



MODELOS VOLUMÉTRICOS PARA *Tectona grandis* L. f. NO DISTRITO FEDERAL

Carlos Vinícius Gonçalves Ribeiro¹, Hallefy Junio de Souza², Deborah Teixeira Caixeta³, Sybelle Barreira⁴

¹ Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, Brasil

² Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasil

³ Engenheira Florestal

⁴ Professora Doutora do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Goiás, Goiás - GO, Brasil – sybelle.barreira@gmail.com

Recebido em: 06/04/2019 – Aprovado em: 10/06/2019 – Publicado em: 30/06/2019
DOI: 10.18677/EnciBio_2019A91

RESUMO

Avaliar o crescimento e a produtividade de um plantio florestal é de extrema importância para o sucesso da atividade, e para tal, se faz necessário o inventário florestal. Porém dado à dificuldade de mensuração de algumas variáveis, os modelos volumétricos se apresentam como alternativa viável para a predição. O objetivo deste trabalho foi ajustar e comparar seis modelos alométricos para estimativa volumétrica de indivíduos de teca (*Tectona grandis* L. f). Utilizaram-se dados de cubagem rigorosa de 24 indivíduos de teca plantados em consórcio com espécies nativas na Fazenda Entre Rios, Distrito Federal. Para avaliação da qualidade do ajustamento das equações, considerou-se o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), erro padrão da estimativa (S_{yx}), valor de F e, a distribuição gráfica dos resíduos. Concluiu-se que para os povoamentos jovens de teca, a princípio, os modelos volumétricos ajustados apresentaram indicadores gerais de ajuste considerados abaixo daqueles encontrados na literatura para este tipo de modelo. As equações ajustadas neste trabalho podem ser melhoradas por meio de mais estudos, como na influência das demais espécies no crescimento da teca e, conseqüentemente na variabilidade das variáveis dendrométricas.

PALAVRAS-CHAVE: Ajuste alométrico, Equações de volume, Cubagem rigorosa.

ADJUSTMENT OF VOLUMETRIC MODELS FOR TREES OF *Tectona grandis* L.f. PLANTED IN THE DISTRITO FEDERAL

ABSTRACT

Growth and productivity of a planted forest is of extreme importance for the success of the activity, and for this, if the forest inventory is necessary. Problems encountered in the difficulty of measuring some variables, in volumetric models, as a viable alternative to a prediction. The present program was adapted for the volumetric

evaluation of individuals of tissues (*Tectona grandis* L. f.). We used data from a rigorous study of 24 individuals cultivated in a consortium with native species at Fazenda Entre Rios, Distrito Federal. To evaluate the quality of the adjustment of equations, consider the coefficient of temperature adjustment, adjust the temperature standard, the value of F and the graphical distribution of temperature. It was concluded that young teakers, in principle, the volumetric models, the means of expansion, were introduced in the literature for this type of model. The equations adjusted in this work can be improved by means of more detailed studies, such as the influence of the species on the growth and, consequently, the variability of the dendrometric variables.

KEYWORDS: Allometric adjustment, Volume equations, Strict cubing.

INTRODUÇÃO

A espécie *Tectona grandis* L. f., da família Lamiaceae, conhecida comercialmente como teca, é uma árvore de grande porte, nativa das florestas tropicais situadas entre 10 °S e 25 °N no subcontinente Índico e no sudeste asiático. Devido à diversidade de ambientes onde ocorre naturalmente, a espécie apresenta alta adaptabilidade a diferentes climas, ocorrendo em áreas com precipitação anual de 800 a 2500 mm e temperaturas variando de 2°C a 42°C (ANGELI, 2003; PELISSARI et al., 2014).

No Brasil, os plantios de teca iniciaram-se na década de 70, no Estado do Mato Grosso (OLIVEIRA; SILVA, 2013). Desde então, o cultivo vem crescendo, devido sua fácil propagação, estabelecimento e manejo, além de possuir madeira de boa qualidade (CAMINO; MORALES, 2013), com destaque para as regiões Centro-Oeste e Norte. Atualmente a área de plantios de teca é de 87.502 hectares, sendo os Estados de Mato Grosso, Pará e Roraima os maiores plantadores (IBÁ, 2017).

