

Estructura y composición florística de un bosque de Miombo en el distrito de Mocuba, Mozambique

Structure and floristic composition of Miombo woodland in Mocuba district, Mozambique

Salvador José António Nanvonamuquitxo¹, Fidel Góngora Rojas², Noé Dos Santos Ananias Hoiço³

¹Ingeniero Forestal, Máster en Ciencias Forestales, Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Lurio. Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Lurio. Angola. Correo electrónico: snanvonamuquitxo@fcn-unilurio.com

²Ingeniero Forestal, Doctor en Ciencias Forestales. Profesor de la disciplina Protección Forestal. Ministerio de Educación Superior. Cuba. Correo electrónico: fgongora@mes.gob.cu

³Ingeniero Forestal, Máster en Ciencias Forestales, Departamento de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ingeniería Agronómica y Forestal de la Universidad de Zambezia. Departamento de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ingeniería Agronómica y Forestal de la Universidad de Zambezia. Angola. Correo electrónico: ferro@ecovida.vega.inf.cu

Recibido: 1 de febrero de 2017.

Aprobado: 26 de abril de 2017.

RESUMEN

Para que haya un aprovechamiento sostenible de los bosques naturales, se hace necesario el desarrollo de técnicas silviculturales adecuadas, basadas en la ecología de cada tipo de formación vegetal. Este estudio tuvo como objetivo la caracterización de la estructura horizontal de un bosque de Miombo, localizado en el Distrito de Mocuba, Provincia Zambézia, en Mozambique, para suministrar subsidios técnicos para el desarrollo de sistemas de manejo forestal eficientes. Fue hecho un levantamiento forestal; se usó el muestreo sistemático con el cual se caracterizó la estructura horizontal del bosque, donde se destacaron la composición florística, parámetros fitosociológicos, diversidad de especies y la estructura diamétrica.

ABSTRACT

To ensure sustainable use of natural forests, it is necessary the development of appropriate silvicultural techniques, based on the ecology of each type of plant formation. This study aimed to characterize the horizontal structure of a Miombo forest, located in Mocuba District, Zambézia province in Mozambique, aiming to provide technical support to the development of efficient management systems forest. The forest inventory was conducted using systematic sampling process, in which the horizontal structure of forest highlighting the floristic composition, phytosociology, species diversity and diameter distribution were characterized. In the area 1090 individuals from 34 species, 29 genera and 12 families

En el área, se observaron 1090 individuos pertenecientes a 34 especies, 29 géneros y 12 familias. Las especies más importantes, según el índice de valor de importancia ecológica, fueron de la familia Fabaceae fundamentalmente, *Brachystegia spiciformis* Benth., *Cordyla africana* Lour., *Burkea africana* Hook., *Pterocarpus angolensis* CC., que hacen cerca del 58% del total de las especies en el área. El comportamiento observado para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Pielou (J') de 0,88 y 0,85 respectivamente, reveló que el área de estudio exhibe baja diversidad de especies en comparación con los estudios hechos en áreas forestales análogas. La distribución diamétrica ajustada por la función de Meyer mostró déficit de individuos en las clases 12,5 cm. y 17,5 cm. como consecuencia del bajo aprovechamiento de individuos de clases diamétricas inferiores por la comunidad local, sin embargo, este viene mostrando buena capacidad de recuperación de su estructura.

Palabras clave: fitosociológica; diversidad; Miombo; índice de valor de importancia; diámetro.

were found. The most important species in accordance with the ecological importance value index were Fabaceae family such *Brachystegiaspiciformi* Benth., *Cordylaafricana* Lour., *Burkeaafricana* Hook., *Pterocarpusangolensis* DC., which make up about 58% of all species in the area. The behavior observed for the Shannon-Wiener (H') and Pielou (J') diversity index of 0,88 and 0,85 respectively, showed that the study area exhibits low diversity of species compared to studies in similar forests. The diameter distribution adjusted by the Meyer function showed a deficit of individuals in class 12,5 cm and 17,5 cm as a result of underutilization of individuals of lower diametric class by the local community, however, this is showing good resilience of its structure.

Key words: combustible material; combustible charge; dangerousness.

INTRODUCCIÓN

En Mozambique, los bosques naturales se distribuyen por todo el territorio, presentando biodiversidad característica conforme a las condiciones ecológicas de cada ecosistema. La provincia Zambezia, en particular, constituye una de las regiones más importantes del país en términos de biodiversidad (Cuamba et al., 2005). Sin embargo, hay limitación de informaciones sobre las

comunidades que componen tales bosques y de las especies arbóreas existentes.

