

HERNANDO HUGO DUEÑAS LINARES

# LOS BOSQUES DE LA AMAZONÍA PERUANA

biodiversidad, ecosistema,  
políticas y normas



Instituto Latinoamericano de Altos Estudios





Los bosques  
de la Amazonía peruana  
biodiversidad, ecosistema,  
políticas y normas



Los bosques  
de la Amazonía peruana  
biodiversidad, ecosistema,  
políticas y normas

Hernando Hugo Dueñas Linares

Queda prohibida la reproducción por cualquier medio físico o digital de toda o una parte de esta obra sin permiso expreso del Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–.

Publicación sometida a evaluación de pares académicos (*Peer Review Double Blinded*).

Esta publicación está bajo la licencia Creative Commons  
Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 3.0 Unported License.



ISBN 978-958-5535-93-0

© HERNANDO HUGO DUEÑAS LINARES, 2021  
© Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–, 2021  
Derechos patrimoniales exclusivos de publicación y distribución de la obra  
Cra. 18 # 39A-46, Teusquillo, Bogotá, Colombia  
PBX: (571) 232-3705, FAX (571) 323 2181  
[www.ilae.edu.co](http://www.ilae.edu.co)

Diseño de carátula y composición: HAROLD RODRÍGUEZ ALBA  
Edición electrónica: Editorial Milla Ltda. (571) 702 1144  
[editorialmilla@telmex.net.co](mailto:editorialmilla@telmex.net.co)

Cubierta: Bosque Húmedo Tropical Aguajal de la Localidad de Bello Horizonte,  
Provincia de Tambopata, Departamento de Madre de Dios  
fotografía de HUGO DUEÑAS LINARES

Editado en Colombia  
*Published in Colombia*

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO PRIMERO	
AMAZONÍA: BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMA	17
I. Biodiversidad	18
II. Importancia de la biodiversidad	19
III. Diversidad ecosistémica	20
IV. Ecosistema	21
V. Importancia de los ecosistemas	22
VI. Biodiversidad y ecosistema de la Amazonía	23
A. Características de los bosques amazónicos	24
CAPÍTULO SEGUNDO	
POLÍTICAS Y NORMAS EN MATERIA DEL MEDIO FORESTAL EN PERÚ	25
I. Ley Forestal y de Fauna Silvestre	26
II. Ley sobre protección, recuperación y mejoramiento de los bosques	30
III. Principios del desarrollo medioambiental, sostenibilidad y sustentabilidad	32
IV. Desarrollo sostenible de los bosques	34

CAPÍTULO TERCERO	
PARTICULARIDADES DE LAS ESPECIES ARBÓREAS	37
I. Forestación, reforestación y deforestación	38
II. Causas y agentes de la deforestación	39
III. Tipos de bosques en Perú	40
IV. Parámetros estructurales de las especies arbóreas	42
A. Abundancia	42
B. Dominancia	43
C. Frecuencia	43
D. Índice de Valor de Importancia –ivi–	44
V. Diversidad	44
VI. Distribución espacial	45
CAPÍTULO CUARTO	
DIVERSIDAD, DOMINANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES	
ARBÓREAS: CASO EN MADRE DE DIOS, PERÚ	
I. Diagnóstico aplicado a la investigación	47
A. Hipótesis	48
B. Objetivo general	48
C. Objetivos específicos	48
D. Materiales	48
E. Metodología	50
CAPÍTULO QUINTO	
VARIACIONES DE LOS PATRONES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS	
ESPECIES ARBÓREAS EN UNA REGIÓN DE LA AMAZONÍA PERUANA	
Conclusiones	65
Recomendaciones	117
BIBLIOGRAFÍA	118
EL AUTOR	119

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen total de parcelas y transectos en la región Madre de Dios, Perú	52
Tabla 2. Características de 21 parcelas de 1 ha. utilizadas en el estudio	66
Tabla 3. Valores comparativos de abundancia y riqueza en diferentes parcelas de la Amazonía	69
Tabla 4. Riqueza y abundancia e índices de diversidad de 21 parcelas de 1 ha. en Madre de Dios	71
Tabla 5. Comparación de índices de diversidad de especies arbóreas en la Amazonía	75
Tabla 6. Composición de especies arbóreas en Madre de Dios	77
Tabla 7. Comparación de la composición de especies arbóreas en Madre de Dios con otras regiones de la Amazonía	79
Tabla 8. Índice de importancia de especies en Madre de Dios	81
Tabla 9. Especies arbóreas con menor índice de importancia en Madre de Dios	82
Tabla 10. Características de las 54 parcelas de 0,1 ha. analizadas	90
Tabla 11. Especies, individuos e índices de diversidad de 54 parcelas de 0,1 ha. en Madre de Dios	93

Tabla 12. Cuadro comparativo global de abundancia, riqueza de especies e índices de diversidad de 54 transectos Gentry de 0,1 ha. en el departamento de Madre de Dios	96
Tabla 13. Riqueza de especies de 0,1 ha. transectos en tierras bajas de la Amazonía del Perú	100
Tabla 14. Composición florística en 54 parcelas de 0,1 ha.	102
Tabla 15. Índice de importancia de especies en 54 parcelas de 0,1 ha. en Madre de Dios	107
Tabla 16. Índice de importancia de especies arbóreas en Aguajal mixto	109
Tabla 17. Índice de importancia de especies arbóreas en bosques de tierra firme	110
Tabla 18. Índice de importancia de especies en bosques de bajío	111
Tabla 19. Matriz de correlación entre las coordenadas del nmds y la abundancia, diversidad y riqueza	115
Tabla 20. Principales herbarios nacionales y base de datos revisados de las colecciones de árboles para el departamento de Madre de Dios	117

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de las diferentes parcelas de árboles para Madre de Dios - Perú	51
Figura 2. Resumen de parcelas y transectos de inventarios de árboles en Madre de Dios, Perú	53
Figura 3. Esquema de un transecto de 0,10 ha. aplicado a la evaluación de la riqueza, diversidad y composición florística arbórea en los bosques maduros de tierra firme de Madre de Dios, Perú	57
Figura 4. Mapa del área de estudio para transectos Gentry Tambopata	58
Figura 5. Mapa de ubicación de las diferentes parcelas de árboles del proyecto nsf-carreteras	58
Figura 6. Abundancia de especies para parcelas de 1 ha., departamento de Madre de Dios	70
Figura 7. Mapa de riqueza de especies para parcelas de 1 ha. departamento de Madre de Dios	71
Figura 8. Mapa de Diversidad de especies para parcelas de 1 ha., departamento de Madre de Dios	76
Figura 9. Curva especies área ajustada (línea negra) y estimada (línea punteada), utilizando el programa StimateS para Madre de Dios	77
Figura 10. Matriz de disimilitud de Jaccard para 21 parcelas de 1 ha. en los bosques de Madre de Dios	84

Figura 11. (a) La correlación cofenética fue de 0,874. (b) El óptimo número de clústers (4) fue determinado de acuerdo al estadístico de Mantel con una matriz lineal de correlación de 0,71	85
Figura 12. Índice de similitud de Jaccard de la composición florística de parcela de 1 ha. de acuerdo a la distancia geográfica	85
Figura 13. Dendrograma comparando la composición florística de 21 parcelas de una hectárea establecidas en bosques de Madre de Dios	86
Figura 14. Índice de importancia de especies arbóreas	87
Figura 15. Distribución de las parcelas evaluadas utilizando un análisis multidimensional no métrico (nmDS, matriz de disimilitud de Jaccard)	89
Figura 16. Mapa de abundancia de especies para transectos Gentry de 0,1 ha., departamento de Madre de Dios	98
Figura 17. Mapa de riqueza de especies para transectos Gentry de 0,1 ha., departamento de Madre de Dios	98
Figura 18. Mapa de diversidad de especies para transectos Gentry de 0,1 ha., departamento de Madre de Dios	99
Figura 19. Boxplot de la comparación de la riqueza arbórea según tipo de bosque, en 54 parcelas de 0,1 ha. en Madre de Dios	105
Figura 20. Boxplot de la comparación de la abundancia de árboles según tipo de bosque, en 54 parcelas de 0,1 ha. en Madre de Dios	105
Figura 21. Boxplot de la comparación del índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) según tipo de bosque en 54 parcelas de 0,1 ha. en Madre de Dios	106
Figura 22. Boxplot de la comparación del índice de diversidad $\alpha$ -Fisher según tipo de bosque, en 54 parcelas de 0,1 ha. en Madre de Dios	107
Figura 23. (a) Representación gráfica de la correlación cofenética (0,879). (b) El óptimo número de clústers (7) determinado con una matriz lineal de correlación de 0,71 de acuerdo con el estadístico de Mantel	113

Figura 24. Análisis de la composición florística de 54 parcelas de 0,1 ha., utilizando el índice de similitud de Jaccard	113
Figura 25. Dendrograma comparando la composición florística de 54 parcelas de 0,1 ha. establecidas en bosques de Madre de Dios	114
Figura 26. Distribución de las parcelas evaluadas (composición florística) en dimensión reducida utilizando un análisis multidimensional no métrico (nmms, matriz de disimilitud de Jaccard)	115



## INTRODUCCIÓN

La Amazonía abarca una extensa área aproximada de 6,8 millones de km<sup>2</sup> ubicada en la parte norte de América del Sur. Los bosques húmedos cubren casi el 80% de la Amazonía (5,5 millones de km<sup>2</sup>) y el restante 20% está cubierto de bosques secos (1%), bosques inundados (3%), herbazales y matorrales (5%), vegetación escasa (1%), así como por agricultura y áreas urbanas (10%). Los bosques húmedos de tierras bajas amazónicas se definen como todos los tipos de bosques naturales que crecen en zonas con temperatura media anual por encima de 24°C, altitud menor a 700 metros y precipitación media anual superior a 1.400 mm al año. En los bosques de tierras bajas del Amazonas crecen terrenos inundados o no inundados y una variedad de tipos de suelos tropicales, por ejemplo, ferralsones, acrisoles, arenosales y podsoles.

En el departamento de Madre de Dios se han evidenciado altos niveles de diversidad biológica, con sitios singulares, teniendo récords mundiales para especies de aves (en más de 600) y varios grupos de insectos (por lo menos 1.250 mariposas, 150 libélulas), según PEARSON<sup>1</sup>, LAMAS<sup>2</sup> y PARKER *et al.*<sup>3</sup>. La flora es casi tan excepcional como la diversidad de fauna con una población de más de 1.000 especies de

- 
- 1 DAVID L. PEARSON. "The tiger beetles (*Coleoptera: Cicindelidae*) of the Tambopata reserved zone, Madre de Dios, Perú", en *Revista Peruana de Entomología*, vol. 27, n.º 1, 1984, pp. 15 a 24, disponible en [<https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/816>].
  - 2 GERARDO LAMAS. "A critical review of J. Y. Miller's checklist of the Neotropical Castniidae (*Lepidoptera*)", en *Revista Peruana de Entomología*, vol. 37, n.º 1, 1995, pp. 73 a 87, disponible en [<https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/1064>].
  - 3 THEODORE PARKER, PAUL DONAHUE y THOMAS SCHULENBERG. "Birds of the Tambopata Reserve", en JOHN L. CARR (ed.). *The Tambopata Candamo Reserved Zone of South-eastern Peru: a biological assessment. Rapid Assessment Program - Working Papers 6*, Washington D. C., Conservation International, 1994.

árboles. Se piensa que la mencionada diversidad de especies es inducida por la misma variedad de hábitat, con un volumen de especies invulnerables que se reemplazan entre los estrechamente encajonados hábitats adyacentes, aunque algunas especies de árboles dominantes sean ubicuos a través del paisaje.

Los bosques tropicales incluyen a las comunidades más diversas de la tierra, las áreas boscosas de tierra firme e inundables del departamento de Madre de Dios integran este nivel. Para poder tener un conocimiento más detallado sobre su riqueza y diversidad y poder caracterizar la variación de las especies a través de la diversidad de áreas boscosas, fue indispensable completar un instrumento de muestreo amplio y riguroso que implicó la aplicación de una metodología integral e intensiva, además de rápida y eficiente.

El presente libro pretende, además de ofrecer un vasto estudio sobre la diversidad natural, evaluar la riqueza y la diversidad alfa de tres tipos diferentes de bosques, así como de bosques pobremente explorados y colectados, esta metodología permitió obtener muestras con suficientes réplicas en el área. El conocimiento de la riqueza específica, tanto de especies, individuos y patrones de composición florística tanto a nivel local como regional, pueden estar determinados por las diversas variables (suelos, relieve, precipitación, humedad) entre otros aspectos de igual manera importantes.

Este estudio está compuesto por cinco capítulos, así como por un apartado de referencias. El primer capítulo orientado por las conceptualizaciones en torno a la biodiversidad y ecosistema. El segundo referido a las políticas y normas en material del medio forestal de Perú. El tercero sobre las particularidades de las especies arbóreas. En el cuarto se revisa la diversidad, la dominancia y la distribución de las especies arbóreas: caso de los árboles en Madre de Dios. El quinto capítulo es un balance sobre las variaciones de los patrones y características de las especies arbóreas en una región de la selva peruana. Por último, un conjunto de referentes bibliográficos de gran importancia para el estudio de la biodiversidad, así como las dificultades que en la actualidad atraviesa la selva del Perú.

## **CAPÍTULO PRIMERO**

### **AMAZONÍA: BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMA**

Con las reservas de agua dulce más grandes y codiciadas del planeta, la Amazonía es el reservorio más enorme con el que cuenta la humanidad en la actualidad. Con una extensión considerable, esta vasta y misteriosa región ha sido reconocida por diversos organismos internacionales como la zona de mayor naturaleza y diversidad ecológica de la Tierra, sin contar que esta región es el hábitat natural de comunidades aborígenes que en la actualidad siguen practicando sus rituales y modos de vida. Aun cuando esta zona está oficialmente protegida, además de haber sido declarada como zona que alberga una cantidad estimable de especies entre flora y fauna y un sistema natural de microorganismos que aun la ciencia no ha podido determinar con precisión, la Amazonía se encuentra hoy día en una permanente amenaza por parte de grupos poderosos que anhelan sus más preciados recursos naturales para sus intereses particulares con fines de lucro. De esta manera se propone no solo sistematizar en torno a la importancia que tiene esta zona y reserva natural, sino establecer una reflexión a partir de la teorización sobre su relevancia para la vida no solo humana sino de cualquier organismo que habita y sobrevive en esta zona.

## I. BIODIVERSIDAD

Según RANGEL-CH., la biodiversidad:

Es la variabilidad al interior del mundo viviente y se expresa según niveles de organización biológica: genes, especies, poblaciones, comunidades o ecosistemas que se encuentran en una porción geográfica del territorio, es decir una localidad, una región, un país o en el globo<sup>4</sup>.

De acuerdo al Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, el término al cual se hace referencia es a la amplia variedad de especies, así como de seres vivos sobre el planeta Tierra, como resultado de miles de años de evolución de acuerdo a procesos naturales de formación, también de la creciente influencia de los individuos que también han interactuado. La biodiversidad abarca de igual manera la variedad de ecosistemas y las diferencias en el orden genético que han permitido la combinación de múltiples y variadas formas de vida.

Según la DRAE, la palabra biodiversidad compuesta por dos palabras, define la variedad de especies, tanto de animales, así como de vegetales, ecosistemas, biosistemas cada una en un determinado medio ambiente. Diversas han sido las definiciones en torno a la biodiversidad que, de acuerdo a las ciencias, en específico la biología, se refiere a un número de poblaciones de organismos y especies varias. Para los estudiosos de la ecología, la biodiversidad incluye precisamente la diversidad de interacciones entre las mismas especies con su ambiente inmediato. Para los investigadores que se encargan de la ecología y el medio ambiente, la biodiversidad es el conjunto de organismos que viven y se relacionan en el ámbito biótico. Pero la biodiversidad no solo intercambia aspectos inherentes a los procesos simbióticos, de igual manera participan los elementos fundamentales, sin ellos, los procesos serían imposibles, se habla por supuesto del agua, del aire y del suelo, los que permiten que estas dinámicas se lleven a cabo.

---

4 JESÚS ORLANDO RANGEL CHURIO. "La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional", en *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. 39, n.º 151, 2015, disponible en [<https://racefyn.co/index.php/racefyn/article/view/136/115>], P. 177.

## II. IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD

Una de las importancias medulares que ofrece la biodiversidad es que garantiza de forma general, el equilibrio de los ecosistemas y de la especie humana respectivamente, puesto que de ella depende la sobrevivencia de las mismas. Una de las principales amenazas, aunque pareciera irónico, es precisamente el hombre y su incesante daño al planeta, el cual se manifiesta mediante el uso indiscriminado de productos altamente nocivos para el ecosistema, además de las constantes deforestaciones, la quema, entre otras acciones que han provocado la desaparición de enormes extensiones de selvas y bosques. El empleo de técnicas degradantes que han generado la muerte de especies animales. Aun cuando la especie humana forma parte natural de la biodiversidad debido a que la misma es un organismo vivo, se ha dedicado en parte a destruirla con el único propósito de beneficiarse de ella, sin respetarla y sin cuidarla. Para SURENDRAN y SEKAR, citados por UBILLUS:

A pesar de que la biodiversidad es reconocida como un recurso natural muy valioso, dado que mantiene el equilibrio de funciones vitales para la vida de las especies o al brindar materias primas para procesos de producción, bienes para el consumo y otros servicios ambientales, es poco entendida y vulnerada por diversas amenazas, principalmente de origen humano<sup>5</sup>.

El daño causado a la biodiversidad producto de las acciones irresponsables del hombre, no solo ha causado enormes daños al ecosistema, también ha provocado que la mayoría de especies no sobrevivan a la vastedad de los daños que el ser humano en su afán de expandirse, ha generado con el único y exclusivo propósito de apoderarse de innumerables y cuantiosas riquezas naturales, sin percatarse de que este mismo es parte de ese biosistema natural.

---

5 A. SURENDRAN y C. SEKAR, *cits.* en KARINA LYCETTE UBILLUS NEVADO. "Importancia de la biodiversidad en la decisión de visita a un área natural protegida del Perú" (tesis de maestría), Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina, 2019, disponible en [<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4086>], p. 1.

### III. DIVERSIDAD ECOSISTÉMICA

El estudio de los ecosistemas es de suma importancia no solo para la ciencia, sino también para todas aquellas disciplinas que se encargan en forma directa de los organismos vivos, así como las interacciones entre los mismos y los medios en los cuales intercambian información, así como las interrelaciones que se llevan a cabo en los diversos hábitats que poseen. Si bien la biodiversidad se refiere específicamente a la variación de ecosistemas, así como de especies que están en un determinado sistema del cual es difícil medir o calcular, debido a que sus fronteras son poco probables y hasta inexistentes. El término ecosistema se refiere a una comunidad de organismos que interactúan entre sí y con los referidos componentes, tanto físicos como químicos, que están presentes en el ambiente. Estos componentes son conformados por la luz solar, el tipo de suelos, sus estados y condiciones, el clima, los nutrientes que lo componen, entre otros elementos necesarios para que la vida se haga posible. Debido a la complejidad manifiesta que presentan los ecosistemas para definir sus límites físicos, son complejos debido al permanente intercambio que suelen manifestarse en ellos, tanto de los elementos existentes, como en aquellos organismos que habitan e interactúan con otras especies. En este sentido, es importante resaltar el intercambio que se genera en este proceso cuyo sentido se logra preciso a partir de la noción de interacción entre los diversos organismos que actúan de manera coordinada bajo ciertos condicionantes que regulan y fijan sus comportamientos. Para ello han señalado NAVARRO CANO, GOBERNA y VERDÚ refiriéndose a los innumerables intercambios entre las plantas:

Las interacciones de facilitación entre plantas constituyen la base de numerosas funciones en los ecosistemas que conducen los procesos de ensamblaje de las comunidades vegetales. Dado que la vegetación es responsable de la mayor parte de la producción primaria en los ecosistemas terrestres y constituye una parte fundamental del armazón sobre el que se ensamblan las redes tróficas, la facilitación entre plantas eventualmente determina ciertas funciones ecosistémicas tanto de los productores primarios como de los consumidores y los descomponedores<sup>6</sup>.

---

6 JOSÉ ANTONIO NAVARRO CANO, MARTA GOBERNA y MIGUEL VERDU. "La facilitación entre plantas como herramienta de restauración de diversidad y funciones ecosistémicas", en *Ecosistemas*, vol. 28, n.º 2, 2019, p. 25.

La diversidad ecosistémica no solo trata en este sentido, en la variedad de especies, también sobre la interacción que se logra manifestar entre ellas mismas, además sobre las consecuencias que una vez se logran dar de esa interacción e intercambio. De esta dinámica se logra determinar los elevados procesos que se logran dar, así como las funciones que cada uno de los miembros de ese organismo logra generar.

#### IV. ECOSISTEMA

En primer lugar, se debe dejar claro que el término ecosistema responde a un conjunto de componentes físicos y biológicos de un contexto o entorno determinado. Diversos estudiosos señalan que el ecosistema es ciertamente un sistema complejo que comporta un conjunto de diversos organismos, además de factores que están presentes en el medio ambiente. Para FLOHR, “el ecosistema es un sistema dinámico relativamente autónomo formado por una comunidad natural y su medio ambiente físico”<sup>7</sup>. Como se ha venido planteando, el ecosistema no solo se refiere al conjunto de organismos, de igual manera, el ecosistema se debe al conjunto de intercambios e interacciones que se logran dar entre diversos organismos que interactúan en un lugar, entorno, contexto o ámbito. Según BOVARNICK, ALPIZAR y SCHNELL, “por ecosistemas se entiende un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan”<sup>8</sup>. De acuerdo al Convenio sobre la Diversidad Biológica, evento celebrado en Río de Janeiro en 1992, se acuerda el resguardo y la protección de los ecosistemas y los hábitats naturales, además del mantenimiento de las diversas poblaciones naturales esparcidas por el mundo. El mismo organismo define al ecosistema como un complejo dinamismo de comunidades vegetales, entre animales y seres que habitan un determinado espacio natural. Con la idea de proteger el ecosistema se ha creado la

---

7 OSCAR ALBERTO FLOHR DROEGE. “La importancia del mantenimiento de los ecosistemas” (tesis de maestría), Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005, disponible en [[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07\\_1777.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1777.pdf)], p. 9.

8 ANDREW BOVARNICK, FRANCISCO ALPIZAR y CHARLES SCHNELL (eds). *La importancia de la biodiversidad y de los ecosistemas para el crecimiento económico y la equidad en América Latina y el Caribe: Una valoración económica de los ecosistemas*, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2010, disponible en [<https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/175-spa-sum.pdf>], p. 6.

necesidad de identificarlos, pero también de describirlos de manera eficiente. Mediante un exhaustivo sistema de identificación se podría lograr que se llegue a estudiarlo con mayor precisión para su oportuna clasificación, debido a que los ecosistemas albergan no solo las especies ya existentes o conocidas, sino que también los ecosistemas reúnen los sistemas bacterianos, entre otros organismos menos evidentes.

## V. IMPORTANCIA DE LOS ECOSISTEMAS

Sin lugar a dudas el mayor ecosistema y por tanto el de mayor importancia es el propio planeta Tierra, que sirve de asidero de múltiples ecosistemas menores, donde interactúan varias partes no solo para el mantenimiento de la vida sobre el planeta, sino también para el intercambio de información genética, lo cual establece ciertos eventos que ocurren dentro de su estructura. Su importancia radica en la posibilidad de ofrecer vida y hacer posible la existencia de varias especies y microorganismos. Allí se encuentran los siguientes ecosistemas, tanto árticos como alpinos, propios de las regiones elevadas, de temperaturas frías y sin árboles, estos se pueden subdividir en un amplio espectro de tipos como la selva con características bien precisas como aquellos donde sus condiciones son complejas. La conservación y mantenimiento de todos los ecosistemas por parte de los individuos, es soporte indispensable y vital para las especies que habitan la Tierra, las cuales aportan un significado esencial para el desarrollo y la vida en el planeta. ¿Por qué es importante contar con un ecosistema?

De acuerdo a diversos estudios sobre la materia, los ecosistemas son importantes porque garantizan la existencia de procesos óptimos para la vida y la presencia de varias y diversas especies de organismos. Históricamente se ha considerado perjudicial la presencia de diversas acciones que han generado destrucción en el planeta, poniendo en riesgo la existencia de organismos vivos, las acciones desenfrenadas de los hombres sobre el medio ambiente, ha causado enormes daños al planeta desequilibrando en muchas ocasiones la vida en la Tierra. La contaminación se ha convertido en el principal agente de destrucción y puede llegar a consumir todos aquellos recursos que son vitales para la vida en el planeta. El afán por el denominado progreso, ha creado enormes daños a la Tierra, siendo los principales aspectos que afectan el equilibrio natural de las especies y si no se logran cuidar, muchas

decaerían y dejaran de existir. En la actualidad muchas especies ha ingresado a la lista de animales en vías de extinción, con lo que se ha creado una crisis a nivel planetario por su incidencia directa de la vida sobre la Tierra.

## VI. BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMA DE LA AMAZONÍA

Antes de avanzar sobre este campo, se debe tener en cuenta lo que significa el término biodiversidad en algunas zonas específicas de América del Sur donde existe una gran diversidad de especies, entre animales, flora, y aquellos microorganismos que forman parte de un sistema ordenado de especies, muchas de ellas, hoy por hoy desconocidas en su totalidad. La Amazonía tal y como se ha venido señalando abarca una gran extensión entre países, que la conforma fronteras entre ellos mismos, donde alberga una enorme cantidad de especies de gran importancia para el mundo, los bosques que resguardan la diversidad también forman parte relevante de la Amazonía considerada como la extensión más enorme de especies. Para ÁLVAREZ y SHANY, “los bosques amazónicos, los más extensos del mundo en los trópicos, son considerados un elemento clave en el equilibrio climático global, además de una reserva estratégica de recursos genéticos y de agua dulce”<sup>9</sup>. Como se ha manifestado, los ecosistemas existentes en estas vastas regiones verdes no solo poseen la mayor reserva de especies, también poseen la mayor reserva de agua dulce que existe en la actualidad, poco se sabe de la importancia que estas zonas parecen tener en el nivel normal de los individuos, pero para el resto del planeta tanto los recursos naturales, así como las especies están bajo amenaza, debido a las irresponsables acciones de los humanos.

Muy poco se sabe de la cantidad de especies que en la actualidad hacen vida en la región de la Amazonía, lo que sí se sabe es de la presencia de más de un centenar de especies que están en vía a extinguirse debido a las acciones irresponsables de los hombres que a diario conviven en esta región. La existencia de comunidades vernáculas que desde

---

9 JOSÉ ÁLVAREZ y NOAM SHANY. “Una experiencia de gestión participativa de la biodiversidad con comunidades amazónicas”, en *Revista Peruana de Biología*, vol. 9, n.º 2, 2012, disponible en [[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332012000200017](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332012000200017)], p. 223.

hace siglos habitan estas regiones no han permitido que tales acciones destruyan lo que por años le cuesta a la naturaleza generar como parte de su proceso de supervivencia.

### *A. Características de los bosques amazónicos*

Una de las características más sobresalientes de los bosques amazónicos es la gran diversidad que se encuentran en ella. La diversidad de especies declaradas como relevantes para el perfecto equilibrio natural, así como la existencia de enormes ecosistemas tanto terrestres como acuáticos, lo que significa la gran complejidad existente en esta vasta y remota región.

Otra característica es la biodiversidad que posee la Amazonía, de allí que es Perú entre las demás naciones, la que cuenta con la mayor diversidad del planeta, de la cual la mayor parte se halla precisamente en los bosques. Solo en los departamentos con mayor densidad en cuanto a los bosques se encuentra en la región de Loreto (Perú) con 35'259.934,59 hectáreas. Sin embargo, para el periodo 2001-2014 se ha perdido un poco más de 1'600.000 hectáreas de bosques amazónicos como consecuencia de la deforestación. Se estima que cada año se pierden 118.000 hectáreas de bosques con enormes potencialidades, además de ser el asiento de muchas reservas naturales, recursos y animales, entre otros seres vivos.

Estos bosques además de las características destacadas tienen la ventaja de recomponerse a sí mismos, no existiendo proceso que los acabe, sin embargo, ha sido desmesurada la acción del hombre, generando de esta manera la degradación y pérdida de los suelos, así como los nutrientes, lo que permite la restauración de los mismos.

Otra de las características es que los bosques amazónicos presentan las reservas de agua dulce más grande del planeta, debido a los procesos de humedad que existen en algunas zonas, la presencia de árboles de diversas especies, la existencia de microorganismos que oxigenan la tierra y hacen que otras puedan vivir en ella.

## **CAPÍTULO SEGUNDO**

### **POLÍTICAS Y NORMAS**

#### **EN MATERIA DEL MEDIO FORESTAL EN PERÚ**

Durante un largo y precipitado periodo de tiempo se ha hecho imperativa la necesidad de establecer y aplicar normativas que regulen todo aquello concerniente a la protección del ambiente y al cuidado de la diversidad ecológica existente en el planeta Tierra. La presencia hoy por hoy de una biodiversidad no es un asunto que solo deba reflejarse en las estadísticas de un determinado país, zona o región. De allí que varias naciones han creado un sistema que proteja los recursos propios con la finalidad de asegurar la vida en el planeta, considerando que este también es un ser vivo; y que el hombre es un ser que habita en ella, con lo cual se llega a la conclusión de que los individuos también pertenecen a un determinado ecosistema propio. En el texto de Política Nacional del Ambiente se señala que:

De la sociedad y del Estado y privilegia el derecho fundamental a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida (art. 2º, inc. 22). Del mismo modo, los artículos 66 al 69, disponen que el Estado debe determinar la Política Nacional del Ambiente, y que los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. Precisa que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y las áreas naturales protegidas, en el territorio nacional, así como el desarrollo sostenible de la Amazonía<sup>10</sup>.

---

10 MINISTERIO DEL AMBIENTE. Política Nacional del Ambiente. Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, Lima, Perú, 23 de mayo de 2009, disponible en [<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/Pol%C3%ADtica-Nacional-del-Ambiente.pdf>], p. 3.

