

Artículo original

Diversidad y estructura de Sapotaceae en bosques amazónicos de Madre de Dios, Perú

[Diversity and structure of Sapotaceae in Amazonian forests of Madre de Dios (Peru)]

Gustavo Martínez-Sovero¹, Sebastian Iglesias-Osores^{*1}, Pacífico Muñoz-Chavarry², Alejandro Seminario-Cunya², Denisse Alva-Mendoza³, Jim Villena-Velásquez²

1. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ciencias Biológicas. Calle Juan XXIII 391, Lambayeque, Perú. Correos electrónicos: martinezsoverog@gmail.com (G. Martínez-Sovero), sebasiglo@gmail.com (S. Iglesias-Osores * Autor para correspondencia).
2. Universidad Nacional Autónoma de Chota. Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental. Colpa Matara s/n, Cajamarca, Perú. Correos electrónicos: pmchavarry@yahoo.es (P. Muñoz-Chavarry), cunyafe@hotmail.com (A. Seminario-Cunya), jimjairo@hotmail.com (J. Villena-Velásquez).
3. Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería. Vía de Evitamiento sin número, cuadra 15, Cajamarca, Perú. Correo electrónico: denisse.alva@upn.pe (M. Alva-Mendoza).

Resumen

La diversidad y estructura de los bosques miden los recursos y su abundancia en una zona geográfica, los bosques de Sapotaceae son importantes, por ejemplo, para servir de alimento a la fauna que la habita. El estudio precisa conocer la diversidad y estructura de la familia Sapotaceae en el Sureste de la Amazonía peruana, Madre de Dios, Perú. El estudio se realizó en tres zonas: la boca del Río Los Amigos, el puesto de control Malinowski en la Reserva Nacional Tambopata y el Centro de Investigación Tambopata. Se evaluó la totalidad de especies de Sapotaceae, siguiendo como transecto la trayectoria de las trochas de las tres zonas de estudio. El género *Pouteria* presentó la mayor riqueza con tres especies (62,80 %) en las tres zonas de estudio. Seguido de *Micropholis* con dos especies (11,37 %) y los géneros *Manilkara* y *Ecclinusa* con una especie cada una (19,91 %). *Pouteria* tiene mayor frecuencia en las zonas de estudio (34,89 %). Mientras que *Micropholis guyanensis* evidencia un alto potencial maderable (7,36 m³) sobre el resto de las especies.

Palabras clave: Árboles, Biodiversidad, Índice de Shannon, Índice de Simpson, Tambopata.

Abstract

The diversity and structure of the forests measure the resources and their abundance in a geographical area, the forests of Sapotaceae are important because they serve as food for the fauna that inhabits them and others. The study aims to know the diversity and structure of the Sapotaceae family in the southeastern Peruvian Amazon, Madre de Dios, Peru. The study was carried out in three areas: the mouth of the Los Amigos River, the Malinowski control post in the Tambopata National Reserve, and the Tambopata Research Center. All Sapotaceae species were evaluated, following the trails of the three study zones as a transect. The genus *Pouteria* presented the highest richness with three species (62,80 %) in the three study zones. This was followed by *Micropholis* with two species (11,37 %) and the genera *Manilkara* and *Ecclinusa* with one species each (19,91 %). *Pouteria* has the highest frequency in the study areas (34,89 %). *Micropholis guyanensis* has a high timber potential (7,36 m³) over the rest of the species.

Keywords: Biodiversity, Shannon index, Simpson index, Tambopata, Trees.

INTRODUCCIÓN

Los bosques lluviosos del neotrópico representan el 7 % de la superficie terrestre (Pallqui *et al.*, 2014), con precipitaciones superiores a los 2000 mm, una temperatura promedio de 27 °C y una altitud no mayor a los 500 m (Urquhart, 2020), todo esto permite que se desarrollen un promedio de 93 500 especies de plantas vasculares (Turner, 2001), pudiendo ser mayor, considerando que aún hay zonas no estudiadas por su ubicación geográfica e influencia con factores como temperatura, latitud y altitud; los cuales aumentan la gradiente de diversidad (Gentry, 1988), pero que a su vez se han convertido en vallas capaces de detener el avance fitogeográfico (Martínez y Phillips, 2012).

La composición florística en la selva baja en América del Sur, está representada por Fabaceae, Lauraceae, Annonaceae, Rubiaceae, Moraceae, Myristicaceae, Sapotaceae, Meliaceae, entre otras (Turner, 2001). En la Amazonía occidental la diversidad no suele ser muy alta si consideramos que las especies arbóreas dominantes se reducen a un 30 % por hectárea (Pitman *et al.*, 2001, 2002), donde predominan familias con alta riqueza de especies, entre las que tenemos: Arecaceae, Moraceae y Myristicaceae (Terborgh y Andresen, 1998). Otros estudios consideran a Arecaceae, Violaceae, Moraceae, Myristicaceae, Fabaceae, Annonaceae y Malvaceae, como las familias de las especies más abundantes en términos de densidad de paisaje (Silman *et al.*, 2006).

Por su parte, en el Parque Nacional de Manu consideran como raras y comunes a especies de las familias Sapotaceae, Arecaceae, Moraceae, Myristicaceae y Lauraceae (Pitman *et al.*, 2001), es así como la vegetación cumple un papel crucial tanto para las formaciones vegetales como para el número de especies que se desarrollan en el lugar (Olson y Dinerstein, 2013). Por lo que los constantes inventarios con carácter ecológico se consideran cruciales para generar datos útiles en el conocimiento básico de la biodiversidad y el dinamismo de los bosque húme-

dos tropicales, siendo reflejado por programas orientados a la conservación e investigación, así como la generación de una línea de base para muchos otros campos de investigación (Poncy *et al.*, 2001).

Entre las métricas más populares utilizadas para cuantificar la composición del paisaje se encuentran el índice de Shannon, que se cree que enfatiza el componente de riqueza de la diversidad, y el índice de Simpson, que enfatiza el componente de uniformidad (Nagendra, 2002). El índice de Shannon-Wiener refleja principalmente la uniformidad en relación con la riqueza (Strong, 2016). El índice de Simpson ponderado por el valor de la función ayuda a identificar áreas de enfoque, podría usarse como guía para identificar áreas de enfoque para una comunidad (Subburayalu y Sydnor, 2012). Por lo tanto, el índice de Shannon, sensible a su presencia, se recomienda para la gestión del paisaje dentro de un marco ecológico (Nagendra, 2002).