Por otro lado, para que haya un aprovechamiento racional, aliado a la supervivencia de los bosques naturales, se hace necesario el desarrollo de técnicas silviculturales adecuadas, basadas en la ecología de cada tipo de formación vegetal. Conocimientos

básicos sobre la dinámica de crecimiento, recomposición forestal natural y la estructura del bosque propiamente dicha, constituyen aspectos de extrema importancia para cualquier intervención que en ella se pretenda hacer bajo el riesgo de agotamiento total de sus recursos (Cariola, 1997; Marangon, Soares y Feliciano, 2003).

A pesar de la gran importancia de los estudios estructurales, aliada a su indiscutible interés científico, pocos estudios sistemáticos al respecto han sido realizados hasta el momento en bosques naturales en Mozambique (Hofiço, 2014). Basado en esta afirmación, se pretende, con el presente trabajo, caracterizar la estructura horizontal de un bosque de Miombo en el Distrito de Mocuba, provincia Zambezia en Mozambique, localizado en el Puesto Administrativo de

Namanjavira, Distrito de Mocuba, en la Provincia Zambezia, donde se destaca la composición florística y el estudio de la estructura horizontal, con miras a suministrar elementos técnicos a los profesionales del área para el desarrollo de sistemas eficientes de manejo forestal.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio

El estudio fue realizado en un área de la Concesión Forestal perteneciente a la Industria Sotomane Lda., localizada en el Puesto Administrativo de Namanjavira, Distrito de Mocuba, región central de la Provincia Zambezia en Mozambique. La Concesión se sitúa entre las coordenadas 16°33'58" y 16°49'22" de latitud Sur y 36°32'57" y 36°47'39" de longitud Oeste (Hofiço2014) (Figura 1).

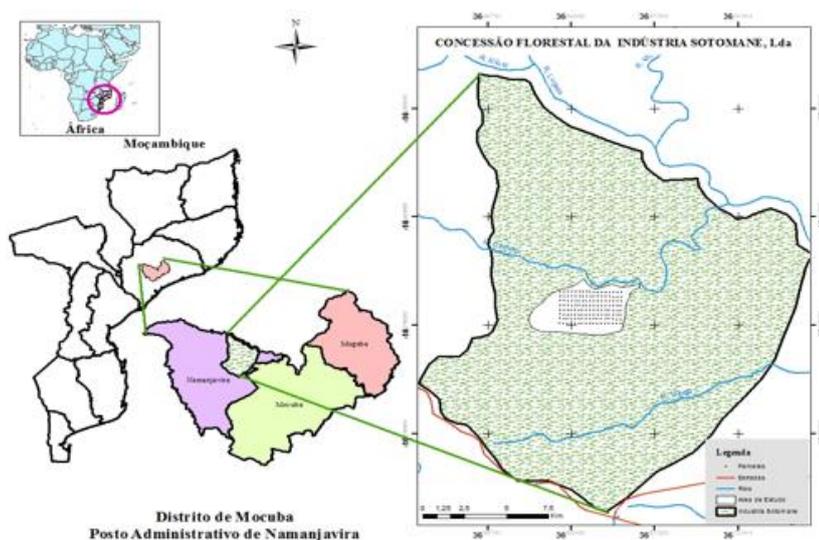


Fig. 1. Localización geográfica del área de estudio en la Concesión Forestal Sotomane Lda., en el Puesto administrativo de Namanjavira, Distrito de Mocuba, Provincia Zambezia.

Fuente: Hofiço (2014)

El clima predominante, según la clasificación de Thorntwaite, es del tipo subtropical húmedo, con dos estaciones bien definidas, influenciadas por la Zona de Convergencia Intertropical (MAE 2005).

La temperatura media anual varía de 22 a 27 °C., donde los meses de octubre a febrero son el período más caliente y húmedo que corresponde a la época lluviosa, debido a las masas de aire ecuatorial y tropical marítimo (Ámos *et al.* 1997; MAE 2005; Pereira 2006).

Obtención de datos y variables medidas

Para el presente estudio, se seleccionó un área de 1 ha. y se hizo un muestreo sistemático, constituido por 17 unidades de muestreo de área fija (50 m.x20 m.); la suficiencia del esfuerzo de muestreo fue determinada por la curva de acumulación de especie como recomienda Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) y Gotelli y Colwell (2001).

Dentro de cada unidad de muestreo fue medido el Dap (diámetro a 1,30 metros sobre el suelo) con auxilio de la forcípula.