En este sentido, el Estado garantizará que los recursos, así como la indiscriminada tala continúe generando mayor degradación en los suelos, provocando un proceso de desertificación manifiesto que convierta a los suelos en espacios hostiles y poco aptos no solo para el cultivo, sino también para la vida de cualquier especie. Perú en la actualidad cuenta con un potencial ecológico debido a su ubicación geográfica favorable, además de contar con la existencia de microclimas que permiten la asimilación de diversas especies naturales, entre flora y fauna, sin contar claro está con los microorganismos que hacen vida permanente en diferentes espacios.

## I. LEY FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE

Según ARÉVALO:

La Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 27308, tiene como objetivo el de asegurar el desarrollo sostenible a través de una adecuada gestión y administración del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre de la Nación, estableciendo un marco que resulte en “el uso sustentable y la conservación de los recursos forestales<sup>11</sup>.”

Esta ley que fue promulgada en el mes de julio del año 2000, introdujo un agudo marco referencial, además de generar una revisión exhaustiva diseñada para garantizar que las especies arbóreas taladas provengan de los registros y concesiones y no de aquellas áreas que no están debidamente legalizadas para llevar a cabo estas acciones. Dicho organismo cuenta con el Plan General de Manejo Forestal, por medio del cual el acuerdo celebrado mediante el concesionario que registra el número de árboles que se espera sacar en un periodo de cinco años. Sin embargo, esta ley no solo busca generar los procesos para el resguardo de especies verdes, también de garantizar la permanencia de otras especies que habitan la Amazonía. De igual manera, el aprovechamiento de los recursos naturales hallados en esta zona con el objetivo de explorar los yacimientos de recursos para su responsable y oportuno uso, sin

---

11 MARIANA LUCÍA ARÉVALO VELA. “Sostenibilidad de las concesiones forestales en la región Loreto de acuerdo a la Ley 27308 - Ley Forestal y de Fauna Silvestre - 2015” (tesis de pregrado), Iquitos, Perú, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2015, disponible en [<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4962>], p. 1.

desmejorar, ni socavar los demás ecosistemas. Entendido esto como el aprovechamiento de los recursos que siguen estando presentes, aun cuando se hallan bajo amenaza, los recursos naturales, así como la gran biodiversidad que existe deben estar protegidos de acuerdo a las leyes del estado y de acuerdo a las distintas organizaciones que regulan las disposiciones naturales que en ella reposan.

La Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763 se logra aprobar bajo rendimiento y prueba con fecha de 24 de septiembre de 2015 y puesta en circulación el día 30 del mismo mes. Con la finalidad de resguardar los espacios físicos, así como la diversidad y la biodiversidad presente en las zonas con características ecológicas y ecosistémicas. Con el título preliminar la ley forestal y de fauna silvestre de acuerdo al primer artículo hasta el décimo señalan los siguientes apartados:

*Artículo I. Derechos y deberes fundamentales relacionados con el patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación*

Toda persona tiene el derecho de acceder al uso, aprovechamiento y disfrute del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación de acuerdo a los procedimientos establecidos por la autoridad nacional y regional y a los instrumentos de planificación y gestión del territorio; además de participar en su gestión. Toda persona tiene el deber de contribuir con la conservación de este patrimonio y de sus componentes respetando la legislación aplicable.

*Artículo II. Principios generales*

Son principios generales aplicables a la gestión forestal y de fauna silvestre -además de los principios, derechos, deberes y disposiciones aprobados en la Constitución Política del Perú, el Acuerdo Nacional, el Convenio 169 de la Organización Internacional de Trabajo (OIT), la Declaración de la Organización de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas y los demás tratados internacionales- los siguientes:

1. Gobernanza forestal y de fauna silvestre.

El principio de gobernanza forestal y de fauna silvestre conduce a la armonización de las políticas y al fortalecimiento de la institucionalidad, normas, procedimientos, herramientas e información del sector forestal y de fauna silvestre, de manera que sea posible la participación efectiva, descentralizada, integrada, informada y equitativa de los diversos actores públicos y privados en la toma de decisiones, acceso a beneficios, manejo de conflictos, construcción de consensos y responsabilidades claramente definidas en la gestión, seguridad jurídica y transparencia. Es deber del Estado impulsar y fomentar esta gobernanza.

2. Participación en la gestión forestal.

Este principio otorga a toda persona el derecho y el deber de participar responsablemente en los procesos para la toma de decisiones respecto a la definición, aplicación y seguimiento de las políticas, gestión y medidas relativas a los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre y sus componentes, que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno. Se busca garantizar la participación efectiva de todos los actores interesados, incluyendo a las comunidades nativas y campesinas, tanto a nivel individual como colectivo.

3. Consulta previa libre e informada.

La aplicación de la presente Ley respeta el derecho de los pueblos indígenas a la consulta previa libre e informada con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento de la medida propuesta de acuerdo al Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Declaración de la Organización de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, otras normas vigentes, la jurisprudencia del Sistema Interamericano de Derechos Humanos y las sentencias vinculantes del Tribunal Constitucional sobre la materia.

4. Equidad e inclusión social.

Por este principio, el Estado garantiza condiciones equitativas de acceso a los recursos, las oportunidades de desarrollo y la distribución de beneficios para todos los actores, con enfoque de género, a través del diseño y aplicación de las políticas públicas forestales que contribuyan a erradicar la pobreza, reducir las inequidades sociales y económicas y al desarrollo humano sostenible de las poblaciones menos favorecidas.

5. Interculturalidad, conocimientos tradicionales y cosmovisión.

La gestión sobre el bosque y sus recursos se desarrolla en el marco del reconocimiento, respeto y valoración de la presencia e interacción de las diversas culturas, dentro de su cosmovisión, así como la posibilidad de generar expresiones culturales compartidas, adquiridas por medio del diálogo y de una actitud de respeto mutuo. Se reconocen los conocimientos tradicionales en el manejo y uso de los recursos forestales y de fauna silvestre y de la biodiversidad.

6. Enfoque ecosistémico.

La gestión del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación se rige por el enfoque ecosistémico en el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica, entendido como una estrategia para el manejo integrado de las tierras, aguas y recursos vivos que promueve la conservación y uso sostenible en un modo equitativo. Busca comprender y gestionar los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, considerando los factores ambientales, ecológicos, económicos, socioculturales, la cosmovisión indígena y el ordenamiento territorial y la zonificación ecológica y económica. Se reconoce la importancia de los ecosistemas silvestres como espacio de vida, hábitat de la fauna y fuente de agua, así como por su contribución a la seguridad alimentaria.

7. Sostenibilidad de la gestión del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación

La gestión del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación se orienta al desarrollo que armoniza las dimensiones económica, social y ambiental para satisfacer las necesidades de la población.

8. Dominio eminential del Estado

El Estado ejerce el dominio eminential sobre los recursos del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación, así como sobre sus frutos y productos en tanto no hayan sido legalmente obtenidos.

9. Valoración integral

El Estado prioriza la evaluación y valoración del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación y la inclusión de la valoración en las cuentas nacionales, la promoción de esquemas de pago o compensación por los bienes y servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, así como otros instrumentos económicos y financieros en beneficio de la gestión del patrimonio.

10. Origen legal.

Es deber de las personas naturales o jurídicas que tengan en su poder o administren bienes, servicios, productos y subproductos del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación demostrar el origen legal de estos.

11. Eficiencia y mejoramiento continuo.

La gestión forestal y de fauna silvestre se rige por un enfoque de gestión adaptativa y mejoramiento continuo para asegurar la eficaz y eficiente conservación de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, la flora y fauna silvestre y los servicios derivados de ellos, de manera que contribuyan al desarrollo del país y al bienestar de la población. El Estado fomenta y promueve el desarrollo integral e integrado de las actividades de conservación, manejo, aprovechamiento, transformación industrial (primaria y de manufactura) y comercio para elevar los niveles de producción, productividad y competitividad de los productos forestales y de fauna silvestre para la gestión sostenible de los bosques y contribuir al desarrollo regional y nacional.

12. Integración con otros marcos normativos

Las normas relativas a otros recursos naturales o actividades económicas o de cualquier índole que pudiesen afectar directa o indirectamente la integridad, conservación y seguridad del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación se rigen y concuerdan con la legislación vigente en esta materia, incluyendo el reconocimiento y respeto a los derechos de los pueblos indígenas conforme al Convenio 169 de la OIT. La implementación de la presente Ley, su reglamento y cualquier otra medida relacionada cumplen con las obligaciones estipuladas en los tratados internacionales de los que el país es parte y están en vigor.

13. Transparencia y rendición de cuentas.

El Estado tiene el deber de poner a disposición toda información de carácter público relacionada a la gestión forestal y de fauna silvestre, respetando el derecho de toda persona de acceder adecuada y oportunamente a dicha información sin necesidad de invocar justificación o interés que motive tal requerimiento. El Estado rinde cuentas de su gestión con arreglo a las normas sobre la materia e investiga toda actividad ilegal, publicando sus resultados, salvo las excepciones que establece la ley de la materia<sup>12</sup>.

## II. LEY SOBRE PROTECCIÓN, RECUPERACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS BOSQUES

El objeto de esta ley, antes propuesta como proyecto, tiene como objetivo central y medular proteger, recuperar y mejorar los bosques para garantizar la sostenibilidad forestal y preservar el medio ambiente. De acuerdo a la definición de árbol que corresponde a una planta de fuste que, por lo general, es leñoso y que en su estado de adultez y madurez y bajo condiciones normales puede alcanzar cinco metros de altura, bajo condiciones siempre y cuando estas lo permitan. Según la definición de bosque, este se compone o está por lo general conformado de formaciones vegetales en las que dominan árboles con una superficie mínima de 5.000 mts<sup>2</sup>.

La ley sobre la protección y recuperación y mejoramiento de los bosques establece mediante decretos y normativas en materia ambiental una serie de consideraciones y articulados el resguardo de los bosques como espacios físicos donde habitan diversos organismos. Debido al uso desenfrenado de contaminantes, así como de químicos que continúan degradando el planeta, la ley de protección busca en primer lugar proteger a través de la legislación, mecanismos que desaceleren los efectos contrarios que trae consigo la contaminación de los suelos, del aire y del agua.

De acuerdo a la ley se establecen los siguientes articulados, todos orientados al rescate de los ecosistemas existentes, unos amenazados y otros bajo el peligro inminente de estar desapareciendo como consecuencia de múltiples acciones irresponsables del hombre. Si bien una

---

12 CONGRESO DE LA REPÚBLICA. *Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Ley N° 29763*, Lima, Perú, 21 de julio de 2011, disponible en [<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29763.pdf>].

ley como mecanismo para salvaguardar el patrimonio natural se hace con el objetivo de establecer las correcciones oportunas, así como las sanciones pertinentes y adecuadas para el fortalecimiento de los ecosistemas y la variedad de especies arbóreas hoy en día en peligro, debido en parte por el factor económico que ha generado un conjunto de acciones contrarias a las establecidas por las ordenanzas y decretos.

La ley de protección en su texto inicial establece una serie de articulados, así como de propuestas que están en consonancia con lo establecido en las normas y reglamentos internacionales, con lo que genera una serie de consideraciones y definiciones que van de la mano con las demandas de una sociedad cada día más compleja y plural. Así mismo, todo lo concerniente a las posibles penalizaciones, reforestación, plantaciones, el plan de manejo forestal, entre otros conjuntos de normas y propuestas.

El primer artículo se centra en las intenciones que persigue la mencionada ley, los objetivos y alcances, así como las posibles salidas ante una situación de emergencia forestal. De acuerdo a este artículo también se menciona el aspecto en cuanto a la sostenibilidad y la preservación del medio ambiente y los ecosistemas existentes y reconocidos como tales.

El segundo artículo, referido a las definiciones sobre árbol, bosque, plantación forestal, plan de manejo forestal, entre otros aspectos no menos importantes. El artículo 3.º, el plan de reforestación, en este artículo se aborda el tema de la tala de árboles en áreas debidamente protegidas, acudiendo a que estas acciones deben procurar y garantizar la siembra de dos árboles, por cada uno talado, las razones estriban en que por cada especie talada debe garantizarse en pleno ejercicio de respeto por las especies. Estas actividades ya se venían contemplándose en la Ley 27308, Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Las cuales están sujetas bajo ciertos parámetros con fines específicos.

En el artículo 4.º es importante señalar que para asegurar la permanencia y el equilibrio ecológico en determinadas zonas se establece que para mantener o mejorar la calidad del bosque, se exige que las especies que se siembren sean de igual o mayor categoría que las especies taladas. El artículo 5.º anuncia que para lograr la sostenibilidad es importante que donde se lleve a cabo la reforestación se declaren zonas de concesiones de reforestaciones de conformidad con las leyes vigentes. Además, este artículo permite que el concesionario que siem-

bra tenga la primera opción en la explotación futura de los recursos, sin estar obligado en pagar derechos, además sin tener la obligación de sembrar los dos árboles por cada árbol que se tale.

El artículo 6.º menciona el Plan de Manejo Forestal, en este artículo es importante destacar todo un papel de trabajo, así como las estrategias, los métodos y los instrumentos para el debido registro de los bosques. Este plan contempla los siguientes aspectos:

- Recursos naturales presentes
- Las cantidades de especies que se piensan aprovechar
- Las cantidades de especies que se planifica sembrar
- Un oportuno cronograma de siembra, de acuerdo al plan de tala
- La ubicación del área en que se llevará a cabo la siembra.

El artículo 7.º aborda las sanciones administrativas respectivas, así como sus penalizaciones. En cuanto a este artículo es importante destacar que todas aquellas acciones que vayan en contra de la ley, serán objeto de penalizaciones de acuerdo a las leyes vigentes y al debido proceso penal y judicial, ya que estos se consideran delitos contra los recursos naturales declarados como patrimonio.

### III. PRINCIPIOS DEL DESARROLLO MEDIOAMBIENTAL, SOSTENIBILIDAD Y SUSTENTABILIDAD

El origen de la expresión sostenibilidad y conjuntamente la sustentabilidad nació a raíz de la celebración de la instalación de la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente en el año de 1983. El documento señalaba, a grandes rasgos, varias de las inquietudes dirimidas por destacados científicos y personalidades vinculadas al campo ambiental. Las inquietudes ofrecidas en la mencionada comisión destacaban las siguientes:

El estudio de los contenidos referidos al desarrollo y al medio ambiente y plantearse propuestas cónsonas sobre el tema en cuestión. Las propuestas deben estar orientadas a la cooperación internacional, con miras al desarrollo sostenible y sustentable, respectivamente. Las propuestas sobre el área ambiental deben estar dirigidas para el lo-

gro y las satisfacciones comunes, no habiendo estrategias aisladas que desaceleren las intenciones y propósitos requeridos.

A pesar de las innumerables acciones que han generado enormes e irreversibles daños al ecosistema, el concepto de sostenibilidad y sustentabilidad viene a cobrar relevancia debido a la importancia que estos aspectos tienen en los diversos ecosistemas. El desarrollo de la región amazónica muy a pesar de la importancia que tiene para el resto de los países que forman parte o que comparten la cuenca amazónica, han apuntalado a desarrollar una serie de proyectos de los cuales algunos de ellos han continuado la nefasta tarea de explotar y erosionar los suelos como resultado de la extracción de minerales y recursos naturales. Estas acciones han generado diversas consecuencias, a parte de una acelerada degradación ecológica. Esto ha provocado una serie considerable de problemas ambientales, como las permanentes extracciones acuíferas, en conjunto con aquellas actividades inherentes a las labores agroindustriales generando efectos indirectos que, por supuesto tienen consecuencias en el deterioro sistemático de los ecosistemas tanto natural como humano, las cuales tienen que ver con la deforestación, colonización y contaminación. Las tres íntimamente relacionadas entre sí debido a una situación que no mejoraría con el tiempo y que históricamente sigue estando bajo un perenne olvido, pese a la importancia en cuanto a representar con enormes potencialidades para el eufemístico “desarrollo”, que de igual manera ha sido tema en deuda por las razones en que se aduce la impronta de un falso desarrollo auspiciado desde hace siglos y traída por la actual empresa que se encarga de explotar los principales recursos, una zona de la cual aún sigue olvidada. Para PINEDA, citado por ORDÓÑEZ, “después de las decepciones por no encontrar El Dorado y El País de la Canela, esta región fue concebida [...] para la civilización en contraste con los Andes, al menos propicia para un eventual progreso o desarrollo”<sup>13</sup>; un desarrollo que eventualmente se tomaría como una vaga posibilidad para el desarrollo y el progreso.

---

13 ROBERTO PINEDA, cit. en CRISTIAN DAVID ORDÓÑEZ ARCOS. “Amazonía bajo amenaza Ecuador y Brasil en el marco del cambio climático” (tesis de maestría), Quito, Ecuador, Universidad Andina Simón Bolívar, 2019, disponible en [<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6649/4/T2876-MCCSD-Ordo%C3%B1ez-Amazonía.pdf>], p. 56.

#### IV. DESARROLLO SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES

Hablar de desarrollo sostenible de los bosques es hablar del resguardo de los ecosistemas, así como de la diversidad de especies que se hallan en una determinada región o área específica de la Amazonía. Atribuirle una importancia mayor al tema de sostenibilidad mediante el uso responsable de los recursos naturales, así como aquel recurso cuyo nivel de oxigenación es mayor proporcional a los daños que recibe. El desarrollo sostenible en primer lugar, es crear las condiciones no solo para el resguardo, sino para aquellos mecanismos que permitan la sostenibilidad de estos mismos recursos a través del tiempo. Según MAINI:

El término desarrollo ambientalmente sostenible, o más simplemente desarrollo sostenible, fue difundido por el Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo titulado *Nuestro futuro común*. En el mismo se define el desarrollo sostenible como el que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para hacer frente a las suyas<sup>14</sup>.

La satisfacción de las necesidades, sin contar claro está, con el sacrificio de las necesidades ambientales, parece obedecer a un juego del cual ningún gobierno estaría dispuesto a asumir con total entereza, debido en parte a que los organismos internacionales lo único que los motiva es el factor monetario, muy por encima del bienestar y la satisfacción ecosistémica, cada día más amenazada. Esta situación aun cuando ha sido un tema álgido en la mayoría de las discusiones ambientales de países tanto del primer como de los considerados en vías de desarrollo. Uno de los asuntos más emblemáticos y los inconvenientes que en la actualidad enfrentan los países, es que siempre se ha considerado a la biodiversidad un asunto menor en comparación con otro tipo de riqueza, tal y como lo ha señalado WILSON, citado por IZKO y BURNEO:

Cada país tiene tres formas de riqueza: material, cultural y biológica. Las primeras dos las entendemos bien, porque son la sustancia de nuestras vidas diarias. La esencia del problema de la biodiversidad es que la riqueza biológica es tomada menos en serio. Este es el mayor error estratégico, que se

---

14 J. S. MAINI. "Desarrollo sostenible de los bosques", en *Unasylva: Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales*, vol. 58, n.º 226-227, 2007, p. 47.

irá incrementando negativamente según el tiempo transcurra. Diversidad es una fuente potencial para una inmensa no descubierta riqueza material en la forma de comida, medicina, y amenidades<sup>15</sup>.

Cada nación, en este sentido, es responsable de los recursos que posee, su utilidad y empleo de los principales medios para su utilización. Su deterioro y posterior degradación será responsabilidad de estas mismas naciones quienes verán reducidas sus potencialidades por no establecer una política que menoscabara las acciones destructivas del planeta tierra.

---

15 EDWARD OSBORNE WILSON, cit. en XAVIER IZKO y DIEGO BURNEO. *Herramientas para la valoración y manejo forestal sostenible de los bosques sudamericanos*, Quito, Ecuador, UICN-Sur, 2003, p. 95.



## **CAPÍTULO TERCERO**

### **PARTICULARIDADES DE LAS ESPECIES ARBÓREAS**

Todos los ecosistemas están constituidos por árboles, siendo los elementos más singulares por las múltiples funciones ecológicas que ejecutan y la estabilidad natural que aportan a dichos ecosistemas. Sin embargo, en la actualidad se han generado múltiples desarborizaciones en las áreas agrícolas, eliminando enormes cantidades de diferentes especies arbóreas, sin tomar en consideración los beneficios que ellas aportan a la productividad y estabilidad de los sistemas agrarios y a la conservación de los recursos fundamentales y deficitarios en las zonas mediterráneas como el agua, o las zonas frágiles como el suelo.

La mayoría de los beneficios ecológicos que las especies arbóreas aportan a los ecosistemas son: la protección y mantenimiento de la fertilidad de los suelos, la moderación del clima originando ambientes favorables y estables para el crecimiento de las plantas, la regulación del ciclo del agua aumentando la humedad, disminuyendo la evapotranspiración de los substratos inferiores y favoreciendo la penetración del agua en los suelos. Así mismo, las especies arbóreas favorecen la biodiversidad y supervivencia de otros seres vivos<sup>16</sup>. Al respecto, DOMÍNGUEZ argumenta que las especies arbóreas:

Se han visto afectadas de forma directa o indirecta por la acción del hombre, el cambio del clima, la contaminación y la tala son alguno de los principales problemas que afectan a estos ecosistemas, pero la principal causa de la desaparición de los bosques es la explotación de los recursos que estos poseen, además

---

16 FUNDACIÓN GONDWANA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. *Principales especies y características para la arborización de las zonas agrarias. Guía n.º 4*, 2012, disponible en [<https://miradaverde.files.wordpress.com/2012/10/funcion-de-arboles-bosques.pdf>].

de causar un desequilibrio en el ecosistema ya que ellos son los hábitats de un gran número de especies<sup>17</sup>.

Por consiguiente, es importante reducir los impactos negativos o los riesgos que se causan en los bosques con la finalidad de realizar enormes cambios en los ecosistemas y en el desarrollo sostenible ambiental en cada uno de los países, lo cual puede ser posible mediante capacitaciones, estudios y concientización a los ciudadanos para tener mejores cuidados de los ecosistemas.

## I. FORESTACIÓN, REFORESTACIÓN Y DEFORESTACIÓN

La forestación es aquella actividad que estudia, fomenta y gestiona la práctica de las plantaciones, en especial de los árboles y bosques o “es la conversión de un área que no ha estado forestada por un periodo al menos de 50 años, a través de la plantación, semillado o promoción inducida por el hombre de la regeneración natural”<sup>18</sup>. Mientras que la deforestación es aquella actividad o proceso, por lo general inducido por el ser humano, en donde se destruyen las superficies forestales, es decir, es un proceso que se encarga de “desmontar total o parcialmente las formaciones arbóreas para dedicar el espacio resultante a fines agrícolas, ganadero o de otro tipo”<sup>19</sup>. Por último, la reforestación es un proceso mediante el cual se repueblan zonas que en el pasado estaban cubiertas de bosques eliminados por diferentes motivos; en otras palabras, “es la conversión de un área que estuvo forestada, pero fue deforestada a través de la plantación, semillado o promoción inducida por el hombre de la regeneración natural”<sup>20</sup>.

---

17 DELMA DOMÍNGUEZ SALCEDO. “Índice de valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies arbóreas en tres tipos de bosques, departamento de Madre de Dios – 2017” (tesis de pregrado), Puerto Maldonado, Perú, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2018, disponible en [<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/319>], p. 38.

18 INFOBOSQUES. *Deforestación y reforestación*, 2016, p. 3.

19 Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, cit. en ídem.

20 INFOBOSQUES. *Deforestación y reforestación*, cit., p. 4.

## II. CAUSAS Y AGENTES DE LA DESFORESTACIÓN

### – *Causas*

- Tala de madera inmoderada
- Generación de mayor extensión de tierras para la ganadería y agricultura
- Incendios
- Construcción de espacios rurales y urbanos
- Incremento de la población humana
- Enfermedades y plagas de los árboles
- Cambio climático
- Minería: extracción de gas, petróleo y minerales
- Aprovechamiento forestal

### – *Agentes*

- Ganaderos: talan los bosques para la siembra de pastos
- Agricultores de quema y roza: descombran el bosque para la siembra y el cultivo
- Agricultores comerciales: talan los bosques para la plantación y cultivo comercial
- Pastores de menor o mayor ganado
- Madereros: cortan árboles maderables con fines comerciales, lo que genera amplios caminos en la tierra
- Empresas de plantaciones forestales: utilizan los árboles ya talados para proveer a la industria de papel y pulpa
- Recolectores de leña
- Mineros y petroleros

- Planificadores de colonización rural: relocalizan a los habitantes en las áreas forestales y crean proyectos de asentamiento para los pobladores locales
- Planificadores de infraestructuras: la construcción de carreteras y caminos en las áreas forestales promueven la deforestación

### III. TIPOS DE BOSQUES EN PERÚ

Según Infobosques<sup>21</sup>, Perú es uno de los países de América Latina que presenta superficies boscosas con 72 millones de hectáreas aproximadamente, lo que constituye cerca de un 57% del territorio. De esta manera, estas superficies resultan ser sus principales recursos naturales renovables, así como también sirven para el turismo y actividades socioculturales realizados por los ciudadanos. A pesar de existir múltiples tipos y calidades de bosques, los que más se presentan en Perú son los siguientes:

- *Bosques secos de montaña o ceibal*: ubicados en la costa norte (Piura, Tumbes, Lambayeque y La Libertad) y su crecimiento oscila entre los 500 y 1.200 m.s.n.m. Son bosques que crecen en zonas de colinas, que dependen de las lluvias y se caracterizan por la presencia de árboles del ceibo, palo borracho o tusnshu y de especies arbóreas como el polopolo, el huarahumo, el pasallo, el guayacán, el hualtaco, el overal, el papelillo, el porotillo, el palo santo, entre otros.
- *Manglares*: son los bosques que crecen a orillas del mar o en las aguas salobres de los estuarios fluviales cuya vegetación es capaz de vivir en este tipo de aguas, donde incluso varias especies excretan sal a través de sus hojas. Por lo general, se encuentran en la desembocadura de los ríos Piura, Chira, Zarumilla y Tumbes. Estos bosques están constituidos por el mangle rojo (*Rizophora mangle*) y por otras especies como el jelfí. Así mismo, los manglares son zonas marinas productivas ya que los animales terrestres penetran en ellos en busca de alimento y también se produce un intercambio continuo de la fauna marina como cocodrilos, langostinos, peces, moluscos, entre otras.

---

21 INFOBOSQUES. *Clasificación de los bosques*, 2019.

- *Bosques secos interandinos*: se ubican en zonas donde las precipitaciones son escasas por las condiciones climáticas y orográficas. Por lo general, se encuentran en los valles interandinos como Marañón (La Libertad, Amazonas, Cajamarca y Ancash), Huacambamba (Piura), Pampas (Apurímac y Ayacucho), Chamaya (Cajamarca) y Pachachaca. Así mismo, el clima de los valles interandinos es cálido y seco en las partes bajas y húmedo y templado en las laderas por lo que estos bosques pierden las hojas durante la época y reverdecen cuando inician las lluvias, además de contar con una amplia y especial fauna endémica (paloma del Marañón, el jergón shushupe, el canastero del Marañón, entre otras).

- *Bosque Tropical de Tumbes*: se ubica en el interior del departamento, en especial en la zona de El Caucho, tiene una extensión de 22.500 hectáreas, con elevaciones que van desde los 600 hasta los 1.200 m.s.n.m. Presenta un clima tropical húmedo con altas temperaturas (sobre los 25°C) y su vegetación se conforma por un bosque denso con altos árboles (sobre los 30 metros) y denso sotobosque. Del mismo modo, las especies arbóreas más resaltantes son el palo de vaca, los higuerones, el pretino, el ajo-ajo, la lúcuma, el palo balsa y múltiples especies palmeras.

- *Bosques andinos*: existían grandes extensiones de este tipo de bosque en las alturas andinas, pero fueron talados durante la Colonia para la leña, la ampliación de las zonas agropecuarias y como combustible para la minería. Hoy en día, sólo quedan unas 93 mil hectáreas aproximadamente, en elevaciones desde los 3.000 hasta los 4.500 m.s.n.m. y se encuentran en zonas aisladas protegidas por los parques nacionales. Este tipo de bosque es conocido como el bosque de keñua o quinual ya que presentan árboles del mismo nombre que crecen a grandes alturas y que están adaptados al frío, ya que su corteza se descascara y forma una cubierta de protección gruesa contra las temperaturas bajas.

- *Bosques de selva alta - bosques de neblina - bosques húmedos de montañas*: se ubican en las vertientes occidentales y orientales de los Andes y cubren aproximadamente 15 millones de hectáreas en elevaciones desde los 800 hasta los 3.700 m.s.n.m. Estos tipos de bosques son húmedos y muy densos ya que tiene árboles cubiertos por gran cantidad de epifitas que siempre tiene presencia de neblina y el suelo se cubre

con una capa muy profunda de humus. Debido a sus características físicas, químicas, climáticas y a la constante quema y tala de árboles, esta región está expuesta a una erosión acelerada con tendencias a deslizamientos de tierra. Así mismo, tiene una vegetación muy variada en especies epífitas y arbóreas como las bromelias, orquídeas aráceas, musgos, helechos y líquenes.

- *Bosques de selva baja*: suele ser la ecorregión más extensa de Perú, cuyo límite está cerca de los 800 m.s.n.m. y con un clima cálido tropical con constantes temperaturas (promedio 24-26°C mensual). Estos ecosistemas terrestres tienen dominancia de bosques bajiales o inundables, bosques ribereños y bosques de altura o no inundables, así como también de diversas palmeras como pacaes, aguajales y formaciones de bambú guadua.

#### IV. PARÁMETROS ESTRUCTURALES DE LAS ESPECIES ARBÓREAS

En la mayoría de los bosques, la estructura y el tipo se relacionan con las condiciones climáticas y edáficas del lugar de manera directa. Por un lado, el clima específico de la zona es la función de las condiciones climáticas regionales que están influenciadas por la topografía y por las características de la superficie del terreno, mientras que, por otro lado, las condiciones edáficas están constituidas por las características geológicas, patrones de drenaje y la historia del desarrollo y dinámica de los suelos. De esta manera, la estructura del bosque establece las propiedades del dosel mediante patrones de enrarecimiento y acumulación de biomasa lo que contribuye a la protección del suelo<sup>22</sup>.