Los índices de Shannon-Wiener no miden la diversidad, pero en su interpretación se comportan como uno esperaría de una diversidad (Jost, 2006). El índice de Simpson, que responde mejor al tipo de cubierta dominante, se puede utilizar para situaciones específicas en las que el tipo de cubierta dominante es de interés, como el diseño de reserva de una sola especie (Nagendra, 2002). Estos índices pueden mostrar una variación considerable en respuesta a los cambios en la riqueza y la uniformidad del paisaje (Nagendra, 2002). La dinámica forestal, la ecología descriptiva y funcional, los proyectos de conservación y desarrollo sostenible necesitan datos que aún son pocos para los bosques neotropicales (Poncy *et al.*, 2001) y especialmente para los bosques tropicales de Perú. El presente trabajo tuvo como objetivo conocer la diversidad y estructura de bosque de la familia Sapotaceae en el bosque lluvioso de la selva baja del Sur Este de la Amazonía peruana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente trabajo se realizó en tres zonas: 1. El Centro de monitoreo N° 01, ubicado en la boca del Río Los Amigos (12° 34' 38,44" LS y 70° 04' 10,84" LW), afluente del Río Madre de Dios. 2. El puesto de control Malinowski en la Reserva Nacional Tambopata (12° 56' 14,16" LS y 69° 31' 19,66" LW). Y 3. El Centro de Investigación Tambopata (TRC, por sus siglas en inglés, 13° 7' 37,67" LS y 69° 36' 26,84" LW). Las tres zonas están ubicadas dentro del departamento Madre de Dios, de la República del Perú (Figura 1). La fase de campo se ejecutó entre los meses de enero a agosto de 2017.

El área de estudio presenta: 1. Bosque de Bajío, de topografía relativamente plana y extensa con suelo arcilloso y con mal drenaje, son bosques inundados periódicamente por acción de lluvias torrenciales, ocupan grandes superficies de terrenos planos o en depresión leve. 2. Bosque de Terraza baja, con terrenos inundados periódicamente, su topografía predominantemente plana de 0 a 5 % de pendiente y en algunas áreas varía a plana cóncava ligeramente depresionada, su altitud promedio es de 295 msnm. 3. Bosque de Terraza alta, estas áreas presentan un alta diversidad de hábitats, donde el dosel muy alto desarrolla una vida arbórea muy rica, mientras que el sotobosque presenta una densidad muy variada. Los cursos de agua en estas terrazas están bien definidos con un cause marcado y a veces profundo con una vegetación ribereña rala. 4. Bosque de Colina, localizados en las partes más altas de las pequeñas mesetas entre los 250 a 340 metros de altitud, relieve del terreno ondulado, suelos arcilloso-arenoso, relativamente pobres, con poca capacidad de retener agua y poca materia orgánica en el suelo. Presentan dosel bajo discontinuo y menos de 30 m de alto. Es frecuente encontrar árboles caídos por acción de los vientos y 5. Bosque de quebrada, ubicado a ambos lados de las quebradas de las terrazas altas, con vegetación adaptada a inundaciones esporádicas durante la época de lluvias (Encarnación *et al.*, 2008; Encarnación,

1993; Tobler *et al.*, 2008). La temperatura media anual en la zona es de 26 ° C, con un rango entre 10 ° y 38 ° C. Las temperaturas más bajas son causadas por vientos fríos de origen antártico; estas olas de frío ocurren en junio y julio. La temporada de lluvias ocurre entre diciembre y marzo (Brightsmith, 2004).

La evaluación se realizó a manera de transectos siguiendo la trayectoria de las trochas en las tres zonas de estudio: Los Amigos, Chunchu (a 30 min del puesto de control Malinowski en la Reserva Nacional Tambopata) y en el Centro de Investigación Tambopata (TRC), donde se realizó la búsqueda e identificación del total de especies de Sapotaceae en el área de estudio.

Recolección y herborización

Se estudiaron siete especies de sapotáceae por vez única. El proceso de herborización de los especímenes de plantas se realizó según el protocolo de Rodríguez y Rojas (2016) para todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) \geq a 10 cm. Los nombres científicos fueron revisados y actualizados basándose en la clasificación filogenética de las Angiospermas (APG IV, 2016), las mismas que fueron contrastadas en Neotropical herbarium specimen (<https://plantidtools.fieldmuseum.org/en/rrc>) y en el Herbario "Augusto Weberbauer" (Herbario MOL), de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Para la identificación en campo de la familia Sapotaceae se usó la información de Ribeiro *et al.* (1999).

Diversidad florística de la familia Sapotaceae

El análisis de la composición florística se inició con la colecta del material botánico de todas las especies arbóreas de la familia Sapotaceae en las parcelas de muestreo. Se calcularon cuatro índices de diversidad:

1. El índice de diversidad de Simpson (λ), estima si una comunidad específica está compuesta por especies muy abundantes, debido a que suma las abundancias de cada una al cuadrado y así, les da importancia a los taxones con alto valor (Lamprecht, 1962).