O principal uso da madeira da teca ocorre na construção civil, principalmente para a fabricação de portas, janelas, painéis, forros, móveis e embarcações. Sendo que a mesma, apresenta grande aceitação no mercado mundial, sobretudo pelas características de boa trabalhabilidade e elevada resistência natural à biodeterioração (GARCIA; MARINONIO, 2016).

O emprego de equações volumétricas constitui uma das principais ferramentas para quantificação da produção de povoamentos florestais (LEITE; ANDRADE, 2003). Os modelos volumétricos em geral utilizam a variável dependente volume, relacionada a variáveis independentes de fácil e ágil mensuração na floresta, como o diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura em alguns casos.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi ajustar seis modelos alométricos, comparar e promover a seleção do modelo mais vantajoso para estimativa do volume de indivíduos de teca.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram obtidos do experimento desenvolvido na Fazenda Entre Rios localizada no Distrito Federal (15°56'11.71" S e 47°30'24.26" W), que disponibilizou uma área da propriedade para a criação da Reserva Legal experimental, gerida pelo Projeto Biomas para áreas de Cerrado. O clima do local, segundo Köppen é classificado como tropical com estação seca de inverno (Aw), com duas estações bem definidas (seca e chuvosa). As temperaturas médias anuais variam de 18°C a 22°C, no período do verão, e 16°C a 18°C no inverno. A precipitação média

interanual no Distrito Federal varia entre 1.200 mm e 1.700 mm, com mais de 84% da precipitação concentrada entre os meses de outubro a abril.

O plantio consorciado se deu em janeiro de 2013, em uma área de 0,84 ha. As espécies nativas plantadas em consórcio foram: *Aspidosperma polyneuron* Muell. Arg, *Dipteryx alata* Vogel, *Caryocar brasiliense* Camb., *Copaifera langsdorffii* Desf. (, *Enterolobium maximum* Ducke, *Genipa americana* L., *Handroanthus impetiginosus* Mattos, *Hymenaea courbaril* L. e *Sterculia chicha* A. St.-Hil. ex Turpin. O espaçamento utilizado foi o de 3 x 3 m, com a implantação de 12 indivíduos de cada espécie em quatro arranjos, sendo um desses arranjos composto por teca no qual as espécies nativas e a exótica se encontram intercaladas nas linhas.

Para o plantio, foram realizados preparo do solo com subsolagem a 60 a 90 cm, capina química e controle de formigas, além da aplicação de 100 gramas de NPK 05-25-15 na cova. O plantio foi realizado durante o período chuvoso, em janeiro de 2013 para minimizar problemas de déficit hídrico no estabelecimento das mudas no campo. A manutenção procedeu com capinas periódicas nas entre linhas, bem como o controle de formigas e adubação de cobertura.

Para o ajuste das equações volumétricas, foi realizada cubagem rigorosa de 24 árvores, por meio do método de Hossfeld. A partir deste método, os volumes foram obtidos com base no diâmetro tomado a um terço da altura total da árvore, conforme a equação 01:

$$V = \frac{3}{4} * \pi * \left(\frac{D^2}{40000}\right) * H \quad \text{Equação (01)}$$

Sendo que: V = volume total em m^3 ; π = número de Pi; D = diâmetro, em centímetros, tomado a um terço da altura total da árvore; H = altura total da árvore em metros.

Para a obtenção de dados para o ajuste dos modelos, mensurou-se o DAP e a altura total de 24 indivíduos de teca, aos quatro anos de idade. Foram retiradas das análises e dos ajustes as árvores mortas, como proposto por Toninil et al. (2009).

Após levantamento bibliográfico, seis modelos volumétricos foram selecionados para o ajuste (Tabela 1), dentre os quais se dispõe de equações lineares e não lineares, de entradas simples ou múltiplas de dados. Aplicou-se a técnica da regressão linear pelo método matricial nos seis modelos testados.