##### *A. Abundancia*

Según LAMPRECHT, citado por BÁEZ, la abundancia es el “número de árboles por especie, en donde el valor determina cuál es la participación de una especie con respecto al número total de individuos”<sup>23</sup>. En

---

22 DOMÍNGUEZ SALCEDO. “Índice de valor de importancia, diversidad y similitud florística de especies arbóreas en tres tipos de bosques, departamento de Madre de Dios – 2017”, cit.

23 HANS LAMPRECHT, cit. en SUFER MARCIAL BÁEZ QUISPE. “Evaluación dendrológica de especies forestales en un bosque de tierra firme en la concesión Gallocunca, sector Baltimore,

otras palabras, es el número de individuos por especie y por hectárea (abundancia absoluta) con respecto al número total de individuos (abundancia relativa).

### *B. Dominancia*

Según LAMPRECHT, citado por BÁEZ, la dominancia es “el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. En bosques tropicales por razones prácticas se emplean las áreas basales”<sup>24</sup>. En otras palabras, la dominancia es el área que ocupan las especies en el ambiente y se determina por expresión del área basal en función al área muestral. La dominancia absoluta de una especie se define como la suma de las áreas individuales basales, la cual se expresa en m<sup>2</sup>; mientras que la dominancia relativa se define como la suma de la proporción de una especie en el área basal total evaluada.

### *C. Frecuencia*

Siguiendo a LAMPRECHT, citado por BÁEZ, la frecuencia es “la existencia o falta de una especie en determinada subparcela”<sup>25</sup>. La frecuencia permite establecer el número de parcelas en que existe o se ausenta una determinada especie con respecto al total de las parcelas preestablecidas. La frecuencia absoluta se define como la existencia en todas las subparcelas expresada en porcentajes, mientras que la frecuencia relativa se define como la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies expresada en porcentajes. Este parámetro es fundamental ya que da una idea aproximada de la homogeneidad del bosque a estudiar.

---

distrito de Tambopata, provincia Tambopata - departamento de Madre de Dios” (tesis de pregrado), Madre de Dios, Perú, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2014, disponible en [<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/101>], p. 40.

24 Ídem.

25 HANS LAMPRECHT, cit. en BÁEZ QUISPE. “Evaluación dendrológica de especies forestales en un bosque de tierra firme en la concesión Gallocunca, sector Baltimore...”, cit., p. 40.

#### *D. Índice de Valor de Importancia –IVI–*

Este parámetro fue formulado por JOHN THOMAS CURTIS y ROBERT P. MCINTOSH en 1951, el cual suma los tres parámetros: abundancia relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa. Según LAMPRECHT, citado por BÁEZ, “la obtención de IVI similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, en sus estructuras, en lo referente al sitio y en su dinámica”<sup>26</sup>. De esta manera, este parámetro permite evaluar el peso ecológico de cada especie existencia en el tipo de bosque a estudiar y, por ende, permite conocer mejor la importancia sociológica de cada especie.

#### V. DIVERSIDAD

La diversidad permite la comparación de las comunidades vegetales con respecto a la cantidad de especies que las constituyen y a la proporción en que se encuentran distribuidas, y puede ser medida mediante distintos índices basados en las cantidades estimadas de las diversas especies en estudio. Según LÓPEZ-HERNÁNDEZ *et al.*, “la diversidad de especies son características que reflejan la estructura y caracterizan a una comunidad de otra por lo que también se le da el nombre de heterogeneidad de especies”<sup>27</sup>. Por otro lado, para medir la diversidad de las especies arbóreas se pueden utilizar los siguientes índices:

Índice de Shannon: mide el grado de incertidumbre en donde si existe una diversidad baja, la diversidad de tomar al azar una determinada especie es alta; mientras que, si existe una diversidad alta, será difícil predecir a qué especie pertenecerá el individuo tomado al azar. Suele ser el índice que se utiliza con más frecuencia ya que mide la equidad y la relación con la riqueza de especies<sup>28</sup>.

- 
- 26 BÁEZ QUISPE. “Evaluación dendrológica de especies forestales en un bosque de tierra firme en la concesión Gallocunca, sector Baltimore...”, cit., p. 41.
- 27 JUAN ANTONIO LÓPEZ HERNÁNDEZ, ÓSCAR A. AGUIRRE CALDERÓN, EDUARDO ALANÍS RODRÍGUEZ, JOSÉ CARLOS MONARREZ GONZÁLEZ, MARCO A. GONZÁLEZ TAGLE y JAVIER JIMÉNEZ PÉREZ. “Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México”, en *Madera y Bosques*, vol. 23, n.º 1, 2017, disponible en [[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712017000100039](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712017000100039)], p. 46.
- 28 DOMÍNGUEZ SALCEDO. “Índice de valor de importancia, diversidad y similitud florística de especies arbóreas en tres tipos de bosques, departamento de Madre de Dios – 2017”, cit.

Índice de Simpson: mide el número de parejas de individuos escogidos al azar que se deberían tomar en cuenta hasta conseguir la pareja de la misma especie. En este índice la alta dominancia es igual a escasa diversidad, es decir, que se mide el grado de dominancia de unas determinadas especies y su inverso es lo que representa la equidad.

Índice de Fisher: realiza comparaciones casi fieles del nivel de diversidad de especies entre diferentes áreas, las cuales pueden variar en términos de abundancia de acuerdo a un determinado sitio. Este índice determina que la riqueza de especies depende del número de individuos analizados permitiendo verificar si realmente una parcela de bosque es más diversa que otra.

## VI. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

La distribución y constitución de especies pueden variar de manera extensa de un punto a otro y está influenciado por los gradientes ambientales como drenaje, humedad, pendiente, intensidad de luz y tipo de suelo. Para DALE, citado por SABOYA, estudiar la distribución espacial de las especies es “un factor fundamental para comprender o determinar el efecto de sucesos pasados sobre el patrón de distribución actual, lo cual permite generar hipótesis sobre los procesos biológicos o ambientales que estructuran los bosques”<sup>29</sup>. De esta manera, la distribución espacial permite conocer la historia natural, la competencia, las dinámicas poblacionales y los procesos que regulan y mantienen la biodiversidad, sin embargo, para lograr el entendimiento de los patrones de distribución espacial de los individuos de cada especie es fundamental estudiar los factores edáficos y climáticos, ya que estos guardan estrecha relación con la heterogeneidad ambiental.

---

29 MARK RANDALL THOMAS DALE, cit. en NORA SABOYA TORREJÓN. “Distribución espacial de las especies arbóreas aprovechables, de la parcela de corta anual 2 bloque 11 de la Comunidad Nativa Santa Mercedes, Río Putumayo, Perú” (tesis de pregrado), Iquitos, Perú, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2013, disponible en [<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2439>], p. 12.



**CAPÍTULO CUARTO**  
**DIVERSIDAD, DOMINANCIA Y DISTRIBUCIÓN**  
**DE LAS ESPECIES ARBÓREAS: CASO EN MADRE DE DIOS, PERÚ**

Las ciencias biológicas y otras corrientes científicas relacionadas con la materia determinan que una de las grandes dificultades para el aprovechamiento forestal son los patrones y las formas en que se encuentran dispersas las especies, limitando las posibilidades de un buen estudio y utilidad y aumentando los costos de extracción de manera considerable. Es por ello que es necesario conocer las características y particularidades que tiene cada hábitat y cada especie que reside en ella, de manera que facilite los programas de estudios y de aprovechamiento y ofrezca información valiosa y fundamental para los trabajos de ordenación forestal, silvicultura, biología, química, dendrología, etc.; incentivando el avance acelerado en el desarrollo y mejoramiento de las técnicas de uso y manipulación. El estudio de la diversidad, dominancia y distribución de las especies arbóreas es de gran interés para el ámbito científico debido a que estudia la relación del crecimiento de los árboles y de las masas arboladas y la eficiencia de los muestreos de los inventarios florísticos, permitiendo el uso y los cuidados adecuados de los ecosistemas para mantener la biodiversidad; además, se toma en consideración que este es un estudio que tiene carencias de información en las disciplinas biológicas y ecológicas y, por consiguiente, este trabajo de investigación busca establecer un análisis comparativo de los patrones de diversidad florística, dominancia y distribución de especies arbóreas en el departamento de Madre de Dios, región de la Amazonía peruana.

## I. DIAGNÓSTICO APLICADO A LA INVESTIGACIÓN

### *A. Hipótesis*

Existen diferencias entre la variación en los patrones de diversidad florística, dominancia y distribución de árboles en el departamento de Madre de Dios, Perú.

### *B. Objetivo general*

Analizar los patrones de diversidad, dominancia y distribución de árboles en el departamento de Madre de Dios, Perú.

### *C. Objetivos específicos*

- Analizar los inventarios florísticos elaborados para la región Madre de Dios, Perú.
- Describir los patrones de la composición florística arbórea.
- Determinar la variación de la riqueza y diversidad de árboles en los diferentes tipos de bosques de Madre de Dios, Perú.
- Determinar el patrón de distribución de los árboles de Madre de Dios, Perú, a partir del cálculo de la dominancia, la abundancia y el IVI.

### *D. Materiales*

#### *– Materiales de campo*

- Tijera telescópica pica plantas
- Tijera podadora de muestras
- Subidores de árboles y sogas
- Binoculares
- Libretas de campo especiales
- Lápices
- Marcador permanente color negro

- GPS marca Garmin
- Papel periódico para prensar especímenes
- Rafia o drisa
- Alcohol al 76%
- Cinta maskintape
- Etiquetas para codificación de muestras
- Lupa 10 X
- Navaja de mano
- Machete gavilán mediano con funda
- Bolsas de plástico herméticas
- Cámara fotográfica digital mayor de seis megapíxeles

– *Material de gabinete*

- Base de datos del herbario MOL (Facultad de Ciencias Forestales y Medio Ambiente, UNALM), en coordinación con el Ph.D. CARLOS REYNEL RODRÍGUEZ
- Base de datos del Herbario USM (Universidad Nacional de San Marcos), en coordinación con el biólogo SEVERO BALDEÓN
- Base de datos digital de Brako & Zaruchi, 1993
- Base de datos digital en línea The PlanList, 2015
- Base de datos digital en línea de Smithsoian Institution - USA, 2015
- Base de datos digital en línea del New York Botanical Garden - USA, 2015
- Base de datos digital en línea Taxonomic Name Resolution Service, v 3.2
- Base de datos del TEAM (Tropical Ecology Assessment & Monitoring Network) Provincia del Manu, 2015
- Base de datos digital en línea de RAINFOR (Red Amazónica de Inventarios Forestales), 2015
- Base de datos del Missouri Botanical Garden, 2015
- Base de datos digital en línea de ATRIUM, 2015
- Laptop
- Guías del herbario Alwyn Gentry
- Manual de clave para identificación
- Horno secador de muestras botánicas
- Muestras secas del herbario Alwyn Gentry

- Papel bond A-4.
- Muestras padrón de identificación de especímenes
- Literatura especializada para la identificación de especímenes

## *E. Metodología*

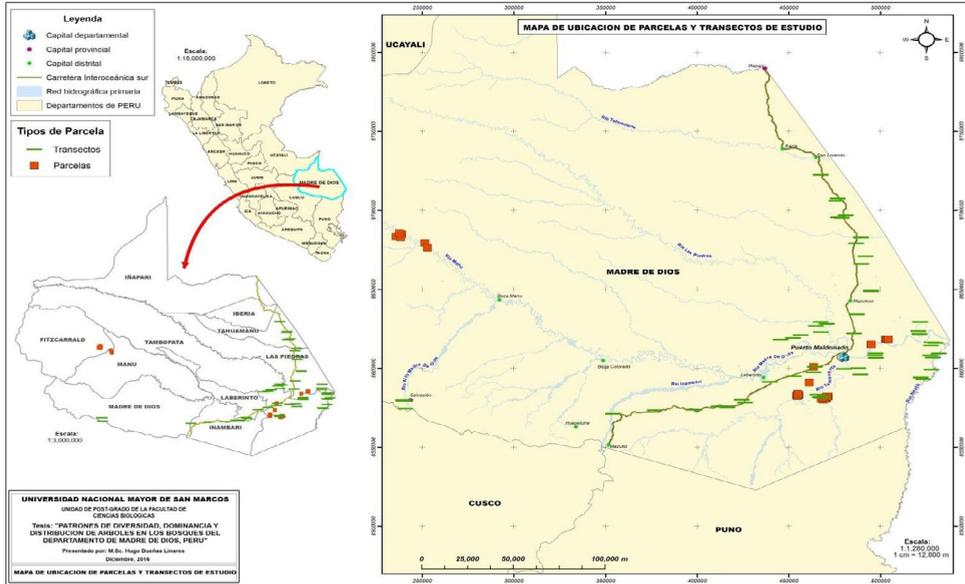
### *– Ubicación del área de estudio*

La región Madre de Dios se encuentra ubicada en la parte suroeste de Perú, cuya capital es la ciudad de Puerto Maldonado; se localiza en la Amazonía sur del Perú (ver Figura 1). Su superficie es 85.300,54 km<sup>2</sup> representando el 0,5% de la población nacional. Madre de Dios limita con Ucayali y Brasil por el Norte, con Puno y Cusco por el Sur, con Bolivia y Brasil por el Este y con Cusco y Ucayali por el Oeste. Cuenta con una población de 109.555 habitantes y consta de tres grandes provincias y 11 distritos<sup>30</sup>.

---

30 VIAJAR A PERÚ. *Departamento de Madre de Dios*, disponible en [<https://www.viajaraperu.com/departamento-de-madre-de-dios>].

**Figura 1**  
**Mapa de ubicación de las diferentes parcelas de árboles para Madre de Dios - Perú**



– *Análisis de la situación actual de la información sobre la diversidad, dominancia y distribución de árboles en Madre de Dios*

Para el presente estudio comparativo de la diversidad florística, dominancia y distribución de las especies arbóreas, la información se obtuvo en base a la interpretación de las imágenes de satélites, las exploraciones de campo con colectas de muestras de herbario y el análisis de inventarios de parcelas permanentes y transectos para la región de Madre de Dios, Perú.

Para facilitar el análisis, se tomó la caracterización de las 22 formaciones vegetales naturales y un complejo de vegetación compuestos por los cultivos de período vegetativo corto, pastizales, frutales y vegetación sucesional de regeneración o purmas<sup>31</sup>. Así mismo, se compiló un conjunto de ocho grupos de datos de inventarios de árboles de

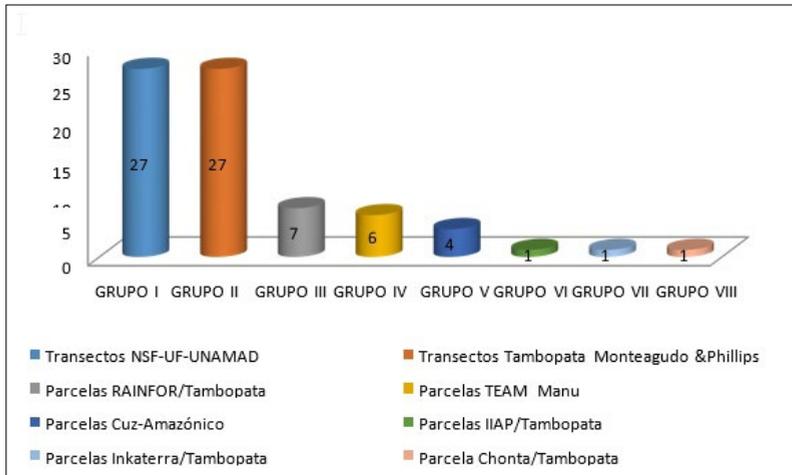
31 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA. *Zonificación ecológica y económica del departamento de Amazonas*, Lima, Perú, Gobierno Regional de Amazonas, 2010.

diferentes tipos de bosques en la región de Madre de Dios, correspondientes a las provincias de Manu, Tambopata y Tahuamanu. Cada conjunto de datos incluyó: transectos Gentry modificado de 0,1 ha. (27 del proyecto NSF-UF-UNAMAD, eje de la carretera interoceánica, provincias de Tahuamanu y Tambopata; 27 transectos escogidos al azar del proyecto diversidad y composición arbórea en Tambopata, Madre de Dios; y parcelas  $\geq$  de cinco a 30 parcelas de 1,0 ha., donde todos los árboles tienen  $\geq$  10 cm. DAP.

**Tabla 1**  
**Resumen total de parcelas y transectos**  
**en la región Madre de Dios, Perú**

PARCELAS / TRANSECTOS	Superf.	GRUPO								TOTAL
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Parcelas RAINFOR/ Tambopata	1,0 ha	7								7
Parcelas Cuz-Amazónico	1,0 ha		4							4
Parcelas TEAM_Manu	1,0 ha			6						6
Parcelas IIAP/ Tambopata	1,0 ha				1					1
Parcelas Inkaterra/ Tambopata	1,0 ha					1				1
Parcela Chonta/ Tambopata	1,0 ha						1			1
Transectos NSF-UF- UNAMAD	0,1 ha							27		27
Transectos Tambopata Monteagudo y Phillips	0,1 ha								27	27
<b>TOTAL</b>										<b>74</b>

**Figura 2**  
**Resumen de parcelas y transectos de inventarios de árboles en Madre de Dios, Perú**



En la Tabla 1 y Figura 2 se compiló un conjunto de datos de inventarios de árboles con un ( $\text{DAP} \geq 10 \text{ cm.}$ ), localizados en diferentes tipos de bosques. Así mismo, se manejó la base de datos de ForestPlots.net<sup>32</sup>, con los respectivos permisos para utilizar los datos de la Red Amazónica de Inventarios Forestales –RAINFOR–. Además, se usaron parcelas permanentes del proyecto TEAM (<https://tnrs.biendata.org/>), datos proyecto ITA-Tambopata<sup>33</sup>, Proyecto árboles IIAP-Tambopata<sup>34</sup> y Chonta<sup>35</sup>. Los datos de las parcelas permanentes fueron organizados y compilados en

32 [<https://www.forestplots.net>].

33 HUGO DUEÑAS LINARES, CARLOS NIETO RAMOS, J. PEÑA y F. KUAQUIRA. “Diversidad, composición florística y stock de carbono almacenado en la biomasa de dos hectáreas de bosque húmedo tropical en la Reserva Ecológica de Inkaterra, Tambopata - Madre de Dios” (informe final de investigación”, Puerto Maldonado, Perú, UNAMAD, 2012.

34 DANTE CUEVA ALTAMIRANO. “Caracterización dendrológica en 1 ha de bosque de terraza alta en el Centro de Investigación de la localidad de Fitzcarrald km. 21,5 distrito de Tambopata, provincia de Tambopata - Madre de Dios” (tesis de licenciatura), Puerto Maldonado, Perú, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2018, disponible en [<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/100>].

35 SUFER MARCIAL BÁEZ QUISPE y JAIME OBLITAS MACHACA. “Diversidad arbórea y estructura en un bosque de tierra firme del sector Unión Chonta, distrito Tambopata - región Madre de Dios”, en *Mentor Forestal*, vol. 1, n.º 1, 2017, pp. 24 a 28, disponible en [<http://revistas.unamad.edu.pe/index.php/mentor/article/view/98/96>].

una base de datos en Excel y se organizaron en matrices para familias, géneros y especies según parcela. Los nombres científicos, géneros y familias aceptados fueron revisados y corregidos usando la aplicación TNRS<sup>36</sup> (*Taxonomic Name Resolution Service*), un servicio de resolución de nombres taxonómicos y la página web especializada del Missouri Botanical Garden<sup>37</sup>. Las especies, géneros y familias se clasificaron de acuerdo al Angiosperm Phylogeny Group<sup>38</sup>.

Otra herramienta que se utilizó fue la base de datos de la Universidad de Leeds en Inglaterra, donde se obtuvieron los respectivos permisos para utilizar los datos de RAINFOR. De igual manera, los datos de parcelas permanentes de TEAM para la región Madre de Dios, datos del proyecto NSF-UF-UNAMAD, proyecto ITA-Tambopata, Proyecto árboles IAP-Tambopata, IAP/Proyecto de diversidad y composición arbórea de Tambopata, proyecto Árboles Chonta/Tambopata; entre otras investigaciones. Los datos de las parcelas permanentes y transectos fueron organizados en una base de datos para su análisis por grupos:

- Parcelas de 1,0 ha.: TAMB, CUZ, MANU, ITA, Inkaterra, Chonta
- Transectos: NSF-UNAMAD-UF-UFAC, Monteagudo, etc.

Además, se procedió a la limpieza de los datos en referencia a los “indet” y a las “morfoespecies”, para no sobrestimar los cálculos de la riqueza, diversidad alfa y composición florística de las comunidades evaluadas y que los resultados fueran lo más confiables y verídicos. De igual modo, se elaboraron mapas de gradiente altitudinal para observar los vacíos de información (ver Figura 4), y un mapa de gradien-

---

36 BRAD BOYLE, NICOLE HOPKINS, ZHENYUAN LU, JUAN ANTONIO RAYGOZA GARAY, DMITRY MOZZHERIN, TONY REES, NAIM MATASCI, MARTHA L. NARRO, WILLIAM H. PIEL, SHELDON J. MCKAY, SONYA LOWRY, CHRIS FREELAND, ROBERT K. PEET y BRIAN J. ENQUIST. “The taxonomic name resolution service: an online tool for automated standardization of plant names”, en *BMC Bioinformatics*, n.º 14, art. 16, 2013, pp. 1 a 14, disponible en [<https://bmcbioinformatics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2105-14-16#:~:text=The%20TNRS%2C%20or%20Taxonomic%20Name,name%20parsing%20and%20fuzzy%20matching>].

37 [<http://tropicos.org>].

38 THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. “An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV”, en *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 181, n.º 1, mayo de 2016, pp. 1 a 20, disponible en [<https://academic.oup.com/botlinnean/article/181/1/1/2416499>].

te altitudinal y curvas de nivel, los cuales fueron traslapados con las parcelas permanentes de inventarios y con los respectivos transectos (Figura 5).

Todos estos datos fueron analizados y comparados a nivel de parcelas y transectos, en relación a la diversidad, dominancia y distribución de las especies arbóreas; así como también fueron comparados con los datos de campo de este trabajo investigativo de diferentes parcelas establecidas en sitios con vacíos de información. El análisis de la información de las bases de datos, abarcó los siguientes pasos:

- Nivel de información de los Inventarios de parcelas permanentes de RAINFOR y TEAM
- Cronología de los inventarios
- Investigadores principales y/o organizaciones
- Mapa de distribución altitudinal de las parcelas permanentes
- Mapa de vacíos de información de parcelas en la región de Madre de Dios, Perú
- Análisis de la diversidad florística de los inventarios de las parcelas

– *Establecimiento de las unidades muestrales*

Para el establecimiento de las parcelas permanentes de una hectárea 100 x 100 m., se utilizó la metodología propuesta por RAINFOR<sup>39</sup>. Para la evaluación de los transectos de 0,1 ha. del proyecto NSF-UF-UNAMAD, provincias de Tambopata y Tahuamanu y del proyecto de diversidad y composición arbórea<sup>40</sup>, provincia de Tambopata; el enfoque fue una

---

39 OLIVER PHILLIPS, TIM BAKER, TED FELDPAUSCH y ROEL BRIENEN. *RAINFOR Manual de Campo para el Establecimiento y la Remediación de Parcelas*, The Royal Society, 2016, disponible en [[http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/Manual/RAINFOR\\_field\\_manual\\_version2016\\_ES.pdf](http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/Manual/RAINFOR_field_manual_version2016_ES.pdf)].

40 NADIR C. PALLQUI, ABEL MONTEAGUDO, OLIVER L. PHILLIPS, GABRIELA LÓPEZ GONZÁLEZ, LUCIANO CRUZ, WASHINGTON GALIANO, WILFREDO CHÁVEZ y RODOLFO VÁSQUEZ. "Dinámica, biomasa aérea y composición florística en parcelas permanentes. Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú", en *Revista peruana de biología*, vol. 21, n.º 3, 2014, pp. 235 a 242, disponible en [[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332014000300006](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332014000300006)].

modificación de un inventario usado primero de manera extensiva en bosques tropicales<sup>41-42</sup>. Los bosques en cada localización fueron muestreados en diez sub-parcelas de 2 x 50 m., totalizando 0,10 ha. y localizados dentro de una muestra tipo rejilla 100 x 180 m., como se pudo observar en la Figura 3, para muestrear de manera sistemática 1,8 ha. de bosque (ver Figuras 4 y 5).

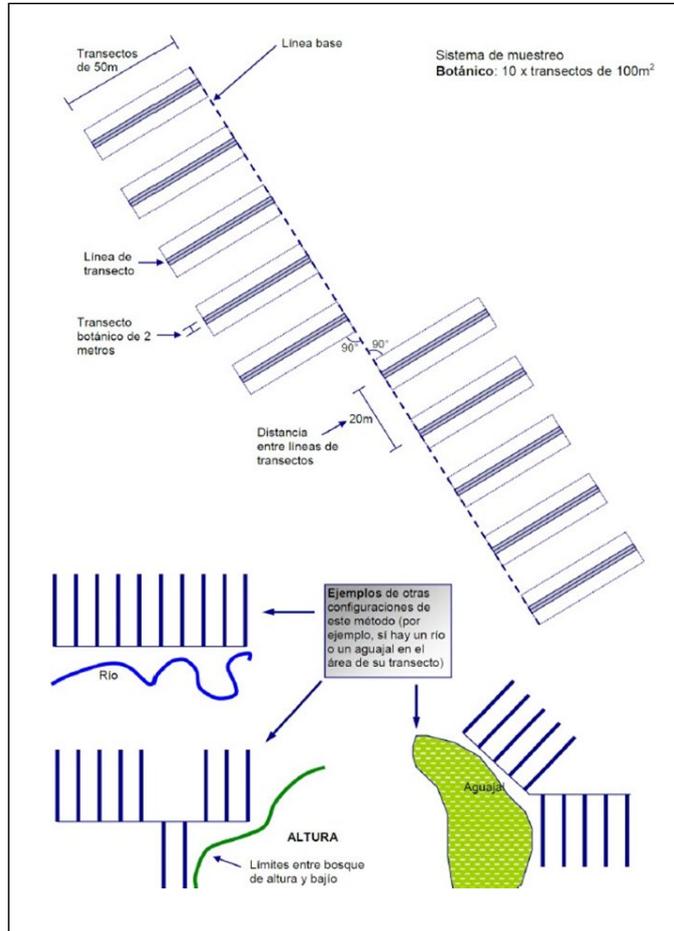
Cada planta no escandente con raíces dentro del área del transecto y con un tallo  $\geq 2,5$  cm. a una altura de 1,30 m. (= diámetro a la altura del pecho, DAP) fueron incluidas en la muestra y cada planta fue medida, identificada y registrada como única "morfoespecie". Las colecciones botánicas "vouchers" fueron hechas para cada única especie y las colecciones repetidas de plantas estériles fueron con frecuencia necesitadas para distinguir las morfoespecies. Una serie de duplicados están depositados en el Herbario Vargas (CUZ) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y en el Herbario Alwyn Gentry de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Perú, en el Missouri Botanical Garden (MO); en el Herbario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (USM); en donde los "vouchers" se identificaron y referenciaron.

---

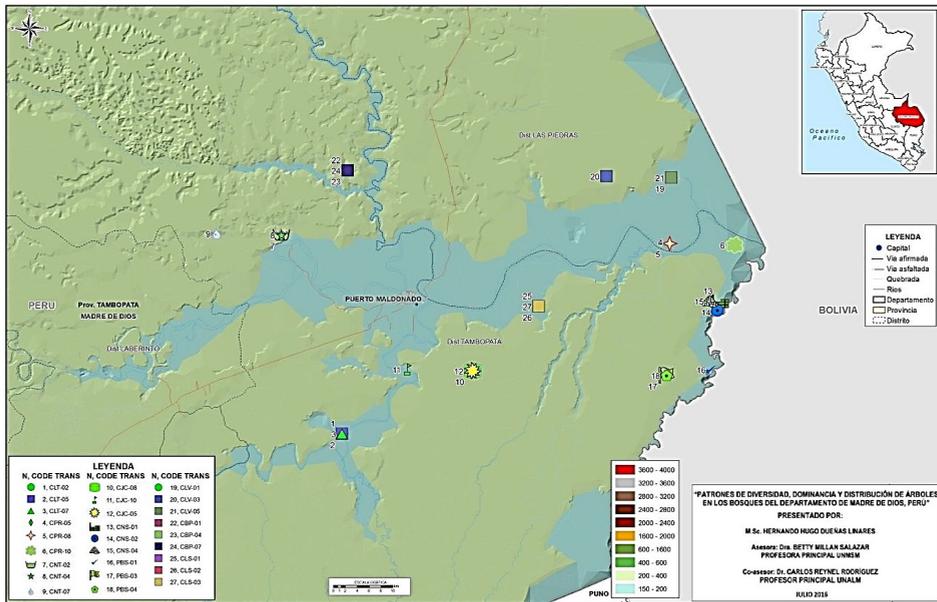
41 ALWYN HOWARD GENTRY. "Neotropical floristic diversity: Phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the andean orogeny?", en *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 69, n.º 3, 1982, pp. 557 a 593.

