

**AVALIAÇÃO SILVICULTURAL DE *Tectona grandis* L.f., EM CÁCERES – MT, BRASIL:  
RESULTADOS PRELIMINARES**

**SILVICULTURAL ANALYSIS OF *Tectona grandis* L.f., IN CÁCERES – MT, BRAZIL: PRELIMINARY  
RESULTS**

Carlos Aberto Moraes Passos<sup>1</sup> Leopoldo Bufulin Junior<sup>2</sup> Maria Rosa Gonçalves<sup>3</sup>

**RESUMO**

O presente trabalho reporta à avaliação técnica de um povoamento de teca (*Tectona grandis* L. f.), instalado em Cáceres, MT. As árvores de teca foram plantadas em oito espaçamentos cujas densidades iniciais variaram de 833 a 2.000 plantas por hectare, em fileiras simples e duplas; no delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. Os dados foram coletados aos 22 meses de idade, sendo computada a sobrevivência e medido o diâmetro à altura do peito e a altura total das árvores. Ajustou-se uma função para a estimativa do volume do tronco com casca por árvore. Foram estimados, para cada espaçamento o diâmetro médio à altura do peito e as médias da altura, da área basal, do volume do tronco com casca por árvore e por área, e o fator de forma. O modelo de melhor ajuste para avaliação de volume do tronco com casca por árvore foi o logarítmico. O diâmetro médio à altura do peito, as médias da altura total, sobrevivência, volume do tronco com casca por árvore e a forma das árvores não apresentaram diferenças entre os espaçamentos. A altura total, a área basal e o volume do tronco com casca por área foram diretamente proporcionais ao número de árvores por área (densidade).

**Palavras-chave:** espaçamento; cubagem rigorosa; volume.

**ABSTRACT**

The present paper reports a technical evaluation of a teak stand (*Tectona grandis* L. f.), sited in Cáceres, MT. A random-block experimental design was undertaken with a stand of teak trees with initial densities varying from 833 to 2.000 plants per hectare, planted in simple and double rows, and following eight spacing. Three repetitions were made. The data were collected at the age of 22 months, and it was calculated the survival, the diameter at breast height and the total height of the trees. A model was fitted for the estimate of the volume of the stem with bark. It was considered, for each spacing calculation, the medium diameter at breast height and also the averages of the total height, of the basal area, of the volume of the trunk with bark per tree and per area, and the form factor. The model with the best fitness for the estimation of the volume of the trunk with bark was the logarithmic. The medium diameter at breast height, the averages of the total height, the survival rates, the volume of the trunk with bark and the form factor did not differ considerably by spacing. The total height, the basal area and the volume of the trunk with bark per area were directly proportional to tree density.

**Keywords:** spacing; cubic measurement; volume.

**INTRODUÇÃO**

O reflorestamento no estado de Mato Grosso teve início na década de 70, alcançando a superfície de 50.000 ha, no início dos anos 2000, com o plantio de árvores para serraria e lenha. No entanto, essa área é insignificante em relação às dimensões do Estado, qual seja, 906 milhões de ha, bem como ao volume de madeira consumido, nessa época, pelas serrarias e indústrias laminadoras, cerca de 4,0 milhões de m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup>, e para energia, em torno de 4,4 milhões de m<sup>3</sup>.ano<sup>-1</sup>.

Atualmente, a taxa de plantio de florestas, no Estado, é próxima de 10.000 ha.ano<sup>-1</sup>, sendo as espécies mais plantadas as do gênero *Eucalyptus* e teca (*Tectona grandis* L.f.). Essa preferência é conseqüente do uso energético da madeira das espécies de *Eucalyptus* e das características tecnológicas e estéticas da madeira de teca, que possui grande importância e valor nos mercados nacional e internacional

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto da Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, CEP 78.060-900, Cuiabá (MT).

