

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL



**ESTRUCTURA DE BOSQUES DE COLINA BAJA Y ALTA EN PARCELAS
CIRCULARES EN TINGO MARÍA, HUÁNUCO, PERÚ**

Tesis

Para optar el grado académico de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

NIKIE YESSICA BARBOZA DECADA

Tingo María – Perú

2026



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



""Año del fortalecimiento de la Soberbia Nacional""

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
Nro. 001-2026-UPG-FRNR-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 09:00 a.m. del viernes 09 de enero de 2026, reunidos de manera presencial en el Auditorio del segundo nivel de la Escuela de Posgrado, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

“ESTRUCTURA DE BOSQUES DE COLINA BAJA Y ATA EN PARCELAS CIRCULARES EN TINGO MARÍA, HUÁNUCO, PERÚ”

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención: Gestión Ambiental **BARBOZA DECADA, NIKIE YESSICA**

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 **10:20 am** el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

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

.....
DR. EDILBERTO CHUQUILIN BUSTAMANTE
Miembro del Jurado



.....
ING. M.Sc. WARREN RIOS GARCIA
Miembro del Jurado

.....
ING. M.Sc. JENRRUIZ GONZALES
Asesor



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
 "Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N 142 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:

Maestría en Ciencias en Agroecología Mención: Gestión Ambiental

Tipo de documento:

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

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
ESTRUCTURA DE BOSQUES DE COLINA BAJA Y ALTA EN PARCELAS CIRCULARES EN TINGO MARÍA, HUÁNUCO, PERÚ	NIKIE YESSICA BARBOZA DECADA	09 % Nueve	Menor a 20 %

Tingo María, 08 de mayo de 2026.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

 ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
 JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL



ESTRUCTURA DE BOSQUES DE COLINA BAJA Y ALTA EN PARCELAS CIRCULARES EN TINGO MARÍA, HUÁNUCO, PERÚ

Autor	: Nikie Yessica Barboza Decada
Asesores	: Ing. M.Sc. Díaz Quintana, Edilberto : Ing. Mg. Ruiz Gonzales, Jenri
Área de investigación	: Diversidad biológica
Grupo de investigación	: Inventario, evaluación y caracterización de especies y ecosistemas
Línea de investigación	: Inventario, evaluación y caracterización de especies y ecosistemas
Lugar de ejecución	: Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - BRUNAS
Duración	: 06 meses
Financiamiento	: S/ 10 900,00

Tingo María – Perú.

2026



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

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

I. Datos Generales de Posgrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva
Escuela de Posgrado	: EPG-UNAS
Posgrado	: Maestría en Agroecología
Mención	: Gestión Ambiental
Título de la Tesis	: Estructura de bosques de colina baja y alta en parcelas circulares en Tingo María, Huánuco, Perú
Autor de la tesis	: Nikie Yessica Barboza Decada
DNI	: 45594360
Correo electrónico	: nikie.barboza@unas.edu.pe
Asesores de la Tesis	: Ing. M.Sc. Edilberto Diaz Quintana Ing. Mg. Jenri Ruiz Gonzales
Área de investigación	: Diversidad biológica
Grupo de investigación	: Inventario, evaluación y caracterización de especies y ecosistemas
Línea de investigación	: Inventario, evaluación y caracterización de especies y ecosistemas
Lugar de ejecución	: Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - BRUNAS
Duración	: Inicio : 13 de febrero del 2024 Término : 13 de agosto del 2024
Financiamiento	: FEDU : S/. 0,00 Propio : S/ 10 900,00 Otros : S/. 0,00

Tingo María, Perú, abril 2026.

Nikie Yessica Barboza Decada
Tesista

Ing. MSc Edilberto Díaz Quintana
Asesor

Ing. Mg. Jenri Ruiz Gonzales
Asesor

Ficha catalográfica

Acta de sustentación

DEDICATORIA

A Dios por ser mi máximo guía y soporte.

A mis padres Felicioano Barboza e Ibette Decada, por sus consejos y ánimos para seguir adelante.

A mi hijo por ser el motor y motivo más grande de superación profesional y darle el ejemplo a seguir en su vida futura.

.

AGRADECIMIENTO

- A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Escuela de Posgrado, por haberme forjado como profesional.
- A todos mis Docentes de la Maestría en Ciencias en Agroecología mención Gestión ambiental, quienes contribuyeron en mi formación académica.
- Al Ing. M.Sc. Díaz Quintana, Edilberto y al Ing. Mg. Ruiz Gonzales, Jenri, por su orientación profesional y su cooperación en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Estructura y composición de bosques tropicales de colina.....	3
2.1.2. El índice de valor de importancia (IVI).....	3
2.1.3. El índice de valor forestal (IVF).....	3
2.1.4. Relación entre el IVI e IVF para la gestión forestal	4
2.1.5. Bosques de colinas bajas	5
2.1.6. Bosque de colinas altas.....	5
2.2. Estado del arte	5
2.2.1. Internacional	5
2.2.2. Nacional.....	10
2.2.3. Local	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Lugar de ejecución.....	17
3.1.1. Ubicación geográfica y política.....	17
3.1.2. Zona de vida	18
3.1.3. Clima	18
3.1.4. Fisiografía.....	18
3.1.5. Red hídrica.....	19
3.2. Material y métodos	19
3.2.1. Materiales y equipamiento.....	19
3.2.2. Metodología.....	19
3.2.3. Desarrollo de la investigación	23
3.2.4. Desarrollo de los objetivos de investigación	24
3.2.5. Análisis estadístico	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	28
4.1. Índice de valor de importancia de los árboles de colinas bajas y altas.....	28
4.2. Índice de valor forestal de los árboles de colinas bajas y altas	31
4.3. Correlación del IVI y el IVF de los árboles en colinas bajas y altas.....	34
V. CONCLUSIONES	42
VI. PROPUESTAS A FUTURO	43
VII. REFERENCIAS	44
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Coordenadas de ubicación del área investigación	17
2. Cálculo del número de unidades de muestreo.	21
5. IVI de colinas bajas.	28
6. IVI de colinas altas.	30
7. IVF de colinas bajas.	32
8. IVF de colinas altas.	33
9. Matriz de correlación de Pearson entre IVI y IVF en colinas bajas.	35
10. Matriz de correlaciones canónicas en colinas bajas.	38
11. Matriz de correlación de Pearson entre IVI y IVF en colinas altas.	38
12. Matriz de correlaciones canónicas en colinas altas.	41
13. Composición florística colinas bajas.	55
14. Composición florística de colinas altas.	56
15. Datos de campo de colinas bajas.	57
16. Datos de campo de colinas altas	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Mapa de ubicación del área de investigación.	18
2. Diseño de muestreo de investigación.	22
3. Forma de la unidad de muestreo.	22
4. Correlación de Pearson entre el IVI y IVF en colinas bajas.	36
5. Análisis de componentes principales del IVI y IVF por especie en colinas bajas.	37
6. Correlación de Pearson entre el IVI y IVF en colinas altas.	39
7. Análisis de componentes principales del IVI y IVF por especie en colinas altas.	40
8. Colecta de datos de diámetro de los árboles > 10 cm de DAP.	72
9. Estimación de la altura de los árboles, usando aplicación clinómetro forestal.	72
10. Vértice demarcado de la parcela de investigación.	73
11. Letrero en bosque reservado de la UNAS.	73
12. Constancia de identificación de especies forestales (a).	74
13. Constancia de identificación de especies forestales (b).	75
14. Constancia de identificación de especies forestales (c).	76
15. Constancia de identificación de especies forestales (d).	77

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue analizar la estructura de bosques de colina baja y alta en parcelas circulares en Tingo María, Huánuco, Perú. Se establecieron 14 parcelas de 0,05 ha por cada unidad fisiográfica, evaluando árboles con DAP >10 cm. Se calcularon el Índice de Valor de Importancia (IVI) y el Índice de Valor Forestal (IVF) para determinar la dominancia ecológica y el potencial forestal. Los resultados mostraron diferencias en la composición y estructura entre colinas: *Cedrelinga cateniformis* dominó en colinas bajas (IVI=41,7), mientras que *Senefeldera inclinata* fue la especie más importante en colinas altas (IVI=49,8). Las especies con alto IVI también presentaron altos valores de IVF (p.ej., *C. cateniformis* IVF=35,1; *S. inclinata* IVF=66,3), indicando una fuerte correlación positiva entre su relevancia ecológica y su potencial para manejo silvícola y restauración. El análisis estadístico confirmó correlaciones fuertes entre los componentes del IVI e IVF (Pearson r hasta 0,99). Se concluye que las especies dominantes en cada gradiente son clave para estrategias de conservación y restauración ecológica. Estos hallazgos proporcionan una base científica para el manejo adaptativo y la selección de especies en proyectos de reforestación en bosques tropicales de colina.

Palabras clave: Bosque tropical de colina; Índice de Valor de Importancia (IVI); Índice de Valor Forestal (IVF); Estructura forestal; Manejo forestal sostenible; Restauración ecológica.

ABSTRACT

The purpose of this research was to analyze the structure of low and high hill forests on circular plots in Tingo Maria, Huánuco, Peru. Fourteen 0.05 acre plots were established for each physiographic unit, where trees with a DBH >10 cm (DAP in Spanish) were evaluated. The importance value index (IVI) and the forest value index (FVI; IVF in Spanish) were calculated in order to determine the ecological dominance and the forest potential. The results revealed differences in the composition and structure between hills: *Cedrelinga cateniformis* dominated on the low hills (IVI=41.7), while *Senefeldera inclinata* was the most important specie on high hills (IVI=49.8). The species with a high IVI also had high FVI (ex: *C. cateniformis* FVI=35.1; *S. inclinata* FVI=66.3), indicating a strong positive correlation between their ecological relevance and their potential for silvicultural management and restoration. From the statistical analysis it was confirmed that there were strong correlations between the IVI and FVI components (Pearson r up to 0.99). It was concluded that the dominant specie at each gradient was key for conservation and ecological restauration strategies. These findings provide a scientific base for adaptive management and the selection of species for reforestation projects in hilly tropical forests.

Keywords: hilly tropical forest, importance value index (IVI), forest value index (FVI; IVF in Spanish), forest structure, sustainable forest management, ecological restoration

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques son un pilar esencial para la vida humana, ya que sus beneficios van más allá de las fronteras geográficas, llegando incluso a aquellos que nunca han estado en uno. De ellos, obtenemos recursos variados como la madera, que es vital tanto para la construcción como para la energía, además de una amplia variedad de alimentos que sustentan a las comunidades humanas y a innumerables especies animales. También, estos bosques son el hogar de una increíble diversidad de flora y fauna que ayuda a mantener el equilibrio biológico de nuestro planeta. Desempeñan funciones reguladoras muy importantes: moderan el ciclo del agua, protegen el suelo de la erosión y actúan como filtros naturales que preservan la calidad de nuestros recursos hídricos. Su capacidad para purificar el aire, conservar la biodiversidad y ofrecer espacios recreativos y culturales complementa su contribución al bienestar colectivo. Desde una perspectiva socioeconómica, también son una fuente sostenible de medios de vida, generando empleo e ingresos que fortalecen la resiliencia y mejoran la calidad de vida de las comunidades locales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2008).

A nivel mundial, los bosques tropicales representan más del 60 % de la cobertura forestal del planeta, con la cuenca amazónica destacándose como el sistema más extenso y complejo. Perú, famoso por su increíble biodiversidad, se ha convertido en un proveedor clave de bienes y servicios ambientales a nivel global. El BRUNAS constituye un sistema experimental in situ que conserva la configuración primigenia de un bosque tropical húmedo. Sin embargo, persiste una laguna epistémica: la relación entre parámetros dasométricos y organización estructural de las especies ante la variabilidad climática permanece insuficientemente caracterizada. Esta carencia resulta crítica si se considera que, solo en 2022, Perú perdió 144,682 hectáreas de bosque, intensificando la erosión de la biodiversidad y la retroalimentación del calentamiento global. Por tanto, comprender la arquitectura forestal, su disposición tridimensional, adquiere urgencia científica y moral, siendo indispensable para diseñar protocolos de gestión sostenible basados en evidencia y salvaguardar estos ecosistemas estratégicos. Frente a este escenario, el estudio se articula en torno a la siguiente interrogante: ¿Cómo será la estructura de bosques de colina baja y alta en parcelas circulares en Tingo María, Huánuco, Perú?

Este estudio evidencia la necesidad de instrumentos científicos para gestionar sosteniblemente los bosques tropicales de Tingo María, ecosistemas bajo presión antrópica creciente y vulnerables al cambio climático. Estos bosques regulan el ciclo hídrico, conservan

el suelo y secuestran carbono. Sin embargo, la escasez de datos estructurales dificulta predecir su respuesta ante disturbios y diseñar estrategias de conservación efectivas. La Universidad Nacional Agraria de la Selva puede liderar estudios aplicados sobre especies poco conocidas, generando información que permita a comunidades y autoridades conciliar desarrollo económico con preservación de la biodiversidad. El monitoreo mediante parcelas permanentes ofrece una base cuantitativa para evaluar la importancia ecológica y distribución espacial de las especies. Este conocimiento es indispensable para planificar reforestación, restauración ecológica y manejo silvicultural adaptativo que fortalezca la resiliencia de estos ecosistemas.

Asimismo, este estudio contribuirá como insumo técnico para que autoridades, técnicos e investigadores fundamenten decisiones de gestión forestal en Tingo María con respaldo científico. La caracterización de la estructura del bosque permitirá diseñar estrategias orientadas a sostener servicios ecosistémicos clave: regulación hídrica, protección edáfica y conservación de la biodiversidad. Asimismo, este trabajo ofrecerá una línea base ecológica para futuros proyectos de restauración, facilitando la identificación de especies funcionales y sus patrones de distribución espacial. Dicha información optimizará la selección de material vegetal en plantaciones y mejorará la efectividad de los procesos de rehabilitación ecosistémica.

Sobre esa base, la investigación sugiere que existe diferencias en la estructura de bosques de colina baja y alta en parcelas circulares en Tingo María, Huánuco, Perú.

Objetivo general:

- Analizar la estructura de bosques de colina baja y alta en parcelas circulares en Tingo María, Huánuco, Perú.

Objetivos específicos:

- Determinar el índice de valor de importancia (IVI) de los árboles de colina baja y alta en parcelas circulares en Tingo María, Huánuco, Perú.
- Determinar el índice de valor forestal (IVF) de los árboles de colina baja y alta en parcelas circulares en Tingo María, Huánuco, Perú.
- Determinar la correlación del IVI y el IVF de los árboles en colina baja y alta en parcelas circulares en Tingo María, Huánuco, Perú.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Estructura y composición de bosques tropicales de colina

Los bosques tropicales de colina son un verdadero tesoro de biodiversidad, con una estructura vertical y horizontal que es todo un laberinto, influenciada por la altitud y las características del suelo. En la Amazonía peruana, estos ecosistemas son hogar de una flora increíblemente rica, con plantas que han encontrado su lugar en pendientes empinadas y suelos que no son tan fértiles como los de las llanuras aluviales (Honorio et al., 2020). Investigaciones recientes en la Selva Central, como las realizadas en la Estación Biológica El Torneo (Ucayali), han revelado que los bosques de colina baja tienen una mayor cantidad de especies pioneras y una estructura más dinámica, mientras que los de colina alta tienden a tener más especies tardías y una estructura más estable (Flores et al., 2021).

2.1.2. El índice de valor de importancia (IVI)

Este índice constituye un indicador fundamental en ecología forestal para jerarquizar especies según su peso funcional en la comunidad, integrando densidad, frecuencia y dominancia relativas. En bosques tropicales, este índice orienta la priorización de taxa en estrategias de conservación y manejo sostenible (López & Pariona, 2020). En los bosques montanos de San Martín, Perú, géneros como *Ficus* y *Cecropia* presentan valores elevados de IVI, lo que refleja su desempeño ecológico en etapas tempranas de sucesión y su plasticidad ante perturbaciones naturales (Torres et al., 2021).

Por consiguiente, resulta sensible a gradientes ambientales, como la transición altitudinal entre colinas bajas y altas, donde los cambios florísticos se traducen en variaciones pronunciadas de los valores de importancia. En el Parque Nacional Tingo María, *Iryanthera laevis* y *Pourouma minor* exhibieron IVI marcadamente diferenciados entre unidades fisiográficas, evidenciando el efecto modulador del relieve y la altitud sobre la estructura comunitaria (Paredes, 2022). Por último, el IVI sirve de base para índices derivados como el Índice de Valor Forestal (IVF), que integra criterios de uso potencial y enriquece el soporte técnico en proyectos de reforestación y restauración (Guerra et al., 2023).

2.1.3. El índice de valor forestal (IVF)

Integra parámetros ecológicos, como el IVI, con atributos silviculturales operativos tales como diámetro, altura y cobertura de copa, ofreciendo una perspectiva aplicada para la gestión forestal (Corella et al., 2001, citado en Salazar et al., 2020). En los bosques tropicales peruanos, este índice ha permitido identificar especies de alto valor, entre ellas

Cedrelinga cateniformis (tornillo) y *Handroanthus serratifolius* (tajibo), destacadas por su dimensión, área basal y frecuencia, rasgos que las configuran como recursos de interés ecológico y productivo simultáneamente (Molina et al., 2021). Finalmente, el IVF orienta la selección de especies en programas de silvicultura sostenible y en proyectos de compensación ambiental, donde conciliar beneficios productivos con la integridad ecológica del bosque constituye el eje central del manejo.

Además, revela cómo la capacidad forestal de las especies responde a las condiciones ambientales a lo largo de gradientes de colina. En los bosques secos de Piura, las especies con valores elevados de IVF en laderas han desarrollado adaptaciones morfológicas, como raíces profundas, que resultan funcionales para la reforestación en suelos degradados (Zevallos & Requena, 2022). En el BRUNAS, el cálculo de este índice permitirá caracterizar la estructura actual de la vegetación y proyectar el potencial económico junto con los servicios ecosistémicos, tales como la captura de carbono, de las especies dominantes en cada formación boscosa (Rengifo & Delgado, 2023).

2.1.4. Relación entre el IVI e IVF para la gestión forestal

Esta relación resulta importante para dilucidar si las especies dominantes desde el punto de vista ecológico presentan asimismo un mayor potencial para el manejo sostenible. Una correlación positiva y robusta entre ambos índices implicaría que los taxa que estructuran el ecosistema resultan los más viables para su aprovechamiento o restauración, simplificando así los criterios de decisión (Chávez & Rodríguez, 2020). Sin embargo, estudios realizados en los bosques tropicales de Madre de Dios han reportado correlaciones solo moderadas, lo que evidencia que la relevancia ecológica de una especie no garantiza necesariamente un valor forestal inmediato. Dicha constatación sustenta la pertinencia de un enfoque de manejo adaptativo genuinamente multifuncional (Pérez & Torres, 2021).

Encontrar la correlación entre estos índices por colina permite identificar especies de uso múltiple, cuya función resulta indispensable tanto para el funcionamiento ecosistémico como para el bienestar humano. En los bosques montañosos de Colombia, las especies del género *Quercus* han registrado valores elevados de IVI y IVF, configurándolas como taxa prioritarios para estrategias de conservación y aprovechamiento sostenible (García et al., 2022). En el caso del BRUNAS, comprender esta relación aportará bases científicas para proponer especies clave en reforestación, recuperación de áreas degradadas y manejo maderable, garantizando intervenciones ecológicamente apropiadas y socioeconómicamente viables (Arévalo & Mendoza, 2023).

2.1.5. Bosques de colinas bajas

Según el Ministerio de Agricultura (MINAG, 2013), estos bosques crecen en terrenos que alcanzan hasta 80 metros de altura desde su base hasta la cima, y sus inclinaciones varían dependiendo de la presencia de ríos o quebradas que han moldeado la superficie a través de la erosión. En las colinas bajas, las pendientes suelen estar entre el 15 % y el 70 %.

2.1.6. Bosque de colinas altas

El MINAG (2013), describe que estos bosques crecen en terrenos que van desde los 80 hasta los 300 metros de altura, con pendientes que cambian dependiendo de la erosión causada por ríos o quebradas. En las colinas de mayor elevación, las pendientes oscilan entre el 15 % y el 75 %.

2.2. Estado del arte

2.2.1. Internacional

Mitchard (2020) en "El colapso del sumidero de carbono en la Amazonía" se propuso revisar la evidencia sobre el balance de carbono. Reunió datos de teledetección e inventarios de campo. Los hallazgos indicaron que el este de la Amazonía está empezando a actuar como una fuente de carbono, mientras que el oeste todavía funciona como un sumidero, aunque de manera débil. Concluyó que la deforestación y el cambio climático están transformando de manera fundamental el papel que juega la Amazonía.

Qie et al. (2020) analizaron las "Respuestas estructurales de los bosques tropicales a la sequía". Su objetivo principal fue entender cómo las sequías afectan la estructura de estos bosques. Para ello, monitorearon parcelas antes y después de los eventos de El Niño. Los hallazgos mostraron que los bosques con menor diversidad funcional experimentaron una reducción más significativa en el área basal y la biomasa. Al final, concluyeron que una mayor diversidad estructural ayuda a los bosques a resistir mejor los impactos del cambio climático.

Sullivan et al. (2020) encontraron en "Los conductores del cambio a largo plazo en la biomasa aérea de los bosques tropicales" se propusieron cuantificar los cambios en la biomasa. Para ello, analizaron 1 119 parcelas monitoreadas en África y la Amazonía. Descubrieron que las ganancias iniciales de biomasa en la Amazonía están comenzando a estancarse, y atribuyen este cambio al aumento en la tasa de mortalidad de los árboles debido a las sequías. Concluyeron que la Amazonía está perdiendo su papel como sumidero de carbono, lo que pone de relieve la vulnerabilidad de estos ecosistemas.

Asplund et al. (2024) investigaron los efectos a largo plazo de la tala rasa sobre la estructura del bosque y el volumen de madera muerta en bosques boreales maduros de

Noruega. Mediante el establecimiento de 12 pares de rodales de abeto (*Picea abies*) (uno previamente talado y otro seminatural con condiciones edáficas similares), los autores demostraron que los rodales seminaturales presentaban 2,8 veces más volumen de madera muerta y una mayor proporción de esta en estados avanzados de descomposición. Además, los rodales seminaturales mostraron una mayor heterogeneidad en el tamaño de los árboles, mientras que los rodales talados presentaron una mayor densidad de tallos con árboles más esbeltos y copas más cortas.

