

Crescimento, produção e alocação de matéria seca de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado, MG.

Growth and biomass distribution in *Eucalyptus camaldulensis* and *E. pellita* under different spacing in the savannah region, Brazil

Paulo Sérgio dos Santos Leles
Geraldo Gonçalves dos Reis
Maria das Graças Ferreira Reis
Erico José de Moraes

RESUMO: O crescimento em altura e diâmetro ao nível do peito (DAP) e a produção e alocação de matéria seca, entre os vários componentes da planta, foram avaliados em árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita*, aos 52 meses de idade, plantadas nos espaçamentos 9x9 m, 6x4 m, 3x6 m, 3x5 m, 3x4 m, 3x3 m, 3x2 m, 3x1,5 m e 3x1 m, no município de João Pinheiro, MG. Não houve diferenças estatísticas na altura média das árvores de *E. camaldulensis* que foi praticamente a mesma nos espaçamentos de 9x9 m a 3x3 m, sendo que a partir do espaçamento 3x2m a altura diminuiu com o adensamento de plantio. Já para *E. pellita* observou-se menor altura nos espaçamentos 9x9 m, 3x1,5 m e 3x1 m. Os maiores valores de DAP, para ambas as espécies, foram obtidos nos espaçamentos mais amplos. À medida que se ampliou o espaçamento entre as plantas, a produção de biomassa da madeira e parte aérea, por árvore, aumentaram. No entanto, a maior produção de madeira por hectare foi obtida no espaçamento 3x2 m, tendo sido observado um contínuo decréscimo com o aumento do espaçamento. No espaçamento 9x9 m, *E. camaldulensis* alocou 33,3% e *E. pellita*, 60,2% da biomassa total na produção de raízes, enquanto no espaçamento 3x2 m estes valores foram 24,8% e 31%, respectivamente. Em média, *E. pellita* alocou mais biomassa para as raízes (44,6%) do que *E. camaldulensis* (27%).

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus pellita*, Espaçamento, Biomassa, Crescimento, Raízes

ABSTRACT: Height, diameter at breast height (DBH) and biomass distribution were evaluated in *Eucalyptus camaldulensis* and *E. pellita* plantations 52 months old, located in the savannah region, in Brazil. The plants were established in the field at the following spacings: 9x9 m, 6x4 m, 3x6 m, 3x5 m, 3x4 m, 3x3 m, 3x2 m, 3x1.5 m and 3x1 m. Tree height of *E. camaldulensis* did not vary in spacing 9x9 m until 3x3 m. In spacing 3x2m the height decrease with the population adensed. *E. pellita* showed small height in spacing 9x9 m, 3x1.5 m and 3x1 m. Diameter

growth, of both species, was greater with increased spacing. Stemwood and total aboveground biomass per tree increased with spacing. However, the greatest biomass production per hectare was attained in the 3x2 m spacing for both species with a continuous decrease up to the 9x9 m spacing. There was an increase in biomass allocation to the root system with increasing spacing. *E. camaldulensis* allocated 33.3% and *E. pellita* 60.2% of biomass total to roots at the 9x9 m spacing while at the 3x2 m spacing these values were 24.8% and 31%, respectively. In average, *E. pellita* allocated more biomass to the roots (44.6%) than *E. camaldulensis* (27%).

KEYWORDS: *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus pellita*, Spacing, Aboveground and root biomass

INTRODUÇÃO

Em Minas Gerais, a maior parte das plantações de eucalipto situa-se na região de cerrado, que apresenta limitações ao crescimento das plantas em razão da baixa fertilidade dos solos (Barros et al., 1981) e da distribuição irregular de chuvas, gerando períodos de deficiência hídrica (Golfari, 1975). Nestas áreas em que predominam os solos de textura arenosa, portanto com baixa capacidade de retenção de água, os efeitos negativos da deficiência hídrica sobre a produtividade são mais acentuados, quando se utilizam técnicas silviculturais não apropriadas (Gomes, 1994; Leite et al., 1997 e Leles et al., 1998).

Apesar de algumas espécies do gênero *Eucalyptus* suportarem solos de baixa fertilidade natural (Barros et al., 1990; Reis e Barros, 1990; Grespan, 1997), elevada acidez (Vale et al., 1984) e regime hídrico irregular (Gomes, 1994; Oliveira Neto, 1996; Lima, 1996 e Leles et al., 1998), a produtividade dos plantios na região de cerrado pode ser aumentada, utilizando-se adubação (Barros et al., 1981; Barros et al., 1990; Oliveira Neto, 1996 e Gonçalves et al., 1997) e espaçamentos adequados (Balloni, 1983; Assis, 1996; Oliveira Neto, 1996; Bernardo et al., 1998 e Leles et al., 1998).