Tabela 1. Modelos testados para estimar o volume total de árvores individuais de teca (*Tectona grandis* L. f.) plantadas em consorcio com espécies nativas do Cerrado

Número	Autor	Modelo
1	Kopezky – Gehrhardt	$v = \beta_0 + \beta_1 * DAP^2 + \epsilon_i$
2	Husch	$Ln(v) = \beta_0 + \beta_1 * Ln(DAP^2) + \epsilon_i$

Número	Autor	Modelo
3	Spurr	$v = \beta_0 + \beta_1 * (dap^2 * ht) + \varepsilon_i$
4	Prodan	$Ln(v) = \beta_0 + \beta_1 * Ln(DAP) + \varepsilon_i$
5	Spurr	$Ln(v) = \beta_0 + \beta_1 * Ln(DAP^2 * h) + \varepsilon_i$
6	Drescher	$Ln(v) = \beta_0 + \frac{\beta_1}{dap^2 * h} + \varepsilon_i$

Sendo que: v = volume; dap = diâmetro com casca, a 1,3 m de altura (cm); ht = altura total (m); Ln =logaritmo neperiano; i = coeficientes de regressão; ε = erro aleatório.

Com o objetivo de selecionar o melhor modelo foi avaliado o coeficiente de determinação ajustado ($R^2aj\%$), erro padrão da estimativa (Syx), valor de F e a distribuição gráfica dos resíduos. As fórmulas dos parâmetros de avaliação para estimar o melhor ajuste são descritas nas Equações 02 e 03:

$$R^2aj = R^2 - \frac{K - 1}{N - K} * (1 - R^2) \quad \text{Equação (02)}$$

Sendo que: R^2aj = coeficiente de determinação ajustado; R^2 =coeficiente de determinação; K = número de coeficientes da equação; N = número de observações.

$$S_{yx}\% = \sqrt{QMresíduos} / \bar{X} * 100 \quad \text{Equação (03)}$$

Sendo que: $Syx\%$ = erro padrão em porcentagem; $QMresíduos$ = quadrado médio do resíduo obtido na análise de variância; \bar{X} = média da variável dendrométrica volume.

Para verificar se os coeficientes de regressão dos modelos foram diferentes de zero, foi utilizado o teste t ao nível de 5% de significância.

Os modelos não lineares foram submetidos à correção de discrepância logarítmica de Meyer, conforme a Equação 04:

$$fc = e^{0,5.Syx^2} \quad \text{Equação (04)}$$

Sendo que: fc = fator de correção da discrepância logarítmica de Meyer; Syx^2 = Quadrado médio dos resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 se encontram os resultados dos coeficientes estimados e estatística de precisão para os modelos volumétricos testados e, pode-se observar que os modelos de Spurr (modelos 03 e 05) apresentaram os maiores coeficientes de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$), de 78,40% e 78,30%, respectivamente. Os modelos 03 e 05 apresentaram os menores erros padrões relativos, com valores de 37,45% e 37,50%, respectivamente. No entanto, o modelo 3 apresentou um coeficiente não significativo pelo teste t ao nível de 95% de probabilidade.

Tabela 2. Coeficientes estimados (coeficiente de determinação ajustado – $R^2_{aj.}$ e erro padrão – S_{xy}) para os modelos volumétricos testados para plantio de teca em Reserva Legal experimental no Distrito Federal

Modelo	Coeficientes estimados		$R^2_{aj.}$	Syx%	F	Entrada
	0	1				
1	0,0009 ^{ns}	0,0003	0,723	42,42	60,99	Simple
2	-8,126	0,9844	0,720	42,64	60,12	Simple
3	0,0042 ^{ns}	3.10^{-05}	0,784	37,45	84,43	Dupla
4	-8,1259	1,969	0,720	42,64	60,12	Simple
5	-8,566	0,7599	0,783	37,50	84,17	Dupla
6	-3,591	-112,17	0,457	59,37	20,35	Dupla

Sendo que: i = coeficientes do modelo; $R^2_{aj.}$ = coeficiente de determinação ajustado; F= valor de F calculado por meio do teste F; ns = parâmetro não significativo pelo teste t ao nível de 95% de probabilidade.

