

**DENSIDAD BÁSICA Y CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA MADERA
DE NUEVE ESPECIES DEL BOSQUE DEL MAIOMBE, PROVINCIA DE
CABINDA, ANGOLA**

LINO MANUEL VICENTE SANGUMBE¹; LUÍSA MANUELA EPALANGA
PIRES¹; JOÃO AGOSTINHO DE ASCENÇÃO¹.

¹ Departamento de Gestão e Transformação de Produtos Florestais.
Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade José Eduardo dos Santos.
Huambo. Angola

50

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la densidad básica, la edad y las características anatómicas de las maderas de nueve especies del bosque del Maiombe, provincia de Cabinda, Angola. La edad fue determinada con la ayuda del *Trado de Incremento de Pressler*. Fueron retirados rollos de madera en el tercio medio de los árboles y posterior conteo de los anillos de crecimiento. La densidad de la madera fue determinada dividiendo la masa por el volumen. El volumen fue obtenido por el principio de Arquímedes y la masa por pesaje de los cubos después de secos. Las características anatómicas se determinaron por medio de la microscopía óptica a los cortes microtómicos efectuados en cada uno de los pedazos de madera. Las características anatómicas determinadas fueron las siguientes: diámetro de los vasos, espesor de la pared celular, diámetro de las fibras, área de los vasos. Los resultados del presente estudio fueron: la densidad básica de las maderas se situó entre 896 y 1 149 kg/m³. Las edades se situaron entre los 39 y 43 años de edad. La microscopía óptica mostró una diferencia significativa entre algunas características anatómicas como el diámetro de los vasos, el diámetro de la fibra y el área de los vasos, con excepción del espesor de la pared celular que no fue diferente entre las especies.

Palabras clave: Densidad básica, características anatómicas, madera.

ABSTRACT

The present study had as objective to determine the basic density, age and anatomical characteristics of the woods of nine species of the Maiombe forest, Cabinda province, Angola. Age was determined with the aid of Trado de Incremento de Pressler, rolls of wood were removed in the middle third of the trees and subsequent counting of the growth rings. The density of the wood was determined by dividing the mass by volume. The volume was obtained by the Archimedes principle and the mass by weighing the cubes after drying. The anatomical characteristics were determined by means of the optical microscopy to the merotómica cuts made in each one of the wooden pieces. The anatomical characteristics determined were as follows: vessel diameter, cell wall thickness, fiber diameter, vessel area. The results of the present study were: the basic wood density was between 896 and 1 149 kg/m³. *M. africana*, *E. cylindricum*, *B. toxisperma*, *S. stipitata* and *G. arnoldiana* were the species with the highest densities. The ages ranged between 39 and 43 years of age. Optical microscopy showed a significant difference between some anatomical characteristics such as vessel diameter, fiber diameter and vessel area with the exception of cell wall thickness that was not different.

Key words: Basic density, anatomical characteristics, wood.

INTRODUCCIÓN

La madera es un tejido biológico compuesto de células o traqueídeos, y de paredes compuestas de lignina. Los traqueídeos son vías de conducción, o sea, como los canales estrechos repletos de agua, que transportan la savia a lo largo del tronco. La madera no es una masa homogénea, sino formada por diversos elementos cuya forma, tamaño, número y disposición, varían mucho de especie a especie (Klock *et al.*, 2005).

La madera tiene principalmente las siguientes características: es un material poroso, celular, no es un sólido. Está compuesto por más de un tipo de células, por tanto su constitución es heterogénea. La mayor proporción de elementos celulares se extiende con su eje longitudinal paralelo al eje del fuste. Las paredes celulares están constituidas fundamentalmente de celulosa, que forma amplias cadenas moleculares. Contiene también lignina y hemicelulosas; se encuentran entre las cadenas de celulosa, de donde puede encontrarse agua (Moglia *et al.*, 2012).

La densidad básica de la madera es una característica compleja resultante de la combinación de diversos factores. La densidad básica es un importante factor en la determinación de las propiedades físicas y mecánicas que caracterizan diferentes especies de maderas, diferentes árboles de una dada especie y diferentes regiones de un mismo árbol (Oliveira *et al.*, 2005).

La densidad básica de la madera varía dentro de la planta, durante la vida de la planta y entre los individuos de una misma especie. Además, las ramas y las partes exteriores del tronco tienden a presentar densidades de madera más bajas que la médula del tronco (Clave, 2006).