2. Engenheiro Florestal, M.Sc., Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, CEP 78.060-900, Cuiabá (MT).

3. Engenheira Florestal, Doutoranda em Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Caixa Postal 9, CEP 13.418-900, Piracicaba (SP).

(Russel *et al.*, 1993; Roder *et al.*, 1995).

Estima-se que os reflorestamentos com teça, no mundo, já somam mais de três milhões de hectares (Centeno, 2001). No Brasil, a superfície plantada ainda é inexpressiva, sendo na sua maioria localizada no estado de Mato Grosso, que totaliza, atualmente, pouco mais do que 30.000 hectares. Esse Estado apresenta condições ambientais adequadas para o pleno desenvolvimento da teca, o que proporciona taxas de crescimento superiores às dos plantios da maioria dos países produtores dessa madeira.

Um dos principais aspectos a considerar, no estabelecimento de povoamentos florestais, é a adequação da densidade e o arranjo espacial das árvores, de modo a satisfazer as necessidades do produtor florestal e do mercado. A quantidade de árvores por área e a distribuição delas na área podem modificar as condições ambientais dos povoamentos florestais e a partição dos fatores de produção, tais como luz, água, nutrientes e mão-de-obra, afetando a produtividade, as características da madeira e os custos de produção.

A teca é uma espécie heliófila que apresenta um aumento na mortalidade de plantas jovens quando a densidade de plantio é muito alta. Apesar de ser plantada a 30 anos em Mato Grosso, ainda não foram publicados estudos que contribuam para a definição de espaçamentos para as condições ambientais do Estado. Krishnapillay (2000) sugere uma densidade inicial de plantio entre 1.200 e 1.600 plantas por hectare. Macedo *et al.* (2005) observaram que árvores de teça com 36 meses, plantadas no espaçamento 3 x 2 m, em Paracatu-MG, produziram maior volume do tronco por área, em relação aos espaçamentos 6 x 2 m, 6 x 3 m, 6 x 4 m e 12 x 2,5 m. Porém, de acordo com Balloni (1983), deve-se evitar a extrapolação de resultados de estudos de espaçamentos feitos em outras situações de solo e clima.

Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento silvicultural de *Tectona grandis* L. f. (teca), em diferentes densidades e arranjos espaciais, em Cáceres, MT, visando a gerar informações para auxiliar na formação de novos povoamentos florestais com a espécie no estado de Mato Grosso.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e instalado pela Faculdade de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Mato Grosso, na Escola Agrotécnica Federal de Cáceres, no município de Cáceres, MT. Localiza-se a uma distância de 220 km de Cuiabá, a uma altitude de 117 m, tendo como coordenadas geográficas 16°11'42" latitude Sul e 57°40'51" longitude Oeste de Greenwich. A área pertence à sub-bacia do alto do rio Paraguai, bacia do rio da Prata, Planície do Pantanal. A vegetação predominante no alto do rio Paraguai é representada por 30% de Savana, 20% de Florestas e 50% de Pantanal, sendo a área originalmente coberta por Savana Arborizada (Cerrado).

O solo predominante na região é do tipo Argiloso Vermelho-Amarelo distrófico (BRASIL, 1982), entretanto, na área em estudo, o solo é da classe Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com os seguintes atributos físico-químicos, na profundidade de 0 a 20 cm: pH em H<sub>2</sub>O = 4,54; pH em KCl = 3,99; M.O. = 0,96 dag.kg<sup>-1</sup>; P = 17,00 mg.dm<sup>-3</sup>; K = 41 mg.dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 2,00 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 1,40 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,40 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; H + Al = 3,60 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; T (CTC) = 7,10 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>.

O tipo climático, segundo Köppen, é Aw (Savanas tropicais com verão úmido e inverno seco), ou seja, clima tropical chuvoso, em que a temperatura média anual varia entre 23 e 25°C, com oscilação de temperatura no ano inferior a 5°C. O índice pluviométrico anual é elevado (1.277 mm), com máxima de 1.698 mm e mínima de 843 mm, porém, com uma nítida estação seca (W), apresentando déficit hídrico entre abril e dezembro.