Chelli et al. (2024) analizaron los efectos del clima, el suelo, la estructura del bosque y el tipo de manejo sobre la diversidad funcional del sotobosque en 155 bosques templados de Italia. Utilizando cinco rasgos funcionales, los autores encontraron que el clima, el suelo y la estructura forestal afectaron significativamente la diversidad funcional de cuatro rasgos. Un clima más cálido y estacional redujo la diversidad de estrategias económicas y de persistencia; la eutrofización y acidificación del suelo afectaron la diversidad de estrategias de regeneración; y una mayor cobertura del dosel redujo la diversidad de rasgos aéreos y subterráneos.

Kepfer-Rojas et al. (2024) estudiaron el impacto de la gestión forestal sobre la biodiversidad multi-taxón (plantas vasculares, musgos, líquenes, hongos, moscas grulla y escarabajos) en 17 pares de bosques caducifolios manejados y no manejados en Dinamarca. Mediante modelos jerárquicos de distribución de especies, demostraron que los efectos de la gestión sobre la riqueza de especies variaron según el taxón. Las respuestas de las especies individuales a las condiciones edáficas fueron tan importantes como los cambios estructurales inducidos por la gestión.

Reategui-Betancourt et al. (2024) investigaron la mortalidad de árboles remanentes en diferentes grupos ecológicos (pioneras, demandantes de luz y tolerantes a la sombra) en cinco áreas manejadas de la Amazonía brasileña, con monitoreo continuo de 6 a 33 años. Los autores encontraron que las tasas de mortalidad fueron más altas en la fase intermedia (5-12 años) después de la tala. La mortalidad estuvo influenciada por las características del suelo, eventos climáticos extremos y el tiempo transcurrido después de la tala.

Honold et al. (2025) evaluaron los impulsores de la estructura forestal y la biomasa a lo largo de un gradiente climático en Sudáfrica, estableciendo parcelas en seis tipos de bosques y matorrales. Los autores encontraron que la disponibilidad de agua en el sitio (influenciada por el clima, la topografía y la capacidad de retención del suelo) tuvo un efecto positivo sobre la mayoría de las variables dendrométricas y estructurales (altura media, biomasa aérea, cobertura del dosel), a excepción de la densidad de árboles y la proporción de árboles

multi-tallo. La heterogeneidad estructural tuvo un efecto positivo sobre la biomasa aérea, especialmente en rodales más altos.

Honold et al. (2025) publicaron un corrigendum a su estudio anterior, donde corrigieron la fórmula utilizada para calcular la biomasa aérea (AGB) en el Bosque de Mopane, actualizándola a la ecuación más reciente publicada por Lisboa et al. (2025). Esta corrección resultó en un ligero aumento de la biomasa aérea estimada para este tipo de bosque (de 38,7 t ha⁻¹ a 40,2 t ha⁻¹). Sin embargo, los autores confirmaron que ni la selección del modelo, ni las tablas, ni las figuras, ni los análisis estadísticos, ni las conclusiones del estudio original se vieron afectados por esta corrección. Únicamente se ajustó un valor numérico en la sección de resultados, donde la afirmación final se modificó para reflejar un aumento del 38,2% en AGB (en lugar del 36,7% reportado originalmente).

Houphouet et al. (2025) modelaron las trayectorias de recuperación de la estructura forestal en áreas agrícolas abandonadas alrededor del Parque Nacional de Taï en Costa de Marfil, utilizando un marco Bayesiano con 118 parcelas. Los autores encontraron que la homogeneidad estructural y el diámetro cuadrático medio se recuperaron más rápido (20-30 años), seguidas por la altura (30-40 años), mientras que la biomasa requirió más de un siglo. La recuperación fue fuertemente potenciada por la presencia de árboles remanentes y la conectividad del bosque.

Jones et al. (2025) evaluaron el uso de datos LiDAR aerotransportado y modelos de autómatas celulares para predecir la susceptibilidad a incendios forestales en Suecia. Utilizando datos de 100 incendios (>10 ha), los autores desarrollaron un modelo de regresión logística que mostró que un mayor volumen de pino aumentaba la susceptibilidad, mientras que un mayor volumen de caducifolias y suelos húmedos la disminuían. El modelo de autómatas celular, calibrado con tres incendios y verificado con seis, integró la susceptibilidad predicha y las carreteras como cortafuegos.

Li et al. (2025) analizaron los impulsores de la riqueza de especies del estrato arbóreo en bosques naturales siempreverdes de hoja ancha en la provincia de Jiangxi, China, utilizando 1.739 parcelas de inventario forestal. Mediante modelos de regresión potenciados y ecuaciones estructurales, los autores encontraron que el pool de especies regional fue el predictor más importante, seguido del área basal del rodal y la estacionalidad de la precipitación. El estudio demostró que los factores regionales y locales interactúan para determinar los patrones de diversidad.

Ouyang et al. (2025) cuantificaron los efectos de la invasión de bambú moso (*Phyllostachys edulis*) sobre la estructura del bosque y las alometrías diámetro-altura en

219 transectos de invasión en 41 sitios de China. Los autores encontraron que la invasión disminuyó el diámetro medio y máximo, la altura máxima y el área basal total, pero aumentó la altura media, la densidad de tallos y el exponente de escala alométrico del rodal. El bambú presentó un exponente de escala más alto que los árboles, lo que sugiere una mayor asignación de biomasa al crecimiento en altura.

Pielech et al. (2025) evaluaron la efectividad de la eliminación gradual de pino silvestre (*Pinus sylvestris*) en plantaciones del Parque Nacional Roztocze (Polonia) para restaurar la vegetación herbácea natural y la estructura forestal. Mediante la comparación de parcelas convertidas (con eliminación selectiva de pinos) y parcelas control (sin intervención durante 50 años), los autores encontraron que la conversión apoyó la naturalización de la vegetación herbácea hacia especies características del hábitat. Sin embargo, los cambios en la distribución espacial de los árboles fueron sutiles, y la intensidad de la eliminación fue crucial: la baja intensidad no fue suficiente para cambiar la estructura.

Suwannarat et al. (2025) compararon métodos convencionales (medición manual de árboles) con métodos instrumentales (LiDAR terrestre, analizador de dosel, fotografía hemisférica y densiómetro) para monitorear la recuperación de la estructura forestal durante la restauración en Tailandia. Los autores encontraron que todas las métricas instrumentales (especialmente la cobertura de copa medida con densiómetro) correlacionaron bien con métricas convencionales (carbono aéreo y área basal) en etapas tempranas de la restauración.

Wagenaar et al. (2025) realizaron una metar-revisión sistemática para examinar la consistencia de las relaciones entre las estructuras del bosque y la biodiversidad en bosques caducifolios templados. Los resultados mostraron que la presencia de árboles angiospermas productores de semillas grandes, la cantidad de madera muerta, los árboles más viejos y grandes, así como las cavidades, se relacionan positivamente con la diversidad de múltiples grupos taxonómicos.

Banbury Morgan et al. (2026) desarrollaron un simulador estocástico para bosques multi-específicos en Quebec, Canadá, utilizando datos de inventario forestal y anillos de crecimiento. Los autores demostraron que es posible recrear con precisión las distribuciones de diámetro y edad de los árboles empleando funciones de mortalidad dependientes del crecimiento. Este enfoque fenomenológico, que no requiere una parametrización compleja, representa una herramienta valiosa para explorar los vínculos entre tasas demográficas y estructura del bosque.

Bhatta et al. (2026) estudiaron los bosques del Himalaya central a lo largo de un gradiente altitudinal desde 1.228 hasta más de 4.000 m. Utilizando escáneres láser móviles, encontraron que la complejidad estructural del bosque (medida por la dimensión de caja) y la altura del bosque responden de manera diferente a la elevación y la precipitación. Mientras que la altura disminuye gradualmente a partir de los 3.000 m, la complejidad estructural se mantiene estable hasta los 3.600 m, donde luego cae abruptamente. El estudio también reveló contrastes notables entre laderas de barlovento (bosques densos de *Rhododendron*) y sotavento (bosques abiertos de *Pinus*).

De Benedictis et al. (2026) investigaron la relación entre la estructura del bosque y la diversidad funcional del sotobosque en 28 parcelas de hayedo en un parque nacional de Italia. Los autores encontraron que una mayor altura mediana de los árboles se asoció positivamente con la diversidad funcional a pequeña escala (hasta ~10 m), acompañada de una mayor redundancia funcional y agrupamiento funcional. Sin embargo, no se observaron cambios en la diversidad funcional a escala de parcela. Este hallazgo resalta la relevancia ecológica de la altura mediana del árbol.

Dias et al. (2026) investigaron la diversidad florística y la estructura de los bosques de miombo en dos áreas protegidas de Mozambique (Parque Nacional de Gilé y Reserva Especial de Niassa). Mediante el establecimiento de siete parcelas permanentes de 1 ha, encontraron que la estructura horizontal y vertical, así como la diversidad alfa, están fuertemente influenciadas por la dominancia de especies clave como *Brachystegia spiciformis* y *Julbernardia globiflora*. Los autores concluyeron que la configuración espacial de los árboles refleja limitaciones en la dispersión de semillas y procesos de regeneración local.

Enguehard et al. (2026) exploraron el potencial de los datos espectrales del producto Harmonized Landsat and Sentinel-2 (HLS) para predecir la altura del dosel y la cobertura de copas en el borde norte del bosque boreal de Norteamérica. Utilizando datos LiDAR de vehículos aéreos no tripulados (UAV) como referencia, demostraron que las métricas espectrales (especialmente NDVI y Humedad de Tasseled Cap) presentan relaciones significativas con la estructura forestal, aunque con menor sensibilidad en bosques de baja productividad.

Lamsa et al. (2026) combinaron datos nacionales de LiDAR aerotransportado de 173 campañas de vuelo en Finlandia con observaciones de presencia-ausencia de tres mustélidos (marta europea, armiño y comadreja). Mediante modelos espaciales jerárquicos, los autores demostraron que la variabilidad de la altura del dosel, la densidad del

dosel medio y superior, y la cobertura del dosel fueron predictores clave. La ocurrencia de la marta europea se asoció positivamente con bosques estructuralmente complejos.

Luther et al. (2026) combinaron datos del satélite GEDI (LiDAR espacial) con monitoreo acústico y trampas cámara en la Amazonía brasileña para probar la hipótesis de heterogeneidad del hábitat. Los autores demostraron que una mayor diversidad estructural vertical del bosque (medida por el Índice de Diversidad de Altura del Follaje) se correlaciona positivamente con la diversidad de aves y mamíferos. Además, encontraron que las métricas del paisaje sonoro también se relacionaron significativamente con la diversidad de vertebrados.

Rajakaruna et al. (2026) evaluaron cómo la cobertura forestal pasada (desde la década de 1970 hasta la actualidad) influye en la estructura actual del bosque en Brasov, Rumania. Los autores encontraron efectos de legado a diferentes escalas: el Índice de Complejidad Vertical respondió a la cobertura de la década de 2010 a 30 m de radio (efecto de una década), mientras que el Coeficiente de Variación del Perfil Vertical mostró asociaciones más fuertes con la cobertura de la década de 2000 a 100 m de radio (efecto de dos décadas).

Salerno et al. (2026) analizaron cómo el régimen de perturbaciones pasadas sigue influyendo en la estructura y mortalidad actual de los bosques primarios de hayas en los Montes Dináricos. Combinando reconstrucciones dendrocronológicas de dos siglos e inventarios repetidos en 133 parcelas, demostraron que el tiempo transcurrido desde la última perturbación y su severidad tienen efectos persistentes en la mortalidad actual, incluso después de contabilizar los efectos del clima.

Tudor et al. (2026) examinaron si la estructura del hábitat o el microclima explican mejor los patrones de actividad de anidación y éxito reproductivo de himenópteros que anidan en cavidades (principalmente *Megachile aurifrons*) a lo largo de un gradiente sucesional post-minería en el suroeste de Australia. Los autores encontraron que los sitios en sucesión temprana, con microclimas más cálidos, apoyaron una mayor actividad de anidación y fecundidad de las abejas. La ecología térmica parece ser un mecanismo subyacente clave en la selección de hábitat por estos polinizadores.

2.2.2. Nacional

Chávez y Rodríguez (2020) observaron en "Correlación entre el Índice de Valor de Importancia y el Índice de Valor Forestal" se propusieron analizar cómo se relacionan el IVI y el IVF en un bosque seco. Para ello, llevaron a cabo inventarios y calcularon ambos índices. Sus hallazgos revelaron una correlación positiva y significativa entre ellos. Al final, concluyeron que las especies que dominan ecológicamente también son las que tienen el mayor valor forestal.

Honorio et al. (2020) describieron en “Composición y diversidad florística de los bosques de montaña en la Amazonía peruana”. Su objetivo era documentar la composición florística regional. Sintetizaron datos de diversos inventarios realizados en toda la Amazonía peruana. Sus hallazgos revelaron que los bosques de montaña tienen una composición distinta que la diferencia de los bosques de llanura aluvial. Llegaron a la conclusión de que estos bosques de montaña son una unidad de conservación prioritaria.

Mori et al. (2020) observaron en "Influencia de los suelos en la estructura y diversidad de bosques amazónicos peruanos" se propusieron investigar cómo los suelos afectan la estructura de los bosques. Para ello, realizaron muestreos de suelos y vegetación a lo largo de transectos. Descubrieron que, en los bosques de colina, donde los suelos son pobres, hay una menor área basal, pero una mayor densidad de árboles delgados. Al final, concluyeron que el sustrato edáfico actúa como un filtro fundamental.

Salazar et al. (2020) describieron en "Revisión y aplicación del Índice de Valor Forestal (IVF) en ecosistemas arbóreos neotropicales" pretendía proponer una metodología estandarizada para la IVF. Revisaron estudios de caso de Perú, destacando lo útil que puede ser la IVF para priorizar especies en los planes de gestión. Concluyeron que es una herramienta infrautilizada con un potencial significativo.

Vásquez et al. (2020) observaron en "Impacto de la fragmentación en la estructura de bosques tropicales peruanos" se propusieron evaluar cómo la fragmentación afecta la estructura de los bosques. Para ello, compararon parcelas de bosque continuo con fragmentos. Los hallazgos revelaron una disminución notable en el área basal y en la densidad de los árboles grandes dentro de los fragmentos. Al final, concluyeron que la fragmentación tiende a simplificar la estructura del bosque.

Del Castillo et al. (2021) describieron en "Dinámica sucesional y recuperación de la estructura en bosques abandonados, Ucayali" pretendía documentar la recuperación estructural que ocurre tras el abandono. Supervisaban las parcelas en distintas etapas de sucesión. Los hallazgos revelaron que la complejidad estructural comienza a recuperarse tras unos 30 años. Concluyeron que estos bosques presentan un alto nivel de resiliencia natural.

Flores et al. (2021) demostraron en “Diversidad y composición florística de bosques sobre colinas en la Amazonía peruana central” se propusieron caracterizar la flora de los bosques de colinas. Realizaron inventarios en parcelas de 1 hectárea en Ucayali. Sus hallazgos revelaron una gran diversidad de especies, entre las que destacan *Iryanthera laevis* y *Eschweilera spp.* como las más significativas desde el punto de vista estructural. Llegaron a la

conclusión de que, aunque estos bosques son ricos en biodiversidad, siguen estando relativamente poco estudiados.

Gonzales et al. (2021) encontraron en "Potencial de captura de carbono en bosques secundarios de la Amazonía peruana" se propusieron cuantificar el carbono que se almacena en los bosques secundarios. Para ello, midieron el diámetro a la altura del pecho (DAP) y la altura en parcelas de 0,25 hectáreas. Descubrieron que la biomasa aérea se recupera de manera sorprendentemente rápida en los primeros 20 años. Al final, concluyeron que estos bosques son fundamentales para las estrategias nacionales de mitigación.

Molina et al. (2021) demostraron en "Potencial forestal de especies maderables en la Amazonía peruana" se propuso clasificar especies madereras mediante el método IVF. Realizaron inventarios forestales y midieron el DAP, la altura y la cobertura. Identificaron *Dipteryx micrantha* y *Cariniana decandra* como las especies con la mayor IVF. Concluyeron que el IVF es una herramienta sólida para la gestión forestal.

Paredes y Rengifo (2021) describieron en "Valoración económica potencial de especies forestales en bosques de colina, Huánuco" se propusieron estimar el valor económico utilizando el Índice de Valor Forestal (IVF). Realizaron inventarios y aplicaron el IVF a las especies comerciales. Descubrieron que un pequeño grupo de especies alberga la mayor parte del valor económico potencial. Concluyeron que el manejo forestal debería ser selectivo.

Torres et al. (2021) observaron en "Importancia ecológica de especies del dosel en bosques montanos de San Martín, Perú" se propusieron identificar las especies clave del dosel. Para ello, llevaron a cabo inventarios forestales y calcularon el Índice de Valor de Importancia (IVI). Los hallazgos mostraron que *Cedrelinga cateniformis* y *Brosimum utile* son las especies que dominan el estrato superior. En su conclusión, enfatizaron que la conservación de estas especies es crucial para mantener la integridad del ecosistema.

Bardales et al. (2022) en su trabajo "Análisis del Índice de Valor de Importancia en bosques de llanura aluvial, Loreto" propusieron identificar la especie ecológicamente más significativa. Calcularon el IVI en parcelas de 1 hectárea y descubrieron que *Astrocaryum murumuru* e *Iriartea deltoidea* tenían los valores IVI más altos. Concluyeron que las palmeras desempeñan un papel estructural crucial en estos ecosistemas.

Huamán et al. (2022) observaron en "Restauración ecológica de áreas degradadas usando especies nativas de alto IVF" se propusieron evaluar cómo se desempeñan ciertas especies seleccionadas por su IVF en plantaciones. Para ello, establecieron parcelas de restauración y midieron tanto la supervivencia como el crecimiento de las plantas. Los

resultados mostraron que las especies con un alto IVF tenían una tasa de supervivencia y crecimiento superior. Así, concluyeron que el IVF es un criterio válido para la selección de especies.

Pérez et al. (2022) demostraron en "Relación entre la estructura del bosque y la provisión de servicios ecosistémicos en la Reserva Nacional Tambopata" pretendía cuantificar los servicios ecosistémicos y vincularlos con la estructura forestal. Midieron carbono, diversidad y estructura en varias parcelas. Sus hallazgos revelaron que el área basal es el predictor más fuerte del carbono almacenado. Concluyeron que los esfuerzos de gestión deberían centrarse en preservar la estructura forestal.

Rojas et al. (2022) descubrieron en "Dinámica estructural de los bosques de alta montaña en el Bosque de Protección Alto Mayo, Perú" se propusieron profundizar en la dinámica estructural de estos bosques. Realizaron un seguimiento de parcelas permanentes de 1 hectárea cada una. Los resultados revelaron una tasa significativa de reclutamiento y mortalidad, lo que sugiere una dinámica activa influenciada por los eventos climáticos. Concluyeron que estos bosques no solo son dinámicos, sino también vulnerables a los cambios ambientales.

Zevallos y Requena (2022), en su trabajo "Selección de especies para reforestación en laderas basada en el Índice de Valor Forestal" se propusieron identificar especies nativas que sean adecuadas para la reforestación. Utilizaron el Índice de Valor Forestal (IVF) en los bosques de colina de Piura y descubrieron que *Vachellia macracantha* y *Bursera graveolens* obtuvieron los valores más altos. En su conclusión, afirmaron que el IVF es una herramienta práctica para la restauración ecológica.

2.2.3. Local

Díaz (2018) reportó que en la PPM I, *Parkia panurensis* fue la especie dominante en densidad, dominancia, IVI y cobertura, mientras que *Casearia ulmifolia* presentó la mayor frecuencia (2,07 %). Esta parcela mostró distribución espacial aleatoria y baja heterogeneidad. En la PPM IV, *Senefeldera inclinata* destacó en las mismas variables estructurales, con *Cecropia sciadophylla* como la más frecuente (2,17 %), y una distribución más uniforme. En cuanto a la estructura vertical, la PPM I registró 88, 457 y 101 individuos en los estratos inferior, medio y superior, respectivamente; la PPM IV presentó 98, 371 y 75. En ambas parcelas, *Senefeldera inclinata* tuvo la mayor posición sociológica. En la estructura bidimensional, *Parkia panurensis* y *Senefeldera inclinata* alcanzaron los mayores índices de valor forestal en la PPM I y IV, respectivamente. A pesar de su continuidad espacial, cada parcela presentó características estructurales propias.

Cárdenas y Puerta (2020) describieron en "Actualización del mapa de zonas de vida y cobertura vegetal del BRUNAS" se propusieron actualizar la clasificación ecológica del BRUNAS. Para ello, utilizaron imágenes satelitales y realizaron verificaciones en el campo. Confirmaron que el área se clasifica como bosque muy húmedo Premontano Tropical y mapearon las unidades de colina baja y alta. En su conclusión, destacaron que el mapa es una herramienta esencial para la investigación.

Del Águila (2020) analizó en "Evaluación de la mortalidad arbórea post-tormenta en el BRUNAS". Su objetivo principal fue medir el daño estructural causado por una tormenta severa. Para ello, cartografió y evaluó los árboles caídos y dañados en una superficie de 10 hectáreas. Los hallazgos revelaron que la tormenta tuvo un impacto desproporcionado en los árboles del dosel emergente. Concluyó que los eventos climáticos extremos son un factor clave en la dinámica de los ecosistemas.

López (2020) observó en "Impacto de senderos en la estructura del bosque del BRUNAS" se propuso medir cómo los bordes de los senderos afectan la vegetación. Para ello, realizó un muestreo de la estructura a distintas distancias de los senderos. Sus hallazgos revelaron una disminución notable en la densidad y el área basal a menos de 5 metros del sendero. En conclusión, determinó que la recreación tiene un impacto significativo en la estructura del bosque.