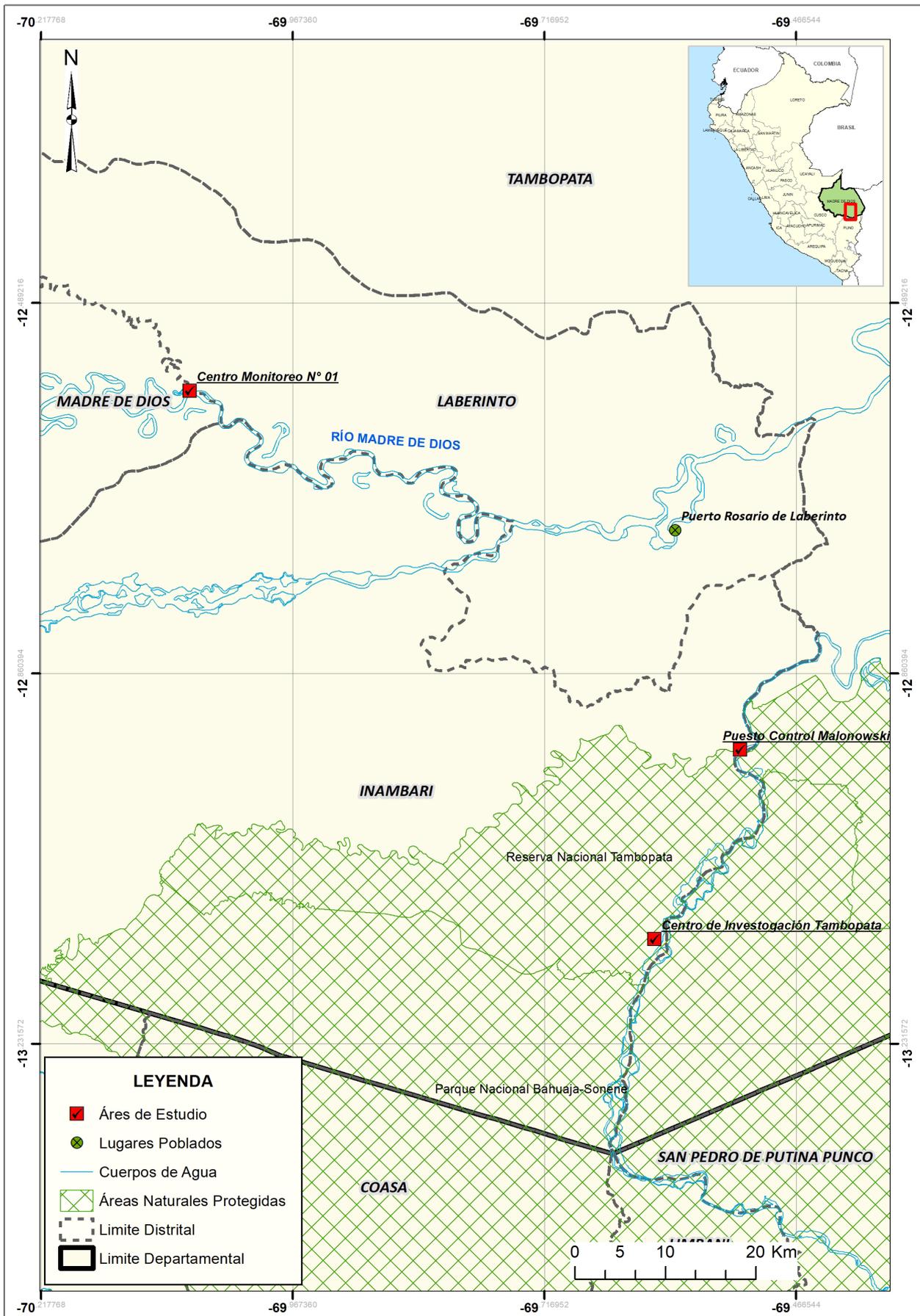


Figura 1. Mapa político del Perú, señalando la región de Madre de Dios donde figuran los sitios de estudio: CM1, WWF y TRC.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

En el que:

p_i : abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

2. El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), expresa la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Shannon, 1948; Castellanos-Bolaños *et al.*, 2008).

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i * \ln(p_i)$$

En el que:

p_i : Abundancia proporcional de la especie i , es decir el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra, \ln : Logaritmo natural por cada parcela.

3. El índice de riqueza de Margalef (DMg), determina la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número total de individuos existentes en la muestra estudiada. Combina el número de especies (S) y el número de individuos (N) de acuerdo con Magurran (2004).

$$D_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln(N)}$$

En el que:

\ln : logaritmo natural (base e), S : número total de especies presentes, N : número total de individuos.

4. El índice de riqueza de Menhinick (DMn), que se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, el cual se incrementa al aumentar el tamaño de la muestra (Valdez *et al.*, 2018).

$$D_{Mg} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

En el que:

S : número de especies presentes, N : número total de individuos.

5. Diversidad β

La diversidad beta (β) nos permite apreciar la similaridad o disimilaridad entre parcelas ubicadas en comunidades, comparando una a una entre sí. Los valores cercanos a 1 indican alta homogeneidad o similaridad (Calderón-Patrón *et al.*, 2012).

6. Índice de Jaccard (I_J): mide el grado de similitud entre dos conjuntos de datos (Reyes y Torres-Florez, 2009).

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

En el que:

a : es el número de especies presentes en la estación A. b : es el número de especies presentes en la estación B. c : es el número de especies presentes en ambas estaciones, A y B.

7. Índice Morisita-Horn: mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar, cada uno de un lugar o grupo diferente, pertenezcan a la misma especie (Gutiérrez Báez *et al.*, 2012).

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (a n_i X b n_j)}{(d a + d b) a N X b N}$$

En el que:

ani = número de individuos de la i-ésima especie en el sitio A

bnj = número de individuos de la j-ésima especie en el sitio B

da = $\sum a_i^2 / aN^2$

db = $\sum b_j^2 / bN^2$

Cuyos valores varían de 0 (no hay similitud) hasta 1 (hay similitud). Este cálculo permite comparar los valores de diversidad de un sitio frente a otro sitio.

También se evaluó el cociente de mezcla, el cual estima la relación entre el número de especies y el número total de individuos, dando una idea de la intensidad de mezcla, así como una primera aproximación de la heterogeneidad de los bosques (Alvis, 2009).

$$CM = \frac{S}{N} = \frac{\bar{S}}{\bar{N}}$$

En el que:

S: número total de especies en el muestreo, N: número total de individuos en el muestreo.

Estructura de la familia Sapotaceae

Se evaluó la cobertura de Sapotaceae, teniendo en cuenta que la importancia de una especie también se puede caracterizar por el número de árboles y sus dimensiones reflejados en la abundancia y dominancia, que determinan el espacio que ocupan dentro de una biocenosis forestal, sin considerar si los árboles aparecen aislados o en grupos (frecuencia). Cuando las especies están uniformemente distribuidas, la frecuencia relativa tiene poca influencia, por lo que son determinantes la abundancia y dominancia (Acosta et al., 2006), se calcula con la siguiente fórmula:

$$VC = \frac{Ar + DOr}{2}$$

En el que:

VC: valor de cobertura, Ar: abundancia relativa, DOr: dominancia relativa

El estudio de la estructura se basó en el cálculo del índice de valor de importancia, para lo cual se procedió a calcular lo siguiente: 1. Abundancia: $Aa = n_i/ha$, donde: Aa: Abundancia absoluta, n_i/ha : Número de árboles por ha de la especie i. 2. Dominancia absoluta: $Da_i = g_i/ha$, donde: Da_i : Dominancia absoluta y g_i/ha : Área basal de cada especie i por ha. 3. Frecuencia absoluta: $Fa = P_i/P_t$, donde: Fa: Frecuencia absoluta, P_i : Número de parcelas en que la especie i está presente y P_t : Número total de parcelas. Y 4. Índice de valor de importancia: $IVI = Ar + Dr + Fr$, donde: IVI: Índice de valor de importancia, Ar: Abundancia relativa, Dr: Dominancia relativa y Fr: Frecuencia relativa.

