

## Estado nutricional do eucalipto em função da aplicação de doses e do parcelamento da adubação NPK

Alexandre Costa da Silva<sup>(1)</sup>; Salatiér Buzetti<sup>(3)</sup>; Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho<sup>(3)</sup>; Rodolfo de Niro Gazola<sup>(4)</sup>; Raíssa Pereira Dinalli<sup>(5)</sup>; Ariadne Carla de Carvalho<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup>Pós-graduando (Mestrado) em Sistemas de Produção; Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira; Ilha Solteira, SP; alexandre\_c\_silva@cargill.com; <sup>(2)</sup>Professor Titular Dr. - Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos; Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira; <sup>(3)</sup>Professor Dr. - Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos; Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira <sup>(4 e 5)</sup>Pós-graduandos (Mestrado) em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. <sup>(6)</sup>Graduanda em Agronomia; Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

**RESUMO:** Grande parte do cultivo do eucalipto está alocada em áreas de solo de baixa fertilidade, acarretando em deficiências nutricionais às plantas, refletindo na produtividade da cultura. O objetivo do trabalho foi avaliar os teores de macronutrientes nas folhas de eucalipto aos 12 meses de idade, em função de doses e parcelamento de adubação NPK, em solo de Cerrado com textura arenosa. O experimento foi conduzido na fazenda Renasença, fundo agrícola administrado pela Cargill Agrícola S/A, em Três Lagoas - MS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições. Os tratamentos foram os seguintes: T1 (controle - sem adubação NPK); T2 (Dose padrão, parcelamento de N e K<sub>2</sub>O em 3 aplicações); T3 (Dose reduzida, parcelamento de N e K<sub>2</sub>O em 2 aplicações); T4 (Dose padrão, parcelamento de N e K<sub>2</sub>O em 2 aplicações); T5 (Dose reduzida, parcelamento de N e K<sub>2</sub>O em 1 aplicação) e T6 (Dose padrão, parcelamento de N e K<sub>2</sub>O em 1 aplicação). A redução das doses e do número de aplicações (para 1 ou 2 aplicações) de N e K<sub>2</sub>O em cobertura, não afetaram o estado nutricional do eucalipto para K, Ca e S. O tratamento T1 (controle - sem adubação NPK) obteve os maiores teores foliares de N, P e Mg, diferindo apenas do T3. Tal resultado se deve ao efeito concentração destes nutrientes no tecido vegetal, pois nas plantas que não foram adubadas (T1) houve menor crescimento em altura e diâmetro das plantas.

**Termos de indexação:** *Eucalyptus*, macronutrientes, solo de Cerrado.

### INTRODUÇÃO

No Brasil, os florestamentos com Eucalipto e Pinus têm expandido consideravelmente, sobretudo em regiões dos Cerrados, onde os solos apresentam baixa fertilidade (Gava, 1997).

A ocorrência de deficiências nutricionais em florestas plantadas com eucalipto tem convergido nos levantamentos para uma maior frequência de deficiência de P, K e B (Silveira et al., 2001).

Segundo os autores acima, os sintomas visuais da deficiência de N em *Eucalyptus* são observados quando da ocorrência dos seguintes fatores: inicialmente as folhas velhas apresentam coloração verde clara, que vão ficando amareladas e com pequenos pontos avermelhados ao longo do limbo; posteriormente, os pontos cobrem todo o limbo, ocorrendo um avermelhamento generalizado. De acordo com Malavolta et al. (1997) o teor foliar de N associado a altas produtividades de *Eucalyptus grandis* encontra-se entre 21 a 23 g de N kg<sup>-1</sup> de M.S.

Com relação à deficiência de K em algumas espécies de *Eucalyptus*, há algumas variações de coloração e de intensidade e alguns genótipos apresentam clorose marginal como sintoma característico, enquanto em outros, o sintoma de avermelhamento das bordas das folhas é o mais marcante (Silveira et al., 2005). De acordo com Malavolta et al. (1997) o teor foliar de K associados a altas produtividades de *Eucalyptus grandis* encontra-se entre 9 a 10 g de K kg<sup>-1</sup> de M.S.