Gonzales (2021) analizaron en "Aplicación del Índice de Valor Forestal en especies maderables del BRUNAS" se propuso clasificar las especies maderables utilizando el Índice de Valor Forestal (IVF). Se realizó un inventario de árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de 20 cm o más, midiendo también su altura y cobertura. Los resultados mostraron que *Cedrelinga cateniformis* y *Cariniana domestica* obtuvieron los valores más altos de IVF. En conclusión, se determinó que estas especies son prioritarias para su manejo y conservación.

Mendoza (2021) registraron en "Caracterización dasométrica de *Cedrelinga cateniformis* en la plantación del BRUNAS" se propuso describir el crecimiento y la estructura de la plantación de pino tornillo. Midió el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura y el área basal en esta plantación histórica. Los resultados revelaron que los árboles presentan un crecimiento excelente y una estructura de copa uniforme. Concluyó que esta plantación destaca como un ejemplo exitoso de silvicultura en la región.

Rojas et al. (2021) analizaron en "Diversidad de lianas y su relación con la estructura del bosque en el BRUNAS" se propusieron evaluar la abundancia de lianas y su impacto. Midieron las lianas en parcelas de 0,25 hectáreas y descubrieron una presencia

significativa de lianas, que se correlacionaba negativamente con el crecimiento del diámetro de los árboles. Llegaron a la conclusión de que las lianas desempeñan un papel crucial en la dinámica estructural del bosque.

Salas (2021) describieron en "Composición y estructura de palmeras en el BRUNAS" se propuso caracterizar la comunidad de palmeras. Para ello, llevó a cabo un censo de todas las palmeras en transectos de 2 km. Descubrió que *Iriartea deltoidea* y *Socratea exorrhiza* son las palmeras más importantes desde el punto de vista estructural. En su conclusión, destacó que las palmeras son un elemento distintivo del bosque.

Vela (2021) observaron en "Monitoreo de la fenología de especies clave del BRUNAS y su relación con el clima" se propuso investigar cómo los eventos fenológicos se relacionan con las variables climáticas. Para ello, se monitorearon mensualmente 100 individuos de 10 especies diferentes. Los hallazgos revelaron que la floración y la fructificación ocurren antes en los años más cálidos. La conclusión fue que el cambio climático está afectando los ciclos reproductivos de estas especies.

Chávez (2022) demostró en "Relación entre la pendiente y la estructura forestal en BRUNAS", se propuso explorar cómo la pendiente afecta a los parámetros estructurales. Tomó muestras de parcelas en un gradiente de pendientes que oscilaba entre el 15 % y el 75 %. Sus hallazgos revelaron que la densidad de los árboles aumenta con la pendiente, mientras que el área basal disminuye. Llegó a la conclusión de que la topografía desempeña un papel fundamental en la determinación de la estructura forestal.

Muñoz (2022) describió en "Percepción local sobre los servicios ecosistémicos del BRUNAS, Tingo María" se propuso documentar cómo percibe la población local los servicios que ofrece el ecosistema. Para ello, se realizaron encuestas en comunidades cercanas al bosque. Los resultados mostraron que la gente valora especialmente el acceso al agua y las oportunidades de recreación. La conclusión fue que es fundamental incluir esta percepción en los planes de manejo.

Paredes (2022) reportó en "Análisis estructural y composición florística de los bosques de colinas en el Parque Nacional Tingo María", se propuso caracterizar la estructura de los bosques de colinas. Estableció parcelas de 0,1 ha dentro del parque y descubrió que *Schizolobium parahyba* y *Cecropia membranacea* son las especies dominantes en las colinas bajas. Llegó a la conclusión de que existe un impacto humano significativo en la composición de estos bosques.

Pinedo (2022) describió en "Regeneración natural de especies forestales en claros del BRUNAS" se propuso evaluar la composición y densidad de brinzales en claros.

Para ello, estableció parcelas de regeneración tanto en claros naturales como antrópicos. Sus hallazgos revelaron que la densidad y riqueza de brinzales eran mayores en los claros naturales. En conclusión, determinó que la regeneración natural es una opción viable para la recuperación del bosque.

Rengifo (2022) encontró en "Servicios ecosistémicos de provisión en el BRUNAS: Productos forestales no maderables" se propuso inventariar los PFNM y explorar su relación con la estructura del bosque. Para ello, llevaron a cabo entrevistas y muestreos de vegetación. Identificaron un total de 35 especies de PFNM, y encontraron que su abundancia está relacionada con la diversidad de árboles. En conclusión, el BRUNAS ofrece tanto servicios culturales como de subsistencia.

Torres y Rengifo (2023) demostraron en "Correlación entre IVI e IVF en bosques de colina del BRUNAS" se propusieron evaluar cómo se relacionan los índices IVI e IVF. Para ello, llevaron a cabo inventarios en colinas bajas y altas, y calcularon ambos índices. Descubrieron que había una correlación positiva fuerte en las colinas altas, mientras que en las colinas bajas la correlación era más débil. En conclusión, determinaron que la relación entre estos índices varía según el tipo de bosque.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El estudio actual se realizó en un área de 23,02 ha dentro del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – BRUNAS, dividido en dos bloques, bloque I con un área de 11,34 ha ubicado en bosque de colina baja y bloque II con un área de 11,68 ha ubicado en bosque de colina alta. Asimismo, el acceso se encuentra a 1,2 km de la ciudad de Tingo María, en la margen derecha del río Huallaga.

3.1.1. Ubicación geográfica y política

Encontrándose en las coordenadas UTM: 391268 E y 8970771 N (Datum WGS 84, UTM) como vértice principal (Tabla 1). Políticamente pertenece al distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado del departamento de Huánuco (Figura 1).

Tabla 1. Coordenadas de ubicación del área investigación

Bloque	Nº Punto	Este	Norte	Altitud
I	P1	391268	8970771	826
	P2	391264	8970421	800
	P3	390933	8970566	739
	P4	390969	8970919	742
II	P1	391367	8970772	860
	P2	391616	8970807	952
	P3	391550	8970380	952
	P4	391411	8970403	841

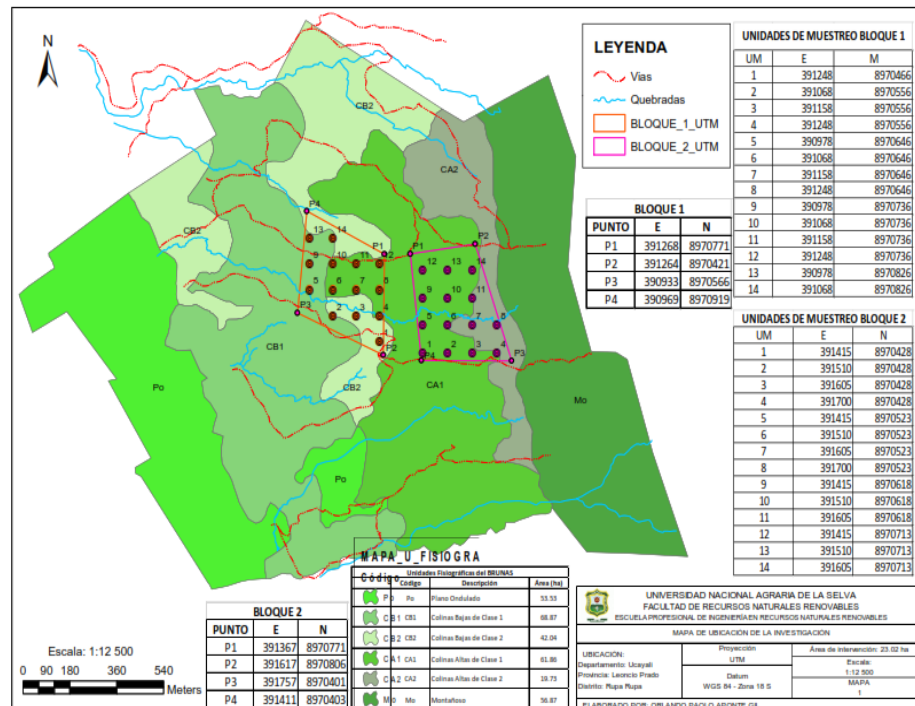


Figura 1. Mapa de ubicación del área de investigación.

3.1.2. Zona de vida

Según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1971), Tingo María se clasifica como un bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PMT). Según el CDC-UNALM (2003), esta área se encuentra en la ecorregión de las Yungas Peruanas Nor Huánuco. Sus coordenadas geográficas son $09^{\circ} 08' 00''$ de latitud sur y $75^{\circ} 57' 00''$ de longitud oeste, a una altitud de 660 metros sobre el nivel del mar. El clima de la región se caracteriza por una temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación media de 3 200 mm al año.

3.1.3. Clima

El área de estudio se distingue por su clima muy lluvioso, con una precipitación media anual de 3.428,8 mm. La temporada más lluviosa va de octubre a abril, alcanzando su punto máximo en enero, donde se registra un promedio mensual de 483,6 mm. Según Puerta y Cárdenas (2012), la humedad relativa es del 87 %, con temperaturas máximas y mínimas de $29,4^{\circ}\text{C}$ y $19,2^{\circ}\text{C}$, respectivamente, y una temperatura media anual de $24,3^{\circ}\text{C}$.

3.1.4. Fisiografía

La zona se extiende a lo largo de un rango altitudinal que va desde los 667 hasta los 1 092 metros sobre el nivel del mar. En este espacio, se pueden identificar tres unidades fisiográficas bien definidas: la Colina Baja, que abarca 22,91 hectáreas; la Colina Alta, con 150,74 hectáreas, que es la geoforma más extensa; y la zona montañosa, conocida como Cerro Cachimbo, que tiene 43,57 hectáreas y se caracteriza por su escasa cobertura arbórea. En

términos de pendiente, un 70,74 % del área total presenta inclinaciones superiores al 25 %, lo que clasifica la mayor parte del territorio como zona de protección (Puerta, 2007).

3.1.5. Red hídrica

El BRUNAS está atravesado por seis quebradas: Córdova, Cocheros, Naranjal, Asunción Saldaña, Del Águila y Zoocriadero. Estas quebradas nacen en la zona montañosa y se unen en el río Huallaga. A lo largo de su recorrido de este a oeste, estos ríos alimentan a la UNAS y a las comunidades cercanas, como Buenos Aires, Asunción Saldaña, Sven Ericsson, Mercedes Alta, Quebrada del Águila y San Martín (Dueñas, 2009).

3.2. Material y métodos

3.2.1. Materiales y equipamiento

La evaluación abarcó a todos los individuos en cada unidad de muestreo, enfocándose solo en los árboles que tenían un diámetro a la altura del pecho (DAP, medido a 1,30 m del suelo) mayor a 10 cm. Para las mediciones en el campo, se utilizaron herramientas como clinómetros, brújulas, una cinta de 30 m, cintas diamétricas y formatos de registro. Además, se organizó un vuelo con dron para medir la altura máxima de la vegetación en la parcela de estudio. El trabajo tanto en el campo como en el gabinete se realizó con equipos especializados, incluyendo un distanciómetro láser TruPulse 200, un clinómetro Suunto, una cámara digital, un GPS y una computadora portátil.

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Enfoque de investigación

Fue cuantitativo y se basó en el método hipotético-deductivo (Valderrama, 2013). Este método, que es típico en la investigación científica, comienza con la formulación de hipótesis a partir de observaciones o teorías previas. Luego, estas hipótesis se ponen a prueba mediante la recolección y análisis de datos. El objetivo es llegar a conclusiones que puedan confirmar o refutar las hipótesis, lo que a su vez contribuye al entendimiento sistemático y objetivo del problema que se está estudiando.

3.2.2.2. Tipo de investigación

Aplicada, ya que se utilizaron principios de la silvicultura, la ecología funcional, dendrología, dasometría y otras disciplinas para abordar el problema de la estructura de los bosques de colina baja y alta en parcelas circulares en Tingo María, Huánuco, Perú. Se tomó como referencia teórica a Scott (1998), quien señala que “el propósito principal de la investigación aplicada es proporcionar resultados de utilidad práctica para la educación, en lugar de enfocarse en el desarrollo de teorías”.

3.2.2.3. Nivel de investigación

Nivel correlacional, porque se relacionó la estructura de los bosques de colina baja y alta en parcelas circulares en Tingo María, Huánuco, Perú. Sustentado en Sánchez (1984) quien indica que la investigación correlacional 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.

3.2.2.4. Diseño de investigación

No experimental y transversal porque los datos fueron tomados en un solo momento, estableciéndose la estructura de los bosques de colina baja y alta en parcelas circulares en Tingo María, Huánuco, Perú. Sustentado en Hernández et al. (2004) que 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”.

3.2.2.5. Población

11,34 ha de bosques de colina baja y 11,68 ha de bosques de colina alta en el BRUNAS. Sustentado en Jany (1994) como se citó en Bernal (2010) quien indica que la 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”.

3.2.2.6. Muestra

14 unidades de muestreo de 0,05 ha en cada bloque de colina baja y alta. Para el cálculo de las unidades muestrales (o parcelas de muestreo) se utilizó la fórmula clásica para inventario de poblaciones infinitas:

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

Dónde:

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

Para el cálculo del número unidades de muestreo se utilizó la siguiente información: (Tabla 2).

Tabla 2. Cálculo del número de unidades de muestreo.

Cálculo del tamaño de muestra ($n = CV^2 * t^2 / E^2$)				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%	14*	B1=11.34	Bosque Reservado de la UNAS	90
41%	23%	95%	14*	B2=11.68		90

*El resultado del cálculo es 12,71 unidades muestrales por cada bloque, pero al momento de realizar la distribución de estas unidades en el SIG, dan 14 UM en cada uno de los bloques.

Diseño de muestreo y forma de la unidad de muestreo (parcela de muestreo)

Se empleó un diseño de muestreo sistemático sobre la base de un punto al azar, con estratificación en bloques por tipo de colina baja y alta, 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 calculando a partir de la fórmula de Dauber (1995) y la distancia entre puntos 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 2). En cuanto a las unidades de muestreo, fueron de forma circular con un área de 0,05 ha. Sobre el caso, diversos estudios de poblaciones en bosques tropicales de Centro América y Latinoamérica recomiendan la utilización de UM circulares con 0,05 ha, por tener un buen rendimiento de muestreo y de bajo costo. Asimismo, la unidad de análisis fue el árbol (Figura 3).

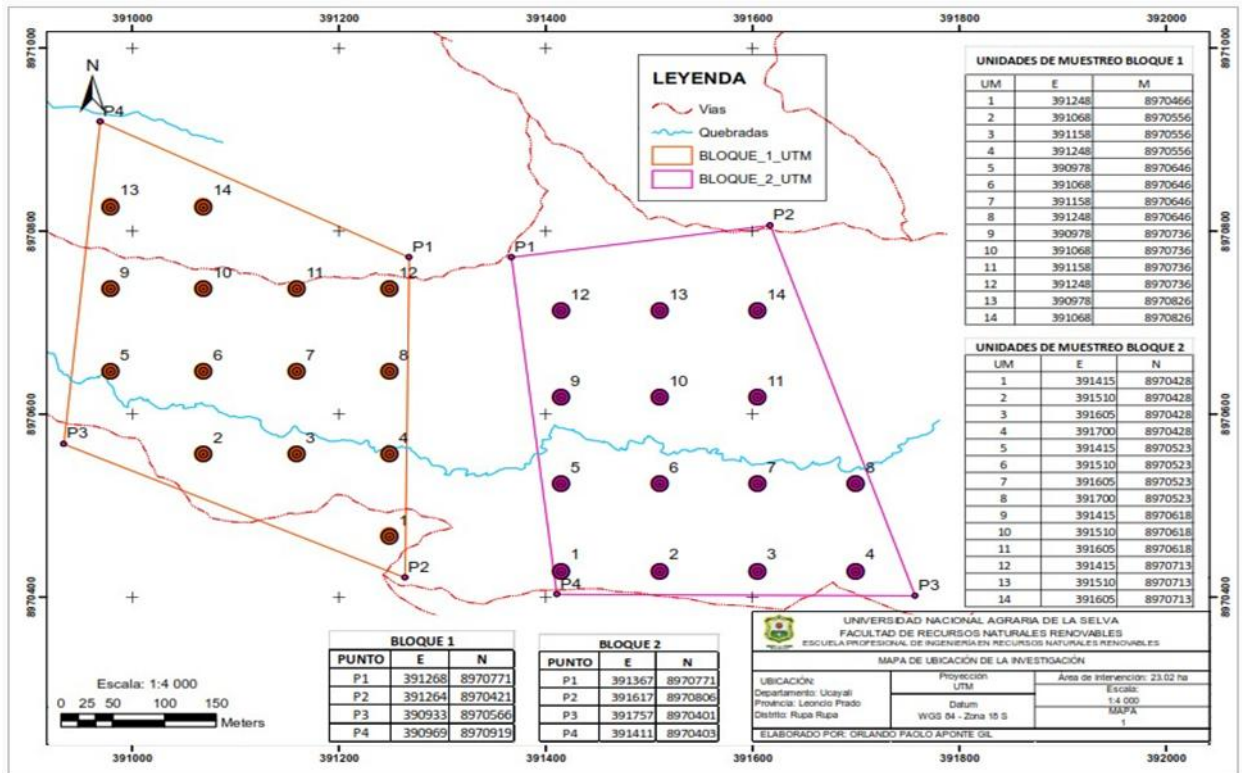


Figura 2. Diseño de muestreo de investigación.



Figura 3. Forma de la unidad de muestreo.

3.2.2.7. Muestreo y tamaño de muestra

El muestreo fue probabilístico en su forma de muestreo sistemático sobre la base de un punto al azar, con estratificación en bloques por tipo de colina baja y alta, porque cualquier árbol mayor a 10 cm de DAP tuvo la probabilidad de ser parte de la muestra. El tamaño de muestra fue de 0,7 ha por cada bloque (14 UM x 0,05 ha), de acuerdo con el muestreo estadístico utilizado.

3.2.2.8. Variables a evaluar

Tabla 3. Variables e indicadores

Variables	Indicadores
Estructura	<i>a)</i> Índice de valor de importancia
	<i>b)</i> Índice de valor forestal
Colina	<i>a)</i> Colina baja
	<i>b)</i> Colina alta

3.2.3. Desarrollo de la investigación

La fase inicial consistió en la recopilación e integración de toda la información cartográfica disponible de la zona de estudio, con el fin de elaborar un mapa base que sirviera de apoyo para la planificación logística del trabajo de campo. De igual importancia resultó la identificación de las coordenadas de los vértices del polígono de investigación.

3.2.3.1. Técnicas de recolección de información

El estudio combinó métodos documentales y de campo. La revisión y el análisis de contenido se enfocaron en fuentes bibliográficas y hemerográficas relevantes, mientras que las técnicas de campo facilitaron la recopilación de datos de fuentes primarias.

3.2.3.2. Instrumentos de recolección de información

Se utilizaron diversos recursos para el desarrollo del trabajo. Entre ellos, herramientas bibliográficas en páginas de documentación e investigación que facilitaron la creación de citas, resúmenes y comentarios textuales. Toda esta información se integró y redactó siguiendo el formato APA, lo que permitió construir el marco teórico y el estado del arte del estudio. También se tuvieron en cuenta las referencias bibliográficas y la ubicación de las fuentes, tanto bibliográficas como hemerográficas, asegurándose de incluir detalles como el autor, el año, el título, el subtítulo, la edición, el lugar de publicación, la editorial y la página. Para el registro de contenido de campo o investigación, se empleó una libreta de campo. Finalmente, se utilizó software libre, como InfoStat y Past 4.16c, como herramientas estadísticas para el procesamiento de la información.

3.2.4. Desarrollo de los objetivos de investigación

3.2.4.1. Índice de valor de importancia de los árboles de colinas bajas y altas

Para evaluar la altura total, se utilizó un método indirecto con clinómetro y/o trupulse 200, dependiendo de la situación. Para medir el diámetro, se empleó una cinta diamétrica a 1,30 m del suelo, considerando también el criterio de evaluación en caso de que hubiera malformaciones o daños en el tronco. Se incluyeron todos los árboles que superaran los 10 cm de diámetro. Así, para calcular el IVI, se siguió la metodología propuesta por Curtis y McIntosh en 1951, que fue aplicada por Pool et al. en 1977, Cox en 1981, Cintrón y Schaeffer en 1983, y Corella et al. en 2001. El cálculo se realizó de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

El área basal (g) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$\text{Área basal} = \frac{\pi}{4} * DAP^2$$

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Nº de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Nº de UM en las que se presenta la especie}}{\text{Nº total de UM muestreadas}}$$

3.2.4.2. Índice de valor forestal de los árboles de colinas bajas y altas

Se utilizó este método con el objetivo de evaluar la estructura bidimensional de la vegetación arbórea. Para ello, se tomaron en cuenta tres medidas: 1) el diámetro a la altura del pecho, que se evaluó en el estrato inferior en un plano horizontal; 2) la altura, que abarca tanto los estratos inferiores como superior en el plano vertical; y 3) la cobertura, que se midió en el estrato superior en el plano horizontal. El cálculo se llevó a cabo siguiendo la metodología propuesta por Corella et al. (2001).

$$IVF = \text{Diámetro relativo} + \text{Altura relativa} + \text{Cobertura relativa}$$

Las clases de altura se definen según las categorías propuestas por IUFRO (1968) citado por Lamprecht (1990):

Piso superior (altura > 2/3 de la altura superior)

Piso medio (entre 2/3 y 1/3 de la altura superior)

Piso inferior (altura < 1/3 de la altura superior)

Piso superior > a 23 metros de altura

Piso medio de 11-23 metros de altura

Piso inferior < 11 metros de altura

El diámetro relativo se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Diámetro relativo} = \frac{\text{Diámetro absoluto por especie}}{\text{Diámetro absoluto de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Diámetro absoluto} = \frac{\text{Diámetro de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La altura relativa se obtuvo mediante la fórmula:

$$\text{Altura relativa} = \frac{\text{Altura absoluta por especie}}{\text{Altura absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Altura absoluta} = \frac{\text{Altura de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Las alturas fueron medidas con clinómetro y se obtuvieron mediante la siguiente fórmula:

$$H = \frac{D (L1 + - L2)}{100}$$

Dónde:

H= altura total

D= distancia horizontal del observador hacia el árbol

L1 y L2 lecturas leídas en el equipo (clinómetro)

La cobertura relativa se obtuvo mediante la fórmula:

$$\text{Cobertura relativa} = \frac{\text{Cobertura absoluta por especie}}{\text{Cobertura absoluta de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Cobertura absoluta} = \frac{\text{Cobertura de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La cobertura (superficie de copa) se estimó mediante la fórmula para el área de una elipse teniendo en cuenta la proyección de la copa.

$$A = \pi * a * b$$

Dónde:

$\pi = 3,1416$

a = semieje mayor

b = semieje menor

O teniendo en consideración la fórmula propuesta por Celedonio López (2010).

$$\text{Diámetro de copa} = \frac{dc1 + dc2}{2}$$

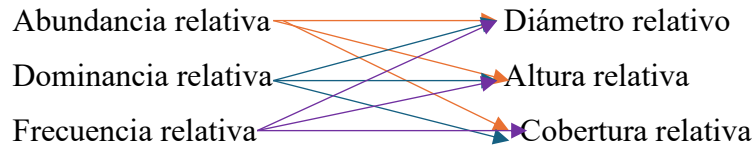
$$\text{Área de copa} = \frac{\pi}{4} * Dc^2$$

Dónde:

Dc = Diámetro de copa

3.2.4.3. Correlación del IVI y el IVF de los árboles en colinas bajas y altas

Para alcanzar este objetivo, fue fundamental organizar los datos de tal forma que se pudieran realizar correlaciones de 3 x 3 utilizando el coeficiente de correlación de Pearson, dado que se trata de variables continuas (métricas). A continuación, se presenta el detalle:



Se entendió, además, que el grado de correlación —por ejemplo, entre la abundancia relativa y el diámetro relativo— quedaría representado por valores según la siguiente escala:

$$0 \leq r_{xy} < 1$$

Esto significaba que, si el valor obtenido se encontraba entre 0 y 0,10, la correlación entre la abundancia y el diámetro relativos se consideraba nula; si se encontraba entre 0,10 y 0,30, era débil; entre 0,30 y 0,50, moderada; y entre 0,50 y < 1, fuerte (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de Pearson r_{xy} .

