



Biomassa de lenho e eficiência de utilização de nutrientes em clones de Eucalipto sob diferentes espaçamentos.

Luana Lima de Souza⁽²⁾; Suany Couto Teixeira⁽³⁾; Marcos André Piedade Gama⁽⁴⁾;
Jonas Elias Castro da Rocha⁽⁵⁾; Francisco de Assis Oliveira⁽⁶⁾;

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Empresa Vale Florestar S.A.

⁽²⁾ ⁽⁷⁾ Estudante do curso de Agronomia, Universidade Federal da Amazônia, Belém, PA (luanals18@hotmail.com); ⁽³⁾ Engenheira Florestal Msc, que cedeu parte da sua dissertação de mestrado para realização deste resumo; Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pa (suany_couto@hotmail.com); ⁽⁴⁾ Professor Adjunto da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pa (gama_map@yahoo.com.br); ⁽⁵⁾ Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, Pa (jonasufra@yahoo.com.br); ⁽⁶⁾ Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pa.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa no lenho e a eficiência de utilização de nutrientes em clones de Eucalipto aos 18 meses de idade, em função de diferentes espaçamentos de plantio, na mesorregião do Sudeste do Estado Pará. O experimento foi desenvolvido em delineamento em blocos ao acaso com arranjo fatorial 3 x 4 (clones e espaçamentos de plantio), totalizando doze tratamentos com três repetições, num total de 36 parcelas, nas quais abateu-se uma árvore com diâmetro médio representativo. A biomassa foi determinada pela equação de Soares et al. (2011). A eficiência de utilização de nutrientes foi determinada através da relação entre a quantidade de biomassa produzida (kg) por conteúdo de nutriente (kg). A maior produção de biomassa de lenho foi obtida nos plantios mais adensados até a data da avaliação dos mesmos. Verificou-se que os nutrientes utilizados com mais eficiência para produção de biomassa de lenho seguiu a ordem P>Mg>N>K>Ca. O espaçamento de plantio afetou a eficiência de utilização de todos os nutrientes, exceto Mg, para todos os materiais genéticos. Nos plantios menos adensados o clone *E. platyphylla* produziu mais biomassa de lenho e foi mais eficiente na utilização de nutrientes que os demais.

Termos de indexação: reflorestamento, produção florestal, manejo.

INTRODUÇÃO

O cultivo de eucalipto no Brasil concentra-se, em geral, em solos de baixa fertilidade natural, onde as adubações com macro e micronutrientes são necessárias para que maiores produtividades sejam alcançadas (Barros et al., 1990).

O crescimento das espécies florestais é influenciado por diferenças na capacidade de absorção, translocação, acúmulo e utilização de um ou mais nutrientes. Estas diferenças ocorrem em função das espécies, procedências, progênies, e dos

clones em uma determinada espécie (Godoy & Rosado, 2011; Guimarães, 1993).

Neste contexto, as informações básicas sobre nutrição mineral assumem grande importância, principalmente quando se visa à utilização mais adequada dos fertilizantes em função das exigências nutricionais dos clones ou classes de clones. O cultivo de genótipos com alta eficiência na utilização de nutrientes contribui para manejo da fertilidade do solo e aproveitamento dos nutrientes contidos na biomassa, durante os ciclos de cultivos de eucalipto (Santana et al. 2002).

Outro fator importante a ser considerado no manejo dos plantios florestais é o espaçamento. Segundo Chies, (2005), este deve ser selecionado em função do produto florestal desejado, uma vez que, em espaçamentos mais amplos, a produção de matéria seca da parte aérea e, em especial, da madeira por árvore, é elevada em razão de seu maior crescimento em diâmetro, enquanto que em espaçamentos mais reduzidos ocorre maior produção de biomassa por unidade de área, em razão de ter um maior número de plantas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa de lenho e eficiência de utilização de nutrientes em clones de Eucalipto aos 18 meses de idade, em função de diferentes espaçamentos de plantio, na mesorregião do Sudeste do Estado Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em áreas de plantios de eucalipto, localizadas no município de Dom Eliseu (4° 17' 36" S e 47° 33' 15" W). O clima do município é AW segundo a classificação de Koppen, com temperatura média anual de 25° e regime pluviométrico entre 2.200 mm e 2.500 mm, a umidade relativa é de aproximadamente 85%.