A definição de espaçamentos adequados para o estabelecimento de espécies florestais na região de cerrado é de grande importância.

Nesta condição de escassez de recursos do ambiente, espaçamentos mais fechados podem gerar competições intra e interespecíficas intensas. Já os espaçamentos mais abertos podem resultar em sub-utilização do sítio e menor produtividade das plantações florestais (Reis e Reis, 1993).

Os primeiros estudos realizados sobre espaçamento, em sua maior parte, avaliaram as respostas das plantas florestais quanto ao crescimento em altura e em diâmetro, conforme revisado por Bernardo (1995). A partir da década de 80, vários estudos silviculturais, inclusive aqueles relacionados com espaçamento, utilizaram dados sobre produção de biomassa (Poggiani, 1985; Reis et al., 1985; Pereira, 1990; Oliveira Neto, 1996; Leite et al., 1997 e Bernardo et al., 1998), que permitem melhor entendimento dos processos envolvidos no crescimento e desenvolvimento das plantas, facilitando a tomada de decisões do manejador florestal.

O objetivo deste estudo foi caracterizar o crescimento em diâmetro e altura e a produção de matéria seca entre os componentes de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos, aos 52 meses de idade. Estas informações devem fornecer subsídios para uma melhor seleção de espaçamentos, em locais onde ocorrem deficiências nutricionais e hídricas, visando maior produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido, utilizando-se um experimento com *Eucalyptus camaldulensis* e

E. pellita da Mannesmann FI-EL Florestal Ltda., situado na fazenda Patagônia, no município de

João Pinheiro, Estado Minas Gerais, 17°42' S e 46°28' W e altitude de 550 m. O local apresenta relevo plano e o clima da região é classificado como tropical seco, sub-úmido, com temperatura média anual variando entre 22°C e 24°C. A precipitação média anual é de 900-1200 mm, sendo o regime de chuvas concentrado no período de verão, com inverno seco, apresentando déficit hídrico anual de 70-140 mm (Oliveira et al., 1990).

As sementes de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* utilizadas para produção das mudas foram provenientes de pomar de sementes. Os espaçamentos utilizados foram: 9x9 m; 6x4 m; 3x6 m; 3x5 m; 3x4 m; 3x3 m; 3x2 m; 3x1,5 m e 3x1 m, totalizando assim, 18 tratamentos (2 espécies x 9 espaçamentos). No espaçamento 9x9 m, com 123 plantas por hectare, as plantas foram consideradas isoladas, ou seja, apresentando máximo crescimento, como se estivessem sob competição mínima.

As características do solo encontram-se na Tabela 1. Na época do plantio, foi usado fosfato natural de Araxá na linha de plantio e superfosfato simples na cova, seguindo as práticas operacionais da empresa.

A avaliação do crescimento das plantas, em altura e diâmetro à altura do peito (DAP) e produção de matéria seca, nos componentes das árvores, foi realizada aos 52 meses de idade.

O delineamento usado foi o inteiramente casualizado. Cada tratamento foi constituído de uma única parcela composta por 54 plantas. Desse modo, o tamanho da parcela variou de acordo com o espaçamento estudado. A altura e o DAP foram medidos em 30 plantas centrais de cada parcela, para evitar efeito da bordadura. Cada planta constituiu-se em uma repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância e os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para determinação de matéria seca, utilizou-se uma árvore de cada tratamento, apresen-

tando DAP, altura e copa de tamanhos médios. Inicialmente, derrubou-se a árvore e determinou-se, separadamente, a matéria fresca total de folhas, de galhos com diâmetro maior que 3 cm e menor que 3 cm, de madeira e de casca. A seguir, retirou-se sub-amostra de folhas e de galhos (> 3 cm e < 3 cm), e ao longo do tronco três discos (base, meio e topo) de 5 cm de espessura, que foram separados em casca e madeira. As amostras foram identificadas, pesadas e, em seguida, colocadas em estufa a 80°C até peso constante, para estimar a matéria seca aérea de cada componente da árvore.