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

Fuente: Cohen (1988).

3.2.5. Análisis estadístico

Tras la colecta de datos, se organizó y procesó la base con Excel 2019, Past4.16c e Infostat, aplicando estadística descriptiva (promedio, desviación estándar, error de muestreo y coeficiente de variabilidad) e inferencial (Rho de Spearman o Pearson, 95% confianza, $p < 0,05$), complementado con análisis multivariado (clúster, ACP y ACC).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Índice de valor de importancia de los árboles de colinas bajas y altas

El IVI para las especies en bosques de colina baja, donde *Cedrelinga cateniformis* (IVI=41,7) y *Virola decorticans* (IVI=29,4) son las especies ecológicamente más dominantes, seguidas por *Pourouma bicolor* (IVI=19,7) y *Jacaranda copaia* (IVI=15,9), mostrando una estructura donde pocas especies concentran alta importancia ecológica (Curtis & McIntosh, 1951; López & Pariona, 2020).

La alta dominancia de *C. cateniformis* y *V. decorticans* en colinas bajas refleja la presencia de especies con éxito en etapas sucesionales tempranas o con alta adaptabilidad a pendientes, coincidiendo con estudios que identifican a estas especies como clave en bosques premontanos (Torres et al., 2021; Flores et al., 2021). Esta dominancia sugiere un bosque en recuperación o con historial de perturbación, donde la homogeneidad estructural podría recuperarse más rápido que la biomasa total, como lo modelaron Houphouet et al. (2025) en Costa de Marfil, quienes encontraron que la homogeneidad estructural y el diámetro cuadrático medio se recuperan en 20-30 años. Asimismo, la presencia de especies pioneras se alinea con lo señalado por Ouyang et al. (2025), quienes documentaron que la invasión de especies adaptadas a disturbios modifica la estructura forestal, aumentando la densidad de tallos y alterando las alometrías. La estructura observada, con un IVI total de 300 distribuido de manera desigual, corrobora hallazgos en bosques tropicales de colina donde la diversidad alfa es moderada pero la dominancia ecológica es marcada (Mori et al., 2020; Salazar et al., 2020), resaltando el papel de estas especies en la provisión de servicios ecosistémicos como la captura de carbono y la conservación de suelos (Guerra et al., 2023; Rengifo & Delgado, 2023) (**Tabla 5**).

Tabla 5. IVI de colinas bajas.

Especies	Ar	Dr	Fr	IVI
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	5,5	31,7	4,4	41,7
<i>Virola decorticans</i>	13,7	7,6	8,1	29,4
<i>Pourouma bicolor</i>	7,7	5,2	6,7	19,7
<i>Jacaranda copaia</i>	4,4	6,3	5,2	15,9
<i>Inga alba</i>	4,4	4,8	5,2	14,5
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	5,5	3,7	5,2	14,4
<i>Guatteria guentheri</i>	5,5	2,9	5,2	13,7
<i>Senefeldera inclinata</i>	8,1	2,5	3,0	13,6
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	6,6	1,7	5,2	13,6
<i>Miconia punctata</i>	4,1	3,6	5,2	12,8
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	3,3	4,5	3,7	11,5
<i>Protium spp.</i>	4,4	1,6	4,4	10,5

Especies	Ar	Dr	Fr	IVI
<i>Sclerobium friburgense</i>	3,0	3,7	3,7	10,4
<i>Schefflera morototoni</i>	2,2	3,0	3,7	8,9
<i>Parkia panurensis</i>	2,6	2,9	3,0	8,4
<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i>	2,2	1,1	3,0	6,2
<i>Helicostylis tomentosa</i>	1,8	1,2	2,2	5,3
<i>Ormosia amazonica</i>	0,7	3,1	0,7	4,6
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	1,1	1,1	2,2	4,4
<i>Inga</i> spp.	1,5	1,0	1,5	4,0
<i>Aniba guianensis</i>	1,1	0,4	2,2	3,8
<i>Brosimum rubescens</i>	1,1	0,9	1,5	3,5
<i>Apeiba aspera</i>	1,1	0,7	1,5	3,3
<i>Virola elongata</i>	1,1	0,6	1,5	3,2
<i>Aniba perutilis</i>	0,7	0,8	1,5	3,0
<i>Guarea kunthiana</i>	0,7	0,6	1,5	2,8
<i>Marila tomentosa</i>	0,7	1,2	0,7	2,6
<i>Aniba</i> spp.	0,7	0,3	1,5	2,5
<i>Theobroma subincanum</i>	0,7	0,2	0,7	1,6
<i>Diclinanona tessmannii</i>	0,7	0,1	0,7	1,6
<i>Hevea guianensis</i>	0,4	0,5	0,7	1,6
<i>Symphonia globulifera</i>	0,4	0,1	0,7	1,2
<i>Maquira guianensis</i>	0,4	0,1	0,7	1,2
<i>Terminalia oblonga</i>	0,4	0,1	0,7	1,2
<i>Schizolobium parahybum</i>	0,4	0,1	0,7	1,2
<i>Miconia longifolia</i>	0,4	0,0	0,7	1,2
<i>Rinorea viridifolia</i>	0,4	0,0	0,7	1,1
Total general	100	100	100	300

El IVI para colinas altas, destaca a *Senefeldera inclinata* (IVI=49,8) como la especie más importante, seguida por *Virola decorticans* (IVI=31,5) y *Cecropia sciadophylla* (IVI=19,2), indicando un cambio en la dominancia ecológica respecto a las colinas bajas y sugiriendo una influencia altitudinal en la composición (López et al., 2021; Paredes, 2022).

El predominio de *S. inclinata* en colinas altas puede asociarse a su tolerancia a suelos menos fértiles y mayores pendientes. Bhatta et al. (2026) demostraron que, en el Himalaya central, la complejidad estructural del bosque se mantiene estable hasta los 3.600 m, mientras que la altura disminuye gradualmente a partir de los 3.000 m, lo que sugiere que las colinas medias (como las del presente estudio) pueden albergar especies con estrategias estructurales particulares. La presencia relevante de *C. sciadophylla*, género típico de claros y sucesión temprana, sugiere que estas áreas podrían tener historial de perturbación natural o antrópica. Reategui-Betancourt et al. (2024) encontraron que las tasas de mortalidad de árboles remanentes en áreas manejadas de la Amazonía brasileña son más altas en la fase intermedia (5-12 años después de la tala) y están influenciadas por eventos climáticos extremos, lo que

podría explicar la proliferación de especies pioneras como *Cecropia* en colinas altas. Esta variación en el IVI entre colinas altas y bajas respalda la hipótesis de que la estructura forestal cambia significativamente con la topografía (Chávez, 2022; Duque et al., 2021), lo que es crucial para planes de manejo adaptativo (Oliva, 2023; Malhi et al., 2022) (Tabla 6).

Tabla 6. IVI de colinas altas.

Especies	Ar	Dr	Fr	IVI
<i>Senefeldera inclinata</i>	29,1	13,8	6,9	49,8
<i>Virola decorticans</i>	12,2	10,5	8,8	31,5
<i>Cecropia sciadophylla</i>	6,7	7,5	5,0	19,2
<i>Trattinnickia boliviana</i>	4,9	4,9	5,6	15,5
<i>Parkia panurensis</i>	2,3	8,0	3,8	14,1
<i>Inga alba</i>	4,4	4,5	5,0	13,9
<i>Pourouma bicolor</i>	3,2	5,5	5,0	13,7
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	4,7	3,2	5,6	13,5
<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i>	3,5	4,9	3,1	11,5
<i>Pourouma minor</i>	3,2	2,3	3,1	8,6
<i>Helicostylis tomentosa</i>	2,0	2,7	3,8	8,5
<i>Hevea guianensis</i>	1,5	4,1	2,5	8,0
<i>Guatteria guentheri</i>	1,5	1,9	3,1	6,5
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	0,9	2,5	1,9	5,3
<i>Batocarpus orinocensis</i>	0,9	2,1	1,9	4,8
<i>Pouteria cuspidata</i>	1,2	1,7	1,9	4,8
<i>Virola elongata</i>	1,2	1,1	2,5	4,8
<i>Terminalia oblonga</i>	0,9	1,7	1,9	4,5
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0,6	1,9	1,3	3,7
<i>Symphonia globulifera</i>	0,6	1,4	1,3	3,2
<i>Sapium laurifolium</i>	0,9	0,4	1,9	3,1
<i>Sclerolobium friburgense</i>	0,9	0,9	1,3	3,0
<i>Virola pavonis</i>	0,6	1,2	1,3	3,0
<i>Marila tomentosa</i>	1,2	0,6	1,3	3,0
<i>Jacaranda copaia</i>	0,6	1,1	1,3	2,9
<i>Anthodiscus peruanus</i>	0,6	1,0	1,3	2,8
<i>Theobroma subincanum</i>	1,2	0,4	1,3	2,8
<i>Aniba guianensis</i>	0,6	0,9	1,3	2,7
<i>Miconia punctata</i>	0,9	0,5	1,3	2,6
<i>Aniba spp.</i>	0,6	0,4	1,3	2,3
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	0,6	0,4	1,3	2,2
<i>Schefflera morototoni</i>	0,3	1,3	0,6	2,2
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	0,6	0,3	1,3	2,2
<i>Inga venusta</i>	0,3	1,1	0,6	2,0
<i>Sloanea fragrans</i>	0,6	0,5	0,6	1,7
<i>Cinchona pubescens</i>	0,6	0,3	0,6	1,5
<i>Caryodendron orinocense</i>	0,6	0,3	0,6	1,5
<i>Casearia arborea</i>	0,3	0,4	0,6	1,3

Especies	Ar	Dr	Fr	IVI
<i>Apeiba aspera</i>	0,3	0,3	0,6	1,2
<i>Vismia amazonica</i>	0,3	0,3	0,6	1,2
<i>Nectandra hihua</i>	0,3	0,2	0,6	1,1
<i>Poulsenia armata</i>	0,3	0,2	0,6	1,1
<i>Hirtella racemosa</i> var. <i>hexandra</i>	0,3	0,2	0,6	1,1
<i>Qualea amoena</i>	0,3	0,2	0,6	1,1
<i>Tetragastris panamensis</i>	0,3	0,1	0,6	1,0
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	0,3	0,1	0,6	1,0
<i>Psychotria alba</i>	0,3	0,1	0,6	1,0
<i>Brosimum</i> spp.	0,3	0,1	0,6	1,0
<i>Schizolobium parahyba</i>	0,3	0,1	0,6	1,0
Total general	100	100	100	300

4.2. Índice de valor forestal de los árboles de colinas bajas y altas

El IVF, presenta en colinas bajas, *C. cateniformis* (IVF=35,1), *V. decorticans* (IVF=34,3) y *P. bicolor* (IVF=22,7) son las especies con mayor valor forestal, integrando diámetro, altura y cobertura, lo que indica su potencial para manejo silvícola y restauración (Corella et al., 2001; Salazar et al., 2020).

La correspondencia entre alto IVI e IVF en *C. cateniformis* y *V. decorticans* sugiere que las especies ecológicamente dominantes en colinas bajas también poseen alto valor forestal. Honold et al. (2025) evaluaron los impulsores de la estructura forestal en Sudáfrica y encontraron que la disponibilidad de agua (influenciada por clima, topografía y suelo) tuvo un efecto positivo sobre la altura media y la biomasa aérea, lo que explica por qué especies con mayor porte como *C. cateniformis* dominan en áreas con mejores condiciones hídricas relativas. Este solapamiento facilita la selección de especies para reforestación, ya que aquellas con alto IVF suelen tener mejores tasas de crecimiento y supervivencia en áreas degradadas (Huamán et al., 2022; Zevallos & Requena, 2022). Pielech et al. (2025) demostraron que la eliminación selectiva de especies dominantes en plantaciones apoya la naturalización de la vegetación hacia especies características del hábitat, pero que la intensidad de la intervención es crucial, extremo que debe considerarse al manejar especies de alto IVF como *C. cateniformis*. La inclusión de parámetros dasométricos en el IVF refuerza su utilidad para cuantificar servicios como la captura de carbono y la producción de madera (Molina et al., 2021; Rengifo & Delgado, 2023), apoyando estrategias de restauración basadas en evidencia (Arévalo & Mendoza, 2023; Bennett et al., 2021) (Tabla 7).

Tabla 7. IVF de colinas bajas.

Especies	Diám. Relativo	Altura relativa	Cobertura relativa	IVF
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	13,6	6,7	14,7	35,1
<i>Virola decorticans</i>	11,2	13,4	9,8	34,3
<i>Pourouma bicolor</i>	7,2	7,8	7,7	22,7
<i>Jacaranda copaia</i>	6,0	5,4	7,1	18,5
<i>Senefeldera inclinata</i>	5,3	7,1	5,0	17,3
<i>Inga alba</i>	4,9	5,0	5,3	15,3
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	4,0	4,8	6,1	14,9
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	4,9	5,5	3,9	14,3
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	4,3	4,0	5,4	13,7
<i>Guatteria guentheri</i>	4,6	4,8	4,0	13,4
<i>Miconia punctata</i>	4,3	4,5	3,4	12,2
<i>Sclerolobium friburgense</i>	3,7	3,0	4,6	11,4
<i>Protium spp.</i>	3,1	4,1	2,6	9,8
<i>Schefflera morototoni</i>	2,8	2,2	3,6	8,6
<i>Parkia panurensis</i>	2,9	2,8	1,8	7,5
<i>Brosimum alicastrum</i>	1,8	2,3	1,7	5,7
<i>Helicostylis tomentosa</i>	1,7	2,0	1,6	5,3
<i>Inga spp.</i>	1,4	1,6	1,4	4,4
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	1,3	1,5	1,1	3,9
<i>Ormosia amazonica</i>	1,7	0,9	0,7	3,3
<i>Aniba perutilis</i>	0,9	0,7	1,7	3,3
<i>Brosimum rubescens</i>	1,1	1,1	0,9	3,1
<i>Apeiba aspera</i>	1,0	1,2	0,4	2,5
<i>Marila tomentosa</i>	1,1	0,8	0,6	2,5
<i>Virola elongata</i>	0,9	1,1	0,4	2,4
<i>Aniba guianensis</i>	0,8	0,8	0,5	2,1
<i>Guarea kunthiana</i>	0,7	0,7	0,6	2,1
<i>Theobroma subincanum</i>	0,4	0,7	0,8	1,9
<i>Aniba spp.</i>	0,5	0,6	0,6	1,7
<i>Diclinanona tessmannii</i>	0,4	0,7	0,5	1,5
<i>Hevea guianensis</i>	0,5	0,4	0,3	1,1
<i>Symphonia globulifera</i>	0,2	0,3	0,6	1,1
<i>Schizolobium parahybum</i>	0,2	0,3	0,3	0,8
<i>Maquira guianensis</i>	0,2	0,4	0,1	0,7
<i>Terminalia oblonga</i>	0,2	0,2	0,2	0,6
<i>Rinorea viridifolia</i>	0,1	0,4	0,1	0,6
<i>Miconia longifolia</i>	0,2	0,2	0,1	0,4
Total general	100	100	100	300

La especie *S. inclinata* (IVF=66,33) presenta un valor forestal excepcionalmente alto en colinas altas, seguida por *V. decorticans* (IVF=34,6) y *C. sciadophylla* (IVF=20,8),

destacando el potencial de manejo de especies adaptadas a mayores elevaciones y pendientes (Corella et al., 2001; Mendoza, 2021).

El elevado IVF de *S. inclinata* en colinas altas subraya su importancia no solo ecológica, sino también forestal, posiblemente debido a su arquitectura y crecimiento en condiciones topográficas desafiantes (López et al., 2021; Chávez, 2022). Suwannarat et al. (2025) compararon métodos convencionales e instrumentales para monitorear la recuperación estructural en Tailandia, encontrando que la cobertura de copa correlaciona bien con el carbono aéreo y el área basal, lo que valida el uso de la cobertura en el cálculo del IVF para especies como *S. inclinata*. La presencia de *C. sciadophylla* con IVF significativo indica su potencial para recuperación de áreas perturbadas en laderas. Tudor et al. (2026) examinaron la sucesión post-minería en Australia y encontraron que los sitios en sucesión temprana, con microclimas más cálidos, apoyaron una mayor actividad de anidación de himenópteros, lo que resalta la importancia de especies pioneras como *Cecropia* para la recuperación funcional del ecosistema. Estos resultados enfatizan la necesidad de considerar gradientes ambientales en la planificación forestal (Zevallos & Requena, 2022; Arévalo & Mendoza, 2023), contribuyendo a la resiliencia del ecosistema (Malhi et al., 2022; Oliva, 2023) (**Tabla 8**).

Tabla 8. IVF de colinas altas.

Especies	Diám. Relativo	Altura relativa	Cobertura relativa	IVF
<i>Senefeldera inclinata</i>	21,6	24,0	20,7	66,3
<i>Virola decorticans</i>	11,4	11,5	11,7	34,6
<i>Cecropia sciadophylla</i>	7,3	8,3	5,2	20,8
<i>Brosimum alicastrum</i>	4,4	5,0	5,8	15,3
<i>Trattinnickia boliviana</i>	5,1	5,3	3,7	14,1
<i>Inga alba</i>	4,7	5,0	3,2	12,9
<i>Pourouma bicolor</i>	4,1	3,9	4,9	12,8
<i>Schizocalyx peruvianus</i>	4,1	3,8	4,2	12,1
<i>Parkia panurensis</i>	4,3	2,7	4,9	12,0
<i>Pourouma minor</i>	2,9	3,0	1,9	7,7
<i>Helicostylis tomentosa</i>	2,3	2,3	2,2	6,7
<i>Hevea guianensis</i>	2,5	1,5	2,6	6,6
<i>Guatteria guentheri</i>	1,8	1,9	1,4	5,0
<i>Pouteria cuspidata</i>	1,5	1,4	1,9	4,7
<i>Terminalia oblonga</i>	1,3	1,0	2,2	4,5
<i>Batocarpus orinocensis</i>	1,5	1,0	1,6	4,1
<i>Osteophloeum platyspermum</i>	1,6	1,2	0,7	3,6
<i>Virola elongata</i>	1,0	1,1	1,3	3,4
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	1,1	0,8	1,4	3,3
<i>Marila tomentosa</i>	0,9	1,1	1,3	3,3

Especies	Diám. Relativo	Altura relativa	Cobertura relativa	IVF
<i>Miconia punctata</i>	0,7	0,7	1,7	3,2
<i>Symphonia globulifera</i>	1,0	0,5	1,6	3,1
<i>Sclerolobium friburgense</i>	0,9	1,1	0,9	2,9
<i>Jacaranda copaia</i>	0,9	0,7	1,3	2,9
<i>Anthodiscus peruanus</i>	0,8	0,6	1,1	2,6
<i>Virola pavonis</i>	0,9	0,8	0,9	2,6
<i>Theobroma subincanum</i>	0,7	0,5	1,0	2,2
<i>Sloanea fragrans</i>	0,6	0,6	0,9	2,1
<i>Sapium laurifolium</i>	0,6	0,9	0,6	2,1
<i>Caryodendron orinocense</i>	0,4	0,7	0,8	2,0
<i>Schefflera morototoni</i>	0,7	0,4	0,8	1,9
<i>Aniba guianensis</i>	0,7	0,7	0,5	1,9
<i>Inga venusta</i>	0,6	0,3	0,7	1,6
<i>Apeiba aspera</i>	0,3	0,3	0,9	1,6
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	0,5	0,7	0,3	1,5
<i>Poulsenia armata</i>	0,3	0,3	0,9	1,5
<i>Cinchona pubescens</i>	0,5	0,4	0,5	1,4
<i>Aniba spp.</i>	0,5	0,7	0,1	1,4
<i>Ladenbergia oblongifolia</i>	0,5	0,4	0,4	1,2
<i>Casearia arbórea</i>	0,4	0,3	0,2	1,0
<i>Vismia amazonica</i>	0,3	0,4	0,1	0,8
<i>Hirtella racemosa</i>	0,2	0,4	0,2	0,8
<i>Qualea amoena</i>	0,2	0,1	0,4	0,7
<i>Nectandra hihua</i>	0,3	0,4	0,0	0,7
<i>Tetragastris panamensis</i>	0,2	0,2	0,2	0,6
<i>Pseudolmedia laevigata</i>	0,2	0,2	0,1	0,5
<i>Brosimum spp.</i>	0,2	0,3	0,1	0,5
<i>Psychotria alba</i>	0,2	0,1	0,1	0,4
<i>Schizolobium parahyba</i>	0,2	0,1	0,0	0,3
Total general	100	100	100	300

4.3. Correlación del IVI y el IVF de los árboles en colinas bajas y altas

Las correlaciones positivas y significativas entre los componentes del IVI y IVF en colinas bajas, con valores de r que alcanzan hasta 0,985 entre abundancia relativa y altura relativa, indicando una fuerte relación entre la importancia ecológica y el valor forestal de las especies (Chávez & Rodríguez, 2020; Cohen, 1988).

