

Equações Hipsométricas, Volumétricas e de Crescimento para *Khaya ivorensis* Plantada em Pirapora

Liniker Fernandes da Silva¹, Giselle Lima Ferreira²,
Ana Carolina Albuquerque dos Santos¹, Hélio Garcia Leite¹,
Marcio Lopes da Silva¹

¹Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa/MG, Brasil

²Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa/MG, Brasil

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos a disponibilização de equações hipsométricas, volumétricas e de predição do crescimento para a espécie *Khaya ivorensis*. Para o ajuste das equações de altura utilizaram-se dados de altura total e diâmetro a 1,3 metros de altura coletados em plantio localizado no município de Pirapora, Minas Gerais. Para as equações volumétricas, realizou-se a cubagem de 21 árvores em pé no mesmo plantio. As equações de crescimento foram estimadas com dados de volume por hectare de 10 parcelas, com idade entre 30 e 59 meses. O cálculo do volume foi realizado seguindo o método de Smalian. As equações ajustadas apresentaram estatísticas satisfatórias, porém inferiores à de outras culturas mais difundidas, como a do Eucalipto. Mas em face da escassez de informações técnicas sobre o Mogno-africano, este trabalho contribuiu de forma significativa para o estado da arte da referida planta.

Palavras-chave: mogno-africano, inventário florestal, predição do crescimento.

Hypsometric, Volumetric and Growth Equations for *Khaya ivorensis*, Planted in Pirapora

ABSTRACT

The present study aimed to provide hipsometric, volumetric and growth prediction equations for *Khaya ivorensis* species. To adjust the height equations we used data with total height and diameter at 1.3 meters collected in the city of Pirapora. For volumetric equations, we performed the scaling of 21 standing trees in the same planting. The growth equations were estimated with volume per hectare of 10 parcels, with age between 30 and 59 months. The volume calculation was performed following the method of Smalian. The adjusted equations showed satisfactory statistics, however lower than the other most widespread crops such as Eucalyptus. But in the face of the lack of technical information about the African Mahogany, this work has contributed significantly to the state of the art of the mentioned plant.

Keywords: African mahogany, forest inventory, predicting growth.

1. INTRODUÇÃO

O mogno é uma das espécies mais importantes no mercado de madeiras, tendo alta representatividade no mercado (Read, 1990). O termo mogno refere-se a várias espécies dos gêneros *Swietenia* e *Khaya*, pertencentes à família Meliaceae. O primeiro gênero citado tem três espécies, sendo elas *Swietenia humilis*, presente na costa do Pacífico, na América Central; *Swietenia mahagoni*, existente nas ilhas caribenhas e no sudeste da Florida; e *Swietenia macrophylla*, o principal mogno comercializado, presente em larga área desde o México até a Amazônia Brasileira (Styles, 1981). Já o gênero *Khaya* tem diversas espécies, dentre elas *Khaya ivorensis*, presente nas florestas da costa oeste da África (Styles, 1981).

Na América, os plantios de mogno da espécie *Swietenia macrophylla* enfrentam grandes dificuldades, impostas pela Broca-do-ponteiro (*Hypsipyla grandella*), que destrói a gema apical das plantas, provocando deformação nelas e, por consequência, depreciando a madeira (Newton et al., 1993). Por esse motivo, têm sido amplamente recomendados plantios comerciais de mognos exóticos no Brasil (Falesi & Baena, 1999; Castro et al., 2008). A resistência da *Khaya ivorensis* a *Hypsipyla grandella*, aliada à inexistência da *Hypsipyla robusta*, praga que ataca a espécie em sua área de ocorrência natural (Roberts, 1966), e as condições ambientais parecidas com as encontradas no continente africano permitem ao Brasil o estabelecimento de plantios comerciais dessa espécie.

O estabelecimento de plantios comerciais de mogno em áreas onde não são nativos já haviam sido previstos no passado por Newton et al. (1993). A possibilidade de introdução do gênero *Khaya* em regiões tropicais diferentes do seu hábitat natural foi apontada como potencial por Betancourt et al. (1972). No Brasil, as previsões dos autores citados se confirmaram e os plantios com espécies do gênero *Khaya* vêm se tornando representativos.

