

Influência do método de propagação na produção e qualidade da madeira de *Tectona grandis*

José Aparecido dos Santos Lemos¹ Mylla Cristie da Silva Mendes¹ João Paulo Sardo Madi¹ Bárbara Luísa Corradi Pereira¹ Aylson Costa Oliveira¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança, Cuiabá - MT, 78060-900

* Author for correspondence: myllacsmendes@gmail.com

Received: April 2019 / Accepted: September 2019 / Published: September 2019

Resumo

O principal desafio dos melhoristas é conciliar a maior produtividade florestal com a melhor qualidade da madeira para determinado uso. Deste modo, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência do método de propagação na produção volumétrica, porcentagens de cerne e alborno e densidade da madeira de árvores jovens de teca. O estudo foi desenvolvido com materiais biológicos oriundos de plantios seminais e clonais com seis anos de idade, estabelecidos no município de Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil. A teca clonal apresentou melhor desenvolvimento em relação à seminal, sendo a produção volumétrica média por árvore 74,52% maior. Observaram-se valores médios para os percentuais de cerne iguais a 23,09% e 38,33% para o material seminal e clonal, respectivamente, demonstrando a superioridade da madeira dos plantios clonais. As médias de densidade, de ambos os materiais, não diferiram entre si, cujo valor médio foi de 0,470 g/cm³. Conclui-se que a teca oriunda de plantio clonal destacou-se, em relação à teca de origem seminal.

Palavras-chave: Teca; Cerne; Plantio clonal; Plantio seminal.

Abstract

The main challenge for forest breeders is to reconcile the highest productivity with the best quality wood for a given use. Thus, the objective of this study was to evaluate the influence of the propagation method on volumetric production, heart and sap wood percentages and wood density of young teak trees. The study was developed with biological materials from six-year-old from seminal and clonal plantations, established in Tangará da Serra, Mato Grosso, Brazil. The clonal teak presented better development in relation to the seminal one, being the average volumetric production per tree 74,52% higher. Mean values for heartwood percentages of 23.09% and 38.33% were observed for seminal and clonal material, respectively, demonstrating the superiority of wood from clonal plantings. Density averages of both materials did not differ from each other, whose average value was 0.470 g / cm³. It was concluded that the teak from clonal planting stood out in relation to the teak of seminal origin.

Keywords: Teak; Heartwood; Clonal planting; Seminal planting.

Introdução

As plantações florestais como fornecedoras de matéria-prima para os diversos fins estão se tornando cada vez mais importantes mediante a crescente demanda por produtos florestais (Ferreira e Silva 2008). O aumento da demanda e a legislação cada vez mais restritiva quanto à exploração das florestas nativas, associados aos avanços em pesquisas de melhoramento genético florestal, vem contribuindo para a expansão das áreas de plantios com espécies florestais, tais como as dos gêneros *Eucalyptus*, *Pinus* e *Tectona*.

A teca (*Tectona grandis* L.f., Lamiaceae) é uma espécie originária das regiões sul e sudeste do continente asiático e tem grande reconhecimento no setor florestal mundial. As florestas naturais de teca crescem em apenas quatro países do mundo: Índia, Laos, Mianmar e Tailândia e cobrem uma área de 29 milhões de hectares, sendo quase a metade em Myanmar (Kollert e Kleine 2017). Existem plantios florestais da espécie em pelo menos 38 países, abrangendo três continentes, sendo os maiores plantios concentrados na Ásia (83%), África (11%) e América Tropical (Caribe, América do Sul e Central) (6%), representando uma área plantada estimada de 4.350.000 ha (Kollert e Kleine 2017).

O Brasil possuía, em 2010, 65.440 hectares de plantios de teca e em 2016, a área plantada aumentou para 87.502 hectares, o que representou um crescimento de cerca de 30% da área plantada com teca (Ibá 2017), que está concentrada nas regiões Centro-Oeste e Norte. Dentre os estados brasileiros, destaca-se Mato Grosso, onde se situa 75% dos plantios de teca. Isso porque o estado apresenta condições adequadas de clima e solo para o desenvolvimento da espécie, o que proporciona taxas de crescimento superiores às dos plantios da maioria dos países produtores dessa madeira (Passos et al. 2006).