Para determinar a matéria fresca das raízes utilizaram-se as árvores já derrubadas. Foram realizadas escavações de 50x50 cm, a uma profundidade de 40 cm, distribuídas em ¼ da área útil das árvores amostradas, conforme Figura 1. As unidades amostrais, em número e arranjo, foram alocadas, de acordo com o espaçamento, variando em função da área ocupada pelas árvores. As raízes foram, posteriormente, subdivididas, com uso de um paquímetro digital, em duas classes de diâmetro (> 2 mm e < 2 mm) e pesadas. A raiz pivotante foi escavada até a profundidade máxima de 2 metros, quando possível, e também pesada. Do peso fresco total de

Tabela 1. Características do solo da área experimental (Soil characteristics of experimentation)

Características	Profundidade (cm)	
	0-20	20-40
pH (H ₂ O)	4,5	4,5
P (mg/dm ³)	0,67	0,32
K (mg/dm ³)	11	7
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	1,18	1,27
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,01	0,01
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,03	0,01
Areia (%)	80	
Silte (%)	7	
Argila (%)	13	
Classificação textural	arenoso	

P e K: extrator Mehlich-1; Al, Ca e Mg: extrator KCl 1 mol/l.

cada tipo de raiz obtida no campo, retiraram-se sub-amostras dessas raízes que foram colocadas em estufa a 80°C, até peso constante, com a finalidade de obter a matéria seca do sistema radicular.

A matéria seca por hectare, de cada componente foi determinada, multiplicando a matéria seca do componente de cada árvore pelo número de árvores por hectare, o qual variou de acordo com o espaçamento estudado.

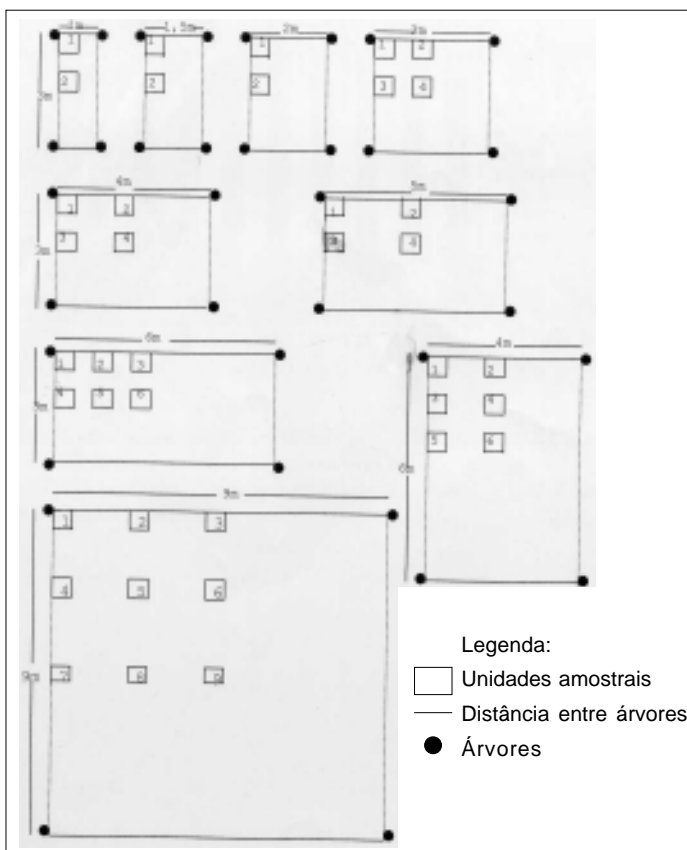


Figura 1. Cróquis da distribuição das unidades amostrais para a determinação da biomassa de raízes laterais.

(Lateral roots sampling)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento em altura e diâmetro

Na Tabela 2 são apresentados a análise de variância e o coeficiente de variação dos dados de altura e diâmetro.

Observam-se pequenas diferenças na altura média entre as espécies, sendo que *Eucalyptus*

camaldulensis foi superior ao *E. pellita*, somente no espaçamento 9x9 m, exceto nos espaçamentos inferiores a 3x2 m (Tabela 3). Já para o diâmetro médio, *E. pellita* foi significativamente superior a *E. camaldulensis* nos

espaçamentos 3x4 m, 3x2 m e 3x1 m. Nos espaçamentos mais adensados (3x1,5 m e 3x1 m) as árvores apresentaram altura inferior àquelas de espaçamentos mais amplos, com exceção da altura das plantas de *E. pellita* no espaçamento 9x9 m, que foi praticamente igual à do espaçamento 3x1 m, possivelmente em virtude de uma maior alocação de assimilados para a produção de galhos e raízes laterais (Tabela 4). As diferenças em altura foram bastante reduzidas quando comparadas às diferenças em diâmetro, que apresentou maiores valores nos espaçamentos mais amplos. Em outro estudo na região de cerrado (Três Marias, MG) foi observado que o crescimento em altura de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. pellita* e *E. urophylla* não foi afetado no espaçamento aos 26 e 41 meses de idade. (Gomes (1994) e Bernardo (1995), respectivamente). Porém, as três espécies apresentaram diâmetro menor, quando em espaçamentos mais reduzidos.