También se midió la estructura vertical, el cual nos da una aproximación sobre que especies son las más promisorias para conformar la estructura forestal en términos dinámicos y se analizó el estrato arbóreo, clasificando a los individuos por sus niveles de copas como: suprimidos, co-dominantes y dominantes. Para conformar la estructura forestal en términos dinámicos y se analizó el estrato arbóreo.

RESULTADOS**Diversidad de Sapotaceae en Tambopata (Perú)**

Sobre la diversidad de la familia Sapotaceae, en las parcelas de estudio se reportan 422 individuos, contenidos en cinco géneros, y siete especies. *Pouteria* presentó la mayor riqueza con tres especies que representan el 62,80 % de las tres zonas de estudio. Seguido de *Micropholis* con dos especies y representa el 11,37 % de la diversidad y los géneros *Manilkara* y *Ecclinusa* con una especie cada una, representando el 19,91 % cada una.

En el estudio el total de los valores del índice de diversidad β son muy bajos cercanos a cero (Tabla 2), interpretando que no existe similitud según Jaccard y el de Morisita-Horn.

En cuanto al coeficiente de mezcla de la familia Sapotaceae en los bosques amazónicos de Madre de Dios presenta un coeficiente de mezcla muy por debajo de 1, siendo 0,02 lo que expresa que existen 20 individuos por cada especie, demostrándose que es bajo el grado de diversidad en las tres zonas de estudio.

Estructura de Sapotaceae en Tambopata (Perú)

Cobertura

La especie que presenta cobertura dispersa *Pouteria* sp. (38,69), con cobertura rara la *Manilkara* sp. y *Pouteria cuspidata* con 15,95 y 15,28 sucesivamente, y el restante de especies en el rango de cobertura muy raro según Braun - Blanquet (1932).

Estructura horizontal

En relación con la abundancia, es decir al número de individuos, las especies con mayor abundancia son *Pouteria* sp. con 251 individuos, *Manilkara* sp. con 84 individuos y las de menor abundancia fueron *Micropholis* sp. con 34 individuos, *Ecclinusa* sp. con 25 individuos, *Micropholis guyanensis* con 14 individuos, y *Pouteria cuspidata* y *Pouteria torta* con siete individuos cada uno. Y en cuanto a la distribución por clases diamétricas, se obtuvieron diez clases diamétricas (Fig. 3), observándose que el 63,27 % (267 individuos) se concentran en la primera clase diamétrica (15,0 – 58,0), el 22,27 % (97 individuos) en la segunda clase (58,7-101,7), el 3,32 % (14 individuos) en la sexta clase (233,5-276,5), el 2,84 % (12) en octava clase, el 3,32 % (14) en la novena clase y el 4,98 % (21) en la décima clase diamétrica.

Estructura vertical

La altura de los individuos osciló entre 8 y 34 m, y se definieron tres clases de altura, donde se clasifica a los individuos por sus niveles de copas: suprimidos (8-18 m), codominantes (19-26 m) y dominantes (27-34 m), y como se observa en la Figura 4, la mayoría de individuos (38,63 %) se encuentran en la clase de altura codominantes, seguida del 35,78 % de individuos en la categoría dominantes y por último el

25,59 % de individuos en la categoría suprimidos. Las especies del estrato inferior, suprimidos: *Pouteria* sp. (120), *Micropholis guyanensis* (28), *Manilkara* sp. (7), *Pouteria cuspidata* (14) y *Ecclinusa* sp. (20). En el estrato codominante: *Pouteria* sp. (212), *Manilkara* sp. (42), *Micropholis* sp. (48), *Pouteria torta* (14), *Ecclinusa* sp. (10). y en el estrato dominante: *Pouteria* sp. (190), y *Manilkara* sp. (112).

Dominancia

Índice de valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia es otra forma como se puede representar cuantitativamente la distribución horizontal de las especies dentro de las zonas de estudios (Tabla 3). Las especies con mayor predominancia (IVI) en las zonas de estudio son *Pouteria* sp. (34,89), *Manilkara* sp. (16,69), *Pouteria cuspidata* (16,25) y *Micropholis guyanensis* (12,36), pues se distribuyen de manera uniforme en el bosque. Las especies con menor valor son *Micropholis* sp. (9,07), *Ecclinusa* sp. (5,90) y *Pouteria torta* (4,85).

Distribución del área basal

El área basal total de todos los individuos fue de 1,44 m², siendo la *Micropholis guyanensis* la que presenta mayores valores en área basal con 0,59 m² y volumen total con 7,36 m³, resaltar que, con 14 individuos esta especie supera significativamente al resto, seguida de la *Pouteria cuspidata* con siete individuos reportaron un área basal de 0,47 m² y un volumen total de 5,31 m³, evidenciando el potencial comercial maderable de estas especies.

Las mayores áreas basales se concentran en la clase diamétrica 408,3 – 451,3 con 1,42 m² y corresponden a las especies *Pouteria* sp. y *Manilkara* sp., seguido de la categoría diamétrica 364,6 – 407,6 con 1,13 m² con las especies *Pouteria* sp. y *Micropholis guyanensis*, y la clase diamétrica 320,9 – 363,9 con 0,97 m² con las especies *Manilkara* sp. y *Pouteria* sp. García-Villacorta (2009) registró un área basal de 69 696,10 para la familia Sapotaceae.

Tabla 1. Índice de diversidad beta de la familia Sapotaceae en bosques amazónicos de Madre de Dios, Perú.

Nº parcelas	1 (283)	2 (84)	3 (54)
1	--	0,02	0,01
2	3	--	0,01
3	1	2	--

Tabla 2. Especies identificadas de la familia Sapotaceae en bosques amazónicos de Madre de Dios, Perú. Donde Aa: Abundancia absoluta y Ar: Abundancia relativa.

