

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL



**RASGOS FUNCIONALES DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DE UN BOSQUE DE
COLINA Y SU RELACIÓN CON LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE
APROVISIONAMIENTO**

Tesis

Para optar el grado académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN: GESTION AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

ROSARIO SALAZAR MINAYA

Tingo María – Perú

2022



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



“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 003-2022-UPG-FRNR-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 07:00 p.m. del jueves 03 de marzo de 2022, reunidos virtualmente vía Microsoft Teams, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

**“RASGOS FUNCIONALES DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DE UN
BOSQUE DE COLINA Y SU RELACIÓN CON LOS SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS DE APROVISIONAMIENTO”**

A cargo de la candidata al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención: Gestión Ambiental **ROSARIO SALAZAR MINAYA**.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**.

Acto seguido, a horas 8:30 p.m. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
Presidente del Jurado

Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
Miembro del Jurado

Ing. MS.c. DAVID PRUDENCIO QUISPE JANAMPA
Miembro del Jurado

Ing. MS.c. WARREN RIOS GARCIA
Accesitario

Ing. MS.c. EDILBERTO DIAZ QUINTANA
Asesor

Ing. Mg. RUIZ GONZALES JENRY
Co Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL



RASGOS FUNCIONALES DE LA VEGETACIÓN ARBÓREA DE UN BOSQUE DE COLINA Y SU RELACIÓN CON LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DE APROVISIONAMIENTO

Autor	: SALAZAR MINAYA, Rosario
Asesores	: Ing. M.Sc. DÍAZ QUINTANA, Edilberto Ing. Mg. RUIZ GONZALES, Jenri
Programa de investigación	: Diversidad biológica
Línea de Investigación	: Inventario evaluación y caracterización de especies y ecosistemas
Eje temático de investigación	: Inventario, evaluación y caracterización de las especies y su relación con los ecosistemas
Lugar de ejecución	: Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - BRUNAS
Duración	: 06 meses
Financiamiento	: S/. 9 567,50

Tingo María – Perú. 2022

Ficha cartográfica

Acta de sustentación

DEDICATORIA

A Dios por ser mi máximo
guía y soporte

A mis padres Fermín y
Margarita por ser motor de mi
vida.

A mis Hermanos; Paola,
Cristhian y Flor por ser
soporte y ejemplo siempre.

A mis Sobrinos Ariana, Mhel
y Gael por mostrarme su
afecto y sus sonrisas que
valen oro.

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

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Escuela de Post grado, por haberme forjado como profesional.

A todos mis Docentes de la Maestría en Agroecología mención Gestión Ambiental, quienes contribuyeron en mi formación académica.

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

A mis padres, Fermín Salazar Venegas y Margarita Gerta Minaya Cantalicio, por ser mi motor mi motivo y razón de vivir. Gracias por mostrarme la fortaleza que tienen en el trabajo y que a pesar de las dificultades siempre nos dieron lo mejor de ustedes y el enseñarnos que el único camino es ser mejor persona de la mano con Dios.

A mis hermanos Paola Margarita Salazar Minaya, gracias, hermana por mostrarme lo fuerte que eres y ser un ejemplo constante; Cristhian Salazar Minaya, por tu siempre extrovertida actitud y mostrarme que hay tiempo para todo, y Flor María Salazar Minaya, por mostrarme responsabilidad. Gracias a los tres por ser ejemplo y soporte siempre.

A mis sobrinos Ariana Koryn Casimiro Salazar, Mhel Fernanda Salazar Flores y Gael Amilcar Verde Salazar, por sacar ese lado que desconocía en cuanto a tolerancia y paciencia, gracias por existir y ser parte importante en mi vida.

A mi cuñado Pedro Amílcar Verde Suarez (Q.E.P.D); ya no está entre nosotros; pero fue parte de nuestra familia, gracias por tus consejos y apoyo moral, gracias por tu siempre frase favorita: El cielo es el límite y por recordar siempre ser agradecidos con Dios por cada logro.

A las personas que han estado a mi lado siempre y de manera incondicional mis amigos de toda la vida: Luz Esther Sales Ordoñez, Fernando Oré Díaz, Juan Vargas, Marvin Romero, Frank Quispe, Nikie Barboza, Ulises Rivas, Jimmy More, etc. en realidad son muchas las personas a las que tengo que agradecer siempre he sido bendecida por Dios de rodearme de personas maravillosas de las que he aprendido mucho y siempre han estado aconsejándome.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Marco teórico.....	4
2.1.1. Los servicios ecosistémicos	4
2.1.2. Clasificación de los servicios ecosistémicos.....	5
2.1.2.1. Funciones de regulación	5
2.1.2.2. Funciones de hábitat	5
2.1.2.3. Funciones de producción	5
2.1.2.4. Funciones de información.....	6
2.1.2.5. Servicios de provisión.....	6
2.1.2.6. Servicios de regulación.....	6
2.1.2.7. Servicios culturales.....	6
2.1.2.8. Servicios de soporte.....	6
2.1.3. Servicios ecosistémicos que presta el BRUNAS	7
2.1.4. Rasgos funcionales	7
2.1.5. Rasgos funcionales asociados al servicio ecosistémico.....	8
2.1.5.1. La altura máxima	8
2.1.5.2. Variables de copa.....	9
2.1.5.3. La densidad básica.....	10
2.2. Estado del arte	10
2.2.1. Internacional	10
2.2.2. Nacional.....	11
2.2.3. Local	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar de ejecución.....	13
3.1.1. Ubicación geográfica y política	13
3.1.2. Zona de vida.....	13
3.1.3. Clima.....	13
3.1.4. Fisiografía	13
3.1.5. Recursos hídricos.....	14

3.2.	Materiales y métodos.....	14
3.2.1.	Materiales y equipos	14
3.2.2.	Metodología.....	14
3.2.2.1.	Tipo de investigación.....	14
3.2.2.2.	Horizonte del estudio.....	15
3.2.2.3.	Tipo de diseño de investigación	15
3.2.2.4.	Población	15
3.2.2.5.	Muestra	17
3.2.2.6.	Diseño de muestreo.....	18
3.2.2.7.	Forma de la unidad de muestreo	19
3.2.2.8.	Tamaño de muestra.....	20
3.2.2.9.	Tipo de muestreo	20
3.2.3.	Desarrollo de la investigación.....	20
3.2.3.1.	Etapas de planificación.....	20
3.2.3.2.	Recopilación de información bibliográfica del área	21
3.2.3.3.	Reconocimiento del área.....	21
3.2.3.4.	Distribución y delimitación de las unidades de muestreo	21
3.2.3.5.	Técnicas de recolección de información.....	21
	a) Técnicas bibliográficas.	¡Error! Marcador no definido.
	b) Técnicas de campo. “Fue la observación y a través del uso de equipos, como binoculares, hipsómetros, clinómetros, GPS, cámara digital, entre otros equipos, se logró evaluar las variables de investigación.” ..	¡Error! Marcador no definido.
3.2.3.6.	Técnicas estadísticas.....	21
3.2.3.7.	Instrumentos de recolección de información.....	21
	a) Instrumentos bibliográficos. .	¡Error! Marcador no definido.
	b) Fichas de contenido o de investigación.	¡Error! Marcador no definido.
	c) Instrumento estadístico.	21
3.2.4.	Evaluación de los árboles	22
3.2.5.	Variables evaluadas	22
3.2.5.1.	Altura máxima de los árboles	23
3.2.5.2.	Forma de copa.....	23
3.2.5.3.	Densidad básica	24
3.2.5.4.	Regulación hídrica.....	24

a)	Infiltración de agua de lluvia en el bosque	24
b)	Retención del agua por copa de los árboles	25
c)	Almacenamiento de agua en los árboles	26
3.2.6.	Método de análisis de datos	27
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1.	Número de familias y especies encontradas en la investigación	28
4.2.	Relación de la altura máxima de los árboles de colina con el servicio ecosistémico de aprovisionamiento.....	28
4.2.1.	Relación de altura máxima y la cobertura vegetal arbórea (valor de cobertura)	29
4.2.2.	Relación de altura máxima y la retención.....	30
4.2.3.	Relación de altura máxima y el almacenamiento	31
4.3.	Relación de la forma de copa de los árboles de colina con el servicio ecosistémico de aprovisionamiento.....	32
4.3.1.	Relación del porcentaje de copa con el valor de cobertura arbórea, retención y almacenamiento	32
4.3.2.	Relación del índice de copa con el valor de cobertura arbórea, retención y almacenamiento	35
4.3.3.	Relación de la forma de copa con el valor de cobertura arbórea, retención y almacenamiento	38
4.3.4.	Relación del índice de espacio vital con el valor de cobertura arbórea, retención y almacenamiento	40
4.3.5.	Relación de manto de copa con el valor de cobertura arbórea, retención y almacenamiento	42
4.3.6.	Relación de esbeltez con el valor de cobertura arbórea, retención y almacenamiento	45
4.4.	Relación de la densidad básica de los árboles de colina alta con el servicio ecosistémico de aprovisionamiento	47
V.	CONCLUSIONES	51
VI.	RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
VII.	REFERENCIAS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Páginas
1. Coordenadas del área investigación.	16
2. Cálculo del número de unidades de muestreo.	18
3. Variables e indicadores.	22
4. Familias con la mejor media en altura máxima.	29
6. Porcentaje de copa de cinco especies con mejor media.	33
7. Índice de copa.	35
8. Forma de copa.	38
9. Índice de espacio vital.	40
10. Manto de copa.	43
11. Esbeltez.	45
12. Categorías de densidad básica por familias e individuos.	48
13. Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson.	64
14. Interpretación del coeficiente de correlación de Rho de Spearman.	64
15. Composición florística de la investigación.	65
16. Número de Familias, especies e individuos.	66
17. Media de la altura total de los árboles por familia.	68
18. Media de altura total por especie.	69
19. Porcentaje del valor de cobertura arbórea por especie.	70
20. La media de la retención por especie de árboles.	72
21. La media del almacenamiento por especie de árboles.	73
22. Porcentaje de copa por especie de árbol.	75
23. Índice de copa por especie de árboles.	76
24. Forma de copa por especie de árbol.	78

25. Índice de espacio vital por especie.	79
26. Manto de copa por especie.	81
27. Esbeltez por especie.....	82
28. Categorías de densidad básica (g/cm ³) por familia.	84
29. Categorías de densidad básica (g/cm ³) por especie.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Páginas
1. Croquis de ubicación del área de investigación.....	16
2. Mapa de ubicación del bloque en el BRUNAS.	17
3. Número de muestras y diseño de muestreo de investigación.	19
4. Forma de la unidad de muestreo.	20
5. Diámetro de copa de los árboles medidas en las unidades de muestreo.....	24
6. Número de familias y especies.	28
7. Relación de altura total y valor de cobertura arbórea.	30
8. Relación de altura total y retención.	31
9. Relación de altura total y almacenamiento.....	32
10. Relación de porcentaje de copa y valor de cobertura arbórea.	33
11. Regresión de porcentaje de copa y retención.	34
12. Relación de porcentaje de copa y almacenamiento.	35
13. Relación de índice de copa y valor de cobertura arbórea.	36
14. Relación de índice de copa y retención.	37
15. Relación de índice de copa y almacenamiento.	37
16. Relación de la forma de copa y el valor de cobertura arbórea.	38
17. Relación de la forma de copa y la retención.....	39
18. Relación de la forma de copa y el almacenamiento.	39
19. Relación de índice de espacio vital y valor de cobertura arbórea.	41
20. Relación de índice de espacio vital y la retención.....	41
21. Regresión de índice de espacio vital y el almacenamiento.	42
22. Relación del manto de copa y el valor de cobertura arbórea.....	43
23. Relación del manto de copa y la retención.	44

24. Relación del manto de copa y el almacenamiento.....	44
25. Relación de la esbeltez y el valor de cobertura arbórea.	46
26. Relación de la esbeltez y la retención.....	46
27. Relación de la esbeltez y el almacenamiento.	47
28. Categorías de densidad básica por familia e individuo.	48
29. Relación de la densidad básica y el valor de cobertura arbórea.	49
30. Relación de la densidad básica y la retención.	49
31. Relación de la densidad básica y el almacenamiento.	50
32. Ubicación del área de investigación.	87
33. Estimación de la altura de los árboles usando clinómetro.....	87
34. Medición de la distancia del árbol al punto central de la UM, usando distanciómetro laser. .	88
35. Medición de la distancia del árbol a un punto conocido para calcular la altura, usando distanciómetro laser.	88
36. Constancia de identificación de especies forestales (a).....	89
37. Constancia de identificación de especies forestales (b).....	90
38. Constancia de identificación de especies forestales (c).....	91

RESUMEN

El objetivo general de esta investigación fue relacionar los rasgos funcionales de la vegetación arbórea de un bosque de colina con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento. La población fue un bloque de 11,75 ha en el BRUNAS, de las cuales se evaluaron 14 unidades muestrales de 500 m² cada una.

Como método usado fue el hipotético-deductivo, no experimental, correlacional y transversal, recogiendo información en un solo momento, la investigación inició ubicando y evaluando las unidades muestrales previamente determinadas su distribución espacial con ayuda de los sistemas de información geográfica, utilizando formatos de evaluación adaptados del SERFOR. Los mismos que brindaron información de los rasgos funcionales de la vegetación arbórea de un bosque de colina con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, a través de la evaluación de sus distintos indicadores y subindicadores. Los resultados se presentaron describiendo y discutiendo cada tabla y gráfico.

El estudio llega a la conclusión que estadísticamente los rasgos funcionales y los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento tienen una relación significativa; habiéndose encontrado un coeficiente de correlación de Pearson de entre 0,10 a 0,60 entre relación positiva y negativa, lo que significa que existe de una muy baja relación a fuerte entre las variables. Asimismo, existiendo una correlación de Rho de Spearman de -0,22 entre la densidad básica y el valor de cobertura arbórea. Y ninguna relación con sus otros dos indicadores.

Palabras claves: rasgos funcionales, altura máxima, forma de copa, densidad básica, servicios ecosistémicos, aprovisionamiento.

ABSTRACT

The general objective of the research was to relate the functional traits of the tree vegetation in a hilly forest with the ecosystem supply services. The population was an 11.75 ac block in the BRUNAS (acronym in Spanish), from which fourteen sample units were evaluated from every 500 m².

The method that was used was hypothetical-deductive, non-experimental, correlational and cross-sectional, where information was collected at one time. The research started with locating and evaluating the sample units, which had previously been determined from their spatial distribution with the help of geographic information systems, using the adapted evaluation formats from SERFOR (acronym in Spanish). These also offered information on the functional traits of the tree vegetation from a hilly forest with the ecosystem supply services, through the evaluation of the distinct indicators and sub indicators. The results were presented, describing and discussing each table and graph.

The conclusion that was reached from the study was that, statistically, the functional traits and the ecosystem supply services had a significant relationship; where the Pearson's correlation coefficient was found to be between 0.10 and 0.60, between the positive and negative relationship, which means that a very low to strong relationship exists between the variables. At the same time, a Spearman's Rho correlation of -0.22 exists between the basic density and the value of tree cover. No relationship exists between the other two indicators.

Keywords: functional traits, maximum height, canopy shape, basic density, ecosystem services, supply

I. INTRODUCCIÓN

La constante pérdida de los bosques del mundo y en especial los bosques tropicales de Sudamérica, hacen que día tras día desaparezcan o extingan especies de flora y fauna silvestre, sin que se conozca cuáles son esos rasgos funcionales que interactúan y se relacionan con los servicios ecosistémicos que proveen los bosques. El Perú cuenta con la mayor variedad de climas, convirtiéndolo en megadiverso, pero nuestra Amazonía sufre una pérdida anual de aproximadamente 140 000 ha al año, durante el 2001 se ha perdido cerca de 2.3 millones de ha de bosques, las razones principales viene 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 y animales, haciendo que muchas de las funciones ecológicas asociadas a rasgos funcionales de la vegetación arbórea se vean afectadas, en mayor medida la provisión de servicios ecosistémicos que brindan los bosques a las comunidades y población asentada en las ciudades.

Pero en la actualidad el estado muestra acciones muy limitadas o no se nota, con la consecuencia de que las investigaciones en cuanto a correlación del rasgo funcional y el servicio ecosistémico que proveen no cuenten con una promoción en esta línea. Siendo, además que en su gran mayoría estén limitadas a trabajos locales y a pocas especies debido al alto costo que demanda una evaluación en los bosques tropicales. Sumado también a que no existe una metodología única y estandarizada para evaluar bosques tropicales, por lo que los estudios no son comparables con otras regiones del país, quedando la información disponible solo localmente. En consecuencia, la falta de investigaciones sobre rasgos funcionales limita la oportunidad de conocer a ciencia cierta la capacidad adaptativa de la vegetación arbórea frente a los riesgos del cambio climático y poder mitigar los daños potenciales es decir como las plantas modifican su fenología, sus procesos fisiológicos y reproductivos, dando lugar a diversas estrategias que las plantas desarrollan para mantenerse como mecanismos de captura y distribución de recursos. Bajo esas consideraciones, se planteó la siguiente interrogante: ¿Cuáles serán los rasgos funcionales de la vegetación arbórea de un bosque de colina y su relación con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento?

Esta investigación reviste de importancia porqué los bosques situados adyacentes a las ciudades como el BRUNAS son considerados con vital importancia, por su provisión con diversos servicios ecosistémicos como por ejemplo el agua que consumen. El conocimiento y evaluación de los rasgos funcionales y como se relaciona con la provisión de estos servicios ecosistémicos, es fundamental para determinar los mejores usos sostenibles de estos bosques. Asimismo, en Tingo María los bosques primarios tropicales son de características frágiles, haciéndose vulnerables a los cambios que se suscitan en el ambiente en estos tiempos, afectando los servicios que prestan estos bosques como proveer de agua a la población aledaña, así como también retención del recurso hídrico por los árboles, conservando indirectamente la fertilidad del suelo y como no la biodiversidad que albergan en flora y fauna silvestre.

Entonces investigaciones como la que se plantea y poder relacionar es de suma importancia para enfrentar con eficiencia los efectos del cambio climático, información que además servirá para utilizarse en la gestión de riesgos de desastres naturales, como las inundaciones y los incendios forestales, muy recurrentes en los últimos años en la amazonia peruana. Y el BRUNAS, es uno de los pocos, aledaños a las ciudades que mantiene su estructura y composición como bosque primario, el mismo que genera diversos servicios ecosistémicos a la ciudad de Tingo María.

En ese contexto la investigación busca constituirse en una herramienta útil para relacionar los rasgos funcionales con los servicios ecosistémicos de provisión. Siendo que este tipo de investigaciones son muy pocas, por lo que la información generada servirá de estudios de línea base para nuestra región en futuras investigaciones, de tal manera que en el tiempo se encuentre una metodología que sea comparable en las distintas zonas de nuestra región Huánuco. Además, busca que la información sea tomada en cuenta por los tomadores de decisiones como gobernadores, alcaldes, planificadores, investigadores y público en general que vienen elaborando, aprobando y ejecutando proyectos de reforestación y restauración de áreas degradadas, sin el mayor conocimiento y comprender la relación entre las características funcionales y los bienes y servicios ecosistémicos que brindan los bosques hace que estos proyectos sean insostenibles en el tiempo.

Finalmente, la investigación busca saber si existe relación significativa entre los rasgos funcionales de la vegetación arbórea de un bosque de colina y su relación con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento.

Objetivo general:

Relacionar los rasgos funcionales de la vegetación arbórea de un bosque de colina con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento.

Objetivos específicos:

- a)* Relacionar la altura máxima de los árboles de colina con el servicio ecosistémico de aprovisionamiento.
- b)* Relacionar la forma de copa de los árboles de colina con el servicio ecosistémico de aprovisionamiento.
- c)* Relacionar la densidad básica de los árboles de colina con el servicio ecosistémico de aprovisionamiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Los servicios ecosistémicos

El MINAM (2021) define los servicios ecosistémicos (SE) como los beneficios económicos, sociales y ambientales de uso directo e indirecto que los humanos obtienen del funcionamiento normal de los ecosistemas, tales como la regulación hídrica en cuencas hidrográficas, mantenimiento de la biodiversidad, secuestro de carbono, paisajismo, suelo formación, provisión de recursos genéticos, etc.

La asociación de (MEA, 2005) caracteriza a los SE como las ventajas que la sociedad obtiene del clima del que depende. Las ventajas que adquieren pueden ser inmediatas, como la disposición de alimento, fibra, combustible, o indirectas, como la riqueza del suelo, la fertilización. Simultáneamente, algunos SE dependen de las propiedades, capacidades o ciclos ambientales, por ejemplo, la madurez del suelo depende de la reutilización de suplementos y la recolección de materia natural. Los otros SE en realidad no se basan directamente en los procesos del sistema biológico, como el valor elegante o de otro mundo de especies específicas o arreglos de vegetación (Díaz *et al.*, 2007).

Por su parte Casanoves (2012) indica que los SE son beneficios que los ecosistemas brindan al hombre no solo haciendo posible su vida sino mejorando su calidad de vida. Autores como Camacho y Ruiz, (2012) definen que son “servicios que nos brindan la naturaleza”. Del mismo modo Daily, (1997) señala que son las condiciones y los procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales, y las especies tanto como flora y fauna silvestre, sustentan y satisfacen a la vida humana. De igual manera Balvanera y Cotler (2007) manifiestan que el concepto de servicios ecosistémicos permite analizar el vínculo que existe entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano, la cual surge debido a la necesidad de enfatizar esta estrecha relación que existe entre los ecosistemas y el bienestar de las poblaciones humanas.

Otros autores como (Costanza *et al.*, 1997) mencionan los servicios ecosistémicos son los bienes y servicios que nos brindan los ecosistemas, y están representados por los beneficios que los seres humanos obtienen de manera directa o indirecta, de las funciones de los ecosistemas.

Por otro lado, (Fisher *et al.*, 2009) mencionan que los servicios ecosistémicos son los componentes de la naturaleza, las cuales son utilizadas para satisfacer las necesidades humanas y producir bienestar.

2.1.2. Clasificación de los servicios ecosistémicos

Camacho y Ruiz (2012) ofrecen una clasificación de las funciones básicas de los ecosistemas agrupadas en cuatro principales categorías:

2.1.2.1. Funciones de regulación

Está relacionado con la capacidad de los ecosistemas para regular procesos ecológicos, las cuales son esenciales para sostener los sistemas vitales a través de ciclos biogeoquímicos y otros procesos biológicos.

Estas funciones brindan muchos servicios que tienen beneficios directos e indirectos para la población humana, como por ejemplo el mantenimiento de aire limpio, depuración del agua, prevención de inundaciones y mantenimiento de tierra agrícolas, entre otros.

2.1.2.2. Funciones de hábitat

Los ecosistemas naturales brindan protección a los animales y las plantas y además protegen los lugares de reproducción, contribuyendo a la conservación de la diversidad biológica y genética. Además brindan servicios tales como el mantenimiento de la diversidad biológica y genética y las especies disponibles comercialmente.”

2.1.2.3. Funciones de producción

Los procesos fotosintéticos y autótrofos en general, a partir de ella los organismos satisfacen sus requerimientos de materia orgánica, como son los compuestos inorgánicos, que también son fuente de sustentación y sirven de alimento para los consumidores en varios órdenes, para producir más tipos de biomasa.

Esta variedad de estructuras ofrece una amplia gama de bienes y servicios a los seres humanos, desde alimentos y materias primas hasta energía y productos farmacéuticos.

2.1.2.4. Funciones de información

Son los servicios no materiales que ofrecen los ecosistemas naturales, las cuales contribuyen al mantenimiento de la salud humana y al mantenimiento de la cultura, proporcionando oportunidades de enriquecimiento espiritual relacionada con el entorno natural, inspiración estética, identidad cultural, desarrollo cognitivo, también incluyen las oportunidades para las actividades recreativas y para el turismo, de inspiración para el arte, de conocimiento, de sentimiento de pertenencia, herencia cultural, entre otros. De igual manera el MINAM (2021) clasifica a los servicios ecosistémicos de la siguiente manera:

2.1.2.5. Servicios de provisión

Son servicios ecosistémicos que describen los productos materiales que procedente de los ecosistemas. Es decir, son aquellos beneficios que se obtienen de los bienes y servicios que la población humana recibe directamente de los ecosistemas, tales como alimentos, agua fresca tanto superficial como subterráneas, materias primas para la construcción y biocombustible, recursos genéticos, plantas medicinas entre otros.