Conforme revisado por Bernardo (1995), existe um comportamento variável do crescimento em altura em relação ao espaçamento entre as plantas. No entanto, usualmente, observa-se maior diâmetro das plantas com aumento do espaçamento. Balloni (1983) explica que a diminuição da altura média das plantas, à medida que diminui o espaçamento, dentro de certos limites, ocorre em razão de haver um número considerável de árvores dominadas. Por outro lado, a tendência da altura com redução do espaçamento é explicado por Kozlowski et al. (1991) com base na competição por luz, o que estimularia o crescimento. Essa explicação é mais lógica, quando as plantas forem exigentes em luz, como as espécies de *Eucalyptus*.

As plantas de *Eucalyptus camaldulensis* estabelecidas em espaçamentos maiores que 3x2 m não apresentaram diferenças no crescimento em altura. Porém, no espaçamento 3x1 m, a altura das árvores foi estatisticamente infe-

Tabela 2. Resumo da análise de variância do diâmetro a altura do peito (DAP) e altura de *Eucalyptus camaldulensis* e de *E. pellita*, sob diferentes espaçamentos no município de João Pinheiro, MG.

(Summary of variance analysis of diameter at breast height (DAP) and height of *Eucalyptus camaldulensis* and *E. pellita* plants, under different spacing, in Southeastern, Brazil).

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	
		DAP	Altura
Espécie	1	124,81*	23,10 ^{n.s.}
Espaçamento	8	713,54*	97,54*
Espécie x Espaçamento	8	13,73 ^{n.s.}	19,63*
Resíduo	522	10,73	7,96
Coeficiente de variação		25,68	18,81

** - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ^{n.s.} - não significativo pelo teste F.

Tabela 3. Crescimento em diâmetro a altura do peito (DAP) e altura de *Eucalyptus camaldulensis* (*E.c.*) e de *E. pellita* (*E.p.*), aos 52 meses de idade, sob diferentes espaçamentos no município de João Pinheiro, MG.

(Diameter at breast height (DAP) and height of *Eucalyptus camaldulensis* (*E.c.*) and *E. pellita* (*E.p.*) plants, 52 months old, under different spacing, in Southeastern, Brazil)

Espaçamento (m)	DAP (cm)		Altura (m)	
	<i>E.c.</i>	<i>E.p.</i>	<i>E.c.</i>	<i>E.p.</i>
9x9	19,1 Aa	18,4 Aa	16,0 Aa	13,4 Bb
6x4	14,8 Ab	16,2 Ab	16,0 Aa	15,8 Aa
3x6	14,1 Ab	14,7 Ac	16,2 Aa	15,3 Aa
3x5	13,6 Ab	13,8 Ac	16,6 Aa	15,3 Aa
3x4	12,2 Bb	14,3 Ac	16,0 Aa	15,5 Aa
3x3	12,3 Ab	12,4 Ad	16,8 Aa	15,4 Aa
3x2	9,4 Bc	11,5 Ad	14,7 Ab	15,7 Aa
3x1,5	8,2 Ac	9,4 Ae	13,3 Ab	13,3 Ab
3x1	6,7 Bd	8,4 Ae	11,8 Ac	12,9 Ab

- Para cada característica analisada, médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha, e minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

rior à dos demais espaçamentos. Isto ocorreu, provavelmente, porque nos espaçamentos mais fechados já estava havendo competição entre as plantas nesta idade de avaliação.

Produção e alocação de matéria seca

A produção de matéria seca por árvore e sua distribuição para cada componente da parte aérea e do sistema radicular variaram com a espécie e o espaçamento (Tabela 4).

A produção de matéria seca da árvore decresceu à medida que o espaçamento entre as plantas tornou-se mais fechado, para ambas as espécies, indicando maior competição entre as árvores no campo. A produção média total de

matéria seca por árvore de *Eucalyptus pellita* (160 kg) foi 39% superior à de *E. camaldulensis* (115 kg), considerando-se a média de todos os espaçamentos.

Quanto à distribuição média de matéria seca entre os componentes da árvore, houve expressiva diferença entre as espécies, registrando-se, aproximadamente, para *Eucalyptus camaldulensis*: 27% (raízes), 9% (folhas), 13%

Tabela 4. Produção de matéria seca total por árvore (PMST) e sua distribuição percentual, entre os componentes de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita*, aos 52 meses de idade, sob diferentes espaçamentos, em João Pinheiro, MG

(Total dry matter production per tree (PMST) and its percentual distribution in *Eucalyptus camaldulensis* and *E. pellita*, 52 months old, under different spacing, in Southeastern Brazil)

