

CRESCIMENTO DE CLONE DE *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

Dereck Halley Anthony Alves Ferreira¹, Paulo Sérgio dos Santos Leles², Eloá Cabrera Machado³, Alan Henrique Marques de Abreu¹, Fernanda Maria Abilio³

¹Eng. Florestal, Mestrando em Ciências Ambientais e Florestais, UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil - dhafferreira@gmail.com; alanhenriquem@gmail.com

²Eng. Florestal, Dr., Depto. de Silvicultura, UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil - pleles@ufrj.br

³Eng^a. Florestal, Eucatex S/A Indústria e Comércio, Botucatu, SP, Brasil - eloacabrera@gmail.com; fernanda.abilio@hotmail.com

Recebido para publicação: 30/05/2013 – Aceito para publicação: 13/03/2014

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em diferentes espaçamentos, entre o terceiro e o sexto ano de idade, em Avaré, SP. Os tratamentos consistiram dos espaçamentos de plantio 3,0 x 1,0; 3,0 x 1,5; 3,0 x 2,0 e 3,0 x 2,5 m. Foram realizadas avaliações de DAP (diâmetro a 1,30 m da superfície do solo) e altura, e aos seis anos foi calculado o volume por árvore. Desde a idade de três anos, as plantas do espaçamento 3,0 x 1,0 m apresentaram valores médios de altura e DAP inferiores às plantas dos demais espaçamentos. Na idade de seis anos, as árvores dos espaçamentos 3,0 x 2,5 e 3,0 x 2,0 m apresentaram crescimento médio significativamente superior as do espaçamento 3,0 x 1,0 m. Com base no diâmetro médio das árvores e na estimativa do volume por hectare, conclui-se que o espaçamento mais indicado para o sítio em que o trabalho foi realizado é o 3,0 x 2,0 m.

Palavras-chave: Densidade de plantio; *Eucalyptus urograndis*; sítio florestal.

Abstract

Growth of clone Eucalyptus urophylla x E. grandis in different spacing. This research aims to evaluate the growth of clones of *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* at different spacing, between the age of three and six years, in Avaré - SP. Treatments consisted of planting space as follows: 3,0 x 1,0; 3,0 x 1,5; 3,0 x 2,0 and 3,0 x 2,5 m. We evaluated DAP (diameter of soil) and height. We calculated the volume per tree of the six years old ones. Since the age of 3 years, plants in space 3,0 x 1,0 m had mean height and DAP lower than the ones in different spacing. At age 6, the trees of spacing 3,0 x 2,5 and 3,0 x 2,0 m revealed significantly higher average growth than the ones in spacing of 3,0 x 1,0 m. As conclusion, the most appropriate spacing for the region we worked is 3,0 x 2,0 m.

Keywords: Planting density; *Eucalyptus urograndis*; forest site.

INTRODUÇÃO

A utilização de espécies do gênero *Eucalyptus* é uma das alternativas para fornecer matéria-prima para siderurgia, fabricação de papel e celulose, fabricação de compensados, serraria, mourões, óleos essenciais e outros fins dentro da demanda do setor florestal brasileiro. De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2013), considerando o ano de 2012, havia área de 5,11 milhões de hectares plantados com eucalipto no Brasil, sendo Minas Gerais o estado com maior área e em segundo lugar o estado de São Paulo, com 21,3% das áreas de plantios.

Para obtenção de povoamentos florestais para fins comerciais com produtividade satisfatória, é importante empregar técnicas silviculturais adequadas, desde o plantio até o momento da colheita. O espaçamento de plantio é um dos fatores mais importantes na formação dos povoamentos de eucalipto, pois influencia nas práticas de implantação e manutenção (BALLONI; SIMÕES, 1980), na taxa de crescimento (LELES *et al.*, 2001), nas práticas de colheita do povoamento (MARTINS *et al.*, 2009) e na idade de corte e qualidade da madeira (CARDOSO JÚNIOR *et al.*, 2005).

Segundo Leles *et al.* (2001), a escolha do espaçamento adequado tem por objetivo proporcionar, para cada indivíduo, o espaço suficiente para o crescimento máximo com a melhor qualidade e menor custo, considerando ainda a questão da proteção do solo. O espaçamento ótimo é aquele capaz de fornecer o maior volume de produto em tamanho, forma e qualidade desejáveis, de acordo com a finalidade do plantio e o grau de mecanização das operações florestais (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2010).