Dado las características estructurales, las posibles fuentes de variación en el leño son: Los tipos de células presentes y sus proporciones, tamaño de los diferentes tipos de células, espesor de la pared celular, dirección del eje de la célula en relación al tronco, proporción de un tipo de células con respecto al otro, composición de la pared celular, naturaleza, presencia y distribución de materiales extraños (Moglia *et al.* 2008).

La enorme diversidad de maderas ha llevado a la necesidad de profundizar en los estudios anatómicos. Entre los materiales de origen biológico, la madera es sin duda el más conocido y utilizado; el leño de un árbol contiene gran cantidad de sustancias que se utilizan como materias primas en casi todos los campos de la tecnología (Klock *et al.* 2005).

El bosque de Maiombe es una potencia en términos de producción de madera en Angola, particularmente en Cabinda. Pocos estudios se han centrado en las características anatómicas y la densidad de estas especies, lo que a menudo funciona como factor limitante para la utilización adecuada de las maderas de estas especies en la industria. Esta investigación proporciona un enfoque exploratorio técnico científico de nueve especies de este bosque, para dar un vistazo a sus características anatómicas, así como a su densidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de obtención de las muestras

Las muestras de madera utilizadas en el presente estudio son resultado de una cosecha en el bosque del Maiombe, provincia de Cabinda. La provincia de Cabinda está ubicada en el extremo norte de Angola. En la frontera con la República Democrática del Congo al Norte, Sur y Este y la República del Congo al Noroeste, siendo bañada por el Océano Atlántico al Oeste. Cabinda se define por las siguientes coordenadas geográficas latitud: 5°32'59"S y longitud: 12° 11'59"E.

Las temperaturas medias anuales son superiores a 20 °C y una precipitación media anual que varía, según la altitud. Las estaciones están bien definidas, con dos estaciones. La primera que es la estación lluviosa que va de 15 de agosto al 15 de mayo, caracterizada por temperaturas altas. La segunda que es la estación seca que tiene como inicio el 16 de mayo y termina el 14 de agosto. Esta estación está marcada por bajas temperaturas.

El área forestal (tropical húmeda) de la provincia de Cabinda 245 850 hectáreas, situada en gran parte en la región del Maiombe.

De forma selectiva, se realizó una cosecha de nueve especies de madera del bosque del Maiombe. De las especies obtenidas fueron retiradas del tercio medio de cada una de las especies, trozos de madera de 588 cm³. Estos cubos fueron retirados en nueve árboles de cada una de las nueve especies y se redujeron en dimensiones situadas entre 2 a 5 cm³.

Determinación de la edad de los árboles y densidad básica de la madera

Para la determinación de la edad de estas especies fueron retirados dos rodillos de incremento de la madera con el Trado de Incremento de Pressler. Estos rodillos de madera se colocaron en soportes metálicos y fijados con cinta adhesiva para evitar grietas en las muestras durante el secado natural. Después del secado, los rodillos de incremento fueron pegados en los soportes y, posteriormente, lijados, utilizando lijadoras para madera, con el objetivo de mejorar la visualización de los anillos de crecimiento. Procedimiento descrito por Mattos (1999) e Imaña Encinas *et al.* (2005). Manualmente se contaron los anillos de crecimiento en cada rodillo de incremento para cada uno de los nueve troncos de las nueve especies.

La densidad básica de la madera de cada una de las especies se determinó de acuerdo con Heinrichs y Lassen (1970). Según esta metodología, los cubos de madera deben alcanzar el punto de saturación de las fibras, antes de determinar su volumen. Por falta de tecnología para la determinación de este punto de saturación, se dejaron los cubos sumergidos en agua en vasos de vidrio hasta dejar de flotar, momento que se estima alcanzaren el punto de saturación, proceso que duró 25 días.

A continuación se determinó el volumen de acuerdo con el principio de Arquímedes. Se colocó sobre una balanza analítica tarada, un vaso precipitado conteniendo agua a 25°C en el cual de forma secuencial fueron colocados, cada uno de los cubos de los nueve árboles de cada especie.

Con la masa de cada cubo que la balanza proporcionó y sabiendo que el volumen del agua a 25°C es igual a 1g/cm³, mediante la regla de tres simples, se determinó el volumen de los cubos. Para elevar la temperatura del agua a 25°C se utilizó un calentador eléctrico y la temperatura fue controlada por un

termómetro. Después de la determinación de los respectivos volúmenes, los cubos fueron colocados en estufa a 105 °C, hasta alcanzar la masa constante.

