

INFLUENCIA DE LA HOJARASCA EN LA DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE TRES FAMILIAS ANGIOSPERMA DEL VARILLAL, LORETO, PERÚ

Danna I. FLORES¹, Ricardo ZÁRATE², Linder F. MOZOMBITE^{1,5}, George P. GALLARDO^{3,4}, Juan J. PALACIOS², Priscila Y. GONZALES¹, Luis A. VALLES¹, Tony J. MORI⁵, Hilda P. DÁVILA¹, Geancarlo COHELLO¹, Roger ESCOBEDO², Nandy L. MACEDO¹

- 1 Servicios de Biodiversidad. Jr. Independencia 405. Punchana, Maynas, Loreto, Perú. Correos electrónicos: danaflores216@gmail.com (D. Flores), linderfel@gmail.com (L. Mozombite), prisyyess@gmail.com (P. Gonzales), luis8_valles@hotmail.com (L. Valles), hpdavilad@gmail.com (H. Dávila), geancohelo@gmail.com (G. Cohello), nandymacedo27@gmail.com (N. Macedo).
- 2 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Programa de Investigación en Cambio Climático Desarrollo Territorial y Ambiente (PROTERRA); Av. Quiñones km 2.5, San Juan Bautista, Maynas, Loreto, Perú. Correos electrónicos: rzarate@iiap.org.pe (R. Zárate), jpalacios@iiap.org.pe (J. Palacios), rescobedo@iiap.org.pe (R. Escobedo).
- 3 Centro para el Desarrollo del Indígena Amazónico (CEDIA). Calle Las Camelias 162, San Juan Bautista, Maynas, Loreto, Perú. Correo electrónico: ggallardo889@gmail.com (G. Gallardo).
- 4 Gobierno Regional de Loreto. Autoridad Regional Ambiental de Loreto. Dirección Ejecutiva Forestal y de Fauna Silvestre (ARA Loreto, DEFFS). Av. A. Quiñones km 1.5, Belén, Maynas, Loreto, Perú.
- 5 Gobierno Regional de Loreto. Autoridad Regional Ambiental de Loreto. Dirección Ejecutiva de Conservación y Diversidad Biológica (ARA Loreto, DICREL). Av. José Abelardo Quiñones km 1.5. Belén, Maynas, Loreto, Perú. Correo electrónico: tjmorivargas@gmail.com (T. Mori).

RESUMEN

En el presente trabajo se estimó el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la relación entre la profundidad promedio de la hojarasca del suelo con la estructura y diversidad de especies de un bosque sobre arena blanca localmente denominado como “Varillal” de tres familias angiosperma (Malvaceae, Araliaceae y Sapotaceae), en 30 subparcelas de 20 m × 50 m (0,1 ha), dentro de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana. Se identificaron un total de 10 especies, incluidas en 6 géneros y tres familias botánicas. La familia más representativa por su dominancia fue Malvaceae con la especie *Pachira brevipes* (854 ind., 89,99%), seguido por la familia Araliaceae (78 ind., 8,22%) con las especies *Dendropanax umbellatus* y *Schefflera morototoni*; la familia más diversa correspondió a Sapotaceae (7 especies, 70%), con las especies *Chrysophyllum* sp., *Micropholis egensis*, *Micropholis guyanensis*, *Micropholis venulosa*, *Pouteria cuspidata*, *Pouteria lucumifolia* y *Pouteria rostrata*. Se registraron un total de 949 individuos (árboles y arbustos), con un promedio de 31,63 individuos por subparcela. Según la correlación de Pearson, se determinó que existe una correlación de baja a muy baja entre la estructura y diversidad de especies de las tres familias botánicas con la hojarasca del suelo.

PALABRAS CLAVE: Araliaceae, Bosques sobre arena blanca, Horizonte OA, Malvaceae, Materia orgánica, Sapotaceae.

INFLUENCE OF SOIL LEAF LITTER ON THE DIVERSITY AND STRUCTURE OF THREE ANGIOSPERM FAMILIES FROM WHITE SAND FOREST, LORETO, PERU

ABSTRACT

In this study, we used the Pearson correlation coefficient to determine the relationship between average leaf litter depth and the structure and species diversity of three angiosperm families (Malvaceae, Araliaceae and Sapotaceae) in 30 subplots of 20 x 50 m (0.1 ha) of white sand forest (*varillal*) in the Allpahuayo Mishana National Reserve. Ten plant species, six genera and three families were identified. The most abundant family was Malvaceae, represented by *Pachira brevipes* (854 ind., 89.99%), followed by Araliaceae (78 ind., 8.22%), represented by *Dendropanax umbellatus* and *Schefflera morototoni*. The most diverse family was Sapotaceae (7 species, 70%), represented by *Chrysophyllum* sp., *Micropholis egensis*, *Micropholis guyanensis*, *Micropholis venulosa*, *Pouteria cuspidata*, *Pouteria lucumifolia* and *Pouteria rostrata*. A total of 949 individuals (trees and shrubs) were registered, with an average of 31.63 individuals per subplot. According to Pearson's correlation, there is a low to very low correlation between the structure and species diversity of the three plant families and soil leaf litter.

KEYWORDS: Araliaceae, Malvaceae, OA horizon, Organic matter, Sapotaceae, White sand forest.

INTRODUCCIÓN

Las comunidades vegetales tienen varias características, entre ellas está la diversidad alfa, la estructura y la hojarasca (Zárate *et al.*, 2013; García *et al.* 2003). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea (Whittaker, 1972 citado por Ramírez, 2007). La riqueza se refiere al número de especies de una comunidad (Pielou, 1995; Moreno, 2001 y Begon *et al.*, 2006). La diversidad puede ser medida a través de distintos índices basados en medidas o estimados de las cantidades de las diferentes especies observadas en una muestra (Pielou, 1995).

La estructura es la organización física o patrón de un sistema, desde la complejidad de hábitat medida dentro de las comunidades y otros elementos a nivel de paisaje (Noss, 1990 citado por Chain, 2009). La estructura tiene un componente vertical (distribución de biomasa en el plano vertical) y un componente horizontal (DAP y su frecuencia). El análisis estructural se puede realizar a través de distintas variables o indicadores y de la situación de la comunidad vegetal como son: el área basal, el DAP, la presencia de árboles grandes, la distribución diamétrica y la altura máxima (Koop *et al.*, 1995; Murrieta, 2006 citado por Chain, 2009).

Para el caso de la materia orgánica, esta desempeña un papel importante en la estructura y aireación del suelo, sosteniendo el agua y ofreciendo un medio favorable para el crecimiento de raíces y para la captación de nutrientes que puede liberarse a través de la hojarasca. La hojarasca está conformada por hojas, ramas, flores y frutos en diferentes estados de descomposición (Russel y Vitousek, 1997). El Horizonte OA está compuesta por materiales forestales parcialmente en descomposición y etapa transitoria hacia horizonte A.