O experimento consistiu no plantio de mudas de *Tectona grandis* L.f. em oito espaçamentos, sendo quatro em fileiras simples: 3x2 m (1.666,67 árv.ha<sup>-1</sup>), 4x2 m (1.250,00 árv.ha<sup>-1</sup>), 5x2 m (1.000,00 árv.ha<sup>-1</sup>) e 6x2 m (833,33 árv.ha<sup>-1</sup>) e quatro em fileiras duplas 3x2x2 m (2.000,00 árv.ha<sup>-1</sup>), 4x2x2 m (1.666,67 árv.ha<sup>-1</sup>), 5x2x2 m (1.428,57 árv.ha<sup>-1</sup>) e 6x2x2 m (1.250,00 árv.ha<sup>-1</sup>).

Anteriormente, a área era coberta por pastagem degradada de capim-colômbio (*Panicum maximum*), usada na pecuária bovina de corte. O terreno foi preparado com duas passagens de grade pesada, enleiramento das touceiras de capim fora da área experimental, e com uma passagem de grade leve para

nivelamento.

As mudas de *Tectona grandis* foram do tipo toco (“stump”), com 20 cm de altura, provenientes de viveiro comercial localizado em Cuiabá, MT. No mês de dezembro de 1998, realizou-se o plantio manual em covas de 20x20x20 cm, fertilizadas com 190 g de superfosfato simples e 10 g de micronutrientes FTE BR-15 (Fried Trace Elements).

O plantio foi capinado manualmente aos 30 e 90 dias e aos 14 meses, e roçado mecanicamente aos 17 e 22 meses, sendo o capim-colônia a principal espécie invasora. Aplicaram-se em cobertura no segundo e nono mês, 95 g.planta<sup>-1</sup> da fórmula 20-05-20 (N-P-K), acrescidos de 5 g.planta<sup>-1</sup> de FTE BR-15. Foram efetuadas podas e a retirada dos brotos basais das árvores aos nove, 14 e 22 meses de idade, e procedeu-se ao controle de formigas cortadeiras (*Atta sexdens rubropilosa*) durante todo o período.

### Delineamento estatístico

O desenho estatístico foi em blocos ao acaso, com três repetições nas quais os tratamentos consistiram em oito espaçamentos, totalizando 24 parcelas amostrais, utilizando o seguinte modelo estatístico (GOMES, 1984):

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

Em que:  $Y_{ij}$  = observação correspondente ao  $i$ -ésimo tratamento e  $j$ -ésimo bloco;  $\mu$  = média geral;  $t_i$  = efeito do  $i$ -ésimo tratamento;  $b_j$  = efeito do  $j$ -ésimo bloco;  $e_{ij}$  = erros independentes.

### Coleta de dados

O dados foram coletados em parcelas experimentais, em que foram plantadas 192 árvores nos espaçamentos em fileiras simples (3x2 m, 4x2 m, 5x2 m e 6x2 m), e 256 árvores nos espaçamentos em fileiras duplas (3x2x2 m, 4x2x2 m, 5x2x2 m e 6x2x2 m).

As avaliações foram realizadas aos 22 meses de idade em 96 árvores centrais de cada parcela e consistiram em: altura total (h), com vara graduada; circunferência à altura do peito (CAP), com fita métrica; e sobrevivência, com a contagem das árvores vivas.

Em cada parcela, foi abatida à altura de 0,30 m do solo, uma árvore com DAP médio, totalizando 24 árvores, sendo medidas então a circunferência a cada metro de altura do tronco, partindo de 0,30 m do solo até a altura da árvore correspondente à circunferência mínima de 15 cm.

### Análise de dados

Foram estimados: o diâmetro médio à altura do peito (DAP); as médias da altura total (h); área basal (G); volume do tronco com casca por árvore (v); volume do tronco com casca por área (Va); incremento médio anual em volume do tronco com casca por área (IMA); sobrevivência (S); e fator de forma (f), ou seja, a relação entre o volume do tronco com casca da árvore e seu volume cilíndrico.