Tratamentos e amostragens

O solo da área experimental foi caracterizado como Latossolo Amarelo de textura argilosa. Antes de iniciar o experimento foram realizadas coletas de



amostras de terra das camadas de 0-20 cm e 20-40 cm para identificação dos atributos químicos do solo (Tabela 1).

O experimento foi delineado em blocos ao acaso em arranjo fatorial 3 x 4, com três clones de eucalipto (*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* e *Eucalyptus platyphylla* F. Muell) e quatro diferentes espaçamentos (3 x 2 m, 3 x 3 m, 3 x 3,5 m, 3 x 4 m), totalizando doze tratamentos experimentais dispostos em três repetições, perfazendo um total de 36 parcelas avaliadas. Estas apresentam dimensão de 576 m² (24 x 24 m), com o número de indivíduos diferenciado de acordo com o espaçamento utilizado.

Em Setembro de 2013, a partir do inventário, selecionou-se uma árvore representativa, com base no valor médio do diâmetro a altura do peito (DAP) dos indivíduos de cada parcela, totalizando 36 árvores amostradas. Assim, foram derrubadas três árvores por cada tratamento avaliado. Em seguida foi realizada a cubagem rigorosa de Smalian, para a determinação do volume real dos indivíduos selecionados.

Para a determinação da biomassa do troncos e utilizou a equação proposta por Soares et al. (2011): $PS(c) = V \times DMBT$, na qual: PS(c) = biomassa da madeira (kg); V = volume de madeira, obtido pela cubagem rigorosa (m³); DMBT = densidade dos disco (kgm⁻³). Posteriormente, foi calculada a biomassa por hectare do lenho, multiplicando o valor médio (repetições) da matéria seca do compartimento pelo número de árvores de um hectare (Santana et al., 2008).

O "pó de serra" liberado no momento do seccionamento do tronco foi coletado para avaliação nutricional. Esta, por sua vez, foi realizada no laboratório de Análise de tecido Vegetal da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), conforme metodologia recomendada por Malavolta, et al, (1997) para todos os nutrientes, exceto o N, o qual foi obtido por digestão sulfúrica e determinado pelo método de Kjeldahl.

O conteúdo de Nutrientes foi determinado pelo produto entre o teor de nutrientes e a biomassa (FARIA et al., 2008). A eficiência da utilização nutricional (EUN) foi determinada conforme metodologia de Barros et al. (1986), pela relação entre a quantidade de biomassa produzida (kg) por conteúdo de nutriente (kg).

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram avaliadas pelo teste de Tukey (5%), com a utilização do programa STATISTICA 9.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Biomassa

No início do desenvolvimento do plantio a maior produção de biomassa encontra-se nas folhas e galhos, mas com o seu amadurecimento passa a ser localizada no lenho. E Esta proporção somente tende a aumentar com o passar do tempo. (Bellote, 1990).

Todos os materiais genéticos produziram maior biomassa de lenho quando estabelecidos no menor espaçamento de plantio (Tabela 2). Berger et al. (2002) afirma que do ponto de vista silvicultural, os plantios com menor espaçamento atingem a capacidade do sítio mais rapidamente, porém, as diferenças iniciais de produção tornam-se cada vez menores com a idade, se anulando quando as árvores mais espaçadas utilizam completamente os recursos naturais disponíveis.

E. platyphylla produziu maior BL que os demais clones quando os mesmos foram avaliados nos espaçamentos 3 x 3m, 3 x 3,5m e 3 x 4m (Tabela 2). Em trabalho com os clones de *E. grandis* e *E. urophylla*, plantados em espaçamentos 3m x 2m e 3m x 3,5m, Silva (2005) encontrou maior produção de lenho nos plantios com *E. grandis* em relação as áreas com as demais espécies.

