



## COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y DIVERSIDAD EN CUATRO TIPOS DE HÁBITATS DEL BOSQUE HÚMEDO AMAZÓNICO DE TAMBOPATA, MADRE DE DIOS, PERÚ

Gustavo A. MARTÍNEZ-SOVERO<sup>1</sup>, Consuelo ROJAS-IDROGO<sup>2,3</sup>, Guillermo E. DELGADO-PAREDES<sup>2,3\*</sup>, Felipe ZUÑE-DA-SILVA<sup>4</sup>, Alexander HUAMÁN-MERA<sup>1</sup>, Yuriko S. MURILLO-DOMEN<sup>1</sup>, Donald J. BRIGHTSMITH<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental, Universidad Nacional de Jaén, Cajamarca, Perú.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

<sup>3</sup> Instituto de Biotecnología, Vicerrectorado de Investigación, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>5</sup> Department of Veterinary Pathobiology, Texas A&M University, USA.

\* Correo electrónico: guidelg2015@yahoo.es

### RESUMEN

El bosque húmedo amazónico es uno de los ecosistemas más biodiversos y al mismo tiempo más amenazado de la biosfera. Sus distintos tipos de hábitats proporcionan un patrón florístico único. Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue identificar la composición florística del estrato arbóreo en un área de bosque húmedo amazónico y determinar los patrones locales de diversidad en sus distintos tipos de hábitats. Este estudio fue conducido en los alrededores del Centro de Investigaciones de Tambopata, Madre de Dios, Perú. Para alcanzar los objetivos se establecieron 20 parcelas de 50 × 30 m distribuidas equitativamente en cuatro tipos de hábitats, siendo estos: Bosque de Aguajal, Bosque de Bajío, Bosque Sucesional y Bosque de Tierra Firme. En cada parcela se colectó todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ a 10 cm. Posteriormente, los individuos fueron identificados y clasificados mediante análisis de agrupamiento y diversidad. Se encontraron 57 familias, 173 gé-

neros, 300 especies y 1958 individuos. Fabaceae fue la familia con mayor número de géneros (19) y especies (36), mientras Arecaceae fue la familia con mayor número de individuos (603). El análisis de agrupamiento mostró una alta correlación copenética entre hábitats (0,94). El análisis de biodiversidad mostró que el Bosque de Bajío y el Bosque de Tierra Firme son los hábitats con mayor representatividad florística. Este estudio evidencia la riqueza de los bosques húmedos amazónicos, al mismo tiempo que observa los patrones locales de cada tipo de hábitat.

PALABRAS CLAVE: árboles, aguajal, bajío, bosque sucesional, tierra firme

## FLORISTIC COMPOSITION AND DIVERSITY IN FOUR AMAZON RAINFOREST HABITATS FROM TAMBOPATA, MADRE DE DIOS, PERU

### ABSTRACT

The Amazon rainforest is one of the most biodiverse and at the same time most threatened ecosystems in the biosphere. Its different habitats provide a unique floristic pattern. Therefore, we aimed to identify the floristic arboreal composition in an area of the Amazon rainforest and determine the local patterns of diversity in its different habitats. This study was conducted around the Tambopata Research Center, Madre de Dios, Peru. To achieve our goals, we established 20 (50 × 30 m) plots distributed equally in four habitats, these being: Mauritia Palm Swamp, Floodplain Forest, Successional Floodplain Forest, and Tierra Firme Forest. In each plot, we collected all individuals with a diameter at a breast height  $\geq$  of 10 cm. Subsequently, the individuals were identified and classified by cluster and diversity analysis. We found 57 families, 173 genera, 300 species, and 1958 individuals. Fabaceae was the family with the highest number of genera (19) and species (36), while Arecaceae was the family with the highest number of individuals (603). Clustering analysis showed a high copenetic correlation for habitats (0.94). The biodiversity analysis showed that the Floodplain Forest and the Tierra Firme Forest are the habitats with the highest floristic representation. This study evidences the richness of the Peruvian Amazon rainforest, at the same time that it observes the local patterns of each habitat.

KEY WORDS: trees, aguajal, lowland, successional forest, terra firme

## INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales son áreas esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas y subsistencia de la biodiversidad (van der Sande *et al.*, 2017). Su alta tasa de riqueza específica nos permiten observar distintos patrones responsables por el equilibrio ecológico (Phillips *et al.*, 1994). Así, la notoriedad en la diversidad taxonómica estaría condicionada principalmente por factores ambientales (Jones *et al.*, 2016), lo que ocasiona la distribución de un elevado número de especies en una pequeña área (Gentry, 1992). Por tales razones, se estima que existan más de 47 000 especies arbóreas en los bosques tropicales (Ferry Slik *et al.*, 2015), de los cuales, aproximadamente 6 500 especies se encuentran en el Perú (Pennington *et al.*, 2004).

Entre las imponentes ecorregiones que se encuentran en el territorio peruano (Britto, 2017), el bosque húmedo amazónico es uno de los más reconocidos por su elevado número de riqueza específica (Gentry, 1992; Phillips *et al.*, 1994; Wittmann *et al.*, 2006), abarcando en sus ecosistemas a las familias más abundantes del continente, como: Annonaceae, Arecaceae, Fabaceae, Lauraceae, Meliaceae, Moraceae, entre otras (Gentry, 1988). Por otro lado, los bosques amazónicos también son conocidos por su vulnerabilidad frente a actividades antropogénicas (Paiva *et al.*, 2020), principalmente ilegales como la minería, responsable de la deforestación de grandes bosques amazónicos (Swenson *et al.*, 2011).