Determinou-se o volume do tronco com casca por árvores, por meio de cubagem rigorosa, de 24 árvores com aplicação da expressão de Smalian, dada por:

$$v_i = \frac{\sum (S_i + S_{i+1})L_i}{2}$$

Em que:  $v_i$  = volume do tronco com casca;  $S_i$  = área seccional 1 com casca;  $S_{i+1}$  = área seccional 2 com casca;  $L_i$  = comprimento da seção.

### Seleção da equação de volume

Foram testados quatro modelos para estimativa do volume com casca das árvores, apresentados na Tabela 1, sendo selecionado apenas um, segundo o critério do coeficiente de correlação e o erro-padrão da média.

TABELA 1: Modelos testados tendo como variável dependente o volume do tronco por árvore ( $v_i$ ) e variáveis independentes, diâmetro à altura do peito ( $DAP_i$ ) e altura total ( $h_i$ ).

TABLE 1: Tested models with dependent variable wood volume by tree ( $v_i$ ) and independent variables, diameter at breast height ( $DBH_i$ ) and total height ( $h_i$ ).

Modelo	Variável Dependente
1. $\ln(v_i) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(DAP_i) + \beta_2 \cdot \ln(h_i) + \ln(\epsilon_i)$	$\ln(v_i)$
2. $\ln(v_i) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(DAP_i) + \ln(\epsilon_i)$	$\ln(v_i)$
3. $\ln(v_i) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(DAP_i^2 \cdot h_i) + \ln(\epsilon_i)$	$\ln(v_i)$
4. $v_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot (DAP_i)^{1/2} + \beta_2 \cdot (DAP_i) + \epsilon_i$	$v_i$

Em que: Ln = Logaritmo Neperiano;  $v_i$  = Volume do tronco com casca ( $m^3$ );  $\beta_i$  = Coeficientes ( $i = 0, 1$  e  $2$ );  $DAP_i$  = Diâmetro à altura do peito (cm);  $h_i$  = Altura total (m);  $\epsilon_i$  = Erro aleatório.

Os dados foram submetidos aos testes de BARTLETT, para homogeneidade de variâncias, e de LILLIEFORS, para normalidade de distribuição dos dados. A análise de variância foi segundo o teste F, e as médias comparadas pelo teste de TUKEY, ambos ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de sobrevivência foram transformados segundo a função:  $S_t = \arcsen(\text{sob}\% \cdot 100^{-1})^{1/2}$ . O programa utilizado para as análises estatísticas foi o SAEG, versão 8.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Equação de volume

Entre os quatro modelos testados para estimar o volume do tronco com casca, o modelo 1 apresentou o segundo maior coeficiente de correlação ajustado ( $R^2_{\text{ajust}} = 0,8716$ ) e baixo erro-padrão (Tabela 2). O modelo 3 apresentou o maior coeficiente de correlação ajustado ( $R^2_{\text{ajust}} = 0,8764$ ), porém com maior erro-padrão. Portanto, foi selecionado o modelo 1.

Keogh (1987) encontrou melhores ajustes para a estimativa de volume do tronco com casca de árvores de teca com o modelo 3 para todas as classes de DAP em plantios na Costa Rica e El Salvador.

TABELA 2: Coeficientes e estatística dos modelos para estimativa do volume do tronco com casca, para *Tectona grandis*, aos 22 meses de idade, em oito espaçamentos, em Cáceres, MT.

TABLE 2: Coefficients and statistics of models to estimate the volume, for *Tectona grandis*, 22 months-old, in eight spacings, in Cáceres, MT.