O espaçamento tem grande influência na qualidade do sítio florestal, que é a soma dos fatores que interferem na capacidade produtiva do povoamento florestal (STAPE *et al.*, 2010). Dentre esses fatores, destacam-se as características físicas, químicas e mineralógicas do solo, características climáticas e fisiográficas, bem como fatores bióticos (RYAN *et al.*, 2010). Dessa maneira, presume-se que estudos de espaçamentos são importantes em regiões específicas, para assim obter respostas das plantas de eucalipto em determinadas condições. Com avaliações previamente realizadas em cada ambiente, verificando qual espaçamento será usado para cada material genético, há redução na possibilidade de erro, pois este pode responder diferentemente à redução ou ampliação do espaçamento de plantio.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em diferentes espaçamentos, na região de Avaré, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em maio de 2006, no Município de Avaré, SP, em área pertencente à empresa Eucatex S.A. Pela classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa, subtropical com inverno seco e verão quente. De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2012), a precipitação média anual entre o período de janeiro de 2006 e dezembro de 2011, para a estação de Avaré, foi de 1.503 mm, sendo o mês de janeiro o de maior valor médio (352,0 mm) e agosto o de menor (34,0 mm), com temperatura máxima de 29,7 °C e mínima de 13 °C, ocorrendo nos meses de março e junho, respectivamente.

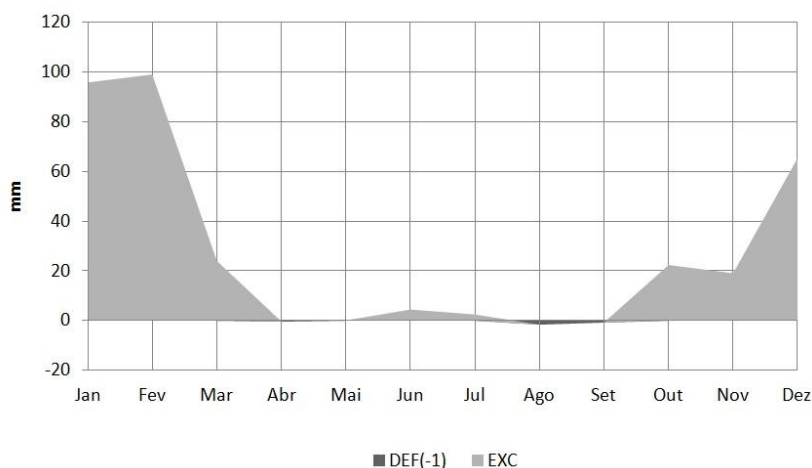


Figura 1. Extrato do balanço hídrico mensal, com base em dados de maio de 2006 a abril de 2012, para o município de Avaré, SP.

Figure 1. Extract of monthly hydric balance, based on the historical series for the city of Avare, SP.

Com base nas informações de precipitação e de temperatura médias dos meses, do período de implantação até a última coleta do experimento (maio de 2006 a abril de 2012), a área não apresentou déficit hídrico (Figura 1), calculado pelo método de Thornthwaite e Mather (1995). Para isso, utilizou-se a planilha eletrônica desenvolvida por Sentelhas *et al.* (1997) e considerou-se a capacidade de água disponível (CAD) padrão de 100 mm.

O relevo da área experimental apresenta ondulação suave e altitude média de 780 m. A caracterização química do solo encontra-se na tabela 1, e, com base em análise de laboratório, o solo foi classificado como de textura argilo-arenosa.

Tabela 1. Análise química do solo em duas profundidades, antes do plantio, em local experimental onde foi implantado o povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, no município de Avaré, SP.

Table 1. Chemical analysis of soil at two depths, before planting of *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* stands in an experimental site, in Avare, SP.

Profundidade cm	pH	¹ P	¹ K	² Ca ⁺	² Mg ⁺	² Al ³⁺	³ H+Al	V	M
	H ₂ O	mg.L ⁻¹	-----mmolc.dm ⁻³ -----				----%----		
0-15	4,2	8,0	0,8	8,0	8,0	15,0	91,0	16,0	46,6
15-35	4,1	11,0	0,6	5,0	5,0	18,0	108,0	9,0	62,3

Extratores: ¹Mehlich, ²KCl e ³acetato de cálcio; V: índice de saturação de bases; m: índice de saturação por alumínio.

Como preparo da área, realizou-se aração e gradagem. Em seguida, calagem a lanço na dosagem de 3,0 toneladas.ha⁻¹. Foram abertos sulcos na profundidade de 40 cm distanciados 3,0 m entre si.