Mesmo com a crescente importância que tem tido no Brasil, a disponibilidade de informações técnico-científicas sobre a cultura do Mogno-africano é baixa. Tal fato dificulta o desenvolvimento da cultura no país. A nível mundial são encontrados diversos trabalhos estudando aspectos silviculturais da espécie, mas com relação ao crescimento da espécie existem

poucas informações publicadas, sendo que no Brasil o crescimento tem se mostrado satisfatório quando comparado ao reportado em outros locais do mundo (Ribeiro et al., 2014). A mesma carência se dá em relação à disponibilidade de equações hipsométricas, volumétricas e de crescimento.

Cientes da carência de informações sobre a cultura do mogno no Brasil, este trabalho teve como objetivos ajustar equações hipsométricas, volumétricas e de crescimento para a espécie *Khaya ivorensis*, contribuindo para o seu estabelecimento no país.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em plantio seminal de Mogno-africano, da espécie *Khaya ivorensis*, na região de Pirapora, Minas Gerais (coordenadas geográficas de latitude 17°21'55" ao sul do Equador e de longitude 44°56'59" a oeste do Meridiano de Greenwich), em espaçamento 4 x 3 metros e idade entre 30 e 54 meses, em área sob responsabilidade da empresa Mahogany. A cidade se localiza na Mesoregião Norte de Minas Gerais, onde predomina o clima do tipo Aw (Sá et al., 2012) e Latossolo Vermelho distrófico.

Os dados utilizados para os ajustes de equações hipsométricas foram obtidos a partir da estimação da altura e medição do diâmetro do tronco a 1,3 metros de altura do solo (CAP) de 159 árvores. As alturas foram estimadas com um hipsômetro e a circunferência, obtida com uma fita métrica.

Para o ajuste de equações volumétricas foram cubadas com um Critérion RD 1000 21 árvores em pé, com idade entre 30 e 47 meses, as quais tiveram suas medidas de diâmetro tomadas nas seguintes alturas: 0; 0,3; 1,3; 2,0; 2,3 e assim por diante.

Os modelos hipsométricos utilizados foram:

$$a) \text{ Modelo 1: } \ln ht = \beta_0 + \beta_1 / DAP + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$b) \text{ Modelo 2: } \ln ht = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP) + \varepsilon_i \quad (2)$$

em que: DAP = diâmetro a 1,30 metro de altura (cm); ht = altura total (m); β_i = parâmetros, com $i = 0, 1, 2, \dots$; e ε_i = erro aleatório.

Os modelos volumétricos utilizados foram:

$$a) \text{ Modelo 1 (SCHUMACHER; HALL): } \ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP) + \beta_2 \ln(ht) + \varepsilon_i \quad (3)$$

$$b) \text{ Modelo 2 (SPURR): } v = \beta_0 + \beta_1 x (DAP^2 \times ht) + \varepsilon_i \quad (4)$$

em que: v = volume da árvore (em m^3); DAP = diâmetro a 1,30 metros de altura (cm); ht = altura total (m); β_i = parâmetros, com $i = 0, 1, 2, \dots$; e ε_i = erro aleatório; foi obtido mediante procedimento de Smalian.

No ajuste de equações de crescimento utilizaram-se dados de volume por parcela com idade entre 30 e 59 meses. As equações testadas foram:

$$a) \text{ Modelo 1: } v = \beta_0 \times \exp(-\exp(\beta_1 - \beta_2 x i)) + \varepsilon_i \quad (5)$$

$$b) \text{ Modelo 2: } v = \beta_0 + \beta_1 x \ln(i) + \varepsilon_i \quad (6)$$

em que: v = volume da parcela (m^3/ha); i = idade do plantio (meses); β_i = parâmetros a serem ajustados; e ε_i = erro aleatório.

As equações, tanto as lineares como as não lineares, foram ajustadas com o *software* Statistica versão 10 (Statsoft, 2012).

Para avaliar a qualidade dos ajustes calculou-se o Coeficiente de Determinação (para os modelos lineares), o Coeficiente de Correlação (para modelos não lineares) e o Erro padrão.

