

DENSIDADE BÁSICA E CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DA MADEIRA DE NOVE ESPÉCIES DA FLORESTA DO MAIOMBE, PROVÍNCIA DE CABINDA, ANGOLA

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

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

RESUMO

O presente estudo teve como objectivo determinar a densidade básica, a idade e as características anatómicas das madeiras de nove espécies da floresta do Maiombe, província de Cabinda, Angola. A idade foi determinada com o auxílio do *Trado de Incremento de Pressler*. Foram retirados rolos de madeira no terço médio das árvores e posteriormente contagem dos anéis de crescimento. A densidade da madeira foi determinada dividindo a massa de cada cubo de madeira, pelo seu volume. O volume foi obtido pelo princípio de *Arquimedes* e a massa por pesagem. As características anatómicas foram determinadas por meio da microscopia óptica aos cortes microtómicos efectuados em cada um dos pedaços de madeira. As características anatómicas determinadas foram as seguintes: diâmetro dos vasos, espessura da parede celular, diâmetro das fibras, área dos vasos. A densidade básica das madeiras situou-se entre 896 e 1 149 kg/m³. *M. africana*, *E. cylindricum*, *B. toxisperma*, *S. stipitata* e *G. arnoldiana* foram as espécies com maiores densidades. A idade situou-se entre os 39 e 43 anos de idade. A microscopia óptica mostrou diferença significativa entre algumas características anatómicas como o diâmetro dos vasos, diâmetro da fibra e área dos vasos com excepção da espessura da parede celular que não foi diferente entre as madeiras das nove espécies.

Palavras-chave: Densidade básica, características anatómicas, madeira.

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 the *Presser Increment Trado*. Rolls of wood were removed in the middle third of the trees and counting the growth rings. The density of the wood was determined by dividing the mass of each wood cube by its volume. The volume was obtained by the Archimedes principle and the mass by weighing. The anatomical characteristics were determined by means of the optical microscopy to the microtomic 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 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. Age 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 among the nine species of wood.

Key words: Basic density, anatomical characteristics, wood.

INTRODUÇÃO

A madeira é um tecido biológico composto de células ou traqueídeos, e de paredes compostas de lignina. Os traqueídeos são vias de condução, ou seja são como os canais estreitos repletos de água, que transportam a seiva ao longo do tronco. A madeira não é uma massa homogénea, mas sim é formada por diversos elementos cuja forma, tamanho, número e disposição, variam muito de espécie para espécie (Klock *et al.* 2005).

A madeira tem principalmente as seguintes características: é um material poroso, celular, não é um sólido. Está composto por mais de um tipo de células, por tanto sua constituição é heterogénea. A maior proporção de elementos celulares é alargada com seu eixo longitudinal paralelo ao eixo do fuste. As paredes celulares estão constituídas fundamentalmente de celulosa, que forma largas cadeias moleculares. Contem também lignina e hemiceluloses; estas se encontram entre as cadeias de celulosa, donde pode se encontrar agua (Moglia *et al.* 2012).

A densidade básica da madeira é uma característica complexa resultante da combinação de diversos factores. A densidade básica é um importante factor na determinação das propriedades físicas e mecânicas que caracterizam diferentes espécies de madeiras, diferentes árvores de uma dada espécie e diferentes regiões de uma mesma árvore (Oliveira *et al.* 2005).

A densidade básica da madeira varia dentro da planta, durante a vida da planta e entre os indivíduos de uma mesma espécie. Além disso, os ramos e as partes exteriores do tronco tendem a apresentar densidades de madeira mais baixas que a medula do tronco (Chave, 2006).

Dadas as características estruturais as possíveis fontes de variação no lenho são: Tipos de células presentes e suas proporções, tamanho dos diferentes tipos de células, espessura da parede celular, direcção do eixo da célula relativamente ao tronco, proporção de um tipo de células com respeito ao outro, composição da parede celular, natureza, presença e distribuição de materiais estranhos (Moglia *et al.* 2008).

A enorme diversidade de madeiras levou à necessidade de se aprofundar os estudos anatómicos. Dentre os materiais de origem biológica, madeira é sem dúvida o mais conhecido e utilizado; o lenho de uma árvore contém grande quantidade de substâncias que são utilizadas como matérias-primas em quase todos os campos da tecnologia (Klock *et al.* 2005).