Os tratamentos consistem nos espaçamentos de plantio 3,0 x 2,5 m; 3,0 x 2,0 m; 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 1,0 m. Cada tratamento foi composto por 10 linhas e 10 covas de plantio, totalizando 100 covas.

Foram utilizadas mudas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* propagadas por meio de estaquia, produzidas em tubetes de 56 cm³. A adubação de plantio foi de 225 gramas de N-P-K (06-30-06) + 3% S + 1% Cu + 1,3% Zn, por planta. Após 15 dias, foi realizado o replantio. Os tratamentos culturais envolveram controle de formigas-cortadeiras, capina química e adubações de cobertura. Esta última foi realizada com aplicação de 90, 135 e 225 gramas por cova de NPK (10-00-30) + 5% S + 0,5% B aos dois, cinco e onze meses, respectivamente, após o plantio.

Para avaliar o crescimento das árvores de eucalipto, foi realizada a medição do diâmetro a 1,30 m da superfície do solo (DAP) e da altura total das árvores da parcela útil (desconsideraram-se as árvores da bordadura de cada espaçamento) aos 3, 4, 5 e 6 anos de idade. Para isso, utilizou-se a suta e o clinômetro digital, respectivamente.

Com os dados de DAP e de altura total de seis anos de idade, foi calculado o volume de cada indivíduo, por meio da equação desenvolvida pela Empresa para a referida idade, com valores de R²_{ajustado} de 0,98 e S_{yx} de 8,9%.

$$V = e^{\left(-12,631 - \left(0,132 * \left(\frac{DAP^2}{Ht}\right)\right) + 4,295 * \ln(DAP) + 0,215 * \ln(Ht)\right)}$$

em que: DAP = diâmetro a 1,30 m da superfície do solo (cm);

Ht = altura total (m);

V = volume (m³).

Como análise dos dados, em cada espaçamento, foi realizada curva de tendência do crescimento médio em DAP e altura total. Também foi aplicado teste t para amostras independentes, ao nível de 5% de significância, para verificar diferenças significativas entre o efeito dos diferentes tratamentos no crescimento dessas duas variáveis de 3 a 6 anos e para a produção volumétrica média, aos 6 anos.

A altura dominante foi obtida segundo o critério de Assman, com as alturas e diâmetros médios das cem árvores de maior DAP por hectare concordando com o tamanho da unidade amostral de cada espaçamento.

Com dados de seis anos, foi realizada análise de estatística descritiva das plantas em função do espaçamento, considerando o intervalo de confiança estimado com 95% de probabilidade. Também com dados de DAP de seis anos, foi realizada análise de percentis, em cada espaçamento, no intuito de avaliar o percentual de árvores com um determinado DAP mínimo.

Por fim, o volume médio por hectare, em cada espaçamento aos seis anos, foi extrapolado com base no número de plantas (considerando a taxa de sobrevivência) e na área da unidade amostral.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de sobrevivência das plantas, aos 6 anos após o plantio, foi de 93, 97, 95 e 88%, respectivamente, para as unidades experimentais do espaçamento 3,0 x 2,5, 3,0 x 2,0, 3,0 x 1,5 e 3,0 x 1,0 m. Isso demonstra que não houve relação direta de sobrevivência em função do espaçamento.

Apenas na unidade experimental do espaçamento 3,0 x 1,0 m a sobrevivência foi inferior a 90%, indicando que, nessa idade, pode estar ocorrendo autodesbaste, devido à competição intraespecífica. A pouca resposta de sobrevivência em função do espaçamento de plantio é provavelmente devida à boa qualidade do sítio, evidenciado pela tabela 1 e figura 1. Leles (1995) observou que houve relação direta na taxa de sobrevivência de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita*, aos 52 meses de idade, em função do espaçamento. Segundo esse autor, isso ocorreu devido à região de cerrado do noroeste de Minas Gerais apresentar déficit hídrico do solo pronunciado, o que não ocorre no sítio deste trabalho.