Id.	Especie	Aa	Ar (%)
1	<i>Pouteria</i> sp.	251	59,48
2	<i>Manilkara</i> sp.	84	19,91
3	<i>Micropholis guyanensis</i>	14	3,32
4	<i>Pouteria cuspidata</i>	7	1,66
5	<i>Pouteria torta</i>	7	1,66
6	<i>Ecclinusa</i> sp.	25	5,92
7	<i>Micropholis</i> sp.	34	8,06
Total		422	100

Tabla 3. Índice de valor de importancia de las especies en bosques amazónicos de Madre de Dios, Perú. Donde Aa: Abundancia absoluta, Ar: Abundancia relativa, Da: Dominancia absoluta, Dr: Dominancia relativa, FaA: Frecuencia absoluta, Fr: Frecuencia relativa, IVI: Índice de valor de importancia.

Especie	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	FrA	Fr (%)	I.V.I	I.V.I (%)	Cobertura
<i>Pouteria</i> sp.	251	59,48	0,48	17,91	1	27,27	104,66	34,89	38,69
<i>Manilkara</i> sp.	84	19,91	0,32	11,99	0,67	18,18	50,08	16,69	15,95
<i>Micropholis guyanensis</i>	14	3,32	0,66	24,66	0,33	9,09	37,07	12,36	13,99
<i>Pouteria cuspidata</i>	7	1,66	0,78	28,91	0,67	18,18	48,75	16,25	15,28
<i>Pouteria torta</i>	7	1,66	0,10	3,79	0,33	9,09	14,54	4,85	2,73
<i>Ecclinusa</i> sp.	25	5,92	0,07	2,69	0,33	9,09	17	5,90	4,31
<i>Micropholis</i> sp.	34	8,06	0,27	10,05	0,33	9,09	27,20	9,07	9,05
	422	100	2,69	100	4	100	300		100

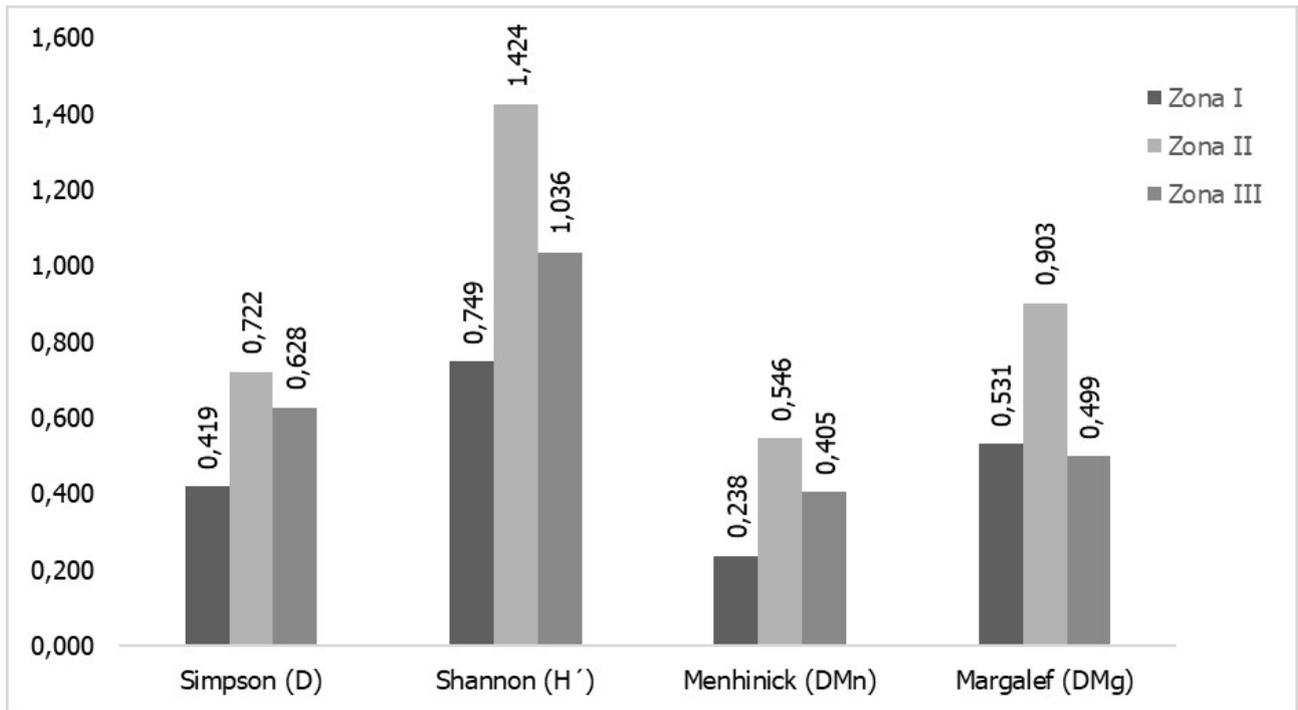


Figura 2. Análisis de los índices de diversidad y riqueza en el bosque amazónico de Madre de Dios, Perú.

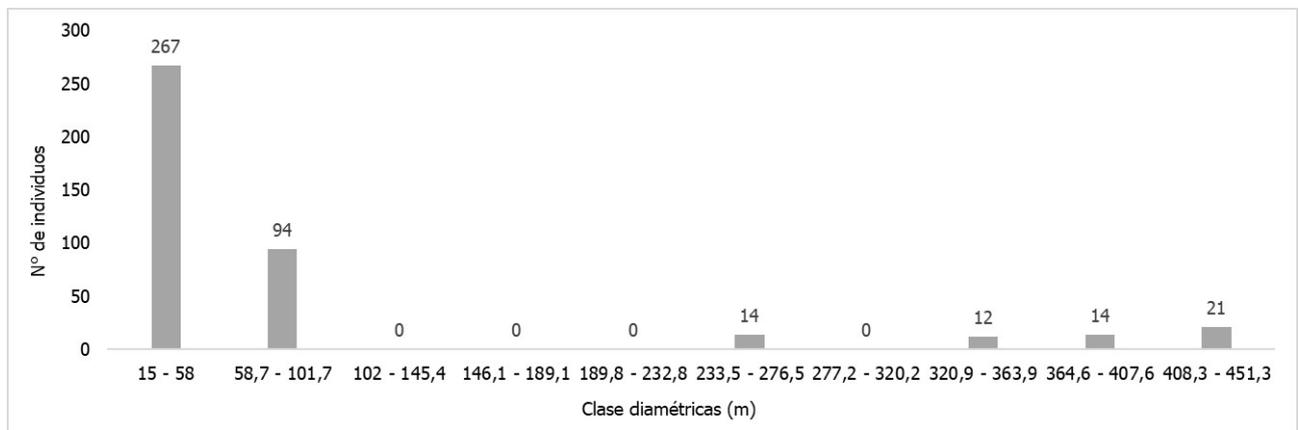


Figura 3. Distribución general por clases diamétricas de los individuos de la familia Sapotaceae en el bosque amazónico de Madre de Dios, Perú.

