

EFICIÊNCIA DO USO DE NUTRIENTES EM PLANTIOS DE EUCALIPTO DE CURTA ROTAÇÃO

Victoria Romancini Toledo¹; Daiane Rezende da Fonseca¹; Hilária Andrade Viana Meireles¹; Ana Paula Leite de Lima²; Sebastião Ferreira de Lima³

- (1) Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Rodovia MS-306 - Zona Rural, CEP 79560-000, Chapadão do Sul – MS, Brasil
- (2) Dra. Ciência Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Rodovia MS-306 - Zona Rural, CEP 79560-000, Chapadão do Sul – MS, Brasil
- (3) Dr. em Fitotecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Rodovia MS-306 - Zona Rural, CEP 79560-000, Chapadão do Sul – MS, Brasil

victoriaromancini@hotmail.com, hilaria.meireles2017@hotmail.com, daiianefonseca.rz@gmail.com,
paula.leite@ufms.com, sebastiao.lima@ufms.br

Identificação do evento: Apresentado no III Congresso Brasileiro de Eucalipto – 02 a 04 de Setembro de 2015 – Centro de Treinamento Dom João Batista – Vitória – ES

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso de macronutrientes, no lenho e na casca de árvores de clones de eucalipto, plantados em diferentes espaçamentos. O experimento foi instalado em dezembro de 2014, utilizando delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 3x5, testando três clones de eucalipto (H13, AEC144 e A217) em cinco espaçamentos (3,0 x 1,0 x 0,8 m, 3,0 x 1,0 x 1,0 m, 3,0 x 1,0 m, 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m), com três repetições. Aos 36 meses de idade foi selecionada e abatida uma árvore de diâmetro médio por parcela. Em cada árvore foram retirados discos, ao longo da altura comercial da árvore e, a partir destes foram obtidas amostras de lenho e casca. Após secagem em estufa, para a determinação da massa seca, amostras de lenho e casca foram preparadas para a análise de nutrientes. A eficiência de utilização de nutrientes (EUN) foi maior nos espaçamentos que continham um menor estoque de nutrientes, encontrados, na maioria, nos espaçamentos mais amplos. As maiores EUN para o fósforo e o potássio foram encontradas nos espaçamentos de linhas simples.

Palavras-chave: Exportação de nutrientes; Florestas energéticas; Macronutrientes.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma matriz energética de origem, predominantemente, renovável, atendendo a 80% da oferta interna de energia (CARNEIRO JUNIOR et al., 2017). Dentre as diferentes fontes, a biomassa, representada pela cana-de-açúcar, o licor negro e os resíduos de origem florestal, em 2016, foi responsável por 8,2% da energia elétrica gerada no país (BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2017).

Considerando apenas a biomassa florestal, a energia pode ser gerada pelo aproveitamento dos resíduos florestais ou, pela queima da madeira oriunda de florestas implantadas para este fim (COUTO et al., 2000). Desta forma, a sua utilização contribui, também, para redução da exploração de florestas nativas para fins energéticos (RAMOS et al., 2011; PROTÁSIO et al., 2014).

Essa concentração varia de um tecido para outro na planta (TURNER; LAMBERT, 2008) e, conhecer seu estoque contribui para a escolha métodos de manejo que causem uma menor exportação de nutrientes do solo (SCHUMACHER et al., 2011; GATTO et al., 2014).

Um dos nutrientes mais retirados do sítio, quando a colheita das árvores é feita com a casca, é o cálcio. Sua alta concentração na casca é explicada pelo fato deste ser um elemento praticamente imóvel no floema, também por ser um componente estrutural e fazer parte da lamela média da membrana celular (BRUN et al., 2010). Portanto, se durante a colheita, for retirado apenas o lenho, deixando a casca no local, pode-se reduzir a remoção do sítio de cálcio em 60%, de magnésio em 48%, de potássio em 21% e de nitrogênio em 18% (WITSCHORECK; SCHUMACHER, 2015).

Outro parâmetro nutricional envolvido na escolha de técnicas de manejo é o reconhecimento das diferenças no comportamento da eficiência de utilização de nutrientes (EUN) (SANTANA et al., 2002). Essas diferenças fazem com que na prática espécies de eucalipto possam ser utilizadas em solos com baixa fertilidade, adotando diferentes regimes de adubação (FARIA et al., 2008). Em plantios menos densos pode haver maior EUN para nitrogênio e potássio, já plantios com maiores densidades podem apresentar maior eficiência no uso de fósforo (SHUJAUDDIN; KUMAR, 2003).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso de macronutrientes no lenho e na casca de clones de eucalipto em plantio com diferentes espaçamentos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área da fazenda Jacuba, pertencente à empresa Cerradinho Bioenergia, em Serranópolis-GO. O município possui uma cobertura vegetal de cerrado e a classe de solo predominante é a Neossolo Quartzarênico. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo tropical úmido (Aw), com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação média anual é de 1.579 mm e a temperatura média anual é de 23,3°C.