Los bosques de varillales altos y bajos sobre arena blanca, también denominados caatinga, campinas y campinaranas en Brasil (Anderson, 1981; Prance, 1996), Wallaba en las Guyanas y bana, cunurí o yaguácanan en Venezuela (Anderson, 1981), son un tipo de comunidad vegetal caracterizada por baja estatura, tallos delgados, dominancia de unas pocas especies, elevado endemismo y baja diversidad (Prance & Schubart, 1977 y Anderson 1981). Los suelos de arena blanca cubren aproximadamente el 3% de la cuenca amazónica y comúnmente están en el río Negro de Venezuela y Brasil como también en las Guyanas (Fine *et al.*, 2010).

Existen estudios realizados en cuanto a la relación entre suelos y estructura del bosque en la Amazonía colombiana (Calle *et al.*, 2011).

Particularmente para los Varillales, tenemos que el suelo está influenciando notoriamente en la estructura (Damasco *et al.* (2012) y Fine *et al.* (2002)) y en la composición florística (García *et al.* (2003) y Fine *et al.* (2002)); y la hojarasca está influenciando en la composición florística y permite diferenciar los diferentes tipos de bosques sobre arena blanca (García *et al.*, 2003). Pero aún falta mayores investigaciones en cuanto a la relación de la estructura y diversidad de especies con las variables edáficas (materia orgánica, hojarasca y horizonte OA).

Es importante seguir investigando sobre la relación entre los diferentes parámetros en los bosques sobre arena blanca, para el mejor entendimiento del comportamiento de las especies. El objetivo de esta investigación es determinar la relación entre la diversidad y estructura de las especies de tres familias botánicas con la hojarasca del suelo en bosque de "Varillal". También cuantificamos la hojarasca en todas las parcelas muestreadas, interpretamos la diversidad alfa y analizamos la variación de la profundidad de la hojarasca.

MATERIAL Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se ejecutó en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, al noroeste de la localidad de Trece de Febrero, entre el tramo del km 31 al km 32, de la carretera Iquitos-Nauta. El área está comprendida dentro del distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, departamento de Loreto, Perú. Las coordenadas se muestran en la Figura 1 y la altitud aproximada es de 120 msnm (Figura 1). Se establecieron 30 unidades de muestreo de 20 m × 50 m, equivalente a 3 ha en total. Cada parcela de 1 ha esta denominada de la siguiente manera: Tony (I - X), Pibe (I - X) y Teta (I - X), (Figura 2). Decidimos realizar la investigación en este sector porque está dentro de una Reserva Nacional y por la accesibilidad desde Iquitos.

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE LAS FAMILIAS MALVACEAE, ARALIACEAE Y SAPOTACEAE

En el inventario florístico se evaluaron todos los fustes de las familias Malvaceae, Araliaceae y Sapotaceae ≥ 10 cm de DAP; se seleccionaron estas familias debido a que sus especies tienen una alta y baja cantidad de individuos (Zárate *et al.*, 2015). Para la identificación de las especies, colectamos dos muestras por cada especie. Los ejemplares se colocaron dentro de las "camisetas" de periódicos con su respectivo código de colecta y se secaron en el

Herbario Amazonense (AMAZ), de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). La identificación de los ejemplares ha sido realizada con las siguientes claves de identificación: Gentry (1993), Vásquez (1997), Ribeiro *et al.* (1999) y Zárate *et al.* (2015). La fase de campo del inventario de las plantas se ejecutó desde enero del 2011 hasta julio del 2016.

EVALUACIÓN DE LA HOJARASCA

Para la evaluación de la profundidad de la hojarasca del suelo, se confeccionó un bastidor de 50 cm × 50 cm, la cual sirvió de referencia para seleccionar una área de muestreo. Posteriormente se elaboró

calicatas, la profundidad de las cuales varió de acuerdo al límite de la materia orgánica y la arena. Por cada subparcela de 20 m × 50 m se registró mediciones de la profundidad de la materia orgánica, hojarasca y horizonte OA en 5 calicatas, teniendo un total de 150 mediciones. Se promedió la profundidad del perfil del suelo con respecto a la materia orgánica, hojarasca y horizonte OA en cada subparcela. Para poder determinar la influencia temporal de la profundidad de la materia orgánica medimos la profundidad el 21 y 23 de abril de 2016 (Parcela TETA), 23 y 24 de julio de 2016 (Parcela PIBE) y 31 de julio de 2016 (Parcela Tony); en total en aproximadamente tres meses.

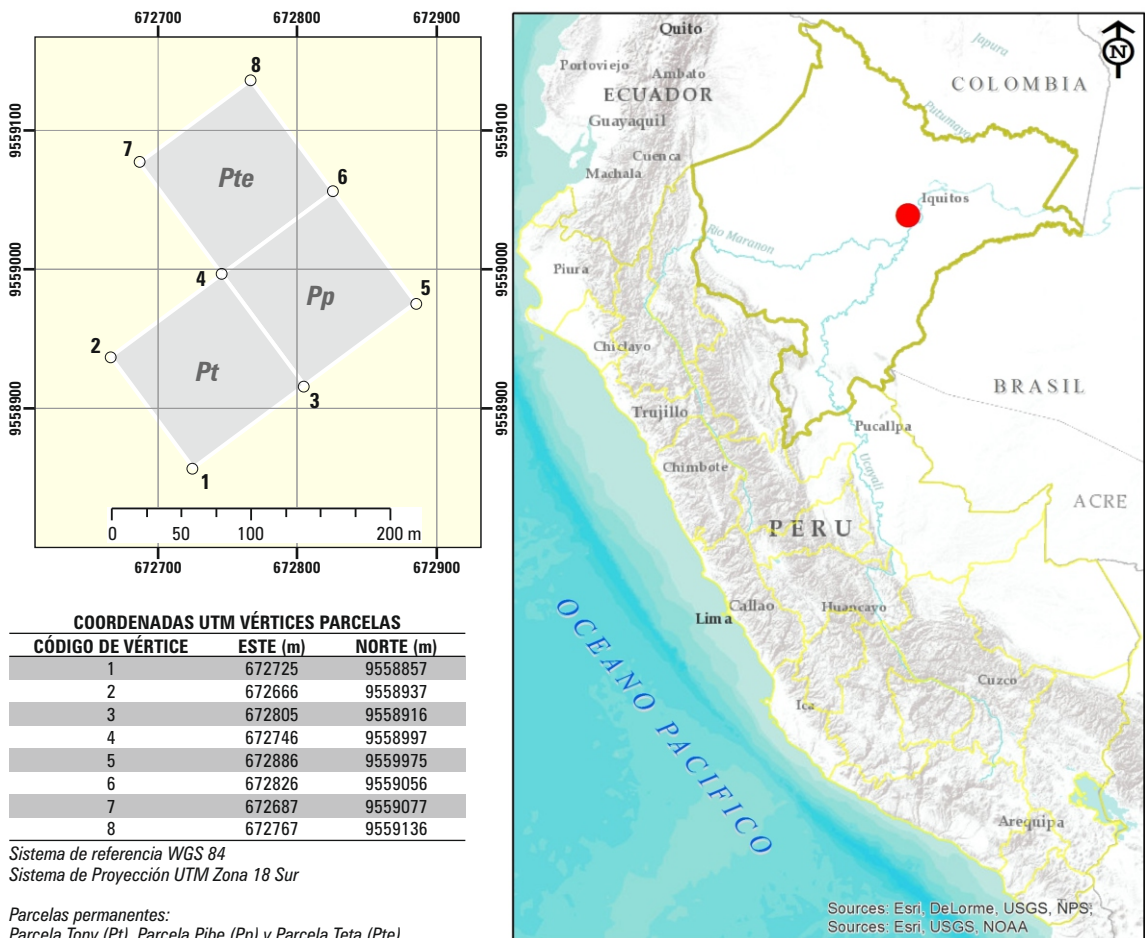


Figura 1. Mapa de ubicación de las parcelas en el Bosque sobre arena blanca, cercanas a la ciudad de Iquitos, Perú.