La identificación botánica de los individuos fue hecha inicialmente en campo por el nombre común, con ayuda de guías locales (prácticos). Para los nombres científicos, fue utilizada

literatura de descripción botánica, bastante empleada en identificación de especies vegetales en el Miombo (Palgrave *et al.* 2002; Wyk y Wyk 2011). La grafía y la validez de los nombres científicos de las especies fueron conferidas y actualizadas en revisiones taxonómicas en el sitio de la International Plant Names Index, versión online 2016 y las abreviaciones estandarizadas de los nombres de autores de acuerdo con (Brummitt y Powell 1992). La nomenclatura de las especies siguió la propuesta del Angiosperm Phylogeny Group (APGIII 2009).

Análisis de la estructura horizontal del bosque

Composición florística

La composición florística se refiere a la distribución de individuos por especies, género y familias botánicas que ocurrieron en el área muestreada.

Parámetros fitosociológicos

Se estimaron los parámetros fitosociológicos tradicionalmente utilizados: densidad, dominancia, frecuencia y valor de importancia conforme Mueller-Dombois y Ellenberg (1974). Las fórmulas para los cálculos de los parámetros son presentadas en la Tabla 1, según Cubas (2011) y Longhi (2011).

Tabla 1. Fórmulas utilizadas en el cálculo de los parámetros fitosociológicos para las especies muestreadas en el área de estudio en el Puesto administrativo de Namanjavira, Distrito de Mocuba, Provincia da Zambezia, Mozambique.

Parámetro	Abreviatura	Fórmula	Unidad
Densidad absoluta	DA	$DA = n_i \times A$	n/ha
Densidad relativa	DR	$DR = \frac{DA}{N \cdot ha^{-1}} \times 100$	%
Dominancia absoluta	DoA	$DoA = \frac{g_i}{A}$	m ² .ha ⁻¹
Dominancia relativa	DoR	$DoR = \frac{DoA}{G} \times 100$	%
Frecuencia absoluta	FA	$FA = \frac{P_i}{P_1} \times 100$	%
Frecuencia relativa	FR	$FR = \frac{FA}{\sum FA} \times 100$	%
Valor de importancia	VI	$VI = DR + DoR + FR$	%

La composición florística se refiere a la distribución de individuos por especies, géneros y familias botánicas que ocurrieron en el área muestreada.

Diversidad de especies

La diversidad de especies existentes en la comunidad fue analizada a través de índice de Shannon-Wiener (H') y Pielou (J') respectivamente y (Magurran 2004). Lamprecht (1990); Brower, Zar y Von End (1998), Moreno (2001) mencionan que el índice de diversidad de Shannon-Wiener es lo más utilizado para expresar las características de una comunidad por su nivel de organización biológica. Y este se determinó según la expresión 1.

$$H' = - \sum P_i \times \ln P_i \quad (1)$$

Siendo P_i = proporción de cada especie en relación con el total de individuos (n_i/N); \ln = logaritmo natural; n_i =

número de individuos de cada especie; N = número total de individuos.

A su vez, la equitatividad de Pielou (J') es derivada del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y permite representar la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies existentes (Pielou 1977), donde es cuantificada por la siguiente expresión (2).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} \quad (2)$$

Siendo: H' = índice de diversidad de Shannon; H'_{max} = $\ln(S)$; S = número de especies muestreadas.

Estructura Diamétrica

Para evaluar la estructura diamétrica del bosque, fueron seleccionados todos los individuos con $D_{ap} \geq 10$ cm. y agrupados en clases diamétricas. Se adoptó la amplitud de clase de 5,0 cm.,

comúnmente utilizada en el Miombo. Fue ajustada la función de Meyer para el número de individuos por clase de Dap para la población (Meyer 1952), conforme la expresión (3):

$$Y_j = e^{b_0 + b_1 \cdot D_j} \quad (3)$$

Siendo:

Y_j el estimador del número de individuos; D_j el diámetro correspondiente al centro de la j -ésima clase de Dap; b_0 e b_1 coeficientes de la ecuación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Curva de acumulación de especies

La suficiencia de la muestra fue alcanzada con 34 especies, para un área de 1.7 ha., (Figura 2). El esfuerzo de muestreo es reducido relativamente al afirmado por (Hofiço 2014) en la misma área; sin embargo, es probable que con el aumento del área muestreada aparezcan nuevas especies, pero en número bien reducido. Este hecho ocurre debido al alto grado de heterogeneidad que los bosques de Miombo presentan (Frost 1996; Chidumayo 1997; Giliba et al. 2011; Kalaba et al. 2013).

