



Produção de Biomassa e Eficiência de Utilização de Fósforo no Lenho em Clones de *Eucalyptus* spp. sob Diferentes Espaçamentos de Plantio.

Marcos André Piedade Gama⁽²⁾; **Rayanne Oliveira Teixeira**⁽³⁾; **Suany Couto Teixeira**⁽⁴⁾; **Jonas Elias Castro da Rocha**⁽⁵⁾; **Luane Pereira Dias**⁽⁶⁾; **Luana Lima de Souza**⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do projeto Solos e Agrossilvicultura.

⁽²⁾ Professor Adjunto da Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pa (gama_map@yahoo.com.br); ⁽³⁾ Estudante do curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA (teixeira.rayanne@yahoo.com);

⁽⁴⁾ Engenheira Florestal Msc. Belém, Pa (suany.couto@hotmail.com); ⁽⁵⁾ Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, Pa (jonasufra@yahoo.com.br); ⁽⁶⁾ Estudante do curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA (luane-dias@live.com) ⁽⁷⁾ Estudante do curso de Agronomia, Universidade Federal da Amazônia, Belém, PA (luanals18@hotmail.com).

RESUMO: O Estado do Pará figura entre as principais áreas de expansão estratégica dos povoamentos florestais com eucalipto devido à grande disponibilidade de terras com potencial para esta atividade. Assim, para contribuir com o desenvolvimento do reflorestamento na região do sudeste Paraense, o presente estudo objetivou avaliar o comportamento de clones de eucalipto em função dos espaçamentos de plantios, considerando a produção de biomassa aérea e a eficiência de utilização de fósforo (P) para produção de biomassa de lenho. O experimento foi instalado em Dom Eliseu, Pará, consistiu em três materiais genéticos de eucalipto, *Eucalyptus grandis*, o híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* e *E. platiphylla* avaliados em quatro diferentes espaçamentos, sendo uma distância fixa de 3 m entre as linhas e distâncias variáveis entre as plantas nas linhas de plantio, de 2; 3; 3,5 e 4 m. Aos 27 meses após plantio foram coletados dados para determinação da biomassa e cálculo do conteúdo e eficiência de utilização de Fósforo (P). O híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* é o mais adaptado às condições estudadas quanto a produção de biomassa de lenho e à eficiência de utilização de P para a produção de lenho.

Termos de indexação: Eucalipto; Espaçamento; Biomassa aérea; Produção de lenho.

INTRODUÇÃO

No Brasil, os plantios de eucalipto correspondem a 72 % das árvores plantadas para fins industriais (ABRAF, 2013), os quais tendem a ocupar solos de baixa fertilidade natural. Este fato, aliado à grande disponibilidade de terra, torna o Pará um dos estados com maior potencial de expansão nesse tipo de reflorestamento, ampliando a demanda por pesquisas e transferência de tecnologias (ALMEIDA et al., 2011).

Neste contexto, o cultivo rentável em novas áreas exige informações como o uso adequado de fertilizantes (SANTANA et al., 2008), da densidade de plantio (GARCIA, 2010) e da seleção de clones eficientes na utilização de nutrientes (PINTO et al., 2011) para cada condição edafoclimática. A integração ajustada destes fatores determina a produção de biomassa, podendo aumentar a produtividade e a rentabilidade da atividade (GONÇALVES, 2010).

Assim, para contribuir com o desenvolvimento do reflorestamento na região sudeste Paraense, o presente estudo objetivou avaliar o comportamento de clones de eucalipto em função dos espaçamentos de plantios, considerando a produção de biomassa aérea e a eficiência de utilização de fósforo (P) para produção de biomassa de lenho.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é localizada no município de Dom Eliseu, Estado do Pará, cujas coordenadas geográficas são: 4° 17' 36" de latitude Sul 47° 33' 15" de longitude oeste do meridiano de Greenwich. O clima predominante no município, segundo Koppen é Aw, caracterizado como mesotérmico úmido, com temperatura anual de aproximadamente 25°C, o índice pluviométrico varia entre 2.250 e 2.500 mm, com maior concentração nos meses de janeiro a junho e umidade relativa do ar em torno de 85°C (SEPOF, 2011). O solo, de acordo com Embrapa (2013), é classificado como Latossolo Amarelo, textura argilosa, com relevo plano a suave ondulado.