A qualidade da madeira da teca para usos nobres é atrelada principalmente à região do cerne, responsável pela sua elevada durabilidade natural, ou seja, resistência a organismos xilófagos, à água, à corrosão, além de conferir boa estabilidade dimensional e fácil trabalhabilidade (Flórez 2012). Devido a essas características, a madeira de teca é amplamente utilizada na construção naval, movelaria, confecção de pisos, acabamentos interiores, portas, tonéis, painéis, esculturas e demais usos nobres (Weaver 1993; Arias e Monteuis 2013). No Brasil, o termo “teca jovem” é comumente utilizado para a madeira proveniente de plantios entre 7 e 18 anos (Avelino 2012). Segundo o mesmo autor, a madeira de teca jovem é amplamente utilizada na indústria moveleira e de decoração, muito em função das características da madeira nestas idades, tais como maior maleabilidade e tato aveludado, além de apresentar custos 85% a 90% menores que a madeira de teca oriunda de maiores ciclos de cultivo.

Tradicionalmente plantada mediante propagação sexuada, ou seja, por mudas produzidas por sementes, os produtores de teca passaram a investir em pesquisas voltadas para a propagação clonal da espécie, utilizando-se de seus avanços obtidos para estabelecer novos plantios. A propagação clonal apresenta algumas vantagens em relação a propagação seminal, entre elas cita-se a formação de plantios de alta produtividade em um mesmo sítio, uniformidade do plantio e elevadas taxas de crescimento, o que proporciona a redução do ciclo de corte, e consequentemente reduz os custos de produção (Arias e Monteuis 2013). Porém, uma antiga questão levantada é que florestas de rápido crescimento dão origem à madeira de menor qualidade

quando comparada as madeiras oriundas de florestas naturais (Anish et al. 2015). De acordo com Assis e Mafia (2007), o principal desafio dos melhoristas é conciliar a maior produtividade florestal com a melhor qualidade da madeira para determinado uso.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do método de propagação, clonal e seminal, na produção volumétrica, percentuais de cerne, alburno, casca e densidade básica da madeira de árvores de *Tectona grandis* aos seis anos de idade.

Material e Métodos

Para a realização deste estudo, foi utilizada a madeira de *Tectona grandis* L. f. com seis anos de idade, proveniente de árvores de desbaste de plantios clonal e seminal, localizados em Tangará da Serra, região médio norte do estado de Mato Grosso, Brasil (Figura 1). A região está a 488 m de altitude em relação ao nível do mar, precipitação média anual de 1.830 mm e temperaturas médias anuais variando entre 24,4 °C e 26,1 °C (Dallacort et al. 2010; Dallacort et al. 2011).

O material foi coletado de três talhões distintos, de modo que em cada talhão foram selecionadas seis árvores, das quais três eram clonais e três eram seminais, totalizando 18 árvores amostra, das quais foi determinada a altura total. Os diâmetros nas alturas de 0,10 m; 1,30 m; 2,30 m; 4,60 m e 7,00 m foram aferidos e dessas árvores amostra foram retirados discos de 5,0 cm de espessura para avaliação das porcentagens de cerne, alburno, casca e densidade. Ressalta-se que a altura comercial utilizada foi de 7,00 m, cujo diâmetro mínimo era de 0,15 m.

Para a obtenção do volume comercial com casca foi utilizado o método de Smalian, conforme as equações a seguir.

$$v = \sum l \left(\frac{a_b + a_l}{2} \right); a = \frac{\pi \times D^2}{40.000}$$

em que: v = volume com casca e sem casca (m³); l = comprimento do torete (m); a_b = área seccional da face maior (cm²); a_l = área seccional da face menor (cm²); π = 3,1416; D = diâmetro com e sem casca (cm).

Para obtenção dos percentuais de casca foram utilizadas as seguintes equações:

$$v_{CASC} = v_{cc} - v_{sc} \quad ; \quad \% CASC = \frac{v_{cc} - v_{sc}}{v_{cc}} \times 100$$

em que: v_{casc} = volume de casca, em m³; v_{cc} = volume do disco com casca, em m³; v_{sc} = volume do disco sem casca, em m³; % CASC = porcentagem de casca, em %.

A densidade básica da madeira foi determinada pelo método da balança hidrostática, com base na massa de madeira seca em relação ao seu volume saturado. Foram seguidos os métodos da norma ABNT 11941 (ABNT 2003).