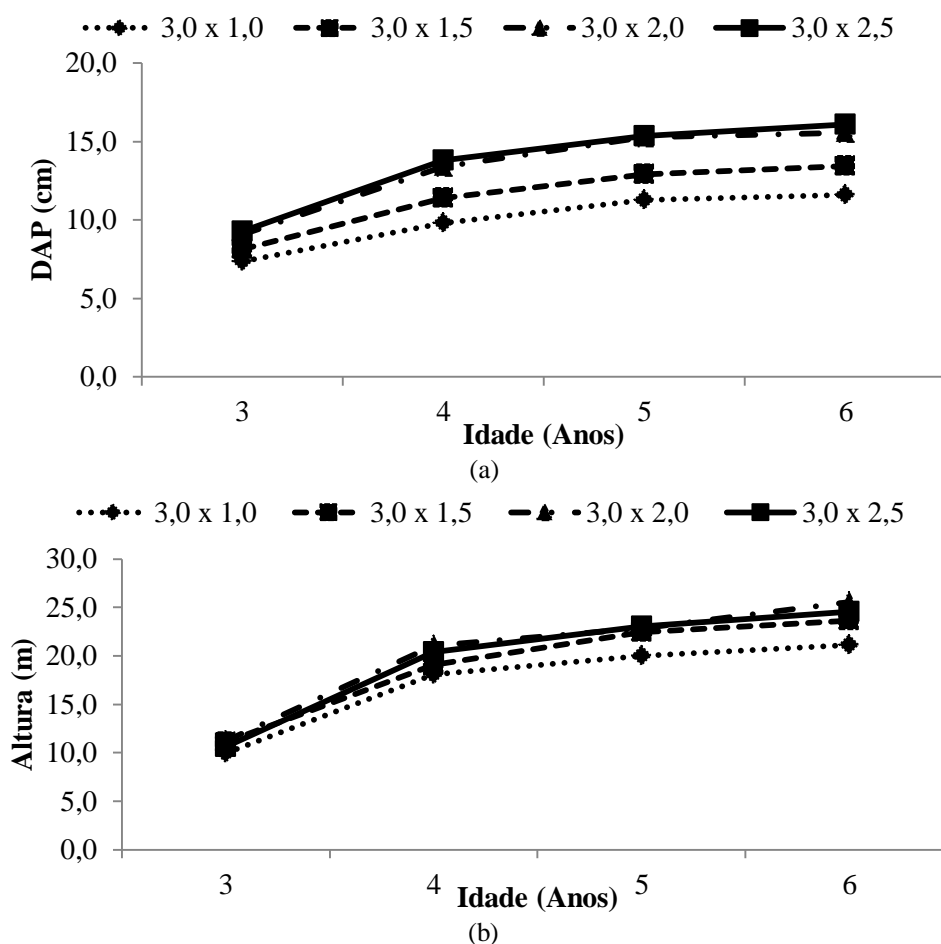


Figura 2. Crescimento médio em DAP (a) e altura (b) de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, em diferentes espaçamentos de plantio, de 3 a 6 anos de idade, no município de Avaré, SP.

Figure 2. Average growth in DBH and height of *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* at different planting spacing between ages of 3 and 6 years, in Avare - SP.

O crescimento em DAP médio das plantas dos espaçamentos 3,0 x 2,5 e 3,0 x 2,0 m, a partir do 4º ano após plantio, apresenta tendência de ser superior às dos espaçamentos 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 1,0 m (Figura 2). Esse maior crescimento em diâmetro dos plantios de eucalipto nos maiores espaçamentos é relatado também por outros autores (BERNARDO *et al.*, 1998; LELES *et al.*, 2001; OLIVEIRA NETO *et al.*, 2010), principalmente nas idades em torno de 5 a 7 anos após o plantio, dependendo da qualidade do sítio onde o experimento foi instalado.

Quanto à variável altura, as árvores do espaçamento 3,0 x 1,0 m foram as que apresentaram o menor valor médio, e as dos demais espaçamentos, valores tendendo a ser superiores e próximos.

Observa-se pela tabela 2 que, para a variável DAP, houve uma tendência de aumento do valor médio dos menores para os maiores espaçamentos. O tratamento caracterizado pelo espaçamento

3,0 x 2,5 m foi o que apresentou menor coeficiente de variação para as três variáveis, caracterizando que este propiciou a formação de povoamentos mais homogêneos nas idades consideradas. O espaçamento 3,0 x 1,0 m foi o que apresentou maior variabilidade para as três variáveis em análise, indicando que, juntamente com os dados de sobrevivência, pode estar ocorrendo autodesbaste. Em termos de altura média, foi o espaçamento 3,0 x 2,0 m que obteve tendência de maiores valores.

Tabela 2. Estatísticas descritivas para as variáveis DAP, altura total e volume individual, aos seis anos de idade, para os quatro espaçamentos de plantio.

Table 2. Descriptive statistics for the DBH, total height, and individual volume, at age of six years, for the four spacing.