42 ALWYN HOWARD GENTRY. "Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 75, n.º 1, 1988, pp. 1 a 34.

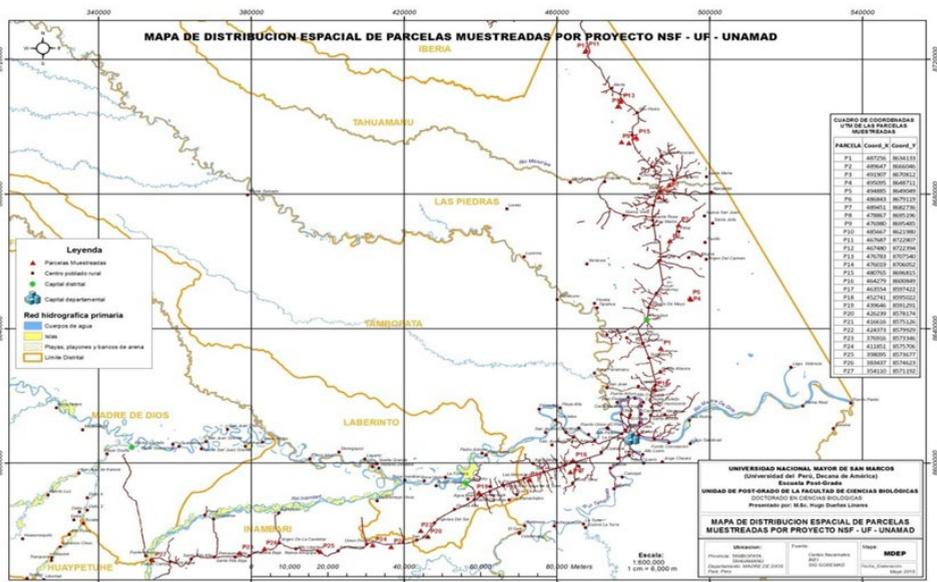
**Figura 3**  
**Esquema de un transecto de 0,10 ha. aplicado a la evaluación de la riqueza, diversidad y composición florística arbórea en los bosques maduros de tierra firme de Madre de Dios, Perú**



**Figura 4**  
**Mapa del área de estudio para transectos Gentry Tambopata**



**Figura 5**  
**Mapa de ubicación de las diferentes parcelas de árboles del proyecto NSF-carreteras**



Fuente: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios y Universidad de Florida - USA.

– *Examen de colecciones botánicas en bosques de Madre de Dios*

La mayoría de las muestras florísticas neotropicales fueron incompletas: por lo general algunas especies no pudieron ser identificadas porque fue imposible verificar con confianza las colecciones estériles a un concepto conocido de especie. Además, los nombres de las especies cambian, así que la lista de las especies de cualquier muestra de bosque neo-tropical estuvo en un estado de flujo continuo. Por consiguiente, este trabajo investigativo limitó las comparaciones al esfuerzo requerido para alcanzar una muestra de campo completa de cada especie. De esta manera, para completar cada muestra de campo:

1. El diámetro de cada árbol fue medido.
2. Cada especie en la muestra fue correctamente identificada o fue colectada y se le asignó una morfoespecie para determinado transecto o parcela.
3. Múltiples duplicados de cada colección fueron preservados en alcohol.
4. Las notas de campo y los cuadernos de colección fueron adecuadamente anotados.
5. Se realizó la lectura y registro de la muestra de 0,10 ha. mediante un GPS.

Por otro lado, para la confirmación posterior de las identificaciones se recolectó en cada sitio por lo menos una muestra botánica de cada especie y además se recolectaron todos los individuos que no se pudieron identificar con seguridad en el campo. Las muestras botánicas colectadas se depositaron en el Herbario Vargas cuz y el Herbario Alwyn Gentry de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Así mismo, las coordenadas geográficas de los sitios de muestreo se midieron con un Sistema de Posición Geográfica (GPS) portátil. En las coordenadas obtenidas hubo un error de entre 100 y 150 m. y por eso se midieron las coordenadas en varios puntos para obtener un promedio más seguro.

Por otra parte, se midieron los diámetros de todos los individuos de árboles y arbustos con  $DAP \geq 2,5$  cm. y se identificaron las especies; también el diámetro se midió por encima de los árboles con grandes raíces tablares sobre la altura del pecho (1,30 cm.). Las colecciones se clasificaron en especies y morfoespecies y para facilitar su identificación se anotó la presencia y color de exudados, características de las hojas y de la corteza (olor y textura), tipo de ramificación y el color de flores o frutos. Los especímenes fueron identificados en el Herbario Alwyn Gentry de UNAMAD. Se determinó por comparación con las muestras de herbario, la consulta y ayuda de los especialistas en base a la clasificación del APG IV<sup>43</sup>.

Los nombres científicos fueron revisados con claves y listados en las páginas web del IPNI<sup>44</sup> y TROPICOS<sup>45</sup>. Los géneros y familias fueron corroborados con la clasificación filogenética de las angiospermas, en la base de datos de APG IV. Los géneros que no estuvieron en la APG IV se asignaron a la familia reconocida en la literatura más reciente. Por último, las familias, géneros y especies fueron compilados en una matriz primaria.

#### *– Determinación de la diversidad arbórea y la composición florística en los bosques de Madre de Dios*

Se realizó la caracterización y comparación de la diversidad y composición florística arbórea entre los sitios evaluados. La composición florística se analizó utilizando las variables: riqueza de especies, riqueza de géneros y familias. En la comparación de la diversidad arbórea se calcularon los índices de  $\alpha$ -Fisher [ $S = a \ln (1 + 1/a)$ ] y Shannon-Weaver [ $H' = - \sum p_i \ln p_i$ ] utilizando el software Paleontological STatistics versión 3.16<sup>46</sup>.

Por otro lado, para el análisis estructural se calcularon los parámetros fitosociológicos de dominancia (área basal  $m^2/ha.$ ) y abundancia de cada especie y mediante la suma de ambos, se obtuvo el índice de

---

43 THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. "An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV", cit.

44 [<http://www.ipni.org/>].

45 [<http://www.tropicos.org/>].

46 ØYVIND HAMMER, DAVID HARPER y PAUL RYAN. "Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis", en *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, n.º 1, 2001, pp. 1 a 9.

importancia (IIE, ecuación 1) de cada especie y familia (escala de 0 - 100%) por parcela y tipo de bosque. El IIE es una versión simplificada del Índice de Valor de Importancia –IVI– propuesto por CURTIS y MCINTOSH en 1951.

$$\text{IIE} = \text{Abun} (\%) + \text{Dom} (\%) \quad (\text{ecuación 1})$$

Dónde:

Abun (%) = Abundancia relativa

Dom (%) = Dominancia relativa

Para agrupar las parcelas de los sitios de estudio en función a su composición florística, se realizaron análisis clúster jerárquicos usando el paquete Vegan de R<sup>47</sup>, así como también se utilizó un matriz de distancias de Jaccard, elaborado a partir de una matriz de abundancias transformada (raíz cuadrada) para disminuir la influencia de las especies más abundantes en el análisis clúster<sup>48</sup>. Así mismo, como estrategia de agrupamiento se utilizó la media aritmética entre grupos –UPGMA–. El óptimo número de clúster se definió utilizando el estadístico de Mantel<sup>49</sup>, la cual se representó en un dendrograma. Las figuras se realizaron utilizando los paquetes estadísticos Vegan y Ggplot2 en entorno de R-studio<sup>50-51-52</sup>.

---

47 JARI OKSANEN, F. GUILLAUME BLANCHET, MICHAEL FRIENDLY, ROELAND KINDT, PIERRE LEGENDRE, DAN MCGLINN, PETER R. MINCHIN, R. B. O'HARA, GAVIN L. SIMPSON, PETER SOLYMOS, M. HENRY H. STEVENS, EDUARD SZOECY y HELENE WAGNER. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-6, 2019, disponible en [<https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>].

48 RICARDO ENRIQUE PRIETO GUERRA. “Técnicas estadísticas de clasificación, un ejemplo de análisis clúster”, (tesis de licenciatura), Pachuca, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2006, disponible en [<https://uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Tecnicas%20estadisticas%20de%20clasificacion.pdf>].

49 DANIEL BORCARD, FRANÇOIS GILLET y PIERRE LEGENDRE. *Numerical ecology with R*, Nueva York, Springer-Verlag, 2011.

50 R CORE TEAM. *The R Project for Statistical Computing*, 2019, disponible en [<https://www.r-project.org/>].

51 HADLEY WICKHAM. *Ggplot2: Elegant graphics for data analysis*, Nueva York, Springer International Publishing, 2016.

52 OKSANEN, et al. *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-6, cit.

Por otro lado, para la comparación de la diversidad, abundancia y riqueza entre los tipos de bosque (tierra firme y bajo) y para parcelas de 0,1 ha., se utilizaron las pruebas de t-Student y Mann-Whitney, según corresponda. El test de Mann-Whitney se usó cuando los datos a comparar no cumplían con los supuestos de la estadística paramétrica; mientras que se aplicaron los test de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad y el test de Levene para verificar la homogeneidad de varianzas entre los grupos a comparar.

Para el análisis de la distribución de la composición florística por tipo de bosque en dimensión reducida (2D) se utilizó el análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico –NMDS– que permitió definir los patrones de la composición florística de los diferentes tipos de bosques en Madre de Dios; en donde se obtuvo un stress de 0,09 y las elipses fueron construidas con un nivel de 0,90 de significancia.

Paralelo a esto, durante dos años se han revisado las colecciones de árboles de los siguientes herbarios nacionales: MOL, USM, CUZ y HAG, así como también se revisaron las bases de datos disponibles y proporcionadas por diferentes investigadores: datos de colecciones árboles para Madre de Dios del NYBG (DOUGLAS DALY), del Missouri Botanical Garden (RODOLFO VÁSQUEZ) y otros más disponibles; esto permitió establecer la cantidad de colecciones y el número de especies de árboles registradas para Madre de Dios que luego se compararon con los datos (número de especies) de la presente investigación. De igual modo, se informatizó y digitalizó todas las colecciones de árboles para Madre de Dios en el caso específico del USM.

### *– Composición de especies*

Para examinar si la similitud difiere en la composición florística entre parcelas y transectos, se construyeron matrices de similitud florística para cada conjunto de datos utilizando una permutación aleatoria de ambas filas y columnas de la especie de matriz de similitud para evaluar la importancia de la prueba realizada<sup>53</sup>. Mientras que los valores de similitud florística se calcularon utilizando el índice de Similitud de

---

53 PIERRE LEGENDRE y MARIE-JOSÉE FORTIN. "Comparison of the Mantel test and alternative approaches for detecting complex multivariate relationships in the spatial analysis of genetic data", en *Molecular Ecology Resources*, vol. 10, n.º 5, 2010, pp. 831 a 844.

Jaccard<sup>54</sup>, tanto para las parcelas de una hectárea como para los transectos Gentry de 0,1 ha. En este índice de similitud, el intervalo de valores para este índice va de cero (0) cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta uno (1) cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies<sup>55</sup>.

Para el procesamiento de datos de todas las parcelas y transectos establecidos en Madre de Dios, han sido organizados por especies y número de individuos para cada parcela y transformados a una matriz de presencia-ausencia en una hoja de cálculo de Excel 2016. Para calcular la similitud se utilizó el software especializado PAST -Palaeontological Statistics, versión 3.02a<sup>56</sup>.

#### – Análisis multivariado

Para el análisis de todas las parcelas y transectos se utilizó el agrupamiento por promedio aritmético de grupos de pares no ponderados –UPGMA– basado en una matriz de presencia-ausencia. Se utilizó el software especializado PAST - Palaeontological Statistics, versión 3.02a<sup>57</sup>.

Los resultados se muestran en varios dendrogramas, los cuales fueron preparados utilizando las especies, es decir, los análisis fueron conducidos a nivel de especie. La partición de los grupos y el óptimo número de clústers fueron definidos utilizando el estadístico de Mantel<sup>58</sup>, disponible en el paquete Vegan de R. Esta técnica compara la matriz de distancias originales con matrices binarias calculadas a partir de cortes en el dendrograma en varios niveles, luego elige el nivel donde la correlación de la matriz (mantel) entre los dos es más alta<sup>59</sup>. Además, se realizó una representación en dimensión reducida (2D) en función de la composición florística de las parcelas, utilizando un escalamiento multidimensional no métrico –NMDS–, a partir de una matriz de distancias de Jaccard. Se utilizó el algoritmo de Kruskal y 9.999 repeticiones, utilizando el paquete Vegan, disponible en R.

---

54 PAUL JACCARD. “The distribution of the flora in the alpine zone”, en *New Phytologist*, vol. 11, n.º 2, 1912, pp. 37 a 50, disponible en [<https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1469-8137.1912.tb05611.x>].

55 CLAUDIA E. MORENO. *Métodos para medir la biodiversidad*, Zaragoza, España, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2001.

56 HAMMER, HARPER y RYAN. “Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis”, cit.

57 Ídem.

58 BORCARD, GILLET y LEGENDRE. *Numerical ecology with R*, cit.

59 Ídem.



## CAPÍTULO QUINTO

### VARIACIONES DE LOS PATRONES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES ARBÓREAS EN UNA REGIÓN DE LA AMAZONÍA PERUANA

- *Parcelas de una hectárea*

Se analizaron 21 parcelas distribuidas en cuatro tipos de bosque: bosque tierra firme –BTF–, bosque llanura inundable –BLLI–, bosque pantano estacional –BPE– y bosque terraza aluvial –BTA–. Así mismo, se pudo observar la no existencia de una gradiente altitudinal entre los sitios evaluados. Para el análisis, no se consideraron parcelas ubicadas en la provincia de Tahuamanu ya que no contaban con una base de datos consistente de parcelas de una hectárea. Sin embargo, para la discusión se tomaron en cuenta las investigaciones realizadas en Alto Purús<sup>60</sup> y en la localidad de San Lorenzo, Tahuamanu<sup>61</sup>.

En la llanura resaltan las planicies de inundación periódico-estacional por las aguas blancas de los grandes ríos que escurren desde los Andes; los pantanos de aguas negras con los aguajales, en aparentes parches pequeños y de gran importancia ecológica; y por último las planicies altas depresionadas y en cubetas de las pampas del Heath conformando el complejo de sabanas estacionalmente inundadas<sup>62</sup>.

---

60 NIGEL PITMAN, JOHN TERBORGH, M. PERCY NÚÑEZ y MÓNICA VALENZUELA. “Los árboles de la cuenca del río Alto Purús”, en RENATA LEITE PITMAN, NIGEL PITMAN y PATRICIA ÁLVAREZ LOAYZA (eds). *Alto Purús: biodiversidad, conservación y manejo*, Lima, Perú, Center for Tropical Conservation, 2003.

61 HUGO DUEÑAS LINARES, CARLOS NIETO RAMOS y JUAN FLOREZ R. “Diversidad y composición florística en localidad de San Lorenzo: provincia de Tahuamanu”, en *Biodiversidad Amazónica*, vol. 2, n.º 2, 2009, pp. 71 a 82, disponible en [<http://revistas.unamad.edu.pe/index.php/Biodiversidad/article/view/64/56>].

62 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA. *Zonificación ecológica y económica del departamento de Amazonas*, cit.

En Madre de Dios existen zonas extensas de territorio que no están colectadas en absoluto y constituyen auténticos vacíos en el conocimiento de la flora, diversidad y composición florística<sup>63</sup>. En la Tabla 2 se presentaron los rangos en la gradiente altitudinal que varían desde 160 a 450 m.s.n.m., en donde se consideró que la gradiente para Madre de Dios fue de 130 m.s.n.m. (frontera con Bolivia) hasta más de 1.200 m.s.n.m. (frontera con Puno y Cusco).

**Tabla 2**  
**Características de 21 parcelas de 1 ha. utilizadas en el estudio**

Nº	Parcelas	Tipo de bosque	Altitud (m.s.n.m.)	UTM Este	UTM Norte	ANP	Institución	Autor
1	CUZ-01	BTA	190	502848	8618269	RNT	RAINFOR	PHILLIPS (2011)
2	CUZ-02	BTA	190	503183	8618254	RNT	RAINFOR	PHILLIPS (2011)
3	CUZ-03	BTA	190	504025	8618193	RNT	RAINFOR	PHILLIPS (2011)
4	CUZ-04	BPE	190	504370	8618243	RNT	RAINFOR	PHILLIPS (2011)
5	TAM-01	BTF	205	468708	8580086	RNT	RAINFOR	PHILLIPS (2011)
6	TAM-02	BTF	210	468957	8581121	RNT	RAINFOR	PHILLIPS (2011)
7	TAM-05	BTF	220	470643	8581616	RNT	RAINFOR	PHILLIPS (2011)
8	TAM-06	BTA	200	467879	8580706	RNT	RAINFOR	PHILLIPS (2011)
9	TAM-07	BTF	225	471674	8582127	RNT	RAINFOR	PHILLIPS (2011)
10	TAM-08	BTF	220	470768	8582062	RNT	RAINFOR	PHILLIPS (2011)
11	TAM-09	BTF	197	469111	8581489	RNT	RAINFOR	PHILLIPS (2011)

---

63 EURÍDICE HONORIO y CARLOS REYNEL. *Vacíos en la colección de la flora de los bosques húmedos del Perú*, Lima, Perú, Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2011.

12	MANU-01	BLLI	345	238862	8684816	Si	TEAM	GUERRA y ÁLVAREZ (2011)
13	MANU-02	BTF	345	235857	8683422	Si	TEAM	GUERRA y ÁLVAREZ (2011)
14	MANU-03	BTF	345	251539	8679367	Si	TEAM	Álvarez (2011)
15	MANU-04	BTF	358	238307	8682851	Si	TEAM	LUZA (2011)
16	MANU-05	BLLI	347	237611	8685747	Si	TEAM	LUZA (2011)
17	MANU-06	BLLI	339	252884	8676243	Si	TEAM	Álvarez (2011)
18	IIAP	BTF	180	463635	8600889	No	UNAMAD	CUEVA (2011)
19	ITA I	BTF	160	495000	8615181	Si	UNAMAD	DUEÑAS (2012)
20	ITA II	BTF	160	495022	8615181	Si	UNAMAD	DUEÑAS (2012)
21	Chonta	BTF	220	461229	8590875	Si	UNAMAD	OBLITAS (2015)

BTF = bosque tierra firme

BLLI = bosque llanura inundable

BPE = bosque pantano estacional

BTA = bosque terraza aluvial

Por otra parte, las colecciones botánicas se encontraron confinadas desde los 160 m. hasta los 580 m., no existiendo inventarios ni colecciones a partir de los 600 m. hasta los 1.200 m. sugiriendo áreas con vacíos de información<sup>64</sup>, las cuales deberían ser consideradas en estudios posteriores de manera que se logre aumentar de manera considerable el número de registros en especies. En la actualidad, se estima para el departamento de Madre de Dios un total de 1.601 especies de árboles (DAP  $\geq$  10 cm.) que han sido registrados y se encuentran depositados en los principales herbarios nacionales y extranjeros (Monteagudo, 2014). Esto es importante porque se corroboró con la presente investigación a través del análisis de la curva de acumulación de especies

64 Ídem.

que existen aproximadamente 1.600 especies para el departamento de Madre de Dios.

- *De la abundancia, riqueza de especies e índices de diversidad para parcelas de una hectárea*

En 21 parcelas evaluadas se reportaron 11.890 árboles (DAP > 10 cm.), distribuidos en 83 familias, 335 géneros y 1.064 especies. Se calculó que este número para la flora arbórea se incrementó a más de 1.100 especies y morfo-especies de árboles para la región de Madre de Dios (Monteagudo, 2014. Estos datos se corroboraron con la revisión de las exsiccata de herbario de USM para el departamento de Madre de Dios (1.131 especies y 127 morfo especies de 3.879 colecciones de diferentes autores).

Los rangos de abundancia variaron entre 404 ind/ha. y 684 ind/ha. En las parcelas de Manu se encontró una mayor abundancia (684 ind/ha., parcela MANU\_05), seguida por las parcelas ubicadas en TAM\_02 (677 ind/ha.). Por otro lado, las de menor abundancia fueron las parcelas de Chonta (404 individuo/ha) y la parcela CUZ\_01 (434 individuo/ha). Los resultados fueron comparativamente altos respecto a los que registraron para el Alto Purús<sup>65</sup>; para parcelas de tierra firme de 1 ha. con promedios de 574 individuo/ha. con DAP de  $\geq 10$  cm. con un rango de 510-678 individuo/ha. De igual manera, los resultados de los bosques de Acre (Brasil) para parcelas de 1 ha. (cuatro parcelas) con promedios de 650 individuo/ha. con DAP de  $\geq 10$  cm., con un rango de 431-753 individuo/ha.<sup>66</sup> fueron menores respecto a los resultados para parcelas Manu. Sin embargo, los valores de abundancia son mayores en Acre (Brasil), en comparación con los bosques del Alto Purús (ver Tabla 3).

---

65 PITMAN, TERBORGH, NÚÑEZ y VALENZUELA. "Los árboles de la cuenca del río Alto Purús", cit.

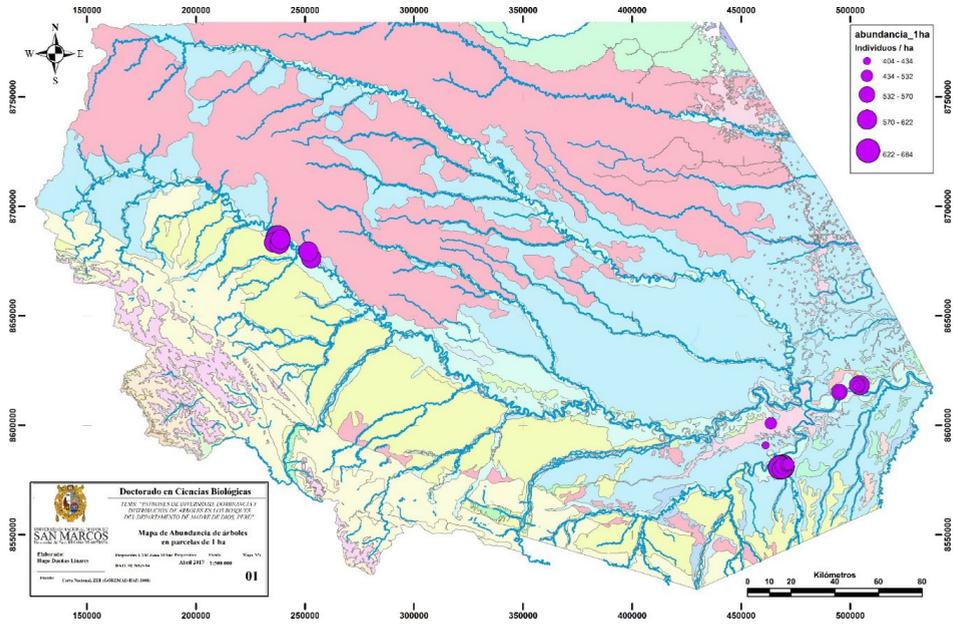
66 DOUGLAS DALY y MARCOS SILVEIRA. *Primeiro Catálogo da Flora do Acre, Brasil*, Rio Branco, Brasil, EDUFAC, 2008.

**Tabla 3**  
**Valores comparativos de abundancia y riqueza**  
**en diferentes parcelas de la Amazonía**

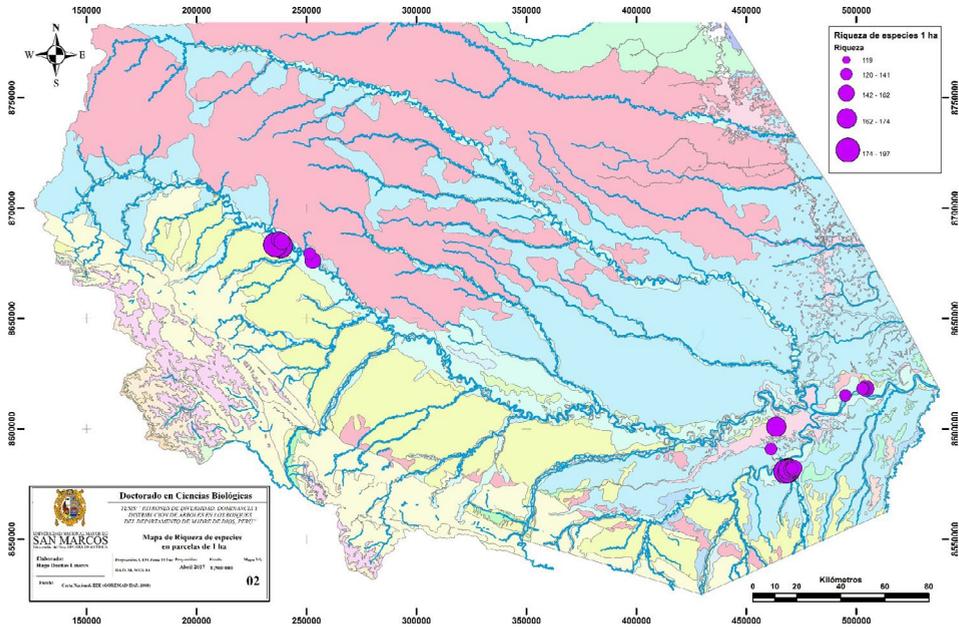
<b>Parcelas</b>	<b>Altitud (m)</b>	<b>Abundancia individuos/ha.</b>	<b>Riqueza n.º especies/ha.</b>
Chonta-IIAP	190	404-593	133-174
CUZ	190	434-602	130-157
TAMB	211	509-677	142-191
MANU	348	597-684	147-197
Inka Terra	160	506-570	119-135
Yanamono	140		300
Allpahuayo	150		289
Chalalan	400		118
Santa Rosa	220	531	174
Alto Purús	298	510-678	434(102-158)
Acre, Brasil	235	431-753	123-212
Tahuamanu	260	370-500	250(86-139)
Río Amigos	260		126-169

Los valores de abundancia fueron mayores en las parcelas Manu (622-684 individuos/ha.) y Tambopata (570-622 individuos/ha.) y disminuyeron gradualmente en las parcelas Chonta-IIAP (532-570 individuos/ha.) e ITA (404-434 individuos/ha.). Es decir, las parcelas que están ubicadas más al norte son más abundantes respecto a las que están al sur-este cercanas a la frontera con Bolivia (ver Figura 6). Mientras que en la Tabla 4, se observaron los valores de riqueza de especies cuyos rangos variaron desde 133 especies/ha. hasta 197 especies/ha. Las parcelas con mayor riqueza fueron las parcelas de MANU\_04 (197 especies/ha.), MANU\_02 (183 especies/ha.), TAM (2, 6, 9) y la del IIAP (174 especies/ha.). Sin embargo, las parcelas de Cuzco amazónico (1, 2 y 3) y Chonta tuvieron una menor riqueza de especies (ver Figura 7).

**Figura 6**  
**Abundancia de especies para parcelas de 1 ha,**  
**departamento de Madre de Dios**



**Figura 7**  
**Mapa de riqueza de especies para parcelas de 1 ha.**  
**departamento de Madre de Dios**



**Tabla 4**  
**Riqueza y abundancia e índices de diversidad**  
**de 21 parcelas de 1 ha. en Madre de Dios**

Parcela	Número especies/ha.	Número individuos/ha.	Shannon H.	Alfa de Fisher
Chonta	133	404	4,52	69,16
CUZ-01	130	434	4,17	62,90
CUZ-02	133	556	3,92	55,38
CUZ-03	134	504	4,10	59,67
CUZ-04	157	602	4,34	69,04
IIAP	174	503	4,67	94,23
ITA I	119	506	3,74	49,05
ITA II	135	570	4,17	55,88
MANU_01	147	604	4,21	61,87

MANU_02	183	622	4,43	87,39
MANU_03	140	597	3,67	57,60
MANU_04	197	620	4,60	99,63
MANU_05	156	684	4,16	63,13
MANU_06	147	622	4,19	60,77
TAM-01	173	616	4,04	79,95
TAM-02	191	677	4,23	88,55
TAM-05	162	532	4,51	79,34
TAM-06	188	661	4,21	87,65
TAM-07	152	509	4,27	73,38
TAM-08	142	515	4,33	64,80
TAM-09	173	552	4,45	86,58

En la Tabla 4 se demostró que los valores de abundancia y riqueza de las 21 parcelas fueron relativamente similares a otros estudios realizados para la Amazonía, excepto en parcelas de Yanamono que contó con valores de riqueza de 300 especies/ha., y Allpahuayo con valores de riqueza de 289 especies/ha. Los valores de riqueza de especies muy superiores con respecto a los resultados del presente estudio en el departamento de Madre de Dios implican que la riqueza de especies es mayor en el norte de la Amazonía peruana, disminuyendo de forma paulatina en el sur de la Amazonía peruana<sup>67</sup>.

En la Tabla 4 se demostraron que los valores de riqueza de especies de 21 parcelas de 1 ha. en tres tipos de bosque para el departamento de Madre de Dios fueron comparativamente iguales o mayores, referente a los resultados reportados en las parcelas de tierra firme del Alto Purús, con un rango de 102 a 158 especies/ha.<sup>68</sup> La riqueza de especies disminuyó con respecto a la parcela Tahuamanu con un rango de 86 a 139 especies/ha.<sup>69</sup> y hubo similitud o intermedio en las par-

---

67 GENTRY. "Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients", cit.

68 PITMAN, TERBORGH, NÚÑEZ y VALENZUELA. "Los árboles de la cuenca del río Alto Purús", cit.

69 DUEÑAS LINARES, NIETO RAMOS y FLOREZ R. "Diversidad y composición florística en localidad de San Lorenzo: provincia de Tahuamanu", cit.

celas de Rio Amigos, con valores de 126 a 169 especies/ha.<sup>70</sup>, valores iguales o menores que las parcelas de este estudio investigativo; para el caso de la parcela ITA se reportó un rango de 119-135 especies/ha., resultados similares reportados en la parcela Chalalán, del norte de la Amazonía norte-central, con 118 especies/ha.<sup>71</sup>.

La riqueza promedio de especies para cuatro parcelas de 1 ha.<sup>72</sup> reportada para los bosques de Acre (Brasil) para árboles con DAP de  $\geq 10$  cm. fue de 178 especies/ha., con rangos de 123-212 especies/ha., valores relativamente similares a las parcelas en estudio de Chonta e IIAP y valores más bajos con respecto a parcelas Manu y Tambopata. Sin embargo, los valores de riqueza de especies para Acre (Brasil) fueron más altos que para el Alto Purús<sup>73</sup>.