Modelo	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$R^2$	$R^2_{\text{ajust}}$	$S_{xy}$
1	-2,3817	1,1605	0,6563	0,8828	0,8716	0,0733
2	-1,0825	1,2095		0,7959	0,7866	0,0945
3	-2,2173	0,5888		0,8818	0,8764	0,9216
4	-0,0430	0,2965	-0,3073	0,7785	0,7574	0,0014

### Variáveis dendrométricas

O diâmetro médio à altura do peito (6,96 cm), as médias da altura total (6,0028 m), a sobrevivência transformada (1,3224 ou 91,66%), o volume do tronco com casca (0,0138  $m^3$ ) e o fator de forma ( $f$ ), não apresentaram diferenças entre si, conforme a análise de variância F, a 5% de significância (Tabela 3).

A ausência de diferenças entre o DAP,  $h$ ,  $st$ ,  $v$  e  $f$  nos oito espaçamentos pode ser em consequência da precocidade da avaliação do povoamento. Nessa idade, provavelmente, as árvores ainda não estabeleceram competição pelos fatores de crescimento, o que acarretaria a diferença entre as variáveis consideradas. Para Centeno (2001), um aspecto importante da competição entre plantas de teca é a necessidade de desenvolvimento do sistema radicular e as exigências em luz e nutrientes.

As árvores de *Tectona grandis* sob competição por luz podem reduzir a sobrevivência, já que é uma espécie heliófila (Krishnapillay, 2000). A teca é altamente exigente em luz, e suas mudas são intolerantes à sombra, ao déficit hídrico e ao frio, respondendo positivamente a qualquer supressão de plantas competidoras (White, 1991).

Aos 22 meses de idade, os valores observados de DAP médio (6,96 cm) e de média da altura total

(6,00 m) corresponderam a incrementos médios anuais de 3,80 cm.ano<sup>-1</sup> e de 3,27 m.ano<sup>-1</sup>, em DAP e altura total respectivamente. Em povoamentos de teca, em Perlis, na Malásia, aos 23 meses de idade, no espaçamento 3x4 m, Krishnapillay (2000) observou incremento médio anual de 4,0 m em altura total e de 2,0 cm, em DAP médio.

Chaves e Fonseca (1991) informam que existem muitas semelhanças no crescimento em altura de teca entre as regiões do Caribe, América Central, Colômbia e Venezuela. Inicialmente, apresentam rápido crescimento em altura, reduzindo após 10 anos, dependendo da qualidade do sítio. O incremento médio anual em altura, até a idade de 5 anos, varia de 2,62 m a 3,06 m e, aos 9 anos, de 1,83 m a 2,24 m. Em geral, os menores incrementos em altura são observados em sítios com períodos de 6 a 8 meses de déficit hídrico.

As médias da área basal das árvores nos espaçamentos 3x2x2 m, 4x2x2 m e 3x2 m variaram de 5,86 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> a 6,96 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, porém não diferiram entre si, mas foram superiores aos demais espaçamentos. Nos espaçamentos 3 x 2 m, 5 x 2 x 2 m, 6x2x2 m e 4x2 m, as médias da área basal variaram de 4,52 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> a 5,86 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, porém não diferiram entre si, mas foram maiores que as médias dos espaçamentos 5x2 m e 6x2 m. Do mesmo modo, nos espaçamentos 5x2x2 m, 6x2x2 m, 4x2 m e 5x2 m, as médias da área basal não diferiram entre si, apesar de variarem entre 3,53 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e 5,14 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, e foram maiores que no espaçamento 6x2 m. As médias da área basal dos espaçamentos 6x2x2 m, 4x2 m, 5x2 m e 6x2 m variaram entre 3,15 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e 4,71 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, mas não diferiram entre si (Tabela 4).

Em plantio de teca na densidade de 988 árvores por hectare, em Trinidad, Chaves e Fonseca (1991) observaram áreas basais de 6 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e 7 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, aos 3,5 e 4,5 anos de idade, para as classes de sítio superior e inferior respectivamente.