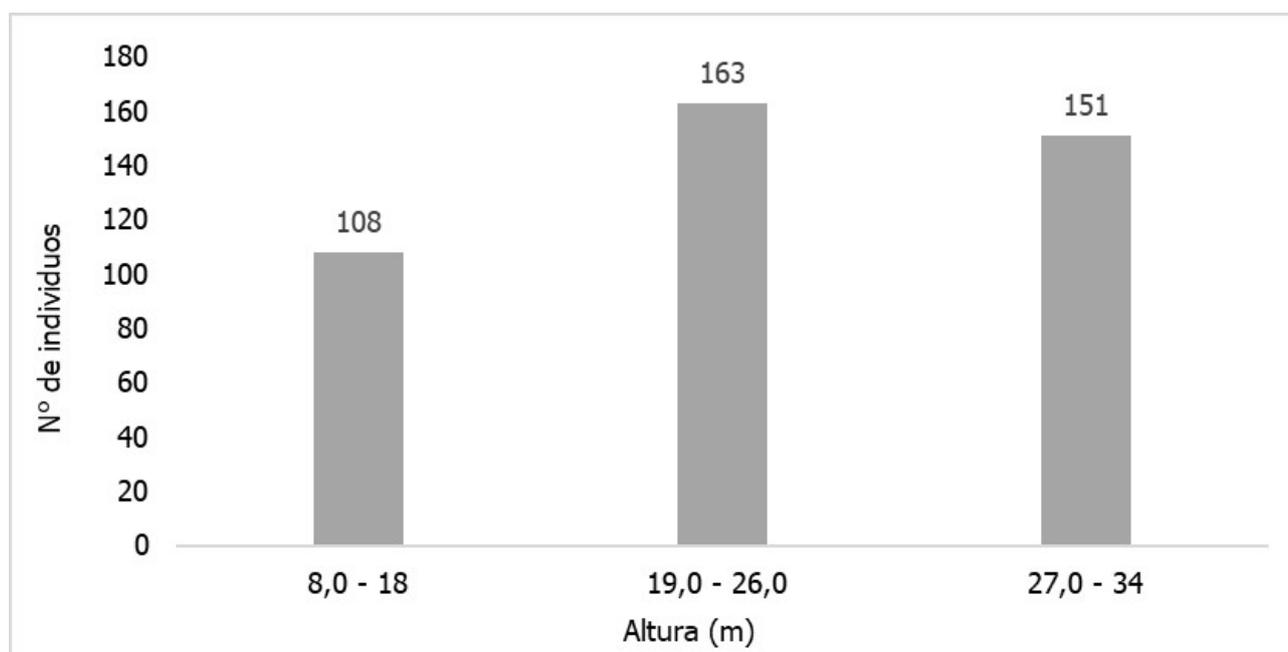


Figura 4. Distribución por clases de altura de los individuos de la familia Sapotaceae en el bosque amazónico de Madre de Dios, Perú.

DISCUSIÓN

Según el índice de Shannon-Weaver la diversidad de Sapotaceae es media, con cinco especies y con valor de 1,42 (Figura 2), ya que este índice tiene un rango de 0 a 3,5, contrastando con la información de Dzib-Castillo *et al.* (2014) que registró seis especies, Martínez-Cruz *et al.* (2013) dos especies y Traversa-Tejero y Alejaño-Monge (2013) con una especie.

Se registró una sola especie de *Manilkara* ubicándose como la segunda más abundante en el estudio; *Manilkara* es un género pantropical con 78 especies (Armstrong *et al.*, 2014). *Pouteria* presentó la mayor riqueza, seguido de *Micropholis*, estos resultados son similares a otro estudio en la Amazonía brasileña en el que estos mismos géneros son los más densos (Reis *et al.*, 2013). En relación con la abundancia, las especies con mayor abundancia son *Pouteria* sp., siendo esto ya reportado anteriormente por León (2006). Los valores más altos de los índices de diversidad de Simpson, Shannon-Weaver, Menhinick e índice de riqueza de Margalef lo obtuvo la zona II, debido a que presentó el mayor número de especies (5). Esto quizás a que tiene más hábitats de tierra firme que son más ricos en especies de Sapotaceae (Waltke, 2008).

Entre las especies más abundantes tenemos: *Pouteria torta* y *Ecclinusa lanceolata*. Para Pallqui *et al.* (2014) una de las especies que demuestra dominancia en parcelas es *Pouteria torta*, mientras que para Dueñas y Peña (2015) señala que las especies más abundante de Sapotaceae son: *Pouteria torta*, *Pouteria caimito* y *Ecclinusa lanceolata*. Por lo cual podemos afirmar que *Pouteria torta* es una de las especies con mayor abundancia en la Amazonía.

Entre las familias más dominantes, tenemos: Euphorbiaceae, Fabaceae, Sapotaceae y Lecythidaceae. Pallqui *et al.* (2014), señala que, entre las familias más importantes para Tambopata, están las Sapotaceae, antecedida por Fabaceae, Moraceae, Annonaceae, Lauraceae. Otros autores que registran la importancia de las Sapotaceae en Tambopata son Gentry (1989), Terborgh y Andresen (1998), Ter Steege (2006) y Pitman *et al.* (2005). Cano y Stevenson (2009) reportan a las Sapotaceae como una de las 10 familias más importantes registrada en bosque de Colina, bosque de Terraza y en Igapó, junto a Myristicaceae, Euphorbiaceae y Lauraceae (Martínez-Sovero *et al.*, 2020).

La diversidad de especies está distribuida de manera disímil en todo el mundo, con la mayor concentración en los trópicos (Armstrong

et al., 2014). Las Sapotaceae son una familia de árboles y arbustos con 53 géneros y más de 1200 especies (Govaerts *et al.*, 2001). Las Sapotaceae son en su mayoría habitantes de la selva tropical primaria de tierras bajas y su mayor diversidad se encuentra en una amplia franja desde Venezuela y las Guayanas a través de la Amazonía (Costa y Prado, 2005). Dueñas y Peña (2015), señala que entre las familias más abundante y frecuentes están las Sapotaceae, junto a Euphorbiaceae, Moraceae, Arecaceae, Fabaceae y Myristicaceae. En el presente trabajo se identificaron siete especies agrupados en cuatro géneros, datos inferiores a los reportado por Báez *et al.* (2014) donde registraron un total de 18 especies solo para la familia Sapotaceae. Las zonas geográficas y los tipos de estudio difieren, es por ello la diferencia en los resultados. Mientras que García-Villacorta (2009), registra para un bosque estacionalmente seco a la familia Sapotaceae como una de las cinco más importantes con un registro de 10 especies, siendo el género *Pouteria* con mayor número de especies (5 especies). Las diferencias en la cantidad de especies por territorio posiblemente este causado por la dispersión de semillas, calidades de sitios o competencia inter e intraespecífico (Miron *et al.*, 2020), entre otros factores.

