número de familias, género y especies de un inventario de los árboles en colinas bajas y altas de Tingo María

En esta investigación, se encontró en colina baja $414,26 \pm 91,69$ árboles/ha distribuidos en 18 familias, 30 géneros y 39 especies (**Tabla 4**). Y en colina alta $491,43 \pm 176,11$ árboles/ha contenidos en 23 familias, 42 géneros y 49 especies (**Tabla 5**). Relativamente diferente a lo encontrado por Vela (2019) en la PPM IV que se encuentra aledaña al estudio en colinas altas, una composición 38 familias con 117 especies y 544 individuos y Díaz (2018) en la PPM I encontró 107 especies con 646 individuos, la misma que se encuentra ubicada en colina baja según nuestra investigación y aledaña a las unidades muestrales evaluadas. De todas las especies encontradas como se muestran en las **Tablas 4 y 5**, en colina baja las especies más representativas fueron *Virola decorticans*, *Senefeldera inclinata* y *Pourouma bicolor*, mientras que en colina alta *Senefeldera inclinata*, *Virola decorticans* y *Cecropia sciadophylla*.

Tabla 4. Composición florística de colina baja.

Familia	Género	Especie
Annonaceae	<i>Diclinanona</i>	<i>Diclinanona tessmannii</i>
	<i>Guatteria</i>	<i>Guatteria guentheri</i> Diels
Araliaceae	<i>Schefflera</i>	<i>Schefflera morototoni</i>
Bignoniaceae	<i>Jacaranda</i>	<i>Jacaranda copaia</i>
Burseraceae	<i>Protium</i>	<i>Protium amazonicum</i>
Calophyllaceae	<i>Marila</i>	<i>Marila tomentosa</i>
Clusiaceae	<i>Symphonia</i>	<i>Symphonia globulifera</i>
Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>Terminalia oblonga</i>
	<i>Hevea</i>	<i>Hevea guianensis</i>
Euphorbiaceae	<i>Senefeldera</i>	<i>Senefeldera inclinata</i>
	<i>Cedrelinga</i>	<i>Cedrelinga cateniformis</i>
Fabaceae	<i>Inga</i>	<i>Inga alba</i>
	<i>Inga</i>	<i>Inga spp.</i>
	<i>Ormosia</i>	<i>Ormosia amazonica</i>

Continúa Tabla 4. ...

Familia	Género	Especie
Fabaceae	<i>Parkia</i>	<i>Parkia panurensis</i>
	<i>Schizolobium</i>	<i>Schizolobium parahybum</i>
	<i>Sclerolobium</i>	<i>Sclerolobium friburgense</i>
Lauraceae	<i>Aniba</i>	<i>Aniba guianensis</i>
		<i>Aniba perutilis</i>
		<i>Aniba panurensis</i>
Malvaceae	<i>Apeiba</i>	<i>Apeiba aspera</i>
	<i>Theobroma</i>	<i>Theobroma subincanum</i>
Melastomataceae	<i>Miconia</i>	<i>Miconia longifolia</i>
		<i>Miconia punctata</i>
Meliaceae	<i>Guarea</i>	<i>Guarea kunthiana</i>
Moraceae	<i>Brosimum</i>	<i>Brosimum alicastrum subsp. Bolivarense</i>
		<i>Brosimum rubescens</i>
		<i>Helicostylis</i>
Myristicaceae	<i>Maquira</i>	<i>Maquira guianensis</i>
	<i>Osteophloeum</i>	<i>Osteophloeum platyspermum</i>
	<i>Virola</i>	<i>Virola decorticans</i> <i>Virola elongata</i>
Rubiaceae	<i>Ladenbergia</i>	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>
	<i>Schizocalyx</i>	<i>Schizocalyx peruvianus</i>
Urticaceae	<i>Pourouma</i>	<i>Pourouma bicolor</i>
		<i>Pourouma cecropiifolia</i>
Violaceae	<i>Rinorea</i>	<i>Rinorea viridifolia</i>

Tabla 5. Composición florística de colina alta.

Familia	Género	Especie
Annonaceae	<i>Guatteria</i>	<i>Guatteria guentheri</i>
Araliaceae	<i>Schefflera</i>	<i>Schefflera morototoni</i>
Bignoniaceae	<i>Jacaranda</i>	<i>Jacaranda copaia</i>
Burséraceae	<i>Tetragastris</i>	<i>Tetragastris panamensis</i>
	<i>Trattinnickia</i>	<i>Trattinnickia boliviana</i>
Calophyllaceae	<i>Marila</i>	<i>Marila tomentosa</i>
Caryocaraceae	<i>Anthodiscus</i>	<i>Anthodiscus peruanus</i>
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella</i>	<i>Hirtella racemosa var. hexandra</i>

Continúa Tabla 5. ...

Familia	Género	Especie
Clusiaceae	<i>Symphonia</i>	<i>Symphonia globulifera</i>
Combretaceae	<i>Terminalia</i>	<i>Terminalia oblonga</i>
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea</i>	<i>Sloanea fragrans</i>
Euphorbiaceae	<i>Caryodendron</i>	<i>Caryodendron orinocense</i>
	<i>Hevea</i>	<i>Hevea guianensis</i>
	<i>Sapium</i>	<i>Sapium laurifolium</i>
	<i>Senefeldera</i>	<i>Senefeldera inclinata</i>
Fabaceae	<i>Cedrelinga</i>	<i>Cedrelinga cateniformis</i>
	<i>Inga</i>	<i>Inga alba</i>
		<i>Inga venusta</i>
	<i>Parkia</i>	<i>Parkia panurensis</i>
	<i>Schizolobium</i>	<i>Schizolobium parahyba</i>
	<i>Sclerolobium</i>	<i>Sclerolobium friburgense</i>
Hypericaceae	<i>Vismia</i>	<i>Vismia amazonica</i>
Lauraceae	<i>Aniba</i>	<i>Aniba guianensis</i>
		<i>Aniba panurensis</i>
Malvaceae	<i>Nectandra</i>	<i>Nectandra hihua</i>
	<i>Apeiba</i>	<i>Apeiba aspera</i>
Melastomataceae	<i>Theobroma</i>	<i>Theobroma subincanum</i>
	<i>Miconia</i>	<i>Miconia punctata</i>
Moraceae	<i>Batocarpus</i>	<i>Batocarpus orinocensis</i>
	<i>Brosimum</i>	<i>Brosimum alicastrum subsp. Bolivarense</i> (Pittier)
		<i>Brosimum spp.</i>
	<i>Helicostylis</i>	<i>Helicostylis tomentosa</i>
	<i>Poulsenia</i>	<i>Poulsenia armata</i>
	<i>Pseudolmedia</i>	<i>Pseudolmedia laevigata</i>
Myristicaceae	<i>Osteophloeum</i>	<i>Osteophloeum platyspermum</i>
	<i>Virola</i>	<i>Virola decorticans</i>
		<i>Virola elongata</i>
		<i>Virola pavonis</i>
Rubiaceae	<i>Cinchona</i>	<i>Cinchona pubescens</i>

Continúa Tabla 5. ...

Familia	Género	Especie
Rubiaceae	<i>Ladenbergia</i>	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>
	<i>Psychotria</i>	<i>Psychotria alba</i>
	<i>Schizocalyx</i>	<i>Schizocalyx peruvianus</i>
Salicaceae	<i>Casearia</i>	<i>Casearia arborea</i>
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	<i>Pouteria cuspidata</i>
	<i>Cecropia</i>	<i>Cecropia sciadophylla</i>
Urticaceae		<i>Pourouma bicolor</i>
	<i>Pourouma</i>	<i>Pourouma cecropiifolia</i>
		<i>Pourouma minor</i>
Vochysiaceae	<i>Qualea</i>	<i>Qualea amoena</i>

Se muestra la diferencia marcada que existe entre colina baja y alta, siendo mayor e valor en la parcela ubicada en la colina alta, al respecto Díaz (2018) y Vela (2019) reportaron 544 árboles/ha en la PPM IV que en nuestra investigación dicha área esta categorizada como bosque de colina alta y aledaña al área dónde se ejecutó la investigación. Esta diferencia podría deberse también a que en colina baja se encontraron especies forestales, con características de bosque secundario maduro y posiblemente en el pasado fue perturbado por actividades antrópicas.

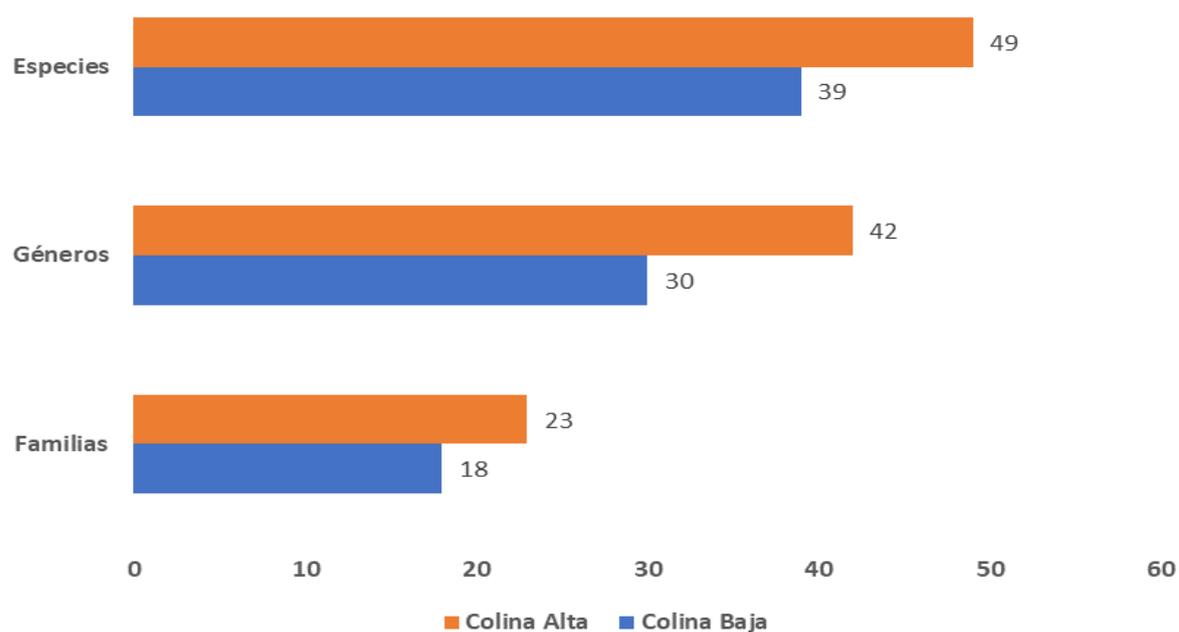


Figura 8. Número de familias, género y especies en colinas bajas y altas.