O experimento foi instalado em dezembro de 2014, em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x5, avaliando três clones de eucalipto (H13, AEC144 e A217), híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis*, plantados em cinco espaçamentos (3,0 x 1,0 x 0,8 m, 3,0 x 1,0 x 1,0 m, 3,0 x 1,0 m, 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m), com três repetições. As parcelas de linhas simples foram constituídas por quatro linhas de plantio e, as parcelas com linhas duplas por seis linhas, com 12 plantas cada.

Aos 36 meses de idade foi selecionada e abatida uma árvore de diâmetro médio por parcela. Após o corte, cada árvore teve seu tronco pesado e, em seguida, foram retirados discos (com espessura aproximada de 5,0 cm) ao longo da altura da árvore, nas posições: 0, 25, 50, 70, 100% da altura comercial e no DAP. Os discos de cada árvore foram pesados em campo e, em seguida, encaminhados ao laboratório onde os mesmos foram separados em lenho e casca e, pesados novamente. Para a obtenção das amostras de lenho, os discos de cada seção foram divididos em cunha, utilizando-se duas cunhas opostas dos discos.

As amostras de lenho e casca foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a uma temperatura de 100 ± 5°C. Após a secagem e pesagem, as mesmas foram encaminhadas para análises químicas para quantificação dos teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S). A partir dos dados de biomassa e do teor de nutrientes no lenho e casca foi calculada a eficiência de utilização dos nutrientes (EUN) para produção de lenho e casca, através da metodologia proposta por Barros et al. (1986), ou seja, pela razão entre a biomassa produzida em cada compartimento (kg ha⁻¹) e o conteúdo de nutrientes acumulados em cada compartimento (kg ha⁻¹).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A eficiência do uso de nutrientes (EUN), com exceção para a eficiência do uso de nitrogênio e enxofre no lenho e da eficiência do uso de magnésio na casca, foi influenciada pela interação entre clone e o espaçamento de plantio.

Para a maioria dos nutrientes verificou-se que, em geral, a maior EUN foi verificado para o clone H13, enquanto, a menor para o AEC144 (Tabela 1). Porém, em alguns casos como para o cálcio, o espaçamento 3,0 x 1,0 foi o mais eficiente no uso deste nutriente, sendo este o espaçamento que possui uma quantidade intermediária de Ca estocada. A ordem decrescente das quantidades de EUN no lenho foi de P > Mg > K > Ca > N.

Tabela 1. Eficiência de utilização de nutrientes (EUN) no lenho de clones de híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis*, em cinco espaçamentos de plantio, aos 36 meses de idade.

EUN	Clone	Espaçamento (m)				
		3,0x1,0x0,8	3,0x1,0x1,0	3,0x1,0	3,0x1,5	3,0x2,0
P	H13	5241,28 b B	4985,73 b B	10000,00 a A	9872,72 a A	10284,01 a A
	AEC144	10000,00 a A	7078,75 a B	4632,23 b C	10000,00 a A	10000,00 a A
	A217	4768,53 b B	4817,11 b B	10060,59 a A	10000,00 a A	10260,17 a A
K	H13	823,95 ab B	864,58 a B	648,19 ab C	904,98 a B	1093,88 a A
	AEC144	691,51 b A	750,57 a A	526,86 b B	796,85 a A	713,71 b A
	A217	837,93 a BC	874,25 a ABC	751,93 a C	925,56 a AB	1009,73 a A
Ca	H13	426,39 b D	768,08 ab AB	872,79 a A	588,72 ab C	617,87 b BC
	AEC144	765,08 a A	891,60 a A	864,28 a A	529,28 b B	818,10 a A
	A217	643,43 a AB	724,08 b A	541,72 b B	680,82 a AB	693,48 ab A
Mg	H13	4246,93 a AB	3809,41 a B	5068,47 a A	5000,00 a A	5104,08 a A
	AEC144	3165,80 b B	3235,14 a B	2298,57 b C	5000,00 a A	3333,33 b B
	A217	4482,42 a A	3190,37 a B	5136,58 a A	4887,65 a A	5000,00 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para os clones H13 e A217, a EUN para o P foi maior nos espaçamentos mais amplos. Para estes clones, a EUN foi cerca de duas vezes superior nos espaçamentos mais amplos, em linhas simples de plantio. Enquanto, para o AEC144, tanto o menor quanto o maior espaçamento, obtiveram maiores valores de EUN.