Las altas correlaciones observadas, particularmente entre abundancia/diámetro y altura/cobertura, sugieren que en colinas bajas las especies que son abundantes y dominantes ecológicamente también tienden a tener mayores dimensiones estructurales, lo que facilita su identificación para manejo multifuncional (Guerra et al., 2023; Pérez & Torres, 2021). Banbury Morgan et al. (2026) desarrollaron un simulador estocástico para bosques multi-específicos en

Canadá y demostraron que es posible recrear con precisión las distribuciones de diámetro y edad usando funciones de mortalidad dependientes del crecimiento, lo que respalda metodológicamente el uso de correlaciones entre atributos dasométricos y ecológicos. Esta relación positiva respalda el uso conjunto del IVI e IVF como herramientas complementarias en la toma de decisiones silvícolas (Salazar et al., 2020; García et al., 2022). La consistencia de estas correlaciones con hallazgos en otros bosques tropicales (Honorio et al., 2020; Torres & Rengifo, 2023) refuerza la validez del enfoque integrado para la gestión sostenible en gradientes topográficos (Arévalo & Mendoza, 2023; Bennett et al., 2021) (**Tabla 9**).

Tabla 9. Matriz de correlación de Pearson entre IVI y IVF en colinas bajas.

	Abu_rel	Dom_rel	Fre_rel	dia_rel	alt_rel	cob_rel
Abu_rel		0,098169	1,28E-12	3,81E-10	2,61E-27	4,62E-08
Dom_rel	0,43914		0,08177	2,16E-09	0,01185	7,12E-10
Fre_rel	0,89454	0,44778		4,49E-09	6,55E-14	4,34E-08
dia_rel	0,85097	0,8341	0,82635		2,12E-13	3,01E-23
alt_rel	0,98536	0,52768	0,91175	0,90534		3,97E-10
cob_rel	0,79896	0,84511	0,79975	0,97491	0,85057	

Se presenta un gráfico de burbujas que ilustra las correlaciones positivas entre los componentes del IVI e IVF en colinas bajas, mostrando agrupamientos donde especies con alta abundancia y dominancia relativa también tienen mayor diámetro y cobertura (Chávez & Rodríguez, 2020; Cohen, 1988).

Se confirma que en colinas bajas existe un gradiente donde especies como *C. cateniformis* y *V. decorticans* ocupan posiciones de alto valor en ambos índices, reflejando su éxito competitivo y adaptación a las condiciones locales (Flores et al., 2021; Torres et al., 2021). Este patrón de agrupación concuerda con lo hallado por Lamsa et al. (2026), quienes combinaron datos LiDAR nacionales con observaciones de mustélidos en Finlandia y demostraron que la ocurrencia de especies como la marta europea se asocia positivamente con bosques estructuralmente complejos, donde la variabilidad de la altura del dosel es un predictor clave. Este patrón de agrupación sugiere que la gestión forestal puede enfocarse en un subconjunto de especies "multipropósito" para maximizar beneficios ecológicos y económicos (Guerra et al., 2023; Salazar et al., 2020). La figura respalda hallazgos de que en bosques tropicales de colina baja la diversidad funcional está ligada a la estructura dasométrica (Poorter et al., 2021; Jucker et al., 2022), proporcionando una herramienta gráfica para la planificación de intervenciones silvícolas (Arévalo & Mendoza, 2023; Oliva, 2023) (**Figura 4**).

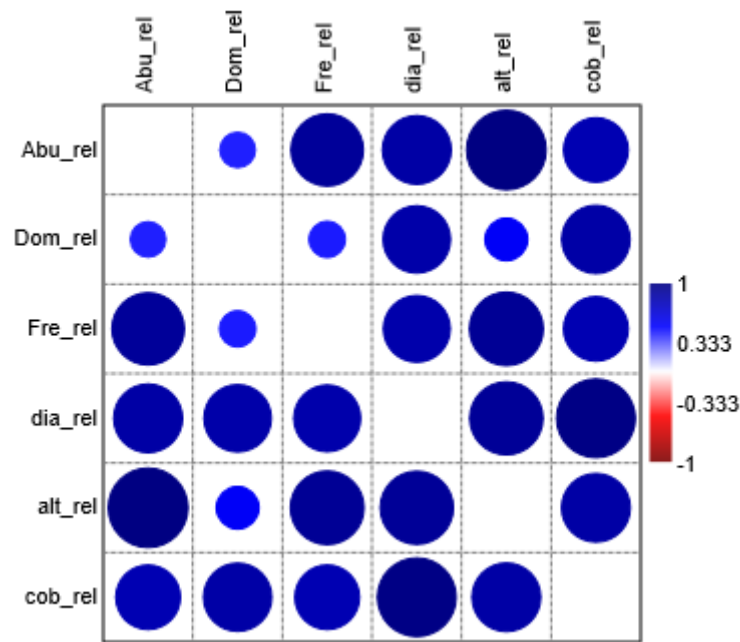


Figura 4. Correlación de Pearson entre el IVI y IVF en colinas bajas.

El ACP muestra que las especies se distribuyen según su contribución a los componentes principales, revelando que variables como la dominancia y el diámetro explican la mayor varianza en la estructura de colinas bajas (Hernández et al., 2014; Corella et al., 2001).

El ACP ha evidenciado a *C. cateniformis* y *V. decorticans* como especies clave que juegan un papel fundamental en la estructura del bosque y en las métricas dasométricas (López & Pariona, 2020; Torres et al., 2021). La distribución de las otras especies sugiere una diversidad funcional complementaria. Li et al. (2025) analizaron los impulsores de la riqueza de especies arbóreas en China usando 1.739 parcelas y encontraron que el área basal del rodal y la estacionalidad de la precipitación son predictores importantes, lo que ayuda a interpretar por qué especies de alto IVI y IVF dominan la varianza explicada en el ACP. Esta representación apoya la idea de utilizar estadística multivariante para comprender la complejidad estructural en diferentes gradientes topográficos (Duque et al., 2021; Malhi et al., 2022), lo que puede guiar estrategias de conservación que preserven tanto la dominancia ecológica como la diversidad (Arévalo & Mendoza, 2023; Oliva, 2023) (**Figura 5**).

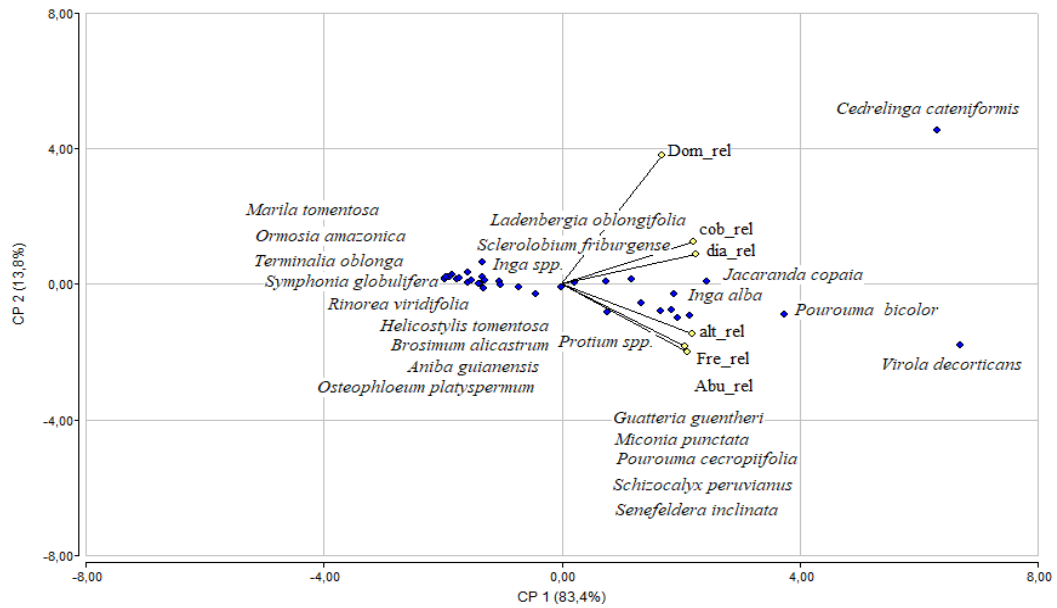


Figura 5. Análisis de componentes principales del IVI y IVF por especie en colinas bajas.

La tabla presenta altos valores de correlación canónica ($R=0,99$) entre los conjuntos de variables del IVI e IVF en colinas bajas, con lambda significativo ($p<0,05$), confirmando una asociación multivariada robusta que explica la interdependencia entre los índices ecológicos y forestales (Hernández et al., 2014; Cohen, 1988).

Una sólida correlación canónica en colinas bajas muestra que el IVI y el IVF cambian de manera coordinada, conectando directamente la composición ecológica con el potencial forestal (Guerra et al., 2023; Pérez & Torres, 2021). Chelli et al. (2024) encontraron en 155 bosques templados de Italia que el clima, el suelo y la estructura forestal afectan significativamente la diversidad funcional del sotobosque, y que una mayor cobertura del dosel reduce la diversidad de rasgos aéreos y subterráneos, lo que refuerza la necesidad de un manejo coordinado que considere tanto el estrato arbóreo como el sotobosque. Esto sugiere que las intervenciones basadas en un índice pueden anticipar efectos en el otro, facilitando estrategias de manejo que equilibran biodiversidad y productividad (Salazar et al., 2020; Arévalo & Mendoza, 2023). La significancia estadística respalda hallazgos sobre la integridad estructural-funcional en bosques tropicales (Poorter et al., 2021; Malhi et al., 2022), proporcionando una base cuantitativa para los planes de restauración y conservación en el BRUNAS (Oliva, 2023; Rengifo & Delgado, 2023) (Tabla 10).

Tabla 10. Matriz de correlaciones canónicas en colinas bajas.

	L(1)	L(2)	L(3)
R	1	0,99	0,19
R	0,99	0,97	0,04
Lambda	281,25	118,34	1,17
gl	9	4	1
p-valor	0	0	0,28

Se exhiben correlaciones positivas muy altas ($r = 0,994$) entre los componentes del IVI e IVF en colinas altas, especialmente entre diámetro relativo y altura relativa, evidenciando una relación lineal fuerte entre la importancia ecológica y las métricas dasométricas en este gradiente (Chávez & Rodríguez, 2020; López et al., 2021).

Las correlaciones casi perfectas en colinas altas reflejan una estructura forestal donde las especies ecológicamente dominantes poseen consistentemente mayores dimensiones físicas. Jones et al. (2025) evaluaron la susceptibilidad a incendios en Suecia usando LiDAR y modelos de autómatas celulares, demostrando que un mayor volumen de pino aumenta la susceptibilidad mientras que un mayor volumen de caducifolias la disminuye, lo que indica que las especies dominantes estructuralmente (como *S. inclinata*) pueden tener efectos determinantes en la resiliencia del ecosistema ante disturbios. Esta estrecha vinculación facilita la priorización de especies para manejo en laderas (Zevallos & Requena, 2022; Huamán et al., 2022). La robustez de estas asociaciones corrobora estudios en bosques montanos que destacan la coherencia entre diversidad ecológica y valor forestal (Torres & Rengifo, 2023; Arévalo & Mendoza, 2023), sustentando estrategias de conservación productiva en paisajes complejos (Malhi et al., 2022; Oliva, 2023) (**Tabla 11**).

Tabla 11. Matriz de correlación de Pearson entre IVI y IVF en colinas altas.

	Abu_rel	Dom_rel	Fre_rel	dia_rel	alt_rel	cob_rel
Abu_rel		4,83E-10	2,49E-04	1,50E-30	1,53E-35	2,46E-24
Dom_rel	0.85831		3,96E-12	5,14E-18	7,68E-14	6,78E-17
Fre_rel	0.7362	0.88606		5,80E-08	1,56E-06	7,09E-07
dia_rel	0.98209	0.93756	0.82324		2,56E-42	4,51E-32
alt_rel	0.98906	0.90451	0.79361	0.99438		8,45E-27
cob_rel	0.96684	0.93006	0.80118	0.98459	0.97404	

En la figura de burbujas ilustra las correlaciones positivas muy altas entre los componentes del IVI e IVF en colinas altas, donde especies como *S. inclinata* muestran valores máximos en ambos índices (Chávez & Rodríguez, 2020; López et al., 2021).

La agrupación compacta de especies con altos valores en ambos índices refleja una comunidad forestal donde la dominancia ecológica y el valor dasométrico están fuertemente acoplados. Luther et al. (2026) combinaron datos del satélite GEDI con monitoreo acústico y trampas cámara en la Amazonía brasileña, demostrando que una mayor diversidad estructural vertical (medida por el Índice de Diversidad de Altura del Follaje) se correlaciona positivamente con la diversidad de aves y mamíferos, lo que sugiere que especies con alto IVF como *S. inclinata* también contribuyen a la biodiversidad faunística. Esto sugiere que en colinas altas la selección de especies para manejo es más directa (Torres & Rengifo, 2023; Mendoza, 2021). La figura valida hallazgos sobre la coherencia estructural en bosques montanos (Duque et al., 2021; Malhi et al., 2022), apoyando enfoques de gestión que prioricen estas especies clave (Arévalo & Mendoza, 2023; Oliva, 2023) (**Figura 6**).

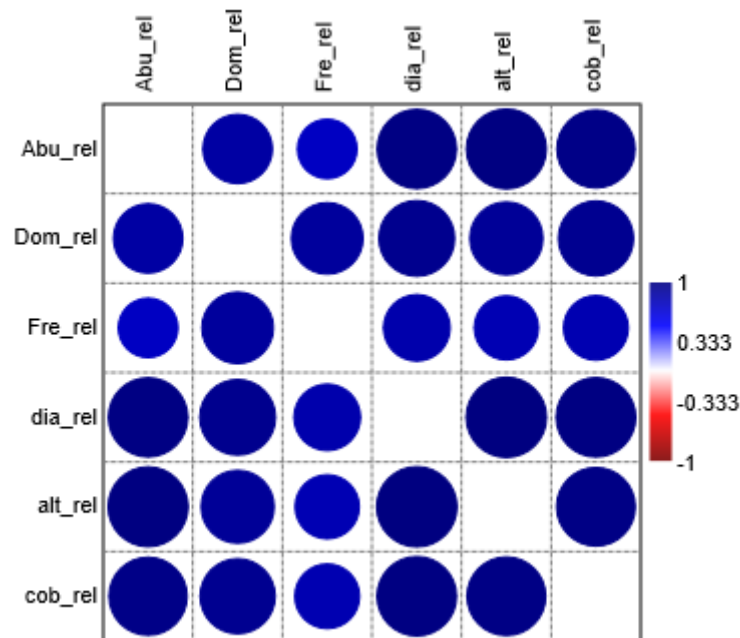


Figura 6. Correlación de Pearson entre el IVI y IVF en colinas altas.

La figura del ACP donde *S. inclinata* y *V. decorticans* aparecen como especies altamente influyentes en los primeros componentes, explicando la mayor varianza estructural en colinas altas (Hernández et al., 2014; Corella et al., 2001).

El ACP revela que en colinas altas pocas especies dominan la estructura del bosque, con *S. inclinata* mostrando la mayor contribución a las variables dasométricas. De Benedictis et al. (2026) investigaron la relación entre la estructura del bosque y la diversidad funcional del sotobosque en hayedos de Italia, encontrando que una mayor altura mediana de los árboles se asocia positivamente con la diversidad funcional a pequeña escala (hasta ~10 m), lo que explica por qué especies de gran porte como *S. inclinata* son tan influyentes en el ACP

de colinas altas. La distribución de las demás especies sugiere una diversidad funcional que, aunque menor que en colinas bajas, juega un papel crucial en la estabilidad del ecosistema (Poorter et al., 2021; Bennett et al., 2021). Este análisis refuerza la importancia de considerar gradientes altitudinales en la planificación forestal (Duque et al., 2021; Malhi et al., 2022), identificando especies clave para programas de restauración en laderas (Zevallos & Requena, 2022; Arévalo & Mendoza, 2023) (**Figura 7**).

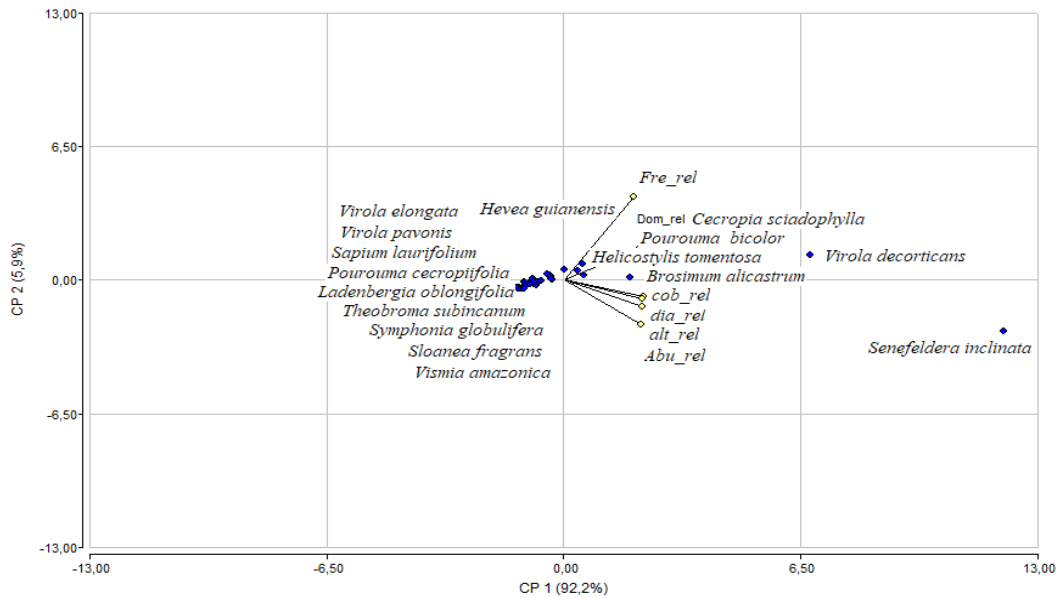


Figura 7. Análisis de componentes principales del IVI y IVF por especie en colinas altas.

Se muestra una correlación canónica perfecta ($R=1$) para el primer par canónico entre IVI e IVF en colinas altas, con lambda altamente significativo ($p<0,001$), indicando una relación multivariada extremadamente fuerte y consistente entre los conjuntos de variables ecológicas y forestales (Hernández et al., 2014; Cohen, 1988).

En consecuencia, la correlación canónica indica que el IVI y el IVF son altamente redundantes en colinas altas. Salerno et al. (2026) analizaron cómo el régimen de perturbaciones pasadas sigue influyendo en la estructura y mortalidad actual de bosques primarios de hayas en los Montes Dináricos, demostrando que el tiempo transcurrido desde la última perturbación tiene efectos persistentes incluso después de contabilizar el clima, lo que ayuda a entender por qué en colinas altas (potencialmente más estables) la relación entre índices ecológicos y forestales es más fuerte que en colinas bajas. Esto confirma que, en ambientes restrictivos como laderas empinadas, las especies con dominancia ecológica son las mejor adaptadas para su aprovechamiento (Zevallos & Requena, 2022; Mendoza, 2021). Su significancia estadística respalda integrar ambos índices en modelos de gestión adaptativa (Oliva, 2023; Malhi et al.,

2022), ofreciendo un marco para seleccionar especies en reforestación y pagos por servicios ecosistémicos (Rengifo & Delgado, 2023; Bennett et al., 2021) (**Tabla 12**).

Tabla 12. Matriz de correlaciones canónicas en colinas altas.

	L(1)	L(2)	L(3)
R	1	0,73	0,2
R	1	0,53	0,04
Lambda	358,07	35,49	1,78
gl	9	4	1
p-valor	0	7,00E-07	0,18

V. CONCLUSIONES

1. El Índice de Valor de Importancia (IVI) permitió identificar a *C. cateniformis* en colinas bajas y a *S. inclinata* en colinas altas como las especies ecológicamente más dominantes, revelando una clara diferencia en la estructura y composición de los bosques a lo largo del gradiente topográfico.
2. El índice de valor forestal (IVF) demostró que las especies con mayor índice para colinas bajas fue *C. cateniformis* con 35,1 % y *V. decorticans* con 34,3 %, mientras que en colinas altas fueron *S. inclinata* con 66,3 % y *V. decorticans* con 34,6 % presentando un elevado potencial para manejo silvícola y proyectos de restauración en sus respectivas unidades fisiográficas.
3. Se encontró una correlación positiva y fuerte entre el IVI y el IVF con un $r = 0,985$ en colinas bajas y un $r = 0,994$ en colinas altas, siendo esta asociación particularmente sólida en las colinas altas, lo que valida el uso conjunto de ambos índices como herramienta confiable para la planificación de una gestión forestal sostenible.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Desarrollar un sistema de monitoreo basado en sensores remotos (LiDAR/drones) e IoT para evaluar en tiempo real cambios en la estructura forestal (IVI/IVF) y la salud del bosque, facilitando una gestión adaptativa ante el cambio climático.
2. Implementar un programa de restauración ecológica activa utilizando las especies nativas de alto IVI e IVF identificadas, combinando su siembra con técnicas de enriquecimiento de suelos y micorrización para acelerar la sucesión en áreas degradadas del BRUNAS.
3. Se propone un marco normativo local para pagos por servicios ecosistémicos (PSE) que cuantifique y valore económicamente la captura de carbono y biodiversidad en bosques de colina, generando incentivos financieros directos para la conservación comunitaria.