Avaliou-se ainda a distribuição dos resíduos. Os mesmos foram calculados subtraindo a variável estimada por meio da equação pela variável observada em campo. Sendo assim, resíduos positivos implicam que a variável dependente naquele ponto foi superestimada, caso contrário, subestimada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Equação 1 apresentou melhor ajuste para a estimação da altura das árvores, de acordo com as estatísticas Coeficiente de Determinação e Erro Padrão

(Tabela 1). Além de apresentar estatísticas inferiores, a Equação 2 apresentou um parâmetro insignificante ao nível de 5% de probabilidade.

A literatura sobre equações hipsométricas da espécie em estudo é escassa. Demolinari (2006) ajustou equação hipsométrica para povoamentos clonais não desbastados de *Eucalyptus urograndis*, obtendo Coeficiente de Determinação de 83,7%, bem superior aos valores encontrados neste estudo. Dois fatores podem explicar tamanha diferença de desempenho. O primeiro é que o trabalho do autor referido foi realizado com plantios clonais, diferentemente deste trabalho, realizado com plantio seminal, tendo assim maior variabilidade nos dados. Ofori et al. (2007) mostraram que diferentes progênies de Mogno-africano apresentam distintos comportamentos no crescimento em altura, o que explica a variabilidade dos dados utilizados neste trabalho. Além disso, Demolinari (2006) ajustou equação com as variáveis independentes DAP , altura dominante e idade, diferentemente deste trabalho, que considerou apenas o DAP para realizar a relação hipsométrica.

A utilização da altura dominante em equações hipsométricas pode gerar ganhos na estimação da altura. Entretanto, quando não se detectam variações na altura dominante das parcelas de inventário, modelos hipsométricos $Ht = f(dap)$ devem ser adotados (Leite & Andrade, 2003). Por se tratar de um plantio pequeno, não se espera variação muito grande na altura dominante. Em trabalho realizado com povoamento híbrido de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, em regime de alto fuste, espaçamento de $3 \times 3m$ e idade de 7 anos, equações hipsométricas tendo como variável independente o DAP tiveram R^2 de 76,1% (Leite & Andrade, 2003).

Tabela 1. Coeficientes estimados e estatísticas de precisão para cada equação hipsométrica ajustada para árvores de *Khaya ivorensis* com idade entre 30 e 47 meses plantadas em espaçamento 4×3 metros no município de Pirapora, Minas Gerais.

Table 1. Estimated Coefficients and accuracy statistics for each hypsometric equation adjusted for trees of *Khaya ivorensis* species, planted in spacing 4×3 meters and age between 30 and 47 months, located in the city of Pirapora, Minas Gerais.

Equação	\hat{a}_0	\hat{a}_1	R^2 (%)	\bar{R}^2 (%)	$S_{y,x}$ (m^3)
1	3,3166 (0,01 > p)	-12,5144 (0,01 > p)	72,57	72,38	2,006
2	-0,0525 (0,64)	0,9201 (0,01 > p)	68,57	68,35	2,147

Valores entre parênteses representam o nível de significância do parâmetro ajustado.

Em plantio de 11 espécies nativas do Brasil, Soares et al. (2011) ajustaram equações hipsométricas, encontrando R^2 entre 62,28% para a Aroeira-do-sertão e 91,89% para a Peroba-do-campo, sendo que os valores encontrados neste trabalho estão dentro do intervalo encontrado por estes autores.

A análise da distribuição dos resíduos (Figura 1) mostra que a Equação 1 teve distribuição dos resíduos mais uniforme nas diferentes alturas estimadas, quando comparada à Equação 2.

As equações volumétricas ajustadas tiveram todos os parâmetros significantes, ao nível de 5% de probabilidade, sendo que a segunda teve ajuste superior, considerando as estatísticas Coeficiente de Determinação e Erro Padrão (Tabela 2).

Assim como ocorre com as equações hipsométricas, as equações de volume para a espécie em questão

também são escassas. Em estudo realizado na Malásia, Heryati et al. (2011) ajustaram uma equação de volume para o Mogno-africano utilizando o modelo de Spurr, chegando a um Coeficiente de Determinação de 98%, valor superior ao encontrado neste estudo. No referido trabalho, o espaçamento de plantio é de 4 x 3 metros, o mesmo usado nos plantios-alvo deste trabalho. Talvez o que explique a superioridade do ajuste no trabalho realizado na Malásia é o fato de todas as árvores cubadas terem a mesma idade, diferentemente deste trabalho, no qual foram cubadas árvores de idades distintas. Campos & Leite (2013) afirmam que em árvores da mesma espécie com idade diferente pode haver diferenciação da forma do tronco. Tal afirmação suporta a hipótese que explica o ajuste inferior realizado neste trabalho.