La densidad básica (kg/m^3) se determinó mediante la división de la masa (kg) por el volumen (m^3) de acuerdo con Schuldt *et al.* (2013).

Determinación de las características anatómicas de la madera

55

Mediante la conexión del microscopio de marca ken-a-vision en un ordenador se capturaron imágenes, de los cortes hechos a los nueve troncos de cada especie. En una resolución de aumento de 40 veces. Los cortes fueron efectuados con ayuda de un bisturí después de ablandar las maderas en agua a temperatura ambiente. Se midieron los siguientes elementos anatómicos: Diámetro de los vasos (μm), espesor de la pared celular (μm), diámetro de las fibras (μm), área de los vasos (μm^2). El procedimiento similar fue utilizado por Sangumbe *et al.* (2018).

Análisis estadístico

A los valores de la densidad de la madera, de la edad y de las características anatómicas de cada especie se realizaron análisis de varianza (ANOVA), además del test de Tukey para comparación simultánea de promedios, utilizando el *software* estadístico SAS System 9,0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad básica de la madera y edad de las nueve especies del bosque de Maiombe, provincia de Cabinda, Angola

En la tabla 1 se presentan los resultados de la densidad de las madres de las nueve especies así como sus respectivas edades. En términos de edad no hubo diferencia significativa entre las especies estudiadas. En cuanto a la densidad se verificó que *G. arnoldiana* presentó la mayor densidad que no difería de la *M. africana*. La menor densidad fue de la *C. excelsa* que a su vez no difería de la *N. diderrichi*.

Tabela 1 – Densidad y edad de las nueve especies del bosque del Maiombe, provincia de Cabinda, Angola.

Especies	Densidad (kg/m ³)	edad (años)
<i>Dacryodes pubescens</i>	988 ^{dc} ± 5	41 ^a ± 3
<i>Mammea africana</i>	1 110 ^{ab} ± 43	43 ^a ± 2
<i>Terminalia superba</i>	987 ^{dc} ± 6	43 ^a ± 4
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	1 012 ^c ± 89	40 ^a ± 3
<i>Baillonella toxisperma</i>	1 036 ^{bc} ± 65	39 ^a ± 5
<i>Nauclea diderrichii</i>	923 ^{de} ± 5	41 ^a ± 4
<i>Staudtia stipitata</i>	1 017 ^c ± 85	42 ^a ± 3
<i>Chlorophora excelsa</i>	896 ^e ± 71	43 ^a ± 3
<i>Guibourtia arnoldiana</i>	1 149 ^a ± 39	42 ^a ± 3

Las letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre densidades y edad de las especies ($p < 0,05$).

Brink (2008) apuntó densidades básicas situada entre los 610 y 690 kg/m³ para *D. pubescens*. *M. africana* estudiada por Lemmens (2008) presentó densidades de 650 a 860 kg/m³. Orwa *et al.* (2009) reportaron densidades de 480 a 650 kg/m³, para las maderas de *T. superba*. Kémeuzé (2008) reportó 560 - 750 kg/m³ de densidad para *E. cylindricum*. *B. toxisperma* estudiada por Louppe (2005) presentó densidades entre 820 - 940 kg/m³.

Opuni-Frimpong y Opuni-Frimpong (2012) reportaron un intervalo de densidades de 670 y 910 kg/m³ para *N. diderrichii*. Oyen y Louppe (2012) reportan densidades de 750 a 1000 kg/m³ para *S. stipitata*. Para *C. excelsa*, Ofori (2007) reporta densidades situadas entre 550 y 750 kg/m³. Nyunai (2011) reporta 740 - 860 kg/m³ de densidad para *G. arnoldiana*.

Como se puede observar las densidades obtenidas en el presente estudio difieren en términos numéricos con las densidades encontradas en todos los estudios consultados. Esta diferencia se basa en el factor de edad, ya que las especies estudiadas en el presente trabajo eran adultas.

Oliveira e Silva (2003) afirman que la edad es directamente proporcional a la densidad de la madera, o sea cuando mayor sea la edad mayor será la densidad. Dado que hay mayor concentración de la lignina en la fase adulta de los árboles, ya que a medida que el árbol va creciendo mayor será su rigidez por lo que eleva también la densidad de la misma. Esta idea también es corroborada por Imaña Encinas *et al.* (2005).