As médias do volume do tronco com casca por área variaram de 10,30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> no espaçamento 6x2 m, a 25,17 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> no espaçamento 3x2x2 m, o que corresponde ao incremento médio em volume do tronco com casca entre 5,62 e 13,73 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Nos espaçamentos 3x2x2 m, 4x2x2 m e 3x2 m, as médias de volume do tronco com casca variaram de 20,72 a 25,17 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, porém não diferiram entre si e foram maiores que nos demais. Nos espaçamentos 3x2 m, 5x2x2 m e 6x2x2 m, as médias do volume com casca por área não apresentaram diferenças entre si, no entanto, foram maiores às dos demais espaçamentos. O mesmo ocorreu entre os espaçamentos 5x2x2 m, 6x2x2 m e 4x2 m; 6x2x2 m, 4x2 m e 5x2 m; e 4x2 m, 5x2 m e 6x2 m.

Esses valores são equivalentes ou superiores aos observados por Salazar e Albertin (1974) em Trinidad, em povoamentos de teca, aos 3 anos de idade (6 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>), aos 3,5 anos (6,28 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>), e aos 4,5 anos (6,11 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>). Valores entre 6,1 e 8,1 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> foram encontrados por Torres *et al.* (1991) em experimento de fertilização com fósforo, aos 12 anos, no espaçamento 2,7x2,7 m, na Venezuela, sendo a drenagem, o *status* nutricional do solo e a densidade de árvores os principais fatores limitantes ao crescimento das árvores. Portanto, os incrementos em volume observados no presente estudo podem ser considerados elevados em relação aos padrões usados.

A altura total (h), área basal (G) e volume do tronco com casca por área (Va) apresentaram correlação direta com a densidade de árvores plantadas, conforme apresentado na Tabela 5. O coeficiente de correlação entre a densidade de árvores plantadas e a altura total foi de 0,4644, a 5% de significância, enquanto que, para as variáveis G e Va, os coeficientes atingiram 0,8942 e 0,9267 respectivamente a 1% de significância. As demais variáveis não apresentaram correlações significativas a 5%.

Esses resultados indicam que em árvores de *Tectona grandis*, até a idade de 22 meses, o DAP, o volume do tronco com casca por árvore, a sobrevivência e a forma não sofreram influência dos espaçamentos testados, porém a “h”, a “G” e o “Va” aumentaram em função do número de árvores por área.

A correlação direta entre a altura e a densidade de árvores contraria o observado por Chaves (1997) para *Eucalyptus* sp, aos 6,2 anos de idade, que encontrou maiores médias de altura total e de volume do tronco por árvore em plantios com menor número de árvores por área.

Tanto em monoculturas quanto em consórcios silviagrícolas com *Eucalyptus*, a média do volume do tronco comercial por área foi maior nos espaçamentos mais adensados, observando-se a tendência do volume diminuir com a densidade de plantio (Passos, 1996).

Em geral, a área basal é influenciada pelo espaçamento e mantém uma relação direta com a

densidade inicial, ou seja, quanto maior a densidade de árvores, maior a área basal (Couto *et al.*, 1977; Chaves, 1997). Outros trabalhos mostram que, além da relação direta com a densidade de plantio, existe relação direta com a idade dos povoamentos (Salazar e Albertin, 1974).

A redução do volume do tronco por área, à medida que a densidade de plantio de árvores diminui, é esperada, pois o número de árvores é menor; no entanto, a quantidade relativa de árvores de maior dimensão é superior à dos plantios mais densos (Balloni e Simões, 1980).

TABELA 3: Análises de variância (ANOVA) e de média do diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (h), volume do tronco com casca por árvore (v), sobrevivência transformada [ $st = \arcsen(s \cdot 100^{-1/2})$ ], área basal (G), volume do tronco com casca por área (Va) e fator de forma (f) de *T. grandis*, aos 22 meses de idade, em oito espaçamentos, em Cáceres, MT.

