

Estructura y composición florística arbórea en dos tipos de bosque en la Zona de Amortiguamiento, Reserva Nacional de Tambopata

Tree structure and floristic composition in two forest types at Buffer Zone of the Tambopata National Reserve

Sufer Marcial Baez Quispe¹ & Jorge Santiago Garate Quispe¹

¹ Herbario Alwyn Gentry, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios (UNAMAD), Av. Jorge Chávez 1160, Puerto Maldonado 17001, Perú. sufer_baesz@yahoo.es, jgarate@unamad.edu.pe

Resumen

Se presenta un análisis y comparación de la diversidad, estructura y composición florística de dos tipos de bosque (de tierra firme e inundable) en dos concesiones de conservación en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata (Madre de Dios, Perú). Se instalaron 2 parcelas de 10 m x 500 m (0,5 ha) por tipo de bosque, donde se inventarió todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) \geq 10 cm. Se realizó la caracterización estructural de ambos tipos de bosque, se calculó la diversidad en ellos y se estudió la similitud entre ellos. Los resultados sugieren diferencias entre los dos tipos de bosque en términos de abundancia, dominancia, estructura y composición florística de acuerdo con otros estudios en la Amazonia. La diversidad de especies fue alta en el bosque de tierra firme (α -Fischer 84,4–57,4 y H' 4,0–4,5) y baja en el bosque inundable (α -Fischer 39,9 – 42,4, H' 3,3 – 3,4). Arecaceae fue la familia más importante en los bosques inundables, mientras que Moraceae fue la familia más importante en los bosques de tierra firme. *Ficus gomelleira*, *Pterocarpus amazonum*, *Hevea guianensis*, y *Socratea exorrhiza* fueron las especies más importantes en los bosques de tierra firme, mientras que *Iriartea deltoidea*, *Otoba parvifolia* y *Pseudolmedia laevis*, fueron las más importantes en los bosques inundables. La composición florística fue diferente entre los dos tipos de bosque, con 19,3 % de similitud en promedio (distancia de Bray-Curtis). Nuestros resultados coinciden con los obtenidos en otras investigaciones para la Amazonía Peruana.

Palabras clave: Bosque de tierra firme, bosque inundable, Madre de Dios, Inotawa, TPL y concesión de conservación

Abstract

The aim of this study was to compare and analyze the diversity, structure and floristic composition of two forest types at buffer zone of the Tambopata National Reserve (Madre de Dios). Two plots per forest types of 10 m x 500 m (0.5 ha) were used, where all individuals with a diameter at the breast height DBH \geq 10 cm were inventoried. The total height (HT) and DBH of all tree individuals were measured. In the structural analysis, DBH size classes, density, dominance, and the importance index were calculated. We calculated the Shannon-Weaver index, α -Fischer index, and Bray-Curtis distance to evaluate the species diversity and similarity between the two forest types. The results suggest differences between forest types in terms of abundance, dominance, structure and floristic composition in agreement with other studies in the Amazonia. The species diversity is higher the terra firme forest (α -Fischer 84.4–57.4 y H' 4.0–4.5) than in the flooded forest (α -Fischer 39.9 – 42.4 y H' 3.3 – 3.4). The Arecaceae was the most important family in the flooded forest while the Moraceae was the most important family in terra firme forest. *Ficus gomelleira*, *Pterocarpus amazonum*, *Hevea guianensis*, and *Socratea exorrhiza* were the most important species in terra firme forest while *Iriartea deltoidea*, *Otoba parvifolia*, and *Pseudolmedia laevis*, were the most important family in the-

-flooded forest. The floristic composition was different between the two forest types, on average 19.3% of similarity (Bray-Curtis distance). Our results coincide with those obtained by other research developed in the Peruvian amazon.

Keywords. Terra firme, flooded, Madre de Dios, Inotawa and Conservation Forest

Introducción

Los bosques tropicales de la Amazonía Peruana han sido considerados como unos de los más biodiversos del planeta (Gentry 1992; Cano & Stevenson 2009), donde un gran número de especies coexisten, presentan una alta diversidad de especies y una baja densidad de individuos por especie (Condit *et al.* 2000; da Silva *et al.* 2014). Además, considerando la gran complejidad de sus ecosistemas y el buen estado de conservación de algunas zonas, Madre de Dios, ha atraído a la comunidad científica nacional e internacional (Ochoa *et al.* 2010).

Los estudios de la estructura, composición florística y diversidad arbórea en bosques de Madre de Dios son relativamente escasos, especialmente si se considera la extensión de los bosques tropicales amazónicos peruanos (Reynel & Honorio 2012). Por otro lado, existen pocos estudios que utilicen un adecuado protocolo durante la colección de especímenes que respalde la determinación botánica (Reynel & Honorio 2012). Asimismo, Honorio & Reynel (2003) sugieren que una porción importante del territorio Peruano presenta vacíos de información en la colección de flora. En Madre de Dios, las colecciones botánicas están concentradas en pocas áreas y existe un área extensa donde no hay colecciones, como desde la naciente del río Las Piedras y río Los Amigos hacia el este en dirección a la frontera con Brasil (Honorio & Reynel 2003).

La región Madre de Dios posee una extensión de 85300,54 km². en donde se han otorgado alrededor de 21 concesiones de conservación que comprenden un área de 659 955 ha (González 2014). La mayoría de estas áreas se encuentran en buen estado de conservación, aunque en la década de los 80s algunas áreas fueron impactadas por la actividad maderera y deforestadas por la actividad agropecuaria (González 2014).