A distribuição de resíduos das equações (Figura 2), mostra que não houve tendências nas equações ajustadas, sendo que a Equação 3 foi mais uniforme quando

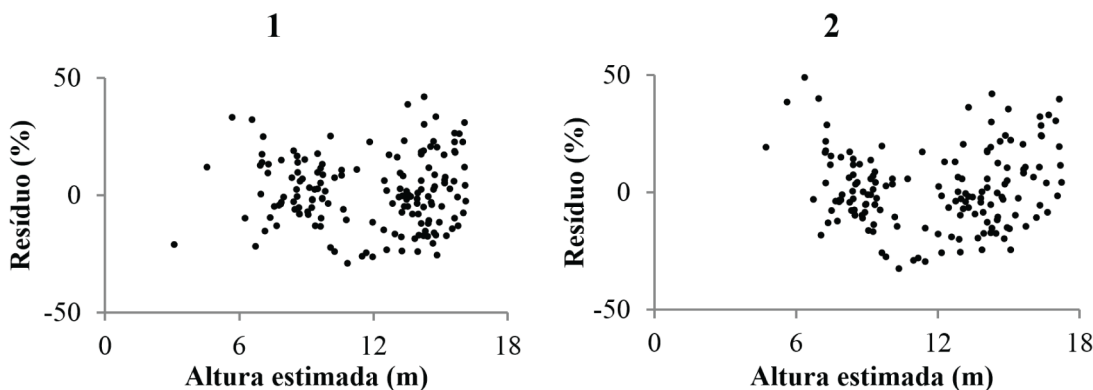


Figura 1. Gráfico de distribuição residual das equações hipsométricas ajustadas para árvores da espécie *Khaya ivorensis* com idade entre 30 e 47 meses plantadas em espaçamento 4 x 3 metros no município de Pirapora, Minas Gerais.

Figure 1. Residual distribution of hypsometric equations adjusted for trees of *Khaya ivorensis* species, planted in spacing 4 x 3 meters and age between 30 and 47 months, located in the city of Pirapora, Minas Gerais.

Tabela 2. Coeficientes estimados e estatísticas de precisão para cada equação de volume ajustada para árvores de *Khaya ivorensis* com idade entre 30 e 47 meses plantadas em espaçamento 4 x 3 metros no município de Pirapora, Minas Gerais.

Table 2. Estimated coefficients and accuracy statistics for each volume equation adjusted for trees of *Khaya ivorensis* species, planted in spacing 4 x 3 meters and age between 30 and 47 months, located in the city of Pirapora, Minas Gerais.

Equação	\hat{a}_0	\hat{a}_1	\hat{a}_2	R^2 (%)	\bar{R}^2 (%)	$S_{y,x}$ (m ³)
3	-9,792156 (0,01 > p)	2,022933 (0,01 > p)	0,813326 (0,01 > p)	96,53	96,15	0,0238
4	0,001585 (0,01 > p)	0,000037 (0,01 > p)		96,80	96,63	0,0236

Valores entre parênteses representam o nível de significância do parâmetro ajustado.

comparada à Equação 4, mesmo tendo apresentado estatísticas de precisão inferiores. Isto posto, para este trabalho, a Equação 3 foi melhor na estimativa do volume das árvores. Com a mesma, elaborou-se uma tabela de volume em m³ para arvores de *Khaya ivorensis* com idade entre 30 e 59 meses (Tabela 3).

As equações de crescimento ajustadas apresentaram alta correlação, sendo a Equação 5 superior à Equação 6 (Tabela 4). Todos os parâmetros ajustados para as equações foram significativos ao nível de 1% de probabilidade.

A distribuição dos resíduos (Figura 3) foi uniforme para as equações ajustadas e a grande similaridade

da distribuição das equações ajustadas não permite a distinção entre elas. Assim sendo, a Equação 5 teve desempenho superior em razão de seu Coeficiente de Correlação.