Por otra parte, es importante resaltar que la diversidad de especies de árboles en los trópicos varía de forma dramática de un lugar a otro. Algunas parcelas de 1 ha. en América del Sur contienen casi tantas especies de árboles como los bosques templados húmedos de América del Norte<sup>74-75</sup>. La diversidad arbórea de parcelas de una hectárea con ubicación cercana y, por lo tanto, bajo las mismas condiciones climáticas, pueden presentar grandes diferencias en la diversidad de especies arbóreas<sup>76</sup>. Otros bosques son menos diversos que las parcelas equivalentes en bosques templados. Incluso dentro de la cuenca del Amazo-

- 
- 70 C. VELA. "Estructura y composición florística de los bosques del llano inundable en Madre de Dios" (tesis de licenciatura), Cusco, Perú, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2008.
- 71 MILES R. SILMAN, ALEJANDRO ARAUJO MURAKAMI, DUNIA H. URREGO, MARK B. BUSH y HONORIO PARIAMO. "Estructura de las comunidades de árboles en el límite sur de la Amazonía occidental: Manu y Madidi", en *Ecología en Bolivia: Revista del Instituto de Ecología*, vol. 40, n.º 3, 2005, pp. 443 a 452, disponible en [<https://ecologiaenbolivia.com/documents/17WAmazonía40-3.pdf>].
- 72 DALY y SILVEIRA. *Primeiro Catálogo da Flora do Acre, Brasil*, cit.
- 73 PITMAN, TERBORGH, NÚÑEZ y VALENZUELA. "Los árboles de la cuenca del río Alto Purús", cit.
- 74 ROGER LATHAM y ROBERT E. RICKLEFS. "Continental comparisons of temperate-zone tree species diversity", en ROBERT E. RICKLEFS y DOLPH SCHLUTER (eds). *Species diversity in ecological communities: Historical and geographical perspectives*, Chicago, University of Chicago Press, 1993.
- 75 RODOLFO VÁSQUEZ MARTÍNEZ y OLIVER L. PHILLIPS. "Allpahuayo: Floristics, structure, and dynamics of a high-diversity forest in Amazonian Peru", en *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 87, n.º 4, 2012, pp. 499 a 527.
- 76 HANS TER STEEGE, NIGEL PITMAN, DANIEL SABATIER, CHRIS BARALOTO, et al. "Hyperdominance in the Amazonian tree flora", en *Science*, vol. 342, n.º 6.156, 2013.

nas, el índice alfa de Fisher de árboles en parcelas de 1 ha. varía entre 222 y seis<sup>77</sup>.

Los rangos de valores del índice de  $\alpha$ -Fisher para las 21 parcelas de 1 ha. variaron entre 49,05 y 99,63. Las parcelas MANU\_04 (99,63), MANU\_02 (87,39) y TAM\_02 (88,5), la parcela IIAP (94,23) tuvieron mayores valores (ver Tabla 5); mientras que las parcelas ITA 1 (49,05) y CUZ\_02 (55,38) presentaron los valores más bajos del índice de  $\alpha$ -Fisher.

En la Tabla 5 se observaron los valores promedio del índice de Shannon, con rangos que varían desde 3,97 (parcela ITA) hasta 4,60 (parcela CUZ); dichos valores señalaron una alta diversidad de especies en los cuatro tipos de bosques. De igual manera, los valores de promedio para el índice de  $\alpha$ -Fisher, con rangos que varían entre 80,04 (parcela TAM) y 81,69 (parcela Chonta-IIAP), indicaron la presencia de una alta diversidad de especies de árboles en los sitios estudiados. No existieron datos del índice de Shannon y  $\alpha$ -Fisher para parcelas de Yanamono, Allpahuayo, Chalalán y Alto Purús<sup>78-79-80-81</sup>. Sin embargo, se consideró que de acuerdo con los datos de abundancia y riqueza de especies los valores de estos índices fueron muy altos para las parcelas del norte peruano de la Amazonía. Para la parcela de Santa Rosa, los valores de índices de Shannon (4,58) y  $\alpha$ -Fisher (90,02) fueron similares o altos, respecto a este estudio<sup>82</sup>. De igual manera para la parcela de Tahuamanu los valores de índices de Shannon (3,89) y  $\alpha$ -Fisher (50,83) fueron bajos con respecto al presente estudio<sup>83</sup>.

- 
- 77 TER STEEGE, PITMAN, SABATIER, *et al.* "Hyperdominance in the Amazonian tree flora", cit.
- 78 GENTRY. "Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients", cit.
- 79 ALWYN HOWARD GENTRY. "Tree species richness of upper Amazonian forests", en *PNAS*, vol. 85, 1988, pp. 156 a 159.
- 80 SILMAN, *et al.* "Estructura de las comunidades de árboles en el límite sur de la Amazonía occidental: Manu y Madidi", cit.
- 81 PITMAN, TERBORGH, NÚÑEZ y VALENZUELA. "Los árboles de la cuenca del río Alto Purús", cit.
- 82 HUGO DUEÑAS LINARES y JOEL PEÑA VALDEIGLESIAS. "Diversidad, dominancia y composición florística de árboles en los bosques de la localidad de Santa Rosa; distrito de Inambari, provincia de Tambopata, Madre de Dios", en *Floresta Amazónica*, vol. 1, n.º 1, 2015, pp. 51 a 64, disponible en [<http://revistas.unamad.edu.pe/index.php/Floresta/article/view/29/18>].
- 83 DUEÑAS LINARES, NIETO RAMOS y FLOREZ R. "Diversidad y composición florística en localidad de San Lorenzo: provincia de Tahuamanu", cit.

**Tabla 5**  
**Comparación de índices de diversidad**  
**de especies arbóreas en la Amazonía**

Parcelas	Altitud(m)	Shannon	$\alpha$ -Fisher
Chonta-IIAP	200	4,59	81,69
CUZ	190	4,6	81,70
TAMB	211	4,29	80,04
MANU	348	4,49	81,14
ITA	160	3,97	
Yanamono	140		
Allpahuayo	150		
Chalalan	400		
Santa Rosa	220-500	4,58	90,02
Alto Purús	298	3,79	
Acre, Brasil	235	4,59	
Tahuamanu	260	3,89	50,83

Los valores de diversidad calculados de acuerdo al índice de Shannon-Wiener reportaron a la parcela de CUZ con mayor diversidad respecto a la parcela de Tahuamanu, siendo los valores de diversidad media ( $H = 3,89$ ) y ( $H = 4,60$ ) en las áreas obtenidas en el presente estudio, dichos valores tuvieron similitud con el rango de valores generados en diferentes estudios realizados en bosques del Acre<sup>84</sup>; en la parcela Seringal Dois Irmao 1 con ( $H = 4,59$ ) y parcela del Alto Purús con ( $H = 3,79$ )<sup>85-86</sup>.

Los valores más altos de diversidad calculados de acuerdo al índice de Fisher-alpha, correspondieron a las parcelas Manu (80-100), seguidas por las parcelas de Tambopata (73-79) siendo parcelas de bosque de tierra firme; las parcelas con valores bajos de diversidad Fisher se encuentran en las parcelas de bosque de bajío Cuzco amazónico e Inkaterre 57-64, y menos diversidad aún las cercanas a la frontera con Bolivia 49-57 (ver Figura 8).

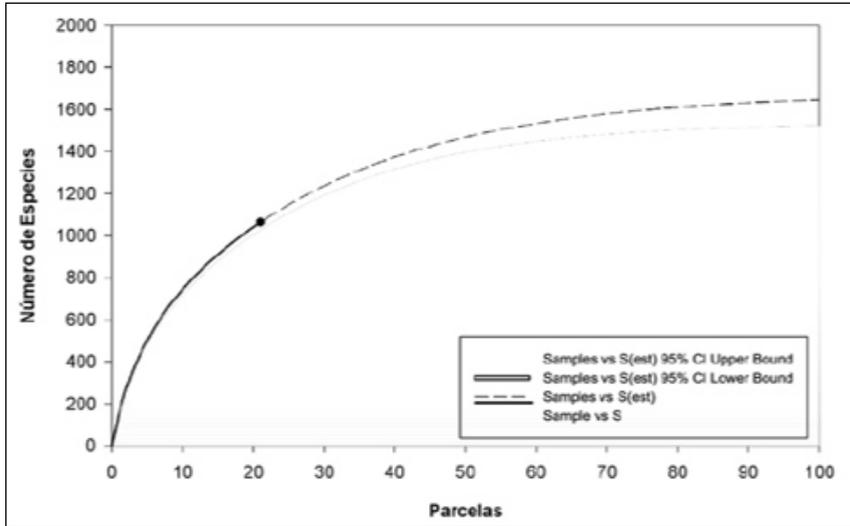
84 DALY y SILVEIRA. *Primeiro Catálogo da Flora do Acre, Brasil*, cit.

85 PITMAN, TERBORGH, NÚÑEZ y VALENZUELA. "Los árboles de la cuenca del río Alto Purús", cit.

86 TER STEEGE, *et al.* "Hyperdominance in the Amazonian tree flora", cit.



**Figura 9**  
**Curva especies área ajustada (línea negra) y estimada (línea punteada), utilizando el programa StimateS para Madre de Dios**



- *De la composición florística de parcela 1 ha.*

**Tabla 6**  
**Composición de especies arbóreas en Madre de Dios**

Parcelas	Tipo de bosque	Nº individuos	Familias	Géneros	Especies
Chonta	BTF	404	37	91	133
CUZ-01	BTA	434	39	88	130
CUZ-02	BTA	556	43	97	133
CUZ-03	BTA	504	42	96	134
CUZ-04	BPE	602	45	102	157
IIAP	BTF	503	40	108	174
ITA I	BTA	506	34	80	119
ITA II	BTA	570	34	86	135
MANU_01	BLLI	604	44	94	147
MANU_02	BTF	622	47	116	183
MANU_03	BTF	597	41	100	140
MANU_04	BTF	620	49	135	197
MANU_05	BLLI	684	44	100	156

*Los bosques de la Amazonía peruana: biodiversidad, ecosistema...*

MANU_06	BLLI	622	40	104	147
TAM-01	BTF	616	46	109	173
TAM-02	BTF	677	40	111	191
TAM-05	BTF	532	37	95	162
TAM-06	BTA	661	45	112	188
TAM-07	BTF	509	42	92	152
TAM-08	BTF	515	41	91	142
TAM-09	BTF	552	45	116	173
<b>TOTAL</b>		<b>11.890</b>	<b>83</b>	<b>335</b>	<b>1.064</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>566,2</b>	<b>41,7</b>	<b>101,1</b>	<b>155,5</b>
<b>DESV. ESTANDAR</b>		<b>75,2</b>	<b>4,0</b>	<b>12,6</b>	<b>22,6</b>

BTF = Bosque tierra firme

BLLI = Bosque llanura inundable

BPE = Bosque pantano estacional

BTA = Bosque terraza aluvial

En la Tabla 6 se registraron 21 parcelas de 1 ha. en el departamento de Madre de Dios, 11.890 árboles  $\geq 10$  cm. DAP, distribuidos en 83 familias, 335 géneros y 1.064 especies. Las parcelas MANU\_4 estuvieron representadas por 49 familias, 135 géneros y 197 especies, TAM\_02 con 40 familias, 111 géneros y 191 especies y MANU\_02 con 47 familias, 116 géneros y 183 especies, siendo las más representativas. Seguidas de TAM\_06 representadas con 45 familias, 112 géneros y 188 especies, la parcela IIAP con 40 familias, 108 géneros y 174 familias y la parcela TAM\_09 con 45 familias, 116 géneros y 173 especies. Por último, las parcelas menos representadas fueron: la parcela ITA I con 34 familias, 80 géneros y 119 especies, Chonta con 37 familias, 91 géneros y 133 especies y CUZ\_01 con 39 familias, 88 géneros y 130 especies. Los valores más altos en composición florística (p. ej., MANU\_04 y TAM\_09) se atribuyeron a que estas parcelas se localizaban en bosque de tierra firme, mientras que los valores más bajos correspondieron a parcelas de bosque de terraza aluvial, bosque de pantano inundable y bosque de llanura inundable respectivamente. Las parcelas MANU se encontraron en mejor estado de conservación ya que ellas estaban localizadas en el ámbito del Parque Nacional del Manu, y las parcelas TAM en el ámbito de la Reserva Tambopata, las cuales tenían baja presión antropogénica.

**Tabla 7**  
**Comparación de la composición de especies arbóreas**  
**en Madre de Dios con otras regiones de la Amazonía**

Parcelas	N.º parcelas	Familias	Géneros	Especies	N.º árboles
Chonta	1	37	91	133	404
CUZ amazónico	4	42	95	139	524
IIAP	1	40	108	174	503
ITA I	1	34	80	119	506
ITA II	1	34	86	135	570
MANU	6	44	108	161	625
Tambopata	7	42	103	168	580
Alto Purús	6	45	195	133	590
Acre	4	42	117	178	650
Allpahuayo	1			289	
Yanamono	1			300	
San Pedro	1	45	91	192	
Chalalan	1	43		118	
Pongo Qoñec	1	56	153	249	

En la Tabla 7 se visualizó la comparación de la composición florística de 21 parcelas de 1 ha. en tres tipos de bosque para el departamento de Madre de Dios con otros estudios en la Amazonía peruana; los valores reportados en este estudio para composición florística fueron relativamente similares o mayores a los reportados en las parcelas de 1 ha. en el Alto Purús<sup>88</sup>, así como también fueron similares a los valores reportados en las parcelas de 1 ha. de la localidad de Santa Rosa, Inambari y Tahuamanu<sup>89-90</sup>, a los valores reportados en la Flora de Estado de Acre en Brasil<sup>91</sup>.

88 PITMAN, TERBORGH, NÚÑEZ y VALENZUELA. "Los árboles de la cuenca del río Alto Purús", cit.

89 DUEÑAS LINARES, NIETO RAMOS y FLOREZ R. "Diversidad y composición florística en localidad de San Lorenzo: provincia de Tahuamanu", cit.

90 DUEÑAS LINARES y PEÑA VALDEIGLESIAS. "Diversidad, dominancia y composición florística de árboles en los bosques de la localidad de Santa Rosa...", cit.

91 DALY y SILVEIRA. *Primeiro Catálogo da Flora do Acre, Brasil*, cit.

- Índice de importancia

Las cinco especies más abundantes del presente estudio fueron *Iriartea deltoidea* (894 individuos), *Pseudolmedia laevis* (574 individuos), *Astrocaryum murumuru* (314 individuos), *Euterpe precatoria* (310 individuos) y *Quararibea wittii* (293 individuos), tal como se observó en la Tabla 8; dichos datos se corroboraron con algunos citados para la Amazonía<sup>92-93-94-95</sup>. En lo que se refiere a los valores máximos de abundancia de árboles en la Amazonía, las especies compartidas con el presente estudio fueron *Euterpe precatoria*, *Pseudolmedia laevis*, *Iriartea deltoidea*, *Astrocaryum murumuru* y *Rinorea guianensis*, siendo también especies hiperdominantes en Madre de Dios.

Las cinco especies dominantes, considerando el área basal, fueron *Iriartea deltoidea*, *Pseudolmedia laevis*, *Bertholletia excelsa*, *Poulsenia armata* y *Quararibea wittii*, respectivamente (ver Tabla 8). Así mismo, las cinco especies arbóreas con mayor índice de importancia fueron: *Iriartea deltoidea* (6,8%), *Pseudolmedia laevis* (4,5%), *Quararibea wittii* (2%), *Astrocaryum murumuru* (1,9%) y *Euterpe precatoria* (1,7%). En cuanto se refiere a las 20 especies más dominantes de árboles de la Amazonía, por lo menos tres especies se compartieron con el presente estudio: *Bertholletia excelsa*, *Iriartea deltoidea* y *Pseudolmedia laevis*, siendo las especies hiperdominantes en toda la Amazonía. Así mismo, por lo menos cinco especies de las *Arecaceae* con el mayor índice de valor de

---

92 TER STEEGE, *et al.* "Hyperdominance in the Amazonian tree flora", cit.

93 BÁEZ QUISPE y OBLITAS MACHACA. "Diversidad arbórea y estructura en un bosque de tierra firme del sector Unión Chonta, distrito Tambopata - región Madre de Dios", cit.

94 SUFER MARCIAL BÁEZ QUISPE, HUGO DUEÑAS LINARES, SONIA CAIRO DAZA y MARJORIE LOVERA SALAS. "Diversidad y composición florística en un bosque de tierra firme en la concesión de conservación Gallocunca, sector Baltimore, distrito Tambopata, provincia Tambopata - departamento Madre de Dios", en *Floresta Amazónica*, vol. 1, n.º 1, 2015, pp. 9 a 22, disponible en [<http://revistas.unamad.edu.pe/index.php/Floresta/article/view/24/13>].

95 SUFER MARCIAL BÁEZ QUISPE, HUGO DUEÑAS LINARES, JOSÉ MAMANI CONDORI y JORGE GARATE QUISPE. "Flora y vegetación de la microcuenca Chonta, distrito Tambopata y Laberinto, departamento de Madre de Dios - Perú", en *Mentor Forestal*, vol. 1, n.º 1, 2017, pp. 1 a 5, disponible en [<http://revistas.unamad.edu.pe/index.php/mentor/article/view/94/85>].

importancia existentes en el departamento de Madre de Dios, se comparieron con las especies de Arecaceae de toda la Amazonía<sup>96-97-98-99</sup>.

**Tabla 8**  
**Índice de importancia de especies en Madre de Dios**

Rango	Especie	Individuos	Abundancia relativa	Área basal (m <sup>2</sup> )	Dominancia relativa	Índice de importancia (%)
1	<i>Iriartea deltoidea</i>	894	7,5	36,6	6,10	6,8
2	<i>Pseudolmedia laevis</i>	574	4,8	25,3	4,21	4,5
3	<i>Quararibea wittii</i>	293	2,5	9,5	1,58	2,0
4	<i>Astrocaryum murumuru</i>	314	2,6	7,2	1,19	1,9
5	<i>Euterpe precatoria</i>	310	2,6	5,2	0,87	1,7
6	<i>Otoba parvifolia</i>	199	1,7	9,4	1,56	1,6
7	<i>Pourouma minor</i>	194	1,6	8,8	1,46	1,5
8	<i>Leonia glycyarpa</i>	229	1,9	6,1	1,01	1,5
9	<i>Pouteria torta</i>	129	1,1	9,3	1,54	1,3
10	<i>Rinorea guianensis</i>	181	1,5	5,3	0,88	1,2
11	<i>Poulsenia armata</i>	63	0,5	9,8	1,63	1,1
12	<i>Iryanthera juruensis</i>	169	1,4	3,3	0,55	1,0
13	<i>Bertholletia excelsa</i>	13	0,1	10,9	1,81	1,0
14	<i>Attalea phalerata</i>	94	0,8	6,3	1,05	0,9
15	<i>Clarisia racemosa</i>	66	0,6	7,5	1,25	0,9

96 TER STEEGE, *et al.* "Hyperdominance in the Amazonian tree flora", cit.

97 BÁEZ QUISPE y OBLITAS MACHACA. "Diversidad arbórea y estructura en un bosque de tierra firme del sector Unión Chonta, distrito Tambopata - región Madre de Dios", cit.

98 BÁEZ QUISPE, DUEÑAS LINARES, CAIRO DAZA y LOVERA SALAS. "Diversidad y composición florística en un bosque de tierra firme en la concesión de conservación Gallocunca...", cit.

99 BÁEZ QUISPE, DUEÑAS LINARES, MAMANI CONDORI y GARATE QUISPE. "Flora y vegetación de la microcuenca Chonta, distrito Tambopata y Laberinto, departamento de Madre de Dios - Perú", cit.

Por otro lado, las especies con menores valores del índice de importancia (raras) fueron *Calatola venezuelana* Pittier, *Pleurothyrium parviflorum* Ducke, *Tapirira retusa* Ducke, *Caryodaphnopsis fosteri* van der Werff., *Gloeospermum sphaerocarpum* Triana & Planch, *Sterculia rebecca* E.L. Taylor., *Endlicheria bracteata* Mez., *Dendropanax cuneatus* (DC.) Decne & Palnch., e *Inga umbellifera* (Vahl) DC., encontrándose un individuo de estas especies y poco aporte (< 0,01 m<sup>2</sup>) en el área basal de 21 ha. (ver Tabla 9).

La especie *Iriartea deltoidea* representó el mayor peso ecológico o índice de valor de importancia siendo la especie más frecuente, más abundante y dominante con un 6,80% de IVI, teniendo similitud con los resultados previos de BÁEZ *et al.*<sup>100</sup>, en donde reportaron las 20 especies de mayor importancia ecológica del bosque, teniendo la especie *Iriartea deltoidea* un 6,07% de IVI y, por ende, un mayor peso ecológico en la concesión de conservación de Gallocunca, Tambopata, Madre de Dios.

**Tabla 9**  
**Especies arbóreas con menor índice de importancia en Madre de Dios**

Rango	Especies	Abundancia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Índice de importancia (%)
1	<i>Calatola venezuelana</i>	0,0084	0,0013	0,0097
2	<i>Cassipourea peruviana</i>	0,0084	0,0013	0,0097
3	<i>Miconia impatiolaris</i>	0,0084	0,0013	0,0097
4	<i>Pleurothyrium parviflorum</i>	0,0084	0,0013	0,0097
5	<i>Tapirira retusa</i>	0,0084	0,0013	0,0097
6	<i>Caryodaphnopsis fosteri</i>	0,0084	0,0013	0,0097
7	<i>Gloeospermum</i>	0,0084	0,0013	0,0097
8	<i>Salacia gigantea</i>	0,0084	0,0013	0,0097
9	<i>Sterculia rebecca</i>	0,0084	0,0013	0,0097
10	<i>Cupania cinerea</i>	0,0084	0,0014	0,0098

100 BÁEZ QUISPE, DUEÑAS LINARES, CAIRO DAZA y LOVERA SALAS. "Diversidad y composición florística en un bosque de tierra firme en la concesión de conservación Gallocunca..., cit.

11	<i>Adenocalymna</i>	0,0084	0,0014	0,0098
12	<i>Endlicheria bracteata</i>	0,0084	0,0014	0,0098
13	<i>Sorocea hirtella</i>	0,0084	0,0014	0,0098
14	<i>Dendropanax cuneatus</i>	0,0084	0,0014	0,0098
15	<i>Inga umbellifera</i>	0,0084	0,0014	0,0098

Este grupo de especies que tienen el menor índice de importancia (especies raras o poco frecuentes) son de gran interés para la conservación porque son las especies más vulnerables y que se encuentran en peligro de extinción por los efectos como el cambio climático, además de ser especies clave para los programas de manejo y conservación de los bosques tropicales<sup>101</sup>.

En Madre de Dios los bosques están dominados por especies de *Arecaeae*. Sólo seis especies de palmeras en el Alto Purús representan el 18,1% de los individuos. Este grupo de palmeras también se comparan en los bosques de Madre de Dios: *Astrocaryum murumuru*, *Attalea butyracea*, *Attalea phalerata*, *Euterpe precatória*, *Iriarte deltoidea*, *Mauritia flexuosa* y *Socratea exorrhiza*; también especies dominantes.

En los bosques de Madre de Dios y en el Alto Purús las cuatro familias más importantes fueron *Malvaceae*, *Moraceae*, *Annonaceae*<sup>102-103-104</sup>. Las comunidades arbóreas de Madre de Dios son similares en composición a las de la cuenca del río Alto Purús y del Acre y se encontró que la mayoría de las familias y géneros presentes en las parcelas de Madre de Dios, están también en las parcelas de la cuenca del río Alto Purús y de la cuenca del río Acre.

- *Similitud en la composición florística*

En la Figura 10 se observó el dendrograma obtenido de la comparación de la composición florística arbórea de 21 parcelas de una hectárea en Madre de Dios.

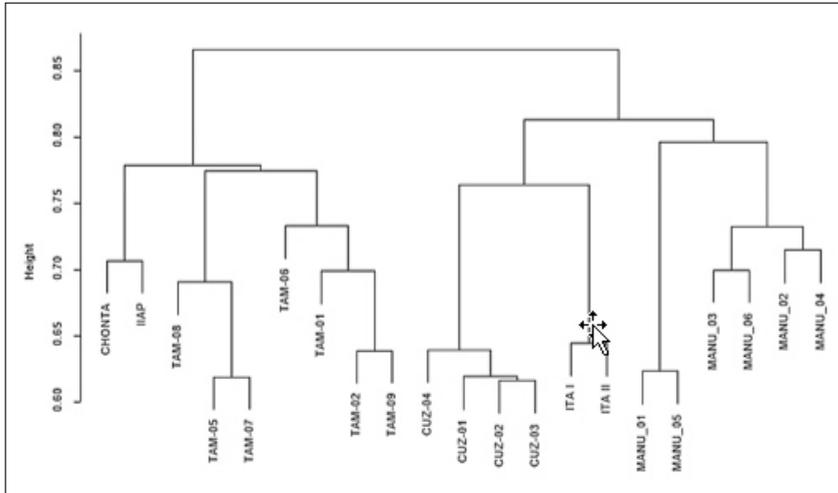
101 MORENO. *Métodos para medir la biodiversidad*, cit.

102 PITMAN, TERBORGH, NÚÑEZ y VALENZUELA. "Los árboles de la cuenca del río Alto Purús", cit.

103 BÁEZ QUISPE y OBLITAS MACHACA. "Diversidad arbórea y estructura en un bosque de tierra firme del sector Unión Chonta, distrito Tambopata - región Madre de Dios", cit.

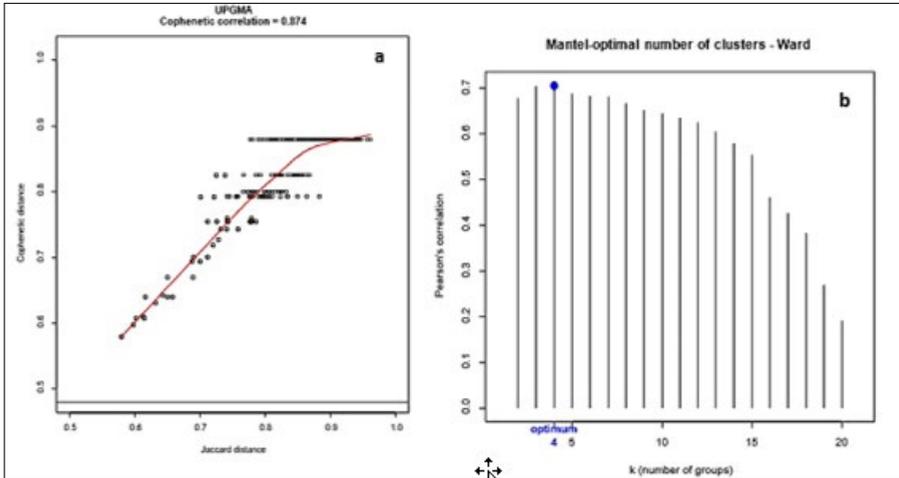
104 BÁEZ QUISPE, DUEÑAS LINARES, CAIRO DAZA y LOVERA SALAS. "Diversidad y composición florística en un bosque de tierra firme en la concesión de conservación Gallocunca...", cit.

**Figura 10**  
**Matriz de disimilitud de Jaccard para 21 parcelas de 1 ha.**  
**en los bosques de Madre de Dios**

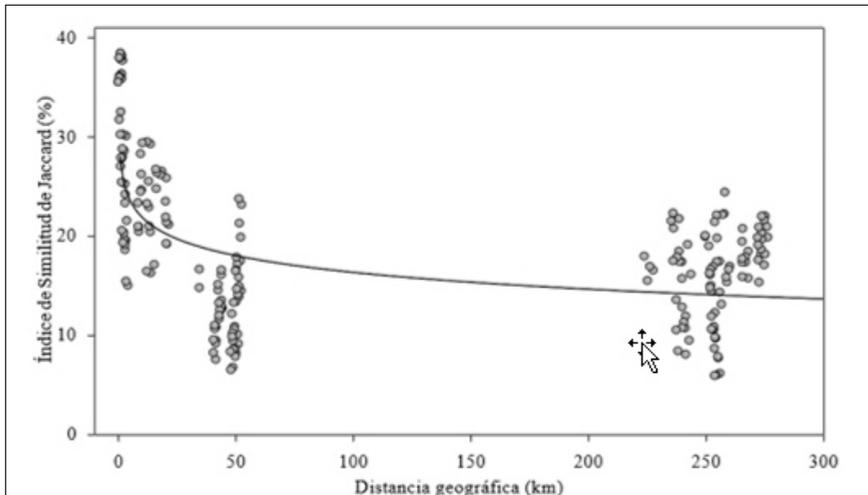


Por otro lado, en la Figura 11 y Figura 12 se observó la diferenciación significativa en cuatro grupos, de acuerdo al estadístico de Mantel, que sugiere una diferenciación en la composición florística en función a la distancia geográfica entre los sitios de estudio, es decir, la similitud ( $J's$ ) entre las parcelas está influenciado por la distancia geográfica entre estas ( $y = 0,303 - 0,032 * \ln(x)$ ;  $r^2 = 0,45$ ,  $P < 0,001$ ).

**Figura 11**  
**(a) La correlación cofenética fue de 0,874. (b) El óptimo número de clústers (4) fue determinado de acuerdo al estadístico de Mantel con una matriz lineal de correlación de 0,71**

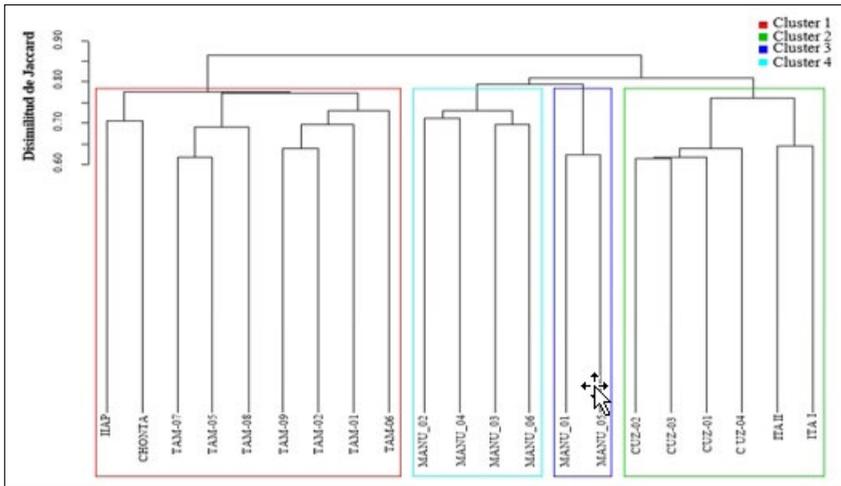


**Figura 12**  
**Índice de similitud de Jaccard de la composición florística de parcela de 1 ha. de acuerdo a la distancia geográfica**



En la Figura 13, se observó una diferenciación en las parcelas de MANU en función a los tipos de bosque: bosques de tierra firme (MANU 2, MANU 3 y MANU 4) y bosque de llanura inundable (MANU 1, MANU 5 y MANU 6).