2.1.2.6. Servicios de regulación

Son los beneficios que se obtienen a través de la regulación de los procesos de los ecosistemas, como son la regulación de la calidad del aire, regulación del clima, regulación de la erosión, regulación del agua entre otros.

2.1.2.7. Servicios culturales

Son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, tales como la belleza escénica, la recreación y turismo, la inspiración para la cultura, el arte y el diseño, la experiencia espiritual y la información para el desarrollo del conocimiento.

2.1.2.8. Servicios de soporte

Agrupar los servicios necesarios para producir los otros servicios ecosistémicos, tales como ciclo de nutrientes, formación de suelos, producción primaria, de transporte, de hábitad humano, etc.

2.1.3. Servicios ecosistémicos que presta el BRUNAS

Tuesta y Meza (2012) mencionan que el bosque de la Universidad Nacional Agraria de la Selva está compuesto de cobertura forestal propia de Selva Alta, en su interior alberga especies arbóreas como: *Senefeldera inclinata*, *Hevea brasiliensis*, *Psychotria caerulea*, *Jacaranda copaia*, *Pouteria caimito*, *Cecropia sciadophylla*, *Virola pavonis*, *Apuleia leiocarpa*, *Nectandra magnoliifolia*, *Cinchona officinaliz*, *Vitex pseudolea*, *Couratori macrosperma*, *Guatteria modesta*, *Iryanthera tricornis*, *Persea grandis*, *Cedrelinga cateniformis*, *Jacaratia digitata*, etc. Estas especies sirven como fuente de alimentación de especies de fauna, que además son dispersores de semillas y polinizadores de las cuales se benefician la población aledaña. Al mismo tiempo purifica el aire, ya son fuente de almacenamiento de carbono. También cuenta con seis arroyos: Córdova, Cocheros, Naranjal, Asunción Saldaña, Del Águila y Zoocriadero que dan agua a los asentamientos humanos que se encuentran aledaños al monte, por ejemplo, Buenos Aires, Asunción Saldaña, Stiven Ericsson, Mercedes Alta, Quebrada del Águila y San Martín.

2.1.4. Rasgos funcionales

Los rasgos funcionales, también llamados caracteres funcionales (traits) son las características morfológicas, fisiológicas y/o fenológicas medibles a nivel individual, desde el nivel celular hasta un organismo, que influyen en su crecimiento, reproducción y supervivencia y/o en los efectos de dicho organismo en el ecosistema (Lavorel *et al.*, 1999). Los valores particulares de un carácter funcional en un lugar y tiempo determinado son denominados atributos (Violle *et al.*, 2007). Los mejores caracteres son aquellos que, siendo lo más informativos posible desde el punto de vista ecológico, pueden ser medidos más fácilmente y a un menor costo, para un número representativo de individuos dentro de una población de acuerdo a los objetivos de la investigación (Cornelissen *et al.*, 2003)

Por su parte Casanoves (2012) indica que los rasgos funcionales son las características medibles de las especies, estas pueden ser morfológicas, anatómicas, arquitecturales o fisiológicas, las cuales afectan la respuesta funcional de plantas individuales o su efecto funcional biótico o abiótico. Asimismo, Petchey y Gaston (2006) indican que los rasgos funcionales pueden ser dos tipos: a) cualitativos o categóricos como: fenología, la forma de la copa de un árbol, arquitectura, pubescencia por mencionar algunos; y b) cuantitativos (con variables continuas o

discretas) como son el contenido de N y P en la hoja, densidad de la madera, tamaño de planta adulta, contenido de materia seca de tallo, entre otros.

Así como los caracteres funcionales de las plantas afectan los servicios ecosistémicos (SE), también determinan las respuestas de las plantas a los factores ambientales, como variables climáticas y disturbios. Asimismo, Suding *et al.*, (2008) han propuesto la distinción entre caracteres funcionales de efecto y respuesta. En cuanto a ellos, Cornwell y Ackerly (2009) advierten que las dos cualidades prácticas clave relacionadas con la biomasa de un sistema biológico son la consistencia de la madera (DM) y la mayor altura (Hmax) de la especie.

De tal manera, Chave *et al.* (2006) expresan que cuanto más densa es la madera, más lento es su desarrollo, mientras que su entereza y su duración son más destacadas, y su límite de almacenamiento de carbono sigue siendo mayor. Y paradójicamente, Williamson (1984) especifica que las especies con madera de baja consistencia se desarrollan en su mayor parte rápidamente, con menos oposición mecánica y son regularmente altas.

2.1.5. Rasgos funcionales asociados al servicio ecosistémico

Casanoves (2012) hace referencia a que todo SE está conectada a un conjunto de pequeños descriptores (fisionomías, atributos, 'cualidad') que se relacionan con la especie; sin embargo, estos pueden fluctuar por área o entre especies dentro de cada zona. En cuanto a lo que proveen los SE, se reconocen: variedad de genes, morfometría o diseño del bosque y de la planta, número de especies (estructura florística), número de especies predominantes (IVI), estilo de vida y estructura de desarrollo, tasa de desarrollo, biomasa, altura de la planta y consistencia de la madera, etc.

2.1.5.1. La altura máxima

Cornwell y Ackerly (2009) menciona que la altura máxima (Hmax), es un rasgo funcional muy importante, y es la medida desde la base del fuste, hasta el límite superior, es decir la elevación total de la cobertura de un árbol, la unidad de medida es expresada en metros. A demás los autores mencionan que mientras más altos sean los árboles existe mayor probabilidad de salvarse de quemas; también existen, individuos más distinguidos que tienen la capacidad de soportar las alteraciones como las quemas, fuertes precipitaciones, ventarrones, las cuales son

ocasionadas por cambios repentinos en el ambiente. Sin embargo, es importante la envergadura del fruto y el tamaño de las simientes, así como los requerimientos de luz, ya que es uno de los principales requerimientos para el desarrollo en altura de los árboles (Falster y Westoboy, 2003). Asimismo, Delgado *et al.* (2005) señala que estas agrupadas a los espacios producidos por la mortandad de especies de gran tamaño.

Chave (2005) especifica que la estatura de un árbol es una variable básica para los árboles, adicionalmente el MINAM (2015) agrega que es una variable que se estima en los diversos tipos de vegetación: árboles, palmas, arbustos, juncos, plantas crasas y herbáceas. En lo que a ellos les concierne, Romahn y Ramírez (2010) aluden que en el nivel singular las estaturas pueden ser total, desde la base hasta la cúspide; o comercializable, es la distancia entre la base y la rama inicial. En un censo, las estimaciones se realizan mediante evaluación visual con diversos instrumentos, entre los más reconocidos tenemos: brazo cuadrado equivalente, clinómetro Suunto, nivel de Abney, pistola Blume-Leiss, pistola Haga, plancheta dendrométrica, hipsómetro, dendrómetro, relascopeo y láser.

2.1.5.2. Variables de copa

La copa de los árboles representa el potencial de crecimiento que estos tienen, la capacidad de desarrollarse y de competir por los recursos; tales como recolectar energía a través de ella y es el lugar donde se realizan diversos procesos fisiológicos como la fotosíntesis, que dan lugar al desarrollo de los tejidos vivos y por ende el crecimiento (Sanquetta *et al.*, 2014). De la misma manera, Hess *et al.* (2016) aluden que la morfometría de un árbol a través de los factores de copa da una idea inteligente de las conexiones interdimensionales, el espacio ascendente que involucra cada árbol, el nivel de rivalidad, la confiabilidad, esencialidad y eficiencia de cada persona en el árbol.

“La representación del diseño del árbol o morfometría a través de varios límites de copa ofrece la posibilidad de describir árboles y rodales, ya sea para la producción como para decisiones silviculturales (partes de poda, reducción y evaluación de la naturaleza de los ranchos) o para fines de investigación. en cuanto a desarrollo y ejecución. Se han utilizado algo así como siete límites morfométricos para representar la ingeniería del árbol a la luz de los límites principales de la copa y sus casos particulares, por ejemplo, la proporción de copa, el nivel de

inclusión de la copa, la relación de copas, la forma de la copa, la relación de espacio fundamental, el manto de la copa y la finura (Arias, 2005).

2.1.5.3. La densidad básica

Un árbol tiene su DB que es una propiedad funcional expresada como el peso seco de la parte leñosa del árbol (tallos, raíces, ramas, etc.) dividido por el volumen de la misma sección cuando se encuentra saturado de agua y es expresada normalmente en g/cm^3 o en kg/m^3 (Cornelissen *et al.*, 2003). Asimismo, la densidad de un árbol tienen variaciones intra e interespecífica, que dependen de variables del ambiente, así como de la longevidad del árbol (Wiemann & Williamson, 1989). Por su parte Chave (2006) indica que provee información sobre cuanto carbono gasta un árbol.

2.2. Estado del arte

2.2.1. Internacional

Bermeo (2010) en *“Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios dentro de un gradiente altitudinal y su relación con variables bioclimáticas”* describe los tipos de plantas utilitarias (TFPs) en bosques opcionales dentro de un ángulo de elevación y su relación con factores bioclimáticos. He reconocido que las especies están reunidas por siete características prácticas clave, por ejemplo, Área foliar-AF, Área foliar específica-AFE, Contenido de materia seca de la hoja-CFMS, Resistencia física de las hojas-FFH, consistencia de la madera DM, Contenido de hojas de nitrógeno-N y contenido foliar de fósforo-P.

“Cardoza (2011) en *“Diversidad y composición florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Montecristo, en el Salvador”* con el objetivo de evaluar por medio de la composición florística y el enfoque de ecología funcional, los tipos de bosques, las especies arbóreas dominantes y los tipos funcionales a los que pertenecen en un bosque de montaña dentro del gradiente altitudinal. La densidad de madera promedio fue $0,60 \text{ g/cm}^3$ y la altura máxima promedio fue de 24,6 metros. El 44,4 % de las especies pertenecieron a la categoría mediana de densidad de madera. El 9,5 % de las especies se registraron en el estrato arbóreo emergente (> 35 m) y el 75 % pertenecieron al estrato arbóreo medio. Concluye que el área de estudio constituye

un refugio natural importante para la conservación de algunas especies raras o amenazadas a nivel regional. Es importante mencionar que la DB y la Alt.max. tienen una relación clave.

De la Riva *et al.* (2014) en “*Rasgos funcionales del género Quercus: Estrategias adquisitivas frente a conservativas en el uso de recursos*” concluyen que el estudio revela una alta diversidad funcional que permite explicar, en gran parte, su distribución diferencial a lo largo de un amplio rango de hábitats del sur de España.

González (2017) en “*Análisis de la diversidad funcional de un bosque secundario en el departamento de Cordillera, Paraguay*” con el objetivo de describir rasgos funcionales de las especies del bosque secundario en estudio. Para la realización del estudio se instalaron 10 parcelas de 20 m x 50 m y se inventariaron todos los individuos con $DAP \geq 5$ cm. Se registraron un total de 72 especies, de las cuales 44 fueron dominantes. Formándose 6 tipos funcionales de plantas con los rasgos funcionales seleccionados, de los cuales forma de crecimiento, fenología foliar y modo de dispersión fueron los que ayudaron a diferenciar los tipos. Existió una proporción equitativa entre especies con síndrome de dispersión anemócoro y zoócoro, lo que señala necesidad de dispersores para asegurar el éxito reproductivo de tales especies. Existió variación de la conformación de varios tipos funcionales de plantas entre las dos zonas de sucesión secundaria. La conformación de los tipos funcionales indica que para conservar el ecosistema se debería mantener la funcionalidad de estos grupos.

Cisneros *et al.* (2019) en “*Morfometría de copa en Prosopis alba Griseb*” con el objetivo de determinar índices morfométricos según su posición social (PS), correlacionarlos, y crear modelos de predicción de esos índices, ya que las dimensiones y arquitectura de la copa pueden variar en virtud PS. Estas variables fueron sometidas al análisis de correlación de Pearson. Los resultados indican que existen correlaciones positivas entre % C, Ht, Hc, Dc y el DAP, mientras que E e Is mostraron correlaciones negativas con el DAP.

2.2.2. Nacional

Zelada y Reynel (2019) en “*Estimación de rasgos funcionales en dos especies arbóreas de una gradiente altitudinal tropical en el Centro de Perú*” Los rasgos funcionales estimados en el estudio fueron área foliar, área foliar específica y densidad básica de la madera;

encontrándose que los atributos de estos rasgos mostraron variación según el nivel altitudinal. Los hallazgos de este estudio representan una primera aproximación para tratar cuestiones ecológicas relacionadas con rasgos funcionales de árboles en gradientes altitudinales del Perú.

2.2.3. Local

Aguirre *et al.* (2019) en “*Rasgos funcionales de los árboles de bosque de montaña favorecen la estrategia de conservación de las especies a los riesgos ambientales*” como resultado obtuvo que según el rasgo funcional densidad básica de la madera, el 66,6% se encuentran en la estrategia de conservación de especies conservativas y 33,4% en especies adaptativas, es decir, de cada 10 árboles 6,6 pertenecen a esta estrategia de especies. Con respecto al rasgo funcional de altura total del árbol, el 91,7% pertenecen al estrato arbóreo medio, 7,3% corresponden al estrato arbóreo superior; 1% estrato emergente, por lo tanto, un 99% están entre 5 a 34,9 m de altura; es decir, de cada 10 árboles, 9 tienen esta altura. Según rasgo funcional diámetro del fuste del árbol y la distribución por clase diamétrica, el 53,9% se encuentran entre 10-20 cm de Dap y 26,3% entre 20-30 cm de Dap, en un 80,1% de árboles fluctúan entre 10 a 30 cm de Dap; es decir, de cada 10 árboles, 8 presentan estos diámetros. Infieren que las características prácticas de la consistencia de la madera favorecen la técnica de subsistencia de las especies conservativas, por otro lado, la altura total del árbol ayuda a la táctica de subsistencia de especies adaptativas, mientras aumenta la edad de sucesión y es remplazada por especies conservativas y por último el diámetro del fuste de árbol asiste a la estrategia de conservación de las especies adaptativas.

Vela (2019) en “*Rasgos funcionales asociados al servicio ecosistémico de mitigación del cambio climático en árboles de colinas altas del bosque reservado UNAS – Tingo María*” concluye que de quinientos cuarenta y cuatro árboles evaluados, la especie con mayor altura es *Parkia panurensis*. *Brosimum rubescens* es una de las especies que presenta una densidad muy alta. Concluyéndose además que la morfometría fue muy variable.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se ejecutó sobre un área con 11,75 ha del BRUNAS, en bosque de colina alta, la misma que se encuentra a 1 500 m del centro de la ciudad.

3.1.1. Ubicación geográfica y política

El punto 1 del polígono del área de investigación se ubica en las coordenadas UTM: 391367 E, 8970772 N. Políticamente la investigación se sitúa en el mismo distrito, provincia y departamento de la ciudad de Tingo María, y está asentada sobre una altitud de 860 metros sobre el nivel del mar.

3.1.2. Zona de vida

Según el orden de las zonas de vida o arreglos vegetales en el planeta y la gráfica bioclimática de HOLDRIDGE (1971), Tingo María se sitúa en el desarrollo vegetal de bosques premontanos tropicales excepcionalmente húmedos (bmh - T) y según lo indicado por CDC - UNALM (2003) se encuentra dentro de la ecorregión Nor Huánuco Yungas Peruanas, cuyas direcciones geográficas son: alcance sur $09^{\circ} 08' 00''$ y longitud oeste $75^{\circ} 57' 00''$. Además, la altura es de 660 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura normal anual de 24°C y una precipitación normal anual de 3 200 mm/año.

3.1.3. Clima

En cuanto al medio ambiente de la región de investigación, esta tiene una alta precipitación con una anual de 3 428,8 mm. La mayor precipitación ocurre entre los tramos largos de octubre a abril y llega a un supermayor en el período de enero con un promedio mensual de 483,6 mm. Con un relente total del 87 %, una temperatura máxima de $29,4^{\circ}\text{C}$, mínima de $19,2^{\circ}\text{C}$ y una media anual de $24,3^{\circ}\text{C}$ (Puerta y Cárdenas, 2012).

3.1.4. Fisiografía

Altitudinalmente, la zona se ubica desde los 667 hasta los 1 092 metros sobre el nivel del mar, encontrándose tres unidades fisiográficas bien definidas: Colina baja con una

superficie de 22,91 ha, seguido por colina alta con 150,74 ha, que aborda la geoforma de mayor superficie de la zona por último la zona montañosa con 43.57 ha, esta unidad lleva el nombre de Cerro Cachimbo por estar generalmente sin vegetación arbórea. Con respecto a la inclinación; el 70,74 % del BRUNAS exhibe valores que superan el 25 %, lo que demuestra que es una zona exclusivamente para conservación o protección (Puerta, 2007).

3.1.5. Recursos hídricos

El BRUNAS tiene seis riachuelos: Córdova, Cocheros, Naranjal, Asunción Saldaña, Del Águila y Zoocriadero que nacen en el cerro Cachimbo y desembocan en el río Huallaga. En su recorrido de este a oeste, brindan agua a la UNAS, así como a los asentamientos humanos que se encuentran en las cercanías del bosque, por ejemplo, Buenos Aires, Asunción Saldaña, Sven Ericsson, Mercedes Alta, Quebrada del Águila y San Martín (Dueñas, 2009).

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Para medir a todos árboles mayores a 10 cm de diámetro a 1,30 m desde el suelo se han utilizado rafias, plumones indelebles, fichas de campo, lápiz, pintura espray, machetes, lima de afilar, wincha de 30 m, cinta diamétrica, clinómetro, brújula, cámara fotográfica, distanciómetro laser, trupulse 200, equipo de cómputo (laptop) entre otros.

3.2.2. Metodología

Fue hipotético-deductivo (Valderrama, 2013).

3.2.2.1. Tipo de investigación

Aplicada, debido a que utilizó las disciplinas como silvicultura, dendrología, dasimetría, estadística y entre otras donde se relacionó las variables en estudio de la vegetación arbórea de un bosque de colina con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento. Teniendo como referente teórico a Roel Pineda (1997:212), citado por Jacobo *et al.* (2013:147) quienes indican que el estudio aplicado es lo que se completa con el objetivo final de ampliar la información lógica en un campo particular del mundo real, a la luz del avance de la ciencia esencial.

Los logros del estudio aplicado amplían la información sobre un campo en particular, permitiendo que la información lógica se utilice en términos funcionales.

3.2.2.2. Horizonte del estudio

Correlacional, relacionando la variable de los rasgos funcionales de la vegetación arbórea de un bosque de colina con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento. Sustentado en Sánchez (1984: 87) quien indica que la investigación descriptiva se orienta a la determinación del grado de relación existente entre dos o más variables de interés en una misma muestra de sujetos o el grado de relación existente entre dos fenómenos o eventos observados. Este tipo de estudio nos permite afirmar en qué medidas las variaciones en una variable o evento están asociadas con las variaciones en la otra u otras variables o eventos. Asimismo, la investigación fue de corte transversal, siguiendo las definiciones dadas por (Hernández, Fernández y Baptista, 2006).

3.2.2.3. Tipo de diseño de investigación

No experimental en forma correlacional transversal porque los datos fueron recolectados en un momento determinado y consistió en elaborar un mapa de muestreo donde se ubicaron a las unidades de muestreo (árboles) correspondiente al bosque de colina alta. La investigación se sustenta en Hernández (2004 p 267) quien indica que la investigación no experimental es “la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables... Lo que hacerlos es observar fenómenos tal y como se dan en un contexto natural para después analizarlos”. Es decir los datos y la información de las variables e indicadores de la investigación se colectaron sin realizar manipulación o aplicando algún método para obtener un efecto o respuesta de la variable dependiente.

3.2.2.4. Población

Todos los árboles mayores a 10 cm de DAP, sobre un área de 11,74 ha en bosque de colina alta del BRUNAS. Teóricamente sustentado en Jany (1994) y mencionado por Bernal (s.f.) definiendo que una población es “*la totalidad de elementos o individuos que tienen ciertas características similares y sobre las cuales se desea hacer inferencia, o bien unidad de análisis*”

Tabla 1. Coordenadas del área investigación.

N° Punto	Este	Norte	Altitud
1	391367	8970772	860
2	391616	8970807	952
3	391550	8970380	952
4	391411	8970403	841

**Figura 1.** Croquis de ubicación del área de investigación.

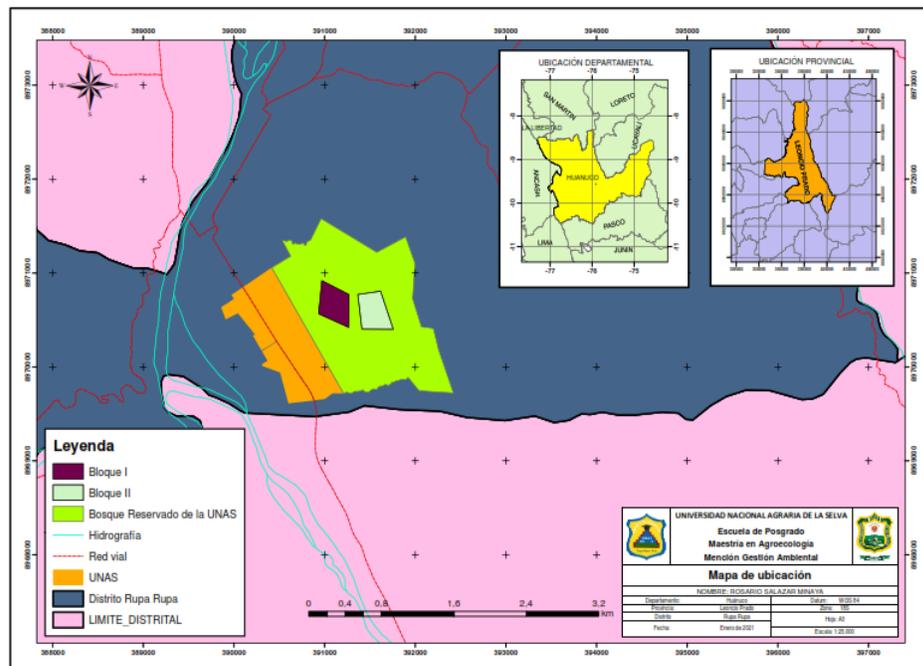


Figura 2. Mapa de ubicación del bloque en el BRUNAS.

3.2.2.5. Muestra

Fue representativa a la población y se obtuvo, utilizando la fórmula clásica para inventario de poblaciones infinitas y para el cálculo del número unidades de muestreo se ha usado la información que se muestra en la tabla 2.

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

Donde:

- n = Número de unidades de muestreo requeridas
- CV = Coeficiente de variación de la vegetación.
- t = Valor tabular de la distribución de t de student; 1,64 = 2
- E = Error de muestreo deseado

Tabla 2. Cálculo del número de unidades de muestreo.

Cálculo del tamaño de muestra ($n = \frac{CV^2 * t^2}{E^2}$)				Información del Área		$d = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{n}}$
CV %	E %	Interv. Conf. %	Tamaño de la muestra	Área (ha)	Situación	Distancia de la grilla (m)
41	23	95	12,71	11,7546	Bosque reservado de la UNAS	90
+10% de seguridad = 14 UM						

3.2.2.6. Diseño de muestreo

Se empleó el muestreo sistemático sobre la base de un punto al azar, con un error de muestreo permisible del 23 % a un nivel de confianza del 95 % de probabilidad. La distribución de la UM se trabajó sobre una distancia de grilla de 90 m calculado a partir de la fórmula de Dauber (1995) y la distancia entre puntos fue de 90 m relacionada al área de investigación con la cantidad de UM. Dentro de esa grilla se efectuó un cálculo matemático para distribuir las UM de manera alineada espacialmente (sistemática).