La heterogeneidad florística de los bosques amazónicos puede ser explicada principalmente por procesos de especiación (Dexter *et al.*, 2017). En contra partida, muchos trabajos enfocan particularmente el estudio filogenético de algunos géneros (Monro *et al.*, 2006), familias (Vargas *et al.*, 2020), o pequeños grupos taxonómicos (Fine *et al.*, 2005; Terra-Araujo *et al.*,

2015; García-Dávila *et al.*, 2020), desviando la atención de los estudios florísticos e inventarios forestales, las cuales, podrían ofrecer una mejor comprensión de los patrones vegetales (Pennington & Dick, 2010).

Reportados en distintos estudios, los géneros *Euterpe* Mart., *Inga* Mill., *Mauritia* L.f., *Otoba* (DC.) H. Karst., *Pourouma* Aubl. son los más abundantes de los bosques amazónicos (Pennington *et al.*, 2004). Del mismo modo, las especies *Euterpe precatória* Mart., *Iriartea deltoidea* Ruiz & Pav., *Tetragastris altissima* (Aubl.) Swart., *Tachigali vasquezii* Pipoly, entre otras, son las frecuentemente mencionadas en los estudios florísticos locales (Baez *et al.*, 2017; Dueñas & Garate, 2018; Álvarez-Montalván *et al.*, 2021). Tales géneros y especies, tienen un alto valor cultural-económico (Gilmore *et al.*, 2013). Por ejemplo, evidencias sobre el uso y consumo de palmeras por los pueblos indígenas (Hiraoka, 1999), muestra lo importante que son para el desarrollo social. Incluso en la actualidad, las palmeras son tratadas como productos de extrema necesidad y sus variedades son ampliamente comercializadas (Gutierrez-Vélez *et al.*, 2011). Del mismo modo, otras especies de los bosques amazónicos como el "sacha inchi" (*Plukenetia volubilis* L.) es de vital importancia para la existencia de algunos pueblos indígenas (Rodríguez *et al.*, 2019), tanto por su carácter económico, como por su valor biológico.

Si bien es cierto que existen muchos trabajos florísticos sobre la composición arbórea de los bosques amazónicos (Cano & Stevenson, 2009; Pallqui *et al.*, 2014; Dueñas & Gárate, 2018), y que la determinación específica tiene un alto valor ecológico, cultural y económico (Pennington *et al.*, 2004), aún existen muchas lagunas sobre entendimiento específico de la caracterización de los hábitats. Por lo tanto, este estudio puntualizó en identificar la composición florística del estrato arbóreo en un área de bosque húme-

do amazónico y en determinar los patrones locales de diversidad en sus distintos tipos de hábitats (bosques).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en los alrededores del Centro de Investigaciones de Tambopata (TRC, Tambopata Research Center), con una extensión de 1613 ha, localizado en el departamento amazónico de Madre de Dios, al sureste del Perú, entre la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja-Sonene (Figura 1). Esta región se ubica entre las coordenadas 13°08' S 69°37' O, a 250 m s.n.m., registrando una precipitación y temperatura media anual de 2925 mm y 25 °C, respectivamente (SENAMHI, 2021).

Según Ribeyro *et al.* (1999), el área de estudio presenta cuatro tipos de hábitats (tratados a partir de este momento como tipos de bosques) (Figura 2): Bosque de Aguajal (BA), con suelos inundables casi todo el año y nula cantidad de hojarasca debido a la alta descomposición, predominando la especie “aguaje” *Mauritia flexuosa* L.f.; Bosque de Bajío (BB), con suelos arcillosos arenosos, con alto y bajo drenaje, suave e inundable durante la estación húmeda, con alta hojarasca y presenta como especies emergentes al “shihuahuaco” *Dipteryx micrantha* Harms y a *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.; Bosque Sucesional (BS), con suelos arenosos inundables durante la crecida de los ríos, con una cantidad media de hojarasca y tiene como especies dominantes a “amasisa” *Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook, *Guadua* spp. y *Ficus insipida* Willd.; y el Bosque de Tierra Firme (BT), con suelos arcillosos de fácil o alto drenaje, con hojarasca media y presenta como especies emergentes a “azúcar huayo” (*Hymenaea courbaril* L.) y a *Mabea piriri* Aubl.

### COLECTA Y PROCESAMIENTO DE MUESTRAS

Entre 2010 y 2017 fueron establecidas 20 parcelas de 50 × 30 m, separadas por una distancia mínima de 200 m e instaladas equitativamente en los cuatro tipos del bosque del TRC. En cada parcela fueron seleccionados para colecta botánica todos los individuos con diámetro a 1.30 m del suelo (DAP) ≥ 10 cm. Posteriormente, las muestras colectadas fueron separadas e identificadas a partir de bibliografías físico-virtuales y consultas a especialistas, y luego depositadas en el herbario del Centro de Investigaciones de Tambopata. Las familias botánicas fueron clasificadas a partir del sistema filogenético APG IV (APG IV, 2016).