**Figura 13**  
**Dendrograma comparando la composición florística de 21 parcelas de una hectárea establecidas en bosques de Madre de Dios**



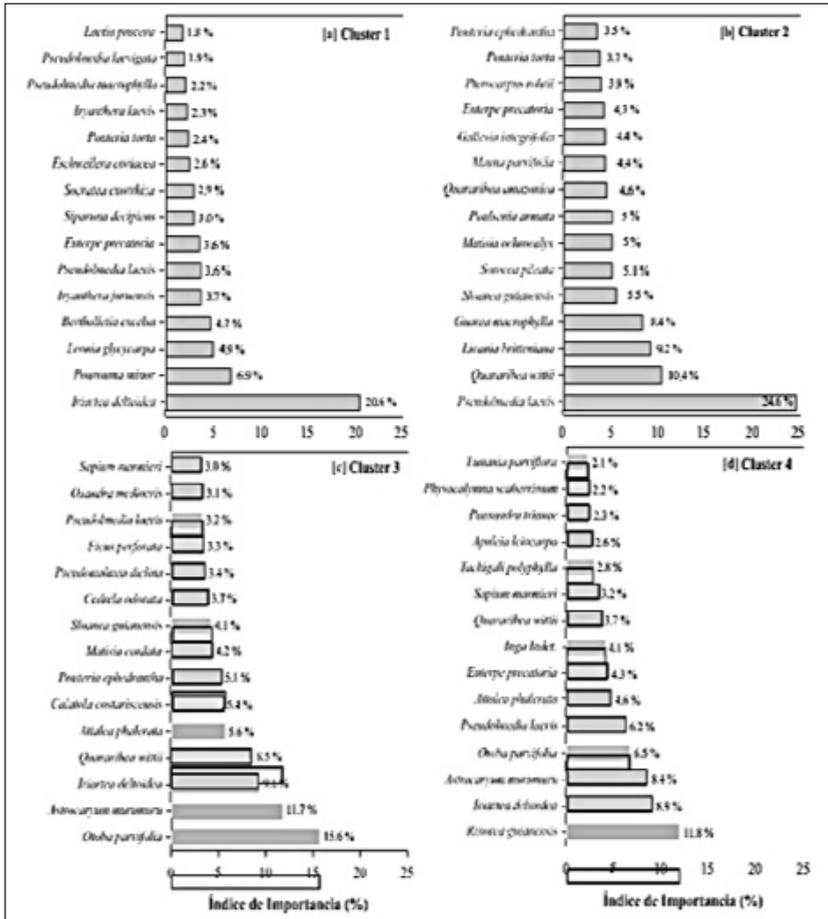
- **Índice de importancia según agrupamientos**

Las cinco especies con el mayor índice de importancia en los bosques de tierra firme de Tambopata (clúster 1, Figura 11a), IIAP-Chonta y TAM, fueron *Iriartea deltoidea* (21 %), *Pouroma minor* (7%), *Leonia glycyarpa* (5%), *Bertholletia excelsa* (4,8%) e *Iryanthera juruensis* (4%). A diferencia de los bosques de terraza aluvial (clúster 2, Figura 11b), parcelas de ITA y CUZ, en las cuales las cinco especies con mayor índice de importancia fueron *Pseudolmedia laevis* (24,8%), *Quararibea wittii* (10,2%), *Licania britteniana* (9,1%), *Guarea macrophylla* (8,5%) y *Sloanea guianensis* (5,6%)<sup>105-106</sup>.

105 BÁEZ QUISPE y OBLITAS MACHACA. "Diversidad arbórea y estructura en un bosque de tierra firme del sector Unión Chonta, distrito Tambopata - región Madre de Dios", cit.

106 BÁEZ QUISPE, DUEÑAS LINARES, MAMANI CONDORI y GARATE QUISPE. "Flora y vegetación de la microcuenca Chonta, distrito Tambopata y Laberinto, departamento de Madre de Dios - Perú", cit.

**Figura 14**  
**Índice de importancia de especies arbóreas**



Por otro lado, se observó una variación en el índice de importancia entre los tipos de bosque en las parcelas de MANU. Las especies con mayor índice de importancia en los bosques de llanura inundable (clúster 3, Figura 14c) fueron: *Otoba parvifolia* (15,6%), *Astrocaryum murumuru* (11,7%), *Iriartea deltoidea* (9,1%), *Quararibea wittii* (8,5%) y *Attalea phalerata* (5,6%). Sin embargo, las especies con mayor índice de importancia en bosques de tierra firme (clúster 4, Figura 14d) fueron: *Rinorea guianensis* (11,8%), *Iriartea deltoidea* (8,9%), *Astrocaryum murumuru* (8,4%), *Otoba parvifolia* (6,5%) y *Pseudolmedia laevis* (6,2%).

Los resultados de las 21 parcelas de una hectárea según el índice de importancia con los agrupamientos de parcelas fueron similares y se corroboraron con otras investigaciones por el grado de similitud para parcelas de 1 ha. y en diferentes tipos de bosques en Madre de Dios<sup>107-108-109-110</sup>.

- *Análisis de ordenación –NMDS–*

El análisis multidimensional no métrico –NMDS– obtenido (stress = 0,096) mostró una representación espacial en dimensión reducida en función de la similitud de composición florística en 21 parcelas de una hectárea en Madre de Dios. En el NMDS se observaron resultados similares al análisis clúster en la diferenciación en la composición florística en función a la distancia geográfica a gran escala y tipo de bosque a escala local.

El NMDS mostró grupos definidos en función a la distancia geográfica mediante las elipses (MANU, CUZ y TAM) que indican los intervalos de confianza de 90% alrededor de los centroides de los tres sitios estudiados. Las parcelas de CUZ presentaron un mejor agrupamiento, a diferencia de las parcelas de MANU que estuvieron menos agrupadas en la representación en dimensión reducida. Así mismo, se observó una afinidad florística entre las parcelas de Chonta, IIAP y TAM debido a que son parcelas localizadas en bosque de tierra firme. La cercanía en el NMDS entre las parcelas de CUZ e ITA se justificó debido a su cercanía geográfica (9 km.) y a que correspondieron a un similar tipo de bosque: bosque de terraza aluvial.

---

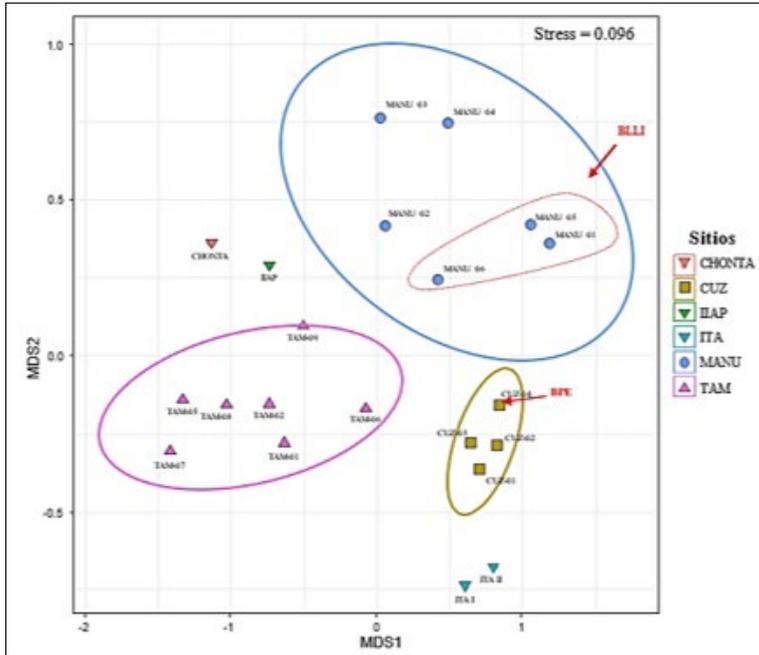
107 PALLQUI, *et al.* "Dinámica, biomasa aérea y composición florística en parcelas permanentes. Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú", cit.

108 BÁEZ QUISPE y OBLITAS MACHACA. "Diversidad arbórea y estructura en un bosque de tierra firme del sector Unión Chonta, distrito Tambopata - región Madre de Dios", cit.

109 BÁEZ QUISPE, DUEÑAS LINARES, CAIRO DAZA y LOVERA SALAS. "Diversidad y composición florística en un bosque de tierra firme en la concesión de conservación Gallocunca...", cit.

110 DUEÑAS LINARES, NIETO RAMOS, PEÑA y KUAQUIRA. "Diversidad, composición florística y stock de carbono almacenado en la biomasa de dos hectáreas de bosque húmedo tropical... cit.

**Figura 15**  
**Distribución de las parcelas evaluadas utilizando un análisis multidimensional no métrico (NMDS, matriz de disimilitud de Jaccard)**



BLLI = Bosque llanura inundable  
BPE = Bosque pantano estacional

En la Figura 15 se pudo observar que a escala local en el NMDS hubo una diferenciación en la composición florística según tipo de bosque: en las parcelas de MANU, entre las de bosque de llanura inundable (MANU\_01, MANU\_05 y MANU\_06) y de bosques de tierra firme (MANU\_02, MANU\_03 y MANU\_04) y en las parcelas de CUZ, las de bosque pantano-estacional (CUZ\_04) y las de bosque de terraza aluvial (CUZ-01, CUZ-02 y CUZ-03).

- *Transectos de 0,1 ha.*

En la Tabla 10, se describieron las características y ubicación geográfica de las 54 parcelas de 0,1 ha. analizadas en Madre de Dios, correspondiendo a tres tipos de bosque diferentes (bosques de tierra firme, bajo y aguajal mixto). Los primeros transectos de 0,1 ha. están ubicados en la zona de amortiguamiento de la Reserva Tambopata, mientras que el

siguiente grupo de 27 transectos de 0,1 ha. se encuentran ubicados en el eje de la carretera interoceánica, cuyos bosques se encuentran fuertemente presionados por actividades antropogénicas.

**Tabla 10**  
**Características de las 54 parcelas de 0,1 ha. analizadas**

<b>Código</b>	<b>Descripción Parcelas</b>	<b>UTM-E</b>	<b>UTM-N</b>	<b>Altitud (msnm.)</b>	<b>ANP</b>	<b>Autor</b>	<b>Tipo de bosque</b>
C-Pariamanu_M1	Comunidad de Boca Pariamanu M1	467391	8629196	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
C-Pariamanu_M2	Comunidad de Boca Pariamanu M4	467391	8629196	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
C-Pariamanu_M7	Comunidad de Boca Pariamanu M7	467391	8629196	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
C-JChavez_10	Comunidad de Jorge Chávez M10	489143	8596038	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BB
C-JChavez_5	Comunidad de Jorge Chávez M5	478286	8596031	200	Si	OLIVER PHILLIPS	AM
C-JChavez_8	Comunidad de Jorge Chávez M8	489143	8596038	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
C-LSandoval_M1	Comunidad de Lago Sandoval M1	500000	8607098	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
C-LSandoval_M2	Comunidad de Lago Sandoval M2	500000	8607098	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BB
C-LSandoval_M3	Comunidad de Lago Sandoval M3	500000	8607098	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
C-LValencia_M1	Comunidad de Lago Valencia M1	521739	8629206	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
C-LValencia_M3	Comunidad de Lago Valencia M3	510870	8629212	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
C-LValencia_M5	Comunidad de Lago Valencia M5	521739	8629206	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BB
C-Ltorre_M2	Comunidad La Torre M2	467442	8584962	229	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
C-Ltorre_M5	Comunidad La Torre M5	467442	8584962	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
C-Ltorre_M7	Comunidad La Torre M7	467442	8584962	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
CN-PReal_M10	Comunidad Nativa de Palma Real M10	521731	8618148	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
CN-PReal_M5	Comunidad Nativa de Palma Real M5	521731	8618148	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BB
CN-PReal_M8	Comunidad Nativa de Palma Real M8	532596	8618138	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF

*Hernando Hugo Dueñas Linares*

CN-Sonene_M1	Comunidad Nativa de Sonene M1	532584	8607079	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
CN-Sonene_M2	Comunidad Nativa de Sonene M2	532584	8607079	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BB
CN-Sonene_M4	Comunidad Nativa de Sonene M4	532584	8607079	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BB
CN-3islas_M2	Comunidad Nativa de Tres Islas M2	456538	8618124	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
CN-3islas_M4	Comunidad Nativa de Tres Islas M4	456538	8618124	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BB
CN-3islas_M7	Comunidad Nativa de Tres Islas M7	445672	8618105	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
PN-BSonene_M1	Parque Nacional Bahuaja Sonene M1	532584	8607079	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BB
PN-BSonene_M3	Parque Nacional Bahuaja Sonene M3	521714	8596031	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BB
PN-BSonene_M4	Parque Nacional Bahuaja Sonene M4	521714	8596031	200	Si	OLIVER PHILLIPS	BTF
NSF-1	P1 NSF-Sudadero	487256	8634133	162	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-2	P2 NSF-Piñal	489647	8666046	245	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-3	P3 NSF-Piñal	491907	8670812	286	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-4	P4 NSF-Monterrey	495095	8648711	269	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-5	P5 NSF-Monterrey	494885	8649049	248	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-6	P6 NSF-Mavila	486843	8679119	247	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-7	P7 NSF-Mavila	489451	8682736	230	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-8	P8 NSF-Villa Rocío	478867	8695196	300	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-9	P9 NSF-Villa Rocío	476980	8695485	310	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-10	P10 NSF-Loboyoc	485667	8621980	242	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-11	P11 NSF-San Lorenzo	467687	8722807	187	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-12	P12 NSF-San Lorenzo	467480	8722394	200	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-13	P13 NSF-Alerta	476783	8707540	174	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-14	P14 NSF-Alerta	476019	8706052	325	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF

*Los bosques de la Amazonía peruana: biodiversidad, ecosistema...*

NSF-15	P15 NSF-Villa Rocío	481103	8797081	291	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-16	P16 NSF-Fitzcarrald	464279	8600849	247	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-17	P17 NSF-Fitzcarrald	463554	8597422	210	No	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-18	P18 NSF-Las Mercedes	452741	8595022	260	Si	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-19	P19 NSF-Santo Domingo	439646	8591291	244	Si	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-20	P20 NSF-San Juan	426239	8578174	251	Si	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-21	P21 NSF-Unión Progreso	416616	8575126	243	Si	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-22	P22 NSF-San Juan	424373	8579929	252	Si	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-23	P23 NSF-Primavera Alta	376916	8573346	186	Si	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-24	P24 NSF-Unión Progreso	411851	8575706	245	Si	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-25	P25 NSF-Alto Libertad	398095	8573677	245	Si	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-26	P26 NSF-Virgen de la Candelaria	383437	8574619	170	Si	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF
NSF-27	P27 NSF-Santa Rosa	354109	8571192	200	Si	DUEÑAS <i>et. al.</i>	BTF

BTF = Bosque tierra firme

BB = Bosque de bajío

AM = Aguajal mixto

- *De la abundancia, riqueza de especies e índices de diversidad para parcelas de 0,1 ha.*

En 54 transectos evaluados se reportaron 11.765 árboles (DAP > 2,5 cm.), distribuidos en 90 familias, 329 géneros y 917 especies (ver Tabla 11). Se calculó que este número para la flora arbórea se incrementa a más de 1.100 especies y morfo especies de árboles para la región de Madre de Dios (Monteagudo, com. pers. 2014). Estos datos se corroboraron con la revisión de las exsiccata del herbario de USM para el departamento de Madre de Dios (1.131 especies, 127 morfo-especies, de 3.879 colecciones de diferentes autores).

**Tabla 11**  
**Especies, individuos e índices de diversidad de 54 parcelas de 0,1 ha.**  
**en Madre de Dios**

<b>Código</b>	<b>Tipo de bosque</b>	<b>Especies</b>	<b>Individuos</b>	<b>Shannon_H</b>	<b>alpha de Fisher</b>
C-Pariamanu_M1	BTF	81	227	3,95	45,04
C-Pariamanu_M2	BTF	85	186	4,08	60,52
C-Pariamanu_M7	BTF	73	211	3,74	39,54
C-JChavez_10	BB	20	365	1,55	4,55
C-JChavez_5	AM	64	208	2,97	31,59
C-JChavez_8	BTF	85	295	3,83	39,99
C-LSandoval_M1	BTF	80	226	3,90	44,18
C-LSandoval_M2	BB	81	284	3,65	37,84
C-LSandoval_M3	BTF	75	198	3,87	43,99
C-LValencia_M1	BTF	113	271	4,30	72,79
C-LValencia_M3	BTF	89	311	3,95	41,67
C-LValencia_M5	BB	102	304	4,14	53,86
C-Ltorre_M2	BTF	122	267	4,50	86,85
C-Ltorre_M5	BTF	125	269	4,42	90,77
C-Ltorre_M7	BTF	86	246	3,49	46,99
CN-PReal_M10	BTF	67	268	3,18	28,67
CN-PReal_M5	BB	65	323	2,44	24,51
CN-PReal_M8	BTF	83	285	3,86	39,35
CN-Sonene_M1	BTF	73	247	3,35	34,98
CN-Sonene_M2	BB	89	213	4,10	57,45
CN-Sonene_M4	BB	66	223	3,25	31,65
CN-3islas_M2	BTF	96	206	4,31	69,95
CN-3islas_M4	BB	67	165	3,82	42,01
CN-3islas_M7	BTF	98	215	4,26	69,57
PN-BSonene_M1	BB	98	292	4,19	51,76
PN-BSonene_M3	BB	73	217	3,80	38,63
PN-BSonene_M4	BTF	74	264	3,19	34,15
NSF-1	BTF	78	251	3,75	38,78

*Los bosques de la Amazonía peruana: biodiversidad, ecosistema...*

NSF-2	BTF	81	181	3,94	56,31
NSF-3	BTF	69	185	3,83	39,90
NSF-4	BTF	81	172	4,04	59,77
NSF-5	BTF	85	194	4,13	57,71
NSF-6	BTF	84	198	4,05	55,09
NSF-7	BTF	76	158	4,04	57,56
NSF-8	BTF	65	171	3,67	38,25
NSF-9	BTF	78	186	3,93	50,54
NSF-10	BTF	72	160	3,95	50,37
NSF-11	BTF	92	261	3,94	50,62
NSF-12	BTF	74	222	3,55	38,87
NSF-13	BTF	106	277	4,11	62,76
NSF-14	BTF	86	220	3,91	51,96
NSF-15	BTF	87	205	4,17	57,08
NSF-16	BTF	77	163	4,09	57,03
NSF-17	BTF	87	169	4,18	72,03
NSF-18	BTF	81	157	4,13	67,27
NSF-19	BTF	69	129	4,03	60,34
NSF-20	BTF	86	172	4,17	68,45
NSF-21	BTF	87	205	4,11	57,08
NSF-22	BTF	83	223	3,95	47,91
NSF-23	BTF	61	139	3,73	41,49
NSF-24	BTF	96	171	4,29	90,43
NSF-25	BTF	74	132	3,97	69,55
NSF-26	BTF	85	144	4,24	87,12
NSF-27	BTF	79	134	4,13	80,80

BTF = Bosque tierra firme

BB = Bosque de bajo

AM = Aguajal mixto

En la Tabla 11, para los transectos de 0,1 ha.; para árboles  $\geq 2,5$  cm. DAP de Monteagudo<sup>111</sup>, Reserva Tambopata y zona de amortiguamiento, con tres tipos de bosques, se observaron valores de abundancia cuyo promedio para aguajal mixto fue de 208 individuos/0,1 ha.; para bosque de bajío fue de 265 individuos/0,1 ha.; con rangos que variaron entre 165-365 individuos/0,1 ha. y para bosque de tierra firme fue de 246 individuos/0,1 ha.; con rangos que variaron entre 165-365 árboles/0,1 ha. Mientras que para los transectos de 0,1 ha. para árboles  $\geq 2,5$  cm. DAP; (un solo tipo de bosque = tierra firme), se observaron valores de abundancia promedio de 184 individuos /0,1 ha. valor muy bajo respecto a los transectos de Monteagudo<sup>112</sup>, Reserva Tambopata ambos de bosque de tierra firme, el presente estudio tuvo rangos que variaron entre 129-277 árboles/0,1 ha. La variación de la abundancia entre transectos Tambopata –RNT– vs. Transectos NSF-Tambopata-Tahuamanu, se debió a que las primeras estuvieron representadas por tres tipos diferentes de bosques (bosque de bajío, aguajal/mixto y bosque de tierra firme), en comparación con el segundo que estuvo representado por bosque de tierra firme. De igual manera la ubicación de los transectos debido a que los primeros estaban localizados en el ámbito de la RNT más alejados respecto a los de la carretera interoceánica, cuyos bosques han sido fuertemente influenciados por la actividad maderera (ver Tabla 12).

---

111 M. A. MONTEAGUDO. “Influencias del ambiente y los seres humanos sobre la composición y diversidad arbórea en Madre de Dios” (tesis de maestría), Cusco, Perú, UNSAAC, 2014.

112 Ídem.

**Tabla 12**  
**Cuadro comparativo global de abundancia, riqueza de especies e índices de diversidad de 54 transectos Gentry de 0,1 ha. en el departamento de Madre de Dios**

<b>Autores</b>	<b>N.º transectos</b>	<b>Individuos</b>	<b>Especies</b>	<b>Shannon_H</b>	<b>alpha de Fisher</b>
MONTEAGUDO*	27	165-365	20-125	1,55-4,5	4,55-90,77
DUEÑAS**	27	129-277	61-106	3,55-4,29	38,25-90,43

\* Transectos 0,1 ha localizados en la Reserva Nacional Tambopata, Departamento de Madre de Dios.

\*\* Transectos 0,1 ha localizados en el eje de la carretera interoceánica.

La distribución de la abundancia tuvo valores más altos en parcelas de tierra firme de la RNT y Zona de Amortiguamiento (295-365 individuos/0,1 ha.); valores medianos cercanos a parcelas ubicadas en el río Tambopata y la carretera interoceánica 227-295 individuos/0,1 ha.; que correspondieron a bosque de tierra firme. Los valores de abundancia más bajos correspondieron a parcelas de tierra firme en el ámbito de la carretera interoceánica (186-227 individuos/0,1 ha.), y con valores mucho más bajos en bosque de bajío (144-186 individuos/0,1 ha.); y aguajal mixto con valores de 129-144 individuos/0,1 ha. (ver Figura 16).

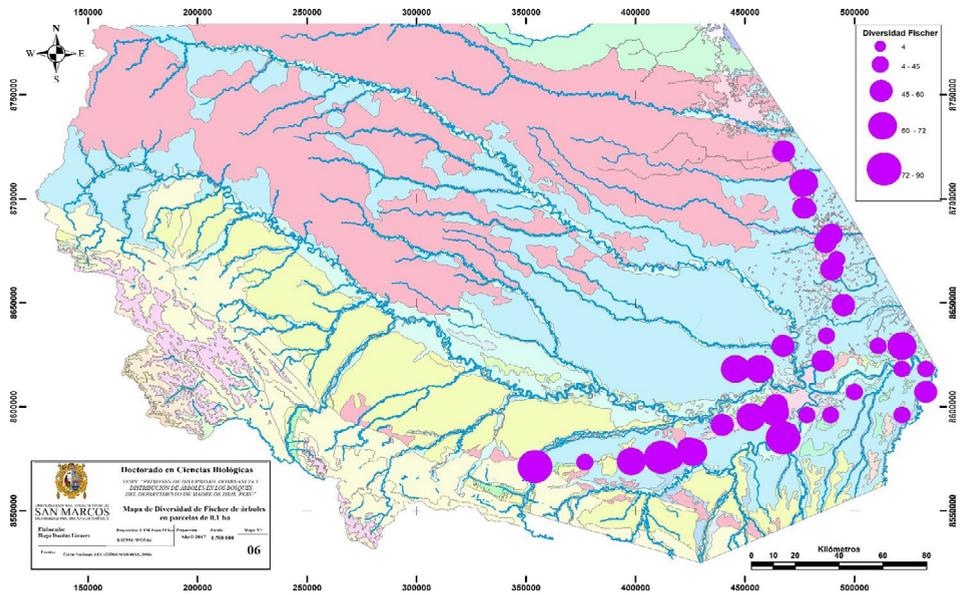
En cuanto a la riqueza de especies, se observó para los transectos de 0,1 ha.; para árboles  $\geq 2,5$  cm DAP de Monteagudo, 2014; valores de riqueza para aguajal mixto cuyo promedio fue de 67 especies/0,1 ha.; para bosque de bajío el promedio fue 73 especies/0,1 ha.; con rangos que variaron entre 20- 102 especies/0,1 ha.; y para bosque de tierra firme el promedio fue de 88 especies/0,1 ha.; con rangos que variaron entre 67-125 especies/0,1 ha. respectivamente. Por consiguiente, hubo una variación de la distribución de la riqueza de especies, los valores más altos y medianos se encontraron en los bosques de tierra firme de la RNT y zona de amortiguamiento, y en los bosques del norte de la carretera interoceánica; mientras que los valores más bajos se encontraron en los bosques de bajío y aguajal mixto (ver Figura 17).

Mientras que para los transectos de 0,1 ha., para árboles  $\geq 2,5$  cm. DAP; del eje de la carretera interoceánica (un solo tipo de bosque = tierra firme), la riqueza promedio fue de 80 especies/0,1ha.; con rangos que variaron entre 61-106 especies/0,1 ha. Los valores promedios y rangos para bosque de tierra firme para las dos áreas fueron relativamente similares. La riqueza de especies en todos los transectos evaluados en los bosques de tierra firme de Madre de Dios tenían una alta riqueza de especies; los transectos con mayor número de especies estaban localizados en la comunidad de La Torre (LAT5) con 125 especies/0,10 ha., éste transecto se ubicó dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata donde exhiben alta riqueza de especies con promedio de 82 especies/0,10-ha., estas muestras estaban indiferentemente ubicadas en bosques de bajo o altura con diferentes niveles de impacto. Otros transectos que superaron las 100 especies/0,10 ha. fueron: La Torre (LAT\_2), LVG1 (Lago Valencia 1), LGV5 (Lago Valencia 5), Comunidad Nativa Tres Islas (CN\_3Islas\_M7), PN Bahujaja Sonene (PNBS\_M1), y Nativa Tres Islas (CN\_3Islas\_M2)<sup>113</sup>.

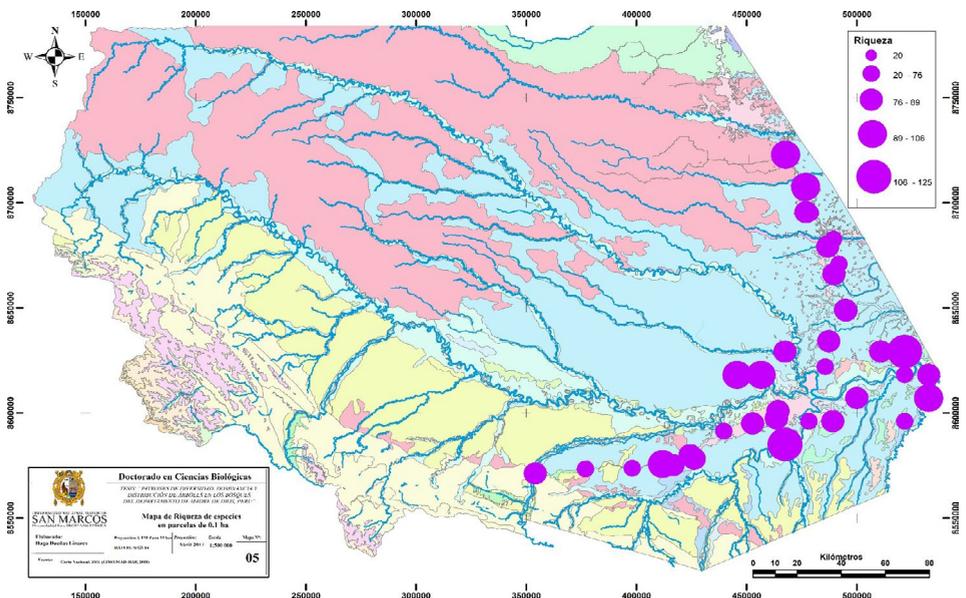
---

113 MONTEAGUDO. "Influencias del ambiente y los seres humanos sobre la composición y diversidad arbórea en Madre de Dios", cit.

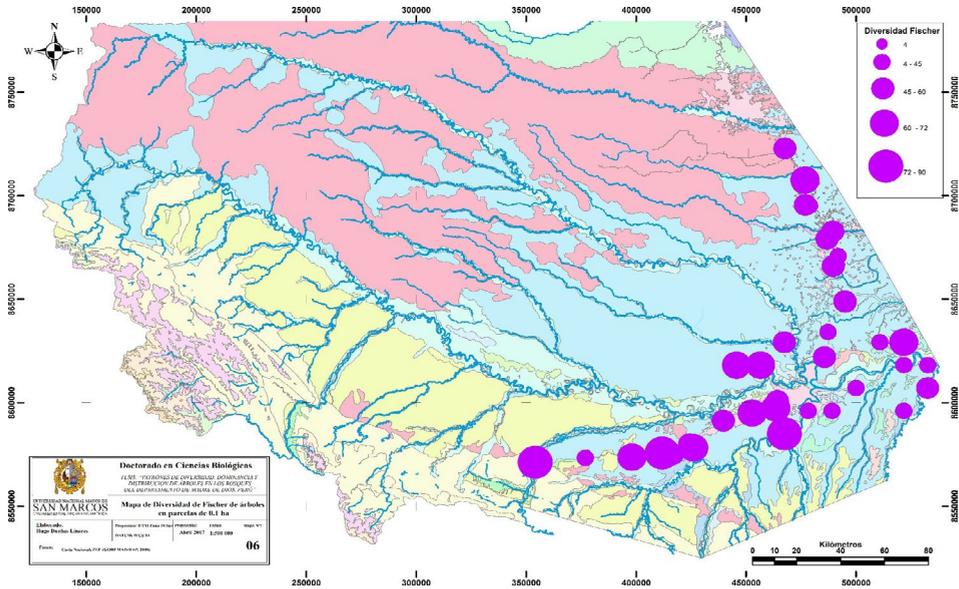
**Figura 16**  
**Mapa de abundancia de especies para transectos Gentry de 0,1 ha.,**  
**departamento de Madre de Dios**



**Figura 17**  
**Mapa de riqueza de especies para transectos Gentry de 0,1 ha.,**  
**departamento de Madre de Dios**



**Figura 18**  
**Mapa de diversidad de especies para transectos Gentry de 0,1 ha.,**  
**departamento de Madre de Dios**



La distribución de la diversidad Fisher-alpha, con valores más altos (72-90) y valores medianos de 60-72 se encontraron en bosques de tierra firme de la RNT y zona de amortiguamiento y de los bosques de la carretera interoceánica; y los valores más bajos se representaron por los bosques de bajo de 4-45 y bosques de aguajal/mixto (4) respectivamente (ver Figura 18).