O procedimento utilizado para a determinação das porcentagens de cerne e alburno na madeira de teca foi por meio de medições diretas, com régua graduada, em cada disco de madeira. Identificou-se em cada disco, a região limite entre cerne e alburno, observando-se a alteração na cor dessas duas regiões e obstruções por tilos, com auxílio de uma lupa com aumento de 10x. De uma extremidade a outra de cada disco, traçaram-se duas retas perpendiculares, passando pela medula. Foram feitas as medições do diâmetro total com casca e sem casca e do diâmetro do cerne com uma régua de precisão igual a 10 mm, de acordo com metodologia proposta por evangelista (2007). Para o cálculo das porcentagens foram utilizadas as seguintes equações:

$$CRN = \frac{\pi * (d_T - d_A)^2}{40.000}$$

em que: CRN = área da madeira ocupada por cerne, em m²; d_T = diâmetro total, em cm; e d_A = diâmetro do alburno, em cm.

$$ALB = AS_D - CRN \quad ; \quad AS_D = \frac{\pi * d_b^2}{40.000}$$

em que: ALB = área da madeira ocupada por alburno, em m²; CRN = área da madeira ocupada por cerne, em m²; ASD = área seccional do disco, em m²; d_D = Diâmetro do disco sem casca, em cm.

$$\% ALB = \frac{ALB}{AS_D} \times 100 \quad ; \quad \% CRN = 100 - \% ALB$$

em que: % ALB = porcentagem de alburno, em %; % CRN = porcentagem de cerne, em %; ALB = área no disco ocupada por alburno, em m²; AS_D = área seccional do disco, em m².

Após calculada todas as variáveis para cada disco, foi realizado o cálculo ponderado para as alturas, com o intuito de obter as porcentagens de cerne e alburno para cada árvore de teca.

Para verificar se houve diferença significativa entre os materiais seminal e clonal, para volume sem casca, densidade da madeira e porcentagens de cerne e alburno, aplicou-se o teste t ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

Características dendrométricas

Na Tabela 1 podem ser observados os valores das variáveis diâmetro à altura do peito (DAP), altura (h), volume com casca (v_{cc}), e percentual de casca (%) das árvores de teca clonais e seminais.

Tabela 1 – Valores médios das variáveis dendrométricas mensuradas nas árvores de teca

| Método de Propagação | Variável | Média | Máximo | Mínimo | S _x | CV (%) |
|----------------------|----------------------------|--------|--------|--------|----------------|--------|
| Seminal | DAP (cm) | 13,25 | 14,05 | 12,05 | 1,058 | 7,98 |
| | h (m) | 15,74 | 19,50 | 11,50 | 2,712 | 17,22 |
| | v_{cc} (m ³) | 0,1044 | 0,2082 | 0,0731 | 0,043 | 41,07 |
| | Casca (%) | 13,08 | 14,80 | 11,55 | 1,211 | 9,26 |
| Clonal | DAP (cm) | 18,82 | 19,95 | 17,50 | 1,235 | 6,56 |
| | h (m) | 18,11 | 19,40 | 16,50 | 1,060 | 5,85 |
| | v_{cc} (m ³) | 0,1822 | 0,2552 | 0,1249 | 0,049 | 27,04 |
| | Casca (%) | 12,09 | 15,19 | 10,67 | 1,607 | 13,28 |

DAP = Diâmetro à Altura do Peito, h = Altura, v_{cc} = volume com casca, v_{sc} = Volume sem casca, S_x = Desvio Padrão, CV = Coeficiente de Variação.

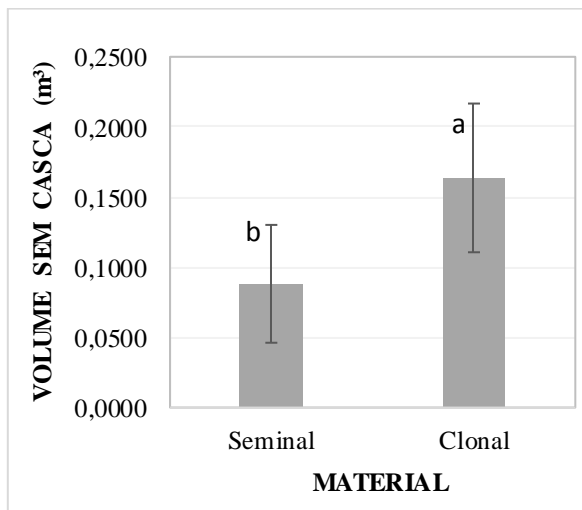
Observou-se que, o diâmetro médio dos indivíduos clonais foi 42,03% maior que o diâmetro médio dos indivíduos seminais. De forma análoga, a altura dos indivíduos clonais também foi maior que a dos indivíduos seminais, apresentando diferença de 15,05%. Portanto, quanto ao crescimento tanto em diâmetro como em altura, a teca clonal apresentou vantagem em relação a teca seminal. Corroborando com o trabalho, Arias e Monteuuis (2013) observaram ganhos médios de 17,32% em DAP e 15,57% em altura, do plantio clonal sobre o seminal, estudando plantios de teca seminal e clonal com 5 anos de idade, estabelecidos no estado de Mato Grosso.