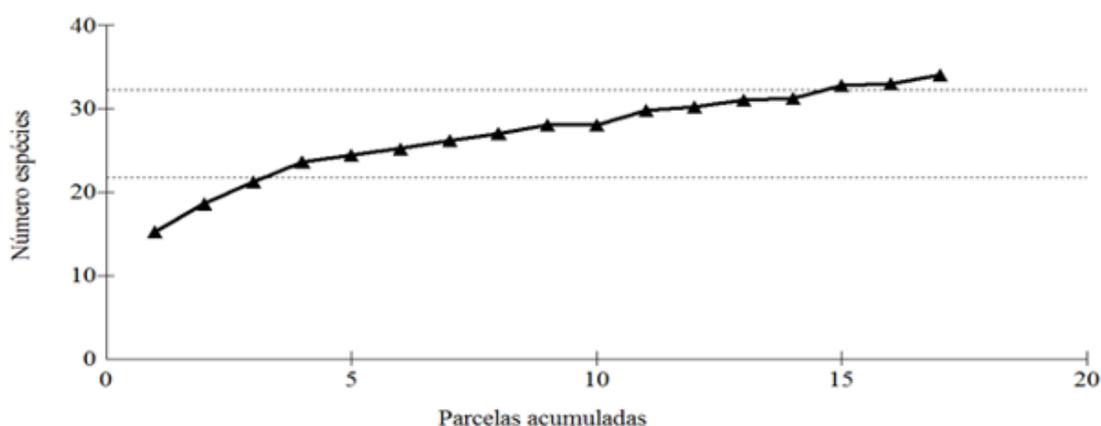


Fig. 2. Curva de área de acumulación de especies en el área de estudio, en el Puesto administrativo de Namanjavira, en el Distrito de Mocuba, Provincia Zambezia, Moçambique.

Composición florística

En el área de estudio, fueron encontrados 1090 individuos, identificadas 34 especies, pertenecientes a 29 géneros y 12 familias. Las especies como *Brachystegia spiciformis* Benth, *Cordyla africana* Lour, *Burkea africana* Hook, *Pterocarpus angolensis* CC y

Pseudolachnostylis maprouneifolia Pax, fueron las más abundantes, cerca del 58% de las especies del área.

Fabaceae fue la familia que presentó mayor riqueza de especies (47%), seguida de Annonaceae (15%), Euphorbiaceae (6%), Combretaceae (6%), Moraceae (6%) (Figura 3). Esas familias en conjunto constituyen 80%

de las especies muestreadas en el área (Figura 3). La presencia notable de la familia Fabaceae, en estos bosques, ya había sido observada por Giliba *et al.* (2011), Chidumayo (2013), Kalaba *et al.* (2013) y Hofiço (2014). Giliba *et al.* (2011) y Hofiço (2014) verificaron también la notable presencia de las familias Euphorbiaceae, Meliaceae y

Combretaceae. La presencia de un número considerable de especies de la familia Combretaceae en esos bosques está asociada a perturbaciones antrópicas en el pasado, ocasionadas por la presencia de fuego, agricultura y extracción de madera (Ryan y Williams 2011).

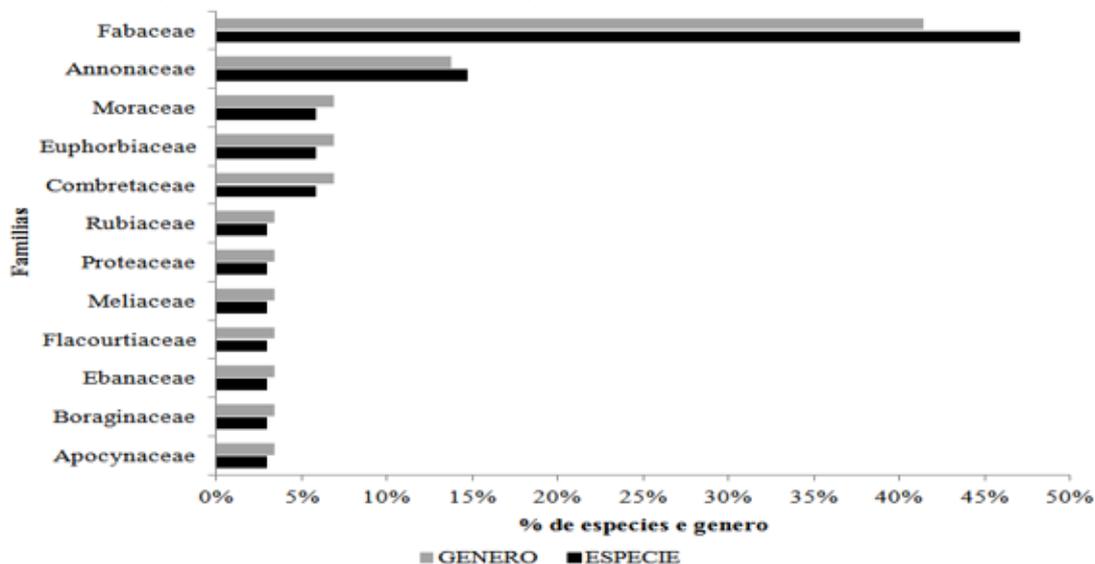


Fig. 3. Principales familias botánicas que ocurren en el área de estudio, en el Puesto administrativo de Namanjavira, Distrito de Mocuba, Provincia Zambezia, Moçambique.