### ANÁLISIS DE DATOS

Para el mejor entendimiento del estudio, se construyó una matriz florística con la identidad taxonómica de todos los individuos arbóreos, agrupándolos en relación a la abundancia de individuos por especie y familia según el tipo de bosque. Adicionalmente, fueron seleccionados las familias y géneros con mayor número de especies por tipo de bosque, así como su proporción porcentual con los individuos. Para agrupar las parcelas a partir de la abundancia de individuos por especie, se realizó un análisis de agrupamiento a partir del método UPGMA, utilizando como distancia de similitud, el índice de Bray-Curtis (Goslee, 2010), y con 1000 aleatorizaciones de Bootstrap. Finalmente, la evaluación de la diversidad se determinó comparando y contrastando las parcelas utilizando los índices de Simpson (D), Shannon-Wiener (H'), Margalef y Pielou (J') (Moreno *et al.*, 2011). Todos los análisis y figuras fueron realizadas en los programas R 4.0.1 (R Core Team, 2021) y PAST 4.07 (Harmer *et al.*, 2001).

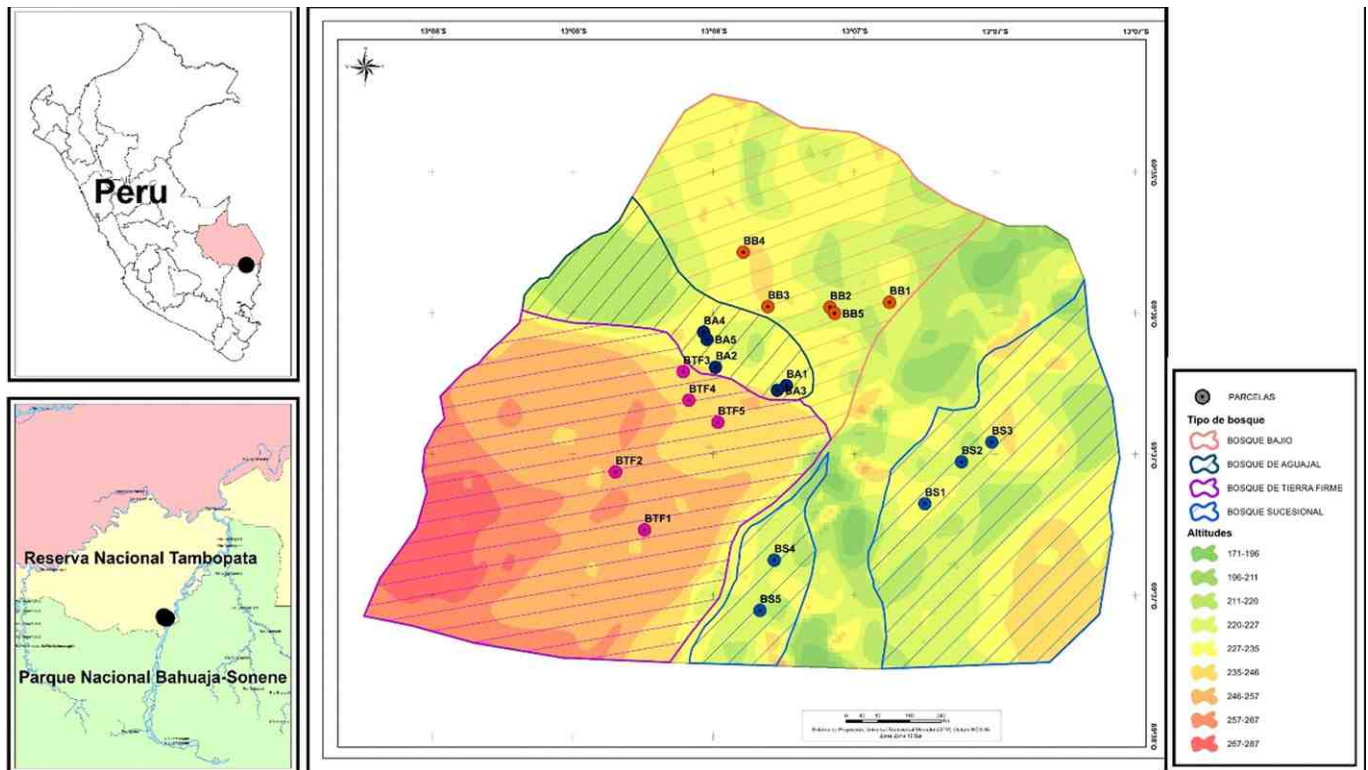


Figure 1. Mapa de ubicación del área de estudio.



Figure 2. Caracterización de los distintos tipos de hábitats presentes en los alrededores del TRC. Bosque de Aguajal (a), Bosque de Bajo (b), Bosque Sucesional (c) y Bosque de Tierra Firme (d).