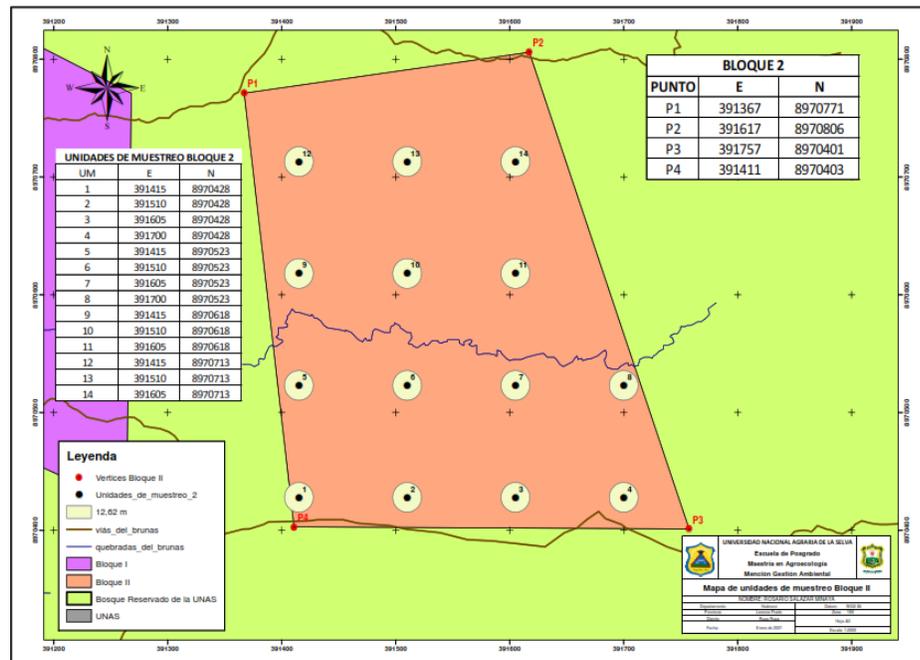


Figura 3. Número de muestras y diseño de muestreo de investigación.

3.2.2.7. Forma de la unidad de muestreo

Las unidades de muestreo fueron de forma circular con un área de 500 m^2 (0,05 ha). Diversos estudios de poblaciones en bosques tropicales de Centro América y Latinoamérica recomiendan la utilización de UM circulares con 500 m^2 , por tener un rendimiento de muestreo alto y de bajo costo. Asimismo, la unidad de análisis fue el árbol, donde se evaluó a todos los mayores de 10 cm de diámetro medidos a 1,30 m desde el suelo.

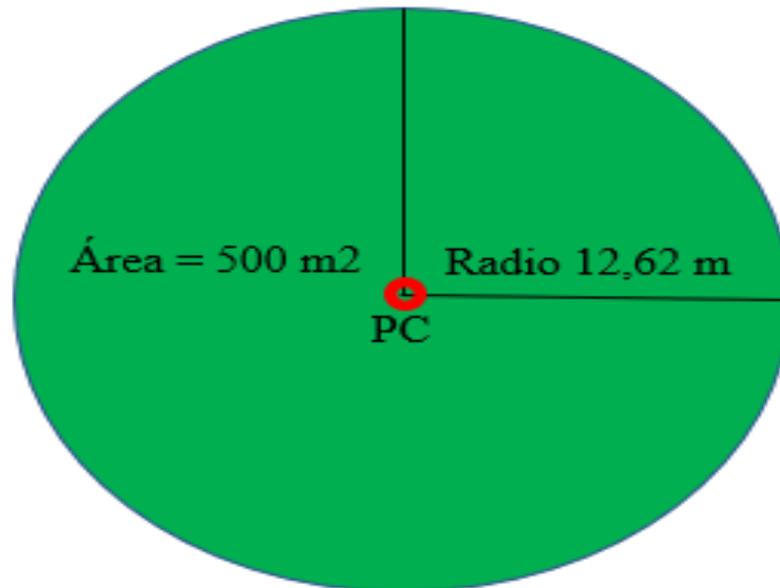


Figura 4. Forma de la unidad de muestreo.

3.2.2.8. Tamaño de muestra

Conforme a lo ya indicado, el tamaño de muestra fue de 7 000 m² (0,7 ha) de acuerdo al muestreo estadístico utilizado.

3.2.2.9. Tipo de muestreo

Se utilizó el método sistemático seleccionando un primer punto al azar o aleatorio para realizar la distribución de unidades muestrales según los manuales e instructivos para inventarios que utiliza el SERFOR y MINAM para la planificación y ejecución de inventarios forestales en las regiones de costa, sierra y selva del Perú.

3.2.3. Desarrollo de la investigación

3.2.3.1. Etapa de planificación

Se acopió datos cartográficos de la zona en el BRUNAS, con los que confeccionamos los respectivos mapas, como el de ubicación, el mapa fisiográfico, además de insertar características de la zona con el objetivo de acceder de forma rápida a coleccionar la información de campo.

3.2.3.2. Recopilación de información bibliográfica del área

Se realizó la búsqueda de información relacionada al área de estudio, en tesis, artículos científicos y trabajos de investigación en proceso que luego se sistematizó para el informe final de la tesis.

3.2.3.3. Reconocimiento del área

Se realizó un reconocimiento al área de investigación, durante el cual se ubicó el primer vértice y a partir de allí los demás. Asimismo, se verificó la fisiografía y la pendiente del terreno, información importante para la logística durante la colecta de información.

3.2.3.4. Distribución y delimitación de las unidades de muestreo

Durante el desplazamiento de la brigada de evaluación en el área de investigación se usó un navegador GPS, para ubicar las coordenadas de cada una de las UM, las mismas que se trabajaron en gabinete.

3.2.3.5. Técnicas de recolección de información

Se realizó mediante la adaptación de los protocolos para la colecta de datos de campo que utiliza el INFFS y BPP del SERFOR.

a) Técnicas estadísticas

La técnica utilizada fue inferencial, realizándose prueba de hipótesis con t , además los resultados fueron expresados en lista, gráficas, tablas y figuras que muestran información sobre la correlación de las variables e indicadores de la investigación.

3.2.3.6. Instrumentos de recolección de información

a) Instrumento estadístico.

Los datos fueron procesados mediante software libre InfoStat y presentados en tablas y figuras. El análisis estadístico se hizo con un nivel de significancia del 5 %.

3.2.4. Evaluación de los árboles

Para la altura total se consideró el método de evaluación indirecta utilizando clinómetro y/o trupulse 200, según fue el caso y la densidad lo permitía. El diámetro del fuste se tomó con cinta diamétrica a 1,30 m desde el suelo, teniendo en cuenta el criterio de evaluación en caso de malformaciones y/o daños al fuste. Y como ya se indicó, se midieron a todos los individuos > a 10 cm de DAP.

3.2.5. Variables evaluadas

Tabla 3. Variables e indicadores.

Variables	Indicadores	Subindicadores
Rasgos funcionales	a. Altura máxima	a) Altura total del árbol (m) por familia, género y especie
	b. Forma de copa	a) Porcentaje de copa b) Grado cobertura de copa c) Índice de copa d) Forma de copa e) Índice de espacio vital f) Manto de copa g) Esbeltez
	c. Densidad básica en madera (g/cm ³)	a) Muy baja b) Baja c) Media d) Alta e) Muy alta
Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento	a. Regulación hídrica	a) Infiltración (cubierta vegetal) b) Retención (área de copa de los árboles) c) Almacenamiento (volumen de agua por árbol)

3.2.5.1. Altura máxima de los árboles

La altura total de los árboles se determinó a través del método indirecto, utilizando el clinómetro y el trupulse 200, según fue el caso.

3.2.5.2. Forma de copa

Las variables de copa se evaluarán de acuerdo con lo propuesto por Arias (2005): Relaciones morfométricas utilizadas.

$$\text{Porcentaje de Copa} = \frac{\text{Largo de Copa}}{\text{Altura total}} \times 100$$

$$\text{Grado cobertura de Copa} = \frac{\text{Largo de Copa}}{\text{Altura total}}$$

$$\text{Indice de Copa} = \frac{\text{Largo de Copa}}{\text{Diametro de copa}}$$

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

$$\text{Indice de espacio vital} = \frac{\text{Diametro de Copa}}{dap}$$

$$\text{Manto de copa} = \frac{\text{Diametro de Copa}}{\text{altura total}}$$

$$\text{Esbeltez} = \frac{\text{altura total}}{dap}$$

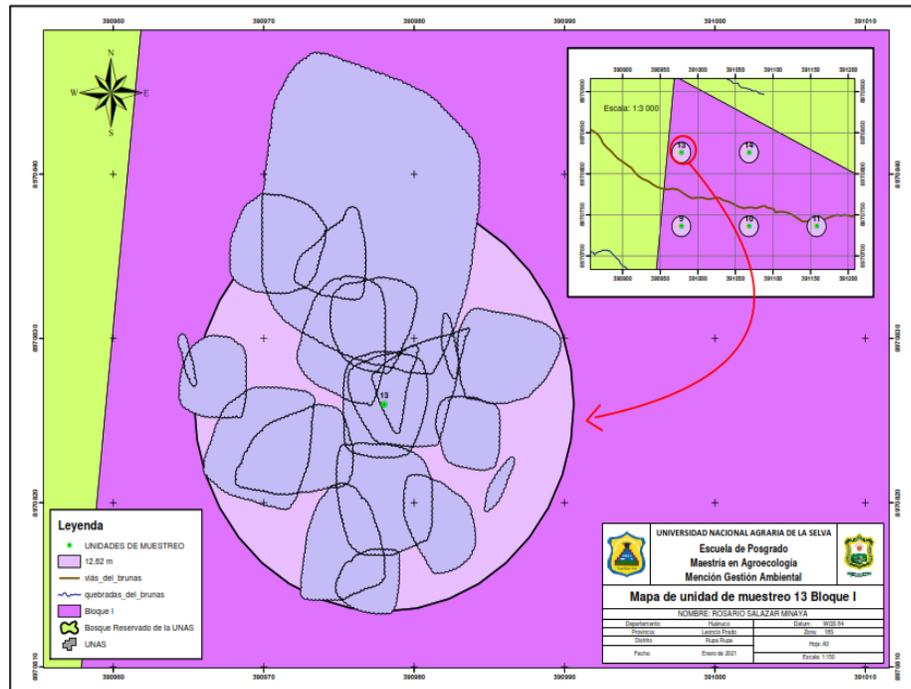


Figura 5. Diámetro de copa de los árboles medidas en las unidades de muestreo.

3.2.5.3. Densidad básica

La densidad básica se determinó de todos los árboles en pie en el bosque de colina del BRUNAS, a través de análisis bibliográfico de Global Wood Density Database (Base de datos de densidad de madera global) distribuida en el sitio DRYAD (2017), aquellas densidades fundamentales de especies que se excluyen de las no asentadas en su totalidad en el catálogo, se hicieron por la técnica de estratificación directa (Archimedes) de muestra en fresco obtenido mediante una sección de una rama con 10 cm de largo, cuya ramita tuvo 1 cm de diámetro como máximo.

3.2.5.4. Regulación hídrica

a) *Infiltración de agua de lluvia en el bosque*

Para el cálculo de este subindicador se usó el valor de cobertura arbórea, fórmula usada por Acosta et al. (2006) y es como sigue:

$$VC = \frac{(Ar + Dor)}{2}$$

Donde:

VC = Valor de cobertura.

Ar = Abundancia relativa.

Dor = Dominancia relativa.

Abundancia relativa:

$$Ar = \frac{ni}{N/ha}$$

Donde:

Ar = Abundancia relativa

ni = Número de árboles por hectárea

N/ha = Número total de árboles por hectárea

Dominancia relativa:

$$Dr = \left(\frac{gi}{G} \right) * 100$$

Donde:

Dr = Dominancia relativa.

g = Área basal de i.

G = Área basal total por ha.

b) Retención del agua por copa de los árboles

Para el cálculo de este subindicador se ha adaptado la fórmula que usa el SERFOR para el cálculo del número de individuos por hectárea, dividiendo el área de la población

(11,75 ha o 117 500 m²) entre el área de la unidad de muestreo (500 m²), multiplicado por el área de copa que ocupa cada individuo en la unidad de muestreo, siendo la expresión:

$$Rarb/ha = (A/a)*aci$$

Donde:

$$Rarb/ha = \text{Retención por especie expresada m}^2/\text{ha}$$

$$A = \text{área de la población en metros cuadrados (117 500m}^2\text{)}$$

$$a = \text{área de la unidad de muestreo (500 m}^2\text{)}$$

$$aci = \text{área de copa de cada individuo en las unidades de muestreo}$$

c) Almacenamiento de agua en los árboles

Este subindicador se calculó, sumando el volumen de cada individuo con el volumen de copa y multiplicando por un coeficiente del 0,60 por los espacios vacíos en las copas (debido a que las copas no son un sólido y existen vacíos), en todo caso es una aproximación debido a que no se han encontrado trabajos de este tipo para calcular el coeficiente. Y finalmente multiplicado por la densidad del agua para calcular la aproximación de agua que almacenan estos bosques, la expresión sería:

$$Va/esp = (\text{Vol.ind.} + \text{Vol.copa})*fa*pa$$

Donde:

$$Va/esp = \text{Volumen de agua por especie}$$

$$\text{Vol.ind} = \text{Volumen de cada individuo(calculado con altura comercial)}$$

$$\text{Vol.copa} = \text{Volumen de copa (calculado con área de copa de cada individuo, multiplicado por o el largo de copa o altura de copa)}$$

f_a = factor de ajuste utilizando un 60 % (0,60), considerando que el 40 % corresponde a espacios vacíos en el volumen de copa.

ρ_a = densidad del agua (1 000 kg/m³)

3.2.6. Método de análisis de datos

Luego del trabajo de colecta de datos con la metodología y diseño descritos, se definió los criterios y ordenó la base de datos en Microsoft Excel 2021, para luego procesar a través de Infostat (software libre). Para probar la hipótesis se empleó el estadístico inferencial de Rho de Serman y/o Pearson según fue el caso, usando un 5 % de posibilidad de equivocarnos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Número de familias y especies encontradas en la investigación

En la investigación se han encontrado 373 individuos de los cuales 29 son desconocidas, las mismas que por pandemia y falta de flores y frutos no se ha realizado la colecta para su identificación correspondiente, como se muestra en la figura 6, la familia con el mayor número de individuos y especies es Euphorbiaceae, sumándose a estas otras 6 familias que agrupan a varias especies como se muestra en la figura 6. Asimismo, se tiene un total de 532,86 árboles/ha, información que se corrobora con lo citado por Vela (2019) quien encontró 544 árboles/ha en bosque de colina alta, adyacente a la investigación realizada.

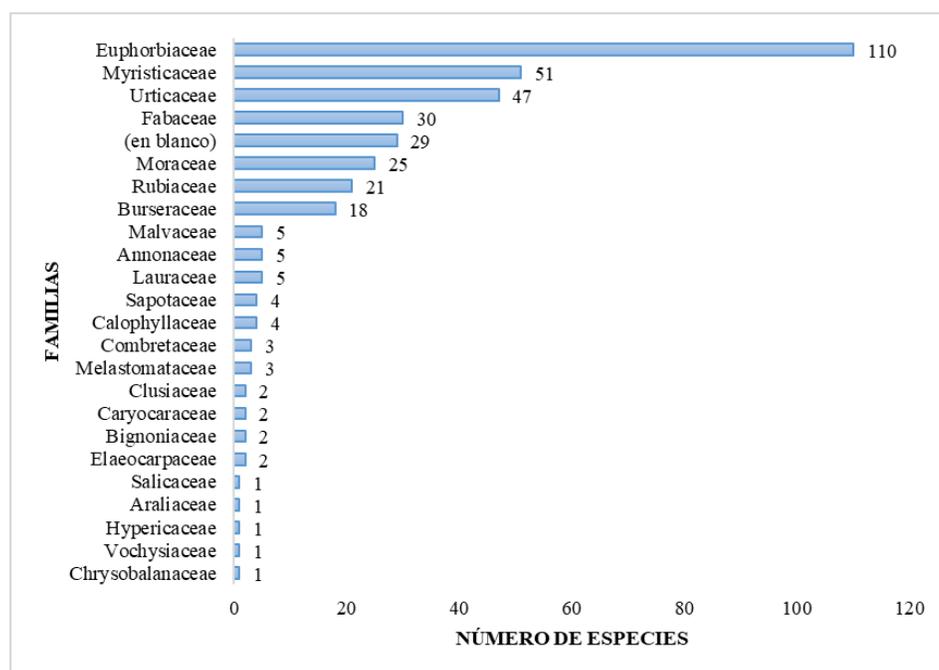


Figura 6. Número de familias y especies.

4.2. Relación de la altura máxima de los árboles de colina con el servicio ecosistémico de aprovisionamiento

En la investigación se han encontrado que cinco familias tienen la mejor media, como se muestra en la Tabla 4. Al respecto Vela (2019) encontró que las cinco familias con la mejor media

aritmética fueron: Ulmaceae, Annonaceae, Vochysaceae, Rhizophoraceae y Fabaceae. No correspondiéndose con ninguna a las encontradas, indicándonos que la composición florística en los bosques cambia conforme cambia la microcuenca o la gradiente altitudinal se incrementa.

Tabla 4. Familias con la mejor media en altura máxima.

Familia	n	Media	Min.	Máx.
Araliaceae	1	25	25	25
Hypericaceae	1	22	22	22
Annonaceae	5	21,40	17	27
Lauraceae	5	21,40	15	25
Moraceae	25	21,08	9	32

En cuanto a las especies, se ha encontrado que cinco cuentan con la mejor media en altura máxima como se muestra en la Tabla 5. Siendo únicamente *Osteophloeum platyspermum* que coincide con lo reportado con Vela (2019), cabe indicar que el muestreo, presenta una composición florística distinta a la reportada en PPM en el BRUNAS, ubicadas en bosque de colina alta.

Tabla 5. Especies con la mejor media en altura máxima.

Especie	n	Media	Min.	Máx.
<i>Nectandra hihua</i>	1	25	25	25
<i>Schefflera morototoni</i>	1	25	25	25
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	24,17	15	32
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	23	18	28
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	23	19	25

4.2.1. Relación de altura máxima y la cobertura vegetal arbórea (valor de cobertura)

Cabe precisar que en esta investigación la altura total es igual a la altura máxima, en la figura 7 se muestra la regresión, siendo que a medida que la altura aumenta también incrementa el valor de la cobertura arbórea, como lo señala Arias (2005) que el porcentaje de copa es un indicador de la vitalidad del árbol. En la investigación se encontró que una de las especies con mayor porcentaje de cobertura es *Schefflera morototoni* con una media de 9,61 % (como se muestra en la tabla 19 del anexo) . Návar (2017) encontró que en los ecosistemas terrestres de

México un 26 % del total de la precipitación no alcanza el suelo, debido a que es interceptada por la cobertura vegetal.

El análisis de relación en la figura 7, muestra un $R^2 = 0,21$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que la altura total y la cobertura vegetal arbórea medida a través del valor de cobertura arbórea estadísticamente se relacionan, pero con un nivel bajo. Pero muestran una correlación de Pearson moderada con 0,46.

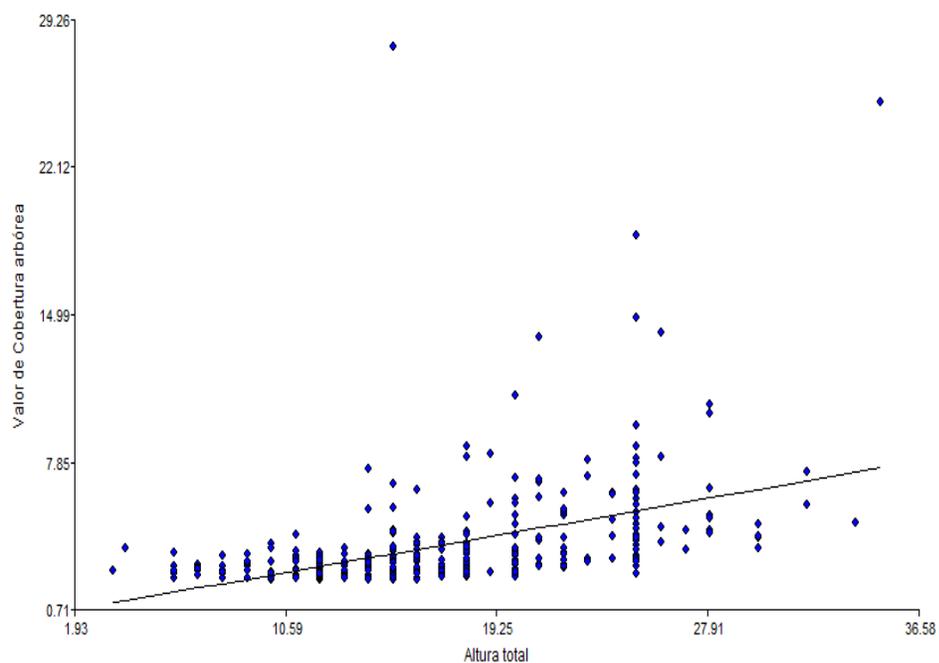


Figura 7. Relación de altura total y valor de cobertura arbórea.

4.2.2. Relación de altura máxima y la retención

La retención de copa se expresa con el diámetro de copa de cada especie llevada a la hectárea, como se muestra en la figura 8, esta reviste de mucha importancia debido que es capaz de captar el agua de las precipitaciones pluviales. En la investigación la especie con mayor media en área de copa fue *Apeiba aspera* con 843,74 m²/ha . Por su parte Návar (2017) encontró que en los ecosistemas terrestres de México captan un 14 % del total de la precipitación, debido a que es interceptada por la copa, entendiéndose que, a mayor área, mayor captación. Asimismo, Gómez *et al.* (2015) refiere que el volumen de agua retenido por el árbol (V_t) son hasta 80 % por variables

dasométricas como la altura y el diámetro normal, respectivamente. Por lo que estas variables pueden funcionar como predictores eficientes de tal índice y el volumen de almacenamiento del tronco.

El análisis de relación en la figura 8, muestra un $R^2 = 0,09$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que la altura total y la retención estadísticamente se relacionan, pero con un nivel muy bajo. Pero muestran una correlación de Pearson moderada con 0,30.

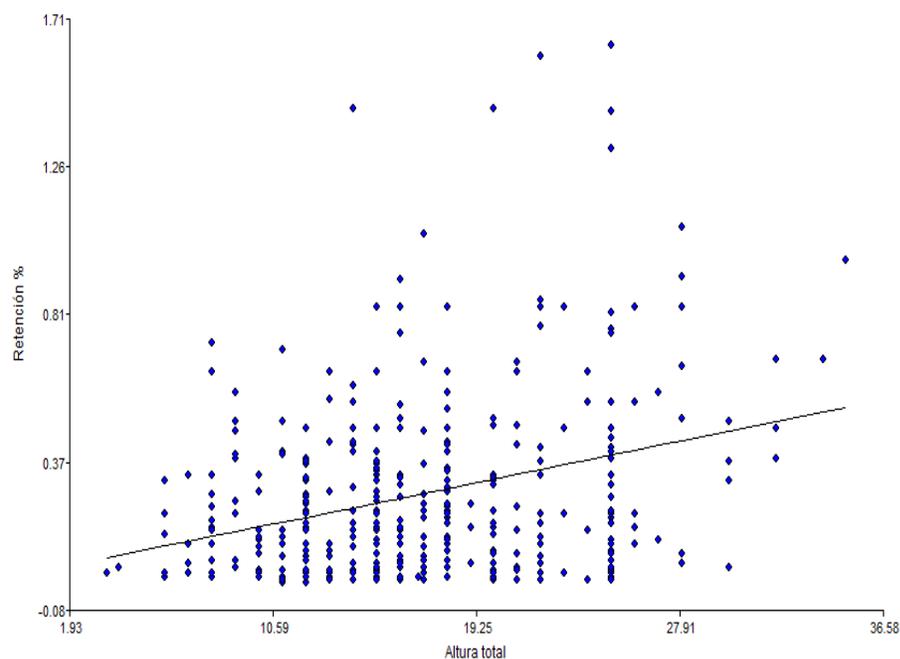


Figura 8. Relación de altura total y retención.