Espaçamento	PMST	Parte aérea				Raízes		
		Madeira	Casca	Galhos	Folhas	Laterais		Pivotante
						>2 mm	<2 mm	
m	kg/árv	%						
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>								
9x9	398,1	31,6	3,7	20,3	11,0	17,9	2,5	12,9
6x4	143,9	48,9	4,6	19,2	7,1	6,6	3,4	10,2
3x6	131,6	47,6	5,9	13,4	7,1	15,2	3,1	7,7
3x5	108,0	42,8	4,8	23,7	5,8	6,5	2,2	14,2
3x4	86,3	51,2	6,1	7,5	6,0	5,1	3,4	20,7
3x3	62,8	55,2	7,9	14,3	5,4	3,5	4,8	8,9
3x2	54,5	57,2	5,5	6,6	5,8	10,8	2,9	11,1
3x1,5	30,0	64,6	6,9	5,5	5,9	5,8	3,6	7,7
3x1	22,4	59,8	6,3	3,5	4,8	5,8	5,0	14,8
Média	115,3	43,8	4,9	12,6	8,7	11,9	2,9	12,2
<i>Eucalyptus pellita</i>								
9x9	544,4	18,1	2,4	14,6	4,7	49,3	1,8	9,1
6x4	205,0	36,8	5,3	17,6	6,3	16,8	1,5	15,5
3x6	151,6	43,2	8,4	10,3	8,5	12,8	1,2	15,6
3x5	149,8	38,4	6,1	11,0	5,6	24,1	2,3	12,5
3x4	167,6	32,4	6,2	9,2	6,6	29,7	1,8	13,9
3x3	92,4	42,2	8,2	11,2	6,5	14,3	2,2	15,5
3x2	61,9	46,6	9,7	7,6	4,9	17,0	2,4	11,6
3x1,5	43,1	48,9	7,5	8,0	6,2	15,4	2,8	11,3
3x1	27,1	53,4	7,9	13,3	7,6	2,9	1,9	13,0
Média	160,3	32,8	5,3	9,6	6,7	30,5	1,8	12,3

(galhos), 44% (madeira) e 5% (casca). Para *Eucalyptus pellita* a seqüência é de 45%, 7%, 10%, 33% e 5%, respectivamente. A diferença na alocação de matéria seca para a madeira, entre as duas espécies, deveu-se, principalmente, à maior alocação de matéria seca para as raízes em *E. pellita*. A partição de matéria seca para madeira, que é o componente normalmente comercializado, é de grande importância na tomada de decisões, quanto à escolha de material genético e de técnicas de manejo a serem adotadas na condução da floresta.

A maior proporção de madeira de *Eucalyptus pellita* em relação à matéria seca total (53%) foi alcançada no espaçamento mais fechado (3x1 m), sendo 44% em média nos 3x2 m e 3x3 m; nos espaçamentos 6x4 m e 9x9 m constituiu 37% e 18%, respectivamente. Portanto, constata-se diferença de 195% entre os espaçamentos extremos. Esta diferença é explicada pela alta produção de raízes laterais, principalmente as de diâmetro > 2 mm, e produção considerável de galhos mais grossos no espaçamento 9x9 m, mostrando que a espécie, em condições de baixa competição, drena grande parte dos fotoassimilados para a produção de raízes. Para *E. camaldulensis*, as tendências foram as mesmas descritas para *E. pellita*: maior proporção de madeira em relação à matéria seca total para os espaçamentos mais fechados. No entanto, a diferença entre os espaçamentos 9x9 m e 3x1 m foi de 90%.

A redução da produção matéria seca de madeira por árvore, quando se compara a média dos espaçamentos densos (3x2 m, 3x1,5 m e 3x1 m) com espaçamento amplo (9x9 m), diminuiu de 83% para *Eucalyptus camaldulensis* e 79% para *E. pellita*. Utilizando-se a mesma comparação dos espaçamentos intermediários (3x3 m, 3x4 m e 3x5 m) com o espaçamento 9x9 m, observaram-se quedas de 66% e 49%, respectivamente, para *E. camaldulensis* e *E. pellita*. Assim, a distribuição relativa de cada componente da árvore variou com a espécie e o

espaçamento entre plantas, sendo que em espaçamentos mais fechados, a proporção de madeira, em relação à biomassa total foi mais elevada. Esta tendência também foi observada por Pereira (1990) e Bernardo et al. (1998).

Para *Eucalyptus camaldulensis*, em espaçamento igual ou superior a 3x5 m, observou-se que, em média, 27% da matéria seca total foi alocada para a copa (folhas + galhos). Em espaçamento de 3x4 m ou inferior, esta proporção foi de 13%. Para *E. pellita* estes valores correspondem a 19,7% nos espaçamentos amplos e 15,5% nos fechados, ou seja, a mudança de espaçamentos influenciou pouco na alocação de matéria seca para a copa.