4.2. Determinación del índice de espacio vital de los árboles en bosques de colinas altas y bajas de Tingo María

El índice de espacio vital en colinas bajas tiene a la especie *Symphonia globulifera* con una media 33,20 de la relación entre el diámetro de copa y el DAP, indicándonos también que el diámetro de copa es 33,20 veces más grande que su DAP (**Figura 9**). En colina alta *Poulsenia armata*, presenta una media de 41,45 indicándonos que el diámetro de copa es más grande que su DAP en la proporción indicada, tal como se muestra (**Figura 10**), y las tablas para ambas figuras se muestran en el anexo A (**Tablas 13 y 14** respectivamente). Al respecto Díaz (2018) encontró índices de espacio vital 0,98 como la más alta para la PPM I y 0,79 en la PPM IV, totalmente diferente considerando, como ya se indicó que la PPM I se ubica en colina baja y la PPM IV en colina alta, ambas aledañas al área de investigación realizada. Asimismo, Vela (2019) en la PPM IV encontró 79,23 veces más grande el diámetro de copa que el DAP, como uno de los valores más altos de las medias calculadas. Por su parte Arias (2005) refiere que, en árboles de pino de 15 cm de diámetro, se pueden esperar valores de diámetro de copa entre 2 y 5 m, en nuestro caso con la especie *Cedrelinga cateniformis* de 10 cm de DAP, se pueden encontrar diámetros de copa con más de 4 m. Para ver Fig. Completa (Véase Anexo 01).

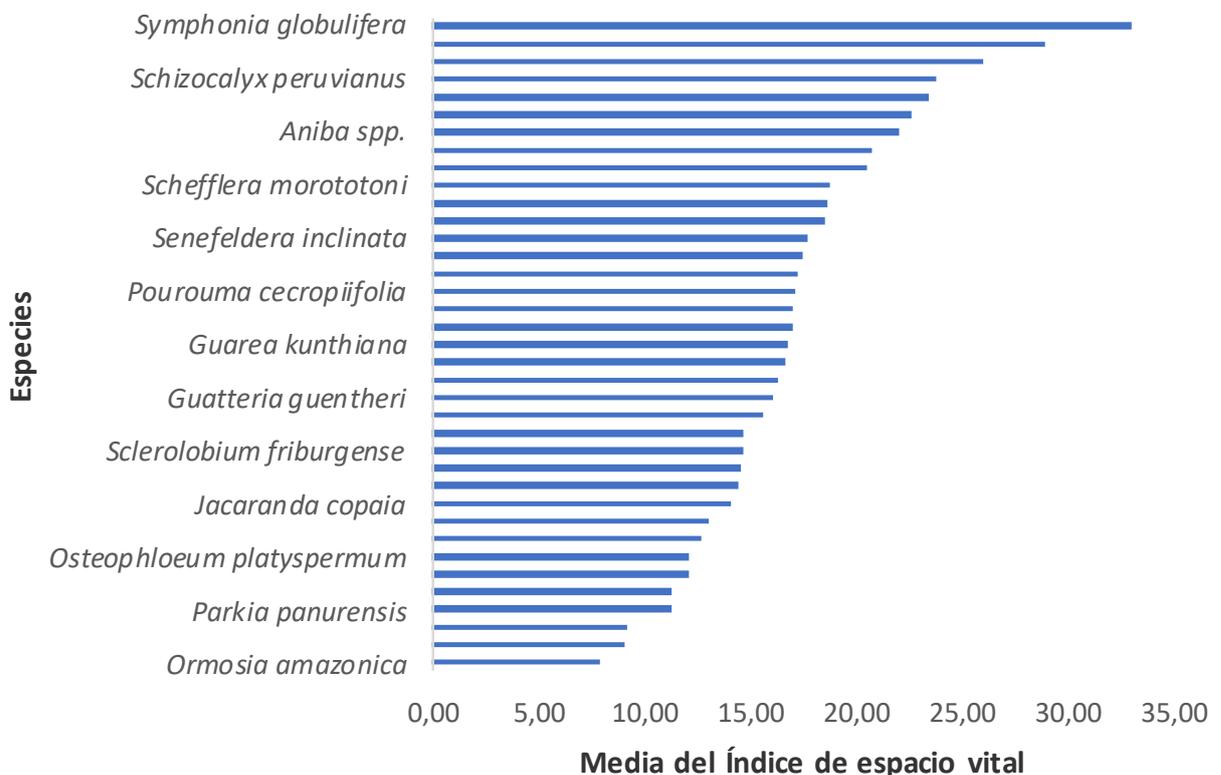


Figura 9. Media del índice de espacio vital en colinas bajas.

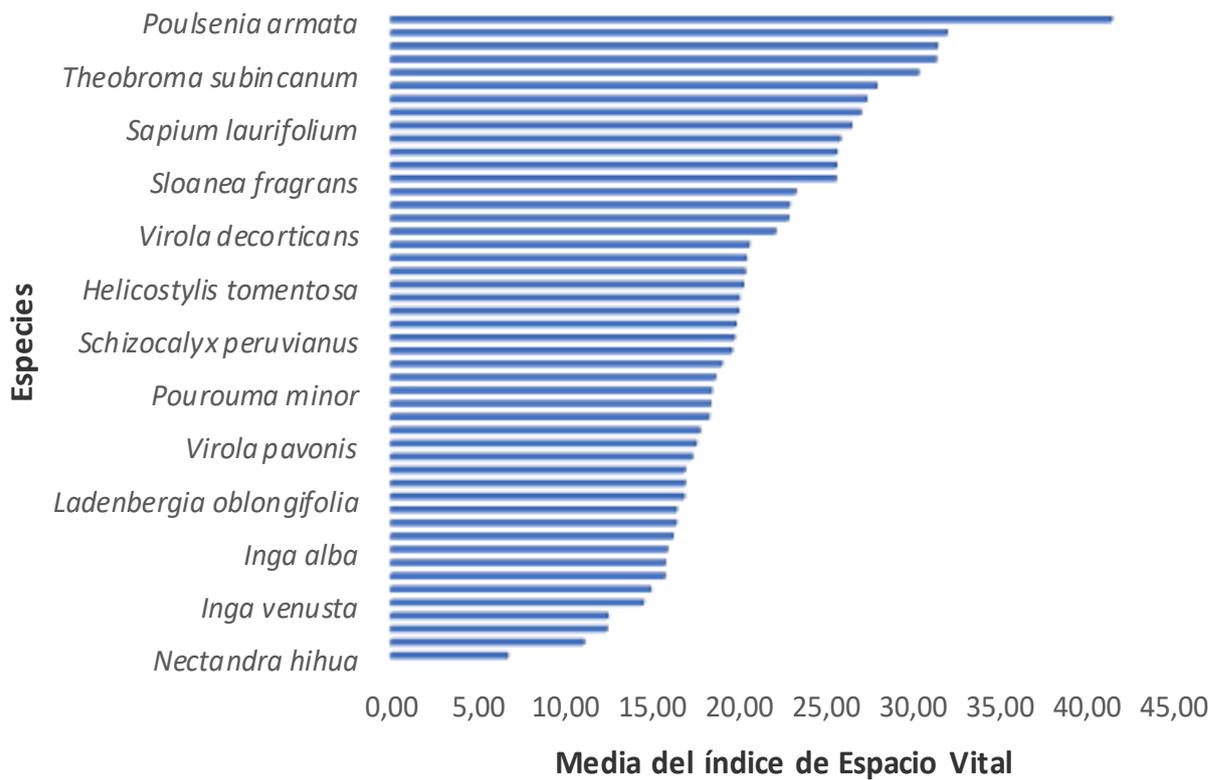


Figura 10. Media del índice de espacio vital en colinas altas.

4.3. Relación del diámetro de copa y el diámetro de fuste por especies en bosque de colinas altas y bajas de Tingo María

En esta investigación se ha encontrado un $R^2 = 0,285$ para colinas bajas y un $R^2 = 0,2029$ para colinas altas, tal como se muestran (**Figuras 11 y 12**), fue notorio que hay individuos en donde presentaban DAP entre 10 a 30 cm con copas pequeñas, pero también fue resaltante encontrar individuos con diámetros de copas grandes, estas últimas sobresalieron en las parcelas establecidas en colinas altas.

Además, se observó que cuando se incrementa el diámetro, también se incrementa el diámetro de copa. Al respecto Malleux (1970) con la tendencia encontrada en esta investigación, refiere que existe un factor limitante del desarrollo de la copa en estratos menores y existe una mayor libertad de crecimiento en el estrato superior; ya que la parte superior de la curva adquiere una mayor pendiente con relación a la parte media o inferior de la misma. Esta relación puede también estar influenciado por otros factores ambientales, pero la curva, muestra una competencia marcada entre las especies de los estratos inferiores con diferentes diámetros de copa en relación con el DAP y este tiene que ver con el aparato fotosintético directamente relacionado con el crecimiento de las plantas como lo refiere Arias (2005).

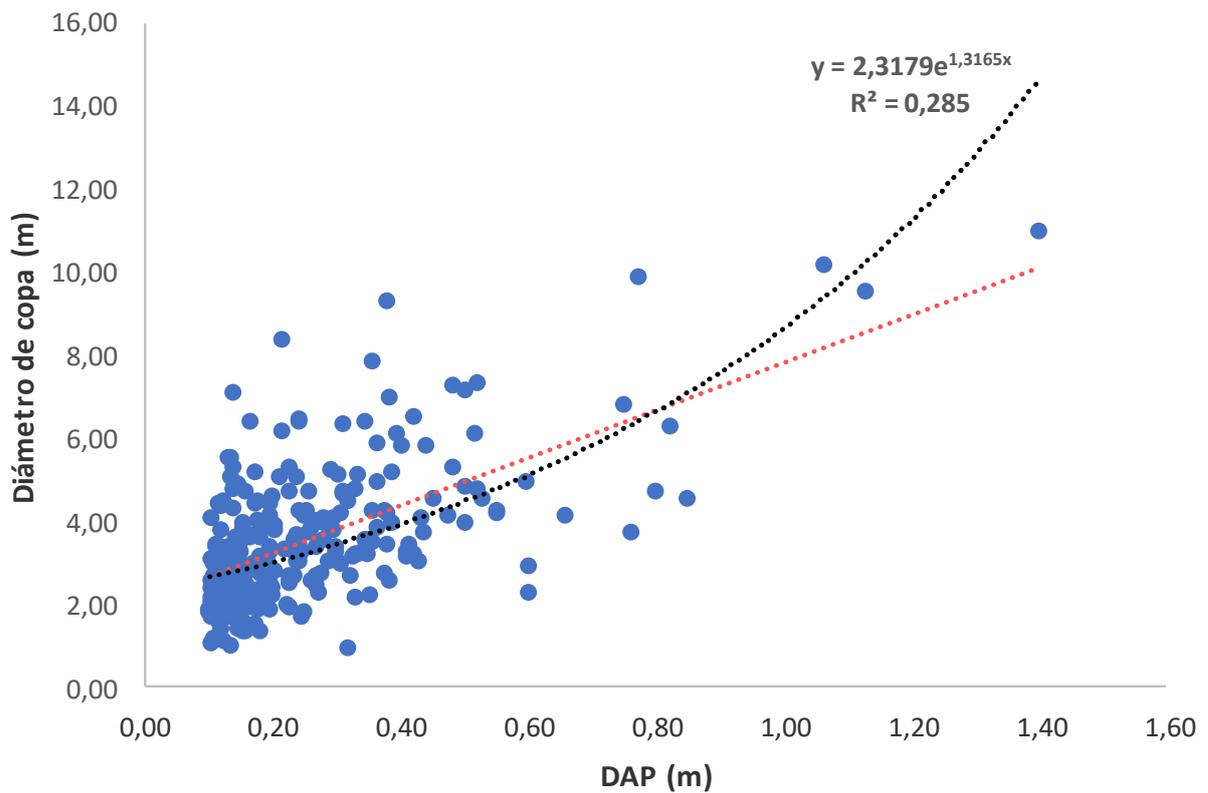


Figura 11. Relación del diámetro de copa con el DAP en colinas bajas.