O $R^2_{aj.}$ avalia o quanto da variação total da variável dependente é explicada pelo modelo que está sendo ajustado (SANTOS et al., 2014). Esse valor varia de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo de 1 mais precisa e melhor é a equação (VENTUROLI, 2015).

Conforme afirmou Sanquetta et al. (2014) os modelos volumétricos costumam apresentar $R^2_{aj.}$ superiores a 95% e o erro padrão da estimativa em porcentagem inferior a 10%. Os $R^2_{aj.}$ obtidos neste estudo apresentaram resultados inferiores ao esperado para este tipo de modelo, tendo uma variação de 0,457 a 0,784, além de erro padrão em porcentagem superior a 10%.

Dentre os modelos analisados, o modelo 05 apresentou $R^2_{aj.}$ igual a 0,783, podendo ser explicado pela dupla entrada na equação (DAP e altura), já que tais variáveis dendrométricas apresentam alta correlação com volume e, portanto, o acréscimo da variável altura possibilita melhor precisão de suas estimativas (VIEIRA et al., 2008).

Dentre os modelos de dupla entrada, os coeficientes de determinação com maior expressão foram encontrados nos modelos de número 03 e 05, porém o modelo 03 apresentou um parâmetro não significativo, o que impossibilita o seu uso. Já para os modelos de simples entrada, a Equação 01 mostrou-se mais adequada em função do seu coeficiente mais elevado. Porém, é importante destacar que o modelo 01 apresentou seu intercepto não significativo pelo teste t ao nível de 95% de probabilidade. As Equações 02 e 04, que também são de simples entrada,

apresentaram resultados iguais para estatística de precisão, como pode ser observado na Tabela 02.

Os modelos de dupla entrada apresentaram maiores estatísticas de precisão, que segundo Scolforo (1997), modelos que utilizam o diâmetro e a altura, pressupõem uma maior variabilidade entre estas variáveis, o que é diferente para os modelos de simples entrada, geralmente o diâmetro, e são utilizadas para pequenas áreas florestais, nas quais a correlação entre o diâmetro e a altura é bastante forte. Para este estudo, a correlação entre o diâmetro e altura de teca foi considerada forte, com valor de 0,801, a covariância foi de 3,7558.

Em um estudo que analisou 11 modelos de relações volumétricas em povoamentos jovens de teca no estado de Mato Grosso, Drescher et al. (2014), obtiveram valores de R^2_{aj} que variaram de 0,933 a 0,982. Valores semelhantes foram observados por Almeida et al. (2016), que também obtiveram altos valores para o R^2_{aj} . 0,936 a 0,981 em plantio seminal de teca aos 12 anos de idade, em Alta Floresta - MG.

Os baixos valores encontrados para R^2_{aj} neste estudo, podem ser explicados pelo fato de o plantio ser consorciado, dessa forma, as diferentes espécies podem estar competindo de modo distinto pelos fatores de produção (água, luz e nutrientes), o que resulta em diferentes taxas de crescimento. Diante disso, as variáveis altura e diâmetro podem apresentar uma maior variabilidade dimensional em decorrência desta competição, o que pode ter impactado no poder preditivo dos modelos, que segundo Nguyen et al. (2014) ainda há uma insipiência de informações sobre o crescimento de espécies tropicais em plantios mistos.