TABLE 3: Analysis of variance (ANOVA) and average of the diameter at breast height (DBH), total height (h), stem volume with bark per tree (v), transformed survival [ $st = \arcsen(s \cdot 100^{-1/2})$ ], basal area (G), stem volume with bark per area (Va) and form factor (f) of *Tectona grandis*, 22 months-old, in eight spacings, in Cáceres, MT.

FV	GL	DAP		H		v		st		G		Va		f	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Espaçamento	7	1,17E-05	0,496 n.s.	2,15E-01	1,834 n.s.	1,46E-06	0,675 n.s.	1,71E-03	0,164 n.s.	6,02E+00	17,036*	8,32E+01	25,088*	1,30E-03	0,598n.s.
Bloco	2	6,74E-05	2,848 n.s.	2,80E-01	2,390 n.s.	5,68E-06	2,634 n.s.	3,61E-04	0,035 n.s.	1,18E+00	3,337n.s.	1,11E+01	3,339n.s.	5,26E-03	2,410n.s.
Resíduo	14	2,37E-05		1,17E-01		2,16E-06		1,04E-02		3,54E-01		3,32E+00		2,18E-03	
CV		6,9890		5,7010		10,6140		7,6990		11,6730		10,2560			
Média		0,0696		6,0028		0,0138		1,3235		5,0947		17,7600		0,5817	
Desvio		0,0049		0,4012		0,0015		0,0829		1,4668		5,3214		0,0467	

Em que: \* = Significativo a 5%; ns = não significativo a 5%; FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação.

TABELA 4: Teste de média (Tuckey) da área basal (G) e volume de tronco com casca por hectare (Va), de árvores de *Tectona grandis*, aos 22 meses de idade, em oito espaçamentos, em Cáceres, MT.

TABLE 4: Average tests (Tuckey) of the basal area (G) and stem volume with bark per hectare (Va), of trees of *Tectona grandis*, 22 months-old, in eight spacings, in Cáceres, MT.

Espaçamento (mxm)	Densidade (nº.árv.ha <sup>-1</sup> )	G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )		Va (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	
3x2x2	2.000,00	6,9628	A	25,1691	A
4x2x2	1.666,67	6,8980	A	23,8888	A
3x2	1.666,67	5,8607	A B	20,7215	A B
5x2x2	1.428,57	5,1361	B C	17,8803	B C
6x2x2	1.250,00	4,7075	B C D	16,4644	B C D
4x2	1.250,00	4,5164	B C D	15,3661	C D E
5x2	1.000,00	3,5279	C D	12,2902	D E
6x2	833,33	3,1482	D	10,2995	E

Em que: As colunas cujas médias são seguidas por mesma letra, não diferem significativamente a 5%.

TABELA 5: Correlação de Pearson entre a densidade de árvores plantadas e o diâmetro médio à altura do peito (DAP), e a média de: altura total (h), volume do tronco com casca por árvore (v), sobrevivência (S%), área basal (G), volume do tronco com casca por área (Va) e fator de forma (f), de árvores de *Tectona grandis*, aos 22 meses de idade, em oito espaçamentos, em Cáceres, MT.

TABLE 5: Correlation of Pearson between the density of planted trees and the medium diameter at breast height (DBH), and the average of: total height (h), stem volume with bark per tree (v), survival (S%), basal area (G), stem volume with bark per area (Va) and form factor (f), of trees of *Tectona grandis*, 22 months-old, in eight spacings, in Cáceres, MT.

Variável	Correlação	Significância
DAP	-0,0268	0,4506
H	0,4644	(*) 0,0111
v	0,1543	0,2359
S%	0,0231	0,4573
G	0,8942	(**) 0,0000
Va	0,9267	(**) 0,0000
f	-0,1127	0,3001

Em que: \* = Significativo a 5%; \*\* = Significativo a 1%.