Estatística	Espaçamento			
	3,0 x 2,5 m	3,0 x 2,0 m	3,0 x 1,5 m	3,0 x 1,0 m
DAP (cm)				
\bar{x}	16,1	15,6	13,4	11,6
s	1,9	1,9	2,5	2,9
CV	11,8	12,2	18,8	25,1
IC	$15,7 \leq \mu \leq 16,4$	$15,2 \leq \mu \leq 15,9$	$13,0 \leq \mu \leq 13,9$	$11,1 \leq \mu \leq 12,1$
Média Hdom*	18,8	18,5	16,9	17,6
Altura total (m)				
\bar{x}	24,6	25,6	23,6	21,1
s	2,2	2,8	3,2	4,1
CV	9,1	10,9	13,8	19,5
IC	$24,2 \leq \mu \leq 25,0$	$25,1 \leq \mu \leq 26,1$	$23,1 \leq \mu \leq 24,2$	$20,4 \leq \mu \leq 21,8$
Média Hdom**	25,3	27,5	26,3	26,3
Volume (m ³)				
\bar{x}	0,24	0,25	0,17	0,11
s	0,08	0,08	0,09	0,09
CV	31,50	34,20	52,90	81,40
IC	$0,23 \leq \mu \leq 0,25$	$0,23 \leq \mu \leq 0,26$	$0,15 \leq \mu \leq 0,18$	$0,09 \leq \mu \leq 0,12$

\bar{x} : média aritmética; s: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; IC: intervalo de confiança; Hdom*: refere-se ao valor da média de diâmetro das árvores de altura dominante; Hdom**: refere-se ao valor da média de altura das árvores de altura dominante.

Em relação às médias de crescimento das árvores de altura dominante, observa-se que os maiores valores de DAP foram encontrados na unidade experimental do espaçamento 3,0 x 2,5 m. No entanto, maiores médias de altura estavam no espaçamento 3,0 x 2,0 m, e os menores valores no espaçamento 3,0 x 2,5 m. Isso ocorreu provavelmente devido às plantas de eucalipto serem espécies C3 e apresentarem alto ponto de compensação lumínico (BARTHELEMY *et al.*, 1991), necessitando de bastante luz para o seu crescimento. Com isso, nos espaçamentos mais fechados, as plantas “buscam” a luz e assim apresentam maior altura do que nos espaçamentos mais amplos. No espaçamento 3,0 x 2,5 m, devido, teoricamente, à maior área útil por planta. Houve, conforme tabela 2, maior resposta em diâmetro em detrimento da altura, principalmente das árvores dominantes. O espaçamento 3,0 x 2,0 m foi onde, provavelmente, ocorreu melhor uso e balanço dos recursos ambientais, principalmente luz, conforme relatado em trabalho de Assis *et al.* (1999), os quais observaram que, para uma mesma densidade populacional, mas espaçamentos diferentes, as plantas de *Eucalyptus* responderam com valores médios de DAP e altura de maneira diferenciada.

Foi observado que na unidade do espaçamento 3,0 x 1,0 m, aos seis anos de idade, obteve-se menor sobrevivência, que, juntamente com a tendência de menor crescimento em DAP e altura, colabora com indícios de que nesse espaçamento mais fechado está ocorrendo maior competição entre as plantas.

Na tabela 3 são apresentadas, para as quatro idades avaliadas, combinações de crescimento das árvores de eucalipto em função do espaçamento e suas comparações de significância pelo teste t.

Tabela 3. Valores médios de DAP e altura total, em quatro idades, e de volume, aos seis anos de idade, para cada combinação de espaçamentos de plantio, utilizando teste t para amostras independentes.

Table 3. Mean values of DBH and total height in four ages, and volume, at age of six years, for each combination of spacing used in the t test for independent samples.