Características anatómicas de nueve especies del bosque de Maiombe, provincia de Cabinda, Angola

Para caracterizar anatómicamente las nueve especies del Bosque del Maiombe, se obtuvieron imágenes en la sección transversal de cada una de las especies.

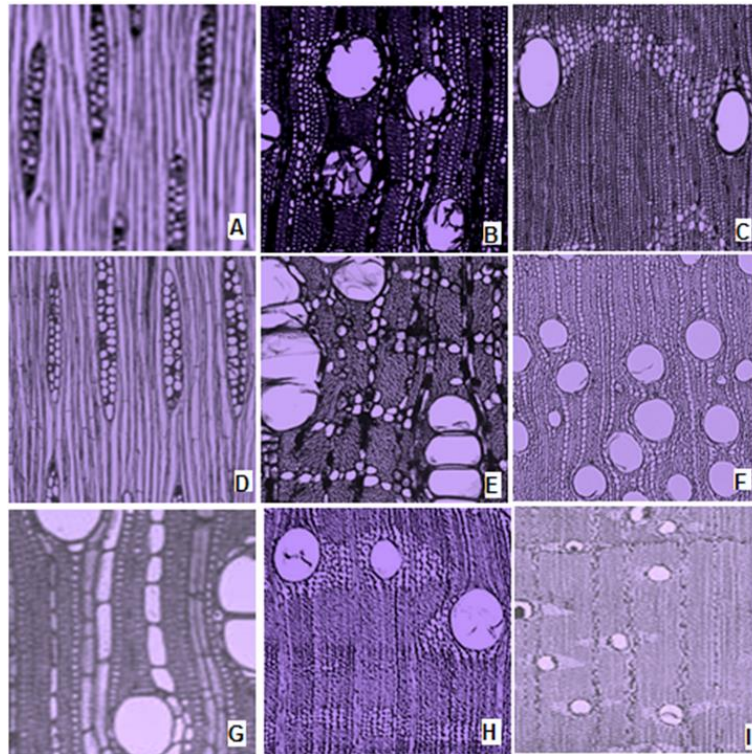


Figura 1 – Sección transversal de *Dacryodes pubescens* (A), *Mammea africana* (B), *Terminalia superba* (C), *Entandrophragma cylindricum* (D), *Baillonella toxisperma* (E), *Nauclea diderrichii* (F), *Staudtia stipitata* (G), *Chlorophora excelsa* (H), *Guibourtia arnoldiana* (I).

La figura 1A muestra la distribución multiseraria de los vasos, donde predominan vasos de pequeñas dimensiones y raras veces sueltos en *D. pubescens*, el espesor de la pared celular no fue notorio. En *M. africana* (figura 1B) se verificaron vasos en pares, unidos de tres en tres y algunos solitarios, normalmente en grandes tamaños, se verificó el espesor de la pared celular con cierta nitidez. En *T. superba* (figura 1C) predominó vasos multiseriados con una ligera presencia de algunos vasos sueltos. Fue notoria la nitidez de la pared celular. *E. cylindricum* (figura 1D), los vasos están agrupados en 15 a 25 vasos, sin presencia de los vasos solitarios. En la especie de *B. toxisperma* (figura 1E), se muestra con una distribución de los vasos en dobles y tripletes, siendo que los demás se encuentran solitarios y con dimensiones relativamente inferiores a los demás. Para *N. diderrichii* (figura 1F) es notoria la presencia de vasos solitarios en la mayor extensión de dicha imagen. Los vasos de *S. stipitata* (figura 1G) son solitarios y en algunos casos formados en pares de

dos. Se observaron vasos solitarios y de tamaños relativamente superiores en *C. excelsa* (figura 1H).

Las especies de *E. cylindricum*, *B. toxisperma*, *N. diderrichii*, *S. stipitata*, *C. excelsa* presentaron un comportamiento similar con respecto al espesor de la pared celular, es decir, el espesor de la pared celular no fue notorio. En *G. arnoldiana* (figura 1I), sólo se observaron vasos solitarios con tamaños reducidos. El espesor de la pared celular es notorio debido a la presencia de la lignina. En todas las imágenes, se observaron la anatomía de las fibras. Además de la microscopia, las características arriba citadas pueden ser confirmadas y correlacionadas con las características anatómicas presentes en la tabla 2.