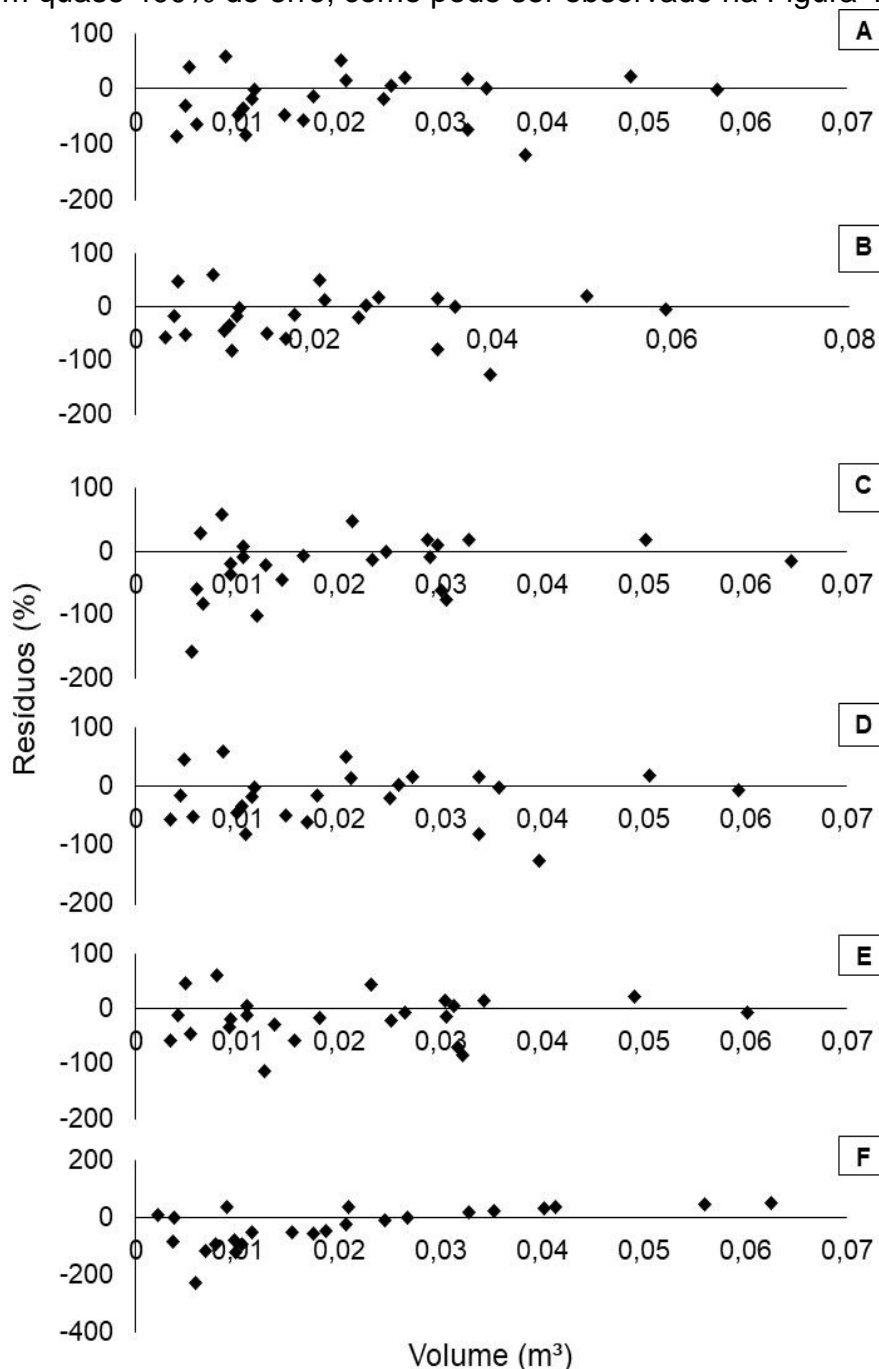
Outro indicador utilizado para avaliar a qualidade do ajuste da equação é o erro padrão em porcentagem. Segundo Ratuchne et al. (2016) este parâmetro representa a dispersão entre os valores observados e estimados, sendo desejável que ele tenha o menor valor. Portanto, quanto menor for o erro padrão da estimativa, melhor são as estimativas obtidas na equação. No presente estudo o erro padrão obteve valores variando de 37,45% a 59,37%, valores considerados elevados e, que indicam baixa precisão de todas as equações ajustadas.