4.2.3. Relación de altura máxima y el almacenamiento

En la investigación cuyos datos fueron colectados a través de un inventario, descrito en la metodología, el almacenamiento se ha considerado al agua que es capaz de acumular una especie arbórea en su estructura, el análisis muestra que la especie *Schefflera morototoni* es capaz de almacenar hasta 32 692,8 litros de agua. Tal como lo refiere Gómez et al. (2015) que el volumen de agua retenido por el árbol (V_t) es hasta 80 % por variables dasométricas como la altura y el diámetro normal, respectivamente. Asimismo, Morales y Gómez (21 de enero de 2022), mencionan

que el agua es uno de los recursos más importantes para el crecimiento de las plantas, por lo que la lluvia, dependiendo de sus características tiene una fuerte influencia sobre la vegetación de una zona determinada.

El análisis de relación de la figura 9 muestra un $R^2 = 0,32$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que la altura total y el almacenamiento estadísticamente se relacionan, pero con un nivel bajo. Pero muestran una fuerte correlación de Pearson con 0,57.

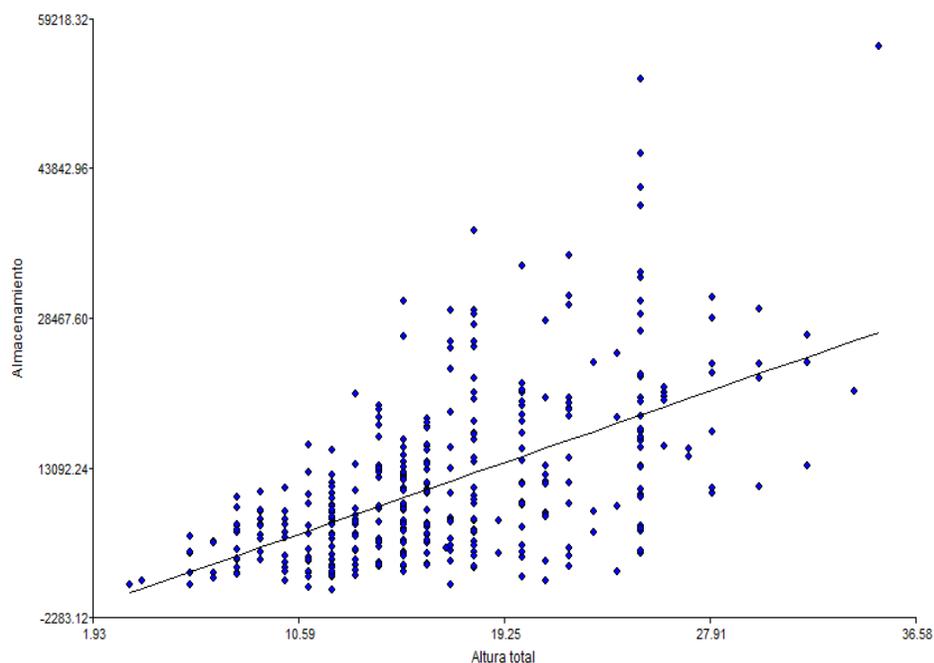


Figura 9. Relación de altura total y almacenamiento.

4.3. Relación de la forma de copa de los árboles de colina con el servicio ecosistémico de aprovisionamiento

4.3.1. Relación del porcentaje de copa con el valor de cobertura arbórea, retención y almacenamiento

Vismia amazónica obtuvo el 72,73 % de porcentaje de copa como se muestra en la tabla 6. Vela (2019) encontró que *Micropholis guyanensis* tiene 59,21 % para el bosque de colina alta en el BRUNAS a través de PPM. Arias (2005) alude que los árboles cubiertos por una amplia

copa son normales en zonas de baja ocupación. Esta medida se utiliza con frecuencia como señal de la imperativa importancia de un árbol.

Tabla 6. Porcentaje de copa de cinco especies con mejor media.

Porcentaje de copa	n	Media	Min.	Máx.
<i>Vismia amazonica</i>	1	72,73	72,73	72,73
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	62,50	50,00	75,00
<i>Casearia arbórea</i>	1	60,00	60,00	60,00
<i>Aniba spp.</i>	2	57,53	47,06	68,00
<i>Poulsenia armata</i>	1	55,56	55,56	55,56

El análisis de relación de la figura 10 muestra un $R^2 = 0,02$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que el porcentaje de copa y el valor de cobertura arbórea estadísticamente se relacionan, pero con un nivel muy bajo. Mostrando además una correlación inversa de Pearson con $-0,15$.

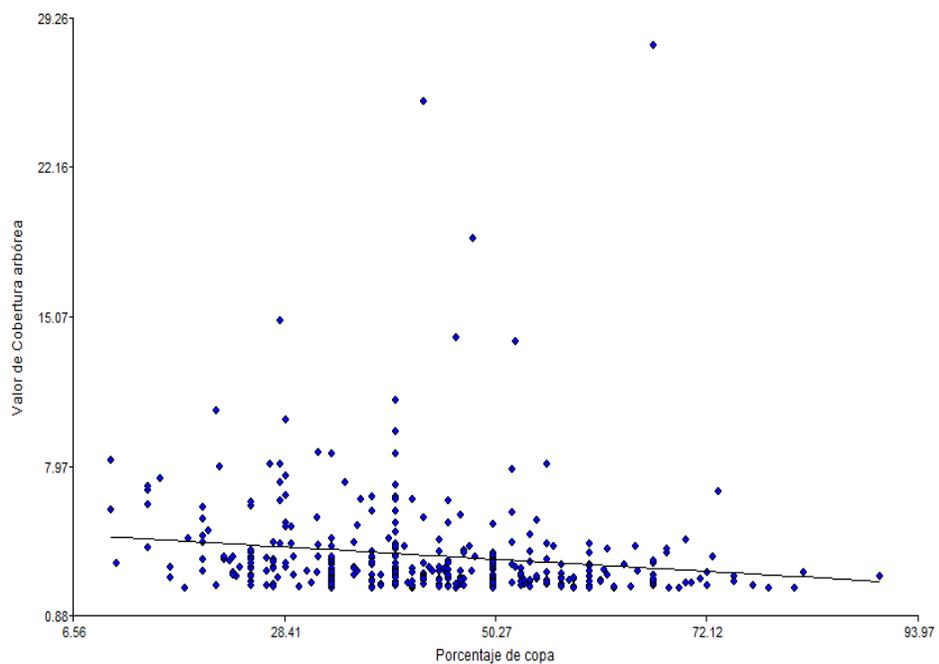


Figura 10. Relación de porcentaje de copa y valor de cobertura arbórea.

El análisis de relación de la figura 11 muestra un $R^2 = 0,02$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que el porcentaje de copa y la retención estadísticamente se relacionan, pero con un nivel muy bajo. Mostrando además una correlación inversa de Pearson con $-0,15$.

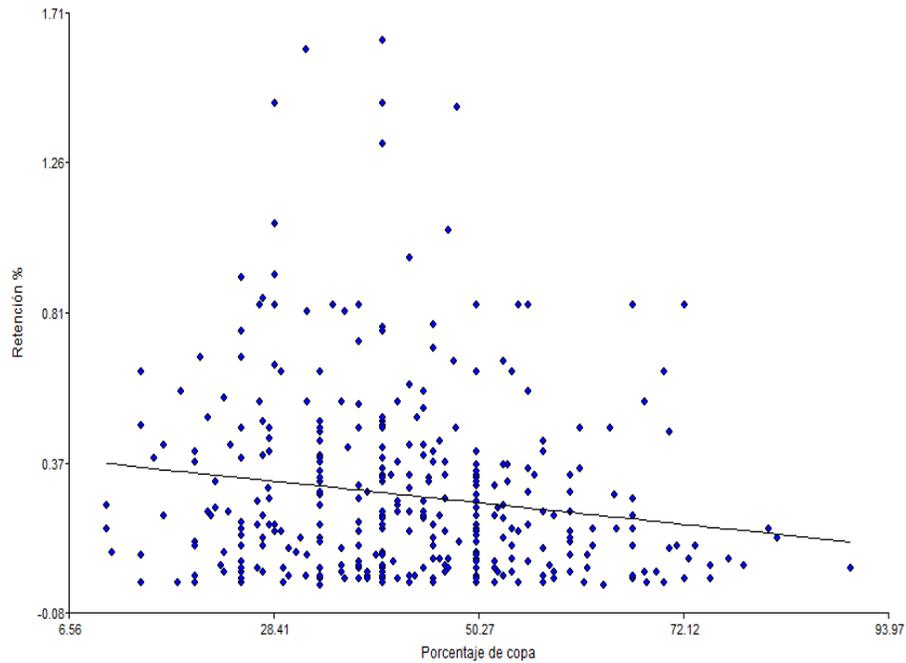


Figura 11. Regresión de porcentaje de copa y retención.

El análisis de relación de la figura 12 muestra un $R^2 = 0,04$ y un p-valor de $<0,0002$ indicándonos que el porcentaje de copa y el almacenamiento estadísticamente se relacionan, pero con un nivel muy bajo. Mostrando además una débil correlación de Pearson con $0,19$.

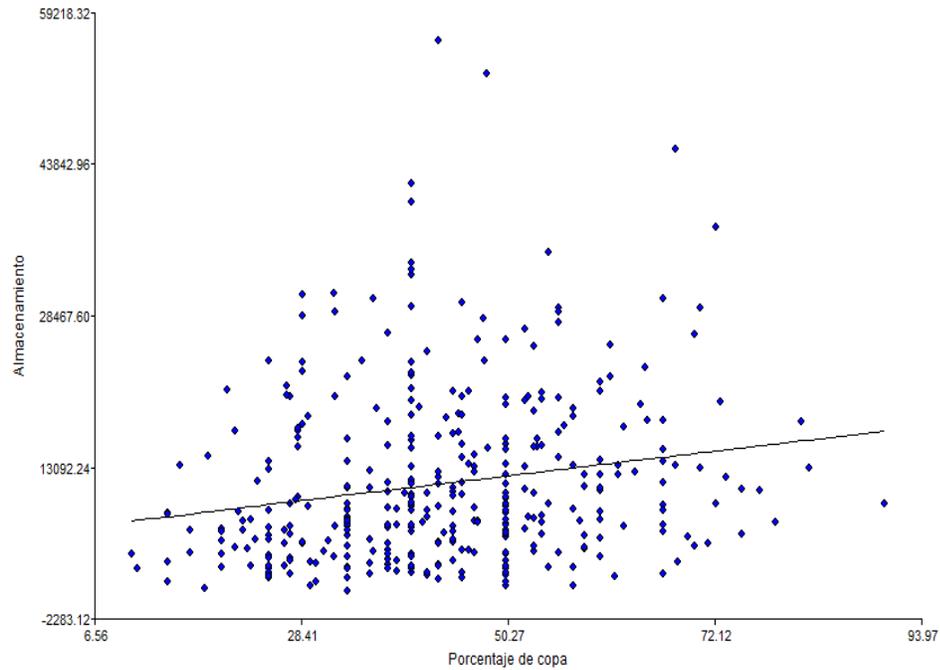


Figura 12. Relación de porcentaje de copa y almacenamiento.

4.3.2. Relación del índice de copa con el valor de cobertura arbórea, retención y almacenamiento

Nectandra hihua obtuvo una media del 6,74 como se muestra en la tabla 7. Vela (2019) encontró que *Pseudopiptadenia suaveolens* fue del 13,22 para bosque de colina alta en el BRUNAS a través de PPM. Arias (2005) refiere que este cociente da una buena idea de la dimensión de la copa del árbol. Existen marcadas diferencias entre especies, pero también se pueden establecer efectos en el índice de la copa según las condiciones de sitio.

Tabla 7. Índice de copa.

Índice de copa	n	Media	Min.	Máx.
<i>Nectandra hihua</i>	1	6,74	6,74	6,74
<i>Aniba spp.</i>	2	5,47	3,06	7,89
<i>Vismia amazónica</i>	1	4,69	4,69	4,69
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	4,35	0,54	8,16
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	4,15	1,23	5,63

El análisis de relación de la figura 13 muestra un $R^2 = 0,02$ y un p-valor de $<0,0055$ indicándonos que el índice de copa y el valor de cobertura arbórea estadísticamente se relacionan, pero con un nivel muy bajo. Mostrando además una correlación inversa de Pearson con $-0,14$.

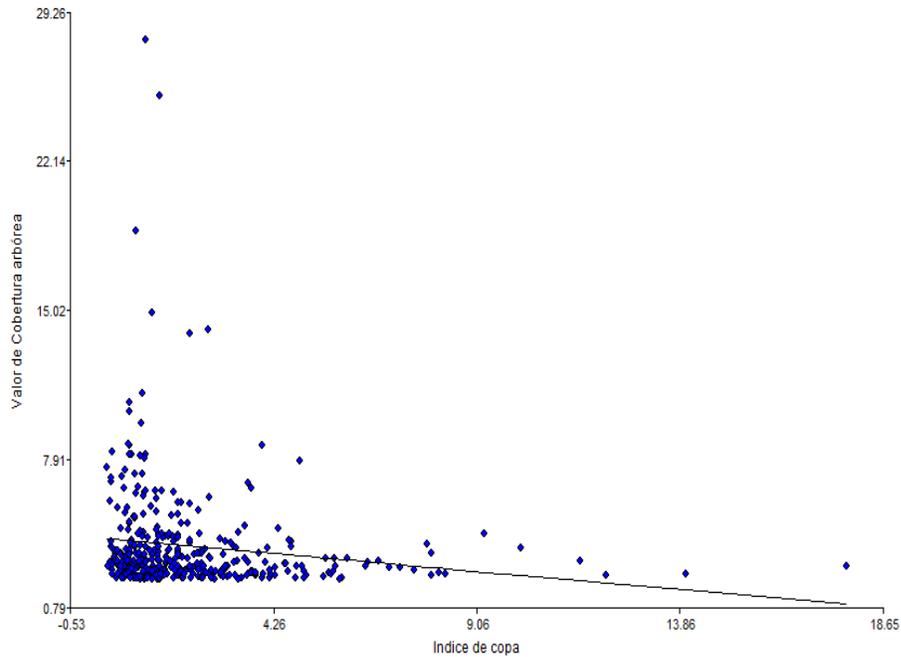


Figura 13. Relación de índice de copa y valor de cobertura arbórea.

El análisis de relación de la figura 14 muestra un $R^2 = 0,22$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que el índice de copa y la retención estadísticamente se relacionan, pero con un nivel bajo. Mostrando además una correlación inversa moderada de Pearson con $-0,47$.

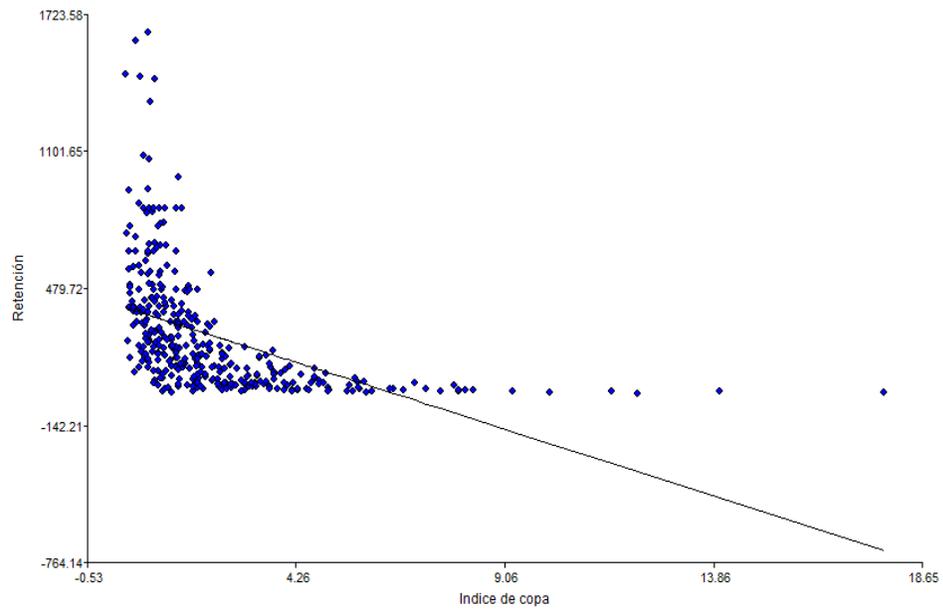


Figura 14. Relación de índice de copa y retención.

El análisis de regresión de la figura 15 muestra un $R^2 = 0,07$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que el índice de copa y almacenamiento estadísticamente se relacionan, pero con un nivel bajo. Mostrando además una correlación inversa débil de Pearson con $-0,26$.

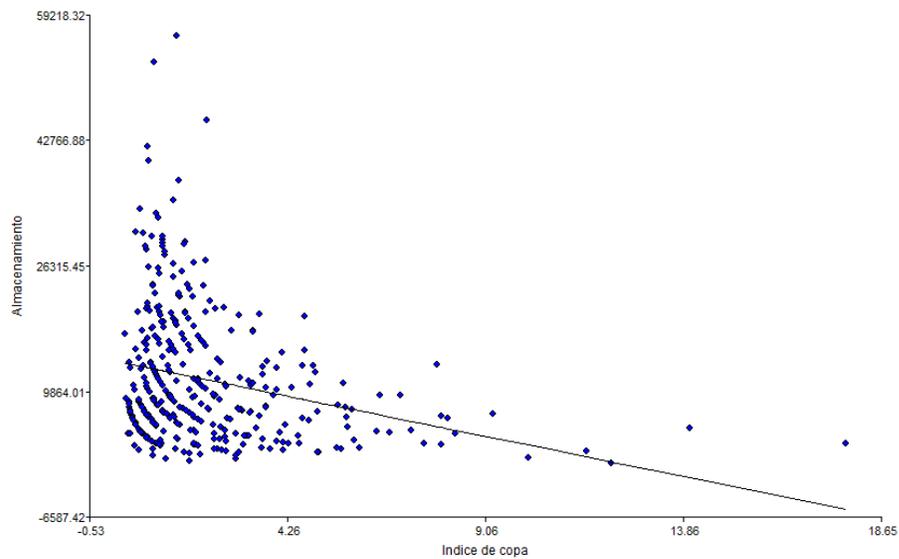


Figura 15. Relación de índice de copa y almacenamiento.

4.3.3. Relación de la forma de copa con el valor de cobertura arbórea, retención y almacenamiento

Sloanea fragrans muestra un valor de media de 1,99 como se describe en la tabla 8 a las cinco mejores medias de todas las especies. Vela (2019) encontró que *Eugenia egensis* presenta 3,75 en cuanto a su forma de copa, refiriendo además que de acuerdo con el resultado nos quiere decir que la forma de copa es 3,75 veces más que la longitud del alto de copa.

Tabla 8. Forma de copa.

Forma copa	n	Media	Min.	Máx.
<i>Sloanea fragrans</i>	2	1,99	1,78	2,20
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	1,71	0,55	2,33
<i>Qualea amoena</i>	1	1,67	1,67	1,67
<i>Parkia panurensis</i>	8	1,35	0,38	2,92
<i>Cinchona pubescens</i>	2	1,29	0,21	2,38

El análisis de relación de la figura 16 muestra un $R^2 = 0,01$ y un p-valor de $<0,0188$ indicándonos que la forma de copa y el valor de cobertura estadísticamente no se relacionan o simplemente la relación es nula. Mostrando además una correlación muy débil de Pearson con 0,12.

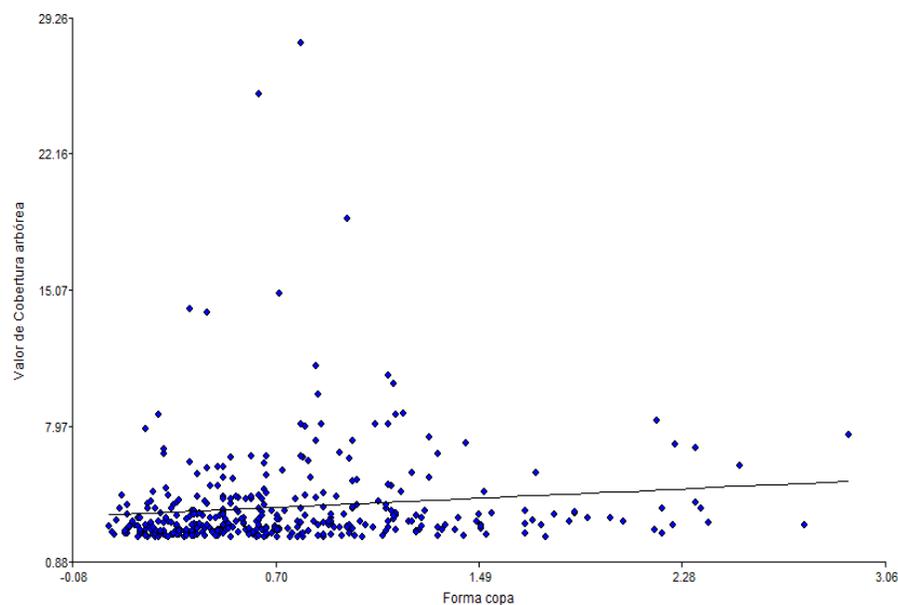


Figura 16. Relación de la forma de copa y el valor de cobertura arbórea.

El análisis de relación de la figura 17 muestra un $R^2 = 0,33$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que la forma de copa y la retención estadísticamente se relacionan, pero con un nivel débil. Mostrando además una correlación de Pearson que es fuerte con 0,58.

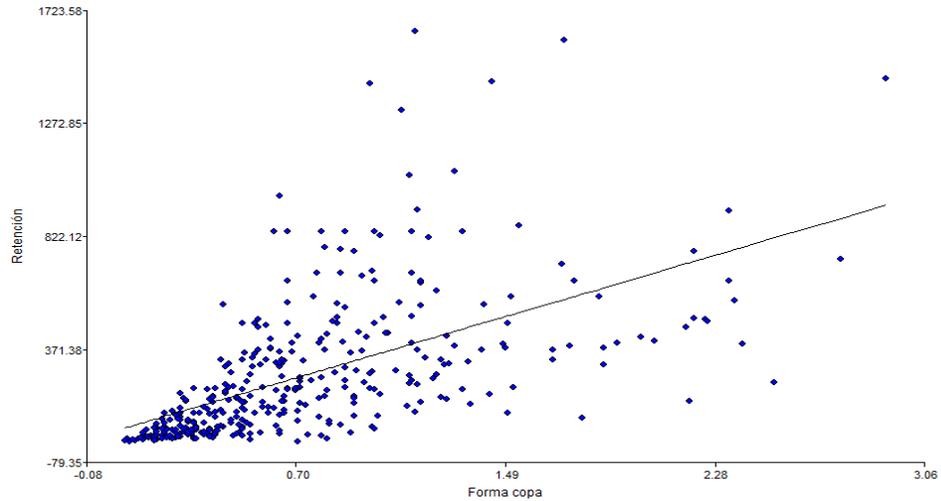


Figura 17. Relación de la forma de copa y la retención.

El análisis de relación de la figura 18, muestra un $R^2 = 0,01$ y un p-valor de $<0,0471$ indicándonos que la forma de copa y el almacenamiento estadísticamente se relacionan de forma débil. Mostrando además una correlación de Pearson que es nula con 0,10.

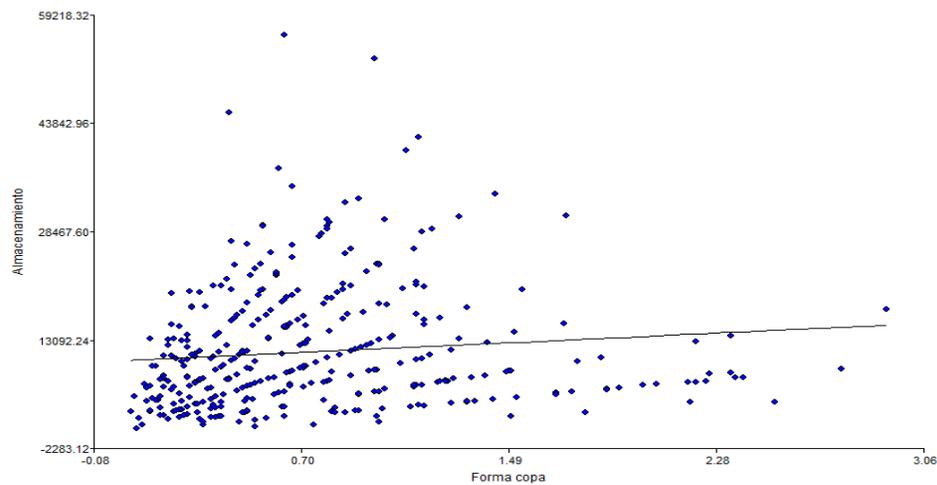


Figura 18. Relación de la forma de copa y el almacenamiento.