## CONCLUSÕES

O modelo de melhor ajuste para a estimativa de volume do tronco com casca por árvore, até a idade de 22 meses, para a qualidade de sítio estudada, é o logarítmico  $\ln(v_i) = -2,2173 + 0,5888 \cdot \ln(DAP_i^2 \cdot h_i) + \ln(C_i)$ .

O diâmetro médio à altura do peito, as médias da altura total, sobrevivência, volume do tronco com casca da árvore e a forma das árvores, não apresentaram diferenças entre os espaçamentos.

A altura total, área basal e volume do tronco com casca por área foram diretamente proporcionais ao número de árvores por área (densidade).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALLONI, E. A. Influência do espaçamento na produtividade florestal. *Silvicultura*, São Paulo, v. 8, n. 31, p. 558-92, 1983.
- BALLONI, E.A., SIMÕES, J.W. **O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais**. Piracicaba: IPEF, 1980. 6p. (Série técnica, 3).
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SD. 21 Cuiabá. geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, Ministério das Minas e Energia. 1982.
- CENTENO, J.C. The management of teak plantations. 2001. Disponível em: [www.itto.org.jp/newsletter/v7n2/10management.html](http://www.itto.org.jp/newsletter/v7n2/10management.html). Acesso em: 2003.
- CHAVES, R. **Espaçamento em *Eucalyptus***. In: CONFERENCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, Salvador, 1997. *Anais...*, Salvador: IUFRO, v. 4, p. 180 – 185. 1997.
- CHAVES, E., FONSECA, W. ***Tectona grandis* L.f. espécie arbol de uso multiple em América Central**. Turrialba, Centro Agronômico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1991. (Série Técnica, n. 179).
- COUTO, L.; BRANDI, R.M.; CONDÉ, A.R.; NETO F.P. Influência do espaçamento no crescimento do *Eucalyptus urophylla*, de origem híbrida, cultivado na região de Coronel Fabriciano, Minas Gerais. *Revista Árvore*, v. 1, n. 2, p. 57- 71, 1977.
- GOMES, P.M. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: POTAFOS, 160 p. 1984.
- KEOGH, R.M. El futuro de la teca en América Tropical: estudio sobre *Tectona grandis* en el Caribe, Centro América, Venezuela y Colombia. *Unasylva*, Roma, v. 31, n. 126, p. 13-19, 1979.
- KRISHNAPILLAY B. **Silvicultura y ordenación de plantaciones de teca**. 2000. Disponível em: [www.fao.org](http://www.fao.org). Acesso em: 2003.

MACEDO, R.L.G.; GOMES, J.E.; VENTURIN, N.; SALGADO, B.G. Desenvolvimento inicial de *Tectona granssis* L.f. (teca) em diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 61-69, 2005.

PASSOS, C.A.M. **Sistemas agroflorestais com eucalipto para uso em programas de fomento florestal, na região de Divinópolis-MG**. Viçosa, 1996. 146f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

RODER, W., KEBOUALAPHA, B., MANIVANH, V. Teak (*Tectona grandis*), fruit and other perennials used by hill farmers of northern Laos. **Agroforestry Systems**, n. 29, v. 1, p. 47-60, 1995.

RUSSEL, J.S., CAMERON, D.M., WHAM, I.F., BEECH, D.F., PRESTWIDGE, D.B., RANCE, S.J. Rainforest trees as a new crop for Australia. **Forest Ecology and Management**, n. 60, v. 1-2, p. 41-58, 1993.

SALAZAR, R.; ALBERTIN, W. Requerimientos edaficos y climaticos para *Tectona grandis*. **Turrialba**, v.1, n.24, p. 1-71, 1974.

TORRES, A; MARQUEZ, O; HERNANDEZ, R.; FRANCO, W. Ensayos de fertilizacion com fosforita em plantaciones forestales del occidente y el oriente de Venezuela. **Rev. Fac. Agron.**, Maracay, v. 17, p. 299-308, 1991.

WHITE, K.J. **Teak**: some aspects of research and development. Bangkok : FAO, 1991.