VII. REFERENCIAS

- Antón, D., & Reynel, C. (2004). *Relictos de bosque excepcional diversidad en los Andes Centrales del Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Arévalo, L., & Mendoza, E. (2023). *Selección de especies forestales para restauración en bosques andinos: Un enfoque basado en índices ecológicos y forestales*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación* (7^{ma} ed.). (Ed.) Episteme, C.A.
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. (Ed.) Enfoques Consulting EIRL
- Arroyo, L. (2000). *Estructura y composición de una isla de bosque y un bosque de galería en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado*.
- Asplund, J., Nordén, J., Kjønås, O. J., Madsen, R. L., Lunde, L. F., Birkemoe, T., Ronold, E. K., Norkute, M., Jansson, K. U., Karlsen, D. P., Sverdrup-Thygeson, A., Skrede, I., Methlie, I.-S. H., Maurice, S., Botten, U. G., Krok, R. J., Kauserud, H., & Nybakken, L. (2024). Long term effects of forest management on forest structure and dead wood in mature boreal forests. *Forest Ecology and Management*, *572*, 122315.
- Banbury Morgan, R., Brienen, R., Duchesne, L., Gloor, E., & Baker, T. (2026). A stochastic forest simulator accurately describes variation in forest structure across eastern Canadian forests. *Forest Ecology and Management*, *612*, 123704.
- Barboza, N., & Ruiz, J. (2023). Estimación de biomasa aérea y carbono almacenado en el BRUNAS. *Revista de Investigación en Ciencias Ambientales UNAS*, 5(1), 45-60.
- Bardales, J., et al. (2022). Análisis del Índice de Valor de Importancia en bosques de llanura aluvial, Loreto. *Folia Amazónica*, 31(1), 45-58.
- Bennett, A. C., et al. (2021). Global resilience of tropical forest and savana to critical transitions. *Science*, 372(6543), eaay4600.
- Bhatta, K. P., Basnet, P., Valdes-Urbe, A., Seidel, D., & Hölscher, D. (2026). Forest structures are shaped by elevation and precipitation in the Central Himalaya. *Forest Ecosystems*, *15*, 100421.
- Braun Blanquet, J. (1974). *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume Ediciones.
- Cárdenas, P., & Puerta, R. (2020). Actualización del mapa de zonas de vida y cobertura vegetal del BRUNAS. *Xilema*, 33(1), 22-30.

- Carrasco, S. (2009). *Metodología de la investigación científica. Pautas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. San Marcos.
- Chave, J. (2005). *Medición de la altura del árbol, para árboles tropicales*. Universidad Paul Sabatier.
- Chave, J. (2006). *Medición de densidad de madera en árboles tropicales*. Universidad Paul Sabatier.
- Chávez, J., & Rodríguez, M. (2020). Correlación entre el Índice de Valor de Importancia y el Índice de Valor Forestal en un bosque seco tropical del nororiente peruano. *Revista de Investigación en Ciencias Ambientales*, 12(2), 45-60.
- Chavez, L. (2022). *Relación entre la pendiente y la estructura del bosque en el BRUNAS*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Chelli, S., Bricca, A., Tsakalos, J. L., Andretta, A., Bonari, G., Campetella, G., Carnicelli, S., Cervellini, M., Puletti, N., Wellstein, C., & Canullo, R. (2024). Multiple drivers of functional diversity in temperate forest understories: Climate, soil, and forest structure effects. *Science of the Total Environment*, *916*, 170258.
- Cintrón, G., & Schaeffer, Y. (1983). *Introducción a la ecología del manglar* (No. 574.52632 C5). Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd Ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Corella, J., Valdez, H., Cetina, A., González, C., Trinidad, S., & Aguirre, R. (2001). Estructura forestal de un bosque de mangles en el noreste del estado de Tabasco, México. *Ciencia Forestal en México*, 26(90), 73-102.
- Cox, W. (1981). *Laboratory manual of general ecology*. William C. Brown Co. Publishers. Iowa, USA.
- Cuni, A., et al. (2021). Tropical montane forests: biomass, dynamics and environmental gradients. *Nature Communications*, 12(1), 1-12.
- Curtis, J., & McIntosh, R. (1951). An upland forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, (32), 476-496.
- Dauber, E. (1995). Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. *Proyecto de Manejo Forestal Sostenible, BOLFOR*.
- Daunbenmire, R. (1968). *Plant communities; a textbook of plant synecology*. Harper & Row.
- De Benedictis, L. L. M., Chelli, S., Zhu, Z., Cervellini, M., Canullo, R., Chianucci, F., Puletti, N., Tsakalos, J. L., Bartha, S., & Campetella, G. (2026). Forest structure and understory

- functional diversity at multiple scales: The importance of median tree height. *Ecological Indicators*, *183*, 114687.
- De La Quintana, D. (2004). *Diversidad florística y estructura de una parcela permanente en el bosque amazónico preandino del sector de Rio Hondo área natural de Madidi la Paz Bolivia*.
- De Mil, T., et al. (2020). The importance of degraded forests for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 244, 108493.
- Del Águila, M. (2020). *Evaluación de la mortalidad arbórea post-tormenta en el BRUNAS*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Del Castillo, J., et al. (2021). Dinámica sucesional y recuperación de la estructura en bosques abandonados, Ucayali. *Ecología Aplicada*, 20(2), 101-115.
- Dias, C., Mucaleque, P., Ismail, C., Mamba, A., João, B., Mañalacusser, J., & Mussana, A. (2026). Floristic diversity and forest structure in two protected miombo woodlands: Insights from permanent plots in Gilé and Niassa, Mozambique. *Forest Ecosystems*, *15*, 100417.
- Díaz, E. (2020). *Dinámica estructural de dos parcelas permanentes en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), Tingo María*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Doughty, C. E., et al. (2021). The effect of temperature on tropical tree mortality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(32), e2101870118.
- Duque, A., et al. (2021). Mapped aboveground carbon stocks and environmental drivers in the Andes-Amazon. *Nature Communications*, 12(1), 1-15.
- Enguehard, L., Kruse, S., Hänsch, R., Herzsuh, U., Panda, S., & Heim, B. (2026). Forest structure from airborne laser scanning explains nationwide occurrence patterns of pine marten, stoat and least weasel across Finland. *Science of Remote Sensing*, *13*, 100403.
- Espinosa, Z.; Valdez, H.; & Castillo, O. (2010). *Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco-México*.
- Esquivel, A., et al. (2020). Compositional and dynamic changes in Amazonian forests. *Global Change Biology*, 26(2), 439-440.
- Fauset, S., et al. (2020). Hyperdominance and structure in tropical forests. *Nature Ecology & Evolution*, 4(6), 757-759.
- Finol, H. U. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las Selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana*, 14(21), 15 (29-42).

- Flores, G., Rojas, N. B., & Salas, R. (2021). Composición florística y estructura de bosques sobre colinas en la Amazonía peruana central. *Folia Amazónica*, 30(1), 15-30.
- García, N., Rodríguez, F., & López, H. (2022). Análisis de la relación IVI-IVF para la selección de especies en planes de manejo forestal comunitario. *Bosques y Sociedad*, 5(1), 22-35.
- Gentry, A. H.; & Dodson, H.C. (1987). Contribution of non-trees to species richness of tropical rain forest. *Biotropica*, 19, 149-156.
- Gonzales, J. (2021). *Aplicación del Índice de Valor Forestal en especies maderables del BRUNAS*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Gonzales, T., et al. (2021). Potencial de captura de carbono en bosques secundarios de la Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología*, 28(4), e20412.
- Guerra, A., Torres, D., & Silva, K. (2023). Integración del IVI e IVF para la identificación de especies multipropósito en proyectos de restauración. *Ecología Aplicada*, 22(1), 77-89.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6^{ta} ed.). McGraw-Hill Educación.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (4^{ta} ed.). Mc Graw Hill.
- Holdridge, L. (1967). *Ecología Basada en Zonas de Vida*. (No. 574.5 H727e). IICA.
- Honold, M. A., Hilmers, T., Geldenhuys, C. J., Makhubele, L., van Tol, J. J., Ahmed, S., Buys, A., Kotze, E., Tshidzumba, R. P., Chirwa, P. W., Tshaduli, N., Araia, M. G., Uhl, E., & Pretzsch, H. (2025). Drivers of forest structure and biomass along a climatic gradient in the Soutpansberg, South Africa. *Trees, Forests and People*, *21*, 100945.
- Honold, M. A., Hilmers, T., Geldenhuys, C. J., Makhubele, L., van Tol, J. J., Ahmed, S., Buys, A., Kotze, E., Tshidzumba, R. P., Chirwa, P. W., Tshaduli, N., Araia, M. G., Uhl, E., & Pretzsch, H. (2025). Corrigendum to "Drivers of forest structure and biomass along a climatic gradient in the Soutpansberg, South Africa" [*Trees, Forests and People* 21 (2025) 100945]. *Trees, Forests and People*, *22*, 101046.
- Honorio, E. N., Dexter, K. G., & Baker, T. R. (2020). Composición y diversidad florística de los bosques de tierra firme en la Amazonía peruana. *Biología Tropical*, 68(2), 543-558.
- Houphouet, A. D. L., Sangne, Y. C., Diarrassouba, A., Adou Yao, Y. C., Betbeder, J., & Hérault, B. (2025). Forest structure recovery around West Africa's last great rainforest: Modelling complex dynamics in Taï National Park. *Trees, Forests and People*, *22*, 101005.

- Huamán, D., et al. (2022). Restauración ecológica de áreas degradadas usando especies nativas de alto IVF. *Ciencia & Desarrollo*, 27(2), 33-45.
- Husch, B., Miller, C., & Beers, T. (1993). *Forest Mensuration*. (3ra Ed.). Krieger Publishing Company.
- Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2013). *Estructura y composición florística del bosque nuboso de la Isla del Coco Costa Rica*.
- Johnson, M. O., et al. (2022). Structural resilience of tropical forests to recurrent fires. *Science Advances*, 8(12), eabm7195.
- Jones, S. S., Matsala, M., Delin, E. V., Subramanian, N., Nilsson, U., Holmström, E., & Drobyshev, I. (2025). Forest structure, roads and soil moisture provide realistic predictions of fire spread in modern Swedish landscape. *Ecological Modelling*, *499*, 110942.
- Jucker, T., et al. (2022). A forest structure map of the tropics. *Global Change Biology*, 28(10), 3369-3380.
- Kepfer-Rojas, S., Ovaskainen, O., Møller, P. F., Johannsen, V. K., Byriel, D. B., Justesen, M. J., Riis-Nielsen, T., Hansen, A. K., Gottlieb, L., & Schmidt, I. K. (2024). Beyond species richness: Forest structure and edaphic conditions have similar importance but different effects on multi-taxon biodiversity. *Forest Ecology and Management*, *571*, 122230.
- Lamprecht, H. (1964). Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del bosque universitario "El Caimital". *Rev. For. Venezolana*, 7(10-11), 77- 119.
- Lamsa, P.-E., Hovi, A., Lindén, A., & Rautiainen, M. (2026). Forest structure from airborne laser scanning explains nationwide occurrence patterns of pine marten, stoat and least weasel across Finland. *Forest Ecology and Management*, *612*, 123742.
- Li, J., Ouyang, X., Pan, P., Zang, H., & Fu, J. (2025). Effects of regional species pool, climate and forest structure on tree layer species richness in natural evergreen broad-leaved forests: A regional-scale analysis from Jiangxi, China. *Global Ecology and Conservation*, *62*, e03717.
- Llampazo, G. F., et al. (2023). Análisis de la diversidad beta en bosques de colina baja y alta de la Amazonía peruana. *The Biologist*, 21(1), 89-104.
- López, H. (2020). *Impacto de senderos en la estructura del bosque del BRUNAS*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- López, W., & Pariona, C. (2020). Aplicación del Índice de Valor de Importancia (IVI) en la evaluación ecológica de bosques montanos. *Ciencia y Desarrollo*, 25(1), 33-42.

- López, W., et al. (2021). Structure and diversity of tropical montane forests along altitudinal gradients. *Journal of Ecology*, 109(4), 1782-1797.
- Luther, D., Campos-Cerqueira, M., Medeiros, A., McCarthy, A., Roberts, E., Li, X., Bobrowiec, P., Wolfe, J., Leite, G. A., Melo, T. N., Ribeiro, J. W., Bicudo, T., & Wessels, K. (2026). Satellite-based forest structure metrics as a predictive tool for biodiversity in hyperdiverse tropical forests. *Environmental and Sustainability Indicators*, *30*, 101212.
- Lutz, J. A., et al. (2022). The universality of biomass distribution in tropical forests. *Science*, 376(6592), 509-514.
- Magnabosco, J., et al. (2021). Evidence-based silviculture for structural recovery. *Forest Ecology and Management*, 482, 118853.
- Malhi, Y., & Phillips, O. L. (2004). Tropical forests and global atmospheric change: a synthesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359(1443), 549-555.
- Malhi, Y., et al. (2022). The global ecosystem dynamics investigation: High-resolution laser ranging of the Earth's forests and topography. *Science of Remote Sensing*, 5, 100058.
- Mejía, E. (2005). *Técnicas e instrumentos de investigación*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mejía, N. R., Meave, J. A., & Ruiz, C. A. (2004). Análisis estructural de un bosque mesófilo de montaña en el extremo oriental de la Sierra Madre del Sur (Oaxaca), México. *Botanical Sciences*, (74), 13-29.
- Mendieta, J., & Carrasquilla, L. (2012). Descripción de la estructura horizontal y vertical de una parcela de bosque en Irmalí, Comarca Indígena Madungandí, Panamá. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 1(1), 42-54.
- Mendoza, A. (2021). *Caracterización dasométrica de Cedrelinga cateniformis en la plantación del BRUNAS*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Mendoza, J., Reynel, C., & Arakaki, M. (2023). Estructura y diversidad de bosques estacionalmente secos del Marañón: Implicaciones para la conservación. *Revista Peruana de Biología*, 30(1), e23456.
- Ministerio de Agricultura - Perú. (2013). *Manual base para la planificación y ejecución de inventarios forestales en bosques de producción permanente*. Grafica Filadelfia EIRL.
- Ministerio del ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural - Perú. (2015). MINAM: *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.compressed.pdf>.

- Mitchard, E. T. A. (2020). The collapse of the carbon sink in the Amazon. *Nature Climate Change*, 10(5), 396-397.
- Molina, J., Pérez, E., & del Castillo, J. (2021). Potencial forestal de especies maderables en la Amazonía peruana: Una aproximación desde el Índice de Valor Forestal. *Madera y Bosques*, 27(1), e2712112.
- Mori, V., et al. (2020). Influencia de los suelos en la estructura y diversidad de bosques amazónicos peruanos. *Revista de la Sociedad Científica del Perú*, 85(2), 112-125.
- Muñoz, S. (2022). *Percepción local sobre los servicios ecosistémicos del BRUNAS, Tingo María*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Murillo, W. (2010). *La investigación científica*. Universidad Nacional de Colombia.
- Oliva, R. (2023). *Lineamientos para un plan de manejo adaptativo del BRUNAS ante el cambio climático*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Ouyang, M., Eziz, A., Xiao, S., Fang, W., Cai, Q., Ma, S., Zhu, J., Yang, Q., Hu, J., Tang, Z., & Fang, J. (2025). Effects of bamboo invasion on forest structures and diameter–height allometries. *Forest Ecosystems*, *12*, 100256.
- Paredes, C. (2022). *Análisis estructural y composición florística de los bosques de colina en el Parque Nacional Tingo María*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.13037/2456>
- Paredes, C., & Rengifo, G. (2021). Valoración económica potencial de especies forestales en bosques de colina, Huánuco. *Economía y Ambiente*, 5(1), 67-80.
- Pérez, R., & Torres, L. (2021). Relación funcional entre índices ecológicos y de valor forestal en bosques húmedos tropicales. *Forest Systems*, 30(2), eSC02.
- Pérez, R., et al. (2022). Relación entre la estructura del bosque y la provisión de servicios ecosistémicos en la Reserva Nacional Tambopata. *Gestión Ambiental*, 14(2), 99-114.
- Pielech, R., Wysocki, A., Foremnik, K., Malicki, M., Surmacz, B., Szwagrzyk, J., & Maciejewski, Z. (2025). Restoration of natural herbaceous vegetation and spatial variability of forest structure by gradual removal of Scots pine from former plantations. *Forest Ecosystems*, *12*, 100285.

- Pinedo, F. (2022). *Regeneración natural de especies forestales en claros del BRUNAS*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Piponiot, C., et al. (2022). Impact of selective logging on carbon dynamics and forest structure. *Global Change Biology*, 28(11), 3522-3535.
- Ponce, K. (2023). *Análisis de la diversidad funcional en bosques de colina del BRUNAS*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Pool, D., Snedaker, S., & Lugo, A. (1977). Structure of mangrove forest in Florida, Puerto Rico, México and Costa Rica. *Biotropica*, 9(3),195-212.
- Poorter, L., et al. (2021). Functional recovery of secondary tropical forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(49), e2003405118.
- Puerta, R., & Cárdenas, P. (2012). Bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). *Xilema*, 25, 18-21.
- Qie, L., et al. (2020). Structural responses of tropical forests to drought. *Nature Climate Change*, 10(7), 606-611.
- Rajakaruna, D., Alhassan, S., & Nita, M. D. (2026). Is forest structure better explained by present or historical forest cover? A case study in Braşov, Romania. *Trees, Forests and People*, *24*, 101212.
- Reategui-Betancourt, J. L., Briceno, G., Nascimento, R. G. M., Rezende, A. V., & Freitas, L. J. M. (2024). Tree mortality by ecological groups in the amazon region: Influence of forest structure, soil characteristics, and extreme climatic events after logging. *Trees, Forests and People*, *18*, 100670.
- Rengifo, G. (2022). *Servicios ecosistémicos de provisión en el BRUNAS: Productos forestales no maderables*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Rengifo, G., & Delgado, D. (2023). El Índice de Valor Forestal como herramienta para la valoración de servicios ecosistémicos en bosques tropicales. *Gestión Ambiental*, 15(3), 112-125.
- Rivas, D. (2006). *Instrumentos de medición forestal. Sistemas de Producción Forestal*. (2^{da} Ed.). Universidad Autónoma Chapingo.
- 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.
- Rodríguez, N. (2013). *Guía para la cuantificación de la biomasa y el carbono forestal, generación de modelos y uso de herramientas para su estimación*. [https://www. car.gov.co/index. php](https://www.car.gov.co/index.php).

- Rojas, M., et al. (2021). Diversidad de lianas y su relación con la estructura del bosque en el BRUNAS. *Xilema*, 34(1), 15-25.
- Rojas, N. B., Flores, G., & Barboza, E. (2022). Dinámica estructural de bosques de colina alta en el Bosque de Protección Alto Mayo, Perú. *The Biologist*, 20(1), 123-140.
- Ruiz, J., & Barboza, N. (2023). Potencial de restauración del paisaje usando especies nativas del BRUNAS. *Revista de Investigación en Ciencias Ambientales UNAS*, 5(2), 77-89.
- Rutishauser, E., et al. (2021). Rapid functional shifts across high-quality forest landscapes. *Ecology Letters*, 24(4), 784-794.
- Salas, R. (2021). *Composición y estructura de palmeras en el BRUNAS*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Salazar, C., Corella, F., & Gómez, M. (2020). Revisión y aplicación del Índice de Valor Forestal (IVF) en ecosistemas arbóreos neotropicales. *Recursos Naturales y Ambiente*, (70), 88-99.
- Salerno, A. R., Svitok, M., Ralhan, D., Kozak, D., Pavlin, J., Metok, M. S., Duhova, D., Janda, P., Keren, S., Toromani, E., Diku, A., & Svoboda, M. (2026). Historical disturbance regimes continue to influence forest structure and mortality in primary mixed-beech forests of the Dinaric Mountains. *Forest Ecology and Management*, *613*, 123806.
- Seidel, J., & Kelle, K. (1995). Different functions of coding in the analysis of data. *Computer Aided Qualitative Data Analysis: Theory, Methods and Practice*. Thousand Oaks: Sage.
- Silva, E. (2022). *Análisis del Índice de Valor de Importancia en un bosque de colina baja, BRUNAS*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Soto, R. (2015). *La tesis de maestría y doctorado en 4 pasos*. (2^{da} Ed.) Edit. DIOGRAF.
- Sullivan, M. J., et al. (2020). Long-term thermal sensitivity of Earth's tropical forests. *Science*, 368(6493), 869-874.
- Suwannarat, W., Elliott, S., Takaw, W., Laohasom, P., & Khokthong, W. (2025). Assessing the recovery of tropical forest structure, canopy closure and above-ground carbon during restoration: Comparing conventional with instrument-based metrics. *Trees, Forests and People*, *21*, 100928.
- Torres, L., & Rengifo, G. (2023). Correlación entre IVI e IVF en bosques de colina del BRUNAS. *Xilema*, 36(1), 40-52.
- Torres, M., Palacios, J., & Sandoval, V. (2021). Importancia ecológica de especies del dosel en bosques montanos de San Martín, Perú. *Ecología y Sociedad*, 14(2), 55-68.