Combinação de espaçamentos (m)	3 anos	4 anos	5 anos	6 anos
DAP (cm)				
3,0 x 2,5 e 3,0 x 2,0	9,3 e 9,1 ^{n.s}	13,8 e 13,4*	15,4 e 15,3 ^{n.s}	16,1 e 15,6 ^{n.s}
3,0 x 2,5 e 3,0 x 1,5	9,3 e 8,1*	13,8 e 11,4*	15,4 e 12,9*	16,1 e 13,4*
3,0 x 2,5 e 3,0 x 1,0	9,3 e 7,4*	9,3 e 7,4*	15,4 e 11,3*	16,1 e 11,6*
3,0 x 2,0 e 3,0 x 1,5	9,1 e 8,1*	13,4 e 11,4*	15,3 e 12,9*	15,6 e 13,4*
3,0 x 2,0 e 3,0 x 1,0	9,1 e 7,4*	13,4 e 9,8*	15,3 e 11,3*	15,6 e 11,6*
3,0 x 1,5 e 3,0 x 1,0	8,1 e 7,4*	11,4 e 9,8*	12,9 e 11,3*	13,4 e 11,6*
Altura total (m)				
3,0 x 2,5 e 3,0 x 2,0	10,6 e 11,2*	20,4 e 21,1*	23,1 e 22,9 ^{n.s}	24,6 e 25,6*
3,0 x 2,5 e 3,0 x 1,5	10,6 e 11,1*	20,4 e 19,1*	23,1 e 22,5 ^{n.s}	24,6 e 23,6*
3,0 x 2,5 e 3,0 x 1,0	10,6 e 9,9*	20,4 e 18,1*	23,1 e 20,0*	24,6 e 21,1*
3,0 x 2,0 e 3,0 x 1,5	11,2 e 11,1 ^{n.s}	21,1 e 19,1*	22,9 e 22,5 ^{n.s}	25,6 e 23,6*
3,0 x 2,0 e 3,0 x 1,0	11,2 e 9,9*	21,1 e 18,1*	22,9 e 20,0*	25,6 e 21,1*
3,0 x 1,5 e 3,0 x 1,0	11,1 e 9,9*	19,1 e 18,1*	22,5 e 20,0*	23,6 e 21,1*
Volume (m ³)				
3,0 x 2,5 e 3,0 x 2,0				0,24 e 0,25 ^{n.s}
3,0 x 2,5 e 3,0 x 1,5				0,24 e 0,18*
3,0 x 2,5 e 3,0 x 1,0				0,24 e 0,12*
3,0 x 2,0 e 3,0 x 1,5				0,25 e 0,18*
3,0 x 2,0 e 3,0 x 1,0				0,25 e 0,12*
3,0 x 1,5 e 3,0 x 1,0				0,18 e 0,12*

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ^{n.s} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Observa-se, para a variável DAP, que apenas os espaçamentos 3,0 x 2,5 e 3,0 x 2,0 m não apresentaram diferenças estatísticas significativas aos três, cinco e seis anos de idade. Todas as demais comparações foram significativas ao nível de 5% de probabilidade, indicando que os maiores espaçamentos propiciaram maior crescimento em diâmetro e corroborando resultados encontrados por Leles *et al.* (2001) e Reiner *et al.* (2011). Para a variável altura, a maioria das comparações dos valores médios foi significativa, indicando que o espaçamento 3,0 x 2,0 m foi o que propiciou o melhor crescimento dessa variável, apresentando altura média de 25,6 m, seguido do espaçamento 3,0 x 2,5 m, com altura média de 24,6 m. A maior resposta de DAP das árvores de eucalipto em relação à altura, em função do espaçamento de plantio, também foi encontrado por Bernardo *et al.* (1998), Leles *et al.* (2001) e Oliveira Neto *et al.* (2010), o que reflete em diferenças significativas no volume de madeira das árvores (Tabela 3).

O crescimento superior em DAP médio das plantas dos espaçamentos 3,0 x 2,5 e 3,0 x 2,0 m, de acordo com a tabela 3 e as observações de tendência da figura 2 e tabela 2, pode ter ocorrido provavelmente devido à competição por água, luz e nutrientes ser mais intensa nas linhas de plantio com menores dimensões à medida que as plantas crescem (LELES *et al.*, 1998; RESENDE; FANTINI JR., 2001). Segundo Leles (1995), Leles *et al.* (2001) e Stape *et al.* (2010), a proximidade dos sistemas radiculares das plantas acirra a competição por água em espaçamentos mais adensados. Por outro lado, espaçamentos amplos promovem maior crescimento em diâmetro das árvores (PINKARD; NEILSEN, 2003; CLARK *et al.*, 2008; HARRINGTON *et al.*, 2009), pela maior disponibilidade de espaço e de recursos ambientais.

Quanto ao volume médio por indivíduo aos seis anos após o plantio, somente os valores médios das plantas dos espaçamentos 3,0 x 2,5 m e 3,0 x 2,0 m não apresentaram diferenças significativas, com produção média de 0,24 e 0,25 m³, respectivamente. Segundo Reiner *et al.* (2011), arranjos maiores permitem maior área útil disponível para cada planta, resultando em maior volume individual. Essa informação indica também que, provavelmente, a unidade experimental do espaçamento 3,0 x 2,5 m ainda não estava na idade técnica de corte, pois existem recursos do ambiente que podem ser utilizados para o crescimento das plantas.