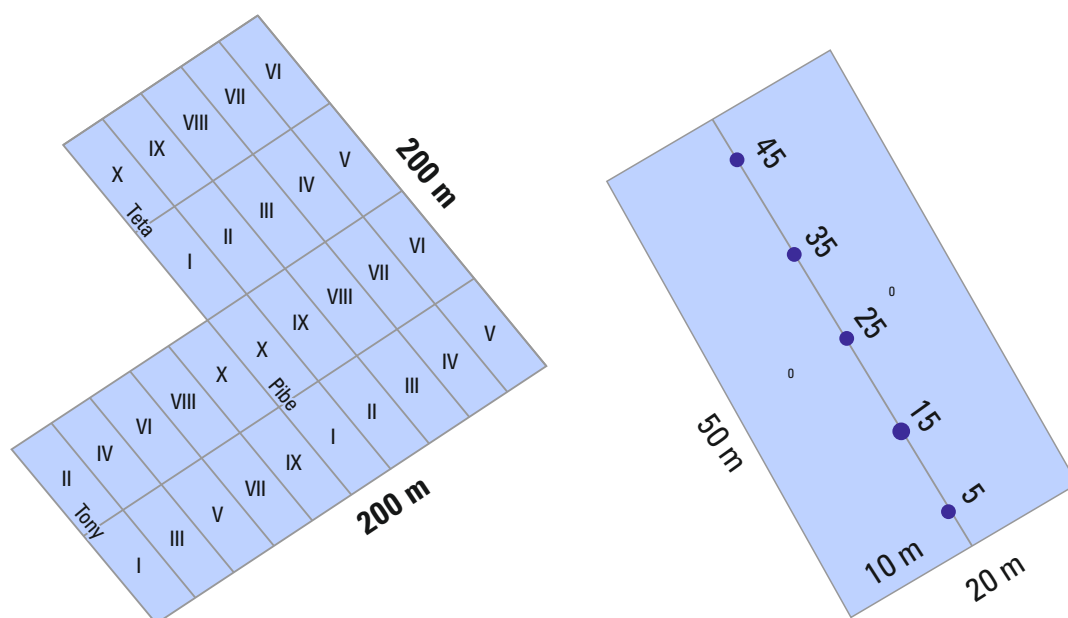


Figura 2. Diseño para la medición de la profundidad de materia orgánica, hojarasca y horizonte OA en cada parcela de 20 m × 50 m, en el Bosque sobre arena blanca.

ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de los resultados de la estructura, i.e., abundancia (número de individuos) y área basal (m^2), se utilizaron tablas de frecuencias. El cálculo de los tres índices de diversidad (Simpson, Shannon – Wiener y Alfa Fisher) se realizó mediante el programa Paleontological statistics (Past) versión 3,12. Los resultados de la cuantificación de la profundidad de la materia orgánica, hojarasca y horizonte OA se determinaron a través de tablas de frecuencias de las 30 parcelas. A los valores de la abundancia, área basal, diversidad y cuantificación de la hojarasca se probaron los supuestos de normalidad mediante la prueba de Kolmogorov – Smirnov. Posteriormente, se realizó el análisis de correlación de Pearson (r Pearson) entre las variables estudiadas mediante el programa IBM SPSS Statistics versión 22.

REPRESENTACIÓN ESPACIAL Y ELABORACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS

Este análisis se realizó mediante una capa de información vectorial formato shapefile de tipo

polígono de las parcelas permanentes. A estas entidades se les integró los datos de las categorías profundidad promedio de hojarasca, horizonte OA y materia orgánica organizados en campos en la tabla de atributos de la capa de información. Mediante la utilización del programa ArcGIS versión 10,3 se procedió a generar los mapas temáticos agregando la capa de información vectorial de parcelas permanentes y simbolizando los datos relacionados en gráficos de tipo apilado por categoría (Dobesova & Valent, 2011).

RESULTADOS

PROFUNDIDAD PROMEDIO DE LA HOJARASCA

La profundidad de la materia orgánica varió de 4,50 a 16,20 cm, con un promedio de 8,81 cm y coeficiente de variación de 34,75. La profundidad de la hojarasca varió de 1,50 a 7,60 cm, con un promedio de 4,21 cm y coeficiente de variación de 39,13. Y la profundidad del horizonte OA varió de 2,70 a 10,80 cm, con un promedio de 4,60 cm y coeficiente de variación de 39,01 (Tabla 1).