Las concesiones de conservación tienen como finalidad desarrollar proyectos de conservación de la diversidad biológica asociados a actividades de ecoturismo, investigación y educación (González 2014). Son otorgados de acuerdo a la legislación vigente en bosques de protección, por un período de hasta 40 años renovables (González 2014). Por otro lado, se tiene conocimiento que las zonas de amortiguamiento son áreas importantes en la conservación de un Área Natural Protegida (ANP) y requieren un tratamiento especial que garantice su conservación (Chumpitaz 2016), debido a que aminoran el impacto directo al ANP, generalmente sus características fisiográficas, la flora y fauna son similares al ANP (Chumpitaz 2016).

El objetivo del presente estudio es analizar y comparar la diversidad, estructura y composición florística arbórea entre dos tipos de bosque, tierra firme e inundable, en dos concesiones de conservación en la Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata (Madre de Dios). Las preguntas de investigación fueron: ¿Cuál es la diversidad en bosque de tierra firme e inundable? -

-¿Existe diferencia entre los índices de valor de importancia de las especies entre los bosques de tierra firme e inundable?

Material y Métodos

Área de estudio

El presente estudio se realizó en dos concesiones de conservación localizados en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata (región Madre de Dios, Perú), denominados Tambopata Ecolodge (TPL) e Inotawa (ITW). Están ubicados entre las coordenadas $12^{\circ}49'20,49''\text{S}$ - $69^{\circ}25'7,96''\text{O}$ y $12^{\circ}49'0,66''\text{S}$ - $69^{\circ}17'7,65''\text{O}$, respectivamente (Figura 1).

Los bosques de tierra firme se caracterizan porque nunca o solo raras veces se inundan (Araujo-Murakami *et al.* 2011).

Los suelos son profundos, ricos en materia orgánica y mantienen su fertilidad mientras conserven su cobertura vegetal (Poma 2007; Araujo-Murakami *et al.* 2011), debido a que el ciclo de nutrientes se genera entre el suelo y la biomasa que contenga, es considerado un ecosistema cerrado (Rodríguez 1990). Además, que estos tienen un 40% más de necromasa que los bosques inundables (Araujo-Murakami *et al.* 2011).

Por otro lado, los bosques inundables se caracterizan por experimentar una inundación anual que puede variar entre 3 a 8 meses de duración (Poma 2007), considerando sólo a los árboles, estos son menos diversos que los bosques de tierra firme (Campbell *et al.* 1986; Ter Steege *et al.* 2000).

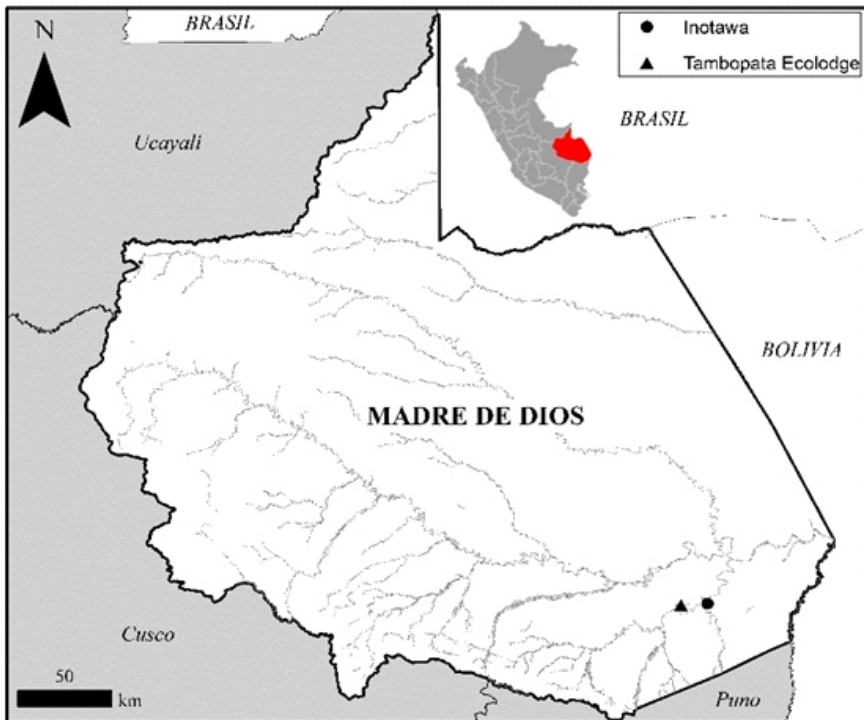


Figura 1. Ubicación del área de estudio, concesiones de conservación Inotawa y Tambopata Ecolodge. Zona de Amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, Madre de Dios - Perú.

La temperatura promedio anual en Madre de Dios es de 25,4 °C. La precipitación anual es irregular, entre 1500 mm a 2860 mm (periodo 1980 – 2016) y no están distribuidas regularmente durante el año. En promedio, el 75 % de la precipitación anual está concentrada entre los meses de Octubre y Abril; y tiene una estación seca entre Junio y Agosto con una precipitación mensual menor a 100 mm (Li *et al.* 2006; Araujo-Murakami *et al.* 2011).