Normalmente, as empresas florestais aproveitam para o processamento da matéria-prima o fuste até o diâmetro mínimo de 5,0 cm. Devido à conicidade das árvores (SCOLFORO; THIERSCH, 2004), é comum que elas apresentem um DAP mínimo para comercialização, dependendo da finalidade de uso. Os espaçamentos 3,0 x 1,0 m e 3,0 x 1,5 m foram os que apresentaram os menores diâmetros mínimos em todos os percentis considerados (Tabela 4). Isso mostra que, dependendo da finalidade de uso da madeira, considerando um DAP mínimo de 10 cm, por exemplo, no espaçamento 3,0 x 1,0 m, na idade de corte de seis anos, em torno de 40% das árvores seriam descartadas. No espaçamento 3,0 x 1,5 m, esse valor seria de 10%, e para os espaçamentos 3,0 x 2,0 e 3,0 x 2,5 m praticamente não haveria árvores descartadas. Também Leles (1995), Leite *et al.* (2006) e Oliveira Neto *et al.* (2010) encontraram comportamentos semelhantes ao deste trabalho ao estudarem percentis de distribuição diamétrica de eucalipto em função do espaçamento de plantio.

Tabela 4. Percentagem das distribuições diamétricas de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* aos seis anos de idade, no município de Avaré, SP.

Table 4. Percentage of diameter distributions of *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* at age of six years, in Avare - SP.

Espaçamento	Percentis								
	90	80	70	60	50	40	30	20	10
3,0 x 1,0	8,3	9,1	9,9	10,6	11,1	12,5	13,6	14,6	15,4
3,0 x 1,5	10,0	11,1	12,7	13,5	14,1	14,5	15,1	15,6	16,0
3,0 x 2,0	12,8	14,2	15,2	15,6	15,9	16,1	16,6	17,2	17,9
3,0 x 2,5	13,0	14,4	15,7	16,2	16,4	16,9	17,2	17,5	18,2

Juntamente com os dados de sobrevivência, de crescimento em DAP e altura das árvores e das árvores dominantes da tabela 2, as informações da tabela 4 evidenciam que, na idade de seis anos, provavelmente está ocorrendo autodesbaste do povoamento da unidade experimental do espaçamento 3,0 x 1,0 m.

Ao se estimar a produção volumétrica, obtiveram-se valores de 305,4; 403,8; 365,6 e 349,9 m³.ha⁻¹ para os espaçamentos 3,0 x 2,5 m; 3,0 x 2,0 m; 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 1,0 m, respectivamente, demonstrando que no espaçamento 3,0 x 2,0 m é estimado maior volume por hectare e são produzidas poucas árvores de menor diâmetro (Tabela 4), sendo provavelmente o mais recomendado. Segundo dados da ABRAF (2013), a produtividade média de eucalipto das empresas no Brasil é de 40,1 m³.ha⁻¹.ano⁻¹, o que leva a constatar que a produtividade média obtida neste estudo (entre 50,9 e 67,3 m³.ha⁻¹.ano⁻¹) foi relativamente alta. Isso ocorreu provavelmente porque o sítio deste trabalho, durante o período do experimento, não apresentar déficit hídrico ao longo dos meses do ano (Figura 1), o que favorece o crescimento do eucalipto (STAPE *et al.*, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2011), e o terreno ser praticamente plano, o que, segundo Abel (2012), propicia um maior potencial produtivo da cultura de eucalipto quando comparado às áreas de encosta. Outro fator que colaborou para essa alta produtividade foi calagem e adubação aplicada, que, com base em informações de Barros *et al.* (2000), foi considerada “pesada”, para a implantação e formação desse povoamento de eucalipto.

CONCLUSÕES

- Para a região de Avaré, SP, e sítios similares ao deste trabalho, o espaçamento influenciou no crescimento das árvores e foi no 3,0 x 2,0 m que se observou maior crescimento para a formação de povoamento de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.

AGRADECIMENTOS

À Eucatex S.A, por possibilitar a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

ABEL, E. L. S. **Influência da topografia e da adubação fosfatada no crescimento de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis***. 34 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

ASSIS, R. L.; FERREIRA, M. M.; MORAIS, É. J.; FERNANDES, L. A. Produção de Biomassa de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake sob diferentes espaçamentos na Região de Cerrado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 151 - 156, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF**. Brasília: ABRAF, 2013. 167 p. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>>. Acesso em: 10/01/2014.