Os sintomas característicos de deficiência de fósforo segundo Taiz & Zeiger (2004), incluem crescimento reduzido em plantas jovens, folhas levemente arroxeadas, podendo ainda encontrar-se malformadas e conter manchas necróticas. De acordo com Silveira & Gava (2003), para florestas com idades entre 1 e 2 anos a faixa adequada de P está compreendida entre 1,0 a 2,5 g kg<sup>-1</sup>, sendo que a deficiência está associada a teores foliares menores que 1,0 g de P kg<sup>-1</sup> de M.S.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os teores de macronutrientes nas folhas de eucalipto aos 12 meses de idade em função da aplicação de doses e parcelamento de adubação NPK, em solo de Cerrado de textura arenosa com baixos teores de P, K e matéria orgânica.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de janeiro de 2012 a janeiro de 2013 na fazenda Renascença, fundo agrícola administrado pela Cargill Agrícola S/A, localizado no município de Três Lagoas, MS, com latitude 20° 34' S e longitude 51° 50' O e altitude de aproximadamente 305 m.

As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento, segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001), sendo as amostragens realizadas nas camadas de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 metros (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições. Os tratamentos foram os seguintes: T1 (controle - sem adubação NPK); T2 (Dose padrão, parcelamento de N e K<sub>2</sub>O em 3 aplicações); T3 (Dose reduzida, parcelamento de N e K<sub>2</sub>O em 2 aplicações); T4 (Dose padrão, parcelamento de N e K<sub>2</sub>O em 2 aplicações); T5 (Dose reduzida, parcelamento de N e K<sub>2</sub>O em 1 aplicação) e T6 (Dose padrão, parcelamento de N e K<sub>2</sub>O em 1 aplicação), descritos na tabela 2. Cada parcela foi composta por 56 plantas, distribuídas em sete linhas de oito plantas cada, totalizando 420 m<sup>2</sup> de área.

Antes da implantação do experimento foi realizado um conjunto de operações necessárias para implantação da cultura do eucalipto, como: a) Controle de formigas: foram aplicados 3 kg ha<sup>-1</sup> isca formicida granulada Dinagro-S (0,9 g do i.a. sulfluramida); b) Capina química em área total: foram aplicados 6 L ha<sup>-1</sup> do herbicida Glifosato TROP (2880 g do i.a. glifosato); c) Calagem: foram aplicados 1500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário de PRNT 80%; d) Gessagem: foram aplicados 500 kg ha<sup>-1</sup> de gesso; e) Subsolagem; f) Sulcação.

Na adubação de base foram aplicados no sulco de plantio 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, exceto para o tratamento T1, sendo utilizando o Superfosfato Triplo como fonte. As quantidades de N e K<sub>2</sub>O aplicados na adubação de plantio e nos parcelamentos (2 e 9 meses) estão descritas na tabela 2. Na adubação nitrogenada foi utilizada a ureia como fonte de N no plantio, já em cobertura foi utilizado o Nitrato de Amônio. Na adubação potássica foi utilizada o Cloreto de Potássio no plantio e em cobertura. Além destes nutrientes, foram aplicados os seguintes micronutrientes em todos os tratamentos: 1 kg ha<sup>-1</sup> de Zn (Sulfato de Zinco), 1 kg ha<sup>-1</sup> de Cu (Sulfato de Cobre) e 1 kg ha<sup>-1</sup> de B (Ácido Bórico), sendo que o B foi aplicado

nesta mesma dose em todas as adubações de cobertura.

No plantio das mudas do clone I-144 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) foi utilizado o espaçamento de 3,0 x 2,5 m, seguido de fornecimento de água para melhor pegamento das mudas. Duas semanas após o plantio foi realizado a aplicação de 150 g ha<sup>-1</sup> do herbicida pré-emergente Fordor 750 WG (112,5 g do i.a. isoxafluto) para controle das plantas daninhas.

Após 12 meses do plantio foram amostradas 15 árvores por parcela, dessas foram coletadas amostras representativas de folhas maduras, provenientes de ramos situados no terço superior das copas, dirigidas aos quatro pontos cardeais, conforme recomendações de Haag et al. (1976). Destas amostras foram determinados os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), conforme descrito em Malavolta et al. (1997).