Parámetros fitosociológicos

La densidad media de los individuos fue de 659 ind. ha. ⁻¹, y la dominancia de 62 m². ha⁻¹. Se observó que las cuatro especies más importantes, en orden decreciente de valor de importancia

ecológico, fueron *Brachystegia spiciformis* Benth, *Cordyla africana* Lour, *Burkea africana* Hook. y *Pterocarpus angolensis* CC., que hacían el 58% en importancia de las especies en el área (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros fitosociológicos de la estructura horizontal en el área de estudio. Puesto administrativo de Namanjavira, Distrito de Mocuba, Provincia Zambezia, Moçambique.

Nombres científicos	FA	FR	DA	DR	DoA	DoR	VI
Brachystegia spiciformis Benth.	94,12	8,16	149,41	22,67	15,25	24,59	18,48
Cordyla africana Lour.	88,24	7,65	84,71	12,85	10,24	16,52	12,34
Burkea africana Hook.	82,35	7,14	82,94	12,59	7,76	12,51	10,75
Pterocarpus angolensis DC.	88,24	7,65	65,29	9,91	7,51	12,12	9,89
Pseudolachnostylis maprouneifolia Pax	94,12	8,16	57,65	8,75	5,09	8,21	8,37
Morus lactea Mildbr.	88,24	7,65	51,18	7,77	2,30	3,70	6,37
Swartzia madagascariensis Desv.	76,47	6,63	26,47	4,02	1,89	3,05	4,57
Pericopsis angolensis (Baker) Meeuwen	47,06	4,08	20,59	3,12	2,51	4,05	3,75
Erythrophleumsuaveolens (Guill. & Perr.) Brenan	70,59	6,12	15,88	2,41	0,98	1,58	3,37
Pteleopsis myrtifolia Engl. & Diels	64,71	5,61	13,53	2,05	0,80	1,30	2,99
Flacourtia indica (Burm.f.) Merr.	47,06	4,08	12,94	1,96	1,66	2,68	2,91
Antidesma venosum E.Mey. ex Tul.	35,29	3,06	15,88	2,41	0,31	0,50	1,99
Combretum imberbe Wawra	41,18	3,57	7,06	1,07	0,75	1,21	1,95
Pseudobersama mossambicensis (Sim) Verdc.	29,41	2,55	5,29	0,80	0,62	1,00	1,45
Diospyros lycioides Desf.	23,53	2,04	7,06	1,07	0,72	1,15	1,42
Piliostigmathonningii (Schumach.) Milne-Redh.	29,41	2,55	5,29	0,80	0,44	0,71	1,35
Afzelia quanzensis Welw.	11,76	1,02	5,88	0,89	1,26	2,03	1,32
Albizia glaberrima Benth.	29,41	2,55	5,29	0,80	0,35	0,56	1,30
Pterocarpus rotundifolius Druce	5,88	0,51	10,00	1,52	0,04	0,06	0,70
Funtumia africana (Benth.) Stapf	11,76	1,02	2,94	0,45	0,25	0,40	0,62
Annona senegalensis Pers.	5,88	0,51	1,76	0,27	0,51	0,82	0,53
Albizia adianthifolia W. Wright	11,76	1,02	1,18	0,18	0,02	0,04	0,41
Acacia polyacantha Willd.	11,76	1,02	1,18	0,18	0,02	0,04	0,41
Xylopiaparviflora Benth.	5,88	0,51	1,76	0,27	0,16	0,26	0,34
Ehretia amoena Klotzsch	5,88	0,51	1,18	0,18	0,19	0,30	0,33
Brachystegia manga De Wild.	5,88	0,51	1,18	0,18	0,18	0,29	0,33
Brachystegia bussei Harms	5,88	0,51	1,18	0,18	0,05	0,07	0,25
Ficus ingens Miq.	5,88	0,51	0,59	0,09	0,04	0,06	0,22
Artabotrys brachypetalus Benth.	5,88	0,51	0,59	0,09	0,03	0,05	0,22
Dalbergia melanoxylon Guill. & Perr.	5,88	0,51	0,59	0,09	0,03	0,05	0,22
Faurea speciosa Welw.	5,88	0,51	0,59	0,09	0,02	0,03	0,21
Xylopiaaethiopica A. Rich.	5,88	0,51	0,59	0,09	0,02	0,03	0,21
Crossopteryx febrifuga Benth.	5,88	0,51	0,59	0,09	0,01	0,02	0,21