BALLONI, E. A.; SIMÕES, J. W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 1, n. 3, p. 1 - 16, 1980.

BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. IN: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 269 - 286.

BARTHELEMY, D.; EDELIN, C.; HALLÉ, F. Canopy architecture. IN: RAGHAVENDRA, A. S. **Physiology of trees**. New York: A Wiley Interscience Publication, 1991, p. 1 - 20.

BERNARDO, A.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; HARRISON, R. B. ; FIRME, D. J. Effect of spacing on growth and biomass distribution in *Eucalyptus camaldulensis*, *E. pellita* and *E. urophylla* plantations in southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 104, n. 1 - 3, p. 1 - 3, 1998.

CARDOSO JÚNIOR, A. A.; TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; ROSADO, S. C. S. R.; MENDES, L. M. Deformação residual longitudinal em diferentes espaçamentos e idades em clone de híbrido de *Eucalyptus*. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 218 - 224, 2005.

CLARK, A.; JORDAN, L.; SCHIMLECK, L.; DANIELS, R. F. Effect of initial planting spacing on wood properties of unthinned loblolly pine at age 21. **Forest Products Journal**, v. 58, n. 10, p. 78 - 83, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Chuva acumulada mensal e número de dias com chuva Avaré. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php?lnk=Gráficos>>. Acesso em: 03/05/2012.

HARRINGTON, T. B.; HARRINGTON, C. A.; DEBELL, D. S. Effects of planting spacing and site quality on 25-year growth and mortality relationships of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*). **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 258, n. 1, p. 18 - 25, 2009.

MARTINS, R. J.; SEIXAS, F.; STAPE, J. L. Avaliação técnica e econômica de um harvester trabalhando em diferentes condições de espaçamento e arranjo de plantio em povoamento de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba v. 37, n. 83, p. 253 - 263, 2009.

LEITE, H. G.; NOGUEIRA, G. S.; MOREIRA, A. M. Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de *Pinus Taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 603 - 612, 2006.

LELES, P. S. S. **Crescimento, alocação de biomassa e distribuição de nutrientes e uso de água em *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos**. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

LELES, P. S. S.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MORAIS, É. J. Relações hídricas e crescimento de árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 41 - 50, 1998.

_____. Crescimento, produção e alocação de matéria seca de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 59, p. 77 - 87, 2001.

OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; NEVES, J. C. L. Crescimento e distribuição diamétrica de *Eucalyptus camaldulensis* em diferentes espaçamentos e níveis de adubação na região de cerrado de Minas Gerais. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 4, p. 755 - 762, 2010.

- PINKARD, E. A.; NEILSEN, W. A. Crown and stand characteristics of *Eucalyptus nitens* in response to initial spacing: implications for thinning. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 172, n. 2-3, p. 215 - 227, 2003.
- REINER, D. A.; SILVEIRA, E. R.; SZABO, M. S. O uso do eucalipto em diferentes espaçamentos como alternativa de renda e suprimento da pequena propriedade na região sudoeste do Paraná. **Synergismus científica**, Pato Branco, v. 6, n. 1, p. 10 - 18, 2011.
- RESENDE, M. D. V.; FANTINI JR., M. Bifurcação e quebra de copa em eucalipto: efeitos genéticos, ambientais e silviculturais. **Embrapa Florestas**. Documentos, 63. 2001. 20 p.
- RIBEIRO, C. W. D.; PEZZOPANE, J. R. M.; PEZZOPANE, J. E. M.; LOOS, R. A.; XAVIER, A. C.; CECÍLIO, R. A.; NEVES, M. A. Delimitação de microrregiões agroclimáticas e suas relações com potencial produtivo da cultura do eucalipto. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 779 - 786, 2011.
- RYAN, M. G.; STAPE, J. L.; BINKLEY, D. F. R. A.; LOOS, E. N. Factors controlling Eucalyptus productivity: How water availability and stand structure alter production and carbon allocation. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, p. 1695 - 1703, 2010.
- SCOLFORO, J. R. S.; THIERSCH, C. R. **Biometria florestal: medição, volumetria e gravimétrica**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 285 p.
- SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; MARIN, F. R. **BHBRASIL: balanços hídricos climatológicos de 500 localidades brasileiras**. Piracicaba: ESALQ, 1998. Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/nurma.html>>. Acesso em: 25/08/2012.
- STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; FONSECA, R. A.; LOOS, R. A. The Brazil eucalyptus potential productivity project: influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 259, p. 1684 - 1694, 2010.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. C. **The water balance**. Centeron: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.