Estos valores no se aproximaron al promedio de 149 especies y al máximo registrado para Cocha Cashu con 165 especies<sup>114</sup>, estos valores promedio para transectos Tambopata y Tahuamu fueron bajos respecto a los reportados por estos autores, pero se basaron en un número grande de transectos y evaluados tanto en bosques con suelos ricos y pobres en nutrientes. Tampoco se aproximó los valores de riqueza de otros departamentos del Perú (ver Tabla 13).

114 ALWYN HOWARD GENTRY y JOHN TERBORGH. "Composition and dynamics of the Cocha Cashu 'mature' floodplain forest", en ALWYN HOWARD GENTRY (ed). *Four Neotropical Rainforests*, New Haven, EE. UU., Yale University Press, 1990.

**Tabla 13**  
**Riqueza de especies de 0,1 ha. transectos**  
**en tierras bajas de la Amazonía del Perú**

<b>Sitio</b>	<b>N.º familias</b>	<b>Nº especies ≥ 2,5 cm. DAP</b>	<b>Nº árboles ≥ 10 cm. DAP</b>
<b>Loreto</b>			
Allpahuayo	52	256	73
Indiana	62	225	62
Jenaro Herrera	59	239	68
Mishana planic. No inund.	59	249	68
Mishana arena blanca en tierra firme	46	196	52
Mishana Tahuampa	40	168	53
Sucusari	48	241	63
Yanamono Tierra firme 1	48	212	48
Yanamono Tierra firme 2	50	225	52
Yanamono Tahuampa	50	163	43
<b>Madre de Dios</b>			
Cocha Cashu	49	165	57
Cusco Amazónico	48	150	57
Rio Heath	42	138	41
Tambopata later 1	46	151	34
Tambopata later 2	52	161	41
Tambopata arenosa	44	147	38
Tambopata Transectos Monteagudo*	82	16-124	
Tambopata-Tahuamanu Transectos NSF**	80	58-102	
<b>Pasco</b>			
Cabeza de Mono	40	147	35
Shirimagazu	51	197	53
<b>San Martín</b>			
Tarapoto	38	102	41
<b>Ucayali</b>			
Bosque Humbolt	43	154	40

<b>Puno</b>			
Rio Távvara	43	187	52
Rio Candamo	65	212	63

\* Transectos Tambopata (Monteagudo, 2014)

\*\*Transectos NSF/Tambopata\_Tahuamanu (Dueñas, 2016)

*Fuente:* ALWYN HOWARD GENTRY y ROSA ORTIZ S. "Patrones de composición florística en la Amazonía peruana", en RISTO KALLIOLA, MAARIT PUHAKKA y WALTER DANJOY (eds). *Amazonía peruana. Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*, Turku, Finlandia, Universidad de Turku, 1993.

Los resultados de este estudio se pudieron comparar con los encontrados por GENTRY y ORTIZ<sup>115</sup> en los sitios megadiversos registrados en Perú, Ecuador y Colombia. Aunque los valores de este estudio sobre el número de especies en promedio fueron muy inferiores a los quince sitios de los 226 evaluados por GENTRY y ORTIZ<sup>116</sup> que registraron valores superiores a 200 especies y nueve de ellas fueron en Perú, indicando la notable concentración de los bosques de alta diversidad en la cuenca del Amazonas, en particular en las estribaciones de los Andes.

---

115 ALWYN HOWARD GENTRY y ROSA ORTIZ S. "Patrones de composición florística en la Amazonía peruana", en RISTO KALLIOLA, MAARIT PUHAKKA y WALTER DANJOY (eds). *Amazonía peruana. Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*, Turku, Finlandia, Universidad de Turku, 1993.

116 Ídem.

- *De la composición florística de parcela 0,1 ha.*

**Tabla 14**  
**Composición florística en 54 parcelas de 0,1 ha.**

<b>N.º</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo de Bosque</b>	<b>Individuos</b>	<b>Familias</b>	<b>Géneros</b>	<b>Especies</b>
1	C-Pariamanu_M1	BTF	227	32	59	81
2	C-Pariamanu_M2	BTF	186	31	64	85
3	C-Pariamanu_M7	BTF	211	33	57	73
4	C-JChavez_10	BB	365	12	19	20
6	C-JChavez_8	BTF	295	38	66	85
7	C-LSandoval_M1	BTF	226	31	55	80
8	C-LSandoval_M2	BB	284	36	61	81
9	C-LSandoval_M3	BTF	198	31	54	75
10	C-LValencia_M1	BTF	271	38	80	113
11	C-LValencia_M3	BTF	311	36	67	89
12	C-LValencia_M5	BB	304	37	74	102
13	C-Ltorre_M2	BTF	267	42	82	122
14	C-Ltorre_M5	BTF	269	40	87	125
15	C-Ltorre_M7	BTF	246	36	65	86
16	CN-PReal_M10	BTF	268	30	54	67
17	CN-PReal_M5	BB	323	29	51	65
18	CN-PReal_M8	BTF	285	34	61	83
19	CN-Sonene_M1	BTF	247	34	53	73
20	CN-Sonene_M2	BB	213	33	67	89
21	CN-Sonene_M4	BB	223	30	50	66
22	CN-3islas_M2	BTF	206	36	72	96
23	CN-3islas_M4	BB	165	34	60	67
24	CN-3islas_M7	BTF	215	34	68	98
25	PN-BSonene_M1	BB	292	33	71	98
26	PN-BSonene_M3	BB	217	36	63	73
27	PN-BSonene_M4	BTF	264	37	57	74
28	NSF-1	BTF	251	26	58	78
29	NSF-2	BTF	181	36	68	81

30	NSF-3	BTF	185	30	57	69
31	NSF-4	BTF	172	31	61	81
32	NSF-5	BTF	194	31	63	85
33	NSF-6	BTF	198	31	61	84
34	NSF-7	BTF	158	30	60	76
35	NSF-8	BTF	171	30	56	65
36	NSF-9	BTF	186	29	62	78
37	NSF-10	BTF	160	29	57	72
38	NSF-11	BTF	261	35	72	92
39	NSF-12	BTF	222	33	66	74
40	NSF-13	BTF	277	35	81	106
41	NSF-14	BTF	220	36	67	86
42	NSF-15	BTF	205	36	72	87
43	NSF-16	BTF	163	33	64	77
44	NSF-17	BTF	169	33	76	87
45	NSF-18	BTF	157	32	64	81
46	NSF-19	BTF	129	31	54	69
47	NSF-20	BTF	172	38	70	86
48	NSF-21	BTF	205	33	65	87
49	NSF-22	BTF	223	34	66	83
50	NSF-23	BTF	139	26	46	61
51	NSF-24	BTF	171	32	63	96
52	NSF-25	BTF	132	31	54	74
53	NSF-26	BTF	144	32	61	85
54	NSF-27	BTF	134	36	64	79
<b>TOTAL</b>			11.557	90	329	917
<b>PROMEDIO</b>			218,1	32,9	62,7	82,0
<b>DESVIACIÓN ESTANDAR</b>			55,1	4,4	10,4	16,0

BTF = Bosque tierra firme

BB = Bosque de bajo

En la Tabla 14 se visualizó la composición florística en dos tipos de bosques en la Reserva Nacional Tambopata y Zona de Amortiguamiento, con valores promedio para bosque de bajo de 265 individuos/0,1 ha.;  $\geq 2,5$  cm. DAP con rangos que varían de 165-365 individuos/0,1 ha.

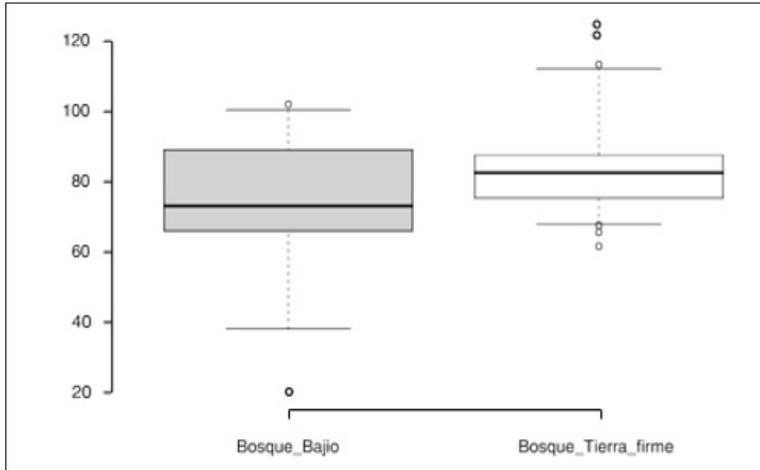
Para géneros en bosque de bajo se registraron un promedio de 57 géneros/0,1 ha. y para familias se registró para bosque de bajo promedio de 37 familias/0,1 ha. con rangos que varían entre 12-37 familias/0,1 ha. Mientras que para bosque de tierra firme en la Reserva Nacional Tambopata y zona de amortiguamiento se registró: un promedio de 245 individuos/0,1 ha. con rangos que varían entre 186-311 individuos/0,1 ha., un promedio de 89 especies/0,1 ha. con rangos que varían entre 67-125 especies/0,1 ha., un promedio de 65 géneros/0,1 ha. con rangos que varían entre 54-82 géneros/0,1 ha. y un promedio de 34 familias/0,1 ha. con rangos que varían entre 30-42 familias/0,1 ha.

Para los bosques de Tambopata-Tahuamanu (ámbito de la carretera interoceánica), bosque de tierra firme se registró para 27 transectos de 0,1 ha. un promedio de 184 individuos, distribuidos en 81 especies, 63 géneros y 32 familias respectivamente; se puede notar que los bosques de tierra firme de la Reserva Tambopata de zona de amortiguamiento, poseen mayores valores respecto a los bosques de Tambopata-Tahuamanu debido a lo alejados que se encuentran los bosques de la RNT y a los bosques que se encuentran en el ámbito de la carretera interoceánica, siendo éstos impactados con fuerza por actividades antrópicas. Sin embargo, ambas áreas con bosque de tierra firme presentan mayores valores respecto a especies, géneros y familias vs. los bosques de bajo de la RNT.

- *Comparación de la abundancia, riqueza y diversidad según tipo de bosque*

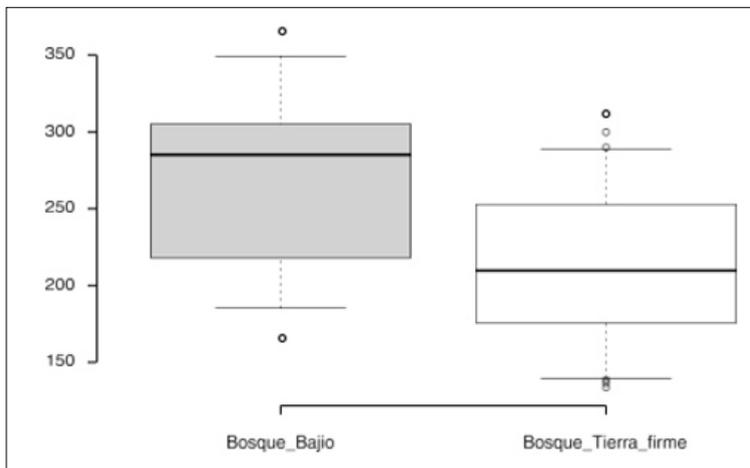
Los bosques de tierra firme albergaron una mayor riqueza de especies promedio que los bosques de bajo, sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa (U Mann-Whitney = 148, *P-value* = 0,24 > 0,05; ver Figura 19).

**Figura 19**  
**Boxplot de la comparación de la riqueza arbórea según tipo de bosque, en 54 parcelas de 0,1 ha. en Madre de Dios**



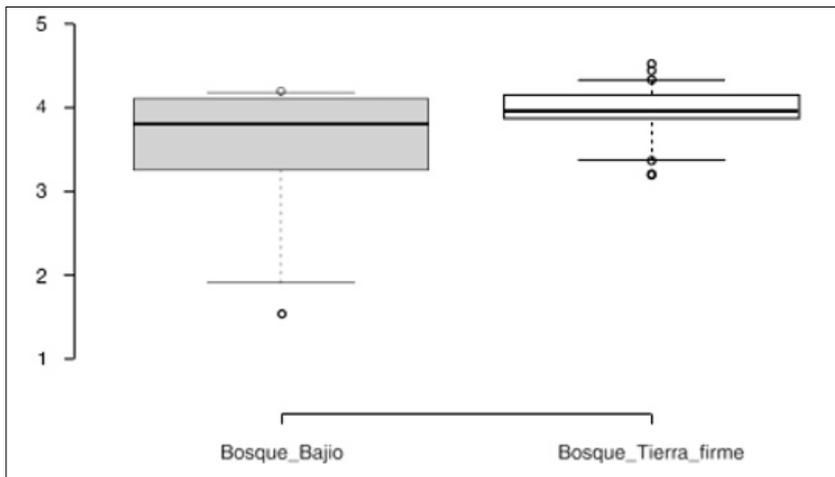
Sin embargo, como se puede observar en la Figura 20, en los bosques de bajo se encontró un significativo mayor número de individuos en promedio que en los bosques de tierra firme ( $t = 3,03$ ,  $P\text{-value} = 0,004 < 0,05$ ).

**Figura 20**  
**Boxplot de la comparación de la abundancia de árboles según tipo de bosque, en 54 parcelas de 0,1 ha. en Madre de Dios**



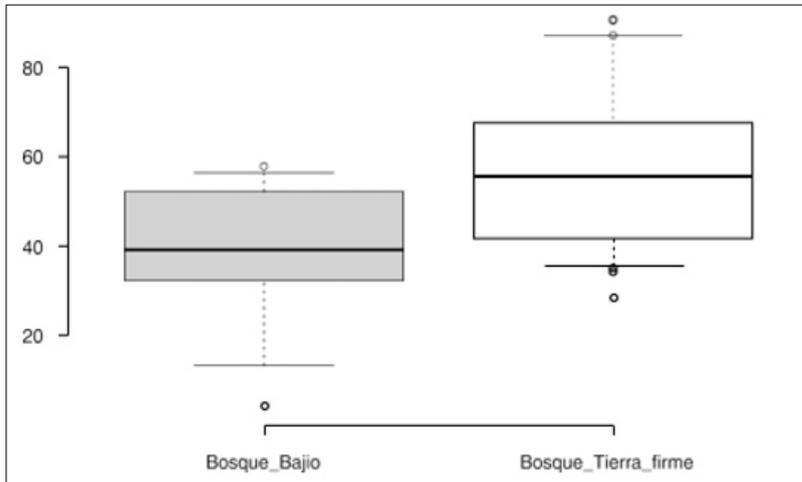
Por otro lado, también se realizó la comparación de la diversidad entre los dos tipos de bosque. Considerando al índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ), en los bosques de tierra firme se encontró una mayor diversidad de especies que en los bosques de bajo, lo que se observa en la Figura 21 ( $U = 125$ ,  $P\text{-value} = 0,08 > 0,05$ ).

**Figura 21**  
**Boxplot de la comparación del índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) según tipo de bosque en 54 parcelas de 0,1 ha. en Madre de Dios**



Sin embargo, considerando el índice de diversidad  $\alpha$ -Fisher en los bosques de tierra firme se encontró una significativa mayor diversidad arbórea que en los bosques de bajo ( $t = -3$ ,  $P\text{-value} = 0,004 < 0,05$ ).

**Figura 22**  
**Boxplot de la comparación del índice de diversidad  $\alpha$ -Fisher según tipo de bosque, en 54 parcelas de 0,1 ha. en Madre de Dios**



- Índice de importancia de parcelas 0.1 ha.

**Tabla 15**  
**Índice de importancia de especies en 54 parcelas de 0,1 ha. en Madre de Dios**

N.º	Especies	Área basal (m <sup>2</sup> )	Nº de individuos	Frecuencia absoluta	Frec %	Dominancia Relativa (%)	Abundancia Relativa (%)	% índice importancia
1	<i>Phenakospermum guyanense</i>	6,40	661	12,00	0,27	3,00	5,62	2,96
2	<i>Iriartea deltoidea</i>	7,19	214	34,00	0,77	3,37	1,82	1,99
3	<i>Siparuna decipiens</i>	2,63	386	48,00	1,09	1,23	3,28	1,87
4	<i>Euterpe precatoria</i>	3,07	289	47,00	1,07	1,44	2,46	1,65
5	<i>Pseudolmedia laevis</i>	4,45	175	41,00	0,93	2,08	1,49	1,50
6	<i>Bertholletia excelsa</i>	8,37	11	9,00	0,20	3,92	0,09	1,40
7	<i>Pouteria torta</i>	4,94	110	35,00	0,79	2,31	0,94	1,35

8	<i>Jacaranda copaia</i>	5,10	84	25,00	0,57	2,39	0,71	1,22
9	<i>Pausandra trianae</i>	1,32	293	19,00	0,43	0,62	2,49	1,18
10	<i>Mauritia flexuosa</i>	5,03	119	6,00	0,14	2,35	1,01	1,17
11	<i>Oenocarpus mapora</i>	1,01	225	38,00	0,86	0,47	1,91	1,08
12	<i>Rinorea viridifolia</i>	0,58	270	25,00	0,57	0,27	2,30	1,04
13	<i>Leonia glycyarpa</i>	2,10	139	40,00	0,91	0,98	1,18	1,02
14	<i>Hirtella racemosa</i>	0,64	196	42,00	0,95	0,30	1,67	0,97
15	<i>Iryanthera juruensis</i>	1,65	141	41,00	0,93	0,77	1,20	0,97

En la Tabla 15, considerando todas las parcelas, se pudo observar que las cinco especies más abundantes fueron *Phenakospermum guyannense* (661 individuos), *Siparuna decipiens* (386 individuos), *Pausandra trianae* (293 individuos), *Euterpe precatoria* (289 individuos) y *Rinorea viridifolia* (270 individuos). Así mismo, las especies más dominantes, considerando el área basal, fueron *Bertholletia excelsa* (8,37 m<sup>2</sup>), *Iriartea deltoidea* (7,19 m<sup>2</sup>), *Phenakospermum guyannense* (6,40 m<sup>2</sup>), *Jacaranda copaia* (5,10 m<sup>2</sup>) y *Mauritia flexuosa* (5,03 m<sup>2</sup>). Las cinco especies más frecuentes fueron *Siparuna decipiens* (48 parcelas), *Euterpe precatoria* (47 parcelas), *Hirtella racemosa* (42 parcelas), *Pseudolmedia laevis* (41 parcelas) e *Iryanthera juruensis* (41 parcelas). Por otro lado, las seis especies arbóreas con mayor índice de valor de importancia –IVI– fueron: *Phenakospermum guyannense* (2,96%), *Iriartea deltoidea* (1,99%), *Siparuna decipiens* (1,87%), *Euterpe precatoria* (1,65%), *Pseudolmedia laevis* (1,50%) y *Bertholletia excelsa* (1,40%).

- Índice de Valor de Importancia según tipo de bosque

a) Aguajal mixto

**Tabla 16**  
**Índice de importancia de especies arbóreas en Aguajal mixto**

N.º	Especies	N.º individuos	Área basal (m <sup>2</sup> )	Abundancia relativa	Dominancia relativa	vi index
1	<i>Phenakospermum guyannense</i>	81	0,66	38,94	22,27	30,61
2	<i>Pourouma minor</i>	3	0,44	1,44	14,92	8,18
3	<i>Siparuna cuspidata</i>	18	0,10	8,65	3,33	5,99
4	<i>Aspidosperma vargasii</i>	3	0,23	1,44	7,85	4,65
5	<i>Terminalia amazonía</i>	1	0,23	0,48	7,70	4,09
6	<i>Euterpe precatoria</i>	6	0,08	2,88	2,61	2,75
7	<i>Hirtella racemosa</i>	9	0,01	4,33	0,30	2,31
8	<i>Roucheria punctata</i>	3	0,08	1,44	2,67	2,06
9	<i>Iryanthera laevis</i>	3	0,08	1,44	2,55	2,00
10	<i>Pourouma mollis</i>	2	0,05	0,96	1,86	1,41
11	<i>Bactris concinna</i>	5	0,00	2,40	0,09	1,25
12	<i>Amaioua corymbosa</i>	2	0,04	0,96	1,50	1,23
13	<i>Parkia velutina</i>	2	0,04	0,96	1,45	1,20
14	<i>Helicostylis tomentosa</i>	2	0,04	0,96	1,33	1,14
15	<i>Virola multinervia</i>	1	0,05	0,48	1,80	1,14

En la Tabla 16 se pudo observar que en este tipo de bosque las cinco especies más abundantes en 0,1 ha., fueron: *Phenakospermum guyannense* (81 individuos), *Siparuna cuspidata* (18 individuos), *Hirtella racemosa* (9 individuos), *Euterpe precatoria* (6 individuos) y *Bactris concinna* (5 individuos). Así mismo, las cinco especies más dominantes, considerando el área basal, fueron *Phenakospermum guyannense* (0,66 m<sup>2</sup>), *Pourouma minor* (0,44 m<sup>2</sup>), *Aspidosperma vargasii* (0,23 m<sup>2</sup>), *Terminalia amazonía* (0,23 m<sup>2</sup>) y *Siparuna cuspidata* (0,10 m<sup>2</sup>). Por último, las cinco especies con los mayores valores en el índice de im-

portancia fueron *Phenakospermum guyannense* (30,61%), *Pourouma minor* (8,18%), *Siparuna cuspidata* (5,99%), *Aspidosperma vargasii* (4,65%) y *Terminalia amazonía* (4,09%).

b) Tierra firme

**Tabla 17**  
**Índice de importancia de especies arbóreas en bosques de tierra firme**

N.º	Especie	Nº individuos	Área basal (m <sup>2</sup> )	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Abundancia %	Dominancia %	IVI
1	<i>Siparuna decipiens</i>	346	2,39	43	1,17	3,77	1,42	2,12
2	<i>Phenakospermum guyannense</i>	342	3,25	8	0,22	3,73	1,93	1,96
3	<i>Iriartea deltoidea</i>	149	5,35	28	0,76	1,63	3,18	1,85
4	<i>Bertholletia excelsa</i>	11	8,37	9	0,24	0,12	4,97	1,78
5	<i>Euterpe precatoria</i>	227	2,32	38	1,03	2,48	1,38	1,63
6	<i>Pseudolmedia laevis</i>	139	3,97	34	0,92	1,52	2,36	1,60
7	<i>Pouteria torta</i>	103	4,70	32	0,87	1,12	2,80	1,60
8	<i>Jacaranda copaia</i>	82	5,10	23	0,62	0,89	3,03	1,52
9	<i>Pausandra trianae</i>	293	1,32	19	0,52	3,20	0,78	1,50
10	<i>Rinorea viridifolia</i>	260	0,57	23	0,62	2,84	0,34	1,27
11	<i>Tachigali poeppigiana</i>	102	2,87	20	0,54	1,11	1,71	1,12
12	<i>Iryanthera juruensis</i>	130	1,54	36	0,98	1,42	0,91	1,10
13	<i>Leonia glycyarpa</i>	110	1,79	33	0,90	1,20	1,07	1,05
14	<i>Hirtella racemosa</i>	154	0,51	34	0,92	1,68	0,30	0,97
15	<i>Oenocarpus mapora</i>	146	0,65	30	0,81	1,59	0,39	0,93

En la Tabla 17 se pudo observar que en este tipo de bosque las cinco especies más abundantes son: *Siparuna decipiens* (346 individuos), *Phenakospermum guyannense* (342 individuos), *Pausandra trianae* (293 individuos), *Rinorea viridifolia* (260 individuos) y *Euterpe precatoria* (227 individuos), en 44 parcelas (4,4 ha). Así mismo, las cinco es-

pecies dominantes de los bosques de tierra firme, considerando el área basal, fueron: *Bertholletia excelsa* (8,37 m<sup>2</sup>), *Iriartea deltoidea* (5,35 m<sup>2</sup>), *Jacaranda copaia* (5,10 m<sup>2</sup>), *Pouteria torta* (4,70 m<sup>2</sup>) y *Pseudolmedia laevis* (3,97 m<sup>2</sup>). Por último, las cinco especies con los mayores valores en el índice de importancia fueron: *Phenakospermum guyannense* (2,12%), *Pourouma minor* (1,96%), *Siparuna cuspidata* (1,85%), *Aspidosperma vargasii* (1,78%) y *Terminalia amazonia* (1,63%).

c) Bosques de bajo

**Tabla 18**  
**Índice de importancia de especies en bosques de bajo**

N.º	Especies	Área basal (m <sup>2</sup> )	Frecuencia absoluta	Frecuencia %	Dominancia %	Abundancia %	IVI
1	<i>Phenakospermum guyannense</i>	2,49	3	0,45	5,88	9,97	5,44
2	<i>Mauritia flexuosa</i>	4,71	2,00	0,30	11,10	4,69	5,36
3	<i>Lueheopsis hoehnei</i>	0,68	1	0,15	1,61	7,38	3,05
4	<i>Iriartea deltoidea</i>	1,85	6,00	0,91	4,36	2,72	2,66
5	<i>Ficus insipida</i>	2,11	1	0,15	4,97	0,08	1,74
6	<i>Euterpe precatória</i>	0,68	8	1,21	1,59	2,35	1,72
7	<i>Oenocarpus mapora</i>	0,35	7	1,06	0,82	3,27	1,72
8	<i>Dipteryx odorata</i>	1,72	1	0,15	4,06	0,04	1,42
9	<i>Pseudolmedia laevis</i>	0,46	6	0,91	1,07	1,47	1,15
10	<i>Iryanthera laevis</i>	0,26	6	0,91	0,62	1,55	1,03
11	<i>Leonia glycyarpa</i>	0,30	7	1,06	0,72	1,22	1,00
12	<i>Symphonia globulifera</i>	0,30	7	1,06	0,72	1,01	0,93
13	<i>Bactris concinna</i>	0,03	6	0,91	0,06	1,80	0,92
14	<i>Hirtella racemosa</i>	0,12	7	1,06	0,29	1,38	0,91
15	<i>Virola calophylla</i>	0,41	6,00	0,91	0,97	0,84	0,91

En la Tabla 18 se pudo observar que en este tipo de bosque, las cinco especies más abundantes en nueve parcelas (0,9 ha.), fueron: *Phenakospermum guyannense* (238 individuos), *Lueheopsis hoehnei* (176 individuos), *Mauritia flexuosa* (112 individuos), *Oenocarpus mapora* (78 individuos) e *Iriartea deltoidea* 65 individuos). Del mismo modo, las cinco especies dominantes de los bosques de tierra firme, considerando el área basal, fueron: *Mauritia flexuosa* (4,71 m<sup>2</sup>), *Phenakospermum guyannense* (2,49 m<sup>2</sup>), *Ficus insípida* (2,11 m<sup>2</sup>), *Iriartea deltoidea* (1,85 m<sup>2</sup>) y *Dipteryx odorata* (1,72 m<sup>2</sup>). Por último, las cinco especies con los mayores valores en el índice de importancia fueron: *Phenakospermum guyannense* (5,44%), *Mauritia flexuosa* (5,36%), *Lueheopsis hoehnei* (3,05%), *Iriartea deltoidea* (2,66%) y *Ficus insípida* (1,74%).

- *Similitud en la composición florística*

En las Figuras 23, 24 y 25 se determinó el óptimo número de grupos en siete, entre las 54 parcelas de 0,1 ha. de acuerdo con el estadístico de Mantel. En la Figura 24 se observó el dendrograma obtenido a partir de una matriz de similitud de Jaccard, generado a partir de una matriz de presencia-ausencia de las especies en las parcelas de 0,1 ha. en Madre de Dios. En el lado izquierdo del dendrograma, se observaron tipos de bosque más homogéneos, Aguajal (JChavez-10). Así mismo, se observó una diferenciación entre los tipos de bosque de tierra firme y de bajío según la fuente de información de los datos. En la izquierda del dendrograma se encuentran los datos de PHILLIPS *et al.*<sup>117</sup> y en la derecha los datos de DUEÑAS, NIETO y FLOREZ<sup>118</sup>.

---

117 PHILLIPS, BAKER, FELDPAUSCH y BRIENEN. *RAINFOR Manual de Campo para el Establecimiento y la Remediación de Parcelas*, cit.

118 DUEÑAS LINARES, NIETO RAMOS y FLOREZ R. "Diversidad y composición florística en localidad de San Lorenzo: provincia de Tahuamanu", cit.