A floresta do Maiombe é uma potência em termos de produção de madeira em Angola, particularmente na província de Cabinda. Poucos estudos se têm debruçado sobre as características anatómicas e da densidade destas espécies, o que muitas vezes funciona como factor limitante para a utilização adequada das madeiras destas espécies na indústria. Esta investigação proporciona uma abordagem exploratória técnico científica de nove espécies desta floresta, de formas a dar um vislumbre das suas características anatómicas, assim como a sua densidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área de obtenção das amostras

As amostras de madeira utilizadas no presente estudo são resultante de uma colheita feita na floresta do Maiombe, província de Cabinda. A província de Cabinda está localizada no extremo Norte de Angola. Faz fronteira com a República Democrática do Congo ao Norte, Sul, e Leste e pela República do Congo à Noroeste, sendo banhada pelo oceano Atlântico à Oeste. Cabinda é definida pelas seguintes coordenadas geográficas latitude: 5°32'59" S e longitude: 12°11'59" E.

As temperaturas médias anuais são superiores a 20 °C e uma precipitação média anual que varia, conforme a altitude. As estações são bem definidas, possuindo duas estações. A primeira que é a estação chuvosa que vai de 15 de Agosto ao 15 de Maio, caracterizada por temperaturas altas. A segunda que é a estação seca que tem como inicio o dia 16 de Maio e termina no dia 14 de Agosto. Esta estação é marcada por baixas temperaturas.

A área florestal (tropical húmida) da província de Cabinda é de 245 850 hectares, situada em grande parte na região do Maiombe. De forma selectiva, realizou-se uma colheita de nove espécies de madeira da floresta do Maiombe. Das espécies obtidas foram retirados do terço médio de cada uma das espécies, pedaços de madeira de 588 cm^3 . Estes cubos foram retirados em nove árvores de cada uma das nove espécies e foram reduzidos em dimensões situadas entre 2 à 5 cm^3 .

Determinação da idade das árvores e densidade básica da madeira

Para a determinação da idade destas espécies foram retirados dois rolos de incremento da madeira com o *Trado de Incremento de Pressler*. Estes rolos de madeira foram colocados em suportes metálicos e fixados com fita adesiva para evitar rachaduras nas amostras durante a secagem natural. Após a secagem, os rolos de incremento foram colados nos suportes e, posteriormente, lixados, utilizando-se lixas para madeira, com o objectivo de melhorar a visualização dos anéis de crescimento. Procedimento descrito por Mattos (1999) e Imaña Encinas *et al.* (2005). Manualmente foram contados os anéis de crescimento em cada rolo de incremento para cada um dos nove troncos das nove espécies.

A densidade básica da madeira de cada uma das espécies foi determinada de acordo com Heinrichs e Lassen (1970). Segundo esta metodologia, os cubos de madeira devem atingir o ponto de saturação das fibras, antes de se determinar o seu volume. Por falta de tecnologia para a determinação deste ponto de saturação, deixou-se os cubos submersos em água em copos de vidro até deixarem de flutuar, momento que se estima atingirem o ponto de saturação, processo este que durou 25 dias.

Seguidamente determinou-se o volume de acordo com princípio de Arquimedes. Colocou-se sobre uma balança analítica tarada, um vaso precipitado contendo água à 25°C no qual de forma sequencial foram colocados, cada um dos cubos das nove árvores de cada espécie.

Com a massa de cada cubo que a balança proporcionou e sabendo-se que o volume da água a 25°C é igual a 1g/cm^3 , mediante a regra de três simples,

determinou-se o volume dos cubos. Para elevar a temperatura da água a 25°C utilizou-se um aquecedor eléctrico e a temperatura foi controlada por um termómetro. Depois da determinação dos respectivos volumes, os cubos foram colocados em estufa a 105 °C, até atingirem a massa constante.

A densidade básica (kg/m^3) foi determinada mediante a divisão da massa (kg) pelo volume (m^3) de acordo com Schuldt *et al.* (2013).

Determinação das características anatómicas da madeira

Mediante a conexão do microscópio de marca *ken-a-vision* em um computador foram capturadas imagens, dos cortes feitos aos nove troncos de cada espécie. Numa resolução de aumento de 40 vezes. Os cortes foram efectuados com auxílio de um bisturi depois de amolecidas as madeiras em água a temperatura ambiente. Foram medidos os seguintes elementos anatómicos: Diâmetro dos vasos (μm), espessura da parede celular (μm), diâmetro das fibras (μm), área dos vasos (μm^2). Procedimento similar foi usado por Sangumbe *et al.* (2018).

Análise estatística

Aos valores da densidade da madeira, da idade e das características anatómicas de cada espécie se realizaram análises de variância (ANOVA), além do test de Tukey para comparação simultânea de médias, utilizando o *software* estatístico SAS System 9,0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Densidade básica da madeira e idade das nove espécies da floresta de Maiombe, província de Cabinda, Angola

Na tabela 1 são apresentados os resultados da densidade das madeiras das nove espécies assim como as suas respectivas idades. Em termos de idade não houve diferença significativa entre as espécies estudadas. Relativamente a densidade verificou-se que *G. arnoldiana* apresentou a maior densidade que não diferiu da *M. africana*. A menor densidade foi da *C. excelsa* que por sua vez não diferiu da *N. diderrichi*.