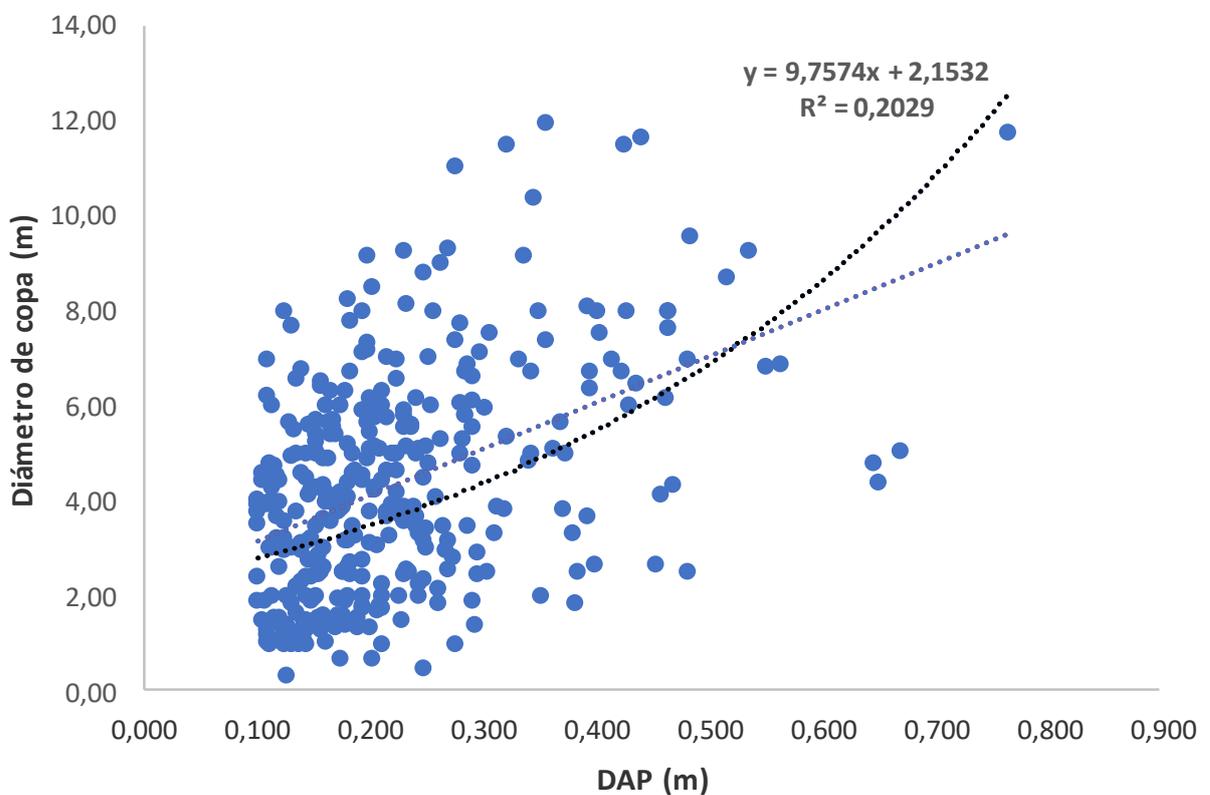


Figura 12. Relación del diámetro de copa con el DAP en colinas altas.

4.4. Correlación del diámetro de copa y el diámetro de fuste por familias en bosque de colinas altas y bajas de Tingo María

El análisis de correlación por Familias en donde se utilizó solamente a un individuo por especie que sobresalía en el valor de la relación diámetro de copa y el diámetro de fuste (**Tabla 6**), siendo resaltante solamente la significancia estadística en la familia Lauraceae que se encontraba en la parcela ubicada en la colina alta. Además, fue notorio que la familia la Myristicaceae que fue observada tanto en la unidad fisiográfica de colina baja y colina alta presentó un grado de correlación negativa o inversa, lo que indica que, hubo especies con copas grandes con pequeño DAP y viceversa, aunque carecieron de significancia estadística.

Tabla 6. Correlaciones de la relación diámetro de copa y el diámetro de fuste a nivel de familias.

Colina	Familia	n	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)
Baja	Fabaceae	7	0,728	0,063
	Lauraceae	3	0,941	0,220
	Moraceae	4	0,592	0,408
	Myristicaceae	3	-0,860	0,341
Alta	Euphorbiaceae	4	0,813	0,187
	Fabaceae	6	0,800	0,056
	Lauraceae	3	0,999*	0,025
	Moraceae	6	0,620	0,189
	Myristicaceae	4	-0,522	0,478
	Rubiaceae	4	0,861	0,139
	Urticaceae	4	0,480	0,520

n: cantidad de especies. *: Existe correlación significativa.

Con el modelo propuesto por Malleux (1970) en colina baja y alta se muestra a 10 de las especies con las mayores medias en las **Tablas 7 y 8**, teniendo a: *Cedrelinga cateniformis* y *Schefflera morototoni* respectivamente con las medias más altas con respecto a las demás especies encontradas. Este modelo a diferencia de lo encontrado muestra a otras especies con las mayores medias, lo que indica que existen otros factores ambientales que influyen en el crecimiento del diámetro de copa y el DAP, al respecto Arias (2005) refiere que la variación en los diámetros de copa para un mismo valor de diámetro del árbol puede ser

muy grande, al punto que no es posible estimar el diámetro de copa a partir del diámetro del árbol.

Tabla 7. Relación del Dc/DAP en colina baja (modelo Malleux, 1970).

Especies	n	Media	E.E.	CV	Mín	Máx
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	15	18,05	3,04	65,25	4,91	44,76
<i>Ormosia amazonica</i>	2	15,76	7,32	65,66	8,44	23,07
<i>Marila tomentosa</i>	2	10,20	1,22	16,92	8,98	11,42
<i>Jacaranda copaia</i>	12	9,53	0,85	30,87	5,55	13,39
<i>Hevea guianensis</i>	1	9,44	0,00	0,00	9,44	9,44
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	9	9,26	1,11	35,92	5,05	14,27
<i>Schefflera morototoni</i>	6	9,20	1,42	37,90	5,50	13,65
<i>Sclerolobium friburgense</i>	8	8,98	1,09	34,46	4,93	13,44
<i>Aniba perutilis</i>	2	8,56	2,49	41,14	6,07	11,05
<i>Parkia panurensis</i>	7	8,45	1,36	42,45	5,01	15,43

Tabla 8. Relación del Dc/DAP en colina alta (modelo Malleux, 1970).

Especies	n	Media	E.E.	CV	Mín	Máx
<i>Schefflera morototoni</i>	1	13,37	0,00	0,00	13,37	13,37
<i>Inga venusta</i>	1	12,50	0,00	0,00	12,50	12,50
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	11,57	2,28	27,87	9,29	13,85
<i>Parkia panurensis</i>	8	11,36	1,76	43,84	5,44	20,34
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	10,95	1,15	18,21	8,65	12,18
<i>Hevea guianensis</i>	5	10,48	1,64	35,02	5,02	14,58
<i>Symphonia globulifera</i>	2	10,11	0,50	6,93	9,61	10,60
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	10,08	0,92	15,83	8,24	11,08
<i>Virola pavonis</i>	2	9,59	0,28	4,13	9,31	9,87
<i>Terminalia oblonga</i>	3	9,28	1,22	22,72	6,98	11,12

En cuanto a la correlación de Pearson en colinas bajas y altas, el análisis de correlación como se muestra en la **Figura 13**, entre diámetro de copa y el DAP del bosque de colina baja, muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de 0,61 y un p -valor de $<0,0001$ que demuestra que con un 99 % de confianza existe correlación directa y fuerte entre las variables.

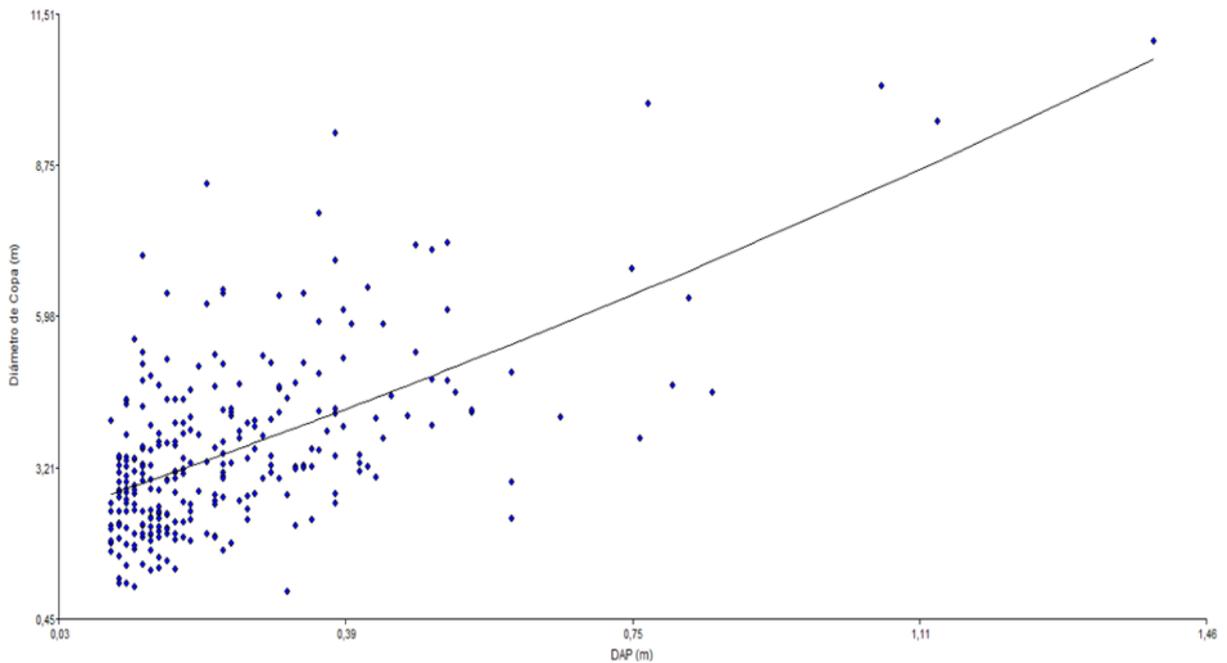


Figura 13. Correlación de Pearson del diámetro de copa y el DAP en colinas bajas.

El análisis de correlación como se muestra en la **Figura 14**, entre diámetro de copa y el DAP del bosque de colina alta, muestra un valor estadístico de “r” de Pearson de 0,45 y un ρ -valor de $<0,0001$ que demuestra que con un 99 % de confianza existe correlación directa y moderada entre las variables.