4.3.4. Relación del índice de espacio vital con el valor de cobertura arbórea, retención y almacenamiento

Se reporta que *Poulsenia armata* presenta un índice de espacio vital que de 41,45 es decir 41,45 veces mayor que su DAP tal como se muestra en la tabla 9 a las cinco especies con el mayor índice de espacio vital. Por su parte, Vela (2019) detalló que la especie *Hirtella racemosa* var. *hexandra* (Willd.) Prance (Chrysobalanaceae) con un índice de copa que era 79,23 veces mayor que el DAP. Asimismo, Arias (2005) alude que la variedad de ancho de copa para un valor similar de DAP de árbol puede ser extremadamente enorme, al punto que es difícil medir el ancho de copa a la vista del DAP del árbol. Por ejemplo, para *Pinus caribaea*, en árboles con una distancia transversal de 15 cm, se pueden anticipar valores de ancho de copa entre 2 y 5 m.

Tabla 9. Índice de espacio vital.

Índice de espacio vital	n	Media	Min.	Máx.
<i>Poulsenia armata</i>	1	41,45	41,45	41,45
<i>Miconia punctata</i>	3	31,97	13,52	42,34
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	31,43	30,00	32,86
<i>Apeiba aspera</i>	1	31,37	31,37	31,37
<i>Theobroma subincanum</i>	4	30,36	23,18	37,04

El análisis de relación de la figura 19 muestra un $R^2 = 0,07$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que el índice de espacio vital y el valor de cobertura estadísticamente no se relacionan. Mostrando además una correlación de Pearson inversa y débil de -0,26.

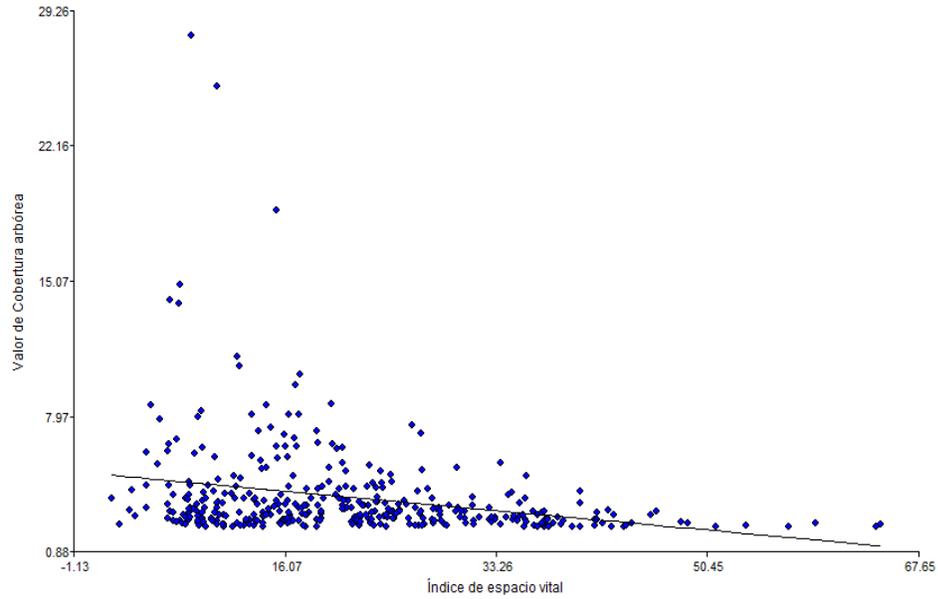


Figura 19. Relación de índice de espacio vital y valor de cobertura arbórea.

El análisis de relación de la figura 20 muestra un $R^2 = 0,23$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que el índice de espacio vital y la retención estadísticamente se relacionan, pero de forma débil. Mostrando además una correlación de Pearson de forma moderada con 0,48.

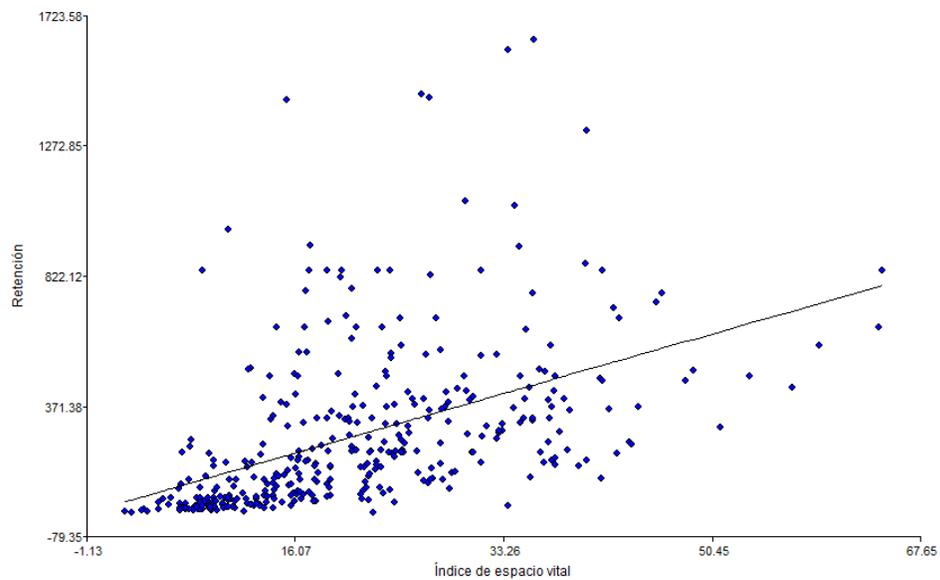


Figura 20. Relación de índice de espacio vital y la retención.

El análisis de relación de la figura 21 muestra un $R^2 = 0,11$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que el índice de espacio vital y el almacenamiento estadísticamente se relacionan, pero de forma muy débil. Mostrando además una correlación de Pearson de forma moderada con 0,33.

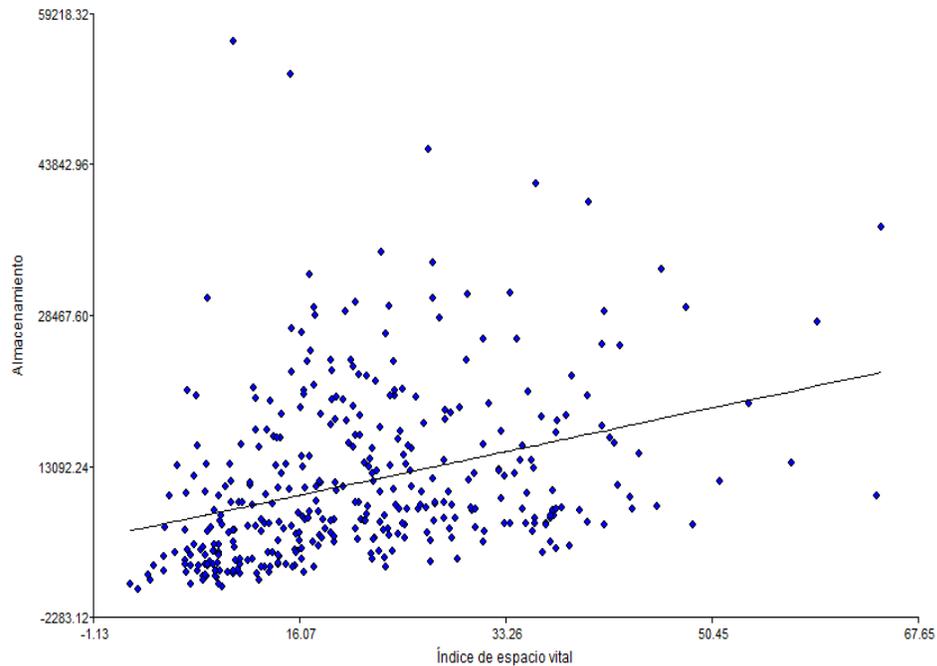


Figura 21. Regresión de índice de espacio vital y el almacenamiento.

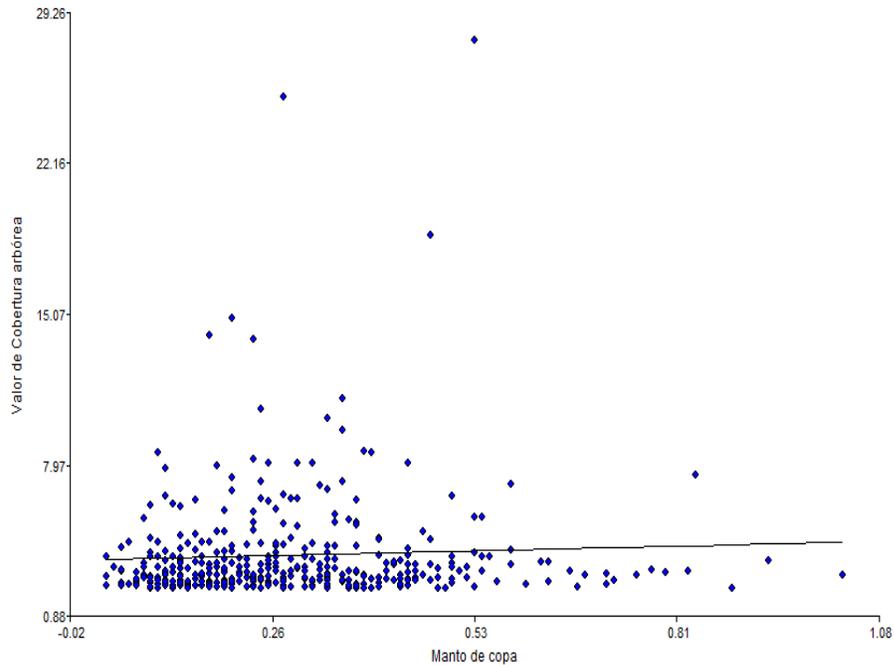
4.3.5. Relación de manto de copa con el valor de cobertura arbórea, retención y almacenamiento

Los resultados que se muestran en la tabla 10, son a cinco de las especies forestales con el mayor manto de copa encontrado siendo entre ellas *Qualea amoena* con el mayor manto de copa. Esta investigación que se corrobora y coincide con las investigaciones realizadas por Vela (2019) y Arias (2005), los mismos que analizaron otras especies pero que sirven de información para el análisis. El manto de copa tiene su relación con la vitalidad que muestra el árbol, y esta a su vez con la esbeltez, entendiéndose que mayor manto de copa, las posibilidades de desarrollo en crecimiento y altura serán mayores, así como mayor captación de CO_2 .

Tabla 10. Manto de copa.

Manto de copa	n	Media	Min.	Máx.
<i>Qualea amoena</i>	1	0,71	0,71	0,71
<i>Theobroma subincanum</i>	4	0,56	0,44	0,71
<i>Symphonia globulifera</i>	2	0,52	0,50	0,53
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	0,51	0,09	0,93
<i>Cinchona pubescens.</i>	2	0,47	0,16	0,79

El análisis de relación de la figura 22 muestra un $R^2 = 0,0027$ y un p-valor de $<0,3212$ indicándonos que el manto de copa y el valor de cobertura arbórea estadísticamente no se relacionan y no tiene importancia. Y con 0,05 nos dice la correlación de Pearson que es nula.

**Figura 22.** Relación del manto de copa y el valor de cobertura arbórea.

El análisis de relación de la figura 23 muestra un $R^2 = 0,36$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que el manto de copa y la retención estadísticamente se relacionan de forma muy débil. Y con 0,60 nos dice la correlación de Pearson que es fuerte.

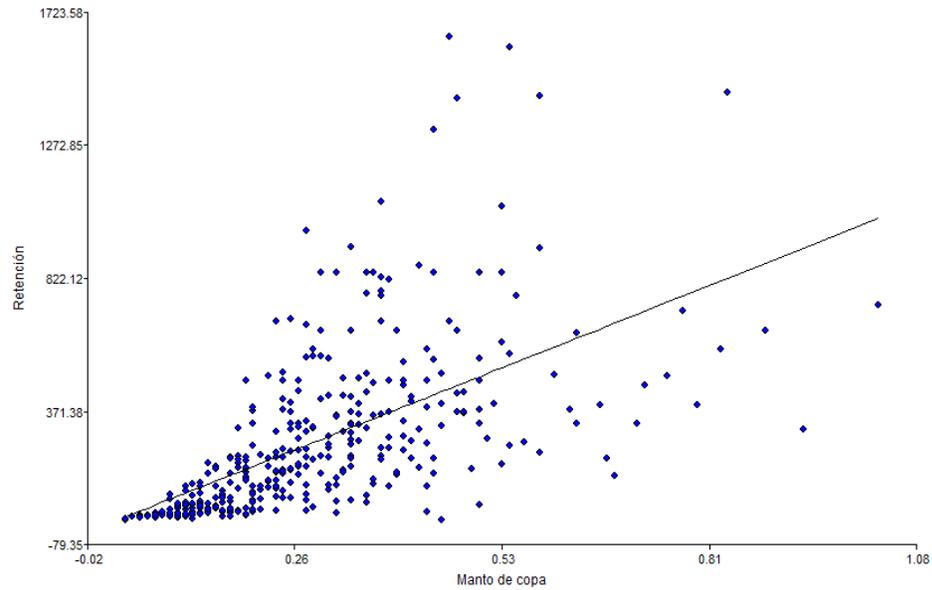


Figura 23. Relación del manto de copa y la retención.

El análisis de relación de la figura 24 muestra un $R^2 = 0,07$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que el manto de copa y el almacenamiento estadísticamente la relación es nula, pero existe significación estadística. Y a través de la correlación de Pearson con $0,27$ nos dice que es débil.

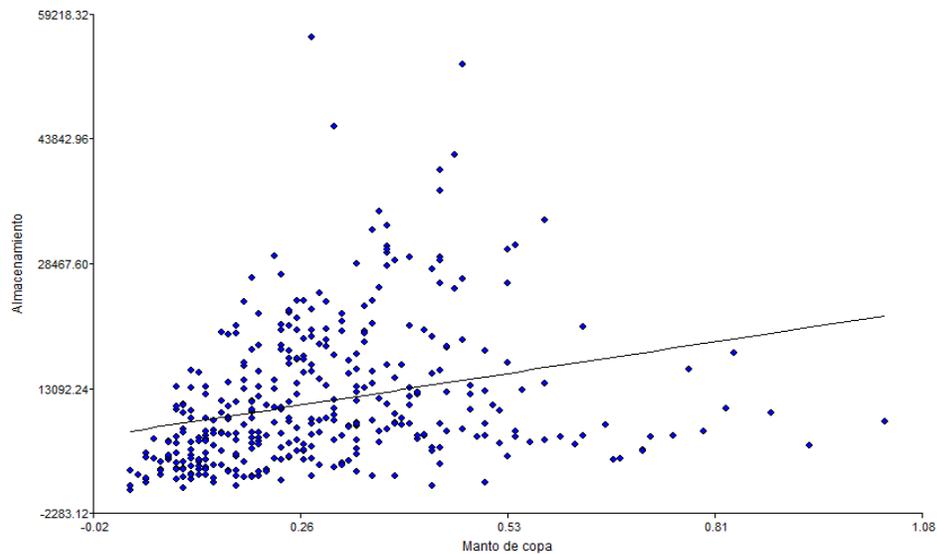


Figura 24. Relación del manto de copa y el almacenamiento.

4.3.6. Relación de esbeltez con el valor de cobertura arbórea, retención y almacenamiento

Como se muestra en la tabla 11. Las cinco especies más robustas y menos estables como *Nectandra hihua* que tiene una relación de entre 114,13 a 125,63. Y las cinco especies más estables consideramos que se encuentran entre 52,82 a 58,42 *Theobroma subincanum* ... y *Osteophloeum platyspermum* respectivamente como se muestra en la tabla 11. La investigación se sustenta en que a mayor esbeltez las posibilidades de caída de los árboles serán también mayor, es decir serán inestables mecánicamente a las inclemencias del clima, como ventarrones en la selva. Asimismo, este estudio se fundamenta en lo realizado por Vela (2019), Durlo & Denardi (1998) y Vignote *et al.* (1996).

Tabla 11. Esbeltez.

Esbeltez	n	Media	Min.	Máx.
<i>Nectandra hihua</i>	1	125,63	125,63	125,63
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	121,78	115,00	128,57
<i>Brosimum spp.</i>	1	119,05	119,05	119,05
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	115,97	114,29	117,65
<i>Hirtella racemosa</i>	1	114,13	114,13	114,13
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	58,42	40,51	80,65
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	55,87	55,70	56,03
<i>Parkia panurensis</i>	8	55,66	31,75	83,62
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	54,14	49,76	62,07
<i>Theobroma subincanum</i>	4	53,82	51,85	55,90

El análisis de relación de la figura 25 muestra un $R^2 = 0,20$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que la esbeltez y el valor de cobertura estadísticamente se relacionan, pero de forma débil, existiendo además significación estadística. Y a través de la correlación de Pearson con $-0,47$ nos dice existe una correlación inversa y moderada.

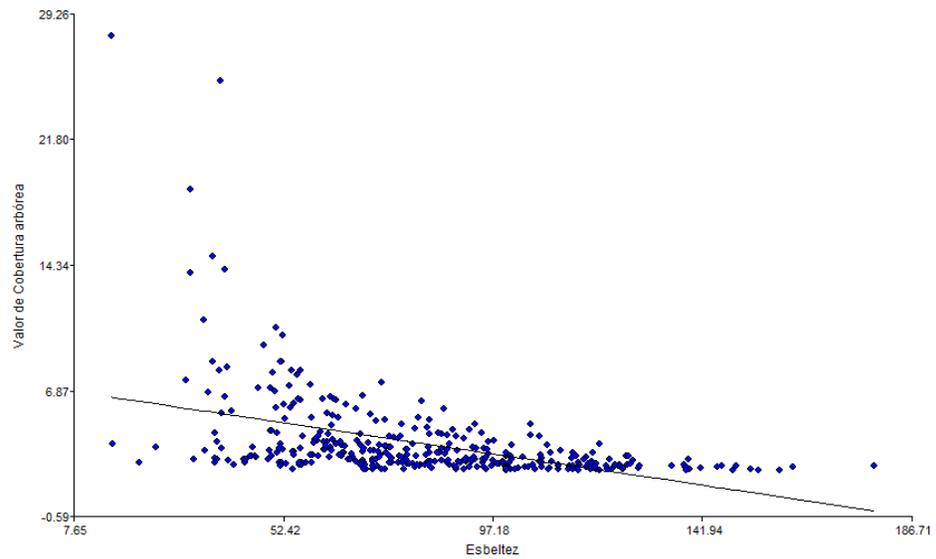


Figura 25. Relación de la esbeltez y el valor de cobertura arbórea.

El análisis de relación de la figura 26 muestra un $R^2 = 0,07$ y un p-valor de $<0,0001$ indicándonos que la esbeltez y la retención estadísticamente tienen una relación es nula, pero existiendo significación estadística. Y a través de la correlación de Pearson con $-0,27$ nos dice existe una correlación inversa y débil.

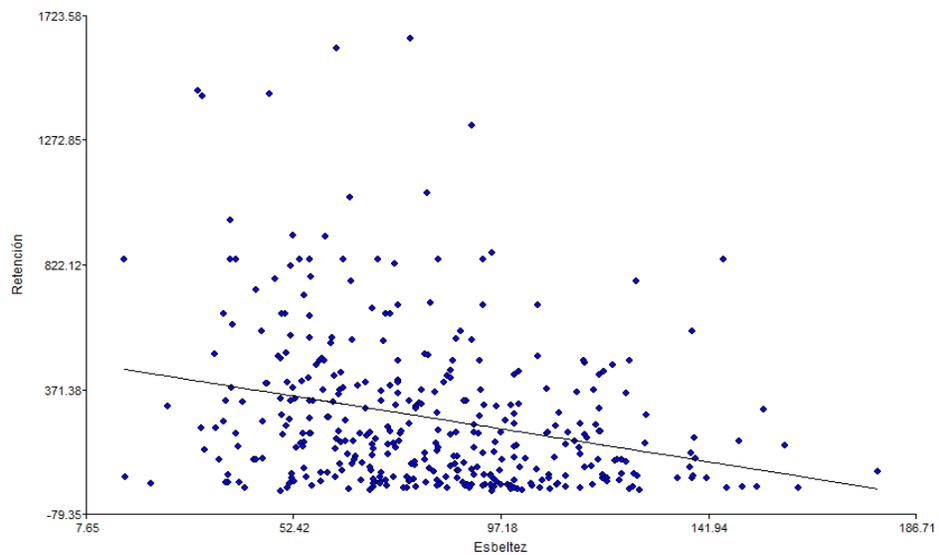


Figura 26. Relación de la esbeltez y la retención.

El análisis de relación de la figura 27 muestra un $R^2 = 0,0034$ y un p-valor de $<0,2604$ indicándonos que la esbeltez y el almacenamiento estadísticamente la relación es nula, no existiendo además significación estadística. Y a través de la correlación inversa de Pearson con $-0,06$ nos dice que no existe correlación.

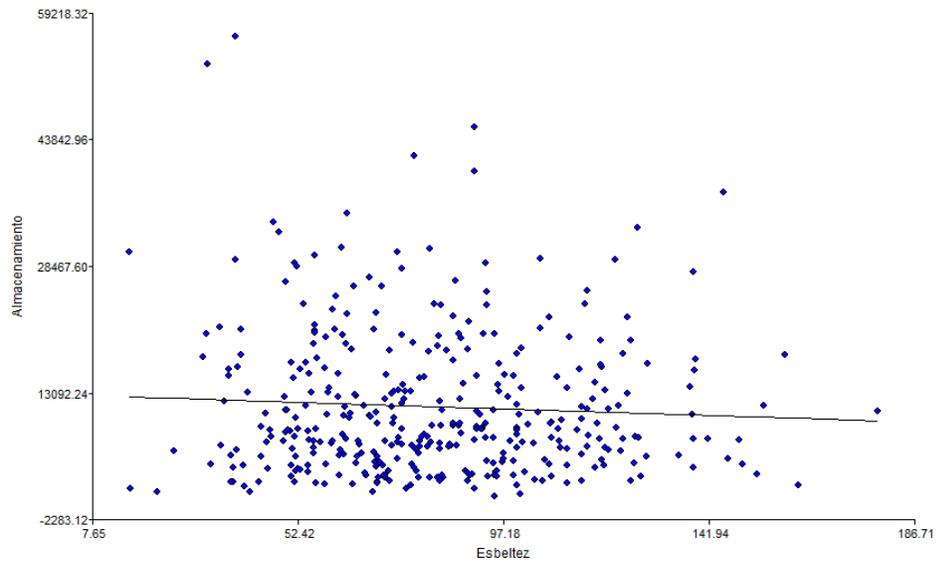


Figura 27. Relación de la esbeltez y el almacenamiento.

4.4. Relación de la densidad básica de los árboles de colina alta con el servicio ecosistémico de aprovisionamiento

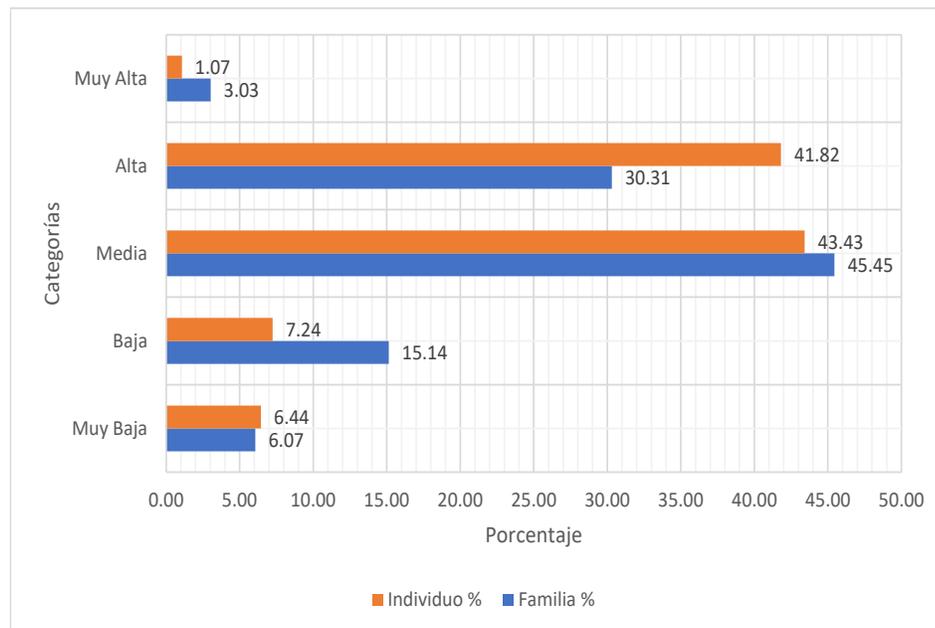
En la investigación como se muestra en la tabla 12, se encontró 47,15 familias/ha de los cuales las dos familias con la densidad básica muy baja fueron Malvaceae y Urticaceae en estos bosques de colinas altas del BRUNAS.