Tabela 1 – Densidade e idade das nove espécies da floresta do Maiombe, província de Cabinda, Angola.

| Espécies | Densidade (kg/m ³) | Idade (anos) |
|------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| <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 |

Letras distintas na mesma coluna indicam diferenças significativas entre densidades e idade das espécies ($p < 0,05$).

Brink (2008) apontou densidade básica situada entre os 610 e 690 kg/m³ para *D. pubescens*. *M. africana* estudada por Lemmens (2008) apresentou densidades de 650 à 860 kg/m³. Orwa *et al.* (2009) reportaram densidades de 480 à 650 kg/m³, para as madeiras de *T. superba*. Kémeuzé (2008) reportou 560 – 750 kg/m³ de densidade para *E. cylindricum*. *B. toxisperma* estudada por Louppe (2005) apresentou densidades entre 820 – 940 kg/m³.

Opuni-Frimpong e Opuni-Frimpong (2012) relataram um intervalo de densidades de 670 e 910 kg/m³ para *N. diderrichii*. Oyen e Louppe (2012) relatam densidades de 750 – 1000 kg/m³ para *S. stipitata*. Para *C. excelsa*, Ofori (2007) reporta densidade situada entre 550 – 750 kg/m³. Nyunai (2011) reporta 740 – 860 kg/m³ de densidade para *G. arnoldiana*.

Como se pode observar as densidades obtidas no presente estudo diferem em termos numéricos com as densidades encontradas em todos os estudos consultados. Tal diferença é fundamentada pelo factor idade, uma vez que as espécies estudadas no presente trabalho eram adultas.

Oliveira e Silva (2003) afirmam que idade é directamente proporcional a densidade da madeira, ou seja quando maior for a idade maior será a

densidade. Visto que há maior concentração da lignina na fase adulta das árvores, pois que a medida que a árvore vai crescendo maior será a sua rigidez portanto eleva também densidade da mesma. Esta ideia também é corroborada por Imaña Encinas *et al.* (2005).

Características anatómicas de nove espécies da floresta de Maiombe, província de Cabinda, Angola

Para caracterizar anatomicamente as nove espécies da Floresta do Maiombe, foram obtidas imagens na secção transversal de cada uma das espécies.

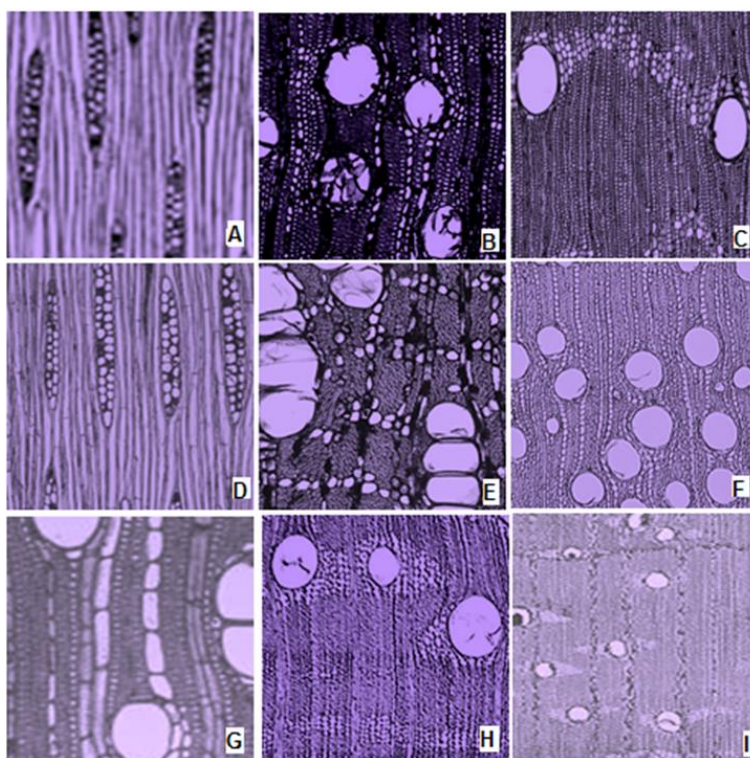


Figura 1 – Secção transversal de *Dacryodes pubescens* (A), *Mammea africana* (B), *Terminalia superba* (C), *Entandrophragma cylindricum* (D), *Baillonella toxisperma* (E), *Nauclea diderrichii* (F), *Staudtia stipitata* (G), *Chlorophora excelsa* (H), *Guibourtia arnoldiana* (I).