Con respecto a la estructura vertical que presentan las zonas de estudio, la altura de los individuos osciló entre 8 y 34 m, teniendo presencia en los tres estratos a especies de la familia Sapotaceae, lo que refleja la importancia de esta familia, debido a que contribuyen significativamente en el proceso regeneracional de la sucesión natural del ecosistema, estos resultados concuerdan con Granados-Victorino *et al.* (2017) quienes encontraron en la selva mediana subperennifolia que la familia Sapotacea fue la de mayor relevancia estructural.

Los caracteres de diversidad y estructura de las especies de la familia Sapotaceae registrados en el bosque amazónico evaluado, pueden explicarse por el efecto de la diferencia en fenología, tipo de semillas y tipo de calidad de sitio; por ende, estos resultados destacan la necesi-

dad de buscar intensificar los estudios sobre el comportamiento de esta familia en la dinámica de los ecosistemas donde crecen y desarrollan, asimismo, elaborar iniciativas de conservación de estos hábitats aun no perturbados por la actividad antrópica. Los bosques amazónicos del Perú se encuentran entre los más diversos, sin embargo, aún existen vacíos en la composición de las comunidades (Álvarez-Montalvan *et al.*, 2021). Por ende, los estudios de diversidad y estructura nos permiten conocer y entender la dinámica de las comunidades y de las especies que en ella interactúan. Estos parámetros son fundamentales para la implementación de programas de manejo y conservación (Fernandes *et al.*, 2020).

El estudio propone estrategias para proteger las especies leñosas de la presión humana, por ejemplo, para proteger o reducir la frecuencia, intensidad o ambas de las perturbaciones, especialmente de la tala y los incendios forestales (Pereki *et al.*, 2013). *Pouteria* tiene mayor frecuencia en las zonas de estudio (34,89 %), mientras que *Micropholis guyanensis* evidencia un alto potencial maderable (7,36 m³) sobre el resto de las especies.

CONCLUSIONES

Se observó que, de los cinco géneros registrados en el estudio, *Pouteria* representa el 62,80 % de las tres zonas de estudio, seguido de *Micropholis* (11,37 %) y de las especies con mayor abundancia son *Pouteria* sp., *Manilkara* sp., *Micropholis* sp., *Ecclinusa* sp. *Micropholis guyanensis* y con 251, 84, 34, 25 y 14 individuos respectivamente. Esto evidencia que las especies del género *Pouteria* presentan una gran adaptabilidad a las condiciones de sitio de los bosques amazónicos, características que pueden ser aprovechadas para implementar programas de repoblamiento, enriquecimiento de áreas perturbadas. Con respecto a la estructura, se evidenció que todas las especies de la familia Sapotaceae, se encuentran en los tres estratos definidos, siendo esto de vital importancia en el proceso de sucesión de individuos

en el ecosistema, manteniendo de esta manera la dinámica del bosque, con la presencia de individuos maduros (dominantes), fustales (codominantes) y latizales (suprimidos).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, V., Araujo, P., Iturre, M. (2006) *Caracteres estructurales de las masas*. Serie Didáctica No 22. Universidad Nacional de Santiago del Estero. 35. http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010014/Contenidos/Capitulo6/Pages/6.2/62Definicion_estructura_organizacional.htm.
- Álvarez-Montalvan, C., Manrique-Leon, S., Vela-Da, F., Cardozo-Soarez, J., Callo-Ccorcca, J., Bravo-Camara, P., et al. (2021) Floristic composition, structure and tree diversity of an amazon forest in Peru. *Scientia Agropecuaria*, 12(1): 73-82. 10.17268/SCI.AGROPECU.2021.009
- Alvis, J. (2009) Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Revista de Biología Agroindustrial*, 7(1): 115-122.
- APG IV. (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1): 1–20.
- Armstrong, K., Stone, G., Nicholls, J., Valde-rama, E., Anderberg, A., Smedmark, J., et al. (2014) Patterns of diversification amongst tropical regions compared: A case study in Sapotaceae. *Frontiers in Genetics*, 5: 362. <https://doi.org/10.3389/fgene.2014.00362>
- Báez, S. et al. (2015) «Diversidad y composición florística en un bosque de tierra firme de la concesión de conservación Gallocunca, sector Baltimore, distrito Tambopata - departamento Madre de Dios». *Foresta Amazonica*, 1 (1): 9-22.
- Braun-Blanquet, J.J. (1931) *Plant Sociology, the Study of Plant Communities*, Traducción del alemán., revisión y edición de Fuller, G. D. y Conrad, H. S., reimpresso, Hafner Pub. Co., Nueva York, N. Y., 439 p.
- Brightsmith, D. (2004) Effects of weather on parrot geophagy in Tambopata, Peru. *Wilson Bulletin*, 116(2): 134–145. <https://doi.org/10.1676/03-087B>
- Calderón-Patrón, J., Moreno, C., Zuria, I. (2012) La diversidad beta: medio siglo de avances. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83(3): 879–891. <https://doi.org/10.7550/rmb.25510>
- Cano, Á., Stevenson, P. (2009) «Floristic composition and diversity of three forest types at Caparú, Vaupús Biological Station». *Colombia Forestal*, 12 (1): 63-80.
- Castellanos-Bolaños, J., Treviño-Garza, O., Aguirre-Calderón, J. Jiménez-Pérez, M. Musálem-Santiago, R. López-Aguillón. (2008) Estructura de bosques de *Pinus patula* bajo manejo en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Madera y Bosques*, 14(2): 51-63. Doi:10.21829/myb.2008.1421212.
- Costa, M., Prado, J. (2005) Flora Da Reserva Duce, Amazonas, Brasil: Pteridophyta-Ophioglossaceae. *Rodriguesia*, 56(86), 74–75. <https://doi.org/10.1590/2175-78602005568616>
- Dueñas, H., Peña, J. (2015) «29-94-1-PB.pdf» 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. *Floresta Amazonica*, 1 (1): 51-64.
- Dzib-Castillo, B., Chantásig-Vaca, C., González-Valdivia, N. (2014) Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(1): 167–178. <https://doi.org/10.7550/rmb.38706>