En similares condiciones de tipo de bosque Vela (2019) en la PPM 4 del BRUNAS, encontró 38 grupos de especies vegetales con DAP mayor o equivalente a 10 cm, de los cuales las familias (Anacardiaceae, Caricaceae y Malvaceae) muestran muy bajas densidades menores a $0,30 \text{ g/cm}^3$; que de 544 individuos encontró que el 1,47 % tienen esas densidades.

Tabla 12. Categorías de densidad básica por familias e individuos.

DB g/cm ³	Categorías	Familia/ha	Familia %	Individuo/ha	Individuo %
<0,30	Muy Baja	2,86	6,07	34,29	6,44
0,3 – 0,40	Baja	7,14	15,14	38,57	7,24
0,41 – 0,60	Media	21,43	45,45	231,43	43,43
0,61 - 0,75	Alta	14,29	30,31	222,86	41,82
>0,75	Muy Alta	1,43	3,03	5,71	1,07
Total		47,15	100,00	532,86	100,00

En la figura 28, se muestra una distribución de la densidad conforme a la tabla 12, donde se muestra que la mayoría de las familias y especies se encuentra en las categorías media y alta para este tipo de bosque de colinas altas. Zelada y Reynel (2019) encontró que densidad básica de la madera; muestra variación según el nivel altitudinal. Siendo entonces que conforme se incrementa la altitud del bosque sobre el nivel del mar las especies arbóreas tienden a tener mayores densidades. Por su parte Chave (2006) refiere que la densidad brinda información de cuanto CO₂ puede destinar un árbol para el coste de construir.

**Figura 28.** Categorías de densidad básica por familia e individuo.

El análisis de relación de la figura 29 muestra un $R^2 = 0,02$ y un p-valor de $<0,0045$ indicándonos que la densidad básica y el valor de cobertura arbórea estadísticamente su relación es nula, pero existiendo significación estadística. Y a través de la correlación inversa de Spearman con $-0,22$ nos indica que es baja.

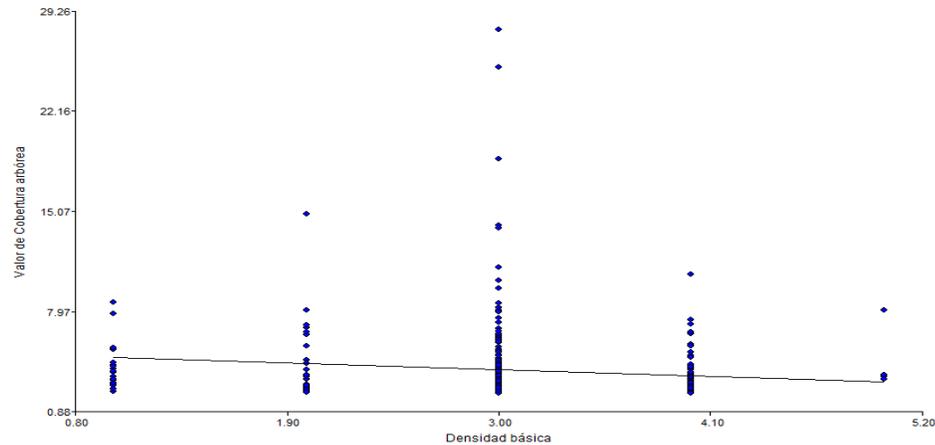


Figura 29. Relación de la densidad básica y el valor de cobertura arbórea.

El análisis de relación de la figura 30 muestra un $R^2 = 0,000029$ y un p-valor de $<0,7425$ indicándonos que la densidad básica y la retención estadísticamente no existe relación, asimismo, no existe significación estadística. Mostrando además una relación muy baja de $0,01$ analizada con Rho de Spearman.

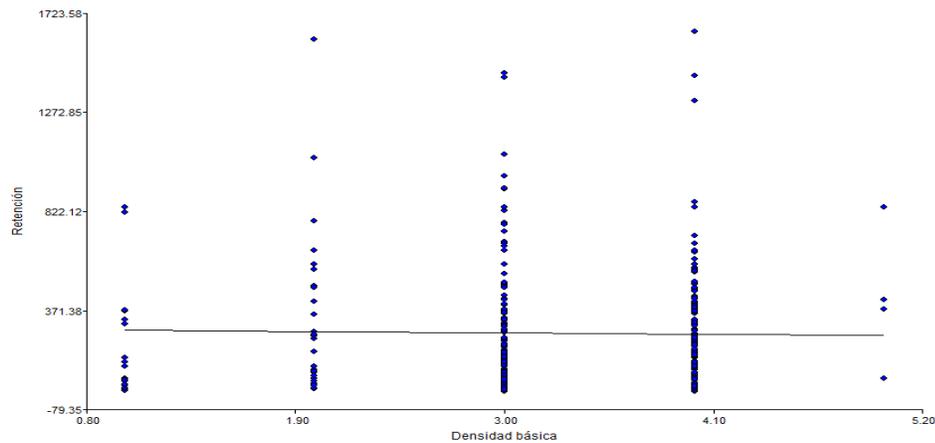


Figura 30. Relación de la densidad básica y la retención.

El análisis de relación de la figura 31 muestra un $R^2 = 0,01$ y un p-valor de $<0,0807$ indicándonos que entre la densidad básica y el almacenamiento estadísticamente no existe relación, asimismo, no existe significación estadística. El análisis de Spearman muestra una relación inversa negativa $-0,08$; siendo muy baja.

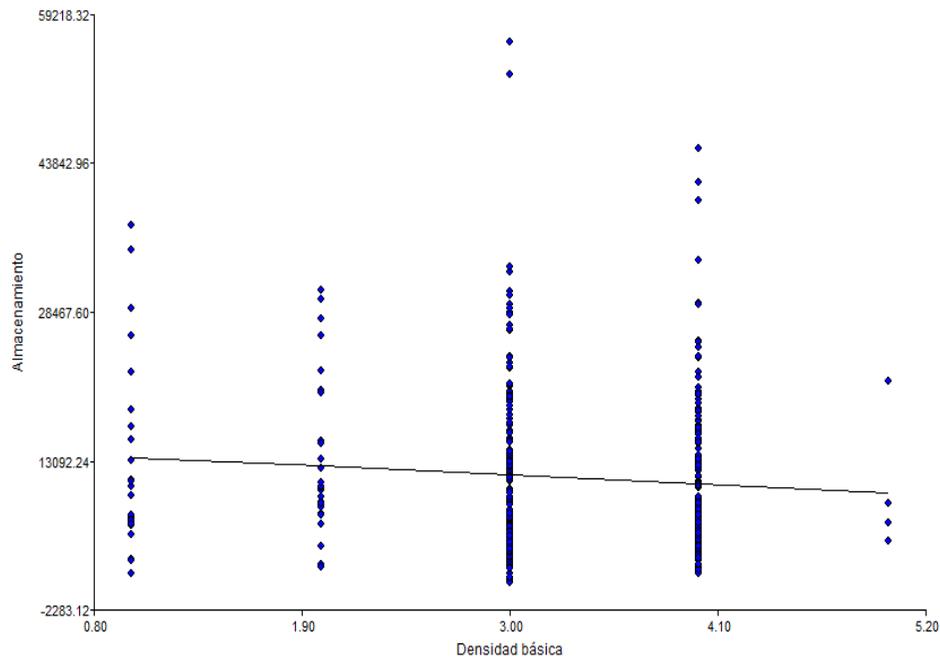


Figura 31. Relación de la densidad básica y el almacenamiento.

V. CONCLUSIONES

El nivel de relación entre la altura total y los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento como son: la cobertura vegetal arbórea, la retención y el almacenamiento. El análisis a través de Pearson muestra que es moderada, fuerte y positiva con 0,46; 0,30 y 0,57 respectivamente. Y siendo el valor de $\rho < 0,05$ nos indica una relación significativa entre las variables. Es decir, la altura total con la cobertura vegetal arbórea, la retención y el almacenamiento como los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, según Pearson, se relacionan positivamente de forma moderada a fuerte. Además, muestran significación entre las variables.

El nivel de relación entre el porcentaje de copa con el valor de cobertura arbórea, la retención y el almacenamiento a través de Pearson muestra que es débil y negativa: -0,15; -0,15 y 0,19 respectivamente. Siendo el valor de $\rho < 0,05$ que nos indica una relación significativa entre las variables. Es decir, el porcentaje de copa con el valor de cobertura arbórea y la retención según Pearson muestran una relación negativa débil. Y una relación positiva débil entre el porcentaje de copa y el almacenamiento, con significación entre las variables.

El nivel de relación entre el índice de copa con el valor de cobertura arbórea, la retención y el almacenamiento a través de Pearson muestra que es negativa débil y moderada: -0,14; -0,47 y -0,26 respectivamente. Siendo el valor de $\rho < 0,05$ que nos indica una relación significativa entre las variables. Esto quiere decir, El índice de copa con el valor de cobertura arbórea, la retención y el almacenamiento según Pearson presentan una relación negativa de débil a moderada, con significación entre las variables.

El nivel de relación entre la forma de copa con el valor de cobertura arbórea, la retención y el almacenamiento a través de Pearson muestra que es débil a fuerte y positiva: 0,12; 0,58 y 0,10 respectivamente. Siendo el valor de $\rho < 0,05$ que nos indica una relación significativa entre las variables. En otras palabras, la forma de copa con el valor de cobertura, la retención y el almacenamiento según Pearson, muestran una relación positiva débil y fuerte, con significación entre las variables.

El nivel de relación entre el índice de espacio vital con el valor de cobertura vegetal arbórea, la retención y el almacenamiento a través de Pearson muestra que es débil y negativa, así como

moderada y positiva: -0,26; 0,48 y 0,33 respectivamente. Siendo el valor de $\rho < 0,05$ que nos indica una relación significativa entre las variables. Es decir, el índice de espacio vital y el valor de cobertura arbórea según Pearson presentan una relación negativa moderada. Asimismo, el índice de espacio vital con la retención y el almacenamiento presentan relación positiva moderada, con significación entre las variables.

Entre el manto de copa y valor de cobertura arbórea se demuestra estadísticamente que no existe relación entre las variables y tampoco relación significativa. Pero entre el manto de copa con la retención y el almacenamiento el grado de correlación entre las variables determinada por Pearson es de 0,60 y 0,47 respectivamente. Siendo el valor de $\rho < 0,05$ que nos indica una relación significativa entre las variables. Quiere decir que el manto de copa con el valor de cobertura arbórea según Pearson no existe relación. Pero entre el manto de copa, la retención y el almacenamiento existe una relación positiva de moderada a fuerte, con significación entre las variables.

Entre la esbeltez y el almacenamiento se demuestra estadísticamente que no existe relación entre las variables y tampoco relación significativa. Y el nivel de relación entre la esbeltez con el valor de cobertura vegetal arbórea y la retención a través de Pearson muestra que es moderada y positiva, así como débil y negativa: 0,47 y -0,27 respectivamente. Siendo el valor de $\rho < 0,05$ que nos indica una relación significativa entre las variables. Es decir, la esbeltez con el almacenamiento según Pearson no existe relación, pero entre la esbeltez y el valor de cobertura arbórea existe una relación positiva moderada. Asimismo, la investigación encontró una relación negativa débil entre la esbeltez y la retención, con significación entre las variables.

Entre la densidad básica con la retención y el almacenamiento se demuestra estadísticamente que no existe relación significativa entre las variables y tampoco relación significativa. Pero entre la densidad básica y el valor de cobertura vegetal el grado de correlación entre las variables determinada por Pearson es débil y negativa: -0,22. Obteniéndose además un valor de $\rho < 0,05$ que nos indica una relación significativa entre las variables. Es decir la densidad básica con la retención y el almacenamiento según Rho de Spearman no existe relación. Pero entre la densidad y el valor de cobertura arbórea existe una relación negativa débil, con significación entre las variables.

VI. RECOMENDACIONES

El estudio encontró débil, moderada fuerte relaciones positivas de las variables rasgos funcionales y servicios ecosistémicos de aprovisionamiento en el Bosque Reservado de la UNAS, medido a través de sus indicadores y subindicadores. Y el análisis a través de Pearson demuestra que existe relación significativa entre las variables, recomendándose que necesario efectuar otros estudios de este tipo, pero incluyendo otras variables e indicadore porque se demuestra que hay otros elementos o factores que se relacionan con las variables, como la precipitación, horas de sol, temperatura, suelo, etcétera.

El estudio demostró relaciones positivas de moderada a fuerte, de altura total con los servicios ecosistémicos para el aprovisionamiento, además de ser significativas. Recomendándose hacer otros estudios incluyendo otros indicadores, porque se demuestra que hay otros elementos que están afectando o mostrándose en la relación como pudieran ser la forma del fuste, el tipo de raíces, la humedad del suelo, etcétera.

Se determinó que entre la forma de copa (parámetros de copa) existen una débil, moderada y fuerte relación positiva y negativa con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, pero existiendo una relación significativa. Existiendo también casos en los que no hay relación ni significancia estadística. Recomendándose investigaciones que incluyan diversos indicadores porque influyen en los resultados de forma positiva y negativa, pudiendo ser el número de ramas del árbol, el tipo de hoja, el espesor de la hoja, la inclinación de la pendiente, etcétera.

Se determinó que la densidad se relaciona de forma baja con el valor de cobertura y con la retención y almacenamiento de existe relación y significación estadística. Recomendándose investigaciones que incluyan más variables, así como también descriptore, porque existe influencia de otros factores y los cuales es necesarios conocer para determinar con precisión la relación de la densidad básica de los árboles con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento.

VII. REFERENCIAS

- ¿Coeficiente de correlación, que es y para qué sirve? (S.f.). Platzi.
<https://platzi.com/tutoriales/1269-probabilidad-estadistica/2308-coeficiente-de-correlacion-que-es-y-para-que-sirve/>
- Acosta, V; Araujo, P; Iturre, M. (2006). Caracteres estructurales de las masas. Santiago del Estero, Argentina, UNSE. 35 p. (Serie didáctica sociología vegetal y fitogeografía forestal, N° 22).
- Aguirre, C., Santillán, E., y Díaz Quintana, E. (2019). Rasgos funcionales de los árboles de bosque de montaña favorecen la estrategia de conservación de las especies a los riesgos ambientales, Tingo María - Perú. Revista Boletín Redipe, 8(7), 99–112.
<https://doi.org/10.36260/rbr.v8i7.781>
- Arias, D. (2004). Estudio de las relaciones altura-diámetro para seis especies maderables utilizadas en programas de reforestación en la Zona Sur de Costa Rica. (en línea). Kurú: Revista Forestal 1(2), 2004. Consultado 12 ago. 2005. Disponible en <http://www.itcr.ac.cr/revistaKuru/antiores/antior2/pdf/Articulo%204.pdf>
- Arias, D. (2005). Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. Revista forestal Kurú 2(5):1-13. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/543>
- Balvanera, P., y Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. Gaceta Ecológica 84(85), 8-15. <https://www.redalyc.org/pdf/540/54031601011.pdf>
- Bawa, K., Dayanandan, S. (1998). Global climate change and tropical forest genetic resources. Climatic Change, 39: 473 – 485.
- Bermeo, D. (2010). Determinación y caracterización de tipos funcionales de plantas (TFPs) en bosques secundarios dentro de un gradiente altitudinal y su relación con variables bioclimáticas. [Tesis Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4766/DeterminacionyCaracterizacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BIRF – AIF (Banco Mundial, Estados Unidos). 2016. BIRF – AIF: Los bosques contrarrestan el cambio climático. <http://www.bancomundial.org/es/topic/forests/brief/forests-combat-climate-change>.

- Camacho, V; Ruiz, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, 1(4): 3 – 15. <http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/19>.
- Cardoza, F. 2011. Diversidad y composición florística y funcional de los bosques del parque nacional Montecristo, El salvador. [Tesis Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4815/Diversidad_y_composicion_floristica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Casanoves, F. (2012). Evaluación de la diversidad funcional. https://www.academia.edu/29899532/EVALUACION_DE_LA_DIVERSIDAD_FUNCIONAL
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, Costa Rica). 2008. Adaptación al cambio climático: el rol de los servicios ecosistémicos. Turrialba, Costa Rica 3 p.
- CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica, Canadá). 2009. Relación entre la diversidad biológica y la mitigación y adaptación al cambio climático. (en línea). Montreal, Canadá. 16 p. Consultado 01 de jun. 2017. Disponible en <https://www.cbd.int/doc/publications/ahteg-brochure-es.pdf>.
- Chave, J. (2005). MEDICIÓN DE LA ALTURA DEL ÁRBOL, PARA ÁRBOLES TROPICALES MANUAL DE CAMPO.
- Chave, J. (2006). MEDICIÓN DE DENSIDAD DE MADERA EN ÁRBOLES TROPICALES MANUAL DE CAMPO. [http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/wood_density_spanish\[1\].pdf](http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/wood_density_spanish[1].pdf)
- Chave, J. 2005. Medición de la altura del árbol, para árboles tropicales. Manual Universidad Paul Sabatier 2005–1: 1–3.
- Chave, J. 2006. Medición de densidad de madera en árboles tropicales. Manual Universidad Paul Sabatier 2006–1: 1–7.
- Chave, J., Muller-Landau, H. C., Baker, T. R., Easdale, T. A., Steege, H. ter, & Webb, C. O. (2006). REGIONAL AND PHYLOGENETIC VARIATION OF WOOD DENSITY ACROSS

- 2456 NEOTROPICAL TREE SPECIES. *Ecological Applications*, 16(6), 2356–2367. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2006\)016\[2356:RAPVOW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2006)016[2356:RAPVOW]2.0.CO;2)
- Chave, J.; Muller-Landau, H.C.; Baker, P.R.; Easdale, T.A.; Ter Steege, H.; Webb, C.O. 2006. Regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. *Ecological Applications* 16(6): 2356-2367.
- Cisneros, A. B., Moglia, J. G., & Álvarez, J. A. (2019). Morfometría de copa en *Prosopis alba* Griseb. *Ciencia Florestal*, 29(2), 863. <https://doi.org/10.5902/1980509826846>
- Cornelissen, J. H. C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E., Reich, P. B., Steege, H. ter, Morgan, H. D., Heijden, M. G. A. van der, Pausas, J. G., & Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51(4), 335. <https://doi.org/10.1071/BT02124>
- Cornwell, W. K., & Ackerly, D. D. (2009). Community assembly and shifts in plant trait distributions across an environmental gradient in coastal California. *Ecological Monographs*, 79(1), 109–126. <https://doi.org/10.1890/07-1134.1>
- Costanza, R., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., & Sutton, P. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. 387, 8.
- Cox, P.M., Betts, R.A., Collins, M., Harris, P.P., Huntingford, C., Jones, C.D. 2004. Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century. *Theoretical and Applied Climatology* 78: 137-156.
- Daily, G. C. (1997). Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. *Electronic Green Journal*, 1(8). <https://doi.org/10.5070/G31810307>
- Dale, V.H., L.A. Joyce, S. McNulty, R.P. Neilson, M.P. Ayres, M.D. Flannigan, P.J. Hanson, L.C. Irland, A.E. Lugo, C.J. Peterson, D. Simberloff, R.J. Swanson, B.J. Stocks, B.M. Wotton. 2001. Climate change and forest disturbances. *Bioscience* 51:723-734.
- de la Riva, E. G., Pérez, I. M., Navarro, C. M., Olmo, M., Marañón, T., y Villar, R. (2014). Rasgos funcionales en el género *Quercus*: Estrategias adquisitivas frente a conservativas en el uso de recursos. 23(2), 82–89.

- Delgado, L. A., Acevedo, M. F., & Castellanos, H. (2005). Relaciones alométricas y patrones de crecimiento para especies de árboles de la reserva forestal Imataca, Venezuela. *Revista Interciencia*, 30(5), 275–283. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000500007
- Díaz, R. (2003). Efecto de la recurrencia de los incendios sobre la resiliencia post-incendio de las comunidades vegetales de Cataluña a partir de imágenes de satélite. *Asociación Española de Ecología terrestre*. Alicante, España. *Ecosistemas*. Vol. XII. No. 3. 11 p.
- Díaz, S., Gurvich, D.E., Pérez Harguindeguy, N. y Cabido, M. (2002). ¿Quién necesita tipos funcionales de plantas? *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 37: 135-140.
- Díaz, S., Lavorel, S., Chapin, F. S., Tecco, P. A., Gurvich, D. E., & Grigulis, K. (2007). Functional Diversity—At the Crossroads between Ecosystem Functioning and Environmental Filters. *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*, 81–91. https://doi.org/10.1007/978-3-540-32730-1_7
- Díaz, S.; Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution* 16 (11): 646-655.
- Díaz, S; Cabido, M. 1997. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *Journal of Vegetation Science* 8: 463-474.
- Díaz, S; Lavorel, S; de Bello, F; Quétier, F; Grigulis, K; Robson, M. 2007. Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 20684-20689.
- Duffy, JE. 2002. Biodiversity and ecosystem function: the consumer connection. *Oikos* 99: 201–219.
- Durlo, A; Denardi, L. 1998. Morfometría de *Cabralea canjerana*, em mata secundaria nativa do Rio Grande do Sul. *Ciencia Forestal* 8(1):55-66.
- Durlo, MA; Denardi, L. (1998). Morfometria de *Cabralea canjerana*, em m ata secundaria nativa do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal* 8(1):55-66.
- EEM (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, Estados Unidos). 2003. *Ecosistemas y bienestar humano: un marco para la Evaluación*. WashingtonDC, USA. Island Press. 5:49 -70.