Metodología

Establecimiento de las parcelas y toma de datos

En los dos sitios de estudio (TPL e ITW), entre Febrero y Marzo del 2016 se establecieron dos parcelas de 10 m x 500 m (0,5 ha), según tipo de bosque, 4 en total. En cada parcela se identificaron todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm, medido a 1,30 m de altura. De cada individuo se registró su DAP y se estimó la altura total. Todas las especies fueron determinadas por el equipo botánico del herbario Alwyn Gentry (HAG) de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, utilizando el sistema de clasificación del Angiosperm Phylogeny Group – APG IV (Chase 2016). Los nombres científicos, géneros y familias aceptados fueron confirmados y corregidos usando la aplicación TNRS “Taxonomic Name Resolution Service v4.0” (<http://tnrs.iplantcollaborative.org/TNRSap.p.html>) (Boyle *et al.* 2013) y la página web especializada del Missouri Botanical Garden (<http://tropicos.org>). Por otro lado, la identificación de las especies fue corroborada mediante consultas a especialistas, revisión de los especímenes del HAG y herbarios digitales como el Field Museum y Missouri Botanical Garden.

Análisis de datos

Se realizó la caracterización y comparación de la diversidad, estructura y composición florística arbórea en los dos tipos de bosque de los dos sitios de estudio. La composición florística fue analizada utilizando las siguientes variables: Riqueza de especies, riqueza de géneros y familias. Para comparar la diversidad arbórea entre los tipos de bosque se calcularon los índices de:

$$\alpha\text{-Fisher } [S = a \ln(1 + 1/a)],$$

$$\text{Shannon-Wiener } [H' = - \sum p_i \ln p_i]$$

$$\text{Equitabilidad de Pielou } [J = H'/H_{\max}]$$

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

Dónde: Abun (%) = Abundancia relativa, Dom (%) = Dominancia relativa

Como parámetros estructurales se consideraron la densidad, DAP, altura, clases diamétricas (20 cm rango). Asimismo, se calcularon los parámetros fitosociológicos de dominancia (área basal m²) abundancia por especie, y mediante la suma de ambos se obtuvo el índice de valor de importancia de cada especie y familia (escala de 0 – 200%), por parcela y tipo de bosque (IIE, Ecuación 1). El IIE es una versión simplificada del índice de valor de importancia propuesto por Curtis & McIntosh (1951) sin considerar la frecuencia y tiene similar interpretación que el IVI (Lozada 2010).

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 (R Core Team 2016; Oksanen *et al.* 2017). Utilizamos un matriz de distancias de Bray-Curtis, elaborado a partir de una matriz de abundancias transformada (raíz cuadrada), para disminuir la influencia de las especies más abundantes en el análisis clúster-

(Kindt & Coe 2005). Además, como estrategia de agrupamiento se utilizó la media aritmética entre grupos (UPGMA) y esta se representó en un dendrograma. Las figuras y análisis estadísticos fueron hechas utilizando el software Sigmaplot ver12.5 y PAST versión 3.16 (Hammer & Harper 2006).

Resultados

Composición florística

Considerando las dos áreas de estudio, se registraron un total de 1280 individuos con $DAP \geq 10$ cm (Tabla 1), distribuidos en 240 especies, 152 géneros y 52 familias. Asimismo, encontramos una mayor riqueza de especies, géneros, familias en los bosques de tierra firme que en los inundables (Tabla 1). Sin embargo, los bosques inundables presentaron una mayor área basal (superior a $25 \text{ m}^2/\text{ha}$) y una mayor densidad de individuos que los bosques de tierra firme (Tabla 1).

En los dos tipos de bosques, las familias con mayor número de especies fueron Fabaceae, Moraceae, Annonaceae y Sapotaceae, representando el 38 % del total de las especies encontradas; se registró una mayor riqueza de especies para las familias Moraceae y Fabaceae -

-en los bosques de tierra firme (19 especies cada una) en comparación a los bosques inundables (18 especies de Fabaceae y 14 Moraceae).

Riqueza, diversidad de especies y equitabilidad

En promedio, los bosques de tierra firme presentaron los valores más altos del índice de Shannon-Weaver ($H' = 4,3$) en comparación con los bosques inundables ($H' = 3,4$). Los valores del índice de Pielou (J') y alfa Fischer fueron mayores en los bosques de tierra firme (Tabla 1).

Análisis estructural

En la Figura 2, se muestra la distribución de los individuos según categorías diamétricas. También se puede apreciar la altura total promedio de los individuos según cada categoría diamétrica. La distribución de los individuos según categoría diamétrica presenta la forma estándar de J-invertida en ambos tipos de bosque. Lo cual sugiere que la mayor proporción de individuos está concentrada en las clases inferiores de diámetro (0-40 cm DAP, 87 % en promedio para los dos tipos de bosque). Sin embargo, en los bosques de tierra firme la categoría de 10-20 cm representó -

Tabla 1. Parámetros estructurales y diversidad de cuatro parcelas de 0.5 ha ($DAP \geq 10$ cm) en dos tipos de bosque, tierra firme e inundable, en dos concesiones de conservación en la ZA de la RNTAMB (Madre de Dios). Donde: N=Número de individuos, AB=área basal, S=Riqueza específica, J=Equitabilidad Pielou.

Tipo bosque	Parcela	N (0.5 ha)	AB (m^2)	S	N/S	Shannon Wiener	J'	Alfa Fisher	Nº Géneros	Nº Familias
Tierra firme	TPL	314	23,57	131	2,40	4,54	0,93	84,43	91	40
	Inotawa	288	16,95	103	2,80	3,98	0,86	57,39	78	35
Inundable	TPL	347	25,21	94	3,69	3,48	0,76	42,38	76	37
	Inotawa	331	28,92	89	3,72	3,35	0,75	39,93	68	31

-en promedio el 49,5 % del total de los individuos, mientras que en los bosques inundables fue de 40,8 %.