Na Tabela 1, nota-se elevados coeficientes de variação associados ao volume com casca das árvores seminais quando comparado aos observados nas árvores clonais. Flórez (2012) observou elevados coeficientes de variação associados aos volumes dos troncos de árvores de teca aos 13 anos de idade,

e atribuiu os altos coeficientes ao fator genético, uma vez que as árvores do estudo foram de plantio seminal. Assim, percebe-se que o material clonal do presente estudo apresentou desenvolvimento mais homogêneo, apresentando variação volumétrica menor entre indivíduos. Em estudo realizado por Caldeira e Oliveira (2008), em plantios de teca com propagação seminal, aos 5 anos e 6 anos de idade, no município de Nossa Senhora do Livramento - MT, foram observados volumes médios com casca de 0,1309 m³/árvore e 0,1484 m³/árvore para os povoamentos com 6 anos de idade, corroborando com os resultados desse trabalho.

Ainda na Tabela 1 observa-se que o percentual médio de casca dos indivíduos clonais foi cerca de 7,56% menor que o dos indivíduos seminais. Vendruscolo et al. (2019) verificaram, para árvores de teca, que maiores DAPs estão associados a menores porcentagens de casca, porque há um incremento volumétrico exponencial, e conseqüentemente uma menor proporção de casca para os indivíduos maiores. Segundo os mesmos autores, tradicionalmente, a estimativa da porcentagem de casca é de importância secundária, por causa do seu descarte, na maioria dos usos industriais da madeira. Contudo, a casca pode ser considerada fonte de renda alternativa para as indústrias de base florestal, seja como combustível (Rocha et al 2018) ou matéria-prima para biomateriais de alto valor (Baptista et al. 2013) e portanto, há interesse em quantificar esse produto.

Verificou-se diferença estatística entre a teca seminal e clonal quanto à produção média de madeira, indicando um desenvolvimento superior do material clonal, conforme apresentado na Figura 1.



As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$). Barras em cada coluna representam o desvio padrão.

Figura 1 - Volume médio de madeira, sem casca de *Tectona grandis* L.f. por árvore, dos materiais clonal e seminal, aos seis anos de idade, Tangará da Serra-MT.

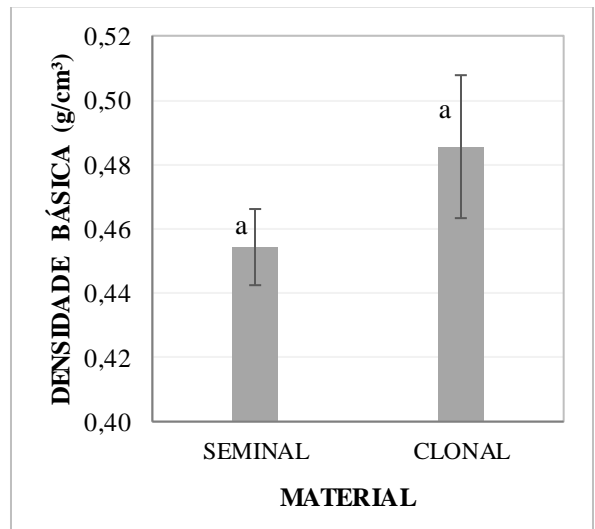
Arias e Monteuis (2013) relataram que estudos desenvolvidos por uma empresa especializada em biotecnologia florestal situada em Cuiabá- MT, comparando plantios clonais de teca com 5 anos de idade e plantios tradicionais (seminais) de mesma idade estabelecidos no mesmo local e submetidos às mesmas condições de manejo, relataram que as árvores clonais apresentaram ganhos médios de 55,85% no volume total, em comparação as árvores seminais. Os resultados obtidos pelos autores estão de acordo com os encontrados neste trabalho, ou seja, em ambos é observado que a teca clonal apresenta melhor

desenvolvimento em relação a teca seminal (volume sem casca).