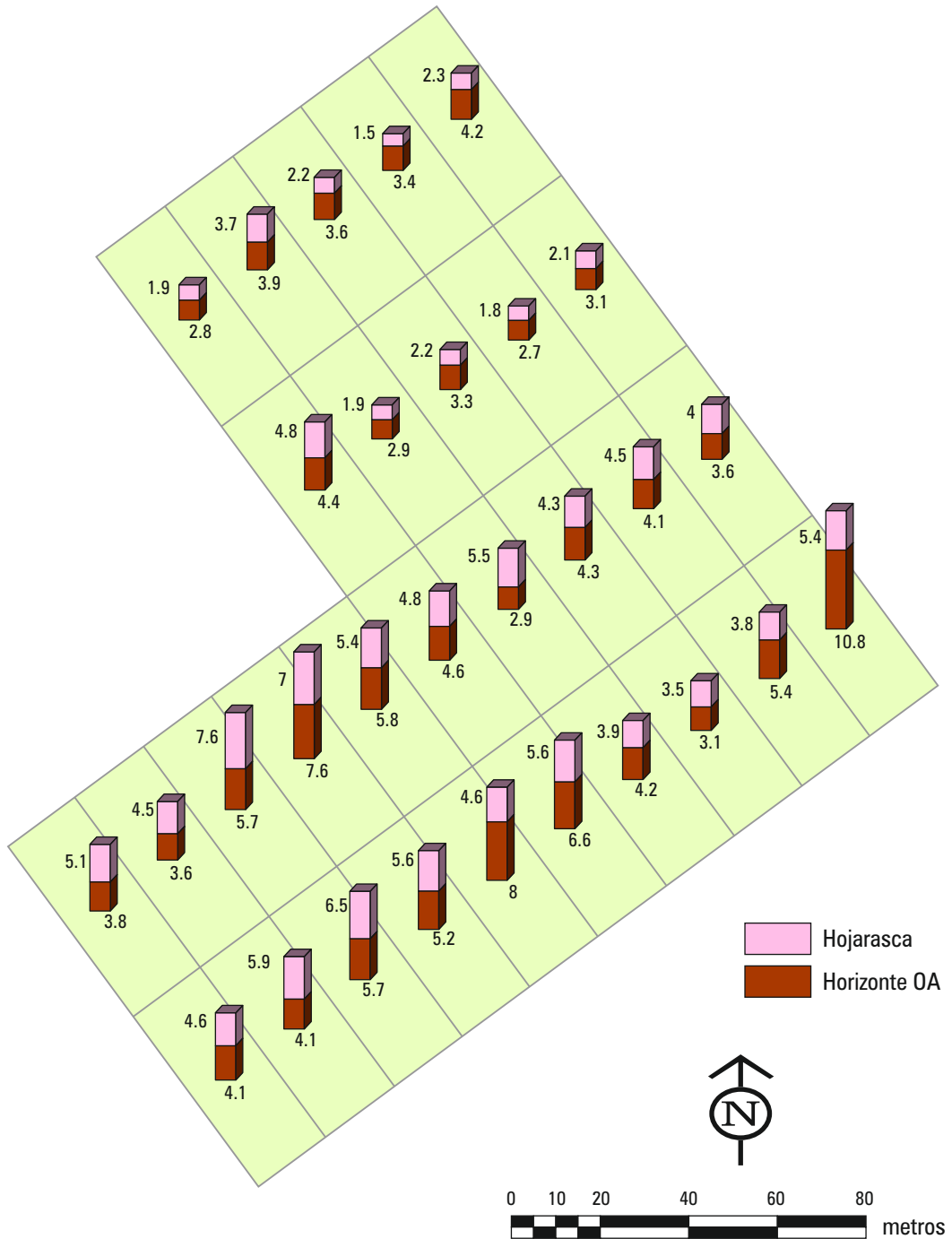


Figura 4. Profundidad promedio de hojarasca y horizonte OA, en cada parcela de 20 m x 50 m en el Bosque sobre arena blanca, Loreto, Perú.

DIVERSIDAD DE ESPECIES

De las tres familias Malvaceae presento 854 individuos (89,99%, Tablas 2 y 3) y una sola especie, lo cual no permite hacer comparaciones en la diversidad alfa de acuerdo a Simpson, Shannon – Wiener y Alpha – Fisher; aunque hay valores diferentes en el índice de Alpha – Fisher, esto solo está expresando la cantidad de individuos, correspondiendo a una supuesta mayor diversidad a aquellas parcelas con menor cantidad de individuos. Asimismo para Araliaceae (78 ind., 8,22 %) con las especies *Dendropanax umbellatus* y *Schefflera morototoni* (Tabla 3), la primera especie está presente en casi todas las parcelas, con ausencia en las parcelas Tony IX, Pibe IX, Teta II y Teta III y la última especie mencionada solo está presente en la parcela Pibe VI. La riqueza específica tuvo un promedio de 0,90 (mínimo de 0 y un máximo de 2) con una desviación estándar de 0,40 y un coeficiente de variación de 44,73%. Para Simpson (1-D) y Shannon Wiener (H') fue de 0 a 0,44 y de 0 a 0,64,

con una media de 0,015 y 0,021, la desviación típica va de 0,116 a 0,081, obteniendo el mismo coeficiente de variación para ambos índices de 547,72%. Alfa Fisher (α Fisher) determinó valores mínimos de 0 y máximos de 2,62, con un promedio de 0,50, su desviación corresponde a 0,51, y un menor coeficiente de variabilidad de 101,16%. Por otra parte, Sapotaceae fue la familia con mayor número de especies pero con baja abundancia (17 ind., 1,79%); con las especies *Chrysophyllum* sp., *Micropholis egensis*, *Micropholis guyanensis*, *Micropholis venulosa*, *Pouteria cuspidata*, *Pouteria lucumifolia* y *Pouteria rostrata* (Tabla 3). Con respecto a su diversidad la riqueza específica varía de 0 a 2 con un promedio de 0,47, la desviación estándar corresponde a 0,73 con un coeficiente de variabilidad de 156,49 %, según el índice de dominancia de Simpson (1-D), sus valores van desde 0 a 0,5, con un promedio de 0,06, su desviación alcanza a 0,16, con un coeficiente de variación de 261,3%. Para Shannon Wiener (H') oscila de 0 a

Tabla 1. Profundidad de materia orgánica, hojarasca y horizonte OA, en las 30 parcelas de 20 × 50 m del bosque sobre arena blanca, Loreto, Perú. Mín. = Valor mínimo, Máx. = Valor máximo, \bar{X} = Promedio, σ = Desviación estándar, CV % = Coeficiente de variación.

Parcelas	Variables	Materia orgánica	Hojarasca	Horizonte OA
Total 30 subparcelas	Mín.	4,50	1,50	2,70
	Máx.	16,20	7,60	10,80
	\bar{X}	8,81	4,21	4,60
	σ	3,062	1,648	1,794
	CV %	34,75	39,13	39,01
Tony: 10 subparcela	Mín.	8,0	4,45	3,55
	Máx.	14,60	7,60	8,0
	\bar{X}	11,08	5,67	5,41
	σ	2,11	1,08	1,50
	CV %	19,07	19,07	27,84
Pibe: 10 subparcelas	Mín.	6,60	3,50	2,90
	Máx.	16,20	5,60	10,80
	\bar{X}	9,48	4,53	4,96
	σ	2,78	0,77	2,32
	CV %	29,29	16,97	46,85
Teta: 10 subparcelas	Mín.	4,50	1,50	2,70
	Máx.	9,20	4,80	9,20
	\bar{X}	5,87	2,44	5,87
	σ	1,50	1,02	1,50
	CV %	25,57	41,63	25,57