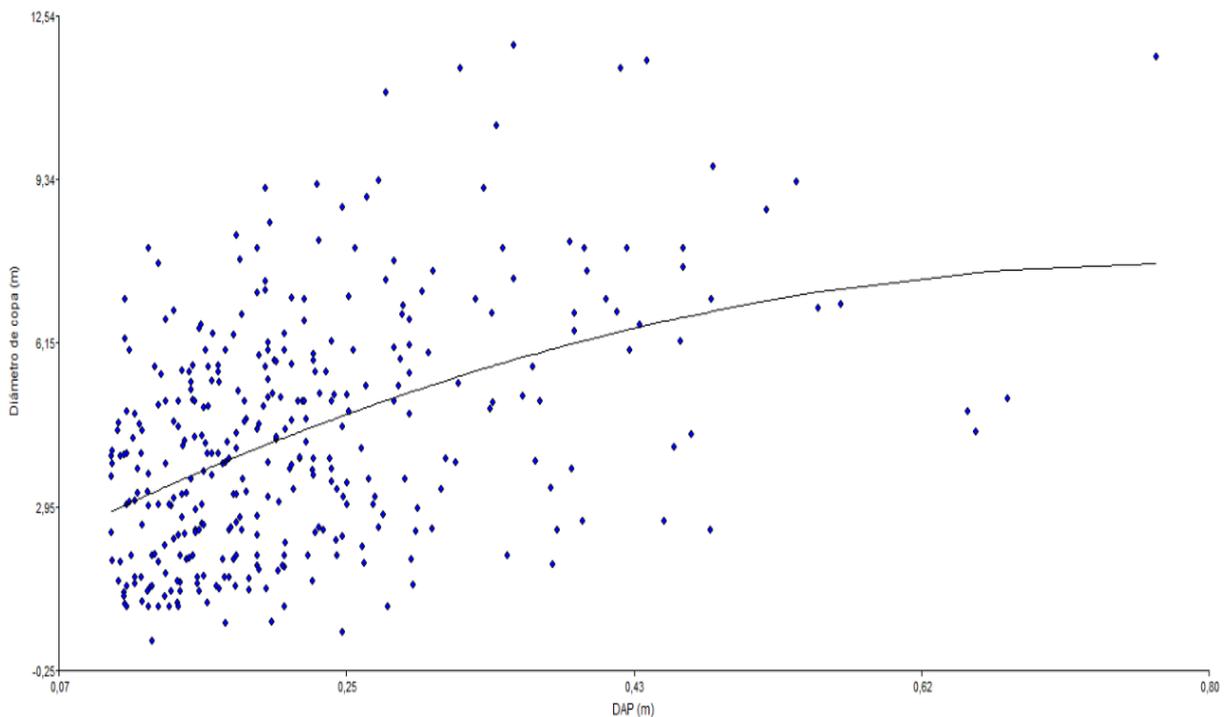


Figura 14. Correlación de Pearson del diámetro de copa y el DAP en colinas alta.

El mayor agrupamiento de individuos vegetales con la relación diámetro de copa y el DAP fue resaltante en los individuos que presentaban menores diámetros (**Figuras 13 y 14**) debido a que por lo general se encuentran en una competencia por espacio, nutrientes y luz, esto garantiza su supervivencia en un medio donde hay elevado dinamismo, muy discordantes a lo registrado por Coombes *et al.* (2019) en especies maduras pero que al no presentar mucha competencia entre individuos de árboles se mostraron con valores similares de la variable indicada, esto aclara que en ciertas especies la relación diámetro de copa y el DAP presentan dependencia del lugar donde se encuentran ya que pueden beneficiar o perjudicar este indicador morfométrico, muy acorde a lo encontrado en el estudio llevado a cabo por Pérez *et al.* (2019) concluyendo que, en *A. magium* hubo indicios de que la morfometría y el crecimiento de los individuos fue afectado por los lugares.

Hubo diferentes proyecciones de las curvas en la relación diámetro de copa y el DAP tanto en colina baja como en colina alta, esto es concordante a lo encontrado por Hernández *et al.* (2022) al estudiar poblaciones de *P. montezumae* y *P. pseudostrobus* en Michoacán, al concluir que, ciertos indicadores morfométricos fueron diferentes en los niveles altitudinales donde se encontraban y también hubo cierta asociación al exponerse los árboles en las orientaciones cardinales oeste y suroeste. Similares a estos antecedentes hace notar que se tiene que seguir fomentando los estudios morfométricos a nivel de especies, las categorías de regeneración natural y también en las etapas de fustales y árboles maduros con la finalidad de asignarle una gestión adecuada de especies y en conjunto de los ecosistemas boscosos.

V. CONCLUSIONES

1. En esta investigación se encontró en colina baja $414,26 \pm 91,69$ árboles/ha distribuidos en 18 familias, 30 géneros y 39 especies. Y en colina alta $491,43 \pm 176,11$ árboles/ha contenidos en 23 familias, 42 géneros y 49 especies.
2. El índice de espacio vital en colinas bajas fue de 33,20 en *Symphonia globulifera* teniendo la media más alta y de 7,90 en *Ormosia Amazonica* con la media más baja, en tanto a colina alta fue de 41,45 en *Poulsenia armata* con la media más alta y de 6,71 de *Nectandra hihua* con la media más baja. Siendo las medias más altas y bajas de cada estrato.
3. De acuerdo con el estadístico “r” Pearson se obtuvo una correlación de 0,61 para colinas bajas encontrándose dentro del rango $0,50 \leq |r_{xy}| < 1,00$, la cual se interpreta como una correlación directa positiva fuerte, con la cual el DAP determina en un 61% el comportamiento del diámetro de la copa, mientras que para colinas altas se encontró una correlación de 0,45 encontrándose dentro del rango $0,30 \leq |r_{xy}| < 0,50$ donde se interpreta como una correlación directa positiva fuerte a moderada, ya que el DAP solamente determina en un 45% el comportamiento del diámetro de copa.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Se sugiere ampliar este estudio incorporando otras variables ambientales, como la precipitación, fertilidad del bosque, pendiente, entre otras.
2. Llevar a cabo investigaciones adicionales, en conjunto con tecnologías de percepción remota como Lidar, posibilita la formulación de modelos alométricos para prever de manera temprana los efectos del cambio climático. Así, la información sobre el diámetro de la copa puede ser utilizada para medir la cantidad de carbono en diferentes tipos de bosques, estimar la fertilidad del suelo, cuantificar la incorporación de biomasa al suelo, entre otros aspectos.
3. En investigaciones posteriores, es crucial abordar otros elementos vinculados a las tácticas adaptativas y conservadoras de los árboles. Esto se realiza con el objetivo de ofrecer respuestas a las repercusiones del cambio climático.

VII. REFERENCIAS

- Aiba, S. I., & Kohyama, T. (1997). Crown architecture and life-history traits of 14 tree species in a warm-temperate rain forest: significance of spatial heterogeneity. *Journal of Ecology*, 1, 611-624.
- Andrade, H., y Cerda, R. (2022, febrero). *Dasometría y medición de sombra*. CATIE. <https://www.slideserve.com/elisa/dasometr-a-y-medici-n-de-sombra>
- Ángulo, J. (2015). *Relación entre el diámetro de copa y del fuste de Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke, en la zona de Atalaya, Región Ucayali* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía]. Repositorio institucional UNIA. <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/71>
- Arias, D. (2005). Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. *Revista forestal Kurú*, 2(5), 1-13.
- Bell, T. I. W. (1972). *Management of the Trinidad Mora forests with special reference to the Matura Forest Reserve*. Boletín.
- Benítez, J., Rivero, M., Vidal, A., Rodríguez, J., y Álvarez, R. (2003). Estimación del diámetro de copa a partir del diámetro normal (d1,3) en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst. *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.* 12(2), 37-41.
- Brunner, A. (1998). A light model for spatially explicit forest stand models. *Forest Ecology and Management*, 107(1-3), 19-46.
- Cailliez, F. (1980). *Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos*. FAO.
- Carrasco, S. (2009). *Metodología de la investigación educativa* (2ª ed.). La Muralla, S.A.
- Coombes, A., Martin, J., y Slater, D. (2019). Definir la alometría del diámetro del tallo y la copa de los árboles urbanos. *Urban Forestry & Urban Greening*. 44, 126421.
- Corvalán, P., y Hernández, J. (2006). *Medición de copas y raíces*. Universidad de Chile.
- Daniel, T., Helms, J., y Backer, F. (1982). *Principios de silvicultura* (2ª Ed.).
- Dauber, E. (1995). *Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible, BOLFOR.
- Díaz, E. (2018). *Análisis estructural del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva mediante parcelas permanentes de medición* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1359>

- Díaz, R. (2018). *Las características dasométricas y su relación con la producción de nueces del castaño (Bertholetia Excelsa H.B.K): caso concesión forestal de productos no maderables "Oculto Tambopata, departamento Madre de Dios* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Ingeniería] Repositorio institucional UNI. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10936>
- Doruska, P. F., & Burkhart, H. E. (1994). Modeling the diameter and locational distribution of branches within the crowns of loblolly pine trees in unthinned plantations. *Canadian Journal of Forest Research*, 24(12), 2362-2376.
- Durlo, M. A. (2001). Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. *Ciência Florestal*, 11, 141-149.
- Durlo, M. A., & Denardi, L. (1998). Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. *Ciência florestal*, 8, 55-66.
- Galván, O. (2003). *Efecto de la iluminación de la copa sobre el crecimiento de Pentaclethra macroloba y Goethalsia meiantha e implicaciones para la silvicultura de los bosques tropicales húmedos* [Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio institucional CATIE.
- Hemery, E., Savill, S., & Pryor, N. (2005). Applications of the crown diameter-stem diameter relationship for different species of broadleaved trees. *Forest Ecology and Management*, 215(1-3), 285-294.
- Hernández, F., Fernández, J., y Baptista, M. P. (2010) *Metodología de la investigación científica*. McGrawHill.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. P. (2006). *Metodología de la Investigación* (4ª Ed.). Mc Graw Hill.
- Hernández-Ramos, J., Reyes-Hernández, V. J., Fierros-González, A. M., Buendía-Rodríguez, E., Quiñonez-Barraza, G., y De los Santos-Posadas, H. M. (2022). Morfometría de copa en plantaciones de *Pinus pseudostrobus* y *Pinus montezumae* en Michoacán, México. *Bosque*, 43(3), 309–320. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002022000300309>
- Kemp, R. H., & Lowe, R. G. (1973). *The effect of tree size and environmental variables on increment of Khaya grandifoliola in a forest outlier in Nigeria*. Forest Res.
- Lalangui, K. (2018). *Composición arbórea en zona de colina alta del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en Tingo María* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS.
- Lowe, R. G. (1966). The effect of competition on tree growth (preliminary results). In *2nd Nigerian Forestry Conference*, Enugu, Nigeria (pp. 115-149).