En tierra firme, las especies con un mayor aporte de individuos en las categorías diamétricas inferiores (10-40 cm) fueron *Socratea exorrhiza* (35 ind/ha), *Euterpe precatoria* (28 ind/ha), *Oenocarpus bataua* (24 ind/ha), *Hevea guianensis* (19 ind/ha) y *Pseudolmedia laevis* (19 ind/ha). Por otro lado, *Ficus gomelleira* y *Pterocarpus amazonum* fueron las únicas especies con individuos en las categorías diamétricas superiores (DAP > 120 cm)-

-y estas tuvieron una altura promedio superior a 25 m.

En los bosques inundables, las especies con mayor aporte de individuos en las categorías diamétricas inferiores (10-40 cm) fueron *Iriartea deltoidea* (192 ind/ha), *Otoba parvifolia* (67 ind/ha), *Pseudolmedia laevis* (20 ind/ha), *Guarea kunthiana* (11 ind/ha) y *Sorocea briquetii* (11 ind/ha). Por otro lado, *Brosimum alicastrum*, *Dipteryx micrantha* y *Pouteria krukovii* fueron las únicas especies con individuos en las categorías diamétricas superiores (DAP > 140 cm) y estas tenían una altura promedio superior a los 30 m.

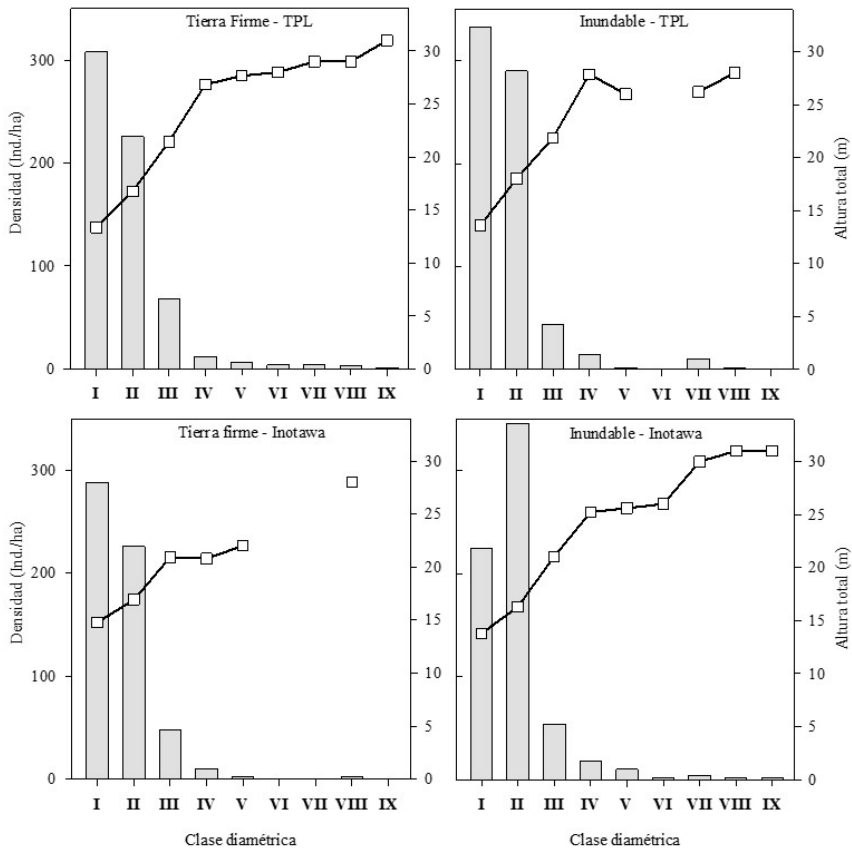


Figura 2. Densidad (ind./ha) y altura promedio total de individuos según tipo de bosque (tierra firme e inundable), considerando intervalos de diámetro a la altura del pecho (DAP) de 20 cm. Clase diamétrica: I = 0-20 cm, II = 20-40 cm, III = 40-60 cm, IV = 60-80 cm, V = 80-100 cm, VI = 100-120 cm, VII = 120-140 cm, VIII = 140-160 cm, IX = 160-180 cm.

Índice de valor de importancia (IVI).

En tierra firme *Socratea exorrhiza* (35 ind/ha) fue la que tuvo una mayor densidad, seguida por *Euterpe precatória* (28 ind/ha), *Oenocarpus bataua* (24 ind/ha), *Hevea guianensis* (22 ind/ha) y *Pseudolmedia laevis* (21 ind/ha); mientras que especies como *Perebea tessmannii*, *Protium amazonica*, *Huberodendron swietenoides* y *Apuleia leiocarpa* se encontraron en bajas densidades (1 ind/ha). Por otro lado, las especies dominantes considerando el área basal (m^2/ha) fueron *Ficus gomelleira* (4,0 m^2/ha), *Pterocarpus amazonum* (2,5 m^2/ha), *Manilkara bidentata* (1,6 m^2/ha), *Hevea guianensis* (1,4 m^2/ha) y *Eschweilera coriacea* (1,3 m^2/ha).