- Tudor, E. P., Cross, A. T., & Tomlinson, S. (2026). Forest structure and microclimate predict nesting activity and reproductive success of cavity-nesting Hymenoptera. *Forest Ecology and Management*, *604*, 123495.
- Valderrama, S. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. (2^{da} Ed.). San Marcos.
- Valle, J. A. (2000). *Análisis estructural de una hectárea de selva alta perennifolia en el Monumento Natural Yaxchilán (Chiapas) México*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México].
- Vallejo, M. I., C. Samper, H. Mendoza & J. T. Otero. (2004). *La Planada forest dynamics plot*, Colombia. Pp. 517-526. En: E. Losos & E. G. Leigh (eds.). *Forest diversity and dynamism: Findings from a network of large-scale tropical forest plots*. University of Chicago Press,
- Vásquez, R., et al. (2020). Impacto de la fragmentación en la estructura de bosques tropicales peruanos. *Conservación y Sociedad*, 18(3), 245-258.
- Vela, D. (2021). *Monitoreo de la fenología de especies clave del BRUNAS y su relación con el clima*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio UNAS.
- Vleminckx, J., et al. (2020). Functional traits and community assembly in tropical forests. *Ecology Letters*, 23(9), 1388-1397.
- Wagenaar, L. F., Olsson, O., Stjernman, M., & Smith, H. G. (2025). A systematic meta-review: The relationship between forest structures and biodiversity in deciduous forests. *Forest Ecology and Management*, *596*, 123072.
- Zamora, M. (2010). *Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica*. [Tesis de pregrado, Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio institucional. <https://hdl.handle.net/2238/3017>
- Zevallos, P., & Requena, F. (2022). Selección de especies para reforestación en laderas basada en el Índice de Valor Forestal. *Ciencia & Desarrollo*, 27(1), 44-52.

ANEXOS

ANEXO A: Composición florística

Tabla 13. Composición florística colinas bajas.

Familia	Nombre científico	Nombre común	N
Annonaceae	<i>Diclinanona tessmannii</i> Diels	Tortuga caspi	2
	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	Carahuasca	15
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	Aceite caspi	6
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Huamansamana	12
Burseraceae	<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec.) Daly. vel sp. aff.	Copal	12
Calophyllaceae	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	Marila	2
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Azufre caspi	1
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Payson)	Yacushapana	1
Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Shiringa	1
	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	Huangana caspi	22
Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Tornillo	15
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Shimbillo	12
	<i>Inga venusta</i> Standl. vel sp. aff.	Shimbillo	4
	<i>Ormosia amazonica</i> Ducke	Huayruro	2
	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	Pashaco	7
	<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell. Conc.) S.F. Blake.	Pashaco	1
	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	Ucshaquiro blanco	8
Lauraceae	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	Moena amarilla	3
	<i>Aniba perutilis</i> Helms.	Moena negra	2
	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Moena	2
Malvaceae	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	Peine de mono	3
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Cacao de monte	2
Melastomataceae	<i>Miconia longifolia</i> (Aubl.) DC.	Rifarillo	1
	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	Rifari	11
Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Requia	2
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. bolivarense (Pittier) C.C. Berg.	Manchinga	6
	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Palo peruano	3
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	Chimicua	5
	<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	Capinuri	1
Myristicaceae	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	Favorito	3
	<i>Virola decorticans</i> Ducke	Cumala	37
	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Cumala blanca	3
Rubiaceae	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L. Andersson	Cascarilla	9
	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	Quillobordon masha	16
Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Sachauvilla	21

Familia	Nombre científico	Nombre común	N
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Uvilla	15
Violaceae	<i>Rinorea viridifolia</i> Rusby	Cafecillo	1
Total general			269

Tabla 14. Composición florística de colinas altas.

Familia	Nombre científico	Nombre común	N
Annonaceae	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	Carahuasca	5
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	Aceite caspi	1
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Huamansamana	2
Burseraceae	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	Cedro macho	1
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	Copal	17
Calophyllaceae	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	Marila	4
Caryocaraceae	<i>Anthodiscus peruanus</i> Baill.	Chamiza	2
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella racemosa</i> var. <i>hexandra</i> (Willd. ex Schult.) Prance.	Pinsha moena	1
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Azufre caspi	2
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Payson)	Yacushapana	3
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea fragrans</i> Rusby. vel sp. aff.	Coto huayo	2
Euphorbiaceae	<i>Caryodendron orinocense</i> Karst.	Metohuayo	2
	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Shiringa	5
	<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	Gutapercha	3
	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	Huangana caspi	100
Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Tornillo	2
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Shimbillo	15
	<i>Inga venusta</i> Standl. vel sp. aff.	Shimbillo venusta	1
	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	Pashaco	8
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Pashaco blanco	1
	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	Ucshaqui blanco	3
Hypericaceae	<i>Vismia amazonica</i> Ewan vel sp. aff.	Pichirina	1
	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	Moena amarilla	2
Lauraceae	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Moena	2
	<i>Nectandra hihua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer	Cunchi moena	1
Malvaceae	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	Peine de mono	1
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Cacahuillo	4
Melastomataceae	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	Rifari	3
	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	Mashonaste	3
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarensis</i> (Pittier) C.C. Berg.	Manchinga	12
	<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C. Berg.	Manchinga	1

Familia	Nombre científico	Nombre común	N
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	Chimicua	7
	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	Yanchama	1
	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	Chimicua sin pelos	1
Myristicaceae	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	Favorito	3
	<i>Virola decorticans</i> Ducke	Cumala	42
	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Cumala blanca	4
	<i>Virola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.	Cumala caupuri	2
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Cinchona	2
	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	Cascarilla	2
	<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	Cicotria	1
	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	Quillobordon masha	16
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Rifari negro	1
Sapotaceae	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.) Baehni	Caimitillo	4
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico	23
	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	Sacha uvilla	11
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Uvilla	2
	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Sacha uvilla	11
Vochysiaceae	<i>Qualea amoena</i> Ducke	Moena sin olor	1
Total general			344

Tabla 15. Datos de campo de colinas bajas.

UM	Nombre científico	DAP (m)	Altura comercial (m)	Altura total (m)	φ de Copa (m)	Área de Copa (m ²)
1	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	0,821	18	25	6,31	31,247
1	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,357	10	20	7,87	48,583
1	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,331	8	20	4,76	17,814
1	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,363	14	18	5,89	27,278
1	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	1,13	10	18	9,55	71,593
2	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	1,063	21,7	31	10,20	81,753
2	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,518	20	27	6,10	29,225
2	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,288	12	19	3,02	7,175
2	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,111	3	13	3,38	8,946
2	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	0,203	6	17	3,89	11,864
2	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	0,18	10	17	3,02	7,163
2	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	0,147	10	15	4,88	18,704
2	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,298	8	20	3,42	9,159
2	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,358	14	20	4,25	14,186
2	<i>Aniba perutilis</i> Helms.	0,421	12	22	6,51	33,285

2	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. Bolivarense (Pittier) C.C. Berg.	0,13	9	18	2,88	6,492
2	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	0,12	4	15	2,57	5,198
2	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	0,297	9	13	3,25	8,309
2	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	0,774	23	35	9,88	76,627
2	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,385	18	29	5,21	21,319
2	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,137	10	20	1,94	2,941
2	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	0,134	5	13	1,73	2,357
2	<i>Protium</i> spp.	0,134	6	15	3,36	8,840
2	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,118	4	13	3,41	9,133
2	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	0,158	5	14	4,72	17,497
2	<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell. Conc.) S.F.. Blake.	0,13	6	16	3,39	9,026
2	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	0,28	20	30	4,08	13,074
2	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	0,43	21	31	3,03	7,223
2	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,179	16	22	3,61	10,221
3	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,262	18	26	2,61	5,330
3	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,154	9	21	3,99	12,504
3	<i>Protium</i> spp.	0,115	6	13	4,44	15,483
3	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,5	15	28	4,83	18,304
3	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,25	18	30	4,16	13,559
3	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	0,473	20	31	4,16	13,559
3	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	0,387	16	27	3,96	12,285
3	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,175	8	20	4,02	12,692
3	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,172	8	16	2,99	6,998
3	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,151	6	14	3,25	8,270
3	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	0,108	7	13	1,18	1,098
3	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. Bolivarense (Pittier) C.C. Berg.	0,144	18	28	3,56	9,968
3	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,281	16	23	3,56	9,968
3	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,14	8	14	2,98	6,951
3	<i>Protium</i> spp.	0,164	10	19	2,36	4,387
3	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,25	11	21	1,83	2,623
3	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,194	7	16	2,21	3,845
3	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,109	4	13	2,67	5,578
3	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,345	19	25	3,56	9,940
3	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	0,25	8	22	4,23	14,053
3	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	0,75	22	33	6,85	36,853
3	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,331	19	28	3,23	8,194
3	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,163	6	13	1,94	2,956
3	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,413	16	28	3,44	9,294
3	<i>Protium</i> spp.	0,149	7	18	2,30	4,155
3	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	0,552	10	27	4,23	14,053
3	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,173	9,8	14	2,11	3,480
3	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	0,144	8	15	3,09	7,475
3	<i>Aniba</i> spp.	0,256	16	20	3,74	10,986
4	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	0,27	10	16	2,69	5,697
4	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,294	7	14	3,78	11,222

4	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,118	5	10	1,80	2,531
4	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,1	4	10	1,83	2,630
4	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	0,155	5	14	1,56	1,911
4	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	0,216	10	17	6,20	30,191
4	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,316	14	20	4,48	15,763
4	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,134	8	16	1,02	0,817
4	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,144	8	19	1,44	1,629
4	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	0,762	16	28	3,74	10,986
4	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,317	18	24	0,95	0,705
4	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,268	12	18	3,38	8,973
4	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	1,4	11	20	11,01	95,120
4	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	0,153	14	21	1,34	1,410
4	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,148	12	22	1,97	3,048
4	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	0,38	21	27	4,19	13,756
4	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,55	17	32	4,26	14,253
4	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	0,149	12	16	1,99	3,118
4	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	0,341	20	28	3,26	8,347
5	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,111	4	14	2,80	6,158
5	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	0,17	5	15	2,35	4,319
5	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	0,353	14	28	3,55	9,870
5	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	0,24	15	20	3,13	7,707
5	<i>Aniba spp.</i>	0,105	3	12	3,12	7,621
5	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	0,45	18	25	4,53	16,082
5	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,232	7	15	3,58	10,066
5	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,195	11	20	3,30	8,553
5	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,16	17	25	0,28	0,062
5	<i>Aniba perutilis</i> Helms.	0,173	10	17	5,20	21,237
5	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,176	13	20	2,22	3,853
5	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	0,172	7	19	3,67	10,550
5	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,138	9	19	4,34	14,759
5	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,123	8	17	3,33	8,683
5	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	0,119	8	16	4,38	15,067
5	<i>Inga spp.</i>	0,393	20	30	6,10	29,225
5	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,192	14	18	3,10	7,548
5	<i>Inga spp.</i>	0,225	20	25	2,71	5,757
5	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,195	12	25	2,55	5,087
5	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,243	14	23	4,26	14,236
5	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	0,15	8	20	2,99	6,998
5	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. Bolivarense (Pittier) <i>C.C. Berg.</i>	0,309	12	20	4,66	17,074
5	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	0,123	8	16	2,83	6,279
5	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,124	5	14	2,76	5,983
6	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,177	7	14	4,47	15,7
6	<i>Inga spp.</i>	0,182	6	16	1,36	1,4

6	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,125	3	13	2,43	4,6
6	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,186	7	15	1,94	3,0
6	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,124	3	10	4,47	15,7
6	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,19	11	20	4,03	12,8
6	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,146	5	15	2,43	4,6
6	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,13	8	17	1,99	3,1
6	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	0,244	9	17	1,70	2,3
6	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,165	10	20	1,99	3,1
6	<i>Inga</i> spp.	0,18	6	12	3,13	7,7
6	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,123	5	15	2,63	5,4
6	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	0,215	5	15	8,40	55,4
6	<i>Protium</i> spp.	0,155	9	16	2,42	4,6
6	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,205	8	15	2,78	6,1
6	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	0,352	16	28	2,25	4,0
6	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,408	8	13	3,15	7,8
6	<i>Protium</i> spp.	0,132	5	13	3,15	7,8
6	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,13	7	20	5,55	24,2
6	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	0,5	20	31	7,19	40,6
6	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,133	6	14	5,55	24,2
7	<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	0,138	12	21	2,42	4,590
7	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	0,348	9	19	3,23	8,169
7	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	0,42	7	18	3,24	8,258
7	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,382	19	25	7,00	38,485
7	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,6	12	25	2,95	6,835
7	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	0,376	19	30	2,73	5,853
7	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,378	20	26	3,42	9,186
7	<i>Protium</i> spp.	0,305	10	23	4,22	14,003
7	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,14	9	15	7,09	39,480
7	<i>Protium</i> spp.	0,149	8	13	3,53	9,787
7	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	0,185	7	17	3,84	11,581
7	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,114	11	15	3,25	8,283
7	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	0,197	10	16	4,14	13,461
7	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	0,335	16	30	5,12	20,569
8	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	0,357	11	18	3,53	9,801
8	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	0,8	10	25	4,71	17,399
8	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,2	6	18	2,40	4,514
8	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	0,11	5	16	2,20	3,784
8	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. bolivarense (Pittier) C.C. Berg.	0,26	16	20	3,88	11,824
8	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	0,301	22	30	5,12	20,549
8	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,138	8	22	4,80	18,096
8	<i>Rinorea viridifolia</i> Rusby	0,1	8	19	1,86	2,724
8	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,235	18	25	3,27	8,373

8	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. bolivarense (Pittier) C.C. Berg.	0,236	14	20	3,05	7,306
8	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerem. & Frodin	0,528	12	25	4,58	16,457
8	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. bolivarense (Pittier) C.C. Berg.	0,127	7	13	1,78	2,488
8	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	0,335	10	22	3,20	8,042
8	<i>Protium</i> spp.	0,18	8	16	3,15	7,793
8	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	0,127	8	14	2,73	5,853
8	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Payson)	0,134	6	13	2,79	6,103
9	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,293	8	15	5,26	21,709
9	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerem. & Frodin	0,439	10	18	5,85	26,855
9	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	0,156	3	10	3,68	10,651
9	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	0,482	9	17	7,28	41,625
9	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,258	9	16	4,73	17,590
9	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,122	3	10	1,10	0,950
9	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,106	4	8	2,40	4,514
9	<i>Miconia longifolia</i> (Aubl.) DC.	0,104	6	9	2,15	3,631
9	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,143	7	10	2,15	3,631
9	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,25	9	17	2,39	4,468
9	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,148	9	17	4,54	16,206
9	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,483	19	23	5,32	22,250
9	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	0,268	14	25	2,46	4,753
9	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,382	21	33	2,56	5,147
9	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,15	6	9	2,12	3,541
9	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,194	8	17	3,39	9,013
9	<i>Diclinanona tessmannii</i> Diels	0,1236	14	25	2,83	6,279
9	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,31	18	25	4,70	17,349
9	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,503	20	26	3,98	12,410
9	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,252	9	15	4,28	14,387
9	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,113	3	12	2,16	3,673
9	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,125	5	15	2,55	5,107
9	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,162	8	14	2,04	3,269
9	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,12	9	13	2,95	6,823
9	<i>Diclinanona tessmannii</i> Diels	0,135	4	10	3,28	8,450
10	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,12	4	7	1,42	1,584
10	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	0,221	16	20	2,00	3,134
10	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,225	7	13	1,95	2,971
10	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,123	4	10	0,00	0,000
10	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	0,178	8	18	1,90	2,820
10	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,235	19	23	2,67	5,578
10	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	0,596	10	30	4,95	19,244
10	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	0,24	18	26	3,02	7,139

10	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	0,111	4	11	1,92	2,895
10	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,146	8	14	1,70	2,256
10	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	0,375	17	28	4,28	14,387
10	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,247	10	19	0,00	0,000
10	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,147	2	12	1,87	2,746
10	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	0,328	16	20	2,15	3,622
10	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	0,168	7	11	2,08	3,398
10	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,228	9	14	2,60	5,309
10	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,6	10	30	2,27	4,038
10	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,308	14	25	3,01	7,104
11	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,225	12	18	1,94	2,941
11	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,156	9	18	1,38	1,496
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,102	4	15	2,57	5,177
11	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,169	12	24	2,98	6,951
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,16	6	18	2,27	4,047
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,105	4	12	1,09	0,933
11	<i>Protium spp.</i>	0,172	14	24	1,51	1,785
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,164	8	20	2,14	3,588
11	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	0,102	8	12	4,08	13,074
11	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	0,147	14	18	2,29	4,119
11	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	0,138	6	17	2,17	3,698
11	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	0,104	12	16	2,08	3,398
11	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	0,66	22	30	4,13	13,364
11	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	0,181	8	16	0,00	0,000
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,114	5	15	1,59	1,986
11	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	0,408	15	25	3,30	8,527
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,12	5	16	2,10	3,464
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,137	6	16	3,23	8,169
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,102	6	17	2,41	4,571
11	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,237	12	22	5,10	20,428
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,2	10	18	2,25	3,976
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,195	10	19	1,88	2,776
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,18	12	21	2,75	5,940
11	<i>Protium spp.</i>	0,189	8	16	2,59	5,269
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,156	5	17	2,49	4,870
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,185	6	18	3,18	7,930
11	<i>Protium spp.</i>	0,296	15	26	0,00	0,000
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,228	16	25	2,54	5,057
11	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,271	19	28	2,26	4,011
11	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,142	14	18	0,00	0,000
11	<i>Ormosia amazonica</i> Ducke	0,85	12	22	4,58	16,475
11	<i>Ormosia amazonica</i> Ducke	0,3	14	24	3,12	7,658
11	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,277	13	21	2,73	5,832
11	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,173	4	18	2,36	4,374
13	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,24	14,7	21	3,46	9,375
13	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,155	10	18	3,84	11,551

13	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	0,326	11	15	3,18	7,930
13	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	0,103	4	13	1,68	2,217
13	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,379	20	30	9,33	68,368
13	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	0,266	9	16	4,03	12,756
13	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,2	8	14	4,63	16,800
13	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,109	6	10	2,96	6,858
13	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	0,22	14	23	3,32	8,644
13	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	0,111	8	16	2,76	5,983
13	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,12	6	17	3,05	7,306
13	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	0,433	19	26	4,12	13,299
13	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	0,365	25	30	3,88	11,793
13	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,142	8	18	3,60	10,179
13	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,123	4	15	2,42	4,600
13	<i>Virola decorticans</i> Ducke	0,32	14,7	21	2,72	5,811
13	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	0,437	20	26	3,74	10,986
13	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,205	17	22	3,81	11,401
14	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,236	16	20	3,68	10,636
14	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,178	8	13	3,69	10,694
14	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,521	18	22	4,81	18,190
14	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,11	5	13	3,43	9,240
14	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	0,163	14	17	3,62	10,292
14	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,122	7	12	3,23	8,194
14	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,28	9	12	3,96	12,301
14	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,212	14	21	5,07	20,189
14	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,228	16	20	5,28	21,916
14	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,118	3	10	3,82	11,476
14	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,148	8	18	2,83	6,305
14	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	0,52	20	25	7,33	42,170
14	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	0,194	14	19	4,45	15,535
14	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	0,309	18	24	6,36	31,719
14	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,242	20	25	6,39	32,069
14	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,343	17	24	6,39	32,069
14	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,165	18	25	6,39	32,069
14	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	0,242	16	20	6,46	32,776
14	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	0,362	18	22	4,94	19,128
14	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,225	16	20	4,70	17,349
14	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,173	13	17	4,47	15,658
14	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	0,136	14	18	5,10	20,428
14	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	0,139	6	13	5,33	22,312
14	<i>Sclerolobium friburgense</i> Harms	0,403	22	30	5,85	26,878

Tabla 16. Datos de campo de colinas altas

UM	Nombre científico	DAP (cm)	Altura comercial	Altura total	Área basal (m ²)	Diámetro de copa (m ²)	Área copa
1	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	15,9	5	12	0,020	4,88	12,71
1	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	21,4	10	14	0,036	3,68	11,06
1	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	21,5	10	18	0,036	3,77	13,30
1	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	19,8	9	16	0,031	7,18	29,69
1	<i>Sclerobium friburgense</i> Harms	39,2	12	22	0,121	8,13	46,43
1	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	16,8	8	14	0,022	5,58	17,19
1	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	24,2	14	18	0,046	5,13	18,84
1	<i>Sclerobium friburgense</i> Harms	14,2	9	15	0,016	1,08	0,91
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart)						
1	Daly	17,5	13	17	0,024	3,90	12,98
1	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	15,2	8	12	0,018	5,04	18,51
	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.)						
1	Baehni	22,9	8	12	0,041	5,94	22,49
1	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	19,3	10	13	0,029	2,76	6,25
	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC						
1	Hopkins	44,1	10	14	0,153	11,67	86,42
1	<i>Virola decorticans</i> Ducke	17,1	6	15	0,023	3,78	7,64
1	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	17,4	9	15	0,024	4,20	12,45
1	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	16,4	8	15	0,021	3,57	9,48
1	<i>Pourouma minor</i> Benoist	29,4	12	15	0,068	2,47	0,82
1	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	25,1	10	13	0,049	7,05	33,62
	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause)						
1	Kainul. & B. Bremer	21,5	9	14	0,036	7,03	32,70
1	<i>senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	11,7	4	12	0,011	3,21	7,28
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	25,9	12	16	0,053	4,09	11,44
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	18,1	9	12	0,026	5,20	22,96
2	<i>Virola decorticans</i> Ducke	17,3	9	12	0,024	3,82	10,21
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	20	12	15	0,031	6,15	24,18
	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pay.)						
2		36,2	8	15	0,103	5,10	19,50
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	18,3	4,5	7	0,026	2,48	3,62
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	13,5	6	12	0,014	1,64	1,97
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart)						
2	Daly	38,1	15	20	0,114	1,83	2,29
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	15,6	7	18	0,019	6,44	27,92
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	13,2	7	15	0,014	5,54	21,57
2	<i>Virola decorticans</i> Ducke	11,9	8	13	0,011	4,00	1,53
2	<i>Pourouma minor</i> Benoist	21,9	8	12	0,038	5,00	10,69
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	14,8	6	13	0,017	3,22	4,70
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	14,7	6	12	0,017	4,23	5,02
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	18,2	10	13	0,026	2,73	2,28
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	12,8	8	12	0,013	2,01	1,56
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.)						
2	Maguire, Steyer. & Frodin	51,7	15	25	0,21	8,74	46,03
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	20,5	9	15	0,033	4,30	13,03
2	<i>Virola decorticans</i> Ducke	21	16	21	0,035	6,34	25,23
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	11,2	7	10	0,01	3,03	6,31
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	13	8	13	0,013	4,93	16,78
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	26,8	10	16	0,056	3,15	4,09
2	<i>Virola decorticans</i> Ducke	27	12	16	0,057	9,32	55,03
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	10,1	10	15	0,008	4,05	10,90