A eficiência do uso de potássio apresentou comportamento semelhante a do fósforo (Tabela 1), em que as maiores eficiências estão nos espaçamentos mais amplos. A EUN pode variar a medida que a disponibilidade de um nutriente no solo é alterada e em geral a EUN nas plantas aumenta conforme diminuição da disponibilidade do nutriente no solo (FARIA et. al, 2008). Silva et al. (2002) confirma que quando há uma maior absorção de K do que

a taxa de crescimento ocorre redução de EUN.

Para o cálcio, o clone H13 apresentou a menor EUN no espaçamento mais adensado, enquanto o A217, no espaçamento 3,0 x 1,0 m. E, o clone AEC144 foi menos eficiente no uso do cálcio, no espaçamento 3,0 x 1,5 m.

Analisando o magnésio, para os clones H13 e A217 uma maior eficiência foi observada nos espaçamentos em linhas simples (3,0 x 1,0 m; 3,0 x 1,5 m e 3,0 x 2,0 m). Entretanto, para o clone AEC144, a menor eficiência foi observada no 3,0 x 1,0 m (Tabela 1) enquanto a maior foi verificada no espaçamento 3,0 x 1,5 m.

Para o elemento N, a EUN variou com o clone avaliado (Tabela 2), onde os clones H13 e A217 foram, em média, 28% mais eficientes do que o AEC144. De acordo com Silveira e Malavolta (2000) cada material genético possui habilidades diferentes de EUN, que são diferentes também para cada nutriente absorvido, podendo ser explicado pelas diferenças genótípicas que ocorrem e pela interação genótipo ambiente, alterando a capacidade de absorção, transporte e utilização dos nutrientes pelas plantas (MARSCHNER, 1997).

Tabela 2. Eficiência de utilização de nutrientes (EUN) no lenho de clones de *E. urophylla* x *E. grandis*, aos 36 meses de idade

EUN	Clone				
H13	AEC144		A217		
975,49 a	780,76 b		1022,78 a		
N	Espaçamento(m)				
3,0x1,0x0,8	3,0x1,0x1,0	3,0x1,0	3,0x1,5	3,0x2,0	
829,96 b	833,85 b	954,62 a	1017,30 a	995,99 a	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não se diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Ao analisar a influência do espaçamento sobre a EUN, para o nitrogênio (Tabela 2), pode-se observar que as maiores eficiências foram observadas para os espaçamentos em linhas simples. Essa eficiência foi, em média, 19% superior àquelas observadas nos espaçamentos em linhas duplas, ou seja, nos mais adensados.

A eficiência de uso de nutrientes na casca, de modo geral, apresentou comportamento semelhante àquela observada para o lenho (Tabela 3). O Ca, na casca, teve comportamento diferente do que o do lenho, para os clones H13 e AEC144. A sequência de maiores EUN na casca apresentou a seguinte ordem S > P > Mg > N > K > Ca.

Tabela 3. EUN na casca de clones de *E. urophylla* x *E. grandis*, em cinco espaçamentos de plantio, aos 36 meses de idade.

EUN	Clone	Espaçamento(m)				
		3,0x1,0x0,8	3,0x1,0x1,0	3,0x1,0	3,0x1,5	3,0x2,0
N	H13	224,08 a C	232,63 b C	254,93 a BC	310,24 a A	291,99 a AB
	AEC144	213,31 a B	278,35 a A	268,64 a A	286,30 a A	274,99 a A
	A217	248,17 a BC	230,86 b C	257,69 a ABC	287,65 a AB	304,74 a A
P	H13	867,33 b C	1237,45 a B	1348,43 a B	2000,00 a A	1869,90 a A
	AEC144	1191,24 a B	1070,57 a B	1025,81 b B	1840,13 a A	1807,65 a A
	A217	957,19 ab B	651,05 b B	942,56 b B	839,67 b B	1441,69 b A
K	H13	119,08 a B	137,29 a B	145,25 b B	231,03 a A	237,25 a A
	AEC144	94,76 a C	112,16 a C	159,15 ab B	223,61 a A	238,11 a A
	A217	104,30 a C	113,45 a C	183,03 a B	207,73 a AB	229,11 a A
Ca	H13	67,85 a A	58,83 a AB	42,85 b D	46,52 c CD	53,91 a BC
	AEC144	47,61 b B	66,37 a A	54,48 a B	55,42 b B	48,31 a B
	A217	70,16 a A	63,74 a AB	52,90 a C	67,22 a A	56,35 a BC
S	H13	3817,89 a B	4122,09 a AB	4498,52 b A	4278,27 a AB	3770,92 b B
	AEC144	2667,50 c D	4012,94 a AB	4538,60 ab A	3917,22 ab B	3264,05 c C
	A217	3251,99 b CD	3211,49 b D	4998,24 a A	3729,95 b BC	4287,00 a B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Ao analisar a eficiência de utilização do nitrogênio para os três clones (Tabela 3), a maior eficiência na transformação de N em biomassa foi encontrada nos espaçamentos mais amplos. Resultado semelhante foi observado em um estudo conduzido por Lafetá (2012) o N na casca possui aumento de eficiência com o aumento do espaçamento.