Las características mencionadas en las nueve especies están de acuerdo con las reportadas por Louppe (2005), Brink (2008), Mujuni (2008), Lemmens (2008), Kimpouni (2009), Nyunai (2011), Oyen e Louppe (2012), para estas especies.

Se observa también en dichas imágenes alguna presencia de falsos anillos de crecimiento, justificado por la capacidad del sistema radicular de estas especies en almacenar agua durante la estación seca, estando de acuerdo con Grundy (2006), que afirma ser característica del sistema radicular de algunas latifoliadas que se desarrollan en la región centro africana y del África subsahariana.

El diámetro de los vasos fue significativamente diferente entre las especies estudiadas. Las similitudes fueron simplemente observadas entre las especies de *B. toxisperma*, *N. diderrichi*, *S. stipitata* y *G. arnoldiana*. El diámetro de la fibra también presentó una diferencia significativa entre algunas especies. Las similitudes se verificaron en las especies de *M. africana*, *T. superba*, *E. cylindricum*, *B. toxisperma*, *S. stipitata*, *C. excelsa* y *G. arnoldiana*. El área de vasos también fue diferente entre algunas especies. La única característica anatómica que no fue significativamente diferente entre las especies fue el espesor de la pared celular (Tabla 2).

Tabla 2 – Características anatómicas de las nueve especies del bosque del Maiombe, Provincia de Cabinda, Angola.

Especies	Caraterísticas anatómicas			
	DV (μm)	EPC (μm)	DF (μm)	AV (μm^2)
<i>Dacryodes pubescens</i>	166 ^b	7,11 ^a	10,5 ^b	15 804 ^c
<i>Mammea africana</i>	268 ^a	9,15 ^a	19,9 ^a	5 094 ^d
<i>Terminalia superba</i>	182 ^b	8,11 ^a	17,7 ^a	22 974 ^b
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	120 ^d	7,35 ^a	17,5 ^a	12 143 ^c
<i>Baillonella toxisperma</i>	148 ^c	7,85 ^a	19,3 ^a	30 653 ^a
<i>Nauclea diderrichii</i>	135 ^c	7,96 ^a	9,5 ^b	22 277 ^b
<i>Staudtia stipitata</i>	128 ^c	8,35 ^a	17,1 ^a	19 452 ^b
<i>Chlorophora excelsa</i>	117 ^d	8,53 ^a	17,8 ^a	10 975 ^c
<i>Guibourtia arnoldiana</i>	129 ^c	7,83 ^a	15,6 ^a	13 635 ^c

Letras distintas na mesma columna indicam diferenças significativas entre as características anatómicas das espécies ($p < 0,05$). (DV - diámetro de los vasos; EPC - espesor de la pared celular; DF - diámetro de la fibra; AV- área de los vasos).

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del presente trabajo son las siguientes:

- ✓ La densidad básica de las nueve especies del bosque del Maiombe se situó entre 896 y 1 149 kg/m³. Las especies con mayores densidades básicas fueron las siguientes: *M. africana*, *E. cylindricum*, *B. toxisperma*, *S. stipitata* y *G. arnoldiana* mientras que las que tenían menor densidad fueron *D. pubescens*, *T. superba*, *N. diderrichii*, *C. excelsa*. Las 9 (nueve) especies del bosque del Maiombe son todas árboles adultos con edades situadas entre los 39 y 43 años de edad.

- ✓ La microscopia óptica de las madres de 9 (nueve) especies mostró diferencia significativa entre algunas características anatómicas como el diámetro de los vasos, el diámetro de la fibra y el área de los vasos, con excepción del espesor de la pared celular que no fue diferente entre las especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Brink, M. (2008). ***Dacryodes pubescens* (Vermoesen) H.J.Lam.** [Internet] Record from PROTA4U. Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://www.prota4u.org/search.asp>>. Acessado aos 02 de Dezembro de 2018.
2. Chave, J. (2006). **Medição da densidade da madeira em árvores tropicais manual de campo.** Toulouse, France: [sn].
3. Grundy, I. M. (2006). **Age determination of miombo species *Brachystegia spiciformis* (Leguminosae-Caesalpinoideae) in Zimbabwe using growth rings.** *Southern African Forestry Journal*, 2006 (206), 5-12.
4. Heinrichs, J. F., Lassen, L. E. (1970). **Improved technique for determining the volume of irregularly shaped wood blocks.** *Forest Products Journal*, 20 (4).
5. Imaña Encinas, J., Silva, G. F. D., Pinto, J. R. R. (2005). **Idade e crescimento das árvores.** Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal. ISSN 1517-1922.
6. Kémeuzé, V. A. (2008). ***Entandrophragma cylindricum* (Sprague);**[Internet]. Record from PROTA4U. PROTA (plant resources of Tropical Africa, Wageningen, Netherlands. <http://www.prota4u.org/search-asp>. Acessado aos 9 de Dezembro de 2018.
7. Kimpouni, V. (2009). ***Terminalia superba* Engl. & Diels.** [Internet] Record from PROTA4U. Lemmens, R.H.M.J., Louppe, D. & Oteng-