Comparando os valores médios observados, observa-se um ganho volumétrico de 53,87% da teca clonal em relação a teca seminal. Segundo Assis e Mafia (2007), o emprego da clonagem, ao invés de métodos sexuais de produção de mudas, permite a transferência da variância genética total, resultando na obtenção de ganhos máximos.

Propriedades da madeira

Na Figura 2, são apresentados os valores de densidade básica para a madeira de teca oriunda de plantios clonais e seminais.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$). Barras em cada coluna representam o desvio padrão.

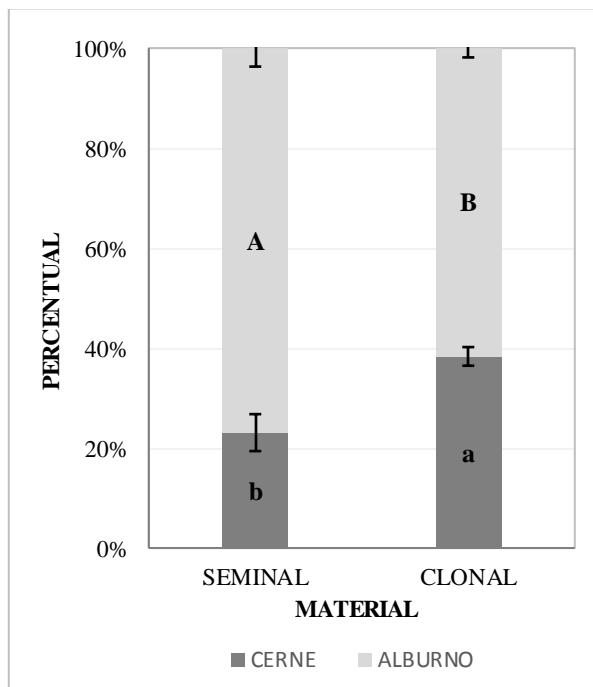
Figura 2. Densidade básica da madeira de *Tectona grandis* L.f., proveniente de plantios clonal e seminal, aos 6 anos de idade, Tangará da Serra-MT.

Foram encontrados valores médios de 0,454 g/cm³ para a teca seminal e 0,486 g/cm³ para a teca clonal, sendo classificada como madeira leve (Melo 2008). Verifica-se que apesar de não existir diferença estatística significativa, a madeira de teca clonal apresentou densidade 7,04% maior que a teca seminal. Arruda (2014) trabalhando com madeira de teca de 1º, 2º e 3º desbaste, com 6, 8 e 10 anos respectivamente, de plantios estabelecidos no município de Cáceres - MT, encontrou valores próximos aos observados neste trabalho, variando de 0,448 g/cm³ a 0,489 g/cm³.

O estudo da densidade da madeira é essencial para indicar possíveis destinações, podendo ser tanto para uso estrutural, bem como na produção de móveis ou produção de outros produtos de maior valor agregado (Bonduelle et al 2015). O uso da madeira de teca em idades maiores destina-se a usos mais nobres como assoalhos, construção naval, decoração de interiores e mobiliário fino. Já madeiras de idades menores, como do presente estudo, são destinadas para usos de menor valor agregado, como geração de energia (Silva et al. 2015).

O percentual de cerne e alborno (Figura 3) apresentou o mesmo comportamento observado para volume de madeira, ou seja, o material clonal apresentou maior proporção de cerne em comparação ao material seminal, com um ganho de 66 % na produção de cerne. Observa-se também a marcante irregularidade na produção de cerne do material seminal, demonstrado pelo elevado coeficiente de variação, 48,04%. Já o material clonal apresentou coeficiente de variação de

14,57%. Conforme mencionado por Assis e Mafia (2007), a clonagem possibilita a produção de matéria-prima mais uniforme, o que do ponto de vista industrial, apresenta benefícios, tanto na minimização de custos do processo industrial quanto na qualidade dos produtos.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste t ($p < 0,05$). Letras maiúsculas referem-se às médias de alburno, e as minúsculas, às médias de cerne. Barras em cada coluna representam o desvio padrão.

Figura 3. Percentual de cerne e alburno de madeira de *Tectona grandis* L.f., proveniente de plantios clonal e seminal, aos 6 anos de idade, Tangará da Serra-MT.