A análise de variância da regressão é utilizada para verificar a existência de uma relação entre uma variável dependente com uma ou mais variáveis independentes. Neste trabalho, o teste F mostrou-se significativo para todos os modelos havendo, entretanto, variações nos valores de F entre estes modelos. Estas variações são refletidas pela própria qualidade estatística que cada modelo expressa. Os modelos de dupla entrada apresentaram os maiores valores para F, com exceção do modelo 06.

Outro critério para avaliação de uma equação de regressão é a distribuição gráfica dos resíduos, que devem estar distribuídos uniformemente e o mais próximo de zero. Os resíduos indicam a diferença entre os valores reais, aqueles medidos em campo, e os estimados por cada equação gerada pelo modelo ajustado. As distribuições dos resíduos das equações ajustadas estão expressas na Figura 1.

Na Figura 1 é possível notar que as equações de dupla entrada que apresentam melhor distribuição dos resíduos são a de número 03 e 05. Quanto às equações de entrada simples, isto é, com apenas uma variável independente, observa-se que o modelo de número 01 apresentou simetria na distribuição dos dados, que justifica matematicamente seu menor erro padrão. Entretanto, os modelos 02 e 04 possuíram o segundo menor erro padrão entre as equações de

simples entrada e pela sua plotagem de resíduos, têm-se menores tendências de superestimativa e subestimativas da variável volume. O modelo 06, que é um modelo de dupla entrada, apresentou tendências de superestimar os volumes nas menores dimensões, com quase 400% de erro, como pode ser observado na Figura 1.



Fonte: Os Autores (2019)

Figura 1. Resíduos em função do volume estimado para os modelos volumétricos com casca para teca, plantada em consórcio no Distrito Federal. Em que: A) Kopezky – Gehrhardt; B) Husch; C) Spurr; D) Prodan; E) Spurr; F) Drescher.

Por meio da análise minuciosa, o modelo 05, se apresentou ligeiramente mais acurado que os demais, com exceção do modelo 03, porém este apresentou um de seus coeficientes estatisticamente igual a zero pelo teste *t* ao nível de 5% de significância, o que impede o seu uso para a predição dos volumes.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos para os povoamentos jovens de *Tectona grandis* mostraram, a princípio, indicadores gerais de ajuste considerados abaixo daqueles encontrados na literatura para este tipo de modelo.

As equações ajustadas neste estudo são preliminares devido à pouca idade das árvores em relação ao ciclo de corte previsto e, demonstraram a relação de dependência entre os DAP e as alturas. As equações ajustadas não podem ser utilizadas devido ao alto erro padrão da estimativa em porcentagem para todos os modelos, no entanto, caso não haja modelo a ser utilizado, que possua erro padrão menor, indica-se o uso do modelo de número 05 (Spurr) desde que atentando-se para o erro padrão da estimativa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. L. C. S.; SILVA, F. R.; SANTOS, A. F. A.; GARCIAL, M, L.; WOJCIECHOWSKIL, J. C. Determinação de equação volumétrica e hipsométrica para um plantio de *Tectona grandis* L. f. em Alta Floresta, MT. **Revista de Ciências Agroambientais**: Universidade do Estado de Mato Grosso- Alta Floresta, v.14, n.2, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/1266>>.

ANGELI, A. **Identificação de espécies florestais: *Tectona grandis* (Teca)**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003.

CAMINO, R.; MORALES, J. P. **Las plantaciones de teca em América Latina: mitos y realidades**. CATIE - Informe Técnico, Turrialba, n. 397, 2013, p. 392.

DRESCHER, R.; GAVA, F. H.; PELISSARI, A. L.; ACOSTA, F. C.; VERSIDES, S. M. S. Equações volumétricas para *Tectona grandis* Linn F. em povoamentos jovens no estado de Mato Grosso. **Advances in Forestry Science** , v. 1, p. 65-70, 2014. Disponível em: <<http://www.periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/viewFile/1737/pdf>>.