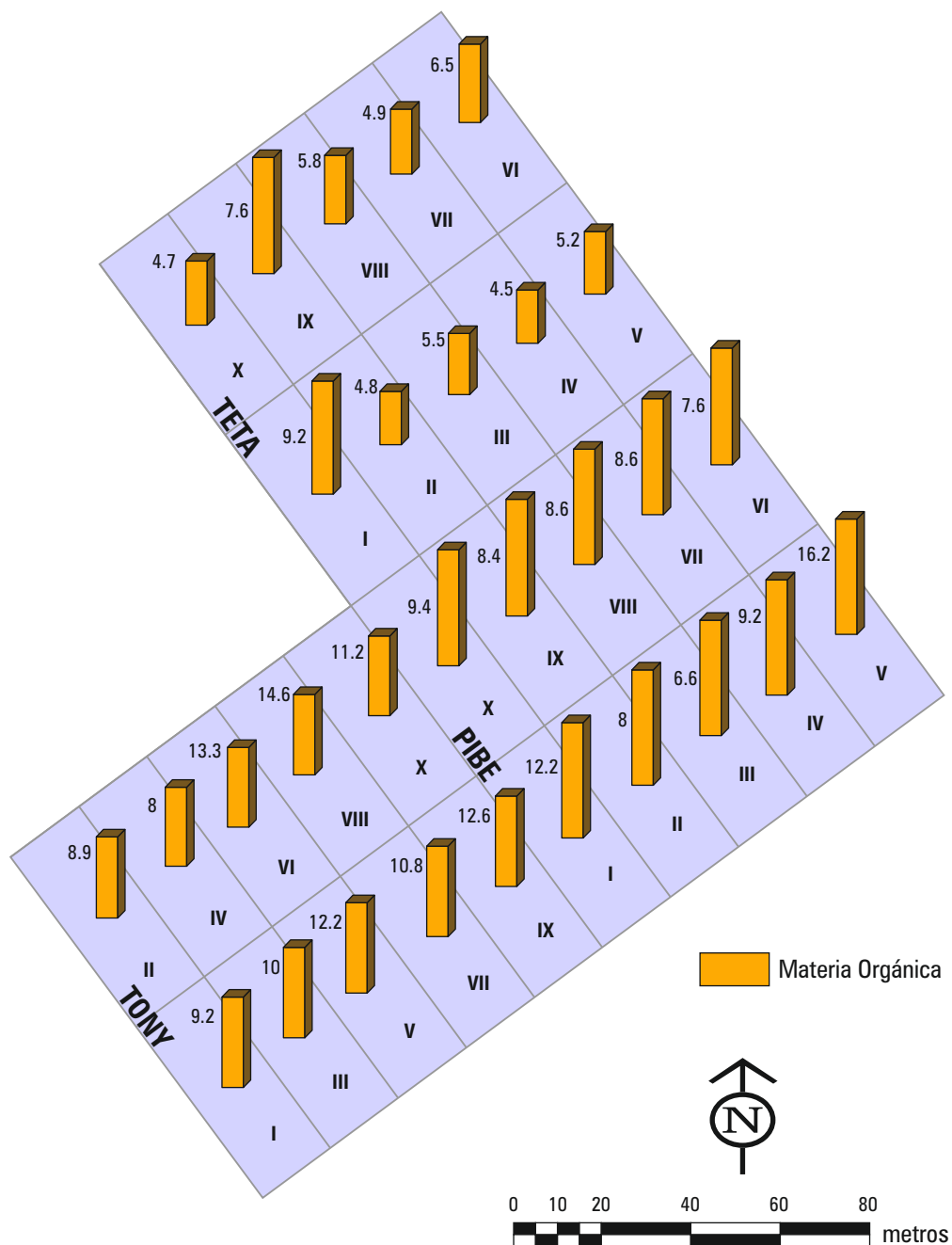


Figura 5. Profundidad de materia orgánica en cada parcela de 20 m × 50 m en el Bosque sobre arena blanca, Loreto, Perú.

Tabla 2. Diversidad de especies por familia botánica en las tres parcelas de estudio del bosque sobre arena blanca, Loreto, Perú. Mín. = Valor mínimo, Máx. = Valor máximo, \bar{X} = Promedio, σ = Desviación estándar, CV % = Coeficiente de variación. S = Cantidad de especies, 1-D = índice de diversidad de Simpson, H' = Shannon – Wiener.

Familias	Diversidad	Min.	Max.	\bar{X}	σ	CV %
MALVACEAE	S	1	1	1	0	0
	1-D	0	0	0	0	0
	H'	0	0	0	0	0
	α Fisher	0,17	0,43	0,23	0,06	27,03
ARALIACEAE	S	0	2	0,90	0,40	44,73
	1-D	0	0,44	0,02	0,08	547,72
	H'	0	0,62	0,02	0,12	547,72
	α Fisher	0	2,62	0,50	0,51	101,16
SAPOTACEAE	S	0	2	0,47	0,73	156,49
	1-D	0	0,5	0,06	0,16	261,3
	H'	0	0,69	0,09	0,23	260,41
	α Fisher	0	1,59	0,08	0,32	402,59

0,69, con promedio de 0,09, su desviación es de 0,23, con un coeficiente de variación de 260,41%, mientras que α Fisher varía de 0 a 1,59 con un promedio de 0,08, su desviación estándar corresponde a 0,32 y con un coeficiente de variación de 402,59 superior a los coeficientes ya expuestos, dilucidando que existe un alto grado de dispersión con respecto a las muestras inventariadas (Tabla 4). Aun que Sapotaceae fue la familia más diversa en las 30 unidades de muestreo, pero el análisis se realizó por cada unidad de muestreo.

Estructura horizontal

Se obtuvo como abundancia total 949 entre árboles y arbustos en 30 parcelas de 0,1 ha. La cantidad de individuos varió de 8 (en la subparcela “Pibe VI”) a 69 (en las subparcelas “Pibe IX” y “Teta X”), con un promedio de 31,63 árboles por parcela, una desviación estándar de 17,41, y un coeficiente de variación de 55,04% (Tabla 5). La familia más representativa fue Malvaceae con la especie *Pachira brevipes* (854 ind. en 3 ha), seguido de Araliaceae con la especie *Dendropanax umbellatus* (77 ind. en 3 ha). El total de área basal de las 30 parcelas suman 13,46 m². Sus valores máximos y mínimos son de 0,10 a 0,95 m², registrados en las subparcelas “Teta V” y “Pibe IX”, respectivamente, logrando un promedio de 0,45, una desviación típica de 0,25 y un coeficiente de variación de 55,30%.

Malvaceae tuvo la mayor cantidad de individuos con un promedio de 28,47 (mínimo de 4 y máximo de 69). Para la misma familia el área basal promedio fue de 0,39 m², que oscila de 0,04 m² a 0,95 m². Los coeficientes de variabilidad para abundancia y área basal fueron de 63,33% y 64,08% respectivamente. Araliaceae tuvo baja cantidad de individuos con un promedio de 2,6 (mínimo de 0 y máximo de 8), una desviación estándar de 1,94 y un coeficiente de variación de 76,63%. El área basal tuvo un promedio de 0,04 m² (mínimo de 0 m² y máximo de 0,27 m²), una desviación estándar de 0,05 y un coeficiente de variabilidad de 122,88%. Sapotaceae tuvo el menor número de individuos de toda la muestra con un promedio de 0,57 (mínimo de 0 y máximo de 4), una desviación estándar de 0,97 y un coeficiente de variación de 171,43%. El área basal tuvo un promedio de 0,02 m² (mínimo de 0 m² y máximo de 0,17 m²), una desviación estándar de 0,04 y un coeficiente de variabilidad de 225,14%.

Correlación de la estructura horizontal y diversidad de especies con la profundidad promedio de la hojarasca

La relación entre la abundancia y el horizonte OA del “Varillal” tuvo una correlación negativa significativa de $r = -0,361$, $p < 0,05$. En contraste, para las demás variables evaluadas como el área basal, la riqueza y los índices de Simpson, Shannon – Wiener y α Fisher no se encontraron asociaciones

estadísticamente significativas con suelo orgánico y hojarasca. En Malvaceae la profundidad del horizonte OA está correlacionada negativamente con el número de individuos y el área basal, con correlaciones bajas negativas de $r = -0,381$ y $r = -0,399$ respectivamente con un nivel de significancia del $p < 0,05$. Sin embargo, para la diversidad Alfa no se ha encontrado relación significativa estadísticamente. En cambio para Araliaceae no existe una correlación significativa entre todas sus variables. Mientras que para Sapotaceae tuvo una correlación media positiva entre la diversidad de α Fisher y la profundidad de la materia orgánica con un valor de $r = 0,535$ y con un nivel de confiabilidad de $p < 0,01$. No se encontró relación significativa entre las demás variables de diversidad, estructura con respecto a la materia orgánica, hojarasca y el horizonte OA (ver Tabla 6).