Os resultados da análise mostram existir diferença significativa entre os percentuais de cerne e alburno produzido nas madeiras de teca oriundas de propagação seminal e clonal. O comportamento apresentado pela teca clonal é o desejado, de modo que, a formação de maior volume de cerne já na idade de 6 anos. Arce e Moya (2015), analisando as propriedades da madeira de 20 clones de teca aos 15 anos de idade, procedentes de plantios em Guanacaste - Costa Rica, observaram que os clones apresentaram percentual de cerne oscilando entre 49,76% e 60,02%, sendo que a maioria dos clones apresentaram percentuais de cerne acima de 50%, demonstrando o grande potencial da utilização de clones em plantios comerciais.

Além disso, maior porcentagem de cerne para árvores clonais indica que com o aumento da idade, o material clonal produzirá ainda mais cerne, até uma determinada idade. Ao analisar as propriedades tecnológicas de 80 árvores de várias idades e de diferentes zonas ecológicas do Togo, Kokutse et al (2004) observaram que a formação de cerne apresentou correlação significativa com a idade na maioria das zonas ecológicas envolvidas no estudo. Os autores observaram também que, a formação de cerne se deu de maneira mais lenta nas árvores formadas a partir de sementes em comparação as árvores originadas por meio de estaquia, demonstrando que o volume de cerne produzido na madeira de teca é influenciado não somente pelas práticas silviculturais e idade das árvores, mas também pela procedência genética. Esses mesmos autores explicitam que a produção de cerne é mais dependente do diâmetro do que a

idade do plantio, já que após os 30 anos de idade o ganho em volume de cerne não foi significativo em relação a idade.

No presente trabalho verificou-se que maior produtividade volumétrica das árvores provenientes de plantios clonais está associada à maior porcentagem do cerne. Sabe-se que o cerne é a parte da madeira de teca mais resistente à deterioração, com coloração atrativa, e, portanto, mais valorizada no mercado. Logo, para produção de madeira serrada, uma maior produção de cerne para os plantios de origem clonal em relação aos de origem seminal é interessante do ponto de vista econômico. Assim, ressalta-se a importância do melhoramento genético florestal, ao desempenhar papel importante no desenvolvimento de árvores com melhor forma, maior homogeneidade, maior ritmo de crescimento e produção de madeira de qualidade, visando reduzir os custos de manejo, exploração e processamento, originando melhores e maiores rendimentos industriais (Schulli, 2010).

Conclusão

Conclui-se que com a clonagem da teca é possível associar maior produtividade volumétrica a maiores percentuais de cerne.

Agradecimentos

À PROTECA Biotecnologia Florestal Ltda, detentora do material clonal, e Tectona Agroflorestal Ltda., pela disponibilização dos dados.

Referências

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (2003). NBR 11941-02 – Determinação da densidade básica em madeira. Rio de Janeiro, BRA.
- Anish MC, Anoop EV, Vishnu R, Sreejith B, Jijeesh, CM (2015) Effect of growth rate on wood quality of teak (*Tectona grandis* L. f.): a comparative study of teak grown under differing site quality conditions. *J Indian Acad Wood Sci*, 12:81-88. doi: 10.1007/s13196-015-0147-1.
- Arce N, Moya R (2015). Wood characterization of adult clones of *Tectona grandis* growing in Costa Rica. *Cerne*, 21:353-362. doi: 10.1590/01047760201521031751.
- Arias LAU, Monteuis O (2013). Teak: new trends in silviculture, commercialization and wood utilization. *International Forestry and Agroforestry*, Costa Rica.
- Arruda TPM (2014) *Secagem da madeira juvenil de Tectona grandis L.f.* Dissertation, Federal University of Lavras.
- Assis TF, Mafia RG (2007). *Hibridação e clonagem*. In: Borém A (Ed.) Biotecnologia florestal. Viçosa, MG, 93-121.
- Avelino EF (2012) *Avaliação da madeira de teca jovem (Tectona grandis L.f.) visando uso em movelaria*. Dissertation, Rural Federal University of Rio de Janeiro.
- Baptista I, Miranda I, Quilhó T, Gominho J, Pereira H (2013). Characterisation and fractioning of *Tectona grandis* bark in view of its valorisation as a biorefinery raw-material, *Industrial Crops and Products*, 50, 166–175.
- Bonduelle GM, Iwakiri S, Trianoski R, Prata JG, Rocha VY (2015). Análise da densidade e da retratibilidade da madeira de *Tectona grandis* nos sentidos axial e radial do tronco. *Floresta*, 45(4), 671-680.
- Caldeira SF, Oliveira DLC (2008) Desbaste seletivo em povoamentos de *Tectona grandis* com diferentes idades.