GARCIA, R. A.; MARINONIO, G. B. Variação da Cor da Madeira de Teca em Função da Densidade e do Teor de Extrativos. **Floresta e Ambiente**. v. 23, n. 1, p.124-134, 2016. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872016000100124&script=sci_abstract&tlng=pt>.doi: 10.1590/2179-8087.035313

IBÁ. Indústria brasileira de árvores. **Relatório Anual Ibá 2017**, p. 69, 2017.

LEITE, H. G.; ANDRADE, V. C. L. Importância das variáveis altura dominante e altura total em equações hipsométricas e volumétricas. **Revista Árvore**, v.27, n.3, p. 301-310, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100->

67622003000300005&script=sci_abstract&tlng=pt>. doi: 10.1590/S0100-67622003000300005

MORA, F.; HERNÁNDEZ, W. Estimación del volumen comercial por producto para rodales de teca en el pacífico de Costa Rica. **Agronomía Costarricense**, v. 31, n. 1, p. 101–112, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/26493430_Estimacion_del_volumen_comercial_por_producto_para_rodales_de_teca_en_el_Pacifico_de_Costa_Rica>

NGUYEN, H.; LAMB, D.; HERBOHN, J.; FIRN, J. Designing mixed species tree plantations for the tropics: balancing ecological attributes of species with landholder preferences in the Philippines. **PLoS One** v. 9, p. 1–11. 2014. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0095267>> doi: 10.1371/journal.pone.0095267

OLIVEIRA, A. S.; SILVA, R. A. Ocorrência e Patogenicidade de *Meloidogyne javanica* sobre plantas de teca (*Tectona grandis* Linn. F.). **Ciência Florestal: UFSM**. Impreso, v. 23, n. 4, p. 563-569, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/index.php/cienciaflorestal/article/view/12340>>. doi: 10.5902/1980509812340.

PELISSARI, A. L.; GUIMARÃES, P. P.; BEHLING, A.; EBLING, A. A. Cultivo da teca: características da espécie para implantação e condução de povoamentos florestais. **Agrarian Academy**, v. 1, p. 127-145, 2014. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2014a/cultivo.pdf>>.

RATUCHNE, L. C.; KOEHLER, H. S.; WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; SCHAMNE, P. A. Estado da Arte na Quantificação de Biomassa em Raízes de Formações Florestais. **FLORAM - Revista Floresta e Ambiente**, v. 23, p. 1-13, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/floram/v23n3/2179-8087-floram-2179-8087131515.pdf>>. doi: 10.1590/2179-8087.131515.

SANTOS, M. L.; BRASIL NETO, A. B.; PAUMGARTTEN, A. E. A.; RODRIGUES, R. P.; SANTOS, C. R. Estimativa da relação hipsométrica para um povoamento de *Eucalyptus "urograndis"* no município de Moju, Nordeste Paraense. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.19, p. 1039-1048, 2014. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/estimativa%20da%20relacao.pdf>>.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. D.; RODRIGUES, A. L.; WATZLAWICK, L. F. **Inventários Florestais: Planejamento e Execução**. 3. ed. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora, 2014. 409 p.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: técnicas de regressão aplicada para estimar: volume, biomassa, relação hipsométrica e múltiplos produtos da madeira**. Lavras: UFLA/FAEPE/DCF. 298p, 1997.

TONINI, H.; COSTA, M. C. G.; SCHWENGBER, L. A. M. Crescimento da teca (*Tectona grandis*) em reflorestamento na Amazônia Setentrional. **Pesquisa**

Florestal Brasileira, Colombo, n. 59, p. 05-14, 2009. Disponível em: <<http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/11>>.doi: 10.4336/2009.pfb.59.05.

VENTUROLI, F. **Inventário florestal: princípios para uma aplicação prática**. 1. ed. Goiânia: UFG, 2015. 57 p.

VIEIRA, A. H.; ROCHA, R. B.; BENTES-GAMA, M. M.; LOCATELLI, M. Desempenho de teca (*Tectona grandis*) em plantio adensado no Estado de Rondônia. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 56- Embrapa Rondônia: Porto Velho, RO, 2008.