## RESULTADOS

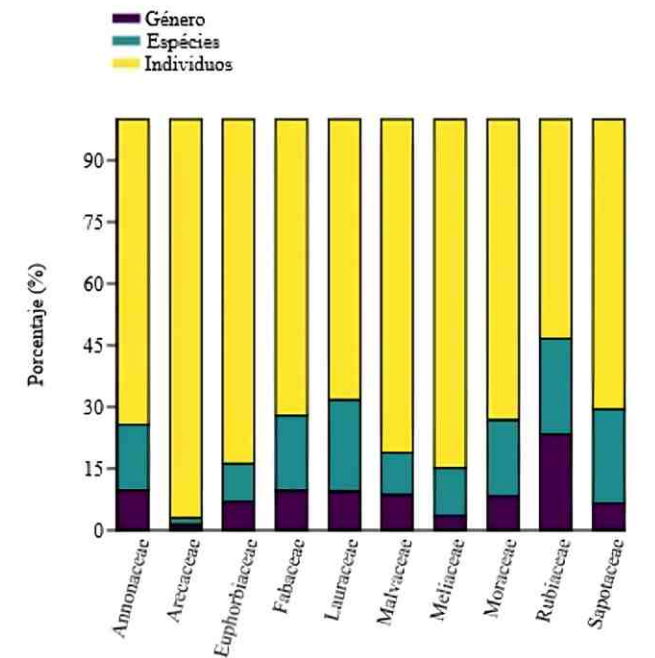
Se registraron 1958 individuos, 57 familias, 173 géneros y 300 especies (Apéndice 1). Las familias con el mayor número de géneros, representadas en porcentajes en la Figura 3, fueron: Fabaceae (19 géneros), Euphorbiaceae, Malvaceae y Moraceae (12) y Annonaceae (11), en tanto que las familias con mayor número de especies fueron Fabaceae (36), Moraceae (27), Annonaceae (18) y Euphorbiaceae (16), mientras que las familias con el mayor número de individuos fueron Arecaceae (603), Euphorbiaceae (144) y Fabaceae (142).

Entre las familias con mayor número de especies por tipo de bosques fueron identificadas Arecaceae, Fabaceae y Moraceae, en los cuatro tipos de bosques. En tanto que los géneros *Inga*,

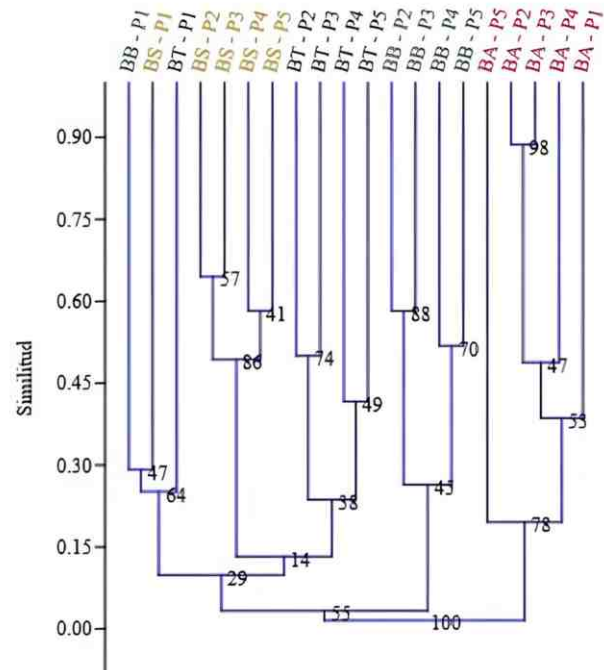
*Ficus* Tourn. ex L. y *Pouteria* Aubl. presentaron el mayor porcentaje de especies por tipo de bosque (Apéndice 2).

El análisis de agrupación demostró tener una alta correlación cofenética (0.94), agrupando a la mayoría de las parcelas de acuerdo a la abundancia de especies por cada tipo de bosque. Apenas presentando contraste en las primeras parcelas del Bosque de Bajío, Bosque de Tierra Firme y Bosque Sucesional, agrupándolas en los primeros clados con 30% de similitud y 64 de soporte de Bootstrap (Figura 4).

En cuanto a los índices de diversidad, se observa mayor valor de Simpson para el Bosque de Aguajal. En contraste, los mayores valores de los índices de Shannon-Wiener, Margalef y Pielou, se registraron únicamente para el Bosque de Tierra Firme (Tabla 1).



**Figure 3.** Proporción de las diez familias más abundantes del TRC.



**Figure 4.** Dendrograma de similitud (distancia de Bray-Curtis) de la composición de especies arbóreas entre las 20 parcelas (P) del TRC. Dendrograma producido por análisis de agrupamiento (método UPGMA) con 1000 aleatorizaciones. Números encima de las ramas indica el soporte de Bootstrap.

**Tabla 1.** Índices de diversidad de los cuatro tipos de bosques del TRC. Bosque de Aguajal (BA), Bosque de Bajío (BB), Bosque Sucesional (BS) y Bosque de Tierra Firme (BT).

Índices de diversidad	Tipos de hábitats (bosques)			
	BA	BB	BS	BT
Simpson (D)	0,21	0,07	0,05	0,02
Shannon-Wiener (H')	2,47	3,92	3,64	4,55
Margalef	11,02	22,42	12,89	25,64
Pielou (J')	0,58	0,79	0,82	0,90

## DISCUSIÓN

Determinar la identidad taxonómica y su relación con el tipo de hábitat, nos permite comprender una amplia gama de procesos ecológicos (Gentry, 1988). En contexto, este estudio se enfocó en identificar la composición florística del estrato arbóreo en un área de bosque húmedo amazónico y en determinar los patrones locales de diversidad en sus distintos tipos de hábitats (bosques). En ese aspecto, de forma esperada fueron encontradas las familias más representativas del bosque húmedo amazónico. Las mismas que, estuvieron fuertemente asociadas a los diferentes tipos de bosques.