A EUN dos nutrientes N, P, K e S foram maiores para todos os clones nos espaçamentos mais amplos.

Enquanto que para a eficiência de uso do cálcio, em todos os clones foram maiores em espaçamentos adensados. O cálcio foi o nutriente que apresentou os menores valores de eficiência em relação aos demais nutrientes e essa baixa eficiência pode ser atribuída aos elevados valores de Ca encontrados na casca (SANTANA et al., 2002) e por ele ser um nutriente pouco móvel no floema (MARSCHNER, 1997).

Para o magnésio, apenas o espaçamento influenciou na EUN na produção de casca (Tabela 4). No espaçamento 3,0 x 1,0 x 1,0 m foi observada maior eficiência no uso do Mg do que nos espaçamentos 3,0 x 1,0 x 0,8 m e 3,0 x 1,0 m.

Tabela 4. EUN na casca de clones de *E. urophylla* x *E. grandis*, em cinco espaçamentos de plantio, aos 36 meses de idade.

EUN	Espaçamento(m)				
	3,0x1,0x0,8	3,0x1,0x1,0	3,0x1,0	3,0x1,5	3,0x2,0
Mg	416,81 b	522,97 a	398,63 b	438,94 ab	469,99 ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não se diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A eficiência de utilização de nutrientes, em geral, é maior nos espaçamentos mais amplos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2016. **Empresa de Pesquisa Energética**. Rio de Janeiro: EPE, 2017.
- BRUN, E. J. et al. Dinâmica de macronutrientes na biomassa florestal em estágios sucessionais de Floresta Estacional Decidual. RS, Brasil. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v.38, n.86, p.307-318, 2010.
- CARNEIRO JUNIOR, J. A. M.; ALVES, C. T.; TORRES, E. A. Biomassa torrefeita: um novo combustível para a indústria. **Bahia análise de dados**, Salvador, v.27, n.1, p.204-228, 2017.
- COUTO, L.; FONSECA, E.M.B.; MÜLLER, M.D. **O estado da arte das plantações de florestas de rápido crescimento para produção de biomassa para energia em Minas Gerais: aspectos técnicos, econômicos sociais e ambientais**. Belo Horizonte: CEMIG, 2000. 44p.
- FARIA, G. E.; BARROS, N. F.; CUNHA, L. P.; MARTINS, I. S.; MARTINS, R. C. C. Avaliação da produtividade, conteúdo e eficiência de utilização de nutrientes em genótipos de *Eucalyptus spp.* no Vale do Jequitinhonha, MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.3, p.363-373, 2008.
- GATTO, A. et al. Ciclagem e balanço de nutrientes no sistema solo-planta em um plantio de *Eucalyptus* spp., no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.38, n.3, p.879- 887, 2014.
- LAFETÁ, B. O. **Eficiência nutricional, área foliar e produtividade de plantações de eucalipto em diferentes espaçamentos estimados com redes neurais artificiais**. 2012. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2012.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1997. 889p.
- PROTÁSIO, T. P. et al. Efeito da idade e clone na qualidade da madeira de *Eucalyptus* spp visando à produção de bioenergia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.2, p.465-477, 2014.
- RAMOS, L.M.A. et al. Variação radial dos caracteres anatômicos da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden e idade de transição entre lenho juvenil e adulto. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v.39, n.92, p.411-418, 2011.
- 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. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.447-457, 2002.
- SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R. CALIL, F. N. Biomassa em povoamentos de *Eucalyptus spp.* de pequenas propriedades rurais em Vera Cruz, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.21, n.1, p.17-22, 2011.
- SILVA, R. S.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; PEREIRA, P. R. G. Eficiência nutricional de potássio e crescimento de eucalipto influenciados pela compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.1001-1010, 2002.
- SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus*. **Potafos – Informações Agronômicas**, Piracicaba, v.91, p.12, 2000.
- SHUJAUDDIN, N., KUMAR, B. M. *Ailanthus triphysa* at different densities and fertiliser regimes in Kerala, India: growth, yield, nutrient use efficiency and nutrient export through harvest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.180, p.135–151, 2003.
- TURNER, J.; LAMBERT, M. J. Nutrient cycling in age sequences of two *Eucalyptus* plantation species. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.255, p.1701-1712, 2008.
- WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M. V. Alocação de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus saligna* SM na região de Guaíba - Rio Grande do Sul. **Cerne**, Lavras, v.21, n.4, p.625- 632, 2015.