En los bosques inundables *Iriartea deltoidea* (195 ind/ha) fue la especie con mayor densidad, seguida por *Otoba parvifolia* (76 ind/ha), *Pseudolmedia laevis* (30 ind/ha), *Sorocea briquetii* (13 ind/ha) y *Guarea kunthiana* (11 ind/ha). Por otro lado, las especies dominantes fueron *Iriartea deltoidea* (7,8 m^2/ha), *Brosimum alicastrum* (4,3 m^2/ha), *Otoba parvifolia* (4,2 m^2/ha), *Pseudolmedia laevis* (2,9 m^2/ha) y *Dipteryx micrantha* (2,0 m^2/ha).

En la Figura 3, se muestran los resultados de las 15 especies más importantes en los dos tipos de bosque estudiados. En tierra firme, entre las especies más importantes se encontró a *Ficus gomelleira*, *Pterocarpus amazonum*, *Hevea guianensis*, *Socratea exorrhiza* y *Oenocarpus bataua*; estas representan el 38,9 % del índice de importancia (Figura 3a), siendo las especies sobresalientes de este tipo de bosque.

Ficus gomelleira fue la especie más importante de acuerdo al índice de importancia en los bosques de tierra firme, está influenciado por su dominancia horizontal-

(-área basal) que por su abundancia relativa, al igual que *Pterocarpus amazonum*. Mientras que *Socratea exorrhiza* y *Euterpe precatória* ocuparon el cuarto y sexto lugar, respectivamente (Figura 3a), debido a su poco aporte en área basal (1,2 %), aunque estas fueron las más abundantes en este tipo de bosque.

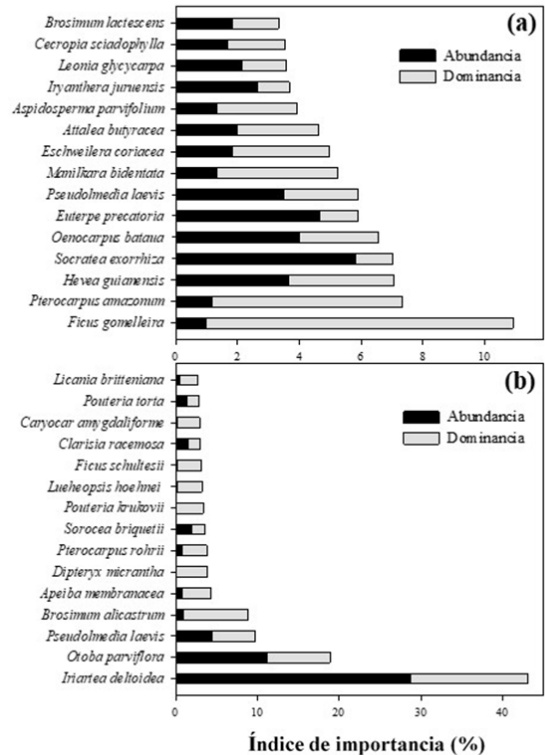


Figura 3. Índice de Importancia de las 15 especies más importantes en 4 parcelas de 0,5 ha, en dos tipos de bosque. (a) tierra firme, (b) inundable.

En los bosques inundables, las cinco especies más importantes fueron *Iriartea deltoidea*, *Otoba parvifolia*, *Pseudolmedia laevis*, *Brosimum alicastrum* y *Apeiba membranacea* (Figura 3b), y estas representan el 84,9 % del Índice de Importancia. *I. deltoidea* fue la especie más importante, debido a su dominancia-

-horizontal y en especial a su superabundancia (195 ind/ha, DAP \geq 10 cm), resultados similares encontrados por Balslev *et al.* (2016). Sin embargo, *Otoba parvifolia* y *Pseudolmedia laevis* presentaron un aporte balanceado entre abundancia y dominancia al índice de importancia. Sin embargo, *Brosimum alicastrum*, *Apeiba membranacea* y *Dipteryx micrantha* ocuparon el cuarto, quinto y sexto lugar, respectivamente, influenciado por su mayor dominancia horizontal (entre 2,0-4,3 m²/ha).

Índice de importancia según familias

Las familias botánicas más importantes en los bosques de tierra firme fueron Moraceae, Fabaceae, Arecaceae, Sapotaceae, representando un 104,9 % del índice de importancia (Tabla 2). Mientras que en los bosques inundables las familias más importantes fueron Arecaceae, Moraceae, Myristicaceae, Fabaceae, Malvaceae y Sapotaceae que concentran un 143.9 % del índice de importancia. Por otro lado, en los bosques de tierra firme las familias con un mayor número de individuos fueron Arecaceae (112 ind/ha), Moraceae (77 ind/ha), Fabaceae (71 ind/ha). Mientras que, en los bosques inundables fueron Arecaceae (222 ind/ha), Myristicaceae (80 ind/ha) y Moraceae (77 ind/ha). Asimismo, la familia Moraceae fue la más dominante de la estructura horizontal en los dos tipos de bosque, seguido por Fabaceae (7,4 m²/ha) en tierra firme y Arecaceae (8,5 m²/ha) en los bosques inundables.

En la Figura 4 se muestra el análisis de similitud florística entre las cuatro parcelas evaluadas, utilizando la distancia de Bray-Curtis (UPGMA), se observa una clara diferenciación entre 2 grupos (Figura 4); los-

-bosques de tierra firme y los bosques inundables (correlación cofenética = 0,97). La similitud entre los bosques de tierra firme fue de 43,5 %, con 58 especies en común. Mientras que, la similitud entre los bosques inundables fue de 45,9%, con 42 especies en común. Sin embargo, la similitud promedio entre los bosques de tierra firme e inundable fue 19,3%.