Coincidiendo con lo reportado en los últimos años por varios trabajos locales (Baez *et al.*, 2017; Baez & Garate, 2017; Garate & Quispe, 2018; Álvarez-Montalván *et al.*, 2021), en este estudio, la familia Arecaceae también resultó ser la familia con el mayor número de individuos. Presente en los cuatro tipos de bosques estudiados, la familia de las palmeras concentró una mayor abundancia en el Bosque de Bajío. Al respecto, Henderson (2002) resalta que la heterogeneidad y abundancia de las palmeras en determinadas áreas de la amazonia, estaría relacionada a los patrones de precipitación y características edáficas. De igual manera, aunque

con un menor número de individuos, otras familias de componente leñoso presentaron importantes niveles de abundancia, siendo Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae y Meliaceae las más representativas. En esa perspectiva, la presencia de estas familias, reafirma el patrón florístico que caracterizan a las familias leñosas más abundantes del bosque húmedo amazónico (Gentry, 1992).

Por otro lado, la relación entre familias y géneros sobre el número de especies por tipo de bosque, deja en evidencia el patrón de distribución de Fabaceae y del género *Inga*, como los taxones con los mayores porcentajes de especies. De igual manera, varios estudios reportan la presencia de estos taxones como los más ricos en los bosques húmedos peruanos (Vásquez *et al.*, 2005; Marcelo-Peña & Reynel, 2014; Álvarez-Montalván *et al.*, 2021). Al respecto del género *Inga*, Reynel & Pennington (1997), muestran que su diversidad de especies sería debido a sucesivos eventos de especiación, infiriendo que la filogenia local podría deberse a las condiciones ambientales específicas. Bajo esta perspectiva, la diversidad florística del presente estudio está fuertemente asociada al hábitat, donde se observa una tendencia en la agrupación de las parcelas por el tipo bosque. Asimismo, los índices de diversidad sugieren que el Bosque de Bajío y el Bosque de Tierra Firme son los bos-

ques con mayor representatividad florística, al observar que los análisis apuntaron estos bosques con altos valores de Shannon-Weiner (3,99 y 4,55, respectivamente) (Tabla 1). A escala local, se puede observar un patrón similar en los estudios de Baez & Garate (2017) y Dueñas & Garate (2018), donde el Bosque de Tierra Firme concentró grandes poblaciones de árboles de las familias Araceae, Fabaceae y Moraceae, reflejando los resultados en los índices de diversidad (Simpson, Shannon-Weiner, Margalef y Pielou) considerados en este estudio. Los índices de diversidad mencionados se refieren a la variedad de especies de árboles en un hábitat, siendo su diversidad subdividida entre riqueza y uniformidad. A escala regional, los resultados de los índices para el Bosque de Tierra Firme fueron superiores a lo reportado en otros ecosistemas peruanos (Marcelo-Peña *et al.*, 2007; García-Villacorta, 2009; Peña & Pariente, 2015).

Un determinante clave para la comprensión de los patrones de este estudio es la complejidad de cada tipo de bosque. El Bosque de Aguajal, por ejemplo, es un bosque con características pantanosas que incluye una enorme cantidad de palmeras (Ruiz-Murrieta & Levistre-Ruiz, 2011) y el Bosque de Tierra Firme, en comparación con el Bosque de Bajío, presenta un mayor porcentaje de necromasa y consecuentemente, más nutrientes en sus suelos (Araujo-Murakami *et al.*, 2011). En ese contexto, cada bosque proporciona diferentes condiciones para que las especies estudiadas puedan desenvolver sus procesos vitales en sinergias. Sin embargo, los patrones locales y regionales de riqueza de especies del bosque húmedo amazónico, así como sus posibles impulsores (antrópico-ambiental), permanecen en gran parte sin explorar (Kristiansen *et al.*, 2011). Por lo tanto, es recomendado dar continuidad a estudios locales y regionales en esta lí-

nea de pensamiento, determinando totalmente la identidad de las especies e incorporando análisis que expliquen la relación de los taxones con su entorno. Finalmente, este estudio deja en evidencia la importancia de la identidad taxonómica y su asociación a los distintos tipos de hábitats del bosque húmedo amazónico.

## CONCLUSIONES

En este estudio se comprobó la alta representatividad florística de los bosques húmedos amazónicos de Madre de Dios, Perú, donde se encontraron 57 familias, 173 géneros, 300 especies y 1958 individuos. Fabaceae, Moraceae y Annonaceae fueron las familias con mayor número de géneros y especies, mientras que Arecaceae y Euphorbiaceae fueron las familias con mayor número de individuos. El análisis de agrupamiento mostró una alta correlación co-fenética entre los tipos de hábitats, dejando en evidencia una fuerte relación entre los grupos de árboles por tipo de hábitat. Asimismo, el análisis de diversidad mostró que el Bosque de Bajío y el Bosque de Tierra Firme son los hábitats con mayor representatividad florística. Este estudio muestra que la alta tasa de representatividad florística podría servir de base para la conservación y manejo de los bosques amazónicos.