DISCUSIÓN

PROFUNDIDAD PROMEDIO DE LA HOJARASCA

El bosque sobre arena blanca (“Varillal”) presentó variabilidad entre las parcelas en cuanto a la profundidad de la hojarasca, horizonte OA y materia orgánica. La hojarasca mostró los valores más bajos de 1,50 a 7,60 cm, con promedio de 4,21 cm en las 30 parcelas de 20×50 m. El Horizonte OA tuvo un grosor superior con 2,70 a 10,80 cm, con promedio de 4,60 cm. La materia orgánica es la suma de la hojarasca con el horizonte OA o la medición total de la profundidad de la capa orgánica del suelo. Sus valores van de 4,50 a 16,20 cm, con un promedio de

8,81 cm. En los terrenos planos la profundidad de materia orgánica fue menor que en pendientes.

García *et al.* (2003) manifiesta que algunas especies son indicadores de un tipo de “Varillal”, considerado a partir del estudio de factores como la altura máxima del dosel, profundidad de materia orgánica y densidad de tallos desde 1 m de altura hasta 10 cm de DAP. Particularmente menciona a *Dendropanax umbellatus* como indicadora de “Varillal” tipo Chamizal, el cual se caracteriza por presentar un dosel de 5 m de alto y materia orgánica mayor de 11 cm, localizado en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana. Esto contrasta con nuestro estudio, en el cual *Dendropanax umbellatus* fue dominante en el “Varillal alto”, encontrándose junto a *Pachira brevipes* en profundidades de materia orgánica de 4,50 a 16,20 cm. Estas especies estaban distribuidas en casi todas las parcelas muestreadas.

Coomes y Grubb (1996) clasifican dos tipos de bosques sobre arena blanca en Brasil denominados “caatinga alto” y “caatinga bajo”, manifestando que en la primera la materia orgánica varía de 0 - 40 cm y en la segunda va desde 0 - 20 cm pero con composición florística diferente. Esto es similar a nuestro estudio en el cual el “Varillal alto” tuvo materia orgánica de 0 a 16,20 cm el cual se encuentra incluida entre los intervalos propuestos por Coomes y Grubb (1996). Kaushal y Verma (2003), citados por Martínez (2013), aseveran que las variables climáticas, la composición química de la hojarasca y la actividad de la fauna del suelo son los factores más determinantes en el proceso de descomposición, lo cual influencia en la profundidad de la materia orgánica.

Tabla 3. Abundancia absoluta (ABU) y relativa (ABU%) de las especies reportadas en 30 subparcelas (0,1 ha) del bosque sobre arena blanca, Loreto, Perú.

Diversidad	Especie	ABU	ABU%
Malvaceae	<i>Pachira brevipes</i>	854	89,99%
Araliaceae	<i>Dendropanax umbellatus</i>	77	8,11%
Sapotaceae	<i>Pouteria cuspidata</i>	7	0,74%
Sapotaceae	<i>Micropholis egensis</i>	3	0,32%
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sp.</i>	2	0,21%
Sapotaceae	<i>Pouteria lucumifolia</i>	2	0,21%
Sapotaceae	<i>Micropholis guyanensis</i>	1	0,11%
Sapotaceae	<i>Micropholis venulosa</i>	1	0,11%
Sapotaceae	<i>Pouteria rostrata</i>	1	0,11%
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	1	0,11%
Número total de Individuos		949	100%
Número total de especies		10	

DIVERSIDAD DE ESPECIES

En las 30 parcelas de 20 x 50 m del “Varillal” se registraron 949 árboles correspondientes a un total de 10 especies, la riqueza específica de especies por parcela varía de 1 a 4, con promedio de 2,37 especies por parcela. La diversidad de las familias fue baja, para Simpson (1-D) y Shannon Wiener (H) no hubo un valor significativo para dilucidar la diversidad de la familia Malvaceae, Berry (2002) explica que estos índices arrojan valores con base en el número de especies, sin embargo para α Fisher la diversidad promedio fue de 0,23 en todas las parcelas, Berry (2002) manifiesta que α Fisher establece que la riqueza de especies depende del número de individuos muestreados, por lo tanto controla y elimina a través del tamaño de la muestra el efecto positivo que tiene la abundancia sobre la diversidad. Malvaceae está representada con su única especie *Pachira brevipes* que presenta alta dominancia en las 3 ha.

CORRELACIÓN DE LA ESTRUCTURA HORIZONTAL Y DIVERSIDAD DE ESPECIES CON LA PROFUNDIDAD PROMEDIO DE LA HOJARASCA

Según los análisis de correlación de α Fisher, se encontró una baja relación entre la abundancia y el horizonte OA del “Varillal”, lo cual indica que el horizonte OA es una variable que si está influenciando en el número de individuos del “Varillal”, podríamos decir que mientras menor sea el grosor o profundidad del horizonte OA habrá mayor cantidad de árboles de estas tres familias presentes en cada parcela de 50 x 20 m.

En Malvaceae la cantidad de individuos y área basal tuvo una baja correlación negativa con el horizonte OA. Lo que nos permite decir que la estructura de esta familia realmente está dominando la superficie total del área muestreada. Afirmamos que mientras menor sea la profundidad del horizonte OA, mayor será el número de individuos y por consiguiente mayor área basal de esta familia. Llerena *et al.* (2003) en un estudio dentro de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana no encontraron relación entre el área basal del bosque y la composición de especies de Melastomataceae en los 7 trayectos de 2 x 25 m. Esto concuerda con lo reportado por Calle *et al.* (2011) quienes expresan que existe una asociación negativa entre la estructura de los individuos del sotobosque y variables edáficas (componente químico del suelo) y correlación positiva con el drenaje del suelo, la cual deduce que en los lugares donde hay menor contenido de bases asociado a valores bajos de pH pero altos de aluminio y arena, la estructura del bosque es más compleja.

Sin embargo para Araliaceae no se encontraron correlaciones significativas para ninguna de sus variables; mientras que para Sapotaceae sí existe una asociación media positiva entre la diversidad alfa Fisher y el horizonte OA, en la que podemos interpretar que mientras mayor sea el grosor del horizonte OA tendrá mayor diversidad de especies de esta familia, pero con baja dominancia de sus individuos.

En cuanto a la comunidad de árboles de los bosques sobre arena blanca, y basados en los resultados del presente estudio, la profundidad de la materia orgánica no está influenciando en la diversidad y estructura.

En el presente estudio solo se ha medido una sola vez la profundidad de la materia orgánica, aunque esta es dinámica (Bonilla *et al.*, 2008; Mattson & Swank, 1989). Entonces solo estamos demostrando la influencia temporal de la profundidad de la materia orgánica del suelo en diversidad y estructura de las plantas. Falta investigar la dinámica de la materia orgánica en el suelo de los bosques sobre arena blanca, quizás tiene una alta o baja variación a lo largo del año. La cantidad y calidad de materia orgánica en el suelo está condicionada por las especies más abundantes (Heartsill Scalley *et al.*, 2010), y como *Pachira brevipes* y *Caraipa utilis* son las especies más abundantes (Zárate *et al.*, 2015 y Fine *et al.*, 2010) y lo mismo pasa en el área del presente estudio, sus hojas están influenciando en la profundidad de la materia orgánica del suelo, estas dos especies no presentaron una caducifolia estacional, pero si presentan una caducifolia continua (al menos para el periodo 2003-2004 y 2015-2016, observaciones personales 30 días aproximadamente de R. Zárate, en el mismo área de estudio); por lo cual, probablemente la dinámica de profundidad de la materia orgánica del suelo de los bosques sobre arena blanca no este influenciada por notoriamente por una defoliación estacional y debe ser un proceso continuo de caídas de hojas. La variación anual o multianual de la profundidad de la materia orgánica es algo que aún falta por investigar de los bosques sobre arena blanca.