O incremento médio anual máximo do plantio avaliado é de aproximadamente 25 m³ por hectare/ano, ocorrendo em idade próxima aos 54 meses (Figura 4). Essa, portanto, seria a idade técnica de corte. Atualmente, a cultura do Eucalipto tem tido IMA médio de 45 m³ por hectare/ano. Entretanto, é necessário lembrar que o Eucalipto já tem todo um pacote tecnológico desenvolvido, já a cultura em questão ainda é extremamente incipiente e carece de maiores informações.

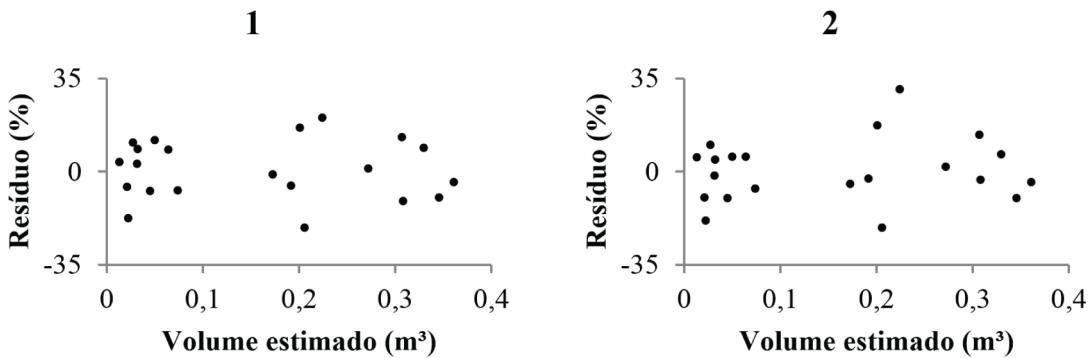


Figura 2. Gráfico de distribuição residual das equações volumétricas ajustadas para árvores de *Khaya ivorensis* com idade entre 30 e 47 meses plantadas em espaçamento 4 × 3 metros no município de Pirapora, Minas Gerais.

Figure 2. Residual distribution of volumetric equations adjusted for trees of *Khaya ivorensis* species, planted in spacing 4 × 3 meters and age between 30 and 47 months, located in the city of Pirapora, Minas Gerais.

Tabela 3. Tabela de volume em m³ para árvores de *Khaya ivorensis* com casca.

Table 3. Table of volume in m³ for *Khaya ivorensis* trees with bark.

dap (cm)	Altura total (m)								
	6	8	10	12	14	16	18	20	22
6	0,0090	0,0114	0,0136	0,0158	0,0179	0,0200	0,0220	0,0240	0,0259
8	0,0161	0,0204	0,0244	0,0283	0,0321	0,0358	0,0394	0,0429	0,0463
10	0,0253	0,0320	0,0383	0,0445	0,0504	0,0562	0,0618	0,0674	0,0728
12	0,0366	0,0462	0,0554	0,0643	0,0729	0,0812	0,0894	0,0974	0,1053
14	0,0500	0,0631	0,0757	0,0878	0,0995	0,1110	0,1221	0,1331	0,1438
16	0,0655	0,0827	0,0992	0,1151	0,1304	0,1454	0,1600	0,1743	0,1884
18	0,0831	0,1050	0,1259	0,1460	0,1655	0,1845	0,2030	0,2212	0,2390
20	0,1028	0,1299	0,1558	0,1807	0,2048	0,2283	0,2513	0,2738	0,2958
22	0,1247	0,1576	0,1889	0,2191	0,2484	0,2769	0,3047	0,3320	0,3587
24	0,1487	0,1879	0,2253	0,2613	0,2962	0,3302	0,3634	0,3959	0,4278
26	0,1748	0,2209	0,2649	0,3072	0,3483	0,3882	0,4272	0,4655	0,5030
28	0,2031	0,2566	0,3077	0,3569	0,4046	0,4510	0,4963	0,5407	0,5843

$$\hat{v} = \exp(-9,792156 + 2,022933 \ln(dap) + 0,813326 \ln(ht)) \text{ , com } \bar{R}^2 (\%) = 96,15.$$

Tabela 4. Coeficientes estimados e estatística de precisão para cada equação de crescimento ajustada para plantios de *Khaya ivorensis* com idade entre 30 e 59 meses plantada em espaçamento 4 x 3 metros no município de Pirapora, Minas Gerais.