## AGRADECIMIENTOS

A la Sociedad Pro Guacamayos - The Macaw Society por su apoyo para la realización de esta investigación.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez-Montalván, C.E.; Manrique-León, S.; Fonseca, M.V.D., Cardozo-Soarez, J.; Callo-Ccorcca, J.; Bravo-Camara, P.; Castañeda-Tinco, I.; Alvarez-Orellana, J. 2021. Composición florística, estructura y diversidad arbórea de un bosque amazónico en Perú. *Scientia Agropecuaria* 12(1),73-82. DOI: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.009>
- Araujo-Murakami, A.; Parada, A.G.; Terán, J.J.; Baker, T.R.; Feldpausch, T.R.; Phillips, O.L.; Brienen, R.J. 2011. Necromasa de los bosques de Madre de Dios, Perú: una comparación entre bosques de tierra firme y de bajíos. *Revista Peruana de Biología* 18(1),113-118.
- Baez, S.M.; Garate, J.S. 2017. Estructura y composición florística arbórea en dos tipos de bosque en la Zona de Amortiguamiento, Reserva Nacional de Tambopata. *Revista Q'EUÑA* 8(1),39-50. DOI: <https://doi.org/10.51343/rq.v8i1.103>
- Baez, S.; Dueñas, H.; Mamani, J.; Garate, J. 2017. Flora y vegetación de la microcuenca Chonta, distrito Tambopata y Laberinto, departamento de Madre de Dios-Perú. *Mentor Forestal* 1(1),1-5.
- Britto, B. 2017. Actualización de las ecorregiones terrestres de Perú propuestas en el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Perú. *Gayana Botánica* 74(1),15-29. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-66432017005000318>
- Cano, A.; Stevenson, P.R. 2009. Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la Estación Biológica Caparú, Vaupés. *Colombia Forestal* 12(1),63-80. DOI: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2009.1.a06>
- Dexter, K.G.; Lavin, M.; Torke, B.M.; Twyford, A.D.; Kursar, T.A.; Coley, P.D.; Drake, C.; Hollands, R.; Pennington, R.T. 2017. Dispersal assembly of rain forest tree communities across the Amazon basin. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 114(10),2645-2650. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1613655114>
- Dueñas, L.H.; Garate, Q.J.S. 2018. Diversidad, dominancia y distribución arbórea en Madre de Dios, Perú. *Revista Forestal del Perú*. 33(1),4-23. DOI: <https://doi.org/10.21704/rfp.v33i1.1152>
- Ferry Slik, J.W.; Arroyo-Rodríguez, V.; Aiba, S.I.; Alvarez-Loayza, P.; Alves, L.F.; Ashton, P.; Balvanera, P.; Bastian, M.L.; Bellingham, P.J.; van den Berg, E.; Bernacci, L.; Bispo, P.C.; Blanc, L.; Böhning-Gaese, K.; Boeckx, P.; Bongers, F.; Boyle, B.; Bradford, M.; Brearley, F.Q.; Hockemba, M.B-N.; Bunyavejchewin, S.; Leal Matos, D.C.; Castillo-Santiago, M., Catharino, E.L.M.; Chai, S-L.; Chen, Y.; Colwell, R.K.; Chazdon, R.L.; Clark, C.; Clark, C.B.; Clark, D.A.; Culmsee, H.; Damas, K.; Dattaraja, H.S., Dauby, G., Davidar, P.; DeWalt, S.J.; Doucet, J-L.; Duque, A.; Durigan, G.; Eichhorn, K.A.O.; Eisenlohr, P.V.; Eler, E.; Ewango, C.; Farwig, N.; Feeley, K.J.; Ferreira, L.; Field, R.; de Oliveira Filho, A.T.; Fletcher, C.; Forshed, O.; Franco, G.; Fredriksson, G.; Gillespie, T.; Gillet, J-F.; Amarnath, G.; Griffith, D.M.; Grogan, J.; Gunatilleke, N.; Harris, D.; Harrison, R.; Hector, A; Homeier, J.; Imai, N.; Itoh, A.; Jansen, P.A.; Joly, C.A.; de Jong, B.H.J.; Kartawinata, K.; Kearsley, E.; Kelly, D.L.; Kenfack, D.; Kessler, M.; Kitayama, K.; Kooyman, R.; Larney, E.; Laumonier, Y.; Laurance, S.; Laurance, W.F.; Lawes, M.J.; Leao do Amaral, I.; Letcher, S.G.; Lindsell, J.; Lu, X.; Mansor, A.; Marjokorpe, A.; Martin, E.H.; Meilby, H.; Melo, F.P.L.; Metcalfe, D.J.; Medjibe, V.P.; Metzger, J.P.; Millet, J.; Mohandass, D.; Montero, J.C.; Valeriano, M.M.; Mugerwa, B.