2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	16,4	9	15	0,021	4,00	12,81
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	12,6	6	12	0,012	1,40	1,09
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	10,8	7	12	0,009	1,20	1,13
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	11,9	5	10	0,011	1,57	1,92
2	<i>Virola decorticans</i> Ducke	11,8	11	14	0,011	4,55	13,14
2	<i>Pourouma minor</i> Benoist	10,9	9	11	0,009	1,05	0,67
2	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	12,6	8	12	0,012	0,33	0,15
2	<i>Pourouma minor</i> Benoist	19,4	11	15	0,03	4,55	14,70
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	17,8	12	18	0,025	6,31	25,93
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	18,2	8	17	0,026	7,79	40,35
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	15,5	4	8	0,019	1,56	1,92
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	12,8	8	15	0,013	5,68	21,98
2	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	22,3	10	16	0,039	7,00	32,48
3	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	16,2	6	11	0,021	5,68	23,73
3	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	16,5	6	14	0,021	6,32	23,76
3	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	14,5	7	18	0,017	5,62	21,19
3	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	16,8	6	12	0,022	5,72	21,80
3	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	15,8	5	11	0,02	4,33	9,31
3	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	19,3	6	9	0,029	7,14	23,35
3	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	18,3	6	9	0,026	6,71	29,31
3	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	11	3	6	0,01	4,00	12,57
3	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	10,9	7	13	0,009	6,22	25,96
3	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	24	9	18	0,045	6,19	23,71
3	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	26,1	4	10	0,054	1,84	2,14
3	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	29	8	20	0,066	4,76	12,97
3	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	14,3	4	8	0,016	4,50	15,90
3	<i>Sloanea fragrans</i> Rusby. vel sp. aff.	24,7	12	16	0,048	8,80	45,46
3	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	37,3	17	19	0,109	5,01	14,32
3	<i>Sloanea fragrans</i> Rusby. vel sp. aff.	22,9	16	18	0,041	3,56	5,82
3	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	13	6	14	0,013	1,00	0,74
3	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	22,2	4	11	0,039	5,00	0,29
3	<i>Qualea amoena</i> Ducke	18,5	4	7	0,027	5,00	19,63
3	<i>Virola decorticans</i> Ducke	14,3	3	6	0,016	1,00	0,91
3	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	17,5	4	16	0,024	2,50	3,60
3	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	43	18	25	0,145	6,00	28,27
3	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	19,3	5	18	0,029	2,00	1,47
3	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	13,7	6	20	0,015	1,00	0,82
3	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	22,3	8	20	0,039	5,00	19,63
3	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	10,5	10	16	0,009	1,50	1,07
3	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.) Baehni	23,5	17	22	0,043	2,50	3,64
3	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	41,5	18	21	0,135	7,00	38,48

	<i>Hirtella racemosa</i> var. <i>hexandra</i> (Willd. ex Schult.) Prance. vel sp. aff.	18,4	12	21	0,027		9,62
3						3,50	
3	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	35,2	20	25	0,097	2,00	1,92
3	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.) Baehni	21	15	18	0,035	6,00	25,13
3	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	24,7	14	18	0,048	4,50	14,02
3	<i>Virola decorticans</i> Ducke	38,4	18	21	0,116	2,50	5,21
3	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	18	8	13	0,025	2,00	2,54
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	15	8	12	0,018	5,59	21,96
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	23	6	9	0,042	5,58	22,52
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	15,1	8	12	0,018	5,39	19,20
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	21,5	8	11	0,036	5,74	23,56
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	28,3	7	16	0,063	5,30	19,61
4	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	46,9	17	19	0,173	4,37	9,90
4	<i>Virola decorticans</i> Ducke	10,6	6	12	0,009	3,95	11,03
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	19,4	5	9	0,03	5,91	23,45
4	<i>Virola decorticans</i> Ducke	15,1	7	15	0,018	5,24	18,69
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	15,7	6	9	0,019	6,51	27,30
4	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	28,4	6	17	0,063	5,83	16,11
4	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	35,6	8	14	0,1	7,40	36,06
4	<i>Anthodiscus peruanus</i> Baill.	23,2	6	13	0,042	8,16	38,06
4	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart. <i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	20,4	7	12	0,033	5,81	22,05
4		26,2	8	16	0,054	5,30	19,37
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	10,8	3	8	0,009	3,96	10,42
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	19,7	5	9	0,03	4,90	15,10
4	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	15,4	4	9	0,019	2,45	4,28
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	17,2	4	7	0,023	1,58	1,96
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	19,8	5	9	0,031	7,36	34,56
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	20,3	8	16	0,032	5,16	17,96
4	<i>Pourouma minor</i> Benoist	19,3	7	12	0,029	4,47	13,15
4	<i>Inga venusta</i> Standl. vel sp. aff.	48,2	12	18	0,182	7,00	38,48
4	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	18,5	6	14	0,027	4,61	13,05
4	<i>Virola decorticans</i> Ducke	11,4	5	8	0,01	4,28	11,36
4	<i>Pourouma minor</i> Benoist	11,2	5	14	0,01	6,00	28,27
4	<i>Pourouma minor</i> Benoist	30,2	10	15	0,072	5,95	20,17
4	<i>Virola decorticans</i> Ducke	20	9	13	0,031	3,14	6,13
4	<i>Virola decorticans</i> Ducke	29,1	8	11	0,067	1,92	2,15
5	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	76,5	13	25	0,46	11,75	85,27
5	<i>Virola decorticans</i> Ducke	15,8	8	15	0,02	3,00	3,62
5	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	15,2	5	15	0,018	2,00	1,71
5	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	28,6	17	25	0,064	6,87	33,01
5	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	32,2	15	25	0,081	11,51	97,80
5	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	18	15	25	0,025	4,38	11,71
5	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	12	9	15	0,011	1,10	0,73
5	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz &Pay.)	22,4	12	25	0,039	4,21	12,85

5	<i>Pourouma minor</i> Benoist	21,1	15	25	0,035	4,46	13,10
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	21,6	6	15	0,037	3,29	7,83
5	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	17,6	8	16	0,024	2,53	4,99
5	<i>Pourouma minor</i> Benoist	18,8	15	22	0,028	1,55	1,51
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	13,4	10	20	0,014	1,20	1,13
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	27	9	17	0,057	2,55	4,66
5	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	26,7	12	26	0,056	2,99	6,93
5	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	38	20	25	0,113	3,31	7,69
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	13,7	5	17	0,015	3,00	6,63
5	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	21	18	24	0,035	1,00	0,83
5	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	26,4	10	18	0,055	3,49	12,06
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	13,5	5	15	0,014	3,80	10,17
5	<i>Virola decorticans</i> Ducke	20	7	20	0,031	3,81	9,89
5	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	28	20	30	0,062	6,07	22,28
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	17,9	8	17	0,025	1,40	1,54
5	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	32,1	18	30	0,081	5,37	18,80
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	19,8	11	20	0,031	5,68	18,91
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	12,3	8	17	0,012	3,23	8,33
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	19,4	8	15	0,03	1,72	2,42
5	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	39,3	18	25	0,121	3,68	10,94
5	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	28,5	18	30	0,064	6,71	29,37
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	14	5	17	0,015	6,77	27,45
5	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	12,4	15	20	0,012	1,00	0,92
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	10,8	3,5	11	0,009	1,28	0,49
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	15,9	8	16	0,02	3,63	10,03
5	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	14,7	8	17	0,017	2,41	11,71
6	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	27,5	15	25	0,059	11,04	78,96
6	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	37	12	20	0,108	3,83	10,45
6	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	15,6	8	12	0,019	1,29	0,95
6	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	40	15	25	0,126	2,67	6,02
6	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	24,3	12	18	0,046	2,28	3,16
6	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	22	8	16	0,038	3,92	10,38
6	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins	13,5	8	11	0,014	6,60	29,46
6	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	53,6	20	28	0,226	9,30	55,38
6	<i>Pourouma minor</i> Benoist	12,5	8	13	0,012	1,37	1,35
6	<i>Virola decorticans</i> Ducke	13,8	10	17	0,015	2,97	3,89
6	<i>Nectandra hihua</i> (Ruiz & Pav.) Rohwer	19,9	16	25	0,031	1,34	1,13
6	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	13,4	7	13	0,014	2,18	4,70
6	<i>Virola decorticans</i> Ducke	13	9	15	0,013	3,00	5,41
6	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	17,5	8	17	0,024	1,57	1,56
6	<i>Pourouma minor</i> Benoist	24,7	12	17	0,048	0,50	0,35
6	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	17,8	12	17	0,025	1,91	3,10
6	<i>Aniba guianensis</i> Aubl. Vel sp. aff.	16,2	10	15	0,021	4,92	16,46
6	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	20,8	11	20	0,034	5,09	18,56

6	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	16,9	7	16,8	0,022	1,35	1,43
6	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	16,8	15	18	0,022	4,00	12,57
6	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	39,5	14	24	0,123	6,73	33,20
6	<i>Virola decorticans</i> Ducke	24	15	20	0,045	3,70	8,80
6	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	48,1	15	25	0,182	2,50	2,92
7	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	34,3	12	22	0,092	4,99	8,21
7	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	16,9	10	20	0,022	5,39	17,95
7	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	10	5	10	0,008	3,55	7,53
7	<i>Virola decorticans</i> Ducke	23,7	12	22	0,044	5,59	22,07
7	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	15,3	12	18	0,018	4,30	14,52
7	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	18,6	12	20	0,027	3,25	3,83
7	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	67	18	25	0,353	5,05	15,28
7	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	22,8	6	18	0,041	1,50	1,11
7	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	27,6	18	21	0,06	1,00	0,87
7	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	11,5	4	8	0,01	1,56	1,20
7	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	29	15	25	0,066	6,11	24,52
7	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	15,6	6	13	0,019	2,50	2,55
7	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	55	22	28	0,238	6,82	30,00
7	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	14,5	8	20	0,017	3,18	5,43
7	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	11,5	6	16	0,01	4,75	7,17
7	<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	15,4	4	8	0,019	2,50	3,89
7	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	25	20	30	0,049	3,00	3,07
7	<i>Aniba</i> spp.	26	8	25	0,053	2,16	2,31
7	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	27,3	8	21	0,059	2,80	3,28
7	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	12,4	5	18	0,012	8,00	50,27
7	<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	14,6	6	18	0,017	4,13	6,97
7	<i>Virola decorticans</i> Ducke	10,6	4	13	0,009	1,88	2,65
7	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	12,4	3	13	0,012	2,97	4,97
7	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	17,3	10	22	0,024	0,68	0,38
7	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	11,3	5	12	0,01	1,99	2,64
7	<i>Virola decorticans</i> Ducke	65	14	26	0,332	4,40	12,53
7	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	21,5	8	16	0,036	4,63	9,55
7	<i>Virola decorticans</i> Ducke	24,4	10	16	0,047	3,30	6,98
7	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	12,4	4	10	0,012	3,60	8,31
7	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	10	4	10	0,008	3,95	9,71
8	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	24	8	11	0,045	3,45	7,23
8	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	23,3	4	12	0,043	5,16	15,66
8	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L.Andersson	23,7	3	6	0,044	5,58	18,47
8	<i>Parkia panurensis</i> benth. ex HC Hopkins	64,5	10	21	0,327	4,80	13,76
8	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	15,4	6	12	0,019	2,88	5,97
8	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	22	6	12	0,038	3,90	9,84
8	<i>Virola decorticans</i> Ducke	18	5	8	0,025	8,25	43,50
8	<i>Virola decorticans</i> Ducke	18	3	6	0,025	4,09	9,00
8	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	22,4	4	8	0,039	4,65	13,89

8	<i>Virola decorticans</i> Ducke	22,9	8	14	0,041	5,81	25,14
8	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	23,2	10	20	0,042	2,55	5,49
9	<i>Virola decorticans</i> Ducke	34,5	20	28	0,093	10,39	64,48
9	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	23,1	16	22	0,042	9,26	51,46
9	<i>Virola decorticans</i> Ducke	33,7	16	25	0,089	9,17	49,22
9	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	28,4	13	22	0,063	5,83	19,65
9	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	46,2	18	25	0,168	6,18	23,87
9	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	46,4	19	26	0,169	7,63	33,20
9	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	13	8	18	0,013	7,71	34,62
9	<i>Miconia punctata</i> (Desr.) D. Don ex DC.	20,1	6	11	0,032	8,51	42,46
9	<i>Virola decorticans</i> Ducke	20	4	10	0,031	5,09	16,69
9	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	42,2	18	21	0,14	6,75	28,85
9	<i>Virola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.	34,2	12	20	0,092	6,73	28,78
9	<i>Anthodiscus peruanus</i> Baill.	39,5	14	22	0,123	6,37	24,67
9	<i>Virola decorticans</i> Ducke	29,8	10	18	0,07	7,15	31,99
10	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	56,4	12	20	0,25	6,90	29,70
10	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	19,8	15	25	0,031	9,17	45,39
10	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	20	9	15	0,031	5,44	21,23
10	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	30,4	17	28	0,073	2,51	5,41
10	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	31	20	25	0,075	3,30	7,08
10	<i>Virola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.	36,8	12	25	0,106	5,68	18,13
10	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	27,5	8	25	0,059	7,39	32,81
10	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	24	12	15	0,045	5,01	22,11
10	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz &Pay.)	42,4	12	20	0,141	11,52	85,88
10	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	10,4	5	12	0,008	4,44	12,43
10	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.	20,7	12	18	0,034	3,05	7,64
10	<i>Virola decorticans</i> Ducke	16	8	12	0,02	6,00	28,27
10	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	48,3	17	25	0,183	9,59	48,85
10	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	29	18	25	0,066	6,61	26,22
10	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause) Kainul. & B. Bremer	25,1	10	16	0,049	4,82	15,40
10	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	11,7	11	15	0,011	3,68	10,63
10	<i>Aniba spp.</i>	15,8	9	17	0,02	2,62	3,05
10	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	24,7	17	25	0,048	2,37	5,32
10	<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.	18,6	8	17	0,027	4,67	14,45
11	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	29,2	12	25	0,067	1,41	0,87
11	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	18	8	21	0,025	2,63	5,57
11	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	21	13	23	0,035	1,76	1,82
11	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	34,9	10	22	0,096	8,00	50,27
11	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart) Daly	10,5	6	12	0,009	4,58	14,76
11	<i>Virola decorticans</i> Ducke	10	5	12	0,008	2,43	2,29
11	<i>Guatteria guentheri</i> Diels	30,5	22	27	0,073	7,56	34,75
11	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	14,3	4	8	0,016	5,00	19,63
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	17,8	9	14	0,025	3,19	6,50

11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	15,9	2	6	0,02	1,60	2,01
11	<i>Virola decorticans</i> Ducke	23,9	8	18	0,045	3,89	11,06
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart)						
11	Daly	15,9	6	11	0,02	2,59	4,70
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	14,5	4	10	0,017	2,75	5,38
11	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	16,1	8	16	0,02	1,06	0,69
	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause)						
11	Kainul. & B. Bremer	14,2	4	8	0,016	1,50	1,31
11	<i>Brosimum</i> spp.	12,6	9	15	0,012	1,99	3,61
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	11,5	6	14	0,01	3,07	6,80
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	18	12	22	0,025	3,19	7,03
11	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	12	9	17	0,011	2,59	3,05
11	<i>Sclerobium friburgense</i> Harms	14	12	25	0,015	2,31	4,40
11	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	11	7	10	0,01	1,40	1,54
	<i>Schizobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake						
11	S.F. Blake	11,5	4	8	0,01	1,44	1,80
11	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	18,8	12	18	0,028	1,32	1,05
11	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	22,8	10	14	0,041	3,67	9,29
11	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	19,3	12	20	0,029	2,40	1,90
11	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	14,8	8	12	0,017	1,91	1,97
	<i>Vismia amazonica</i> Ewan vesp. aff.						
11	25	6	22	0,049	3,41	4,66	
11	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	29,5	18	28	0,068	2,91	3,49
12	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	17,3	12	16	0,024	6,00	28,27
12	<i>Virola decorticans</i> Ducke	15,5	8	14	0,019	1,44	0,82
	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex HC Hopkins						
12	28,7	17	24	0,065	3,48	9,48	
12	<i>Batocarpus orinocensis</i> H. Karst.	29	8	18	0,066	5,55	21,06
12	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	28	15	25	0,062	5,00	19,63
	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.						
12	31,3	12	26	0,077	3,90	10,46	
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart)						
12	Daly	24,8	14	27	0,048	3,15	7,53
	<i>Ladenbergia oblongifolia</i> (Mutis) L. Andersson						
12	14,4	4	16	0,016	1,47	1,20	
12	<i>Virola decorticans</i> Ducke	20,5	8	17	0,033	5,78	21,54
12	<i>Virola decorticans</i> Ducke	14,3	9	18	0,016	2,40	3,98
	<i>Schizocalyx peruvianus</i> (K. Krause)						
12	Kainul. & B. Bremer	22,3	6	14	0,039	6,57	25,83
12	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	10,1	3	16	0,008	3,79	10,04
12	<i>Virola decorticans</i> Ducke	22,9	12	22	0,041	3,88	10,66
12	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	31,9	12	20	0,08	3,81	10,79
12	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	11	7	12	0,01	4,82	14,18
12	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	45,22	12	25	0,161	2,66	3,15
12	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	23	10	16	0,042	2,44	2,77
12	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	15,3	8	15	0,018	5,01	15,38
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby						
13	20,5	16	22	0,033	4,25	12,86	
	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke)						
13	Ducke	34,1	9	18	0,091	4,85	20,13
13	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	12	7	12	0,011	4,44	14,79
13	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	46,4	8	18	0,169	8,00	50,27
13	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	24,4	11	15	0,047	2,00	3,14
13	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	20,9	9	14	0,034	1,80	2,54
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby						
13	33,2	17	24	0,087	7,00	38,48	
13	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	42,8	15	23	0,144	8,00	50,27

	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.)						
13	Baehni	46,4	19	26	0,169	8,00	50,27
13	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	20,6	9	12	0,033	1,70	2,27
13	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	16,1	5	9	0,02	4,00	12,57
13	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	40,1	10	16	0,126	8,00	50,27
13	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	25,5	9	18	0,051	8,00	50,27
	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.						
13	Don	26,3	9	17	0,054	9,00	63,62
13	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	10,9	4	8	0,009	7,00	38,48
13	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	16,7	8	14	0,022	1,40	1,54
13	<i>Caryodendron orinocense</i> Karst.	20	12	23	0,031	6,00	28,27
13	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	12,3	6	11	0,012	1,30	1,33
13	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	13,8	5	10	0,015	1,30	1,33
13	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.	19,3	8	18	0,029	8,00	50,27
13	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	13,5	4	7	0,014	5,00	19,63
13	<i>Caryodendron orinocense</i> Karst.	14	8	18	0,015	4,60	16,62
13	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	15,1	5	8	0,018	3,50	9,62
13	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	19,3	9	15	0,029	1,80	2,54
13	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	11	6	11	0,01	1,00	0,79
13	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	11	6	13	0,01	3,00	7,07
13	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	14,4	7	12	0,016	1,30	1,33
13	<i>Virola decorticans</i> Ducke	25,4	9	15	0,051	6,00	28,27
13	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	22,5	12	16	0,04	2,00	3,14
13	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	16,7	9	15	0,022	1,40	1,54
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart)						
14	Daly	21	10	21	0,035	2,00	2,47
14	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	45,8	18	23	0,165	4,12	12,29
14	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	25	12	20	0,049	5,13	18,99
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby						
14		14	11	16	0,015	3,12	8,12
14	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.	35,6	15	22	0,1	11,96	95,57
	<i>Sapium laurifolium</i> (A.Rich.) Griseb.						
14		16	8	14	0,02	4,18	12,89
14	<i>Virola decorticans</i> Ducke	28	11	21	0,062	7,76	40,29
14	<i>Virola decorticans</i> Ducke	20,2	5	13	0,032	0,70	0,61
14	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	21,1	10	18	0,035	2,24	3,27
14	<i>Virola decorticans</i> Ducke	13	12	18	0,013	1,86	3,09
14	<i>Virola decorticans</i> Ducke	17,1	1,5	15	0,023	1,93	3,09
14	<i>Senefeldera inclinata</i> Müll. Arg.	14,4	10	16	0,016	1,99	3,52
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart)						
14	Daly	16,4	13	18	0,021	5,40	17,15
	<i>Trattinnickia boliviana</i> (Swart)						
14	Daly	40,3	20	28	0,128	7,56	39,50
14	<i>Virola decorticans</i> Ducke	15	8	19	0,018	1,94	3,40
14	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	15,2	10	18	0,018	5,70	25,29
14	<i>Marila tomentosa</i> Poepp.	10,1	3	14	0,008	1,89	3,40
	<i>Brosimum alicastrum</i> subsp. <i>bolivarense</i> (Pittier) C.C. Berg.						
14		43,6	27	32	0,149	6,50	22,87

ANEXO C: Panel fotográfico

Figura 8. Colecta de datos de diámetro de los árboles > 10 cm de DAP.



Figura 9. Estimación de la altura de los árboles, usando aplicación clinómetro forestal.



Figura 10. Vértice demarcado de la parcela de investigación.



Figura 11. Letrero en bosque reservado de la UNAS.

ANEXO D:

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

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: “Estructura de bosques de colina baja y alta con bloques convencionales en Tingo María, Huánuco, Perú” del maestrando Ing. Nikie Yessica Barboza Decada, 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, 20 de diciembre de 2025.



M.Sc. Warren Ríos García

Docente de Dendrología

CIP. 43189

Figura 12. Constancia de identificación de especies forestales (a).

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


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

Figura 13. Constancia de identificación de especies forestales (b).

En el Bosque de colinas altas:

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

Figura 14. Constancia de identificación de especies forestales (c).



Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.
Sapotaceae	<i>Pouteria cuspidata</i> (A. DC.) Baehni
Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.
	<i>Pourouma bicolor</i> Mart.
	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.
	<i>Pourouma minor</i> Benoist
Vochysiaceae	<i>Qualea amoena</i> Ducke

Figura 15. Constancia de identificación de especies forestales (d).