Eficiência de utilização de nutrientes (EUN)

Pela tabela 3 verificou-se que os nutrientes utilizados com mais eficiência para produção de biomassa de lenho seguiu a ordem P>Mg>N>K>Ca. Pela ANOVA dos dados de EUN no lenho, não se observou interação significativa apenas para Mg. Segundo Faria et al., (2008), o Ca e o K são os nutrientes presentes em maior quantidade no lenho, seguidos pelo Mg e P, resultado que confere com o encontrado neste trabalho.

Apenas *E. platyphylla* utilizou o nitrogênio com maior eficiência quando estabelecido na menor densidade de plantio (Tabela 3). Os demais clones foram menos eficientes na utilização deste nutriente quando submetido a esta condição. Nos espaçamentos 3 x 3m e 3 x 3,5m o *E. platyphylla* utilizou o nitrogênio para a produção de biomassa do lenho com menor eficiência quando comparado ao clone *E. urograndis*.

Na EUN fósforo nos plantios de *E. grandis* a adoção de espaçamentos 3m x 3m e 3m x 4m, resultou na maior eficiência de utilização (p<0,05). Nos povoamentos de *E. urograndis* a maior e menor média de EUN P (p<0,05) foram encontradas, na mesma ordem, nos espaçamentos 3m x 3,5m e 3m x 2m. E no *E. platyphylla* a eficiência de P foi maior (p<0,05) nas áreas onde o plantio foi espaçado em 3m x 4m. O fósforo foi o nutriente utilizado com maior eficiência, independente do clone e espaçamento



utilizado. Segundo Faria et.al. (2008) essa maior eficiência na utilização do fósforo pode estar relacionada ao menor teor deste nutriente na planta em relação aos demais.

O clone *E. urograndis* no espaçamento 3m x 3,5m utilizou de forma mais eficiente ($p < 0,05$) o K, quando comparado aos demais clones. O clone *E. platyphylla* no espaçamento 3m x 3m obteve a maior eficiência quando comparado aos outros materiais genéticos considerando o plantio no mesmo espaçamento. E a menor eficiência ocorreu no clone *E. grandis* no maior adensamento de plantio 3m x 2m.

O cálcio foi mais bem utilizado no *E. grandis* nos espaçamentos 3m x 2m e 3m x 3,5m, os quais não diferiram entre si. Nos plantios de *E. platyphylla* a utilização deste nutriente foi superior na área com menor adensamento, já no *E. urograndis* não foi observado efeito significativo do espaçamento ($p < 0,05$) na eficiência de utilização de cálcio.

Segundo Muller et al. (2005) quanto maior o adensamento, maior será a EUN para produção no lenho, esta afirmação esta de acordo com os resultados obtidos neste trabalho onde na maioria das avaliações a maior eficiência de utilização de nutrientes esteve nas áreas com esta característica.

CONCLUSÕES

A maior produção de biomassa de lenho foi obtida nos plantios mais adensados até a data da avaliação dos mesmos;

Nos plantios menos adensados o clone *E. platyphylla* produziu mais biomassa de lenho e foi mais eficiente na utilização de nutrientes que os demais.

O espaçamento de plantio afetou a eficiência de utilização de todos os nutrientes, exceto Mg, para todos os materiais genéticos.

O *E. platyphylla* foi o material genéticos mais eficiente na utilização de da maioria dos nutrientes quando estabelecido na condição de maior espaçamento considerado.

Os materiais genéticos diversificaram bastante a EUN em função dos espaçamentos estabelecidos.

AGRADECIMENTOS

REFERÊNCIAS

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; CARMO, D.N.; NEVES, J.C.L. Classificação nutricional de sítios florestais – descrição de uma metodologia. **Revista Árvore**, v.10, p.112-120, 1986.