- Encarnación, F., Zarate, R., Ahuite, M. (2008) *Zonificación ecológica y económica del departamento de Madre de Dios*. Iquitos: GO-REMAD-IIAP.
- Encarnación, F. (1993) El bosque y las formaciones vegetales en la llanura amazónica del Perú. *Alma Mater*, 6 (1): 95-114.
- 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.
- Gentry, A. (1988) Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. In Volume 80 Number Annals of the Missouri Botanical Garden. *Missouri Botanical Garden Press*, 75(1): 1–34. <http://www.jstor.org/stable/2399464>.
- Gutiérrez, C., Ortiz, J., Flores, J., Zamora, P. (2012) Diversidad, estructura y composición de las especies leñosas de la selva mediana subcaducifolia del Punto de Unión Territorial (PUT) de Yucatán, México. *Poli-botánica*, 33(33), 151–174.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2): 363–375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Martínez-Cruz, J., Méndez-Toribio, M., Cortés-Flores, J., Coba-Pérez, P., Cornejo-Tenorio, G., Ibarra-Manríquez, G. (2013) Estructura y diversidad de los bosques estacionales desaparecidos por la construcción de la presa Gral. Francisco J. Múgica, en la Depresión del Balsas, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(4): 1216–1234. <https://doi.org/10.7550/rmb.33799>
- Martínez-Sovero, G., Iglesias-Osores, S., Villena-Velásquez, J. (2020) Importancia de la familia Sapotaceae en Madre de Dios, Perú. *Manglar*, 17(4): 287–287. <https://doi.org/10.17268/manglar.2020.042>
- Martinez, R., Phillips, O. (2012) Allpahuayo: Floristics, structure, and dynamics of a high-diversity forest in Amazonian Peru. *In Annals of the Missouri Botanical Garden*, 87(4): 499–527 <https://doi.org/10.2307/2666143>
- Nagendra, H. (2002). Opposite trends in response for the Shannon and Simpson indices of landscape diversity. *Applied Geography*, 22(2), 175–186. [https://doi.org/10.1016/S0143-6228\(02\)00002-4](https://doi.org/10.1016/S0143-6228(02)00002-4)
- Olson, E., Dinerstein, E. (2013) «Ecoregions», en The Global 200: Priority Ecoregions for Global Conservation. St. Louis: *Missouri Botanical Garden Press*, 199-224. doi: 10.4135/9781412939591.n329.
- Pallqui, N., Monteagudo, A., Phillips, O., Lopez-Gonzalez, G., Cruz, L., Galiano, W., Chavez, 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. <https://doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10897>
- Pereki, H., Wala, K., Thiel-Clemen, T. (2013). Woody species diversity and important value indices in dense dry forests in Abdoulaye Wildlife Reserve (Togo, West Africa). *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 5(June): 358–366. <https://doi.org/10.5897/IJBC12.061>
- Pitman, N., Terborgh, J., Silman, M., Núñez, P., Neill, D., Cerón, C., Palacios, W., Aulestia, M. (2001) Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology*, 82(8): 2101–2117. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[2101:DADOTS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[2101:DADOTS]2.0.CO;2)
- Pitman, N., Terborgh, J., Silman, M., Neill, D., Cerón, C., Palacios, W., Aulestia, M. (2002). A Comparison of Tree Species Diversity in Two Upper Amazonian Forests. *Ecology*, 83(11): 3210. <https://doi.org/10.2307/3071854>

- Poncy, O., Sabatier, D., Prévost, M., Hardy, I. (2001) The Lowland High Rainforest: Structure and Tree Species Diversity. Springer Dordrecht, 31–46 https://doi.org/10.1007/978-94-015-9821-7_4
- Reis, L., Silva, J., Dos Reis, P., De Carvalho, J., De Queiroz, W., Ruschel, A. (2013) Effect of reduced impact logging in some sapotaceae species in the eastern amazon. *Floresta*, 43(4): 395–406. <https://doi.org/10.5380/rf.v43i3.30808>
- Reyes, P., Torres-Florez, J. (2009) Diversidad, distribución, riqueza y abundancia de conductos de aguas profundas a través del archipiélago patagónico austral, Cabo de Hornos, Islas Diego Ramírez y el sector norte del paso Drake. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44(1): 243–251. <https://doi.org/10.4067/s0718-19572009000100025>
- Silman, M., Araujo, A., Pariamo, H., Bush, M., Urrego, D. (2006) Changes in tree community structure at the southern limits of Amazonia: Manu and Madidi. *Ecología En Bolivia*, 40(3): 443–452.
- Strong, W. (2016) Biased richness and evenness relationships within Shannon-Wiener index values. *Ecological Indicators*, 67: 703–713. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.043>
- Subburayalu, S., Sydnor, T. (2012) Assessing street tree diversity in four Ohio communities using the weighted Simpson index. *Landscape and Urban Planning*, 106(1): 44–50. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.02.004>
- Terborgh, J., Andresen, E. (1998) The composition of Amazonian forests: Patterns at local and regional scales. *Journal of Tropical Ecology*, 14(5): 645–664. <https://doi.org/10.1017/S0266467498000455>
- Traversa-Tejero, I., Alejano-Monge, M. (2013) Caracterización, distribución y manejo de los bosques nativos en el norte de Uruguay. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(1): 249–262. <https://doi.org/10.7550/rmb.23314>
- Turner, I. (2001) Rainforest Ecosystems, Plant Diversity. In *Encyclopedia of Biodiversity*, 5(1): 313–321. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00119-2>
- Urquhart, G. (2020) The Neotropical Rainforests. In *Encyclopedia of the World's Biomes*. 56–65. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.11805-6>
- Valdez, M., Guzmán, L., Valdés, G., Foroug-bakhch, P., Alvarado, V., Rocha, E. (2018) Structure and diversity of the vegetation of pristine scrubland in Tamaulipas, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 66(4): 1674–1682. <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>

Agradecimiento

A George Gallardo Gonzales por su apoyo en la elaboración del mapa de la zona de estudio.

Conflicto de interés

Los autores declaramos no tener conflictos de interés, y que el orden de los autores fue por mutuo acuerdo.