- Malleux, J. (1970). Estudio de la relación DAP con el diámetro de copa en un bosque húmedo sub tropical. *Revista forestal del Perú*, 4(1-2), 1-5.
<https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rfp/article/view/1089/1039>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2013). *Manual base para la planificación y ejecución de inventarios forestales en bosques de producción permanente*. Grafica Filadelfia EIRL.
- Murillo, W. (2010). *La investigación Científica*. Universidad Nacional de Colombia.
- Pérez, Y., Ríos, C., y Díaz, I. (2019). *Relaciones morfométricas en plantaciones jóvenes de Acacia mangium Willd en dos regiones de Villa Clara*. Universidad Central "Marta Abreu".
- Puerta, R., y Cárdenas, P. (2012). Bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). *Xilema*. 25,18-21.
- Rodríguez, R., Valencia, S., Meza, J., Capó, M., y Reynoso, A. (2008). Crecimiento y características de la copa de procedencias de *Pinus gregii* engelm en Nuevo León-Veracruz-México. *Fitotec. Mex.* 31(1), 19-26.
- Rondeux, J. (2010). *Medición de árboles y masas forestales*. Grupo Mundi-Prensa.
- Salazar, R. (2022). *Rasgos funcionales de la vegetación arbórea de un bosque de colina y su relación con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS.
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2131>
- Schomaker, M., Zanoich, S., & Stolte, K. (1999). *Tree crown condition indicator*. USDA. Forest Service. Forest Health Monitoring Fact Sheet.
- 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 institucional UNAS.
- Stampfer, E. (1995). *Solitärdimensionen österreichischer Baumarten*. NA.
- Sterk, F. J. (1999). Crown development in tropical rain forest trees in gaps and under story. *Plant Ecol*, 143, 89-98.
- Tang, Z., Chambers, J. L., Guddanti, S., Yu, S., & Barnett, J. P. (1999). Seasonal shoot and needle growth of loblolly pine responds to thinning, fertilization, and crown position. *Forest Ecology and Management*, 120(1-3), 117-130.
- Tovar, A., Ingar, T., y Saito, J. (2010). *Yungas peruanas. Bosques montanos de la vertiente oriental de los Andes del Perú: una perspectiva ecorregional de conservación* (No. P01 T68y). Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Valderrama, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica* (2ª Ed.). San Marcos.
- Vasquez, J. (2013). *Relaciones alométricas del diámetro, altura y copa de especies arbóreas según su tolerancia a la sombra y sus estratos verticales en Tamshiyacu, Loreto, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana] Repositorio institucional UNAP. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2557>
- Vásquez, J. (2016). *Morfometría y coeficiente de forma de un modelo de fuste para una plantación maciza de pino chuncho (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake) en el Ciptald-Tulumayo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1706>
- Vela, A. (2019). *Rasgos funcionales asociados al servicio ecosistémico de mitigación del cambio climático en árboles de colinas altas del bosque reservado de la UNAS – Tingo María* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1722>
- Vela, F. (2019). *Composición florística y estructura de Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en parcela permanente de medición, Tingo María— Perú* [Tesis Maestría, Universidad Nacional Agraria de Selva]. Repositorio institucional UNAS. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1658/TS_VPF_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Wadsworth, F. (1997). Aspectos críticos para la práctica silvicultural en los bosques naturales de América tropical. In *Experiencias prácticas y prioridades de investigación en silvicultura de bosques naturales en América tropical*. (1996, Pucallpa, Perú). Actas. Sabogal, C; Camacho, M; Guariguata, M. Turrialba, CR, CIFOR, CATIE, INIA. p.75-82. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2080/Experiencias_practicas_y_prioridades.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Wadsworth, F. H. (2000). *Producción forestal para América tropical*. Departamento de Agricultura de los EE. UU., Servicio Forestal.

ANEXOS

ANEXO 1: Índice de espacio vital de los árboles en bosques de colinas altas y bajas

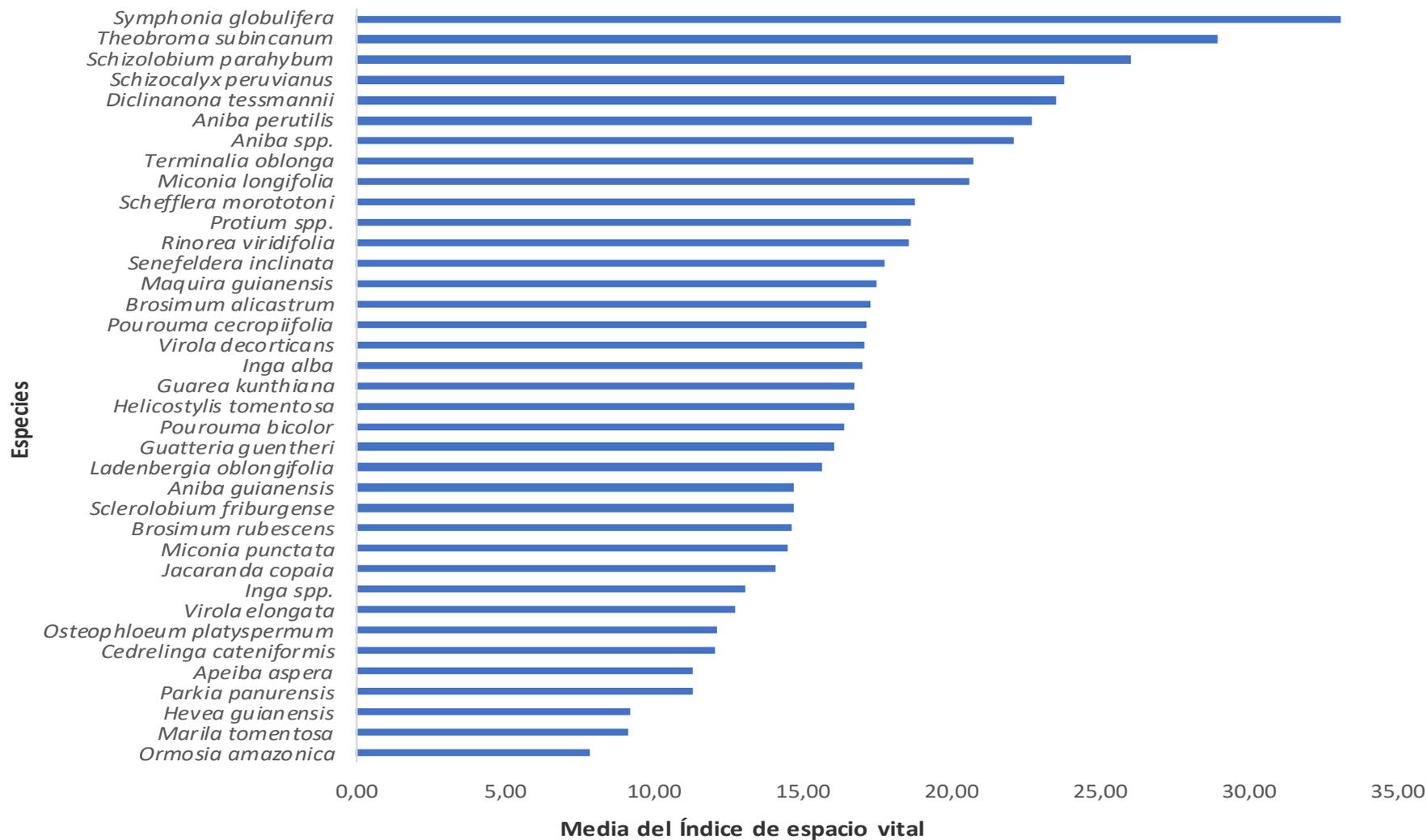


Figura 15. Índice de espacio vital en colinas bajas.

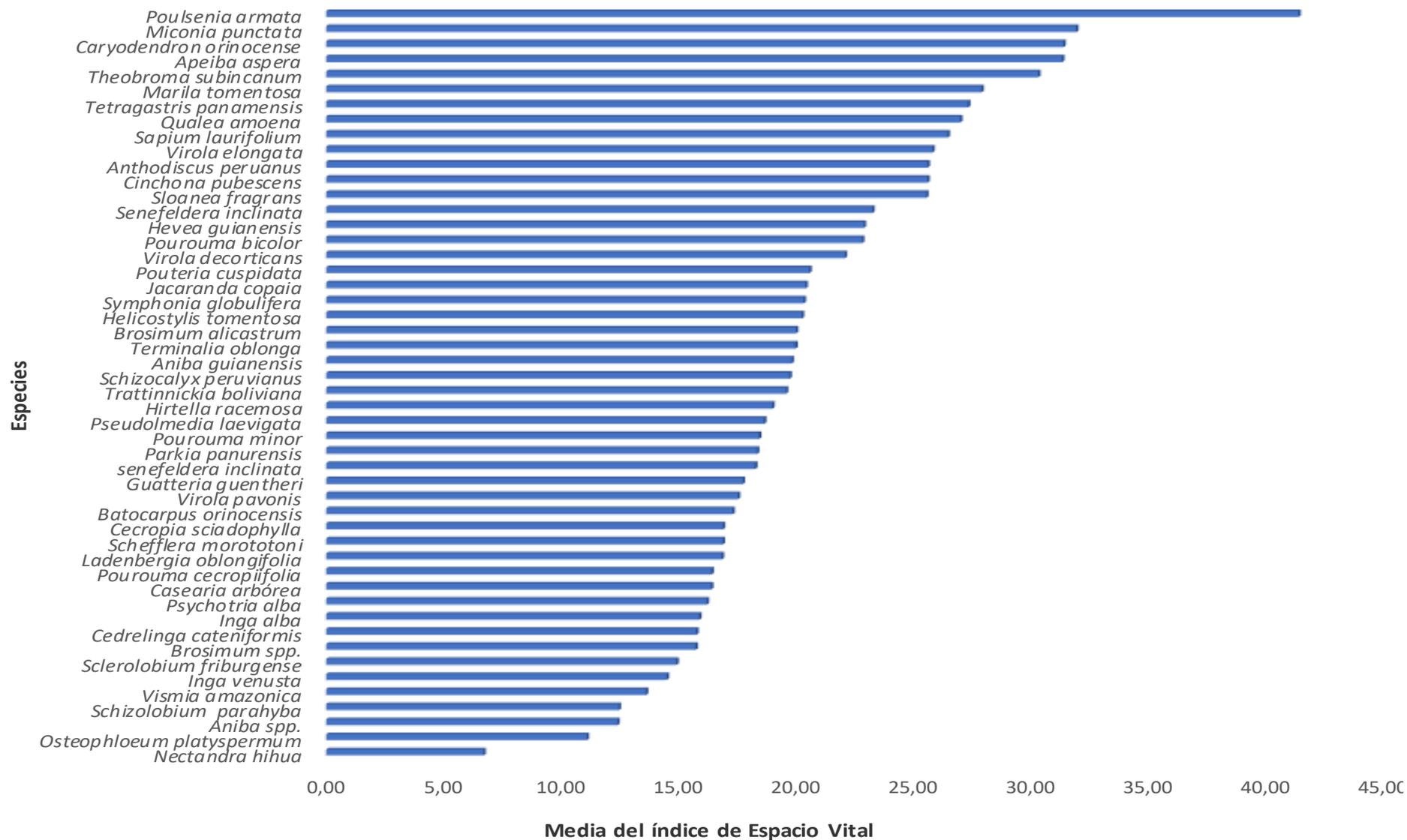


Figura 16. Índice de espacio vital en colinas altas.

ANEXO 2: Coeficiente de Correlación de Pearson

Tabla 9. 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 3: Datos registrados

Tabla 10. Composición florística de colinas bajas.

Familia	Nombre científico	Nombre común	N
Annonaceae	<i>Diclinanona tessmannii</i> Diels	Tortuga caspi	2
	<i>Gutteria guentheri</i> Diels	Carahuasca	15
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	Aceite caspi	6
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Huamansamana	12
Burseraceae	<i>Protium amazonicum</i> (cuatrec) Daly. vel sp. aff.	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 & Pay.)	Yacushapana	1
Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Shiringa	1
	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	Huangana caspi	22
Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Tornillo	15
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Shimbillo	12
	<i>Inga spp.</i>	Inga	4
	<i>Ormosia amazonica</i> Ducke	Huayruro	2
Fabaceae	<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	Ucshaqui blanco	8
	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	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. <i>Bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	Manchinga	6
	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Palo peruano	3
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	Chimicua	5
	<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	Capinuri	1

Continuación de la Tabla 10...