En el presente estudio solo hemos utilizado tres familias de Angiospermas para determinar la influencia de la profundidad de la materia orgánica del suelo, la ventaja de utilizar solo un grupo de especies nos permite inferir los resultados con menores esfuerzos que demandan costos. La principal desventaja es que los resultados son imprecisos seguramente, ya que aún alta investigar si realmente estas tres familias son indicadoras de la relación con la profundidad de la materia orgánica.

Finalmente, si bien es cierto la profundidad temporal de la materia orgánica del suelo no está

influyendo en la diversidad y estructura de al menos tres familias de Angiospermas en los bosques sobre arena blanca; se recomienda hacer mayores estudios en la cual se tenga en cuenta toda la comunidad arbórea y medir su relación con la dinámica de la profundidad de la materia orgánica al menos durante un año.

AGRADECIMIENTO

Estamos muy agradecidos por la ayuda en campo para la elaboración del presente trabajo con Hitler Flores Cobos, Alan C. Chumbe Ycomedes, Luisin Ruiz Díaz, Agustín Hualinga Del Aguila, Aldo Vela Alva, Milagros N. Rimachi Taricuarima, Nicolás Vásquez Sherade y Yiusy C. Pereira Paredes.

Tabla 4. Valores de diversidad alfa de las familias Malvaceae, Araliaceae y Sapotaceae en parcelas de 20 x 50 m en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Perú. S = Cantidad de especies, n = Cantidad de individuos, S = Índice de diversidad alfa de Shannon H, S = 1-D Índice de diversidad alfa de Simpson 1-D y F = Índice de diversidad alfa de Fisher.

Subparcela	Malvaceae					Araliaceae					Sapotaceae				
	S	n	S	S 1-D	F	S	n	S	S 1-D	F	S	n	S	S 1-D	F
Pibe-I	1	23	0	0	0.2	1	2	0	0	0.8	0				
Pibe-II	1	42	0	0	0.2	1	1	0	0	0	0				
Pibe-III	1	33	0	0	0.2	1	2	0	0	0.8	0				
Pibe-IV	1	35	0	0	0.2	1	6	0	0	0.3	0				
Pibe-X	1	23	0	0	0.2	1	1	0	0	0	0				
Pibe-V	1	21	0	0	0.2	1	3	0	0	0.5	2	4	0.6	0.4	1.6
Pibe-IX	1	69	0	0	0.2	0					0				
Pibe-VIII	1	55	0	0	0.2	1	2	0	0	0.8	0				
Pibe-VII	1	10	0	0	0.3	1	2	0	0	0.8	0				
Pibe-VI	1	4	0	0	0.4	2	3	0.6	0.4	2.6	1	1	0	0	0
Tony-IX	1	17	0	0	0.2	0					0				
Tony-X	1	11	0	0	0.3	1	2	0	0	0.8	1	1	0	0	0
Tony-VII	1	16	0	0	0.2	1	3	0	0	0.5	0				
Tony-VIII	1	6	0	0	0.3	1	5	0	0	0.4	0				
Tony-V	1	15	0	0	0.2	1	3	0	0	0.5	1	1	0	0	0
Tony-VI	1	13	0	0	0.3	1	5	0	0	0.4	0				
Tony-III	1	37	0	0	0.2	1	8	0	0	0.3	0				
Tony-IV	1	53	0	0	0.2	1	2	0	0	0.8	0				
Tony-I	1	34	0	0	0.2	1	2	0	0	0.8	2	2	0.7	0.5	0
Tony-II	1	44	0	0	0.2	1	4	0	0	0.4	2	2	0.7	0.5	0
Teta-X	1	66	0	0	0.2	1	3	0	0	0.5	0				
Teta-VII	1	19	0	0	0.2	1	2	0	0	0.8	1	2	0	0	0.8
Teta-III	1	32	0	0	0.2	0					0				
Teta-IX	1	22	0	0	0.2	1	2	0	0	0.8	0				
Teta-VIII	1	24	0	0	0.2	1	6	0	0	0.3	0				
Teta-VI	1	16	0	0	0.2	1	3	0	0	0.5	2	2	0.7	0.5	0
Teta-I	1	34	0	0	0.2	1	1	0	0	0	0				
Teta-II	1	58	0	0	0.2	0					0				
Teta-IV	1	17	0	0	0.2	1	2	0	0	0.8	1	1	0	0	0
Teta-V	1	5	0	0	0.4	1	4	0	0	0.4	1	1	0	0	0

Tabla 5. Abundancia y área basal del área total y por cada familia botánica en las 30 parcelas de 20 mx 50 m 30 subparcelas del bosque sobre arena blanca, Loreto, Perú. Mín. = Valor mínimo, Máx. = Valor máximo, \bar{X} = Promedio, σ = Desviación estándar, CV% = Coeficiente de variación.

Unidad de muestreo	Característica	Mín.	Máx.	\bar{X}	σ	CV%
VARILLAL (3 familias)	Abundancia	8	69	31,63	17,41	55,04
	Área basal	0,1	0,95	0,45	0,25	55,30
MALVACEAE	Abundancia	4	69	28,47	18,03	63,33
	Área basal	0,05	0,95	0,39	0,25	64,08
ARALIACEAE	Abundancia	0	8	2,6	1,94	74,63
	Área basal	0	0,27	0,04	0,05	122,88
SAPOTACEAE	Abundancia	0	4	0,57	0,97	171,43
	Área basal	0	0,17	0,02	0,04	225,14

Tabla 6. Correlación de las variables estructurales y diversidad de especies con la profundidad de la materia orgánica, hojarasca y horizonte OA del bosque sobre arena blanca, Loreto, Perú.