Monanthotaxis chasei (N. Robson) Verdc.	5,88	0,51	0,59	0,09	0,01	0,02	0,21
TOTAL	1153	100	659	100	62	100	100

DA = densidad absoluta (ind. ha⁻¹); DR = densidad relativa, en %; DoA = dominancia absoluta, el m². ha⁻¹; DoR = dominancia relativa, en %; FA = frecuencia absoluta, en %; FR = frecuencia relativa, en %; IV = valor de importancia en %.

Diversidad de especies

El comportamiento observado para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y Pielou (J') revela que el área de estudio exhibe baja diversidad de especies; por tanto, la distribución de número de individuos en relación con el número de especies es uniforme (Tabla 3); estos resultados discrepan de los logrados por (Hofiço 2014) en estudio hecho en la misma área de manejo en el que la 71,6 hectárea

obtuvo 3,64 para la diversidad de Shannon-Wiener (H') y 0,88 de Pielou (J'). Esto se debió al esfuerzo de muestreo empleado y a la presencia del bosque de galería en algunas unidades muestrales lo que aportó para la ocurrencia de más especies. (Munhate 2004) muestreó 1,6 ha. en la reserva forestal de Muribane, Provincia de Manica, donde obtuvo un valor de diversidad de Shannon-Wiener (H') de 1,27.

Tabla 3. Índices de diversidad de especies en el área de estudio, en el Puesto administrativo de Namanjavira, Distrito de Mocuba, Provincia Zambezia, Mozambique.

Shannon-Wiener (H')	0.88
Shannon H _{max}	1.04
Pielou (J')	0.85

Por otro lado, Isango (2007) y Giliba *et al.* (2011), en estudios realizados en el bosque del Miombo, lograron para la riqueza florística un número de 102 y 110 especies; sin embargo, menor índice de diversidad Shannon-Wiener (H') 2,1 a 2,8, respectivamente. En Tanzania, Njana (2008), en dos áreas del bosque de Miombo en recuperación, después de sufrir disturbios, encontró valores para el índice Shannon-Wiener (H') de 3,8 y 3,76, respectivamente

Estructura diamétrica

La curva de distribución diamétrica para el conjunto de individuos en el área muestreada para los dos períodos en análisis, presentó el patrón común de los bosques naturales, la curva del tipo exponencial negativa denominada J-invertida (Figura 4), (Westphal *et al.* 2006). Sin embargo, el ajuste de función de Mayer mostró un déficit de 28 ind. ha⁻¹, reflejada en las clases 12,5 cm. (16 ind. ha⁻¹) y 17,5 cm. (12 ind. ha⁻¹). El déficit de individuos en estas clases es justificado por la

extracción presionada de individuos con Dap's menores para obtención de combustible leñoso y material de

construcción, hechos por la comunidad local (Lupala 2009 y Hofiço 2014).