Myristicaceae	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	Favorito	3
	<i>Virola decorticans</i> Ducke	Cumala	37
	<i>Virola 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 11. 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
	<i>Hirtella racemosa</i> var. <i>hexandra</i> (Willd. ex Schult.)		
Chrysobalanaceae	Prance. vel sp. aff.	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
Euphorbiaceae	<i>Caryodendron orinocense</i> Karst.	Metohuayo	2
	<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
Fabaceae	<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
	<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	Ucshaqui 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
	<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

Continuación de la Tabla 11...

	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	Mashonaste	3
	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. Bolivarense (Pittier) C.C. Berg.	Manchinga	12
Moraceae	<i>Brosimum</i> spp.	Brosimum	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
	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	Favorito	3
Myristicaceae	<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
	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Cinchona	2
Rubiaceae	<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
	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico	23
Urticaceae	<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 12. Distribución diamétrica por colina baja y alta.

DAP (cm)	Colina baja		Colina alta	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
10 - 20	140	52,04	179	52,03
20 - 30	55	20,45	108	31,4
30 - 40	38	14,13	29	8,43
40 - 50	14	5,20	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	100,00	344	100

Tabla 13. Índice de espacio vital por especies en colinas bajas.

Especies	n	Mín	Máx	Media	E.E.	CV
<i>Symphonia globulifera</i>	1	33,20	33,20	33,20	0,00	0,00
<i>Theobroma subincanum</i>	2	21,31	36,81	29,06	7,75	37,72
<i>Schizolobium parahybum</i>	1	26,08	26,08	26,08	0,00	0,00
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	9,02	50,64	23,90	2,74	45,80
<i>Diclinanona tessmannii</i>	2	22,88	24,30	23,59	0,71	4,26
<i>Aniba perutilis</i>	2	15,46	30,06	22,76	7,30	45,36
<i>Aniba spp.</i>	2	14,61	29,67	22,14	7,53	48,10
<i>Terminalia oblonga</i>	1	20,80	20,80	20,80	0,00	0,00
<i>Miconia longifolia</i>	1	20,67	20,67	20,67	0,00	0,00
<i>Schefflera morototoni</i>	6	8,67	38,35	18,82	4,88	63,53
<i>Protium spp.</i>	12	8,76	38,61	18,69	2,30	42,66
<i>Rinorea viridifolia</i>	1	18,63	18,63	18,63	0,00	0,00
<i>Senefeldera inclinata</i>	22	9,64	32,39	17,78	1,34	35,35
<i>Maquira guianensis</i>	1	17,52	17,52	17,52	0,00	0,00
<i>Brosimum alicastrum</i>	6	12,92	24,74	17,30	1,99	28,21
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	15	9,24	31,18	17,18	1,73	39,04
<i>Virola decorticans</i>	37	3,78	42,69	17,14	1,51	53,47
<i>Inga alba</i>	12	4,92	38,73	17,06	2,85	57,82
<i>Guarea kunthiana</i>	2	10,04	23,61	16,83	6,79	57,03
<i>Helicostylis tomentosa</i>	5	6,95	29,87	16,77	4,05	53,99
<i>Pourouma bicolor</i>	21	8,33	31,41	16,44	1,16	32,27
<i>Guatteria guentheri</i>	15	2,99	27,03	16,12	1,84	44,12
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	9	7,66	39,07	15,71	3,18	60,73
<i>Aniba guianensis</i>	3	9,98	21,42	14,78	3,43	40,19
<i>Sclerolobium friburgense</i>	8	9,89	19,90	14,75	1,00	19,21
<i>Brosimum rubescens</i>	3	8,08	19,15	14,67	3,37	39,73
<i>Miconia punctata</i>	11	6,55	26,69	14,55	2,20	50,09
<i>Jacaranda copaia</i>	12	6,70	24,62	14,11	1,50	36,85
<i>Inga spp.</i>	4	7,45	17,39	13,10	2,19	33,38
<i>Virola elongata</i>	3	8,76	19,95	12,75	3,61	48,97
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	10,62	15,28	12,18	1,55	22,01
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	15	4,91	40,00	12,12	2,27	72,59
<i>Apeiba aspera</i>	3	9,56	13,37	11,33	1,11	16,95
<i>Parkia panurensis</i>	7	6,39	20,76	11,32	1,75	40,95
<i>Hevea guianensis</i>	1	9,27	9,27	9,27	0,00	0,00
<i>Marila tomentosa</i>	2	8,56	9,75	9,16	0,60	9,19
<i>Ormosia amazonica</i>	2	5,39	10,41	7,90	2,51	44,93

Tabla 14. Índice de espacio vital por especies en colinas altas.

Especies	n	Mín	Máx	Media	E.E.	CV
<i>Poulsenia armata</i>	1	41,45	41,45	41,45	0,00	0,00
<i>Miconia punctata</i>	3	13,52	42,34	31,97	9,25	50,11
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	30,00	32,86	31,43	1,43	6,43
<i>Apeiba aspera</i>	1	31,37	31,37	31,37	0,00	0,00
<i>Theobroma subincanum</i>	4	23,18	37,04	30,36	3,68	24,26
<i>Marila tomentosa</i>	4	18,71	37,47	27,94	4,85	34,69
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	27,37	27,37	27,37	0,00	0,00
<i>Qualea amoena</i>	1	27,03	27,03	27,03	0,00	0,00
<i>Sapium laurifolium</i>	3	25,11	28,25	26,50	0,92	6,05
<i>Virola elongata</i>	4	6,55	42,64	25,85	8,16	63,14
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	16,13	35,15	25,64	9,51	52,45
<i>Cinchona pubescens</i>	2	14,29	36,97	25,63	11,34	62,57
<i>Sloanea fragrans</i>	2	15,55	35,63	25,59	10,04	55,49
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	7,30	57,06	23,29	1,22	51,72
<i>Hevea guianensis</i>	5	8,98	64,22	22,92	10,41	101,54
<i>Pourouma bicolor</i>	11	6,58	59,27	22,86	4,70	68,16
<i>Virola decorticans</i>	42	3,44	45,83	22,12	1,57	46,03
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	10,64	28,57	20,60	4,11	39,89
<i>Jacaranda copaia</i>	2	6,66	34,22	20,44	13,78	95,34
<i>Symphonia globulifera</i>	2	19,95	20,77	20,36	0,41	2,85
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	12,39	31,41	20,28	2,26	29,46
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	9,17	35,75	20,03	2,11	36,57
<i>Terminalia oblonga</i>	3	14,09	27,16	20,01	3,82	33,10
<i>Aniba guianensis</i>	2	9,36	30,34	19,85	10,49	74,74
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	4,79	43,62	19,61	2,57	54,12
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	7,03	40,13	19,76	2,53	51,30
<i>Hirtella racemosa</i>	1	19,02	19,02	19,02	0,00	0,00
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	18,67	18,67	18,67	0,00	0,00
<i>Pourouma minor</i>	11	2,00	53,57	18,46	4,18	75,03
<i>Parkia panurensis</i>	8	7,44	48,89	18,37	4,80	73,88
<i>Senefeldera inclinata</i>	2	9,19	27,39	18,29	9,10	70,36
<i>Guatteria guentheri</i>	5	8,70	24,79	17,76	3,33	41,90
<i>Virola pavonis</i>	2	15,43	19,68	17,56	2,13	17,12

Continuación de la Tabla 14...

<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	15,98	19,12	17,32	0,93	9,34
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	3,62	64,52	16,92	2,76	78,17
<i>Schefflera morototoni</i>	1	16,91	16,91	16,91	0,00	0,00
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	10,21	23,52	16,87	6,66	55,81
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	4,76	28,10	16,43	11,67	100,45
<i>Casearia arbórea</i>	1	16,41	16,41	16,41	0,00	0,00
<i>Psychotria alba</i>	1	16,23	16,23	16,23	0,00	0,00
<i>Inga alba</i>	15	2,62	46,29	15,91	2,73	66,37
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	14,22	17,34	15,78	1,56	13,98
<i>Brosimum spp.</i>	1	15,75	15,75	15,75	0,00	0,00
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	7,57	20,74	14,94	3,88	45,01
<i>Inga venusta</i>	1	14,52	14,52	14,52	0,00	0,00
<i>Vismia amazonica</i>	1	13,64	13,64	13,64	0,00	0,00
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	12,48	12,48	12,48	0,00	0,00
<i>Aniba spp.</i>	2	8,29	16,55	12,42	4,13	47,03
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	9,31	13,38	11,11	1,20	18,66
<i>Nectandra hihua</i>	1	6,71	6,71	6,71	0,00	0,00

Tabla 15. Correlación Dc/ DAP, modelo $y = 3,45 + 0,1314x + 0,001169x^2$ en colina baja.

Especies	n	Media	E.E.	CV	Mín	Máx
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	15	18,05	3,04	65,25	4,91	44,76
<i>Ormosia amazonica</i>	2	15,76	7,32	65,66	8,44	23,07
<i>Marila tomentosa</i>	2	10,20	1,22	16,92	8,98	11,42
<i>Jacaranda copaia</i>	12	9,53	0,85	30,87	5,55	13,39
<i>Hevea guianensis</i>	1	9,44	0,00	0,00	9,44	9,44
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	9	9,26	1,11	35,92	5,05	14,27
<i>Schefflera morototoni</i>	6	9,20	1,42	37,90	5,50	13,65
<i>Sclerolobium friburgense</i>	8	8,98	1,09	34,46	4,93	13,44
<i>Aniba perutilis</i>	2	8,56	2,49	41,14	6,07	11,05
<i>Parkia panurensis</i>	7	8,45	1,36	42,45	5,01	15,43
<i>Inga alba</i>	12	8,40	1,00	41,05	5,47	15,54
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	8,37	1,12	23,21	6,16	9,80
<i>Miconia punctata</i>	11	7,98	0,64	26,53	5,24	11,33
<i>Brosimum rubescens</i>	3	7,85	1,46	32,21	6,19	10,76

Continuación de la Tabla 15...

<i>Guarea kunthiana</i>	2	7,67	1,89	34,78	5,78	9,55
<i>Inga spp.</i>	4	7,46	1,00	26,92	6,19	10,42
<i>Helicostylis tomentosa</i>	5	7,31	0,87	26,64	5,20	10,13
<i>Pourouma bicolor</i>	21	7,31	0,40	24,85	5,16	10,87
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	15	7,12	0,60	32,89	5,02	13,47
<i>Apeiba aspera</i>	3	7,06	1,13	27,67	5,67	9,29
<i>Virola decorticans</i>	37	6,81	0,33	29,73	4,88	15,54
<i>Guatteria guentheri</i>	15	6,80	0,40	22,91	5,05	10,24
<i>Virola elongata</i>	3	6,64	1,27	33,22	5,04	9,16
<i>Brosimum alicastrum</i>	6	6,62	0,57	21,18	5,31	8,63
<i>Aniba guianensis</i>	3	6,28	0,78	21,63	5,42	7,85
<i>Aniba spp.</i>	2	6,27	1,31	29,55	4,96	7,58
<i>Protium spp.</i>	12	6,21	0,32	17,84	5,12	8,55
<i>Senefeldera inclinata</i>	22	5,98	0,18	14,08	4,91	8,05
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	5,64	0,15	10,41	4,97	7,00
<i>Symphonia globulifera</i>	1	5,63	0,00	0,00	5,63	5,63
<i>Theobroma subincanum</i>	2	5,62	0,44	11,07	5,18	6,06
<i>Maquira guianensis</i>	1	5,49	0,00	0,00	5,49	5,49
<i>Terminalia oblonga</i>	1	5,42	0,00	0,00	5,42	5,42
<i>Schizolobium parahybum</i>	1	5,36	0,00	0,00	5,36	5,36
<i>Diclinanona tessmannii</i>	2	5,35	0,10	2,51	5,25	5,44
<i>Miconia longifolia</i>	1	4,94	0,00	0,00	4,94	4,94
<i>Rinorea viridifolia</i>	1	4,88	0,00	0,00	4,88	4,88

Tabla 16. Correlación Dc/ DAP, modelo $y = 3,45 + 0,1314x + 0,001169x^2$ en colina alta.