Para caracterização química do solo foram coletadas amostras das camadas de 0 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m (Tabela 1).

Tratamentos e amostragens

O experimento foi instalado em março de 2012, para o qual foram selecionados três materiais genéticos de eucalipto: *Eucalyptus grandis*, o híbrido



Eucalyptus grandis x *E. urophylla* e *E. platyphylla*, produzidos a partir de ministaquia. O trabalho foi desenvolvido em delineamento experimental de blocos casualizados, disposto em arranjo fatorial 3 x 4 (materiais genéticos x espaçamentos, respectivamente) com três repetições, totalizando 12 tratamentos, distribuídos em 36 parcelas, com dimensão de 24 x 24 m. Os espaçamentos das plantas constituíram-se de uma distância fixa de 3 m entre as linhas e distâncias variáveis entre as plantas nas linhas de plantio de 2; 3; 3,5 e 4 m.

Para a amostragem da biomassa acima do solo utilizou-se o metodologia de SANQUETA (2002). Uma vez derrubada, cada árvore-amostra foi separada em folhas (F), galhos verdes (G.V), galhos secos (G.S), casca (C) e lenho (L). Todos os compartimentos tiveram a massa fresca pesada em campo com auxílio de uma balança digital móvel.

Em seguida, foi retirada uma amostra representativa de aproximadamente 200 g de cada compartimento (F, G.V, G.S, C e L), as quais foram pesadas imediatamente, acondicionadas em sacos de papel para secagem em estufa à $65 \pm 2^\circ$ C até obtenção de peso constante. Para determinação do peso de matéria seca, utilizou-se uma balança eletrônica com 0,01 g de precisão. Após esses procedimentos, a biomassa dos compartimentos coletados foi determinada através da fórmula de Soares et al. (2011).

Para determinar o teor de P nos compartimentos coletados em campo utilizou-se a metodologia de Malavolta et al., (1997), realizando digestão nítrica – perclórica. O conteúdo de P foi calculado pela multiplicação do teor pela biomassa e corrigido pelo número de plantas, quando expresso por área. O cálculo de eficiência de utilização do fósforo (P) para produção do lenho (EUP Lenho) foi realizada com base na metodologia proposta por Siddiqui e Glass (1981).

Análise estatística

A análise estatística foi realizada no programa estatístico Statistical Analysis Software (SAS), no qual foram calculadas a análise de variância e a comparação de medias pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, a proporção de acúmulo de biomassa segue a sequência: Lenho > Galho verde > Casca > Folha > Galho seco, como verificado na Tabela 2. Gatto et al., (2014) avaliando um híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis* 60 meses após o plantio, verificaram esta mesma sequência de acúmulo de biomassa. Estes resultados também

corroboram os verificados por Santana et al., (2008). No entanto, Teixeira (2014) verificou a sequência: Lenho > Galho verde > Folha > Casca > Galho seco, numa avaliação prévia, aos 18 meses após o plantio, na mesma área experimental deste trabalho. Este fato denota que acúmulo de biomassa na casca com o amadurecimento do plantio é maior que nas folhas

No *E. grandis*, a produção de biomassa de folhas foi significativamente afetada pela variação do espaçamento de plantio, com os menores valores nas áreas com densidade de plantio menor. O *E. platyphylla* apresentou baixo acúmulo de biomassa foliar em relação aos outros dois materiais genéticos no espaçamento 3 x 3 m, que é o mais utilizado na região, com menos de 50 % da produção destes. Este fato pode estar relacionado à arquitetura da parte aérea ou à pouca adaptação do material genético aos espaçamentos mais adensados.

A produção de casca diferiu entre clones nos dois espaçamentos mais adensados provavelmente devido à maior competição entre plantas. Em casos em que os materiais genéticos são submetidos a estresse, como a maior concorrência entre plantas, a diferença de produção é altamente dependente da carga genética e do potencial produtivo do material cultivado.

O acúmulo de biomassa no lenho demonstrou ser influenciado pelo espaçamento, provavelmente como reflexo da interferência nas variáveis H e DAP. Em espaçamentos mais adensados, o maior crescimento em altura promove maior acúmulo de biomassa no lenho e, em plantios menos densos, o crescimento em diâmetro assume essa função. Isso pode explicar as diferenças entre as médias desta variável entre espaçamentos mais evidentes no híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*. No entanto, provavelmente por se tratar de uma medida bidimensional, a área basal das plantas contribui mais para o acúmulo de biomassa no lenho, resultando em maiores médias no plantio menos denso.