Table 4. Estimated coefficients and statistical precision for each growth equation adjusted for plantations of *Khaya ivorensis*, planted in spacing 4 x 3 meters and age between 30 and 59 months, located in the city of Pirapora, Minas Gerais.

Equação	\hat{a}_0	\hat{a}_1	\hat{a}_2	$r_{\hat{Y}} (\%)$
5	143,6084 (0,01 > p)	3,2393 (0,01 > p)	0,0897 (0,01 > p)	99,31
6	-507,7478 (0,01 > p)	156,9930 (0,01 > p)		99,13

Valores entre parênteses representam o nível de significância do parâmetro ajustado.

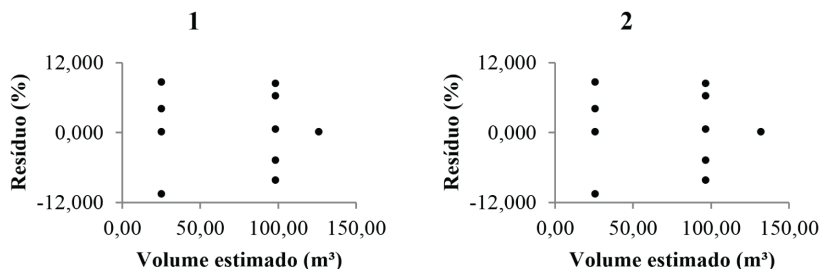


Figura 3. Gráfico de distribuição residual das equações de crescimento ajustadas para plantios de *Khaya ivorensis* com idade entre 30 e 59 meses plantada em espaçamento 4 x 3 metros no município de Pirapora, Minas Gerais.

Figure 3. Graph of residual distribution of growth equations adjusted for plantations of *Khaya ivorensis*, planted in spacing 4 x 3 meters and age between 30 and 59 months, located in the city of Pirapora, Minas Gerais.

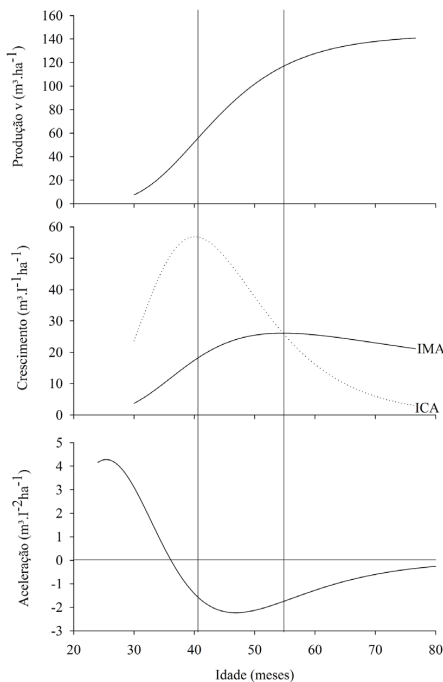


Figura 4. Relações entre crescimento e produção para *Khaya ivorensis* plantada em espaçamento 4 x 3 metros no município de Pirapora, Minas Gerais.

Figure 4. Relationship between growth and yield for plantations of *Khaya ivorensis*, spaced 4 x 3 meters, located in the city of Pirapora, Minas Gerais.

O alto valor da madeira de Mogno-africano tem levado alguns produtores a investir no plantio da espécie. Mas da mesma forma que as receitas são altas, os custos de implantação e manutenção da cultura são elevados (Gomes, 2010), em função das necessidades da espécie, principalmente com relação à irrigação. Dessa forma, é necessária a condução de estudos que avaliem o aspecto econômico da espécie em questão.

4. CONCLUSÕES

As equações hipsométricas ajustadas neste trabalho estão aquém das equações encontradas na literatura para outras espécies, exigindo-se maiores estudos para melhorá-las. Mas, ao mesmo tempo, esses resultados podem ser considerados satisfatórios devido à escassez de informações sobre a cultura na literatura e ao fato de que o plantio estudado foi realizado a partir de sementes, caracterizando uma maior variabilidade dos dados.

As equações de volume encontradas apresentaram-se satisfatórias. Para melhorá-las, recomenda-se estudos futuros a respeito da forma do fuste das árvores da espécie *Khaya ivorensis* nas diferentes idades como

forma de subsidiar equações volumétricas ainda melhores no futuro.