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F., ed. **Relação solo eucalipto. Viçosa: Folha de Viçosa**, 1990. p. 27-186.

BERGER, R., SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; HASELEIN, C.R. Efeito do espaçamento e adubação no crescimento de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n.2, p.72-87, 2002.

BELLOTTE, A.F.J. Suplemento de nutrientes minerais e crescimento de plantações adubadas de *Eucalyptus grandis* nos cerrados do Estado de São Paulo, 1990, Freiburg, **Tese (doutorado)**, Universidade de Freiburg-Alemanha, 1990.

Camargo, M. L. P.; Moraes, C. B.; Mori, E. S.; Guerrini, I. A.; Mello, E.J.; Oda, S. Considerações sobre a eficiência nutricional em *Eucalyptus*. 2004. Nota Científica. **Científica**. Jaboticabal, v. 32, n.2, p.191-196.

CHIES, D. Influência do espaçamento sobre a qualidade e o rendimento da madeira serrada de *Pinus taeda* L. 2005. 123p. **Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)** - Setor Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

FARIA, G.I.; BARROS, N.F.; CUNHA, P.L.V.; MARTINS, I.S.; MARTINS, R.C.C. Avaliação da produtividade, conteúdo e eficiência na utilização de nutrientes em genótipos de *Eucalyptus spp.* no Vale de Jequitinhonha, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.3, p. 363-573, 2008.

GODOY, T. G.; ROSADO, S. C. S. Efficiency of phosphorus use in young plants of *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 303-308, 2011.

GUIMARÃES, H. S. Variabilidade genética para eficiência nutricional em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus citriodora*. 1993. 68f. **Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)** – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1993.

MALAVOLTA, E. VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações. 2.ed. 1997. Piracicaba: **Associação Brasileira para Pesquisa da Potássio e do Fósforo**. 319p.

MULLER, M. D.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; BRITO, J. O. Avaliação de um clone de Eucalipto estabelecido em diferentes densidades de plantio para produção de biomassa e energia. 2005. **Biomassa & Energia**, v. 2, n. 3, p.177-186.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F. & NEVES, J.C.L. Interpretação de análise química do solo para o crescimento de *Eucalyptus spp.* – níveis críticos de implantação e de manutenção. **R. Árvore**, 10:105-111, 1986.



SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do estado de São Paulo. 2002. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 447–457.

SILVA, C. R. da Efeito do espaçamento e arranjo de plantio na produtividade e uniformidade de clones de *Eucalyptus* na região nordeste do Estado de São Paulo. 2005. 51p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005.

SOARES, C. P. B.; NETO, F. P.; SOUZA, A. L. Dendrometria e Inventário Florestal. 2ed. 2011. Viçosa, Minas Gerais. **Ed. UFV**.

VALE, A. B.; PAIVA, H. N. & FELFILI, J. M. Influência do espaçamento do sítio na produção florestal. **Boletim Técnico SIF**, n.4, 1982. 20 p.



Tabela 1: Atributos químicos do solo da área experimental nas profundidades de 0 –20 cm e 20 – 40c m, em Dom Eliseu, Pará.

Profundidade (cm)	pH		C _{org}	M.O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
	H ₂ O	KCl	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	Cmol _c dm ⁻³			%					
0 - 20	5,18	4,34	14,53	25,06	1,09	0,02	1,1	0,05	0,28	3,8	1,17	4,97	23,54	19,31
20 -40	5,10	4,18	9,29	16,01	0,45	0,02	0,67	0,57	0,47	3,24	1,26	4,50	28,00	27,17

C_{org}: Carbono orgânico; M.O: Matéria orgânica; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Al: Alumínio; H+Al: Acidez potencial; SB: Soma de bases; T: Capacidade de troca de cátions a pH7; V: Saturação por bases; m: Saturação por alumínio.