A figura 1A mostra a distribuição multisseriada dos vasos, onde predominam vasos de pequenas dimensões e raras vezes soltos em *D. pubescens*. A espessura da parede celular não foi notória. Em *M. africana* (figura 1B) verificou-se vasos em pares, unidos de três em três e alguns solitários, normalmente em grandes tamanhos, verificou-se a espessura da parede celular com certa nitidez. Em *T. superba* (figura 1C) predominou vasos

multisseriados com uma ligeira presença de alguns vasos soltos. Foi notória a nitidez da parede celular. *E. cylindricum* (figura 1D), os vasos estão agrupados em 15 a 25 vasos, sem presença dos vasos solitários. Na espécie de *B. toxisperma* (figura 1E), mostra-se com uma distribuição dos vasos em dobletes e tripletes, sendo que os demais encontram-se solitários e com dimensões relativamente inferiores aos demais. Para *N. diderrichii* (figura 1F) é notória a presença de vasos solitários na maior extensão da referida imagem. Os vasos de *S. stipitata* (figura 1G) são solitários e em alguns casos formados em pares de dois. Vasos solitários e de tamanhos relativamente superiores foram observados em *C. excelsa* (figura 1H). As espécies de *E. cylindricum*, *B. toxisperma*, *N. diderrichii*, *S. stipitata*, *C. excelsa* apresentaram comportamento similar relativamente a espessura da parede celular, isto é, a espessura da parede celular não foi notória. Em *G. arnoldiana* (figura 1I), apenas se observaram vasos solitários com tamanhos reduzidos. A espessura da parede celular é notória por causa da presença da lignina. Em todas as imagens, observaram-se a anatomia das fibras. Para além da microscopia as características supracitadas podem ser confirmadas e correlacionadas com as características anatómicas presentes na tabela 2.

As características supracitadas, nas nove espécies, estão de acordo com as reportadas por Louppe (2005), Brink (2008), Mujuni (2008), Lemmens (2008), Kimpouni (2009), Nyunaï (2011), Oyen e Louppe (2012), para estas espécies.

Observa-se também nas referidas imagens alguma presença de falsos anéis de crescimento, justificado pela capacidade do sistema radicular destas espécies em armazenar água durante a estação seca, estando de acordo com Grundy (2006), que afirma ser característica do sistema radicular de algumas latifoliadas que se desenvolvem na região centro africana e da África Subsariana.

O diâmetro dos vasos foi significativamente diferente entre as espécies estudadas. Semelhanças foram simplesmente observadas entre as espécies de *B. toxisperma*, *N. diderrichi*, *S. stipitata* e *G. arnoldiana*. O diâmetro da fibra também apresentou diferença significativa entre algumas espécies.

Semelhanças foram verificadas nas espécies de *M. africana*, *T. superba*, *E. cylindricum*, *B. toxisperma*, *S. stipitata*, *C. excelsa* e *G. arnoldiana*. A área de vasos também foi diferente entre algumas espécies. A única característica anatômica que não foi significativamente diferente entre as espécies foi a espessura da parede celular (Tabela 2).

Tabela 2 – Características anatômicas das nove espécies da floresta do Maiombe, Província de Cabinda, Angola.

| Espécies | Caraterísticas anatômicas | | | |
|------------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|
| | 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 coluna indicam diferenças significativas entre as características anatômicas das espécies ($p < 0,05$). (DV - diâmetro dos vasos; EPC - espessura da parede celular; DF - diâmetro da fibra; AV - área dos vasos).

CONCLUSÕES

As principais conclusões do presente trabalho são as seguintes:

- ✓ A densidade básica das nove espécies da floresta do Maiombe situou-se entre 896 e 1 149 kg/m³. As espécies com maiores densidades básicas foram as seguintes: *M. africana*, *E. cylindricum*, *B. toxisperma*, *S. stipitata* e *G. arnoldiana* enquanto as que tiveram menor densidade

foram *D. pubescens*, *T. superba*, *N. diderrichii*, *C. excelsa*. As 9 (nove) espécies da floresta do Maiombe são todas elas adultas com idades situadas entre os 39 e 43 anos de idade.

- ✓ A microscopia óptica das madeiras de 9 (nove) espécies mostrou diferença significativa entre algumas características anatómicas como o diâmetro dos vasos, diâmetro da fibra e área dos vasos com exceção da espessura da parede celular que não foi diferente entre as madeiras das nove espécies.

REFERÊNCIAS 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>>. Accessed 2nd December 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>. Accessed 9th December 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 25th 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>>. Accessed 3th December 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 2nd 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>>. Accessed 4th December 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>>. Accessed 19th Juny 2018.
17. Oliveira, J. T. D. S., Hellmeister, J. C., & Tomazello Filho, M. (2005). **Variação 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>>. Accessed 19th Juny 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>>. Accessed 21st December 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.