Os materiais genéticos não apresentaram diferença na eficiência de utilização de fósforo no lenho em função espaçamentos (Figura 1). As diferenças ocorreram entre clones nos espaçamentos 3 x 2 e 3 x 3,5. No 3 x 2, o híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* foi superior ao *E. grandis*. Já no espaçamento 3 x 3,5 m o *E. grandis* x *E. urophylla* foi mais eficiente na utilização de fósforo para a produção de biomassa de lenho que todos os demais clones avaliados. Este material genético apresentou tendência de aumento da EUP Lenho com o aumento da densidade de plantio. Este fato pode ser explicado pela concorrência que torna a quantidade do nutriente disponível para cada planta, menor.



CONCLUSÕES

O híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*, até o momento da avaliação, é o mais adaptado às condições estudadas quanto ao crescimento, produção de biomassa de lenho e eficiência de utilização de P para a produção do lenho.

O fator espaçamento tem grande influência produção de biomassa de Eucalipto.

Os resultados alcançados aos 27 meses de cultivo são importantes, porém, parciais, devendo-se seguir com avaliações posteriores até a colheita.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Vale Florestal, pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. S.; COUTINHO, C. H. O.; SANTANA, A. C. Perspectivas para o reflorestamento no estado do Pará a partir do uso da terra no nordeste e sudeste paraense. *Revista Amazônia: Ciência e Desenvolvimento*. Belém, v. 7, n. 13, jul/dez. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário estatístico da ABRAF 2013: ano base 2012 / ABRAF. – Brasília, 2013. 148 p.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. rev. ampl. Brasília, DF, p. 353. 2013.

GARCIA, E. A. Caracterização física e química do solo e avaliação do desenvolvimento de plantas de eucalipto em função do espaçamento e da adubação, visando a colheita precoce para utilização em bioenergia. 2010. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2010.

GATTO, A. et al. Ciclagem e Balanço de nutrientes no sistema solo – planta em um plantio de *Eucalyptus* sp., no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 38, p. 879 – 887, 2014.

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

GONÇALVES, J. L. M. Eucalipto. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). **Boas práticas para uso de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI, v. 3, p. 310 – 370. 2010.

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 Potassa e do Fosfato. 319 p.

PINTO, S. I. C. et al. Eficiência nutricional de clones de eucalipto na fase de mudas cultivadas em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 523 – 533, 2011.

SANQUETA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETA, C. R. et al. (Eds). *As florestas e o carbono*. Curitiba, PR, p. 119 – 140. 2002. SANTANA, R. C. et al. Estimativa de biomassa de plantios de eucalipto no Brasil. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 697 – 706, 2008.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E FINANÇAS – SEPOF - Instituto de desenvolvimento econômico, social e ambiental do Pará (2011). *Estatísticas Municipais*. Dom Eliseu: Aspectos Físicos territoriais. Disponível em: <<http://www.sepof.pa.gov.br/domeliseu.cfm>>. Acesso em 19 de jan. 2015.

SIDDIQUI, M. Y.; GLASS, A. D. M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. *Journal Plant Nutrition*, v. 4, p. 289 – 302, 1981.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. *Dendrometria e Inventário Florestal*. Viçosa, MG. Editora UFV, p. 97 - 112. 2011.

TEIXEIRA, S. C. Fertilidade do solo, eficiência de utilização de nutrientes e produção de plantios de eucalipto em função de diferentes espaçamentos, em Dom Eliseu, Pará. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2014.



Tabela 1: Atributos químicos de um Latossolo Amarelo, textura argilosa, nas profundidades de 0 – 0,20m e 0,20 – 0,40 m, em Dom Eliseu, Pará.

Profundidade (m)	pH		C _{org} g kg ⁻¹	M.O. g kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V	m
	H ₂ O	KCl												
0 - 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
0,20 -0,40	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: CTC_{pH7}; V%: Saturação pó bases; m%: Saturação por alumínio.

Tabela 2. Biomassa dos compartimentos da parte aérea de três materiais genéticos de Eucalipto, 27 meses após o plantio, sob quatro espaçamentos de plantio.