Figura 23

(a) Representación gráfica de la correlación cofenética (0,879).  
 (b) El óptimo número de clústers (7) determinado con una matriz lineal de correlación de 0,71 de acuerdo con el estadístico de Mantel

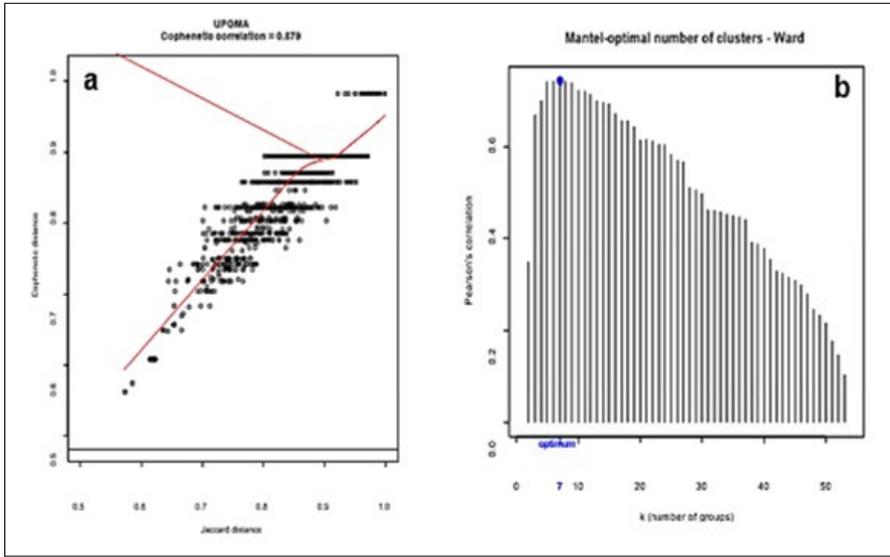
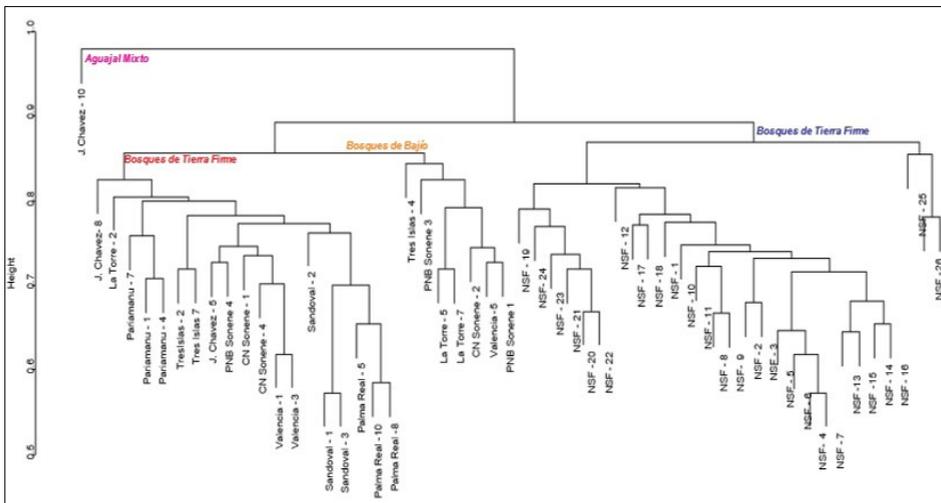
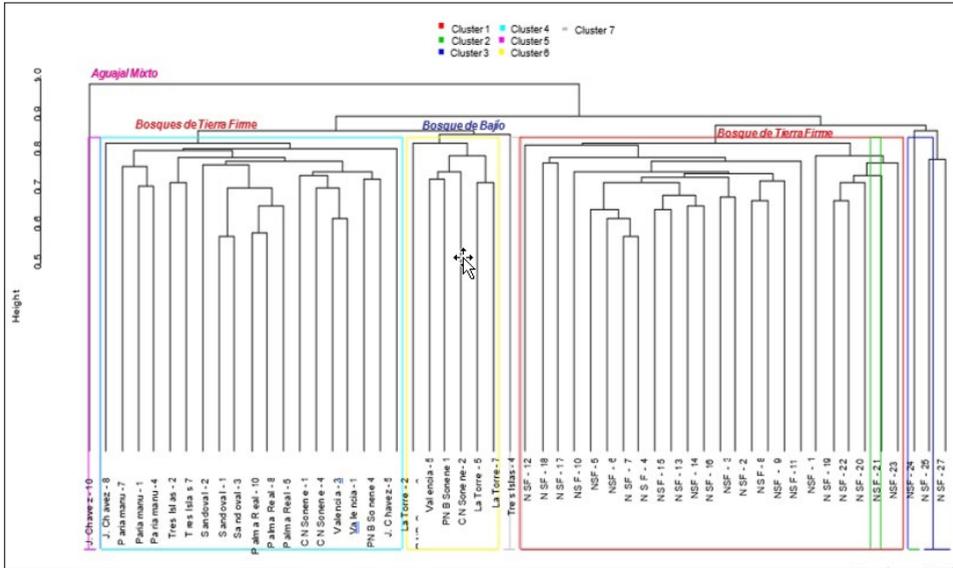


Figura 24

Análisis de la composición florística de 54 parcelas de 0,1 ha.,  
 utilizando el índice de similitud de Jaccard



**Figura 25**  
**Dendrograma comparando la composición florística de 54 parcelas de 0,1 ha. establecidas en bosques de Madre de Dios**



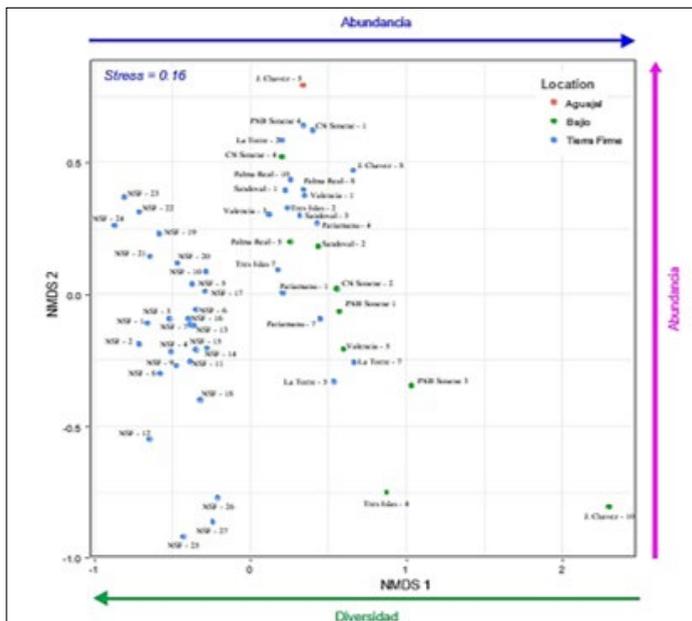
- *Non metrical multidimensional scaling of parcels of 0,1 ha.*

El análisis multidimensional no métrico –NMDS– obtenido con un stress de 0,16 y 9.999 permutaciones mostró una representación en dimensión reducida (2D) de las parcelas estudiadas de 0,1 ha. en función a su composición florística (Figura 20). Así mismo, en la Tabla 19 se observó un gradiente en función a la diversidad y abundancia obtenida a partir de una matriz de correlación de Pearson entre las coordenadas de NMDS y los atributos florísticos de las parcelas estudiadas, observándose los coeficientes de correlación en la parte inferior izquierda de la matriz y los valores de significancia de la correlación (*P*-valor). n.s = no significativo, \*  $p < 0,01$ , \*\*  $p < 0,001$  en la parte superior derecha de la matriz.

**Tabla 19**  
**Matriz de correlación entre las coordenadas del NMDS y la abundancia, diversidad y riqueza**

MDS	MDS1	MDS2	Riqueza	Abundancia	Shannon_H	Fisher_alpha
MDS1		1	0,1868 nd	0,0000**	0,0002**	0,0030 *
MDS2	0,00		0,2624 ns	0,0646 ns	0,8079 ns	0,2016 ns
Riqueza	-0,18	0,16		0,4588 ns	0,0000**	0,0000 **
Abundancia	0,62	0,25	0,10		0,0008**	0,0009 **
Shannon_H	-0,48	-0,03	0,78	-0,44		0,0000 **
Fisher_alpha	-0,40	-0,18	0,74	-0,44	0,82	

**Figura 26**  
**Distribución de las parcelas evaluadas (composición florística) en dimensión reducida utilizando un análisis multidimensional no métrico (NMDS, matriz de disimilitud de Jaccard)**



*– Resultados del análisis de colecciones de los diferentes herbarios nacionales y base de datos*

En la Tabla 20 se pudo observar que se revisaron y analizaron colecciones de árboles para el departamento de Madre de Dios en los herbarios USM y HAG, y base de datos de los herbarios CUZ, MOL para Perú, de igual manera la base de datos de Missouri Botanical Garden, New York Botanical Garden, BRIT, entre otros. En el herbario de San Marcos en Perú se registraron 1.131 especies, 127 morfoespecies y 3.879 colecciones (aunque no se revisaron las colecciones de Arecaceae). Sin embargo, están registradas para el departamento de Madre de Dios hasta 22 especies de la familia Arecaceae<sup>119</sup>. Por otra parte, las colecciones más grandes se encuentran depositadas en el herbario del Missouri Botanical Garden (MO) con 1.713 especies y 9.224 colecciones. El herbario de USM registra 1.131 especies y 3.879 colecciones. El HAG con 506 especies y 4.981 colecciones y el herbario de CUZ con 783 especies y 4.099 colecciones.

En los herbarios revisados muchos *vouchers* se encontraron a nivel de morfoespecies y con nombres que no están actualizados con los nuevos sistemas de clasificación<sup>120</sup>. Muchas de estas colecciones no tienen duplicados en los herbarios nacionales y dichos datos corroboran el número de especies registradas en la presente investigación. Así mismo, la revisión de herbarios permitió concluir que muchos *vouchers* están pobremente identificados y en muchos los nombres no están actualizados con los nuevos sistemas de clasificación.

---

119 MONTEAGUDO. "Influencias del ambiente y los seres humanos sobre la composición y diversidad arbórea en Madre de Dios", cit.

120 THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. "An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV", cit.

**Tabla 20**  
**Principales herbarios nacionales y base de datos revisados de las colecciones de árboles para el departamento de Madre de Dios**

N°	Herbarios	Familias	Géneros	Especies	Morfoespecies	Colecciones
1	MO	87	509	1.713	0	9.224
2	NYBG	66	213	369	35	1.190
3	BRIT	85	329	608	236	3.667
4	USM	65	297	1.131	127	3.879
5	CUZ	67	289	783	154	4.099
6	MOL	59	180	217	127	1.475
7	HAG	74	263	506	30	4.981

## CONCLUSIONES

Existen diferencias entre la variación en los patrones de diversidad florística, dominancia y distribución de árboles en el departamento de Madre de Dios según el tipo de bosque y factores ambientales como topografía, altitud, composición de los suelos y humedad. Los índices de diversidad variaron de acuerdo a los tipos de bosques, siendo más altos para bosques de tierra firme y terraza media y disminuyendo en bosques de terraza media inundable y bosques de bajo.

Los valores de riqueza, dominancia y diversidad de especies para parcelas de una hectárea fueron altos para los bosques del departamento de Madre de Dios, distribuyéndose en cuatro tipos: 1) tierra firme, 2) llanura inundable, 3) pantano estacional, y 4) terraza aluvial. Mientras que en los patrones de riqueza y diversidad se pudo observar por la ubicación y el tipo de bosque de las parcelas, registrándose una mayor diversidad hacia el este y una menor diversidad hacia el oeste de la Amazonía de Madre de Dios.

Además, se encontró una diferenciación en la composición florística en función a la distancia geográfica entre los sitios de estudio, es decir, la similitud entre las parcelas estuvo influenciada por la distancia geográfica entre estas a gran escala y el tipo de bosque a escala local. En relación a la composición florística, hubo una variación de especies, géneros y familias, mostrando valores más altos en los bosques de tierra firme (para parcelas de 1 ha. y de 0,1 ha.), mientras que los bosques de bajo y los bosques aguajal/mixto ostentaron valores más bajos.

## RECOMENDACIONES

1. Existe mucha información de inventarios y colecciones, pero están muy dispersos para el departamento de Madre de Dios, por lo que resulta necesario la integración de toda la información en una base de datos que permita tener un conocimiento real de la riqueza, diversidad y composición florística de los bosques de Madre de Dios.
2. Se ha determinado que existen muchos vacíos de información debido a que muchas áreas no han sido inventariadas científicamente en una gradiente altitudinal que va desde los 600 hasta más de los 200 m.s.n.m, lo que sería el límite para el departamento de Madre de Dios, por lo tanto, es necesario concentrar mayores esfuerzos en realizar inventarios y colecciones en estas áreas, sobre todo en cabecera de cuencas de la provincia de Tahuamanu.
3. Es importante la reevaluación de todos los inventarios de parcelas permanentes implementadas en el departamento de Madre de Dios, el escenario ha cambiado en los últimos años ya que, por un lado, hay una fuerte presión de la minería ilegal que está arrasando muchos bosques inclusive al interior de áreas protegidas y, por otro lado, hay un incremento de monocultivos (papaya, cacao, etc.).
4. Muchas de las concesiones forestales existentes para el departamento de Madre de Dios no cuentan con un buen inventario de árboles, ya que están utilizando información científica equivocada y no están realizando colecciones botánicas, lo cual es fundamental para la identificación de los árboles, siendo preciso estandarizar las colecciones botánicas y los listados de árboles para Madre de Dios.
5. Promover los mecanismos necesarios para que los herbarios informaticen y pongan en línea sus colecciones de árboles para contar con información actualizada y disponible para diferentes usos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, JOSÉ y NOAM SHANY. “Una experiencia de gestión participativa de la biodiversidad con comunidades amazónicas”, en *Revista Peruana de Biología*, vol. 9, n.º 2, 2012, pp. 223 a 232, disponible en [[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332012000200017](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332012000200017)].
- ARÉVALO VELA, MARIANA LUCÍA. “Sostenibilidad de las concesiones forestales en la región Loreto de acuerdo a la Ley 27308 - Ley Forestal y de Fauna Silvestre - 2015” (tesis de pregrado), Iquitos, Perú, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2015, disponible en [<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4962>].
- BÁEZ QUISPE, SUFER MARCIAL. “Evaluación dendrológica de especies forestales en un bosque de tierra firme en la concesión Gallocunca, sector Baltimore, distrito de Tambopata, provincia Tambopata - departamento de Madre de Dios” (tesis de pregrado), Madre de Dios, Perú, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2014, disponible en [<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/101>].
- BÁEZ QUISPE, SUFER MARCIAL; HUGO DUEÑAS LINARES, SONIA CAIRO DAZA y MARJORIE LOVERA SALAS. “Diversidad y composición florística en un bosque de tierra firme en la concesión de conservación Gallocunca, sector Baltimore, distrito Tambopata, provincia Tambopata - departamento Madre de Dios”, en *Floresta Amazónica*, vol. 1, n.º 1, 2015, pp. 9 a 22, disponible en [<http://revistas.unamad.edu.pe/index.php/Floresta/article/view/24/13>].
- BÁEZ QUISPE, SUFER MARCIAL; HUGO DUEÑAS LINARES, JOSÉ MAMANI CONDORI y JORGE GARATE QUISPE. “Flora y vegetación de la microcuenca Chonta, distrito Tambopata y Laberinto, departamento de Madre de Dios - Perú”, en *Mentor Forestal*, vol. 1, n.º 1, 2017, pp. 1 a 5, disponible en [<http://revistas.unamad.edu.pe/index.php/mentor/article/view/94/85>].
- BÁEZ QUISPE, SUFER MARCIAL y JAIME OBLITAS MACHACA. “Diversidad arbórea y estructura en un bosque de tierra firme del sector Unión Chonta, distrito Tambopata - región Madre de Dios”, en *Mentor Forestal*, vol. 1, n.º 1, 2017, pp. 24 a 28, disponible en [<http://revistas.unamad.edu.pe/index.php/mentor/article/view/98/96>].

- BORCARD, DANIEL; FRANÇOIS GILLET y PIERRE LEGENDRE. *Numerical ecology with R*, Nueva York, Springer-Verlag, 2011.
- BOVARNICK, ANDREW; FRANCISCO ALPIZAR y CHARLES SCHNELL (eds). *La importancia de la biodiversidad y de los ecosistemas para el crecimiento económico y la equidad en América Latina y el Caribe: Una valoración económica de los ecosistemas*, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2010, disponible en [<https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/175-spa-sum.pdf>].
- BOYLE, BRAD; NICOLE HOPKINS, ZHENYUAN LU, JUAN ANTONIO RAYGOZA GARAY, DMITRY MOZZHERIN, TONY REES, NAIM MATASCI, MARTHA L. NARRO, WILLIAM H. PIEL, SHELDON J. MCKAY, SONYA LOWRY, CHRIS FREELAND, ROBERT K. PEET y BRIAN J. ENQUIST. "The taxonomic name resolution service: an online tool for automated standardization of plant names", en *BMC. Bioinformatics*, n.º 14, art. 16, 2013, pp. 1 a 14, disponible en [<https://bmcbioinformatics.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2105-14-16#:~:text=The%20TNRS%2C%20or%20Taxonomic%20Name,name%20parsing%20and%20fuzzy%20matching.>].
- COLWELL, ROBERT K. y JOHANNA E. ELSENSOHN. "EstimateS turns 20: statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation", en *Ecography*, vol. 37, n.º 6, 2014, pp. 609 a 613, disponible en [<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ecog.00814>].
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Ley N° 29763. Lima, Perú, 21 de julio de 2011, disponible en [<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29763.pdf>].
- CUEVA ALTAMIRANO, DANTE. "Caracterización dendrológica en 1 ha. de bosque de terraza alta en el Centro de Investigación de la localidad de Fitzcarrald km. 21,5 distrito de Tambopata, provincia de Tambopata - Madre de Dios" (tesis de licenciatura), Puerto Maldonado, Perú, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2018, disponible en [<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/100>].
- CURTIS, JOHN THOMAS y ROBERT P. MCINTOSH. "An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin", en *Ecology*, vol. 32, n.º 3, 1951, pp. 476 a 496, disponible en [[http://vmpincel.ou.edu/rice\\_and\\_penfound/1931725.pdf](http://vmpincel.ou.edu/rice_and_penfound/1931725.pdf)].
- DALY, DOUGLAS y MARCOS SILVEIRA. *Primeiro Catálogo da Flora do Acre, Brasil*, Rio Branco, Brasil, EUDFAC, 2008.
- DOMÍNGUEZ SALCEDO, DELMA. "Índice de valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies arbóreas en tres tipos de bosques, departamento de Madre de Dios - 2017" (tesis de pregrado), Puerto Maldonado, Perú, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2018, disponible en [<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/319>].

- DUEÑAS LINARES, HUGO; CARLOS NIETO RAMOS y JUAN FLOREZ R. "Diversidad y composición florística en localidad de San Lorenzo: provincia de Tahuamanu", en *Biodiversidad Amazónica*, vol. 2, n.º 2, 2009, pp. 71 a 82, disponible en [<http://revistas.unamad.edu.pe/index.php/Biodiversidad/article/view/64/56>].
- DUEÑAS LINARES, HUGO; CARLOS NIETO RAMOS, J. PEÑA y F. KUAQUIRA. "Diversidad, composición florística y stock de carbono almacenado en la biomasa de dos hectáreas de bosque húmedo tropical en la Reserva Ecológica de Inkaterra, Tambopata - Madre de Dios" (informe final de investigación), Puerto Maldonado, Perú, UNAMAD, 2012.
- DUEÑAS LINARES, HUGO y JOEL PEÑA VALDEIGLESIAS. "Diversidad, dominancia y composición florística de árboles en los bosques de la localidad de Santa Rosa; distrito de Inambari, provincia de Tambopata, Madre de Dios", en *Floresta Amazónica*, vol. 1, n.º 1, 2015, pp. 51 a 64, disponible en [<http://revistas.unamad.edu.pe/index.php/Floresta/article/view/29/18>].
- FLOHR DROEGE, OSCAR ALBERTO. "La importancia del mantenimiento de los ecosistemas" (tesis de maestría), Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005, disponible en [[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07\\_1777.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1777.pdf)].
- FUNDACIÓN GONDWANA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE. *Principales especies y características para la arborización de las zonas agrarias. Guía n.º 4*, 2012, disponible en [<https://miradaverde.files.wordpress.com/2012/10/funcion-de-arboles-bosques.pdf>].
- GENTRY, ALWYN HOWARD. "Neotropical floristic diversity: Phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the andean orogeny?", en *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 69, n.º 3, 1982, pp. 557 a 593.
- GENTRY, ALWYN HOWARD. "Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients", en *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 75, n.º 1, 1988, pp. 1 a 34.
- GENTRY, ALWYN HOWARD. "Tree species richness of upper Amazonian forests", en *PNAS*, vol. 85, 1988, pp. 156 a 159.
- GENTRY, ALWYN HOWARD y JOHN TERBORGH. "Composition and dynamics of the Cocha Cashu 'mature' floodplain forest", en ALWYN HOWARD GENTRY (ed). *Four Neotropical Rainforests*, New Haven, EE. UU., Yale University Press, 1990.
- GENTRY, ALWYN HOWARD y ROSA ORTIZ S. "Patrones de composición florística en la Amazonía peruana", en RISTO KALLIOLA, MAARIT PUHAKKA y WALTER DANJOY (eds). *Amazonía peruana. Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*, Turku, Finlandia, Universidad de Turku, 1993.

*Los bosques de la Amazonía peruana: biodiversidad, ecosistema...*

- HAMMER, ØYVIND; DAVID HARPER y PAUL RYAN. "Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis", en *Palaeontologia Electronica*, vol. 4, n.º 1, 2001, pp. 1 a 9.
- HONORIO, EURÍDICE y CARLOS REYNEL. *Vacíos en la colección de la flora de los bosques húmedos del Perú*, Lima, Perú, Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, 2011.
- INFOBOSQUES. *Deforestación y reforestación*, 2016.
- INFOBOSQUES. *Clasificación de los bosques*, 2019.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONÍA PERUANA. *Zonificación ecológica y económica del departamento de Amazonas*, Lima, Perú, Gobierno Regional de Amazonas, 2010.
- IZKO, XAVIER y DIEGO BURNEO. *Herramientas para la valoración y manejo forestal sostenible de los bosques sudamericanos*, Quito, Ecuador, UICN-Sur, 2003.
- JACCARD, PAUL. "The distribution of the flora in the alpine zone", en *New Phytologist*, vol. 11, n.º 2, 1912, pp. 37 a 50, disponible en [<https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1469-8137.1912.tb05611.x>].
- LAMAS, GERARDO. "A critical review of J. Y. Miller's checklist of the Neotropical Castniidae (Lepidoptera)", en *Revista Peruana de Entomología*, vol. 37, n.º 1, 1995, pp. 73 a 87, disponible en [<https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peruentomol/article/view/1064>].
- LATHAM, ROGER y ROBERT E. RICKLEFS. "Continental comparisons of temperate-zone tree species diversity", en ROBERT E. RICKLEFS y DOLPH SCHLUTER (eds). *Species diversity in ecological communities: Historical and geographical perspectives*, Chicago, University Of Chicago Press, 1993.
- LEGENBRE, PIERRE y MARIE-JOSÉE FORTIN. "Comparison of the Mantel test and alternative approaches for detecting complex multivariate relationships in the spatial analysis of genetic data", en *Molecular Ecology Resources*, vol. 10, n.º 5, 2010, pp. 831 a 844.
- LÓPEZ HERNÁNDEZ, JUAN ANTONIO; ÓSCAR A. AGUIRRE CALDERÓN, EDUARDO ALANÍS RODRÍGUEZ, JOSÉ CARLOS MONARREZ GONZÁLEZ, MARCO A. GONZÁLEZ TAGLE y JAVIER JIMÉNEZ PÉREZ. "Composición y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, México", en *Madera y Bosques*, vol. 23, n.º 1, 2017, pp. 39 a 51, disponible en [[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712017000100039](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712017000100039)].

- MAINI, J. S. "Desarrollo sostenible de los bosques", en *Unasylya: Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales*, vol. 58, n.º 226-227, 2007, pp. 46 a 49.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. Política Nacional del Ambiente. Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, Lima, Perú, 23 de mayo de 2009, disponible en [<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/Pol%C3%ADtica-Nacional-del-Ambiente.pdf>].
- MONTEAGUDO, M. A. "Influencias del ambiente y los seres humanos sobre la composición y diversidad arbórea en Madre de Dios" (tesis de maestría), Cusco, Perú, UNSAAC, 2014.
- MORENO, CLAUDIA E. *Métodos para medir la biodiversidad*, Zaragoza, España, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 2001.
- NAVARRO CANO, JOSÉ ANTONIO; MARTA GOBERNA y MIGUEL VERDU. "La facilitación entre plantas como herramienta de restauración de diversidad y funciones ecosistémicas", en *Ecosistemas*, vo. 28, n.º 2, 2019, pp. 20 a 31.
- OKSANEN, JARI; F. GUILLAUME BLANCHET, MICHAEL FRIENDLY, ROELAND KINDT, PIERRE LEGENDRE, DAN MCGLINN, PETER R. MINCHIN, R. B. O'HARA, GAVIN L. SIMPSON, PETER SOLYOS, M. HENRY H. STEVENS, EDUARD SZOECs y HELENE WAGNER. *Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-6*, 2019, disponible en [<https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vegan.pdf>].
- ORDÓÑEZ ARCOS, CRISTIAN DAVID. "Amazonía bajo amenaza Ecuador y Brasil en el marco del cambio climático" (tesis de maestría), Quito, Ecuador, Universidad Andina Simón Bolívar, 2019, disponible en [<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6649/4/T2876-MCCSD-Ordo%C3%B1ez-Amazonía.pdf>].
- PALLQUI, NADIR C.; ABEL MONTEAGUDO, OLIVER L. PHILLIPS, GABRIELA LÓPEZ GONZÁLEZ, LUCIANO CRUZ, WASHINGTON GALIANO, WILFREDO CHÁVEZ y RODOLFO VÁSQUEZ. "Dinámica, biomasa aérea y composición florística en parcelas permanentes. Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú", en *Revista peruana de biología*, vol. 21, n.º 3, 2014, pp. 235 a 242, disponible en [[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332014000300006](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332014000300006)].
- PARKER, THEODORE; PAUL DONAHUE y THOMAS SCHULENBERG. "Birds of the Tambopata Reserve", en JOHN L. CARR (eds.). *The Tambopata Candamo Reserved Zone of South-eastern Peru: a biological assessment. Rapid Assessment Program - Working Papers 6*, Washington D. C., Conservation International, 1994.
- PEARSON, DAVID L. "The tiger beetles (*Coleoptera: Cicindelidae*) of the Tambopata reserved zone, Madre de Dios, Perú", en *Revista Peruana de Entomología*, vol. 27, n.º 1, 1984, pp. 15 a 24. 1984, disponible en [<https://www.revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/816>].

- PHILLIPS, OLIVER; TIM BAKER, TED FELDPAUSCH y ROEL BRIENEN. *RAINFOR Manual de Campo para el Establecimiento y la Remedición de Parcelas*, The Royal Society, 2016, disponible en [[http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/Manual/RAINFOR\\_field\\_manual\\_version2016\\_ES.pdf](http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/Manual/RAINFOR_field_manual_version2016_ES.pdf)].
- PITMAN, NIGEL; JOHN TERBORGH, M. PERCY NÚÑEZ y MÓNICA VALENZUELA. “Los árboles de la cuenca del río Alto Purús”, en RENATA LEITE PITMAN, NIGEL PITMAN y PATRICIA ÁLVAREZ LOAYZA (eds). *Alto Purús: biodiversidad, conservación y manejo*, Lima, Perú, Center for Tropical Conservation, 2003.
- PRIETO GUERRA, RICARDO ENRIQUE. “Técnicas estadísticas de clasificación, un ejemplo de análisis clúster”, (tesis de licenciatura), Pachuca, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2006, disponible en [<https://uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Tecnicas%20estadisticas%20de%20clasificacion.pdf>].
- R CORE TEAM. *The R Project for Statistical Computing*, 2019, disponible en [<https://www.r-project.org>].
- RANGEL CHURIO, JESÚS ORLANDO. “La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional”, en *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol. 39, n.º 151, 2015, pp. 176 a 200, disponible en [<https://raccfyn.co/index.php/raccfyn/article/view/136/115>].
- SABOYA TORREJÓN, NORA. “Distribución espacial de las especies arbóreas aprovechables, de la parcela de corta anual 2 bloque 11 de la Comunidad Nativa Santa Mercedes, Río Putumayo, Perú” (tesis de pregrado), Iquitos, Perú, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2013, disponible en [<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2439>].
- SILMAN, MILES R.; ALEJANDRO ARAUJO MURAKAMI, DUNIA H. URREGO, MARK B. BUSH y HONORIO PARIAMO. “Estructura de las comunidades de árboles en el límite sur de la Amazonía occidental: Manu y Madidi”, en *Ecología en Bolivia: Revista del Instituto de Ecología*, vol. 40, n.º 3, 2005, pp. 443 a 452, disponible en [<https://ecologiaenbolivia.com/documents/17WAmazonía40-3.pdf>].
- TER STEEGE, HANS; NIGEL PITMAN, DANIEL SABATIER, CHRIS BARALOTO, *et al.* “Hyperdominance in the Amazonian tree flora”, en *Science*, vol. 342, n.º 6.156, 2013.
- THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. “An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV”, en *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 181, n.º 1, mayo de 2016, pp. 1 a 20, disponible en [<https://academic.oup.com/botlinnean/article/181/1/1/2416499>].

- UBILLUS NEVADO, KARINA LYCETTE. "Importancia de la biodiversidad en la decisión de visita a un área natural protegida del Perú" (tesis de maestría), Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina, 2019, disponible en [<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4086>].
- VÁSQUEZ MARTÍNEZ, RODOLFO y OLIVER L. PHILLIPS. "Allpahuayo: Floristics, structure, and dynamics of a high-diversity forest in Amazonian Peru", en *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 87, n.º 4, 2012, pp. 499 a 527.
- VELA, C. "Estructura y composición florística de los bosques del llano inundable en Madre de Dios" (tesis de licenciatura), Cusco, Perú, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2008.
- VIAJAR A PERÚ. *Departamento de Madre de Dios*, disponible en [<https://www.viajaraperu.com/departamento-de-madre-de-dios>].
- WICKHAM, HADLEY. *Ggplot2: Elegant graphics for data analysis*, Nueva York, Springer International Publishing, 2016.



## **EL AUTOR**

***HERNANDO HUGO DUEÑAS LINARES***

[hduenas@unamad.edu.pe](mailto:hduenas@unamad.edu.pe)

Doctor en Ciencias Biológicas por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Doctor en Ciencias de la Educación por la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle; Magister en Ciencias con mención en Ecología y Recursos Naturales por la Universidad Nacional de San Antonio Abad; título de Biólogo en la misma universidad. Es profesor principal en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.



Editado por el Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–,  
en abril de 2021

Se compuso en caracteres Cambria de 12 y 9 pts.

Bogotá, Colombia