- Falster, D. S., & Westoby, M. (2003). Plant height and evolutionary games. *Revista ELSEVIER*, 18(7), 337–343. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00061-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00061-2)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma). 2010. La gestión de los bosques ante el cambio climático: Marco estratégico para los bosques y el cambio climático. (en línea). Roma, Italia. 20 p. Consultado 02 de jun. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/014/i1960s/i1960s00.pdf>.
- Fisher, B., Turner, R. K., y Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68(3), 643–653. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>
- Fornara, DA; Tilman, D. (2009). Ecological mechanisms associated with the positive diversity–productivity relationship in an N-limited grassland. *Ecology* 90: 408-418.
- Foster, P. (2002). The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests. *Earth Science Reviews* 55(1-2): 73-106.
- Goldammer, J.G., Price, C. (2008). Potential impacts of climate change on fire regimes in the tropics based on MAGICC and a GISS GCM-derived lightning model.
- Gómez, A., Gómez, F., Ávila, A. y Bruijnzeel, L. (2015). Partición de la precipitación en un bosque tropical montano de pino-encino en el centro de México. *BOSQUE* 36(3): 505-518, 2015 DOI: 10.4067/S0717-92002015000300017
- González, L. R. (2017). Análisis de la diversidad funcional de un bosque secundario en el departamento de Cordillera, Paraguay [Tesis maestría, Universidad Nacional de Asunción]. https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/Tesis_RaquelGonz%C3%A1lez_0.pdf
- Hansen, L.J., Biringer, J.L. Hoffman, J.R. (2003). *Buying time: a user’s manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems*. WWF, Climate Change Program, Berlin, Germany. 246p.
- Hess, A. F., Loiola, T., Arruda de Souza, I., & Nascimento, B. (2016). Morfometría de la copa de *Araucaria angustifolia* en sitios naturales en el sur de Brasil. *Revista Bosque* 37(3), 603–611. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002016000300017>

- Hooper, DUF; Chapin, S; Ewel, J; Hector, A; Inchausti, P; Lavorel, S; Lawton, JH; Lodge, DM; Loreau, M; Naeem, S; Schmid, B; Setälä, H; Symstad, AJ; Vandermeer, J; Wardle, DA. (2005). Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75: 3-35.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Reino Unido). 2007. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del grupo de trabajo II. Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático 976 p. Universidad de Cambridge, Reino Unido.
- King, A; Davies, J; S. Tan y N.S.M.D. Noor. (2006). The role of wood density and stem support costs in the growth and mortality of tropical trees. *Journal of Ecology* 94: 670–680.
- Kraft, N.J.B., M.R. Metz, R.S. Condit y J. Chave. (2010). The relationship between wood density and mortality in a global tropical forest dataset. *New Phytologist* 188: 1124-1136.
- Lavorel, S., Rochette, C., y Lebreton, J.-D. (1999). Functional Groups for Response to Disturbance in Mediterranean Old Fields. *Revista Oikos*, 84(3), 480–498. <https://doi.org/10.2307/3546427>
- Lavorel, S; Garnier, E. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology* 16: 545-556.
- Lavorel, S; Grigulis, K; Lamarque, P; Colace, MP; Garden, D; Girel, J; Pellet, G; Douzet, R. (2011). Using plant functional traits to understand the landscape distribution of multiple ecosystem services. *Journal of Ecology* 99: 135-147.
- Lavorel, S; McIntyre, S; Landsberg, J; Forbes, TDA. (1997). Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends in Ecology & Evolution* 12: 474-478.
- Locatelli, B; Kanninen, M. (2008). Servicios ecosistémicos y adaptación al cambio climático (en línea). In *Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina* (31, Turrialba, Costa Rica). Libro de actas. Turrialba, Costa Rica, CIFOR. Consultado 23 jun. 2017. Disponible en http://www.farem.unan.edu.ni/redcambioclimatico/docs/Libro_CC.pdf.

- Loreau, M; Hector, A. (2001). Partitioning selection and complementarity in biodiversity experiments *Nature* 412:72-76. Consultado febrero 2009. Disponible (online) en <http://biology.mcgill.ca/faculty/loreau/>.
- Markham, A. (1996). Potential impacts of climate change on ecosystems: review of implications for policymakers and conservation biologists. *Climate Research* 6: 179–191.
- MEA - Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC. 100 p.
- MINAM - Ministerio del ambiente, Perú. (2015). Guía de inventario de la flora y vegetación. [http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FLORA-Y-VEGETACI%C3%83%E2%80%9CN.co mpressed.pdf](http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FLORA-Y-VEGETACI%C3%83%E2%80%9CN.co%20mpressed.pdf).
- MINAM - Ministerio del ambiente. (2021). Resolución Ministerial N° 023-2021-MINAM. Lima – Perú.
- Morales, R. y Gómez, A. (21 de enero de 2022) Interceptación y captación de agua por la vegetación *Saber más*. <https://www.sabermas.umich.mx/secciones/articulos/728-interceptacion-y-captacion-de-agua-por-la-vegetacion.html>
- Návar J. (2017). Fitting rainfall interception models to forest ecosystems of Mexico. *Journal of Hydrology*, 548, 458-470.
- Petchey, O. L., Hector, A., Gaston, K. J. 2004. How do different measures of functional diversity perform? *Ecology* 85(3): 847-857.
- Petchey, O. L., y Gaston, K. J. (2006). Functional diversity: Back to basics and looking forward. *Revista Ecology Letters*, 9(6), 741–758. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00924.x>
- Pokorny, ML; Sheley, RL; Zabinski, CA; Richard, E; Engel, RE; Svejcar, TJ; Borkowski, JJ. 2005. Plant Functional Group Diversity as a Mechanism for Invasion Resistance. *Restoration Ecology* 13: 448-459.
- Puerta, H. y Cárdenas, P. (2012). El Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). *Xilema* vol.25.

- Quétier, F; Lavorel, S; Thuiller, W; Davies, I. 2007. Plant-trait-based modeling assessment of ecosystem service sensitivity to land-use change. *Ecological Applications* 17(8): 2377-2386.
- Rivas, D. (2006). Instrumentos de medición forestal. *Sistemas de Producción Forestal*. 2 ed. Universidad Autónoma Chapingo. México. 26 p.
- Rodríguez, A; Briceño, A; Ávila, H; Pacheco, E. (1999). Ocupación por árboles de calidad: Un concepto para evaluar plantaciones. *Madera y Bosques* 5(1):43-51.
- Romahn, C., y Ramírez, H. (2010). *Dendrometría*. Universidad autónoma Chapingo. México. 312 p. <https://docplayer.es/23350067-Dendrometria-carlos-francisco-romahn-de-la-vega-hugo-ramirez-maldonado-u-n-i-v-e-r-s-i-d-a-d-a-u-t-o-n-o-m-a-c-h-a-p-i-n-g-o.html>
- Salgado, N. (2016). *La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones*. Biblioteca Instituto Alexander Von Humboldt. Primera edición, Bogotá, D.C., Colombia.
- Sanquetta, C., Behling, A., Corte, A., Fernández, A., Beckert, S., & Simón, A. (2014). Equações para estimativa do diâmetro de copa para acácia-negra. *Revista Floresta e Ambiente*, 21(2), 192–205. <https://doi.org/10.4322/floram.2014.018>
- Santos, N. (2013). *Guía para la cuantificación de la biomasa y el carbono forestal, generación de modelos y uso de herramientas para su estimación*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR.
- Scholze, M., Knorr, W., Arnell, N.W., Prentice, I.C. 2006. A climate-change risk analysis for world ecosystems. *PNAS* 103: 13116- 13120.
- SOTO, R. (2015). *La tesis de maestría y doctorado en 4 pasos*. 2da Edic. Edit. DIOGRAF. Lima – Perú. 131 p.
- Suding, K., Lavorel, S., Chapin, F., Cornelissen, J., Díaz, S., Garnier, E., Goldberg, D., Hooper, D., Jackson, S., y Navas, M. (2008). Scaling environmental change through the community-level: A trait-based response-and-effect framework for plants. *Revista Global Change Biology*, 14(5), 1125–1140. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01557.x>

- Tuesta, R. H. P., & Meza, P. J. C. (2012). El Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). *Xilema*, 25(1), 18–21. <https://doi.org/10.21704/x.v25i1.650>
- Valderrama, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica* (2a ed.). Lima: San Marcos.
- Vela, A. W. (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 Maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1722/TS_VZAW_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Violle, C., Navas, M., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., y Garnier, E. (2007). Let the concept of trait be functional. *Revista Oikos*, 116(5), 882–892. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x>
- Wiemann, M. C., & Williamson, G. B. (1989). Wood Specific Gravity Gradients in Tropical Dry and Montane Rain Forest Trees. *American Journal of Botany*, 76(6), 924–928. <https://doi.org/10.2307/2444548>
- Williamson, G. B. (1984). Gradients in Wood Specific Gravity of Trees. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 111(1), 51–55. <https://doi.org/10.2307/2996210>
- Zelada, H., y Reynel, C. (2019). Estimación de rasgos funcionales en dos especies arbóreas de una gradiente altitudinal tropical en el Centro de Perú. *Revista Forestal del Perú*, 34(2), 132. <https://doi.org/10.21704/rfp.v34i2.1323>

ANEXOS

ANEXO A: Coeficientes de correlación de Pearson y Rho de Spearman

Tabla 13. 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).

Tabla 14. Interpretación del coeficiente de correlación de Rho de Spearman.

Valores	Interpretación
De -0,91 a -1,00	Correlación muy alta
De -0,71 a -0,90	Correlación alta
De -0,41 a -0,70	Correlación moderada
De -0,21 a -0,40	Correlación baja
De 0,00 a -0,20	Correlación prácticamente nula
De 0,00 a 0,20	Correlación prácticamente nula
De 0,21 a 0,40	Correlación baja
De 0,41 a 0,70	Correlación moderada
De 0,71 a 0,90	Correlación alta
De 0,91 a 1,00	Correlación muy alta

Nota: Tomado de La tesis de maestría y doctorado en 4 pasos por Soto (2015).

ANEXO B: Datos registrados

Tabla 15. Composición florística de la investigación.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Annonaceae	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	Carahuasca
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	Aceite caspi
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Huamansamana
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	Copal
Burseraceae	<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 moena
Clusiaceae	<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.	Guzmania, Coto huayo
	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	Huangana caspi
Euphorbiaceae	<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	Gutapercha
	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Shiringa
	<i>Caryodendron orinocense</i> Karst.	Metohuayo
	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	Ucshaquiro blanco
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Shimbillo
Fabaceae	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	Pashaco
	<i>Inga venusta</i> Standl. vel sp. aff.	Shimbillo venusta
	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Tornillo
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Pashaco blanco
Hypericaceae	<i>Vismia amazonica</i> Ewan vel sp. aff.	Pichirina
	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	Moena amarilla
Lauraceae	<i>Nectandra hihua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer	Cunchi moena
	<i>Aniba</i> spp.	Moena
Malvaceae	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Cacahuillo
	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	Peine de mono
Melastomataceae	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	Rifari
	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	Mashonaste
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	Chimicua
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>Bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	Manchinga
	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	Chimicua sin pelos
	<i>Brosimum</i> spp.	Brosimum
	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	Yanchama

Familia	Nombre científico	Nombre común
Myristicaceae	<i>Virola decorticans</i> Ducke	Cumala
	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	Favorito
	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Cumala blanca
	<i>Virola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.	Cumala caupuri
Rubiaceae	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	Quillobordon masha
	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Cinchona
	<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	Cicotria
Salicaceae	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	Cascarilla
Sapotaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Rifari negro
Urticaceae	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.) Baehni	Caimitillo
	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Sacha uvilla
	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Uvilla
Vochysiaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Sacha uvilla
	<i>Qualea amoena</i> Ducke	Moena sin olor

Tabla 16. Número de Familias, especies e individuos.

Familias y especies	N° ind./especie
Euphorbiaceae	110
<i>Caryodendron orinocense</i> Karst.	2
<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	5
<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	3
<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	100
Myristicaceae	51
<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	3
<i>Virola decorticans</i> Ducke	42
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	4
<i>Virola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.	2
Urticaceae	47
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	23
<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	11
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	1
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	1
<i>Pourouma minor</i> Benoist	11
Fabaceae	30
<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	2
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	15
<i>Inga venusta</i> Standl. vel sp. aff.	1

Familias y especies	N° ind./especie
<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	8
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1
<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	3
Moraceae	25
<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	3
<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. Bolivarense (Pittier) C.C. Berg.	12
<i>Brosimum</i> spp.	1
<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	7
<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	1
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	1
Rubiaceae	21
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	2
<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	2
<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	1
<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	16
Burseraceae	18
<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	1
<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	17
Annonaceae	5
<i>Guatteria guentheri</i> Diels	5
Malvaceae	5
<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	1
<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	4
Lauraceae	5
<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	2
<i>Aniba</i> spp.	2
<i>Nectandra hihua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer	1
Sapotaceae	4
<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.) Baehni	4
Calophyllaceae	4
<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	4
Combretaceae	3
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pay.)	3
Melastomataceae	3
<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	3
Elaeocarpaceae	2
<i>Sloanea fragrans</i> Rusby. vel sp. aff.	2
Caryocaraceae	2

Familias y especies	N° ind./especie
<i>Anthodiscus peruanus</i> Baill.	2
Clusiaceae	2
<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	2
Bignoniaceae	2
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	2
Vochysiaceae	1
<i>Qualea amoena</i> Ducke	1
Salicaceae	1
<i>Casearia arbórea</i> (Rich.) Urb.	1
Araliaceae	1
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	1
Hypericaceae	1
<i>Vismia amazonica</i> Ewan vel sp. aff.	1
Chrysobalanaceae	1
<i>Hirtella racemosa</i> var. <i>hexandra</i> (Willd. ex Schult.) Prance. vel sp. aff.	1
NN	29

Tabla 17. Media de la altura total de los árboles por familia.

Familia	n	Media	Min.	Máx.
Araliaceae	1	25	25	25
Hypericaceae	1	22	22	22
Annonaceae	5	21,4	17	27
Lauraceae	5	21,4	15	25
Moraceae	25	21,08	9	32
Bignoniaceae	2	21	17	25
Chrysobalanaceae	1	21	21	21
Combretaceae	3	20	15	25
Salicaceae	1	20	20	20
Sapotaceae	4	19,5	12	26
Urticaceae	47	19,43	8	30
Fabaceae	30	19,37	8	28
Burseraceae	18	17,67	9	28
Caryocaraceae	2	17,5	13	22
Elaeocarpaceae	2	17	16	18
Myristicaceae	51	16,45	6	28
Calophyllaceae	4	15,75	11	20

Familia	n	Media	Min.	Máx.
Clusiaceae	2	15	14	16
Euphorbiaceae	110	14,1	6	23
Melastomataceae	3	13,67	8	22
Rubiaceae	21	12,62	6	25
Malvaceae	5	9,6	6	18
Vochysiaceae	1	7	7	7

Tabla 18. Media de altura total por especie

Especie	n	Media	Min.	Máx.
<i>Nectandra hihua</i>	1	25	25	25
<i>Schefflera morototoni</i>	1	25	25	25
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	24,17	15	32
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	23	18	28
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	23	19	25
<i>Virola pavonis</i>	2	22,5	20	25
<i>Vismia amazónica</i>	1	22	22	22
<i>Guatteria guentheri</i>	5	21,4	17	27
<i>Aniba spp.</i>	2	21	17	25
<i>Jacaranda copaia</i>	2	21	17	25
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	21	18	24
<i>Hirtella racemosa</i>	1	21	21	21
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	20,7	8	30
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	20,67	15	25
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	20,5	18	23
<i>Pourouma bicolor</i>	11	20,36	12	28
<i>Aniba guianensis</i>	2	20	15	25
<i>Terminalia oblonga</i>	3	20	15	25
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	20	18	21
<i>Casearia arbórea</i>	1	20	20	20
<i>Parkia panurensis</i>	8	19,63	11	25
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	19,5	12	26
<i>Inga alba</i>	15	19,33	12	25
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	18,86	9	28
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	18,06	9	28
<i>Apeiba aspera</i>	1	18	18	18
<i>Inga venusta</i>	1	18	18	18
<i>Poulsenia armata</i>	1	18	18	18

Especie	n	Media	Min.	Máx.
<i>Hevea guianensis</i>	5	17,8	8	23
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	17,5	13	22
<i>Sloanea fragrans</i>	2	17	16	18
<i>Sapium laurifolium</i>	3	16,33	14	18
<i>Virola decorticans</i>	42	15,81	6	28
<i>Marila tomentosa</i>	4	15,75	11	20
<i>Pourouma minor</i>	11	15,55	11	25
<i>Virola elongata</i>	4	15,25	10	23
<i>Symphonia globulifera</i>	2	15	14	16
<i>Brosimum spp.</i>	1	15	15	15
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	13,81	6	22
<i>Miconia punctata</i>	3	13,67	8	22
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	13,13	8	25
<i>Cinchona pubescens</i>	2	12,5	9	16
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	12	12	12
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	11	6	16
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	11	11	11
<i>senefeldera inclinata</i>	2	9,5	7	12
<i>Psychotria alba Ruiz</i>	1	8	8	8
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	8	8	8
<i>Theobroma subincanum</i>	4	7,5	6	9
<i>Qualea amoena</i>	1	7	7	7

Tabla 19. Porcentaje del valor de cobertura arbórea por especie.

Valor de cobertura arbórea	n	Media	Min.	Máx.
<i>Schefflera morototoni</i>	1	9,61	9,61	9,61
<i>Inga venusta Standl</i>	1	8,58	8,58	8,58
<i>Parkia panurensis</i>	8	7,95	2,39	18,81
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	7,71	5,23	10,2
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	6,98	4,64	8,25
<i>Hevea guianensis</i>	5	6,83	2,21	11,08
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	6,06	4,31	7,03
<i>Symphonia globulifera</i>	2	6,04	5,56	6,52
<i>Virola pavonis</i>	2	5,52	5,26	5,78
<i>Terminalia oblonga</i>	3	5,35	3,31	7,07
<i>Jacaranda copaia</i>	2	5,2	3,87	6,52
<i>Pourouma bicolor</i>	11	4,95	2,25	14,87

Valor de cobertura arbórea	n	Media	Min.	Máx.
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	4,91	3,42	6,4
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	4,53	3,17	8,1
<i>Aniba guianensis</i>	2	4,49	2,65	6,33
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	4,37	2,28	7,36
<i>Casearia arbórea</i>	1	4,31	4,31	4,31
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	4,25	2,28	10,64
<i>Guatteria guentheri</i>	5	4,18	2,69	6,04
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	3,86	2,28	8,61
<i>Apeiba aspera</i>	1	3,75	3,75	3,75
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	3,74	2,43	6,33
<i>Inga alba</i>	15	3,71	2,32	8,58
<i>Vismia amazónica</i>	1	3,68	3,68	3,68
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	3,63	2,21	6,59
<i>Virola elongata</i>	4	3,53	2,17	7,18
<i>Sloanea fragrans</i>	2	3,52	3,39	3,64
<i>Virola decorticans</i>	42	3,4	2,17	14,1
<i>Aniba spp.</i>	2	3,22	2,61	3,83
<i>Pourouma minor</i>	11	3,15	2,21	4,53
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	3,09	2,32	4,05
<i>Nectandra hihua</i>	1	3,02	3,02	3,02
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	2,98	2,47	3,5
<i>Poulsenia armata</i>	1	2,94	2,94	2,94
<i>Miconia punctata</i>	3	2,91	2,25	3,42
<i>Hirtella racemosa</i>	1	2,87	2,87	2,87
<i>Qualea amoena</i>	1	2,87	2,87	2,87
<i>Cinchona pubescens</i>	2	2,85	2,76	2,94
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	2,85	2,54	3,17
<i>Marila tomentosa</i>	4	2,76	2,17	3,68
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	2,73	2,43	3,02
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	2,72	2,17	4,2
<i>Sapium laurifolium</i>	3	2,66	2,5	2,87
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	2,61	2,61	2,61
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	2,58	2,58	2,58
<i>Psychotria alba</i>	1	2,58	2,58	2,58
<i>senefeldera inclinata</i>	2	2,5	2,28	2,72
<i>Theobroma subincanum</i>	4	2,45	2,25	2,61
<i>Brosimum spp.</i>	1	2,32	2,32	2,32
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	2,25	2,25	2,25

Tabla 20. La media de la retención por especie de árboles.

Retención	n	Media	Min.	Máx.
<i>Apeiba aspera</i>	1	843,74	843,74	843,74
<i>Poulsenia armata</i>	1	843,74	843,74	843,74
<i>Schefflera morototoni</i>	1	772,71	772,71	772,71
<i>Symphonia globulifera</i>	2	724,52	605,31	843,74
<i>Terminalia oblonga</i>	3	661,56	215,69	1 441,60
<i>Inga venusta</i>	1	645,99	645,99	645,99
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	633,79	337,97	929,61
<i>Jacaranda copaia</i>	2	584,48	101,09	1 067,86
<i>Parkia panurensis</i>	8	566,83	53,08	1 450,69
<i>Miconia punctata</i>	3	532,18	20,07	863,71
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	526,46	414,04	638,87
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	494,62	353,58	645,99
<i>Hevea guianensis</i>	5	475,17	181,16	843,74
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	448,31	12,25	1 641,63
<i>Sloanea fragrans</i>	2	430,38	97,68	763,09
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	426,07	61,16	843,74
<i>Pourouma bicolor</i>	11	406,38	18,7	1604,25
<i>Virola pavonis</i>	2	393,64	304,26	483,03
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	376,78	278,96	474,60
<i>Qualea amoena</i>	1	329,59	329,59	329,59
<i>Marila tomentosa</i>	4	299,66	57,05	424,55
<i>Virola elongata</i>	4	297,61	11,61	843,74
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	289,52	15,24	779,43
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	283,88	71,84	645,99
<i>Guatteria guentheri</i>	5	257,18	92,15	583,28
<i>Virola decorticans</i>	42	256,40	10,29	1 082,42
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	242,04	4,82	1 325,43
<i>Aniba guianensis</i>	2	229,99	183,65	276,33
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	228,57	118,92	400,60
<i>Theobroma subincanum</i>	4	228,24	161,50	329,59
<i>Cinchona pubescens</i>	2	226,19	60,40	391,97
<i>Casearia arborea</i>	1	217,67	217,67	217,67
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	208,06	6,41	843,74
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	202,15	17,91	663,10
<i>Inga alba</i>	15	195,46	2,6	761,82
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	192,66	8,17	677,23
<i>Sapium laurifolium</i>	3	192,00	116,97	242,62

Retención	n	Media	Min.	Máx.
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	165,1	20,17	310,03
<i>Hirtella racemosa</i>	1	161,5	161,5	161,5
<i>Pourouma minor</i>	11	159,9	5,86	474,6
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	156,27	156,27	156,27
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	128,84	13,93	243,76
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	100,27	100,27	100,27
<i>Vismia amazónica</i>	1	78,29	78,29	78,29
<i>senefeldera inclinata</i>	2	77,54	32,91	122,17
<i>Psychotria alba</i>	1	65,34	65,34	65,34
<i>Brosimum spp.</i>	1	60,61	60,61	60,61
<i>Aniba spp.</i>	2	45,05	38,83	51,26
<i>Schizolobium</i>	1	30,21	30,21	30,21
<i>Nectandra hihua</i>	1	19,01	19,01	19,01

Tabla 21. La media del almacenamiento por especie de árboles.

Almacenamiento	n	Media	Min.	Máx.
<i>Schefflera morototoni</i>	1	32 692,80	32 692,8	32 692,8
<i>Poulsenia armata</i>	1	28 890,6	28 890,6	28 890,6
<i>Apeiba aspera</i>	1	26 098,8	26 098,8	26 098,8
<i>Virola pavonis</i>	2	23 445,9	19 813,2	27 078,6
<i>Terminalia oblonga</i>	3	22 286,2	13 173,6	33 823,2
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	22 282,8	16 033,2	28 532,4
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	20 797,35	2 414,4	45 380,4
<i>Casearia arbórea</i>	1	20 769	20 769	20 769
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	20 256	16 606,8	23 905,2
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	19 833	19 017	20 649
<i>Vismia amazónica</i>	1	19 756,2	19 756,2	19 756,2
<i>Jacaranda copaia</i>	2	18 220,5	10 331,4	26 109,6
<i>Symphonia globulifera</i>	2	17 028,3	16 285,2	17 771,4
<i>Parkia panurensis</i>	8	16 591,35	4 326	53 092,2
<i>Pourouma bicolor</i>	11	16 105,91	6 576	30 724,2
<i>Hevea guianensis</i>	5	16 075,2	8 565,6	29 327,4
<i>Inga venusta</i>	1	15 972	15 972	15 972
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	14 364,6	2 378,4	29 834,4
<i>Sapium laurifolium</i>	3	14 055,2	9 091,2	17 859,6
<i>Miconia punctata</i>	3	12 633,6	2 254,8	20 253
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	12 464,61	1 501,2	37 463,4

Almacenamiento	n	Media	Min.	Máx.
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	12 314,40	8 267,40	20 167,80
<i>Marila tomentosa</i>	4	12 310,65	7 494	16 471,80
<i>Guatteria guentheri</i>	5	11 618,40	4 449	23 234,40
<i>Hirtella racemosa</i>	1	11 466,60	11 466,60	11 466,60
<i>Inga alba</i>	15	11 173,84	512,40	33 175,20
<i>Virola elongata</i>	4	11 145,15	3 100,80	23 882,40
<i>Virola decorticans</i>	42	10 743,94	1 098,60	30 634,20
<i>Aniba spp.</i>	2	10 477,80	7 601,40	13 354,20
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	10 390,80	4 785	21 412,20
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	10 379,33	1 861,20	40 071
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	10 329,71	3 275,40	22 771,20
<i>Aniba guianensis</i>	2	9 526,20	8 929,20	10 123,20
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	9 508,11	4 439,40	18 216,60
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	9 381	9 381	9 381
<i>Cinchona pubescens</i>	2	9 305,40	7 773,60	10 837,20
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	9 189,40	4 290	16 753,20
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	8 702,42	1 539,60	29 254,20
<i>Sloanea fragrans</i>	2	7 857,60	2 818,80	12 896,40
<i>Pourouma minor</i>	11	7 298,35	787,80	19 459,80
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	6 254,40	6 254,40	6 254,40
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	6 224,10	6 072,60	6 375,60
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	5 889	2 406	9 372
<i>senefeldera inclinata</i>	2	5 495,10	1 742,40	9 247,80
<i>Qualea amoena</i>	1	5 442	5 442	5 442
<i>Theobroma subincanum</i>	4	4 842	3 815,40	5 799
<i>Nectandra hihua</i>	1	4 518,60	4 518,60	4 518,60
<i>Brosimum spp.</i>	1	4 329,60	4 329,60	4 329,60
<i>Psychotria alba</i>	1	3 629,40	3 629,40	3 629,40
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	2 082	2 082	2 082

Tabla 22. Porcentaje de copa por especie de árbol.