Especies	n	Media	E.E.	CV	Mín	Máx
<i>Schefflera morototoni</i>	1	13,37	0,00	0,00	13,37	13,37
<i>Inga venusta</i>	1	12,50	0,00	0,00	12,50	12,50
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	11,57	2,28	27,87	9,29	13,85
<i>Parkia panurensis</i>	8	11,36	1,76	43,84	5,44	20,34
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	10,95	1,15	18,21	8,65	12,18
<i>Hevea guianensis</i>	5	10,48	1,64	35,02	5,02	14,58
<i>Symphonia globulifera</i>	2	10,11	0,50	6,93	9,61	10,60
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	10,08	0,92	15,83	8,24	11,08
<i>Virola pavonis</i>	2	9,59	0,28	4,13	9,31	9,87
<i>Terminalia oblonga</i>	3	9,28	1,22	22,72	6,98	11,12
<i>Jacaranda copaia</i>	2	9,15	1,44	22,19	7,71	10,58
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	8,80	1,67	26,77	7,13	10,46

Continuación de la Tabla 16...

<i>Pourouma bicolor</i>	11	8,44	1,10	43,06	5,04	17,50
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	8,26	1,27	30,79	6,72	12,06
<i>Casearia arbórea</i>	1	8,24	0,00	0,00	8,24	8,24
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	8,16	0,50	21,16	5,20	11,40
<i>Aniba guianensis</i>	2	8,16	2,27	39,28	5,89	10,42
<i>Guatteria guentheri</i>	5	7,98	0,69	19,45	5,99	10,13
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	7,68	1,20	41,38	5,15	14,21
<i>Apeiba aspera</i>	1	7,56	0,00	0,00	7,56	7,56
<i>Vismia amazonica</i>	1	7,47	0,00	0,00	7,47	7,47
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	7,46	0,39	25,38	5,20	12,52
<i>Inga alba</i>	15	7,32	0,44	23,28	5,29	12,47
<i>Sloanea fragrans</i>	2	7,24	0,17	3,32	7,07	7,41
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	7,16	1,62	39,25	5,52	10,40
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	7,15	0,45	25,72	4,96	10,64
<i>Virola decorticans</i>	42	6,80	0,32	30,05	4,88	16,93
<i>Aniba spp.</i>	2	6,74	0,92	19,30	5,82	7,66
<i>Virola elongata</i>	4	6,73	1,51	45,03	4,88	11,22
<i>Pourouma minor</i>	11	6,58	0,36	17,95	5,02	8,48
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	6,55	0,23	14,12	5,26	7,95
<i>Nectandra hihua</i>	1	6,53	0,00	0,00	6,53	6,53
<i>Poulsenia armata</i>	1	6,42	0,00	0,00	6,42	6,42
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	6,40	0,82	18,12	5,58	7,22
<i>Qualea amoena</i>	1	6,28	0,00	0,00	6,28	6,28
<i>Cinchona pubescens</i>	2	6,27	0,16	3,50	6,11	6,42
<i>Miconia punctata</i>	3	6,26	0,59	16,41	5,12	7,11
<i>Hirtella racemosa</i>	1	6,26	0,00	0,00	6,26	6,26
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	6,23	0,50	11,25	5,73	6,72
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	6,04	0,52	12,07	5,52	6,55
<i>Marila tomentosa</i>	4	6,00	0,54	17,92	4,90	7,47
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	5,97	0,07	12,39	4,88	8,10
<i>Sapium laurifolium</i>	3	5,92	0,20	5,84	5,62	6,30
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	5,82	0,00	0,00	5,82	5,82
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	5,75	0,00	0,00	5,75	5,75
<i>Psychotria alba</i>	1	5,75	0,00	0,00	5,75	5,75
<i>Senefeldera inclinata</i>	2	5,61	0,46	11,48	5,15	6,06
<i>Theobroma subincanum</i>	4	5,51	0,18	6,55	5,04	5,87
<i>Brosimum spp.</i>	1	5,29	0,00	0,00	5,29	5,29
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	5,12	0,00	0,00	5,12	5,12

ANEXO 4: Panel fotográfico

Figura 17. Ubicación del área de investigación.



Figura 18. Toma de las coordenadas geográficas de los bloques.



Figura 19. Ubicación de las unidades de muestreo.



Figura 20. Ejecución de la forma de UM.



Figura 21. Toma de azimut y distancia de los árboles dentro de la UM.



Figura 22. Toma de datos en campo.



Figura 23. Medición del diámetro de fuste de los árboles evaluados.



Figura 24. Medición del diámetro de copa de los árboles evaluados.



Figura 25. Colecta botánica para la identificación de especies.

ANEXO 5: Ficha de evaluación

Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre del Perú
Formulario 4 – Medición de especímenes vivos, muertos en pie y tocones 03

Datos de la SUM: 4.1a Cód. UMI: 03

4.1b Subunidad (SUM): 01

4.1c ¿Incluye fustales?: S I

4.1d Fecha: Día 10 / Mes 03 / Año 21

4.1e Hora inicio: Horas 01 : Minutos 38

4.1f Hora Final: Horas : Minutos

4.2 Croquis de la SUM: Dibuje las CUA, asimismo si hubiera una sección de la SUM no medida

4.3 Coordenadas del punto central de la SUM: UTM X: 391161 UTM Y: 8770568 Error GPS:

Código de foto: Código de waypoint:

4.4 Referencias ubic. de la marca permanente (en caso de no coincidir con el inicio de la UR) azimut (°): distancia (m):

4.5 Razones de No registro de mediciones: Inaccesible, con elementos medibles Sin individuos para medir Otra:

Ubicación		Identidad		Mediciones				Condiciones del espécimen								
N° Ind.	N° Rama	Azimut (°)	Dist. (m)	Nombre científico	Hábitat	DAP1 (cm)	DAP2 (cm)	HF (m)	HT (m)	EA	Cfu	CFS	CaD	Gco	Gde	Uso
1	0	0	0	Cumala	Viñales de castaños	86.2		18	26							
2	15	1468		Shimbillo	Yajo elba	15.4		9	21							
3	09	493		6 Pal	Pacham spp.	11.5		6	13							
4	79	5076		Muerto Pk		33.8		-	12							
5	54	5340		Huamansamama	Jacarina rosalia	50		15	28							
6	100	6185		Sachaybilla	Pavona bicolor	25		18	30							
7	102	6185		Zabumburgio	Ladombraga oblongata	47.3		20	31							
8	68	9448		Lademburgia	"	38.7		16	27							
9	69	9246		carahupisca	Gastrea granitica	17.5		8	20							
10	48	7201		Cumala	Viñales de castaños	17.2		8	16							
11	54	10842		Cumala	"	15.1		6	14							
12	41	7576		Pasthaco	Pachia panensis	10.8		7	13							
13	27	7897		Muerto Pk		15.6		5	12							
14	10	10272		Nachinga	Brosimum aculeatum	14.4		88	18							
15	10	10312		Cumala	Viñales de castaños	28.1		16	23							
16	330	4954		NN		33.5		18	27							
17	78	4003		Sachaybilla	Pavona bicolor	14		8	14							
18	304	6426		Copal	Pachia spp.	16.4		10	19							
19	305	6751		Cumala	Viñales de castaños	25		11	21							
20	318	12124		Cumala	"	19.4		7	16							

Figura 26. Formato con las evaluaciones en campo del DAP en el bloque 01-UM 03.

HOJA DE EVALUACIÓN												
Bloque 2												
N°UM	4											
Coord. UTM	E:		N:									
	Error GPS:											
Fecha	22/08/22											
Hora de inicio			Hora final									
N°	Variables de copa								Forma copa	Iluminación de copa	Infestación de Lianas	
	Diám. N		Diám. E		Diám. S		Diám. O					
	AZ(°)	(m)	AZ(°)	(m)	AZ(°)	(m)	AZ(°)	(m)				
1	23°	3.23	129°	3.29	225°	3.14	298.5°	1.52	2	8	4	
2	35.5°	3.51	119.5°	2.87	222°	2.66	309°	2.12	2	3	4	
3	28.5°	3.71	105°	2.31	233°	1.74	302.5°	3.01	2	3	1	
4	25°	4.13	127°	3.65	220.5°	1.68	293°	2.02	2	2	1	
5	27.5°	2.95	124.7°	3.07	228.5°	2.29	309.5°	2.29	3	1	1	
6	19°	2.28	128.5°	1.89	207.5°	3.71	350.5°	1.39	3	2	1	
7	27.5°	2.35	121.5°	1.82	210°	2.29	293°	1.43	2	2	1	
8	20°	3.91	117°	1.6	230.5°	3.71	307.5°	3	3	3	2	
9	48.5°	2.4	136.5°	2.15	217.3°	2.29	350.5°	3.65	3	2	2	
10	53.5°	3.37	141°	3.23	224.6°	3.71	302.5°	2.83	3	1	1	
11	10°	1.87	123.5°	1	254.5°	2.29	303°	5.63	2	2	1	
12	51.5°	3.72	159.5°	2.75	234.5°	3.3	304.5°	5.21	2	2	1	
13	25.5°	3.63	159.5°	3.7	236.5°	5.81	292.5°	3.17	2	2	2	
14	62.5°	1.47	153.5°	1.86	267.5°	4.57	283°	3.71	2	2	1	
15	67.5°	2.71	133°	2.26	213°	2.04	316°	3.58	5	3	1	
16	51.5°	2.08	152.5°	1.37	235°	1.69	301°	2.77	3	2	1	
17	74.5°	2.98	159°	2.36	293.5°	2.95	332.5°	1.5	2	2	1	
18					211°	3.4	289.5°	6.46	3	2	1	
19	60°	2.23	159.5°	1.73	242.5°	0.47	344.5°	0.47	2	3	1	
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22	77°	4.94	159.5°	3.52	229.5°	2.01	320.5°	4.25	2	2	1	
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	45.5°	2.09	175°	2.28	195.5°	3.15	315.5°	2.99	2	3	1	
25	49°	2.35	141.3°	2.31	239°	2.51	347.5°	1.46	2	4	1	
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27	39.5°	2.23	151.5°	2.1	216.5°	2.91	347.5°	2.18	4	2	1	
28	39°	1.65	149.5°	1.44	292.5°	3.62	341.5°	1.81	2	2	2	
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30	25.5°	4.26	-	-	267.5°	2.54	303.5°	5.1	3	2	2	
31	34.1°	2.02	-	-	248.5°	2.09	308°	2.17	2	3	2	
32	-	-	144.5°	3.81	-	-	-	-	4	3	1	

Figura 29. Formato con las evaluaciones en campo del diámetro de copa en el bloque 02-UM

ANEXO 6: Constancia de Especies



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA TINGO MARÍA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que las especies encontradas en la tesis "Relación del diámetro de copa y el diámetro del fuste de los árboles en bosques de colinas altas y bajas de Tingo María" ejecutada por la Bachiller Sonia Gladys, Manayay Lucero, corresponden al nombre científico siguiente:

Familia	Nombre científico	Nombre común
Annonaceae	<i>Diclinanona tessmannii</i> Diels	Tortuga caspi
	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	Carahuasca
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	Aceite caspi
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Huamansamana
Bursaceae	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	Cedro macho
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	Copal
Calophyllaceae	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	Marila
Caryocaraceae	<i>Anthodiscus peruanus</i> Baill.	Chamiza
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> var. <i>hexandra</i> (Willd. ex Schult.) Prance. vel sp. aff.	Pinsha meona
	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Azufre caspi
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pay.)	Yacushapana
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea fragrans</i> Rusby. vel sp. aff.	Coto huayo
	<i>Caryodendron orinocense</i> Karst.	Metohuayo
Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Shiringa
	<i>Sapium laurifolium</i> (A. Rich.) Griseb.	Gutapercha
	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	Huangana caspi
	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Tornillo
Fabaceae	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Shimbillo
	<i>Inga</i> spp.	Inga
	<i>Inga venusta</i> Standl. vel sp. aff.	Shimbillo venusta
	<i>Ormosia amazonica</i> Ducke	Huayruro
	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	Pashaco

Figura 30. Constancia de identificación de especies forestales (1).