- Acta Amazônica*, 32:223-228. doi: 10.1590/s0044-59672008000200005.
- Dallacort R, Martins JA, Inoue MH, Freitas PSL, Krause W (2010) Aptidão agroclimática do pinhão manso na região de Tangará da Serra, MT. *Revista Ciência Agronômica*, 41:373-379.
- Dallacort R, Martins JA, Inoue MH, Freitas PSL, Colleti AJ (2011) Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. *Acta Scientiarum Agronomy*, 33:193-200. doi: 10.4025/actasciagron.v33i2.5838.
- Evangelista WV (2007) *Caracterização da madeira de clones de Eucalyptus camaldulensis Dehnh. e Eucalyptus urophylla S.T. Blake, oriunda de consórcio agrossilvipastoril*. Dissertation, Federal University of Viçosa.
- Environmental Systems Research Institute (2013) ArcGIS Desktop: Release 10.2. Redlands, Califórnia, EUA.
- FAMATO - Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso (2013) Diagnóstico de florestas plantadas do estado de Mato Grosso. Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária, Cuiabá, Brazil.
- IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores (2017) Indicadores de desempenho do setor nacional de árvores plantadas referentes ao ano de 2016. Pöyry Consultoria em Gestão e Negócios Ltda. 80p.
- Ferreira CA, Silva HD (2008) Formação de povoamentos florestais. *Embrapa Florestas*, Paraná.
- Flórez JB (2012) *Caracterização tecnológica da madeira jovem de teca (Tectona grandis L.f.)*. Dissertation, Federal University of Lavras.
- Kollert W, Kleine M (2017) *The Global Teak Study. Analysis, Evaluation and Future Potential Of Teak Resources*. Viena: IUFRO, v.36, 108p.
- Kokutse AD, Bailleres H, Stokes A, Kokou, K (2004) Proportion and quality of heartwood in Togolese teak (*Tectona grandis* Lf). *Forest Ecology and Management*, 189:37-48. doi: 10.1016/j.foreco.2003.07.041.
- Melo JE, Siqueira MJ, Costa AF (2008) Correlação entre propriedades Físicas e Mecânicas de Madeira da Amazônia. *Anais do XI Encontro Brasileiro em Madeira e Estrutura de Madeira Londrina*, PR. 12p.
- Rocha MFV, Pereira BLC, Oliveira AC, Pego MFF, Veiga TRLA, Carneiro ACO (2018). Influence of plant spacing on the bark properties of a eucalyptus clone. *Revista Árvore*, 42(5), e420501. Epub 14 de novembro de 2018. <https://dx.doi.org/10.1590/1806-90882018000500001>
- Silva D, Rodycz de Christo E, Belhing A, Mayer S, Pelanda K, Simetti R (2015). Potencial e qualidade da madeira de desbaste de teca para produção de biocombustível. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 35(83), 299-305. doi:<https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.83.817>
- Schulli GG, Paludzyszyn Filho E. (2010). O cenário silvicultural da teca e perspectivas para o melhoramento genético. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 30 (63), 217-230.
- Tewari VP, Mariswamy KM (2013) Heartwood, sapwood and bark content of teak trees grown in Karnataka, India. *Journal of Forestry Research* (2013) 24: 721–725. doi: 10.1007/s11676-013-0410-5 .
- Vendruscolo DGS, Drescher R, Carvalho SPC, Medeiros RA, Môra R (2019) Modelagem da espessura e percentual de casca em árvores de *Tectona grandis* L.f. *Scientia Forestalis*, 47 (121): 139-149. DOI: [dx.doi.org/10.18671/scifor.v47n121.14](https://doi.org/10.18671/scifor.v47n121.14)
- Viquez E, Pérez D (2005) Effect of pruning on tree growth, yield, and wood properties of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Silva Fennica*, 39: 381–390.
- Weaver PL (1993) *Tectona grandis* LF, Teak: Verbenaceae, Verbena Family. USDA Forest Service, International Institute of Tropical Forestry 18 p.