Tabela 2: Biomassa (kg ha⁻¹) do lenho em clones de eucalipto, aos 18 meses de idade, em função de diferentes espaçamentos de plantio, em Dom Eliseu, Pará.

Compartimento	Espaçamento	Clone					
		<i>E. grandis</i>		<i>E. urograndis</i>		<i>E. platyphylla</i>	
			SD		SD		SD
Lenho	3m x 2m	12.276,13a	(1534,79)	13.343,37a	(1449,82)	12.963,43a	(855,62)
	3m x 3m	8.977,71bB	(425,38)	9.684,01bB	(1451,09)	10.661,52bA	(200,35)
	3m x 3,5m	8.855,01bB	(349,84)	8.778,58bB	(141,83)	9.262,54bA	(192,98)
	3m x 4m	8.161,13bB	(515,82)	8.779,85bAB	(761,78)	9.177,34bA	(427,76)

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si em função dos diferentes espaçamentos e médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si em função dos diferentes clones dentro de cada compartimento da árvore pelo teste de Tukey a 5 % de significância. (SD)Desvio Padrão.

Tabela 3: Eficiência de utilização de nutrientes (kg biomassa/ kg de nutriente) no lenho de clones de eucalipto, aos 18 meses de idade, em função de diferentes espaçamentos de plantio, em Dom Eliseu- Pará.

Nutriente	Espaçamento	Clone					
		<i>E. grandis</i>		<i>E. urograndis</i>		<i>E. platyphylla</i>	
			SD		SD		SD
N	3m x 2m	820,89aB	(66,01)	1.259,06aA	(143,10)	766,39bB	(102,00)
	3m x 3m	871,88aBA	(89,49)	1.029,22bA	(97,25)	781,15bB	(44,47)
	3m x 3,5m	872,45aBA	(94,91)	995,75bA	(97,69)	764,79bB	(68,45)
	3m x 4m	675,47bB	(79,40)	903,81bA	(9,12)	1.029,48aA	(71,35)
P	3m x 2m	3.317,27b	(155,69)	2.647,77c	(90,98)	3.420,73b	(695,45)
	3m x 3m	5.577,47a	(1.165,34)	4.548,37b	(1.132,82)	4.352,20b	(125,33)
	3m x 3,5m	3.754,67bB	(634,57)	5.916,70aA	(949,32)	3.932,74bB	(107,11)
	3m x 4m	5.590,27aBA	(694,15)	4.270,01bB	(412,63)	6.114,63aA	(467,77)
K	3m x 2m	543,63a	(43,19)	548,29b	(45,95)	604,07a	(38,32)
	3m x 3m	568,22aB	(33,15)	613,98bBA	(17,22)	652,51aA	(49,86)
	3m x 3,5m	564,77aB	(11,41)	715,56aA	(59,42)	578,53aB	(52,44)
	3m x 4m	557,87a	(18,10)	603,95b	(53,27)	633,10a	(24,92)
Ca	3m x 2m	335,66a	6(61,65)	423,52a	(67,87)	371,29b	(108,00)
	3m x 3m	259,02bB	(20,31)	339,58aB	(39,65)	480,51baA	(21,61)
	3m x 3,5m	347,68a	(110,86)	336,11a	(45,91)	446,02ba	(113,78)
	3m x 4m	280,55bB	(178,77)	334,18aB	(71,79)	635,21aA	(33,47)
Mg	3m x 2m	2285,92	(471,11)	2878,74	(725,01)	3.530,68	(1.163,55)
	3m x 3m	1887,29	(196,38)	2686,68	(461,75)	4.464,8	(363,87)
	3m x 3,5m	1880,14	(282,33)	2271,62	(308,07)	3.164,46	(1.065,27)
	3m x 4m	1776,2	(245,30)	2152,28	(757,61)	4.095,24	(1.885,77)

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si em função dos diferentes espaçamentos e médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si em função dos diferentes clones dentro de cada compartimento da árvore pelo teste de Tukey a 5 % de significância. Desvio Padrão (SD).