	Correlación de Pearson	Materia orgánica	P-Value	Hojarasca	P-Value	Horizonte OA	P-Value
Varillal	Número de individuos	-0,296	0,112	-0,157	0,408	<u>-0,361*</u>	0,050
	Area basal	-0,289	0,121	-0,176	0,352	-0,332	0,073
	Cantidad de Especie	0,079	0,679	-0,012	0,950	0,146	0,443
	1-D	0,213	0,259	0,149	0,432	0,226	0,229
	H	0,173	0,361	0,091	0,631	0,211	0,262
	Alpha Fisher	0,009	0,963	-0,040	0,835	0,052	0,786
Malvaceae	Número de individuos	-0,316	0,089	-0,172	0,363	<u>-0,381*</u>	0,038
	Area basal	-0,326	0,079	-0,172	0,363	<u>-0,399*</u>	0,029
	Cantidad de Especie	0	0	0	0	0	0
	1-D	0	0	0	0	0	0
	H	0	0	0	0	0	0
	Alpha Fisher	0,138	0,466	0,099	0,444	0,145	0,444
Araliaceae	Número de individuos	0,194	0,304	0,230	0,221	0,120	0,527
	Area basal	0,076	0,688	0,127	0,505	0,014	0,941
	Cantidad de Especie	0,124	0,515	0,074	0,699	0,143	0,45
	1-D	-0,075	0,695	-0,024	0,899	-0,105	0,58
	H	-0,075	0,695	-0,024	0,899	-0,105	0,58
	Alpha Fisher	-0,071	0,710	-0,044	0,819	-0,081	0,671
Sapotaceae	Número de individuos	0,170	0,370	-0,071	0,709	0,355	0,054
	Area basal	0,100	0,600	-0,103	0,590	0,265	0,158
	Cantidad de Especie	0,058	0,761	-0,085	0,656	0,177	0,349
	1-D	0,126	0,506	0,013	0,945	0,204	0,281
	H	0,140	0,460	0,018	0,926	0,223	0,236
	Alpha Fisher	0,304	0,102	-0,017	0,002	<u>0,535**</u>	0,002

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Anderson, A. 1981. White sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica*, 13(3): 199-210.
- Begon, M.; Townsend, C. R. H.; John, L.; Colin, R. T.; John, L. H. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4th ed. Blackwell Science, Oxford. 738pp.
- Berry, P. 2002. Diversidad y endemismo en los bosques neotropicales de bajura. In: Guariguata MR y Kattan GH Eds. *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. p. 83-96.
- Bonilla, R.; Roncallo, B.; Jimeno, J.; García, T. 2008. Producción y descomposición de la hojarasca en bosques nativos y de *Leucaena* sp., en Codazzi, Cesar. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 9(2): 5-11.
- Calle, B.; Moreno, F.; Cárdenas, D. 2011. Relación entre suelos y estructura del bosque en la Amazonia Colombiana. *Revista de Biología Tropical*, 59(3): 1307-1322.
- Chain, G. 2009. Factores que influyen en la composición y diversidad de bosques en una red de conectividad ecológica en un paisaje fragmentado mesoamericano. Tesis Mag. Sc. Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. 143pp.
- Coomes, D.; Grubb, P. 1996. Amazonian caatinga and related communities at La Esmeralda, Venezuela: forest structure, physiognomy and floristics, and control by soil factors. *Vegetatio*, 122(2): 167-191.
- Damasco, G.; Vicentini, A.; Castilho, C.V.; Pimentel, T.P.; Nascimento, H. E. M. 2012. Disentangling the role of edaphic variability, flooding regime and topography of Amazonian white-sand vegetation. *Journal of Vegetation Science*, 24(2): 384–394.
- Dobesova, Z.; Valent, T. 2011. Program extension for diagram maps. *Geodesy and Cartography*, 37(1): 22-28.
- Fine, P.; Garcia, R.; Pitman, N.; Mesones, I y Kembel, S. 2010. A floristic study of the white-sand forests of Peru. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 97(1): 3-24.
- Fine, P.; Mesones, I.; García, R.; Miller, Z.; Daly, D.; Coley, P. 2006. Especialización Edáfica en Plantas de la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica*, 15(1-2): 39-99.
- Gallardo, G. 2015. Estructura y diversidad florística de un bosque sobre arena blanca (Varillal) en la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Iquitos – Perú. Tesis pregrado. Universidad de la Amazonia Peruana. Loreto, Perú. 95pp.
- García, R.; Ahuite, M.; Olortegui, M. 2003. Clasificación de Bosques sobre arena blanca de la zona reservada Allpahuayo Mishana. *Folia Amazónica*, 14(1): 17-34.
- Gentry, A. 1993. *A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú)*. With supplementary notes on herbaceous taxa. Conservation International. Washington-USA. 895pp.
- Heartsill Scalley, T., Scatena, F. N., Lugo, A. E., Moya, S., & Estrada Ruiz, C. R. 2010. Changes in structure, composition, and nutrients during 15 years of hurricane-induced succession in a subtropical wet forest in Puerto Rico. *Biotropica*, 42, 455-463.
- Llerena, N.; García, R.; Monteagudo, A.; Rodríguez, C.; Soplín, H.; Tuesta, P.; Ruokolainen, K. 2003. Composición florística de melastomatáceas y su relación con el área basal. *Folia Amazónica*, 14(1): 117-124.
- Martínez, A. 2013. Producción y descomposición de hojarasca en sistemas silvopastoriles de estratos múltiples y su efecto sobre propiedades bioorgánicas del suelo en el valle medio del Río Sinu. Tesis Doctorado. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Agrarias. Medellín, Colombia. 178pp.
- Mattson, K. G.; Swank, W. T. 1989. Soil and detrital carbon dynamics following forest cutting in the Southern Appalachians. *Biol Fertil Soils*, 7:247-253.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Tesis grado profesional, Universidad Veracruzana. Zaragoza. 84pp.
- Pielou, E. C. 1995. Biodiversity versus old-style diversity. Measuring biodiversity for conservation. In Pielou, E. C.; Boyle, T. J. B.; Boontawew, B. (eds). *Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forests*, proceedings, IUFRO Symposium (1994, Chiang Mai, Thailand) Proceeding. Malasia.
- Prance, G. T. 1996. Islands in Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Series B: Biological Sciences 351: 823–833.
- Prance, G.; Schubart, H. 1977. Nota preliminar sobre origen das campinas abertas de areia branca do baixo Rio Negro. *Acta Amazonica*, 7: 567-570.
- Ramírez, J. 2007. Estudio de la Composición Florística y Estructura de un Bosque Sobre Suelo de Arena Blanca en Selva Baja, Loreto – Perú. 117pp.

- Ribeiro, J.; Hopkins, M.; Vicentini, A.; Sothers, C.; Costa, M.; Brito, J.; Souza, M.; Martins, L.; Lohmann, L.; Assuncao, P.; Pereira, E.; Silva, C.; Mesquita, M.; Procopio, L. 1999. Flora da Reserva Ducke. Guia de identificaçao das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. INPA. Manaus, Brasil. 799pp.
- Russel, A.; Vitousek, P. 1997. Decomposition and potential nitrogen fixation in *Dicranopteris linearis* litter on Manua Loa, Hawai. *Journal of Tropical Ecology*, 13. 579-594.
- Vásquez, R. 1997. Flórula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú. Allpahuayo Mishana Explornapo Camp Explorama Lodge. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Garden. 1046pp.
- Zárate, R.; Mori, T.; Maco, J. 2013. Estructura y Composición Florística de las Comunidades Vegetales del ámbito de la Carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú. *Folia Amazónica*, 22 (1-2). 77-89.
- Zárate, R.; Mori, T.; Ramirez, F.; Davila, H.; Gallardo, P y Cohello, G. 2015. Lista actualizada y clave para la identificación de 219 especies arbóreas de los bosques sobre arena blanca de la Reserva Nacional Allpahuayo Mishana, Loreto, Perú. *Acta Amazonica*, 45(2): 133-156.

Recibido: 15 de Marzo del 2017

Aceptado para publicación: 8 de Mayo del 2017