Porcentaje de copa	n	Media	Min.	Máx.
<i>Vismia amazonica</i>	1	72,73	72,73	72,73
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	62,5	50	75
<i>Casearia arbórea</i>	1	60	60	60
<i>Aniba spp.</i>	2	57,53	47,06	68
<i>Poulsenia armata</i>	1	55,56	55,56	55,56
<i>senefeldera inclinata</i>	2	54,77	42,86	66,67
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	54,55	54,55	54,55
<i>Cinchona pubescens</i>	2	54,16	33,33	75
<i>Sapium laurifolium</i>	3	54,16	42,86	66,67
<i>Marila tomentosa</i>	4	52,12	40	78,57
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	51,7	47,83	55,56
<i>Apeiba aspera</i>	1	50	50	50
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	50	50	50
<i>Psychotria alba</i>	1	50	50	50
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	50	50	50
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	48,35	25	76,92
<i>Virola elongata</i>	4	48,28	34,78	58,33
<i>Terminalia oblonga</i>	3	46,22	40	52
<i>Virola pavonis</i>	2	46	40	52
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	45,95	20	81,25
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	45,82	40	52
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	45,1	36,36	53,85
<i>Pourouma bicolor</i>	11	45,06	25	66,67
<i>Virola decorticans</i>	42	43,84	14,29	90
<i>Theobroma subincanum</i>	4	43,7	37,5	50
<i>Jacaranda copaia</i>	2	43,53	40	47,06
<i>Hirtella racemosa</i>	1	42,86	42,86	42,86
<i>Qualea amoena</i>	1	42,86	42,86	42,86
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	42,62	14,29	72,22
<i>Hevea guianensis</i>	5	41,46	21,74	55,56
<i>Miconia punctata</i>	3	40,91	27,27	50
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	40,91	20	60
<i>Inga alba</i>	15	40,48	23,08	66,67
<i>Symphonia globulifera</i>	2	40,18	37,5	42,86
<i>Brosimum spp.</i>	1	40	40	40
<i>Schefflera morototoni</i>	1	40	40	40
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	39,28	28,57	50

Porcentaje de copa	n	Media	Min.	Máx.
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	38,71	15,63	68
<i>Nectandra hihua</i>	1	36	36	36
<i>Pourouma minor</i>	11	34,29	18,18	64,29
<i>Guatteria guentheri</i>	5	33,98	16,67	64,71
<i>Inga venusta</i>	1	33,33	33,33	33,33
<i>Parkia panurensis</i>	8	32,16	10,53	52,38
<i>Aniba guianensis</i>	2	30,66	28	33,33
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	30,51	21,43	55,56
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	29,16	25	33,33
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	28,05	14,29	55,56
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	24,91	16,67	33,33
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	19,51	10,53	28
<i>Sloanea fragrans</i>	2	18,05	11,11	25

Tabla 23. Índice de copa por especie de árboles.

Índice de copa	n	Media	Min.	Máx.
<i>Nectandra hihua</i>	1	6,74	6,74	6,74
<i>Aniba spp.</i>	2	5,47	3,06	7,89
<i>Vismia amazónica</i>	1	4,69	4,69	4,69
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	4,35	0,54	8,16
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	4,15	1,23	5,63
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	3,7	1,4	6
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	3,62	0,8	17,78
<i>Inga alba</i>	15	3,17	1,06	12,12
<i>Brosimum spp.</i>	1	3,02	3,02	3,02
<i>Virola elongata</i>	4	2,89	1	7,58
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	2,79	2,79	2,79
<i>Cinchona pubescens</i>	2	2,61	0,42	4,8
<i>Pourouma minor</i>	11	2,61	0,8	10,1
<i>Hirtella racemosa</i>	1	2,57	2,57	2,57
<i>Casearia arbórea</i>	1	2,52	2,52	2,52
<i>Pourouma bicolor</i>	11	2,52	0,59	8
<i>Marila tomentosa</i>	4	2,42	0,88	5,82
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	2,38	0,43	14
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	2,34	0,71	8
<i>Jacaranda copaia</i>	2	2,32	0,89	3,75
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	2,29	0,45	5,5
<i>Virola decorticans</i>	42	2,23	0,36	11,51

Índice de copa	n	Media	Min.	Máx.
<i>senefeldera inclinata</i>	2	2,2	1,9	2,5
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	2,09	2,09	2,09
<i>Sapium laurifolium</i>	3	2,09	1,44	2,91
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	2,04	0,6	5,45
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	2	1,83	2,17
<i>Guatteria guentheri</i>	5	1,75	0,66	3,92
<i>Virola pavonis</i>	2	1,74	1,19	2,29
<i>Terminalia oblonga</i>	3	1,72	0,69	3,09
<i>Psychotria alba</i>	1	1,6	1,6	1,6
<i>Aniba guianensis</i>	2	1,46	1,02	1,9
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	1,39	1,39	1,39
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	1,36	0,86	1,86
<i>Parkia panurensis</i>	8	1,29	0,34	2,64
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	1,27	0,88	2,04
<i>Miconia punctata</i>	3	1,27	0,59	2,57
<i>Hevea guianensis</i>	5	1,26	0,57	2,1
<i>Poulsenia armata</i>	1	1,25	1,25	1,25
<i>Schefflera morototoni</i>	1	1,14	1,14	1,14
<i>Apeiba aspera</i>	1	1,13	1,13	1,13
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	1,06	0,86	1,26
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	1,04	0,46	1,52
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	1,01	0,5	2
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	0,89	0,43	1,8
<i>Inga venusta</i>	1	0,86	0,86	0,86
<i>Theobroma subincanum</i>	4	0,8	0,6	1
<i>Symphonia globulifera</i>	2	0,78	0,75	0,81
<i>Qualea amoena</i>	1	0,6	0,6	0,6
<i>Sloanea fragrans</i>	2	0,51	0,45	0,56

Tabla 24. Forma de copa por especie de árbol.

Forma copa	n	Media	Min.	Máy.
<i>Sloanea fragrans</i>	2	1,99	1,78	2,2
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	1,71	0,55	2,33
<i>Qualea amoena</i>	1	1,67	1,67	1,67
<i>Parkia panurensis</i>	8	1,35	0,38	2,92
<i>Cinchona pubescens</i>	2	1,29	0,21	2,38
<i>Theobroma subincanum</i>	4	1,29	1	1,67
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	1,28	0,5	2
<i>Symphonia globulifera</i>	2	1,28	1,23	1,33
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	1,24	0,66	2,18
<i>Miconia punctata</i>	3	1,21	0,39	1,7
<i>Inga venusta</i>	1	1,17	1,17	1,17
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	0,99	0,12	1,86
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	0,98	0,8	1,17
<i>Hevea guianensis</i>	5	0,94	0,48	1,75
<i>Apeiba aspera</i>	1	0,89	0,89	0,89
<i>Schefflera morototoni</i>	1	0,87	0,87	0,87
<i>Guatteria guentheri</i>	5	0,86	0,26	1,51
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	0,86	0,49	1,14
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	0,85	0,54	1,16
<i>Terminalia oblonga</i>	3	0,83	0,32	1,44
<i>Poulsenia armata</i>	1	0,8	0,8	0,8
<i>Virola decorticans</i>	42	0,77	0,09	2,75
<i>Aniba guianensis</i>	2	0,76	0,53	0,98
<i>Pourouma bicolor</i>	11	0,73	0,13	1,71
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	0,72	0,72	0,72
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	0,71	0,18	1,67
<i>Jacaranda copaia</i>	2	0,7	0,27	1,13
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	0,69	0,13	1,41
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	0,69	0,07	2,35
<i>Pourouma minor</i>	11	0,68	0,1	1,25
<i>Marila tomentosa</i>	4	0,67	0,17	1,14
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	0,65	0,18	2,24
<i>Virola pavonis</i>	2	0,64	0,44	0,84
<i>Psychotria alba</i>	1	0,63	0,63	0,63
<i>Virola elongata</i>	4	0,62	0,13	1
<i>Sapium laurifolium</i>	3	0,52	0,34	0,7
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	0,51	0,46	0,55

Forma copa	n	Media	Min.	Máx.
<i>Inga alba</i>	15	0,5	0,08	0,94
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	0,49	0,06	1,25
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	0,48	0,48	0,48
<i>senefeldera inclinata</i>	2	0,47	0,4	0,53
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	0,45	0,17	0,72
<i>Casearia arborea</i>	1	0,4	0,4	0,4
<i>Hirtella racemosa</i>	1	0,39	0,39	0,39
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	0,39	0,18	0,81
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	0,36	0,36	0,36
<i>Brosimum spp.</i>	1	0,33	0,33	0,33
<i>Aniba spp.</i>	2	0,23	0,13	0,33
<i>Vismia amazónica</i>	1	0,21	0,21	0,21
<i>Nectandra hihua</i>	1	0,15	0,15	0,15

Tabla 25. Índice de espacio vital por especie.

Índice de espacio vital	n	Media	Min.	Máx.
<i>Poulsenia armata</i>	1	41,45	41,45	41,45
<i>Miconia punctata</i>	3	31,97	13,52	42,34
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	31,43	30	32,86
<i>Apeiba aspera</i>	1	31,37	31,37	31,37
<i>Theobroma subincanum</i>	4	30,36	23,18	37,04
<i>Marila tomentosa</i>	4	27,94	18,71	37,47
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	27,37	27,37	27,37
<i>Qualea amoena</i>	1	27,03	27,03	27,03
<i>Sapium laurifolium</i>	3	26,5	25,11	28,25
<i>Virola elongata</i>	4	25,84	6,55	42,64
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	25,64	16,13	35,15
<i>Cinchona pubescens</i>	2	25,63	14,29	36,97
<i>Sloanea fragrans</i>	2	25,59	15,55	35,63
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	23,29	7,3	57,06
<i>Hevea guianensis</i>	5	22,92	8,98	64,22
<i>Pourouma bicolor</i>	11	22,86	6,58	59,27
<i>Virola decorticans</i>	42	22,12	3,44	45,83
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	20,6	10,64	28,57
<i>Jacaranda copaia</i>	2	20,44	6,66	34,22
<i>Symphonia globulifera</i>	2	20,36	19,95	20,77
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	20,28	12,39	31,41

Índice de espacio vital	n	Media	Min.	Máx.
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	20,03	9,17	35,75
<i>Terminalia oblonga</i>	3	20,01	14,09	27,16
<i>Aniba guianensis</i>	2	19,85	9,36	30,34
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	19,76	7,03	40,13
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	19,61	4,79	43,62
<i>Hirtella racemosa</i>	1	19,02	19,02	19,02
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	18,67	18,67	18,67
<i>Pourouma minor</i>	11	18,46	2	53,57
<i>Parkia panurensis</i>	8	18,37	7,44	48,89
<i>senefeldera inclinata</i>	2	18,29	9,19	27,39
<i>Guatteria guentheri</i>	5	17,76	8,7	24,79
<i>Virola pavonis</i>	2	17,55	15,43	19,68
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	17,32	15,98	19,12
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	16,92	3,62	64,52
<i>Schefflera morototoni</i>	1	16,91	16,91	16,91
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	16,86	10,21	23,52
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	16,43	4,76	28,1
<i>Casearia arborea</i>	1	16,41	16,41	16,41
<i>Psychotria alba</i>	1	16,23	16,23	16,23
<i>Inga alba</i>	15	15,91	2,62	46,29
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	15,78	14,22	17,34
<i>Brosimum spp.</i>	1	15,75	15,75	15,75
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	14,94	7,57	20,74
<i>Inga venusta</i>	1	14,52	14,52	14,52
<i>Vismia amazónica</i>	1	13,64	13,64	13,64
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	12,48	12,48	12,48
<i>Aniba spp.</i>	2	12,42	8,29	16,55
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	11,11	9,31	13,38
<i>Nectandra hihua</i>	1	6,71	6,71	6,71

Tabla 26. Manto de copa por especie.

Manto de copa	n	Media	Min.	Máx.
<i>Qualea amoena</i>	1	0,71	0,71	0,71
<i>Theobroma subincanum</i>	4	0,56	0,44	0,71
<i>Symphonia globulifera</i>	2	0,52	0,5	0,53
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	0,51	0,09	0,93
<i>Cinchona pubescens</i>	2	0,47	0,16	0,79
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	0,46	0,29	0,63
<i>Miconia punctata</i>	3	0,46	0,19	0,77
<i>Apeiba aspera</i>	1	0,44	0,44	0,44
<i>Poulsenia armata</i>	1	0,44	0,44	0,44
<i>Hevea guianensis</i>	5	0,41	0,18	0,88
<i>Inga venusta</i>	1	0,39	0,39	0,39
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	0,39	0,39	0,39
<i>Sloanea fragrans</i>	2	0,38	0,2	0,55
<i>Parkia panurensis</i>	8	0,36	0,13	0,83
<i>Terminalia oblonga</i>	3	0,36	0,17	0,58
<i>Schefflera morototoni</i>	1	0,35	0,35	0,35
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	0,32	0,31	0,33
<i>Jacaranda copaia</i>	2	0,32	0,11	0,53
<i>Marila tomentosa</i>	4	0,31	0,14	0,52
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	0,31	0,11	0,5
<i>Psychotria alba</i>	1	0,31	0,31	0,31
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	0,31	0,05	0,58
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	0,3	0,27	0,33
<i>Virola decorticans</i>	42	0,29	0,05	1,03
<i>Virola elongata</i>	4	0,29	0,07	0,37
<i>Pourouma bicolor</i>	11	0,28	0,08	0,54
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	0,28	0,05	0,82
<i>Virola pavonis</i>	2	0,28	0,23	0,34
<i>Sapium laurifolium</i>	3	0,27	0,23	0,3
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	0,26	0,26	0,26
<i>senefeldera inclinata</i>	2	0,25	0,23	0,27
<i>Aniba guianensis</i>	2	0,24	0,15	0,33
<i>Casearia arborea</i>	1	0,24	0,24	0,24
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	0,24	0,19	0,29
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	0,24	0,24	0,24
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	0,24	0,08	0,75
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	0,23	0,07	0,46

Manto de copa	n	Media	Min.	Máx.
<i>Pourouma minor</i>	11	0,23	0,03	0,43
<i>Guatteria guentheri</i>	5	0,22	0,13	0,34
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	0,2	0,03	0,63
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	0,2	0,13	0,25
<i>Inga alba</i>	15	0,18	0,03	0,37
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	0,18	0,18	0,18
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	0,18	0,07	0,37
<i>Hirtella racemosa</i>	1	0,17	0,17	0,17
<i>Vismia amazónica</i>	1	0,16	0,16	0,16
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	2	0,14	0,04	0,24
<i>Brosimum spp.</i>	1	0,13	0,13	0,13
<i>Aniba spp.</i>	2	0,12	0,09	0,15
<i>Nectandra hihua</i>	1	0,05	0,05	0,05

Tabla 27. Esbeltez por especie.

Esbeltez	n	Media	Min.	Máx.
<i>Nectandra hihua</i>	1	125,63	125,63	125,63
<i>Caryodendron orinocense</i>	2	121,78	115	128,57
<i>Brosimum spp.</i>	1	119,05	119,05	119,05
<i>Pourouma cecropiifolia Mar.</i>	2	115,97	114,29	117,65
<i>Hirtella racemosa</i>	1	114,13	114,13	114,13
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3	113,44	56,12	178,57
<i>Aniba spp.</i>	2	101,87	96,15	107,59
<i>Marila tomentosa</i>	4	101,23	67,9	138,61
<i>Sapium laurifolium</i>	3	100,73	87,5	123,29
<i>Poulsenia armata</i>	1	93,26	93,26	93,26
<i>Virola elongata</i>	4	92,13	53,74	115,38
<i>Cecropia sciadophylla</i>	23	90,63	51,76	145,16
<i>Brosimum alicastrum</i>	12	90,44	60,76	138,89
<i>Senefeldera inclinata</i>	98	88	37,74	158,42
<i>Vismia amazónica</i>	1	88	88	88
<i>Trattinnickia boliviana</i>	17	87,03	49,18	152,38
<i>Helicostylis tomentosa</i>	7	86,33	50,91	128,21
<i>Inga alba</i>	15	84,65	51,98	126,26
<i>Pourouma bicolor</i>	11	84,52	37,31	138,46
<i>Pourouma minor</i>	11	84,48	49,67	125
<i>Virola decorticans</i>	42	82,99	33,33	138,46
<i>Guatteria guentheri</i>	5	81,5	59,86	107,14

Esbeltez	n	Media	Min.	Máx.
<i>Aniba guianensis</i>	2	78,1	63,61	92,59
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	1	77,92	77,92	77,92
<i>Miconia punctata</i>	3	73,18	54,73	95,24
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	16	72,45	35,71	161,29
<i>Pouteria cuspidata</i>	4	71,94	52,4	93,62
<i>Sloanea fragrans</i>	2	71,69	64,78	78,6
<i>senefelderia inclinata</i>	2	71,63	40,7	102,56
<i>Apeiba aspera</i>	1	70,59	70,59	70,59
<i>Tetragastris panamensis</i>	1	69,62	69,62	69,62
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	69,57	69,57	69,57
<i>Cinchona pubescens</i>	2	69,03	46,63	91,43
<i>Casearia arborea</i>	1	68,97	68,97	68,97
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	2	68,22	25,32	111,11
<i>Terminalia oblonga</i>	3	66,74	41,44	111,61
<i>Jacaranda copaia</i>	2	63,57	62,5	64,64
<i>Virola pavonis</i>	2	63,2	58,48	67,93
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	3	58,42	40,51	80,65
<i>Anthodiscus peruanus</i>	2	55,87	55,7	56,03
<i>Parkia panurensis</i>	8	55,66	31,75	83,62
<i>Batocarpus orinocensis</i>	3	54,14	49,76	62,07
<i>Theobroma subincanum</i>	4	53,82	51,85	55,9
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2	52,52	52,24	52,79
<i>Hevea guianensis</i>	5	52,11	35,46	73,39
<i>Psychotria alba</i>	1	51,95	51,95	51,95
<i>Schefflera morototoni</i>	1	48,36	48,36	48,36
<i>Symphonia globulifera</i>	2	39,62	39,33	39,9
<i>Qualea amoena</i>	1	37,84	37,84	37,84
<i>Inga venusta</i>	1	37,34	37,34	37,34

Tabla 28. Categorías de densidad básica (g/cm^3) por familia.

Categorías	Familias	N° individuos
<0,30	Malvaceae	1
	Urticaceae	23
0,3 - 0,40	Bignoniaceae	2
	Fabaceae	4
	Lauraceae	4
	Moraceae	4
	Urticaceae	13
0,41 - 0,60	Annonaceae	5
	Araliaceae	1
	Burseraceae	17
	Elaeocarpaceae	2
	Euphorbiaceae	8
	Fabaceae	26
	Hypericaceae	1
	Lauraceae	1
	Malvaceae	4
	Moraceae	1
	Myristicaceae	51
	Rubiaceae	3
	Salicaceae	1
	Urticaceae	11
Vochysiaceae	1	
NN	29	
0,61 - 0,75	Burseraceae	1
	Calophyllaceae	4
	Caryocaraceae	2
	Chrysobalanaceae	1
	Clusiaceae	2
	Combretaceae	3
	Euphorbiaceae	102
	Melastomataceae	3
	Moraceae	20
	Rubiaceae	18
>0,75	Sapotaceae	4

Tabla 29. Categorías de densidad básica (g/cm³) por especie.

Categorías	Especies	N° indi.
<0,30	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	1
	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	23
0,3 - 0,40	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	2
	<i>Aniba</i> spp.	2
	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	3
	<i>Brosimum</i> spp.	1
	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	2
	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	11
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	1
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	1
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	1
	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	3
	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	1
	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	2
	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	5
	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	5
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	15
	<i>Inga venusta</i> Standl. vel sp. aff.	1
	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L. Andersson	2
	<i>Nectandra hihua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer	1
	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	3
<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	8	
<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	1	
0,41 - 0,60	<i>Pourouma minor</i> Benoist	11
	<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	1
	<i>Qualea amoena</i> Ducke	1
	<i>Sapium laurifolium</i> (A. Rich.) Griseb.	3
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	1
	<i>Sloanea fragrans</i> Rusby. vel sp. aff.	2
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	4
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	17
	<i>Virola decorticans</i> Ducke	42
	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	4
	<i>Virola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.	2
	<i>Vismia amazonica</i> Ewan velsp. aff.	1
	NN	29

Categorías	Especies	N° indi.
	<i>Anthodiscus peruanus</i> Baill.	2
	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>Bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	12
	<i>Caryodendron orinocense</i> Karst.	2
	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	2
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	7
	<i>Hirtella racemosa</i> var. <i>hexandra</i> (Willd. ex Schult.) Prance. vel sp. aff.	1
0,61 - 0,75	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	4
	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	3
	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	1
	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	16
	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	100
	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	2
	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pay.)	3
	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	1
>0,75	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.) Baehni	4



Figura 34. Medición de la distancia del árbol al punto central de la UM, usando distanciómetro laser.



Figura 35. Medición de la distancia del árbol a un punto conocido para calcular la altura, usando distanciómetro laser.

ANEXO D:**CONSTANCIA**

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

Luego de verificar las muestras botánicas correspondientes a la investigación de tesis de maestría: "Rasgos funcionales de la vegetación arbórea de un bosque de colina y su relación con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento" de la maestranda Ing. Rosario Salazar Minaya, estudiante de maestría en Ciencias en Agroecología Mención Gestión Ambiental, fueron identificadas.

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

Tingo María, 29 de marzo de 2019.



Warren Ríos García
Docente de Dendrología
CIP. 43189

Figura 36. Constancia de identificación de especies forestales (a).

Lista de especies de la tesis "Rasgos funcionales de la vegetación arbórea de un bosque de colina y su relación con los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento"

Familias	Nombre del taxón
Euphorbiaceae	<i>Caryodendron orinocense</i> Karst.
	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.
	<i>Sapota laurifolia</i> (A. Rich.) Griseb.
	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.
Myristicaceae	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.
	<i>Virola decorticans</i> Ducke
	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.
	<i>Virola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.
	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.
	<i>Pourouma cecropifolia</i> Mart.
	<i>Pourouma minor</i> Benoist
Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.
	<i>Inga venusta</i> Standl. vel sp. aff.
	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake
Moraceae	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms
	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.
	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. Bolivarense (Pittier) C.C. Berg.
	<i>Brosimum</i> spp.
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby
Rubiaceae	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.
	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul
	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.
	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L. Andersson
Burseraceae	<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.
	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer
	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze
Annonaceae	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly
Malvaceae	<i>Guatteria guentheri</i> Diels
Lauraceae	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.
Lauraceae	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.
	<i>Aniba</i> spp.

Figura 37. Constancia de identificación de especies forestales (b).

	<i>Nectandra hiltua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer
Sapotaceae	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.) Baehni
Calophyllaceae	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.)
Melastomataceae	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea fragrans</i> Rusby. vel sp. aff.
Caryocaraceae	<i>Anthodiscus peruanus</i> Baill.
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don
Vochysiaceae	<i>Qualea amoena</i> Ducke
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin
Hypericaceae	<i>Vismia amazonica</i> Ewan vel sp. aff.
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> var. <i>hexandra</i> (Willd. ex Schult.) Prance. vel sp. aff.

Figura 38. Constancia de identificación de especies forestales (c).