Tabla 2. Listado de las 15 familias con mayor índice de valor de importancia (IVIF) más importantes en dos tipos de bosque en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, donde: N = Abundancia, AB = Área Basal (m²/ha).

Tipo bosque	Nº	Familia	N	AB	IVI
Tierra firme	1	Moraceae	77	7,84	32,16
	2	Fabaceae	71	7,44	30,19
	3	Arecaceae	112	3,75	27,90
	4	Sapotaceae	34	3,64	14,65
	5	Urticaceae	28	1,69	8,83
	6	Euphorbiaceae	26	1,68	8,48
	7	Myristicaceae	31	1,07	7,81
	8	Lecythidaceae	15	1,45	6,08
	9	Malvaceae	22	0,77	5,57
	10	Bignoniaceae	7	1,61	5,15
	11	Apocynaceae	11	1,29	5,01
	12	Annonaceae	14	0,64	3,92
	13	Myrtaceae	17	0,41	3,83
	14	Violaceae	13	0,58	3,59
	15	Meliaceae	11	0,52	3,12
Inundable	1	Arecaceae	222	8,51	48,51
	2	Moraceae	76	11,51	32,50
	3	Myristicaceae	80	4,44	20,02
	4	Fabaceae	43	6,26	17,92
	5	Malvaceae	24	4,98	12,75
	6	Sapotaceae	24	4,70	12,24
	7	Chrysobalanaceae	14	2,10	5,95
	8	Annonaceae	21	0,77	4,53
	9	Meliaceae	20	0,57	4,01
	10	Violaceae	19	0,50	3,74
	11	Caryocaraceae	2	1,44	2,96
	12	Dichapetalaceae	8	0,68	2,45
	13	Lauraceae	12	0,34	2,39
	14	Urticaceae	11	0,38	2,32
	15	Cannabaceae	8	0,58	2,26

Discusiones

En los bosques de tierra firme se encontró una mayor diversidad y riqueza específica con respecto a los bosques inundables (Campbell *et al.* 1986; Haugaasen & Peres 2006)-

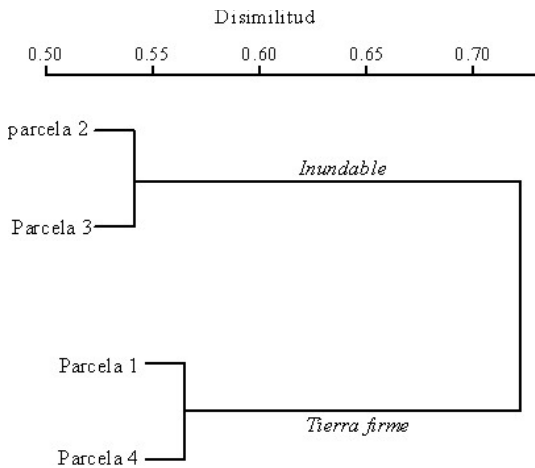


Figura 4. Dendrograma de similitud (Distancia de Bray-Curtis) generado mediante análisis clúster (método UPGMA) de la composición arbórea entre los bosques de tierra firme e inundable en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata (Madre de Dios).

-esto se debería a que los bosques inundables son menos estables y tienen ambientes más hostiles que los de tierra firme, generando una limitante en el establecimiento de algunas especies (Campbell *et al.* 1986; Cano & Stevenson 2009; Araujo-murakami *et al.* 2012). Asimismo, confirmamos los resultados de Cano y Stevenson (2009), que reportaron que los bosques de tierra firme son más diversos.

En el presente estudio los valores del índice de diversidad α -Fischer en los dos tipos de bosque fueron inferiores al promedio reportado por Ter Steege *et al.* (2000) para la Amazonía Occidental. Por otro lado, se encontró una mayor abundancia que en los bosques inundables, influenciado por *Iriartea deltoidea*, que es considerada una especie hiperdominante en la Amazonía Occidental (ter Steege *et al.* 2013).

Por otro lado, la forma de J-invertida en la distribución de los individuos y la alta proporción de los individuos con DAP ≤ 40 cm encontrado en los dos tipos de bosque estudiados es típico en los bosques tropicales (Haugaasen & Peres 2006).

La super-abundancia de palmeras es característico de bosques de tierra firme en la Amazonía (Zent & Zent 2004; Balslev *et al.* 2016). A diferencia a lo reportado por Balslev *et al.* (2016), encontramos una mayor abundancia y dominancia en los bosques de inundables que en los de tierra firme. Sin embargo, encontramos un mayor número de especies de palmeras en tierra firme (7) que en los bosque inundables (5) (Balslev *et al.* 2016). Conforme a lo reportado por Condit *et al.* (2002) *Iriartea deltoidea* la especie más abundante y dominante en los bosques inundables.

Especies protegidas por la legislación nacional e internacional

Se registraron 7 especies categorizadas como Especies Amenazadas de Flora Silvestre de acuerdo al DS N° 043-2006-AG (MINAG 2006). De las que se encontraron cuatro en la categoría de Vulnerable (VU) y tres categorizadas como Casi Amenazadas (NT), de estas, cuatro fueron registradas en bosque inundable, tres en bosque de tierra firme y una especie en ambos sitios (Tabla 3). Asimismo, se registraron cuatro especies clasificadas dentro de 3 categorías de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la *International Union for Conservation of Nature* (IUCN 2017). De estas, tres se encontraron en los bosques inundables y una en tierra firme.