Biomassa (kg planta ⁻¹)	Material Genético	Espaçamento (m)			
		3 x 2	3 x 3	3 x 3,5	3 x 4
FOLHA	<i>E. grandis</i>	2,12 Ca*	3,05 BCa	3,47 Ba	4,56 Aa
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	2,69 Aa	3,17 Aa	2,73 Aa	4,76 Aa
	<i>E. platiphylla</i>	1,00 Aa	1,47 Ab	3,38 Aa	3,48 Aa
GALHO VERDE	<i>E. grandis</i>	2,54 Aab	4,90 Aa	4,02 Aa	5,12 Aab
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	3,37 Ba	5,03 ABa	3,83 Ba	7,13 Aa
	<i>E. platiphylla</i>	1,29 Ab	1,55 Ab	2,75 Aa	3,35 Ab
GALHO SECO	<i>E. grandis</i>	1,36 Aa	2,44 Aa	1,46 Aa	3,85 Aa
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	2,15 Aa	1,48 Ab	1,21 Aa	1,53 Aa
	<i>E. platiphylla</i>	1,60 Aa	1,57 Aab	3,02 Aa	1,82 Aa
CASCA	<i>E. grandis</i>	2,47 Bab	3,19 ABa	2,68 Ba	3,98 Aa
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	3,19 ABa	3,18 ABa	2,44 Ba	3,66 Aa
	<i>E. platiphylla</i>	2,00 Ab	1,99 Ab	2,35 Aa	3,10 Aa
LENHO	<i>E. grandis</i>	14,92 Ab	18,93 Aa	12,93 Aa	20,25 Aa
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	24,20 ABa	12,77 Ca	19,79 BCa	28,64 Aa
	<i>E. platiphylla</i>	13,53 Ab	13,74 Aa	18,94 Aa	20,65 Aa

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha ou mesma letra minúscula em cada coluna e para cada compartimento, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

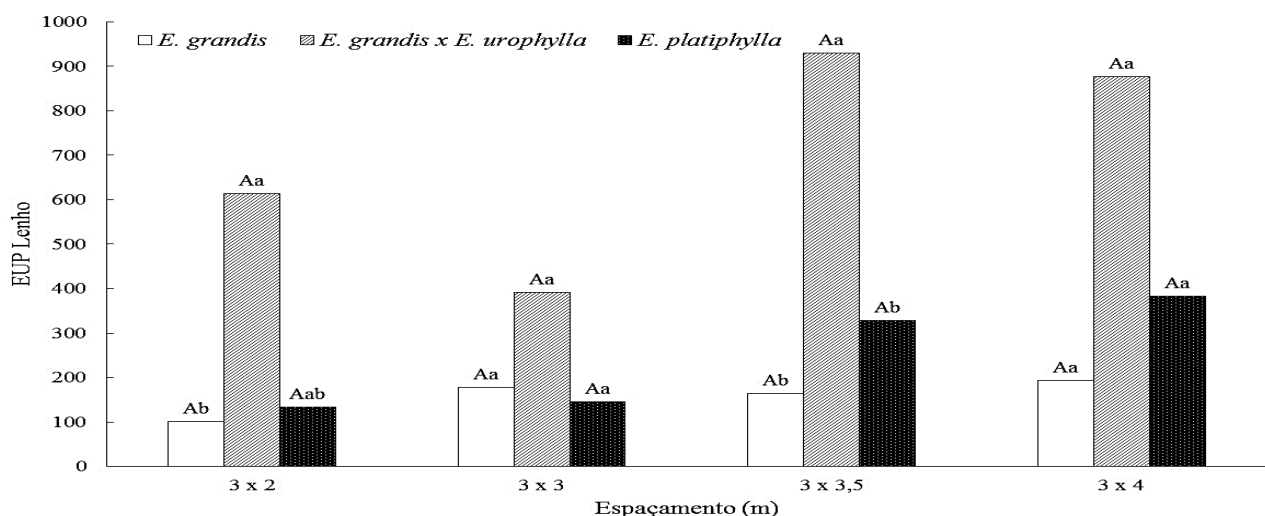


Figura 1. Eficiência de utilização de Fósforo para a produção de lenho (EUP Lenho) de três materiais genéticos de Eucalipto, 27 meses após o plantio, sob quatro espaçamentos de plantio. Letras maiúsculas referem-se à comparação de médias entre espaçamentos para um mesmo clone e letras minúsculas à comparação entre clones para um mesmo espaçamento pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).