A produção de biomassa total por unidade de área, (Figuras 2 e 3), foi maior no espaçamento 3x2m para *Eucalyptus camaldulensis* e, no 3x4 m para *E. pellita*. Estes resultados demonstram que, nos espaçamentos mais fechados, já se encontram em intensa competição. Em espaçamentos mais amplos, as plantas ainda não ocuparam totalmente a área disponível.

Avaliações posteriores deste experimento poderão permitir melhor entendimento do processo de produção e distribuição de matéria seca, em função dos espaçamentos estudados, em decorrência de se ter utilizado espaçamentos muito amplos.

A produção de madeira sem casca, por unidade de área, foi maior no espaçamento 3x2 m, para as duas espécies estudadas. Apesar de maior matéria seca total para *Eucalyptus pellita*, a produção de madeira das duas espécies é similar até o espaçamento 3x2 m.

Eucalyptus camaldulensis produziu galhos com diâmetro superior a 3 cm nos espaçamentos 9x9 m, 6x4 m, 3x6 m e 3x5 m, ao passo que para *Eucalyptus pellita* isso só ocorreu nos espaçamentos 9x9 m e 6x4 m. Esta última espécie, portanto, produz galhos mais grossos somente em condições de baixa competição por luz entre as plantas.

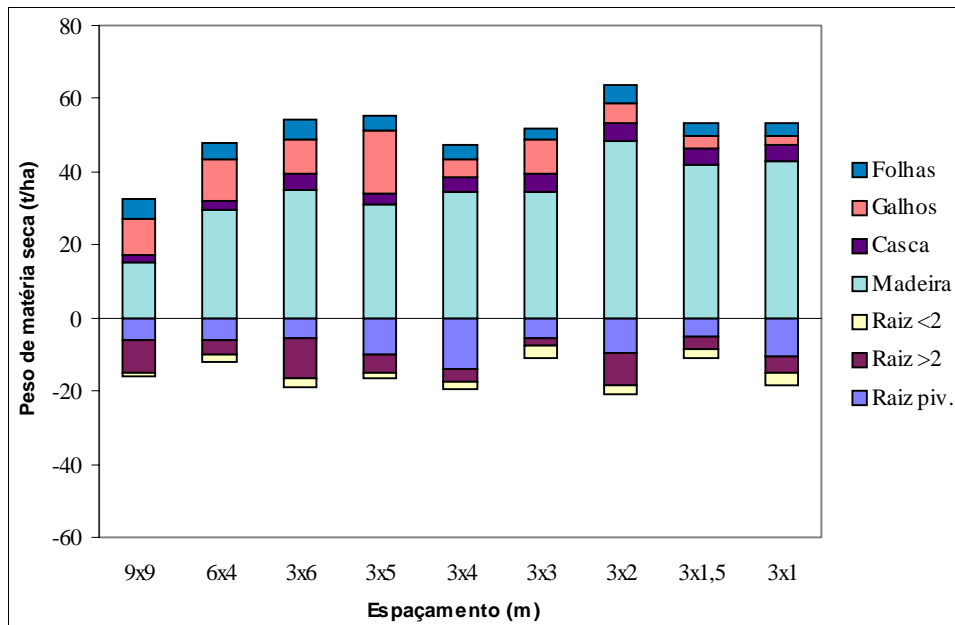


Figura 2. Produção de matéria seca, em tonelada por hectare (t/ha), para os componentes de *Eucalyptus camaldulensis*, aos 52 meses de idade, sob diferentes espaçamentos, no município de João Pinheiro, MG.

(Total dry matter production per hectare of each tree component of *Eucalyptus camaldulensis*, 52 months old, under different spacing, in Southeastern, Brazil)