	<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell. Conc.) S.F. Blake.	Pashaco blanco
	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	Ucshaquiro blanco
Hypericaceae	<i>Vismia amazonica</i> Ewan vesp. aff.	Pichirina
	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	Moena amarilla
Lauraceae	<i>Aniba perutilis</i> Helms.	Moena negra
	<i>Aniba</i> spp.	Moena
	<i>Nectandra hihua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer	Cunchi meona
Malvaceae	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	Peine de mono
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Cacao de monte
Melastomataceae	<i>Miconia longifolia</i> (Aubl.) DC.	Rifarillo
	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	Rifari
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Requia
	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	Mashonaste
	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>Bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	Manchinga
	<i>Brosimum</i> spp.	Brosimum
Moraceae	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Palo peruano
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	Chimicua
	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	Yanchama
	<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	Capimuri
	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	Chimicua sin pelos
Myristicaceae	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	Favorito
	<i>Virola decorticans</i> Ducke	Cumala
	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Cumala blanca
	<i>Virola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.	Cumala caupuri
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Cinchona
	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L. Andersson	Cascarilla
	<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	Cicotria
	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	Quillobordon
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Rifari negro
Sapotaceae	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.) Baehni	Caimitillo
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico
	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Sacha uvilla
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Uvilla
Violaceae	<i>Rinorea viridifolia</i> Rusby	Cafecillo
Vochysiaceae	<i>Qualea amoena</i> Ducke	Moena sin olor

Se expide la presente para los fines que estime conveniente.

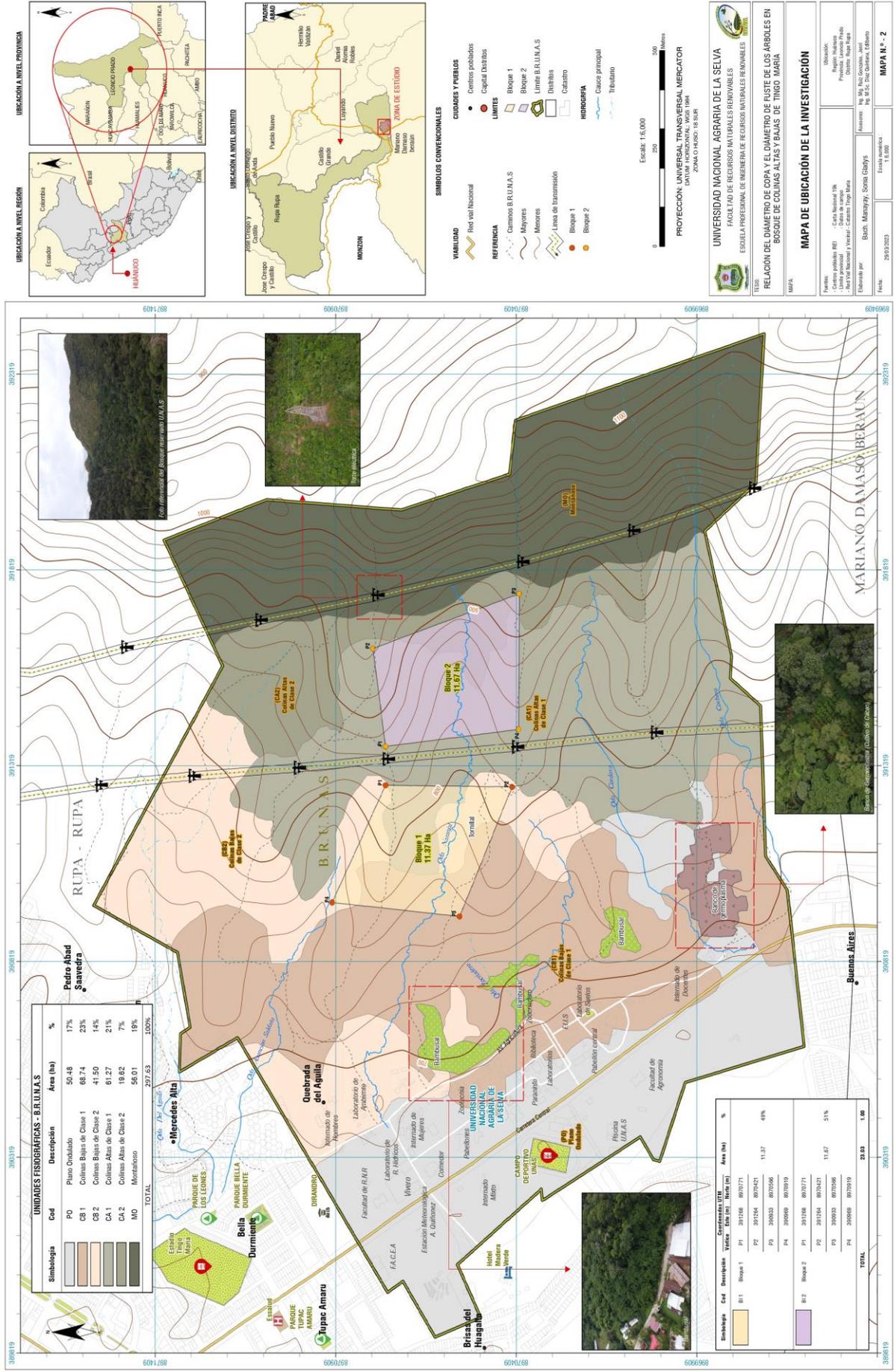
Tingo María, 14 de agosto del 2023

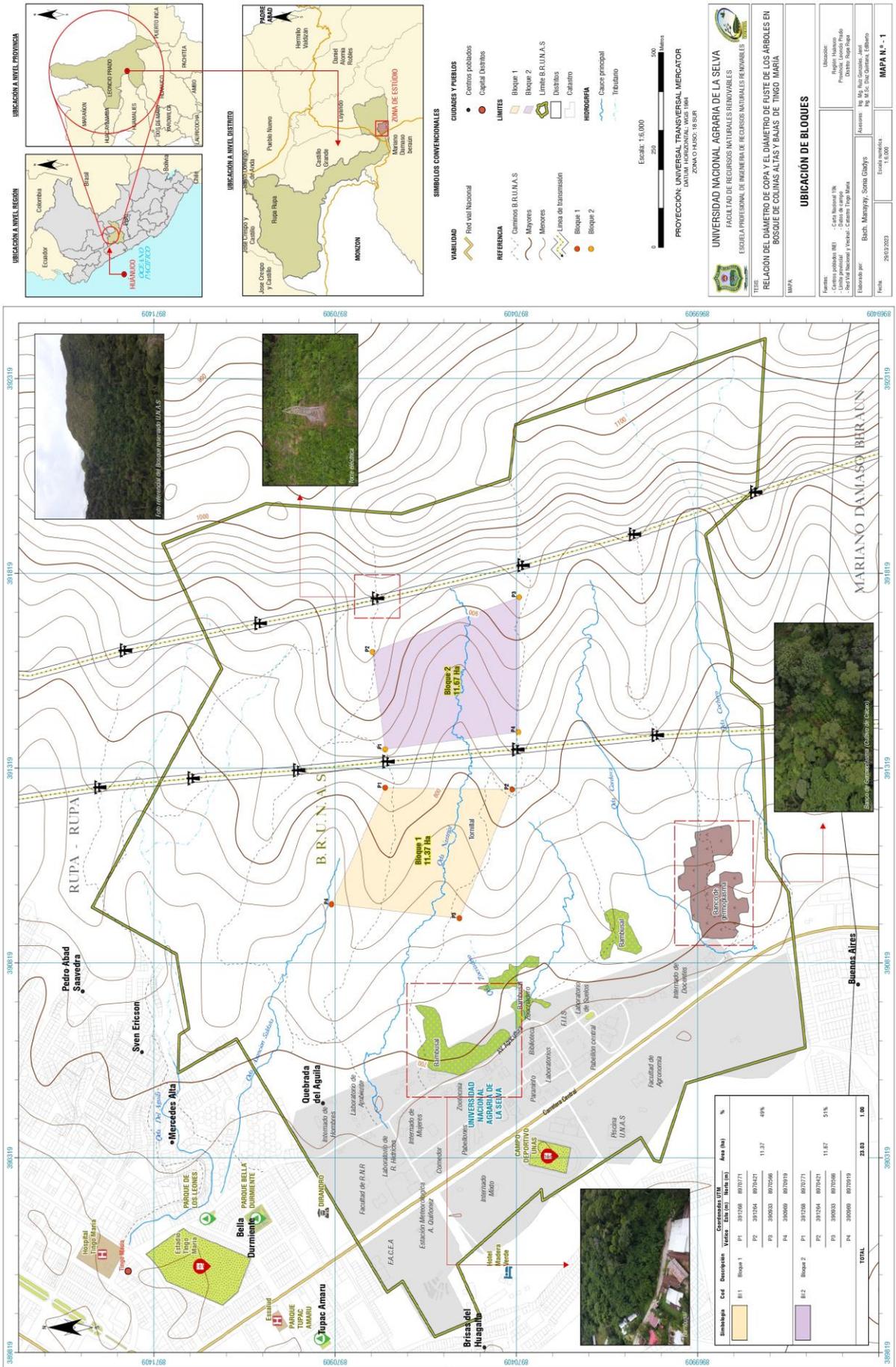

M. Sc. Warren Ríos García
Docente de Dendrología-UNAS

Reg. CIP. 43189

Figura 31. Constancia de identificación de especies forestales (2).

MAPAS





Bloques	Cód.	Descripción	Coordenadas UTM	Área (Ha)	%
		Vértices	Easting (E)	Northing (N)	
B1	P1	397308	807071	11.37	4%
	P2	397304	807071		
	P3	398303	807096		
	P4	398306	807091		
B2	P1	397308	807071	11.67	5%
	P2	397304	807071		
	P3	398303	807096		
	P4	398306	807091		
TOTAL			23.02	1.00	