- Nagamsu, H.; Nilus, R.; Ochoa-Gaona, S.; Onrizal Page, N.; Parolin, P.; Parren, M.; Parthasarathy, N.; Paudel, E.; Permana, A.; Piedade, M.T.F.; Pitman, N.C.A.; Poorter, L.; Poulsen, A.D.; Powers, J.; Prasad, R.C.; Puyravaud, J-P.; Razafimahaimodison, J-C.; Reitsma, J.; dos Santos, J.R.; Spironello, W.R.; Romero-Saltos, H.; Rovero, F.; Rozak, A.H.; Ruokolainen, K.; Rutishauser, E.; Saiter, F.; Saner, P.; Santos, B.A.; Santos, F.; Sarker, S.K.; Satdichanh, M.; Schmitt, C.B.; Schöngart, J.; Schulze, M.; Suganuma, M.S.; Sheil, D.; Pinheiro, E.S.; Sist, P.; Stevart, T.; Sukumar, R.; Sun, I-F.; Sunderland, T.; Suresh, H.S.; Suzuki, E.; Tabarelli, M.; Tang, J.; Targhetta, N.; Theilade, I.; Thomas, D.W.; Tchouto, P.; Hurtado, J.; Valencia, R.; van Valkenburg, J.L.CH.; Van Do, T.; Vasquez, R.; Verbeeck, H.; Adekunle, V.; Vieira, S.A.; Webb, C.O.; Whitfeld, T.; Wich, S.A.; Williams, J.; Wittmann, F.; Wöll, H.; Yang, X.; Yao, Y.C.Y.A.; Yap, S.L.; Yoneda, T.; Zahawi, R.A.; Zakaria, R.; Zang, R.; de Assis, R.L.; Garcia, B.; Venticinque, E.M. 2015. An estimate of the number of tropical tree species. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 112(24), 7472-7477. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1423147112>
- Fine, P.A.; Daly, D.C.; Cameron, K.M. 2005. The contribution of edaphic heterogeneity to the evolution and diversity of Burseraceae trees in the western Amazon. *Evolution* 59(7),1464-1478. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2005.tb01796.x>
- García-Villacorta, R. 2009. Diversidad, composición y estructura de un hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú. *Revista Peruana de Biología* 16(1),81-92. DOI: <https://doi.org/10.15381/rpb.v16i1.177>
- Garcia-Davila, C.; Aldana, D.; Renno, J-F; DíazSoria, R. D.; Pizango, G. H.; Flores, G.; Castro-Ruiz, D.; Mejia de Loayza, E.; Angulo, C.; Mader, M.; Tyskling, N.; Paredes-Villanueva, K.; del Castillo, D.; Degen, B.; Honorio, E.N. 2020. Molecular evidence for three genetic species of *Dipteryx* in the Peruvian Amazon. *Genetica* 148(1),1-11. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10709-019-00082-2>
- Gentry, A.H. 1988. Tree species richness of upper Amazonian forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 85(1),156-159. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.85.1.156>
- Gentry, A.H. 1992. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos* 63(1),19-28. DOI: <https://doi.org/10.2307/3545512>
- Gilmore, M.P.; Endress, B.A.; Horn, C.M. 2013. The socio-cultural importance of *Mauritia flexuosa* palm swamps (aguajales) and implications for multi-use management in two Maijuna communities of the Peruvian Amazon. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 9(1),1-23. DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-9-29>
- Goslee, S.C. 2010. Correlation analysis of dissimilarity matrices. *Plant Ecology* 206(2),279-286. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11258-009-9641-0>
- Gutiérrez-Vélez, V.H.; DeFries, R.; Pinedo-Vásquez, M.; Uriarte, M., Padoch, C.; Baethgen, W.; Fernandes, K.; Lim, Y. 2011. High-yield oil palm expansion spares land at the expense of forests in the Peruvian Amazon. *Environmental Research Letters* 6(4),044029. DOI : <https://doi.org/10.1088/1748-9326/6/4/044029>
- Hammer, Ø. ; Harper, D.A.T. ; Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontología Electrónica* 4(1),1-9.
- Henderson, A. 2002. *Evolution and Ecology of*