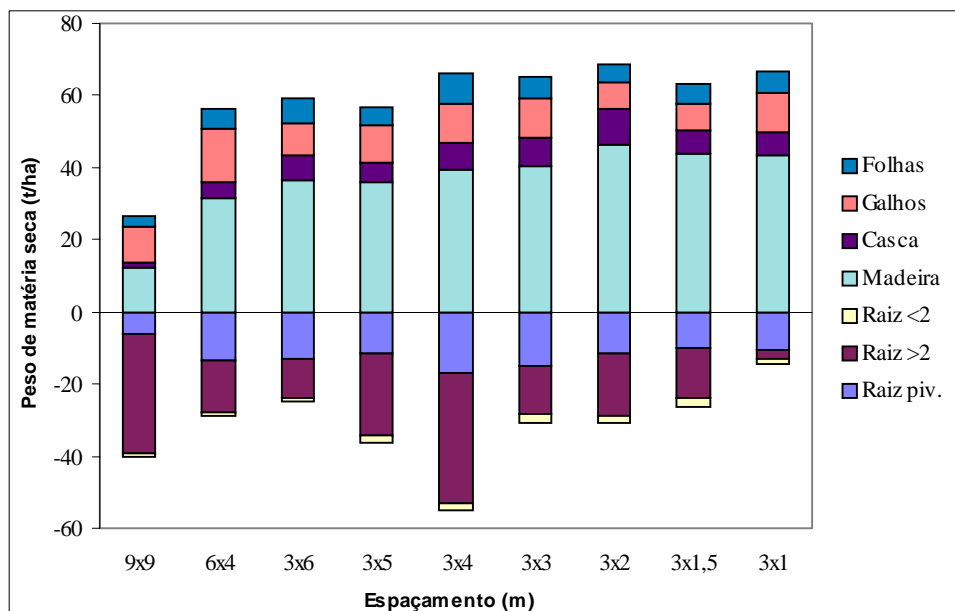


Figura 3. Produção de matéria seca, em tonelada por hectare (t/ha), para os componentes de *Eucalyptus pellita*, aos 52 meses de idade, sob diferentes espaçamentos, no município de João Pinheiro, MG.

(Total dry matter production per hectare of each tree component of *Eucalyptus pellita*, 52 months old, under different spacing, in Southeastern, Brazil)

À medida que as plantas são arranjadas em espaçamentos mais adensados, a contribuição das raízes para a matéria seca total vai diminuindo (Tabela 4). Estes resultados demonstram que algumas espécies, como *Eucalyptus pellita*, alocam grande parte de fotoassimilados para a produção de raízes, quando em espaçamentos amplos, em detrimento na produção de madeira. Em trabalho realizado por Bernardo et al. (1998), na região de cerrado, observou-se que nas plantas de *Eucalyptus urophylla* de 41 meses de idade, houve aumento na produção de biomassa de raízes finas com o aumento da área útil por planta de 4,5 m²/planta para 12 m²/planta, ao passo que em *E. camaldulensis* e *E. pellita* não houve diferenças na produção de raízes finas entre os espaçamentos estudados. Dessa maneira, constata-se que as espécies respondem de maneira diferenciada na alocação de biomassa em resposta ao espaçamento de plantio utilizado.

A alocação de biomassa para o sistema radicular varia também com o sítio. Reis et al. (1985) mencionam que a proporção da biomassa total de *Eucalyptus grandis*, aos sete anos de idade, alocada para o sistema radicular, foi de 14% para o sítio de melhor qualidade e de 32% para o sítio de pior qualidade. Observaram, também, que a maior proporção de raízes (68%) estava localizada nos primeiros 20 cm, principalmente no solo de pior qualidade. Segundo

estes autores, a localização dessas raízes muito próximas à superfície pode trazer implicações negativas em relação à absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, à produtividade do sítio, uma vez que estas raízes estão sujeitas à morte no período de seca. No presente estudo, também foi observado que a maior parte das raízes finas encontrava-se nos primeiros 20 cm do solo.

Para ambas as espécies, o maior peso seco de raiz pivotante por árvore amostrada foi obtido nos espaçamentos mais amplos (Tabela 4). Já por unidade de área, maior valor para *Eucalyptus camaldulensis* foi obtido nos espaçamentos 3x5 m e 3x1 m (Figura 2) e para *E. pellita* nos espaçamentos 3x5 m, 3x4 m e 3x3 m (Figura 3).

O uso de uma só árvore por tratamento para determinação da matéria seca total e, entre os componentes da árvore, traz limitações à interpretação dos resultados, pois não se têm repetições e assim diminuem o erro experimental. Além disso, este procedimento de amostragem não possibilita realizar análises estatísticas. Devido às dificuldades de amostrar, coletar, classificar e determinar a biomassa do sistema radicular, trabalhar mais de uma árvore por tratamento inviabilizaria a realização do trabalho ao número de tratamentos utilizados e as dimensões das árvores.

CONCLUSÕES

Os espaçamentos 3x3 m e 3x2 m parecem ser os mais indicados para o estabelecimento destas espécies na região de cerrado, com base nos dados de produção de matéria seca de madeira. Porém, há que se considerar o uso a que se destina a madeira. Para fins de produção de madeira para serraria, por exemplo, a análise do crescimento em diâmetro e galhos grossos é mais importante do que a produção

de matéria seca por unidade de área. Espaçamentos muito amplos devem ser evitados uma vez que ocorre maior alocação de assimilados para as raízes em detrimento da produção de madeira. É necessário que sejam desenvolvidos estudos em idades mais próximas àquelas de rotação, para que se tenha uma melhor definição do espaçamento mais adequado.