- Amoako, A.A. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://www.prota4u.org/search.asp>>. Accessed 25 December 2017.
8. Klock, U., Muñiz, G. D., Hernandez, J. A., e Andrade, A. D. (2005). **Química da madeira**. Curitiba: UFPR, 3.
9. Lemmens, R. H. M. J. (2008). **Mammea africana Sabine**. [Internet] Record from PROTA4U. Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://www.prota4u.org/search.asp>>. Acessado aos 3 de Dezembro de 2018.
10. Lemmens, R.H.M.J. (2008). **Mammea africana Sabine**. [Internet] Record from PROTA4U. Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://www.prota4u.org/search.asp>>. Accessed 2 December 2017.
11. Louppe, D. (2005). **Baillonella toxisperma Pierre**. In: Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). Prota 7(1):Timbers/Bois d'œuvre 1. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Netherlands.
12. Mattos, P. P. D. (1999). Identificação de anéis anuais de crescimento e estimativa de idade e incremento anual em diâmetro de espécies nativas do Pantanal da Nhecolândia, MS.
13. Moglia, J. G., González, D., Sánchez, V. (2012). **Anatomía del leño y dendrología del quebracho iagunero *Aspidosperma triternatum* (Apocynaceae)**. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 47 (1-2), 15-22.
14. Mujuni, D. B. (2008). **Entandrophragma utile (Dawe & Sprague) Sprague**. In: Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). Prota 7(1): Timbers/Bois d'œuvre 1. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Netherlands.
15. Nyunaï, N. (2011). **Guibourtia arnoldiana (De Wild. & T.Durand) J.Léonard**. [Internet] Record from PROTA4U. Lemmens, R.H.M.J.,

- Louppe, D. & Oteng-Amoako, A.A. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://www.prota4u.org/search.asp>>. Acessado aos 4 de Dezembro de 2018.
16. Ofori, D. A. (2007). ***Milicia excelsa (Welw.)*** C.C.Berg. [Internet] Record from PROTA4U. Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://www.prota4u.org/search.asp>>. Acessado aos 19 de Junho de 2018.
17. Oliveira, J. T. D. S., Hellmeister, J. C., & Tomazello Filho, M. (2005). **Varição do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto.**
18. Opuni-Frimpong, N. Y., Opuni-Frimpong, E. (2012). ***Nauclea diderrichii (De Wild. & T.Durand) Merr.*** [Internet] Record from PROTA4U. Lemmens, R. H. M. J., Louppe, D. & Oteng-Amoako, A. A. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://www.prota4u.org/search.asp>>. Acessado aos 19 de Junho de 2018.
19. Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., Simons, A. (2009). **Agroforestry database: a tree species reference and selection guide version 4.0.** World Agroforestry Centre ICRAF, Nairobi, KE.
20. Oyen, L. P. A., Louppe, D. (2012). ***Staudtia stipitata Warb.*** [Internet] Record from PROTA4U. Lemmens, R. H. M. J., Louppe, D. & Oteng-Amoako, A. A. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://www.prota4u.org/search.asp>>. Acessado aos 21 de Dezembro de 2018.
21. Sangumbe, L. M. V., Pereira, M., Carrillo, I., Mendonça, R. T. (2018). **An exploratory evaluation of the pulpability of *Brachystegia spiciformis***

and *Pericopsis angolensis* from the angolan miombo woodlands. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 20(2).

22. Schuldt, B., Leuschner, C., Brock, N., Horna, V. (2013). **Changes in wood density, wood anatomy and hydraulic properties of the xylem along the root-to-shoot flow path in tropical rainforest trees.** *Tree physiology*, 33 (2), 161-174.