- Palms*. New York Botanical Garden Press. 259pp.
- Hiraoka, M. 1999. Miriti (*Mauritia flexuosa*) palms and their uses and management among the ribeirinhos of the Amazon estuary. *Advances in Economic Botany* 13(1),169-186.
- Jones, J.M.; Gille, S.T.; Goosse, H.; Abram, N.J.; Canziani, P.O.; Charman, D.J.; Clem, K.R.; Crosta, X.; de Lavergne, C.; Eisenman, I.; England, M.H.; Fogt, R.L.; Frankcombe, L.M.; Marshall, G.J.; Masson-Delmotte, V.; Morrison, A.K.; Orsi, A.J.; Raphael, M.N.; Renwick, J.A.; Schneider, D.P.; Simpkins, G.R.; Steig, E.J.; Stenni, B.; Swingedouw, D.; Vance, T.R. 2016. Assessing recent trends in high-latitude Southern Hemisphere surface climate. *Nature Climate Change*. 6(10),917-926. DOI: <https://doi.org/10.1038/nclimate3103>
- Kristiansen, T.; Svenning, J.C.; Pedersen, D.; Eiserhardt, W.L.; Grández, C.; Balslev, H. 2011. Local and regional palm (Arecaceae) species richness patterns and their cross-scale determinants in the western Amazon. *Journal of Ecology* 99(4),1001-1015. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01834.x>
- Marcelo-Peña, J.L.; Reynel, C.; Zevallos-Pollito, P.; Bulnes-Soriano, F., Pérez-Ojeda del Arco, A. 2007. Diversidad, composición florística y endemismos en los bosques estacionalmente secos alterados del distrito de Jaén, Perú. *Ecología Aplicada* 6(1-2),9-22.
- Marcelo-Peña, J.L.; Reynel, C. 2014. Patrones de diversidad y composición florística de parcelas de evaluación permanente en la selva central de Perú. *Rodriguésia* 65(1),35-47. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2175-78602014000100003>
- Moreno, C.E.; Barragán, F.; Pineda, E.; Pavón, N.P. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82(4),1249-1261.
- Monro, A.K. 2006. The revision of species-rich genera: a phylogenetic framework for the strategic revision of *Pilea* (Urticaceae) based on cpDNA, nrDNA, and morphology. *American Journal of Botany* 93(3),426-441. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.93.3.426>
- Paiva, P.F.P.R.; Ruivo, M.D.L.P.; da Silva Júnior, O.M.; Maciel, M.D.N.M.; Braga, T.G.M.; de Andrade, M.M.N.; dos Santos Junior, P.C.; da Rocha, E.S.; de Freitas, T.P.; Leite, T.V.S.; Gama, L.H.O.M.; Santos, L.S.; Silva, E.R.R.; Ferreira, B.M. 2020. Deforestation in protect areas in the Amazon: a threat to biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 29(1),19-38. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01867-9>
- Pallqui, N.C.; Monteagudo, A.; Phillips, O.L.; Lopez-Gonzalez, G.; Cruz, L.; Galiano, W.; Vasquez, R. 2014. Dinámica, biomasa aérea y composición florística en parcelas permanentes Reserva Nacional Tambopata, Madre de Dios, Perú. *Revista Peruana de Biología* 21(3),235-242.
- Pennington, T.D.; Reynel, C.; Daza, A. 2004. *Illustrated guide to the Trees of Peru*. Edit. David Hunt. 848pp.
- Pennington, R.T.; Dick, C.W. 2010. Diversification of the Amazonian flora and its relation to key geological and environmental events: a molecular perspective. En: C. Hoorn and FP Wesselingh (Eds). *Amazonia, Landscape and Species Evolution*. Blackwell Publishing, Oxford, UK. Pp. 373-385.
- Peña, G.; Pariente, E. 2015. Composición y diversidad arbórea en un área del bosque Chinchiquilla, San Ignacio-Cajamarca, Perú. *Arnaldoa* 22(1),139-154.
- Phillips, O.L., Hall, P., Gentry, A.H.; Sawyer, S.A.;

- Vásquez, R. 1994. Dynamics and species richness of tropical rain forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 91(7),2805-2809. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.91.7.2805>
- R Core Team. 2021. *A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.; Pereira, E.C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R.; Procópio, L.C. 1999. Flora da Reserva Ducke. *Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. INPA-DFID, Manaus, 800pp.
- Rodríguez, Á.M.; Gonzalez-Aspajo, G.; Sánchez-Márquez, F.M.; Kodahl, N. 2019. Ethnobotanical knowledge in the peruvian Amazon of the neglected and underutilized crop sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Economic Botany* 73(2),281-287. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12231-019-09459-y>
- Ruiz-Murrieta, J.; Levistre-Ruiz, J. 2011. "El Aguajal": El bosque de la vida en la Amazonía Peruana. *Ciencia Amazónica (Iquitos)* 1(1),31-40.
- SENAMHI. 2021. *Base de Datos Sistema Meteorológico*. (<https://www.gob.pe/senamhi>) Acceso: 21/11/2021.
- Terra-Araujo, M.H.; de Faria, A.D.; Vicentini, A.; Nylinder, S.; Swenson, U. 2015. Species tree phylogeny and biogeography of the Neotropical genus *Pradosia* (Sapotaceae, Chrysophylloideae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 87(1),1-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2015.03.007>
- van der Sande, M.T.; Poorter, L.; Kooistra, L.; Balvanera, P.; Thonicke, K.; Thompson, J.; Arets, E.J.M.M.; Garcia-Alaniz, N.; Jones, L.; Mora, F.; Mwampamba, T.H.; Parr, T.; Peña-Claros, M. 2017. Biodiversity in species, traits, and structure determines carbon stocks and uptake in tropical forests. *Biotropica* 49(5),593-603. DOI: <https://doi.org/10.1111/btp.12453>
- Vargas, O.M.; Dick, C.W. 2020. Diversification history of Neotropical Lecythidaceae, an ecologically dominant tree family of Amazon rain forest. In *Neotropical Diversification: Patterns and Processes* (pp. 791-809). Springer, Cham.
- Vásquez, R.; Rojas, R.; Monteagudo, A.; Meza, K.; Van Der Werff, H.; Ortiz-Gentry, R.; Catchpole, D. 2005. Flora Vascular de la selva central del Perú: Una aproximación de la composición florística de tres Áreas Naturales Protegidas. *Arnaldoa* 12(1-2),112-125.
- Wittmann, F.; Schöngart, J.; Montero, J.C.; Motzer, T.; Junk, W.J.; Piedade, M.T.; Queiroz, H.L.; Worbes, M. 2006. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. *Journal of Biogeography* 33(8),1334-1347. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01495.x>

**Recibido:** 29 de agosto de 2022 **Aceptado para publicación:** 26 de diciembre de 2023