AUTORES

PAULO SÉRGIO DOS SANTOS LELES é Professor do Departamento de Silvicultura, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Bolsista do CNPq. BR 465, Km 07, Seropédica, RJ - 23890-000 - E-mail: pleles@ufrj.br

GERALDO GONÇALVES DOS REIS é Professor do Departamento de Engenharia Flo-

restal da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. - 36571-000. E-mail: greis@ufv.br

MARIA DAS GRAÇAS FERREIRA REIS é Professora do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. - 36571-000. E-mail: mgreis@ufv.br

ERICO JOSÉ DE MORAIS é Pesquisador da Mannesmann FIEL Florestal. Belo Horizonte, MG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, R.L. **Armazenamento de água no solo, produção de biomassa e avaliação do estado nutricional em plantios de *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos na região de Bocaiúva (MG)**. Lavras, 1996. 72p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras
- BALLONI, E.A. Influência do espaçamento de plantio na produtividade florestal. **Silvicultura**, v.8, n.31, p.558-592, 1983.
- BARROS, N.F.; BRAGA, J.M.; Brandi, R.M.; Defilipo, B.V. Produção de eucalipto em solos de cerrado em resposta à aplicação de NPK e de B e Zn. **Revista árvore**, v.5, n.1, p.90-103, 1981.
- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; CARDOSO, J.R.; MACEDO, P.R.O. Algumas relações solo-espécie de eucalipto em suas condições naturais. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F., ed. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.1-24
- BERNARDO, A.L. **Crescimento, produção de biomassa e eficiência nutricional de três espécies de *Eucalyptus* spp sob diferentes densidades populacionais na região de cerrado de Minas Gerais**. Viçosa, 1995. 88p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa
- BERNARDO, A.L.; 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**, v.104, p.1-13, 1998.
- GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento. **Série técnica PRODEPEF**, n.3, p.1-65, 1975.
- GOMES, R.T. **Efeito do espaçamento no crescimento e nas relações hídricas de *Eucalyptus* spp, na região de cerrado de Minas Gerais**. Viçosa, 1994. 85p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa
- GONÇALVES, J.L.M.; BARROS, N.F.; NAMBIAR, E.K.S.; NOVAIS, R.F. Soil and stand management for short-rotation plantations. In: NAMBIAR, E.K.S.; BROWN, A.V., ed. **Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forests**. Canberra: ACIAR, 1997. p.379-417
- GRESPLAN, S.L. **Produção de biomassa e eficiência nutricional de clones de eucalipto no norte do Espírito Santo e suas relações com características do solo**. Viçosa, 1997. 89p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.J.; PALLARDY, S.G. **The physiological ecology of woody plants**. New York: Academic Press, 1991. 657p.
- LEITE, F.P.; BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. SANS, L.M.A.; FABRES, A.S. Crescimento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. **Revista árvore**, v.21, n.3, p.313-322, 1997.
- LELES, P.S.S.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; MORAIS, E.J. Relações hídricas e crescimento de árvores de *E. camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado. **Revista árvore**, v.22, n.1, p.41-50, 1998.
- LIMA, P.C. **Acúmulo e distribuição de matéria seca, carboidratos e macronutrientes em mudas de *Eucalyptus* spp em solos com diferentes potenciais hídricos**. Viçosa, 1996. 105p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

- OLIVEIRA, A.C.; BERTOLUCCI, F.L.G.; ANDRADE, H.B. Avaliação de *Eucalyptus camaldulensis* nas condições edafoclimáticas do norte e noroeste de Minas Gerais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990. **Anais**. Campos de Jordão: SBS / SBEF, 1990. p.474-486
- OLIVEIRA NETO, S.N. **Biomassa, nutrientes e relações hídricas em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn em resposta à adubação e ao espaçamento**. Viçosa, 1996. 131p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- PEREIRA, A.R. **Biomassa e ciclagem de nutrientes minerais em povoamentos jovens de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* em região de cerrado**. Viçosa, 1990. 167p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa)
- POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*: implicações silviculturais**. Piracicaba, 1985. 210p. Tese (Livre-Docência) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo.
- REIS, G.G.; REIS, M.G.F. Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA FLORESTAL, 1, Belo Horizonte, 1993. **Anais**. Belo Horizonte: SIF, 1993. p.161-172
- REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Ciclagem interna de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.265-302
- REIS, M.G.F.; KIMMINS, J.P.; REZENDE, G.C.; BARROS, N.F. Acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no solo de cerrado em duas áreas com diferentes produtividades. **Revista árvore**, v.9, n.2, p.149-162, 1985.
- VALE, F.R.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; SANTANA, R. Efeito do alumínio, na presença de amônio e nitrato, sobre a cinética de absorção e translocação de fosfato em *Eucalyptus alba*. **Revista árvore**, v.8, n.2, p.133-141, 1984.