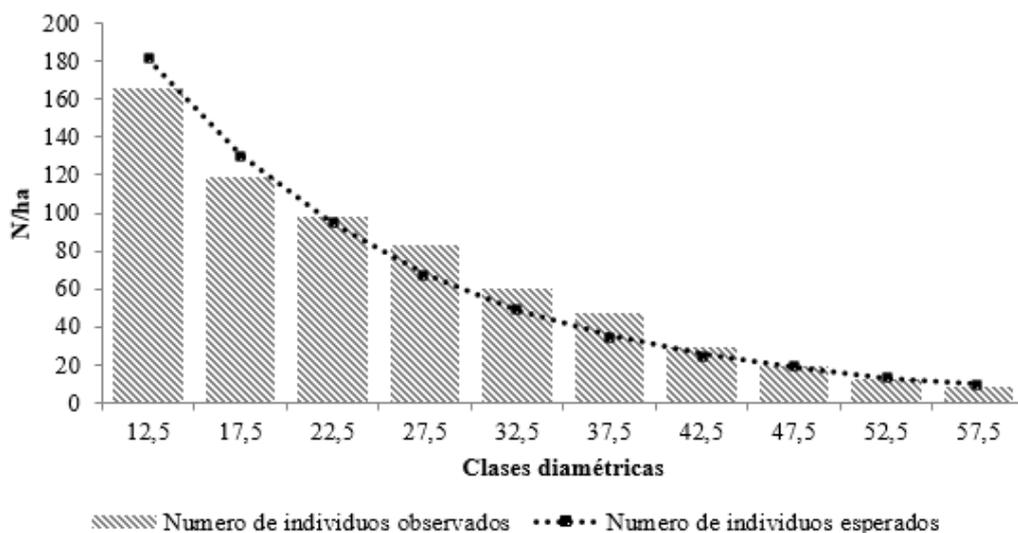


Fig. 4. Distribución de frecuencia de árboles por clase de Dap para todos los individuos muestreados en el área de estudio, en el Puesto administrativo de Namanjavira, Distrito de Mocuba, Provincia Zambezia, Moçambique.

CONCLUSIONES

El área estudiada presentó especies características de la formación Miombo, tales como: *Brachystegia spiciformis* Benth., *Cordyla africana* Lour., *Burkea africana* Hook., y *Pterocarpus angolensis* CC.; estas también presentaron mayor peso ecológico.

La diversidad de especies medidas por el índice de Shannon-Wiener (H') y Pielou (J') fue de 0,88 y 0,85, valor

considerado menor en relación con los obtenidos por estudios en áreas análogas.

La distribución diamétrica de los individuos, ajustada por la función de Meyer, mostró déficit en las clases menores, hecho este que está enteramente relacionado con el uso de especies de la misma para la subsistencia de la comunidad local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁMOS, L. et al. Inventário de recursos de solo nas localidades de Mocuba e Mugeba. [en línea]. [Consultado 11 noviembre 2016]. Disponible en: library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_i27069_001.pdf.
- APGIII. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants : APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* [en línea]. 2009, 161 (2), 105-121. [Consultado 11 noviembre 2016] Disponible en: <https://academic.oup.com/botlinnean/article-lookup/doi/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
- BROWER, J.E., ZAR, J.H. y VONEND, C. *Field and laboratory methods for general ecology*. 4. New York: WCB/McGraw, 1998.
- BRUMMITT, R. K. y POWELL, C. E. *Authors of plant names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard forms of their names, including abbreviations*. Kew: Royal Botanic Gardens, 1992.
- CARIOLA, M. Caracterização estrutural de uma Floresta estacional semidecidual localizada no município de Cássia-MG [en línea]. 1997, Curitiba, Brasil: Universidade Federal de Paraná. [Consultado 7 enero 2017] Disponible en: <http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/handle/1884/25161>.
- CHIDUMAYO, E. N. *Miombo Ecology and Management, An introduction*. Sweden: Intermediate Technology Publications Ltd (ITP), 1997. ISBN 9781853394119.
- CHIDUMAYO, E. N. *Forest degradation and recovery in a miombo woodland landscape in Zambia: 22 years of observations on permanent sample plots*. *Forest Ecology and Management* [en línea]. 2013. 291, 154-161. [Consultado 7 enero 2017]. ISSN 03781127. DOI 10.1016/j.foreco.2012.11.031. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112712007074>
- CUAMBA, C. et al. *Inventário florestal da província da Zambézia*. Maputo, 2005
- CUBAS, R. *Florística, estrutura e dinâmica em uma Floresta Ombrófila mista no norte do Estado de Santa Catarina*. Irati-PR, Brasil: Universidade Estadual Do Centro-Oeste, 2011.
- FROST, P. The ecology of miombo woodlands. En: B. CAMPBELL (ed.), *The Miombo in Transition: Woodlands and Welfare in Africa* [en línea]. Bogor, Indonesia: CIFOR, 1996. pp. 11-57. ISBN 979-8764-07-2. [Consultado 7 enero 2017]. Disponible en: www.cifor.org/publications/pdf_files/books/miombo.pdf.
- GILIBA, R. A. et al. *Species Composition, Richness and Diversity in Miombo Woodland of Bereku Forest Reserve, Tanzania*. *Jornal of Biodiversity* [en línea]. 2011, 2 (1), 1-7. [Consultado 18 noviembre 2016]. Disponible en: <http://www.krepublishers.com/02-Journals/JBD/JBD-02-0-000-11-Web/JBD-02-1-000-11-Abst-PDF/JBD-02-1-001-11-016-Giliba-R-A/JBD-02-1-001-11-016-Giliba-R-A-Tt.pdf>
- GOTELLI, N. J. y COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* [en línea]. 2001. 4(4), 379-391. [Consultado 8 enero 2016]. ISSN: 1461-0248. DOI: 10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x. Disponible en:

- <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x/full>
- HOFIÇO, D.S.A. Suficiência amostral para uma Floresta de Miombo no Distrito de Mocuba Província da Zambézia, Moçambique. Santa Maria, Brasil: Universidade Federal de Santa Maria, 2014.
- ISANGO, J. A. Stand Structure and Tree Species Composition of Tanzania Miombo Woodlands: A Case Study from Miombo Woodlands of Community Based Forest Management in Iringa District [en línea]. 2007. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, 50, 43-56 [Consultado 8 enero 2017]. Disponible en: <http://www.mcit.stat.vtt.metla.eu/julkaisut/workingpapers/2007/mwp050-05.pdf>
- KALABA, F.K. et al. Floristic composition, species diversity and carbon storage in charcoal and agriculture fallows and management implications in Miombo woodlands of Zambia. *Forest Ecology and Management* [en línea]. 2013, 304, 99-109. [Consultado 21 diciembre 2016]. ISSN 03781127. DOI 10.1016/j.foreco.2013.04.024. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112713002697>
- LAMPRECHT, H. Silvicultura nos Trópicos. RFA: GTZ, 1990.
- LONGHI, R.V. Manejo experimental de uma floresta ombrófila mista secundária no rio grande do sul [en línea]. Santa Maria, Brasil: Universidad de Federal de Santa Maria, 2011. [Consultado 21 diciembre 2017] Disponible en: cascavel.ufsm.br/tede//tde_busca/procedimentoArquivo.php?codArquivo=6411.
- LUPALA, Z. J. The impact of participatory forest management on Miombo woodland tree species diversity and local livelihoods. Uppsala, Swedish: University of Agricultural Science, 2009.
- MAE. Perfil do distrito de Mocuba Província da Zambézia [en línea]. Maputo, Moçambique, 2005. [Consultado 8 enero 2017] Disponible en: www.portaldogoverno.gov.mz/por/content/download/2890/23502/.../Mocuba.pdf
- MAGURRAN, A. E. Measuring biological diversity [en línea]. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2004. [Consultado 8 enero 2017]. ISBN 978-0-632-05633-0. Disponible en: <http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-0632056339.html>
- MARANGON, L., SOARES, J. y FELICIANO, A., 2003. Florística arbórea da mata da pedreira, município de Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore* [en línea], [Consulta: 10 marzo 2017]. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n2/15939.pdf>
- MEYER, H.A. Structure, growth, and drain in balanced uneven-age forest. *Journal of Forestry*, 1952, 50, (2), 85-92.
- MORENO, C. E. Métodos para medir la biodiversidad [en línea]. 1. Zaragoza, Espanha: M&T - Manuales y Tesis SEA, 2001. [Consultado 11 noviembre 2017] ISBN 84 - 922495 - 2 - 8. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372002000100016
- MUELLER-DOMBOIS, D. y ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons, 1974. ISBN 0-471-62290-7.
- MUNHATE, A. B. Estudo da composição e estrutura arbórea ao longo de um

gradiente de altitud en la reserva
forestal de Moribane. Maputo,
Mozambique: Universidade Eduardo
Mondlane, 2004.

NJANA, M. A. Arborescent species
diversity and stoking in Miombo
Woodland of Urumwa Forest Reserve
and their contribution to livelihoods.
Mongoro, Tanzania: Sokoine University
of Agriculture, 2008.

PALGRAVE, K. C. Trees of southern
Africa. 3. Cape Town, South Africa: New
Holland Publishers, Ltd., 2002. ISBN
978-1868723898.

PEREIRA, C. R. Estimating and mapping
Forest inventory variables using the K-
NN method: Mocuba District Case Study
- Mozambique. Viterbo, Italy: Tuscia
University, 2006.

PIELOU, E. C. Mathematical Ecology.
New York: John Wiley and Sons, 1977.
ISBN: 0471019933.

RYAN, C.M. y WILLIAMS, M. How does
fire intensity and frequency affect
miombo woodland tree populations and
biomass? Ecological Applications [en
línea]. 2011, 21 (1), 48-60. [Consultado
8 enero 2017]. ISSN 10510761. DOI
10.1890/09-1489.1. Disponible en:
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/09-1489.1/full>

WESTPHAL, C. et al. Is the reverse J-
shaped diameter distribution universally
applicable in European virgin beech
forests. Forest Ecology and Management
[en línea]. 2006, 223 (1), 75-83.
[Consultado 11 noviembre 2016].
Disponible en:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112705006833>

WYK, B. V. y WYK, P. V. Field guide to
trees of Southern Africa. Cape Town:
Struik publishers, 2011. ISBN: 1 86825
922 6.