Tabla 3. Listado de especies encontradas en alguna categoría de protección en bosques inundables y de tierra firme de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional de Tambopata, según la legislación nacional (DS N° 043-2006-AG) e internacional (IUCN 2017). Donde según el DS 043-2006-AG, VU = Vulnerable y NT = Casi Amenazado. Según la IUCN NT = Casi Amenazado, VU = Vulnerable y EN = En Peligro.

Vulnerable (VU)	Nombre vernacular	DS N° 043 - 2006-AG	IUCN	Tierra Firme	Inundable
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	VU	VU		X
Cedrel a fissilis Vell.	Cedro de altura		EN	X	
<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) A. Chev	Quinilla colorada	VU		X	X
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.O. Grose	Tahuari	VU		X	
<i>Copaifera paupera</i> (Herzog) Dwyer	Copaiba	VU		X	
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Lupuna	NT			
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	Mashonaste blanco	NT			X
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Mashonaste amarillo	NT			X
<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	Huacapú		NT		X
<i>Caryocar amygdaliforme</i> Ruiz & Pav. ex G. Don	Almendro		EN		X

Arecaceae, Moraceae, Fabaceae y Sapotaceae fueron las especies con mayor importancia ecológica en la presente investigación y lo son en toda la amazonia occidental peruana (Wittmann *et al.* 2006; Myster 2013; da Silva *et al.* 2014). Encontramos que pocas especies son muy abundantes y dominan el estrato arbóreo en los bosques inundables, a diferencia de los bosques de tierra firme que son típicamente compuestas por muchas especies representados en bajas densidades (da Silva *et al.* 2014).

La similitud promedio entre los bosques inundables y de tierra firme fue de 27,8 % (máx. 30,8 y min. 25,1). Habiendo sólo 4,5% (11) de especies compartidas entre todas las parcelas evaluadas, resaltan *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea* y *Pseudolmedia laevis*. Coincidiendo con reportado por Pitman *et al.* (2005) y Araujo-murakami *et al.* (2005), que *Pseudolmedia laevis* se encuentra entre las cuatro especies con mayor importancia ecológica en la Amazonía occidental (Araujo-murakami *et al.* 2012).

Conclusiones

En el inventario de 4 parcelas en bosque inundable y de tierra firme, en 2 concesiones de conservación en la ZA de la RN-TAMB, se registraron en total 1280 individuos/ha, 240 especies y 52 familias, mostrando de esta manera una la alta diversidad característica de la Amazonía sureste del Perú. Las parcelas de tierra firme presentaron una mayor cantidad especies, pero menos individuos que los bosques inundables. Debido a que son zonas de bosque primario poco intervenido y presentan niveles elevados de diversidad, las áreas de estudio deberían mantener su estatus área de conservación para promover su conservación.

En ambos bosques evaluados y en comparación con otros estudios se aprecia a las familias Moraceae, Arecaceae y Fabaceae como las de mayor abundancia, afirmando de esta manera que las mismas tienen la mejor distribución en la Amazonía occidental y suroccidental. Las familias más diversas en ambas formaciones son Fabaceae y Moraceae siendo su principal centro de distribución la-

-ecorregión del sudoeste de la Amazonía.

Los índices de Shannon-Wiener y Alfa Fischer mostraron que los bosques de tierra firme fueron los más diversos.

Las especies con mayor importancia ecológica en ambas parcelas de tierra firme e inundable fueron *Iriartea deltoidea* (Arecaceae), *Otoba parvifolia* (Myristicaceae) y *Pseudolmedia laevis* (Moraceae) por presentar una buena distribución y abundancia. *Iriartea deltoidea* (Arecaceae), *Brosimum lactescens* (Moraceae) por tener la mayor dominancia y ser una de las especies más representativas de los bosques de Madre de Dios.

Agradecimientos

Agradecemos a las empresas Inotawa Expeditions S.R.L e Inversiones Maldonado SAC por la oportunidad de realizar este estudio dentro de sus bosques de conservación, y por el apoyo logístico durante la expedición científica. A Robert Tabet, Oliver Surco y Percy Carpio por su apoyo durante las evaluaciones de campo.