As equações de crescimento em função da idade ajustaram-se bem aos dados. A área de plantio com menores dimensões torna desnecessária a preocupação de ajustar as equações utilizando variáveis que indiquem a capacidade do sítio.

Os valores de incremento médio anual mostram que a espécie em questão apresenta potencial técnico elevado para o estabelecimento de plantios.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 28 jan., 2015

Aceito: 22 dez., 2015

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Liniker Fernandes da Silva

Departamento de Engenharia Florestal,
Universidade Federal de Viçosa – UFV, Campus
UFV, Avenida PH Rolfs, s/n, CEP 36570-000,
Viçosa, MG, Brasil
e-mail: linikerfs@gmail.com

REFERÊNCIAS

Betancourt A, Mazquetti JR, Garcia JR. *Khaya nyasica* and *K senegalensis*. *Behaviour of the two species in Cuba* 1972; 2(2): 32-52.

Campos JCC, Leite HG. *Mensuração Florestal: perguntas e respostas*. 4. ed. Viçosa: UFV; 2013.

Castro AC, Lourenço JB Jr, Santos NFA, Monteiro EMM, Aviz MAB, Garcia AR. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. *Ciência Rural* 2008; 38(8): 2395-2402. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000800050>.

Demolinari RA. *Crescimento de povoamentos de eucalipto não desbastados* [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2006.

Falesi IC, Baena ARC. *Mogno-africano Khaya ivorensis A. Chev. em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental; 1999.

Gomes DM. *Análise de viabilidade técnica, econômico-financeiro para implantação da cultura do mogno-africano*

(*khaya ivorensis a.chev.*) na região oeste de minas gerais [monografia]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2010.

Heryati Y, Belawan D, Abdu A, Mahat MN, Abdul-Hamid H, Majid NM et al. Growth Performance and Biomass Accumulation of a *Khaya ivorensis* Plantation in three Soil Series of Ultisols. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 2011; 1(6): 33-44. <http://dx.doi.org/10.3844/ajabssp.2011.33.44>.

Leite HG, Andrade VCL. Importância das variáveis altura dominante e altura total em equações hipsométricas e volumétricas. *Revista Árvore* 2003; 27(3): 301-310. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000300005>.

Newton AC, Baker P, Ramnarine S, Mese'n JF, Leakey RRB. The mahogany shoot borer: prospects for control. *Forest Ecology and Management* 1993; 57(1-4): 301-328. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127\(93\)90179-Q](http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127(93)90179-Q).

Ofori DA, Opuni-Frimpong E, Cobbinah JR. Provenance variation in *Khaya* species for growth and resistance to shoot borer *Hypsipyla robusta*. *Forest Ecology and Management* 2007; 242(2-3): 438-443. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2007.01.090>.

Read M. *Mahogany-forests or furniture?* Brighton: Fauna and Flora Preservation Society; 1990.

Ribeiro A, Ferraz AC Fo, Scolforo JRS. Inventário florestal contínuo de plantios de Mogno africano (*Khaya ivorensis A. Chev.*) no estado de Minas Gerais. In: Corte APD, Sanqueta CR, Rodrigues AL, Machado AS, Péllico S No, Figueiredo A Fo, Nogueira GS, editores. *Atualidades em mensuração florestal*. Curitiba: EMBRAPA; 2014.

Roberts H. A survey of the important shoot, stem, wood, flower and fruit boring insects of the Meliaceae in Nigeria. *Nigerian Forestry Information Bulletin* 1966; (15):

Sá A Jr, Carvalho LG, Silva FF, Alves MC. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. *Theoretical and Applied Climatology* 2012; 108(1-2): 1-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s00704-011-0507-8>.

Soares CPB, Martins FB, Leite HU Jr, Silva GF, Figueiredo LTM. Equações hipsométricas, volumétricas e de *taper* para onze espécies nativas. *Revista Árvore* 2011; 35(5): 1039-1051. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000600010>.

Statsoft INC. *Statistica: data analysis software system: version 10.0*. Tulsa: STATSOFT; 2012.

Styles BT. Swietenioideae. In: Pennington TD, Styles BT, Taylor DAH, editores. *Meliaceae*. New York: New York Botanical Garden; 1981.