Literatura citada

- Araujo-murakami, A., Cardona-peña V, Quintana, D., Fuentes, A., Jørgensen, P.M., Maldonado, C., Miranda, T., Paniagua-zambrana, N. & Seidel, R. 2005. Estructura y diversidad de plantas leñosas en un bosque amazónico preandino en el sector del Río Quendeque, Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecol en Bolív.* 40:304–324.
- Araujo-Murakami, A., Parada, A., Terán, J., Baker T, Feldpausch T.R., Phillips, O.L., Brienen, R.J.W. 2011. Necromasa de los bosques de Madre de Dios, Perú; una comparación entre bosques de tierra firme y de bajos Necromass in forests of Madre de Dios, Peru: a comparison between terra firme and lowland forests. 18:113–118.
- Araujo-murakami, A., Poma-Chura. A., Palabral, A., Salvatierr, R. & Hurtado, F. 2012. Composición florística de los bosques amazónicos de tierra firme e inundable en la proximidades de las Pampas del Sonene (Rio Heath), Parque Nacional Madidi, -Bolivia. *Kempffiana.* 8:3–21.
- Chumpitaz, M. 2016. Gestión de proyectos de bioinversión y su incidencia en las zonas de amortiguamiento de cinco áreas naturales protegidas en comunidades nativas de la Amazonía Peruana. [place unknown]: Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
- Condit, R., Pitman N, Leigh EG, Chave J, Terborgh J, Foster RB, Núñez P, Aguilar S, Valencia R, Villa G, et al. 2002. Beta-Diversity in Tropical Forest Trees. *Science* (80-) [Internet]. 295: 666–669. Available from: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1066854>
- Condit, R.S., Ashton, P.S., Baker, P.J, Bunyavejchewin S, Gunatilleke S, Gunatilleke N, Hubbell SP, Foster RB, Itoh A, LaFrankie JV, et al. 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Science* (80-). 288:1414–1418.
- Curtis, J.T., McIntosh RP. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* [Internet]. 32:476–496. Available from: <http://www.jstor.org/stable/1931725>
- Da Silva KE, Martins SV, Fortin M-J, Ribeiro MC, de Azevedo CP, Álvares Soares Ribeiro CA, Terra Santos N. 2014. Tree species community spatial structure in a terra firme Amazon forest, Brazil. *Bosque (Valdivia)* [Internet]. 35:347–355. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002014000300009&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Gentry, A.H. 1992. Tropical Forest Biodiversity: Distributional Patterns and Their Conservational Significance. *Oikos* [Internet]. 63:19. Available from: <http://www.jstor.org/stable/3545512?origin=crssref>
- González, P. 2014. Propuesta para el desarrollo del ecoturismo en la Concesión de Conservación Proyecto Hualtaco en Plateritos, Tumbes. [place unknown]: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Hammer, Ø. & Harper D. 2006. Paleontological Data Analysis. 1st edition. Oxford: Blackwell Publishing.
- Haugaasen, T. & Peres, C.A. 2006. Floristic, edaphic and structural characteristics of flooded and unflooded forests in the lower Rio Purús region of central Amazonia, Brazil. *Acta Amaz.* 36:25–36.

- Honorio, E., Reynel, C. 2003.** Vacíos en la colección de la flora de los bosques húmedos del Perú. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- IUCN. 2017.** The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-2 [Internet]. [cited 2017 Sep 14]. Available from: <http://www.iucnredlist.org>
- Kindt R, Coe R. 2005.** Tree Diversity Analysis.
- Li, W., Fu, R, Dickinson RE. 2006.** Rainfall and its seasonality over the Amazon in the 21st century as assessed by the coupled models for the IPCC AR4. *J Geophys Res Atmos.* 111:1–14.
- Lozada, J. 2010.** Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. *Rev For Venez.* 54:77–88.
- MINAG. 2016.** Aprueban Categorización de especies Amenazadas de Flora Silvestre. :233527–323539.
- Myster, R.W. 2013.** The Effects of Flooding on Forest Floristics and Physical Structure in the Amazon: Results from Two Permanent Plots. *For Res Open Access.* 2:2–7.
- Ochoa J, Zeballos H, Zeballos F. 2010.** Estudio de la demanda de investigación científica para la reserva nacional Tambopata y el ámbito de Madre de Dios del paquete nacional Bahuaja Sonene. [place unknown]: Ministerio del Ambiente.
- Oksanen, J., Blanchet, G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P.R., Hara, R.B.O., Simpson, G.L., Solymos, P. et al. 2017.** vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-3 [Internet]. Available from: <https://cran.r-project.org/package=vegan>
- Pitman, N., Nuñez, P., & Terborgh, J. 2005.** Árboles Comunes De Los Bosques Inundados De Madre De Dios. *Biodiversidad* [Internet]. 1:6–15. Available from : <http://revistas.unamad.edu.pe/index.php/Biodiversidad/issue/view/18>
- Poma, A. 2007.** Estructura y composición florística en dos parcelas permanentes en el bosque amazónico de tierra firme e inundable, en el norte del parque nacional Madidi, La Paz. [place unknown]: Universidad Nacional San Andrés.
- R Core Team. 2016.** R: A language and environment for statistical computing [Internet]. Available from: <https://www.r-project.org/>
- Reynel, C. & Honorio, E. 2012.** Flora y fauna del bosque montano nublado puyu sacha. In: Reynel C, editor. Flora y Fauna del bosque Mont nublado Puya Sacha, Val Chanchamayo, Dp Junín (1800-3200 msnm). Lima: Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible (APRODES); p. 15–125.
- Rodriguez, F. 1990.** Los suelos de areas inundables de la amazonia peruana: Potencial, limitaciones y estrategia para su investigacion. *Folia Amaz.* 2:7–25.
- Ter Steege, H., Pitman, N.C.A., Sabatier, D., Baraloto C, Salomao RP, Guevara JE, Phillips OL, Castilho CV, Magnusson WE, Molino J-F, et al. 2013.** Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. *Science* (80-) [Internet]. 342:1243092–1243092. Available from: <http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.1243092>
- Ter Steege, H., Sabatier, D., Castellanos, H., Van Andel, T., Duivenvoorden, J., Adalardo, De Oliveira, A., Lilwah, R., Maas, P., Mori, S. 2000.** An analysis of the floristic composition and diversity of Amazonian forests including those of the Guiana Shield. *J Trop Ecol* [Internet]. 16:801–828. Available from : http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0266467400001735
- Wittmann, F., Schongart, J., Montero, T., Motzer W., Junk, M., Piedade, H., Queiroz, H. & Worbes, M. 2006.** Tree species composition and diversity gradients in white- water forests across the Amazon Basin. *J Biogeogr.* 38:1334–1347.
- Zent, E.L. & Zent, S. 2004.** Floristic composition , structure , and diversity of four forest plots in the Sierra Maigualida , Venezuelan Guayana. :2453–2484.