Os resultados foram analisados através da análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo para os teores foliares de K, Ca e S em função dos tratamentos (Tabela 3). Contudo, ressalta-se que estes teores de nutrientes nas folhas estiveram acima dos níveis críticos propostos por Boardman et al. (1997) para *Eucalyptus* na fase juvenil (< 5 g de K kg<sup>-1</sup> de M.S.; < 1 g de Ca kg<sup>-1</sup> de M.S. e < 1 g de S kg<sup>-1</sup> de M.S.). Indicando que a redução das doses de N e K<sub>2</sub>O, assim como a redução para 1 ou 2 aplicações de N e K<sub>2</sub>O em cobertura, não afetaram o estado nutricional do eucalipto para K, Ca e S.

Considerando que o experimento foi conduzido num solo de textura arenosa com baixos teores de K e matéria orgânica. Acrescentado ainda a alta mobilidade de K em solo arenoso. Isto demonstra que o eucalipto é realmente uma planta que apresenta alta capacidade de absorção e utilização do K disponível no solo.

Com relação aos teores foliares de N, P e Mg houve efeito significativo dos tratamentos (doses e parcelamento de adubação NPK) (Tabela 3).

Na avaliação do teor N foliar houve efeito concentração para o T1 (controle - sem adubação NPK) porque as plantas cresceram menos quando comparado aos demais tratamentos, por isso este tratamento obteve o maior teor deste nutriente, diferindo significativamente apenas dos tratamentos



T3 (Dose reduzida, parcelamento de N e K<sub>2</sub>O em 2 aplicações) e T5 (Dose reduzida, parcelamento de N e K<sub>2</sub>O em 1 aplicação), ou seja, a dose reduzida de N em uma ou 2 aplicações apenas, reduziu o teor deste nutriente na planta.

O T1 também obteve os maiores teores foliares de P e Mg, diferindo em ambos os nutrientes apenas do T3. Tal resultado se deve ao efeito concentração destes nutrientes no tecido vegetal, pois nas plantas que não foram adubadas (T1) houve menor crescimento em altura e diâmetro das plantas, e conseqüentemente, da produção do volume de madeira com casca.

Os teores de N, P e Mg nas folhas de eucalipto também ficaram acima dos níveis críticos descritos por Boardman et al. (1997) para *Eucalyptus* na fase juvenil (< 15 g de N kg<sup>-1</sup> de M.S. ; < 0,7 de P g kg<sup>-1</sup> de M.S. e < 0,6 g de Mg kg<sup>-1</sup> de M.S. ).

### CONCLUSÕES

A redução das doses e do número de aplicações (para 1 ou 2 aplicações) de N e K<sub>2</sub>O em cobertura, não afetaram o estado nutricional do eucalipto para K, Ca e S.

O tratamento T1 (controle - sem adubação NPK) obteve os maiores teores foliares de N, P e Mg, diferindo apenas do T3. Tal resultado se deve ao efeito concentração destes nutrientes no tecido vegetal, pois nas plantas que não foram adubadas (T1) houve menor crescimento em altura e diâmetro das plantas.

### AGRADECIMENTOS

À Cargill Agrícola S/A pelo apoio financeiro e fornecimento da área agrícola para pesquisa.

### REFERÊNCIAS

BOARDMAN, R.; CROMER, R. N.; LAMBERT, M. J. et al. Forest plantations. In: REUTER, D. J. & ROBINSON, J. B., ed. Plant Analysis an Interpretation Manual. 2.ed. Collingwood: CSIRO, 1997. p.505-566.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, 6:36-41, 2008.

GAVA, J. L. Efeito da adubação potássica em plantios de *E. grandis* conduzidos em segunda rotação em solos com diferentes teores de potássio trocável. Série Técnica IPEF, 11:84-94, 1997.

HAAG, H. P.; SARRUGE, J. R.; OLIVEIRA, G. D. et al. Análise foliar em cinco espécies de eucaliptos. IPEF, 13:99-115, 1976.

MALAVOLTA, E.; VITTI, E. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações, 2.ed. Piracicaba, POTAFOS, 1997. 319p.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, IAC, 2001. 285p.

SILVEIRA, R. L. V. A. & GAVA, J. L. Adubação e Nutrição Fosfatada em *Eucalyptus*. ADDUBARE, ano. II, n.7, p.3, 2003. Disponível em: <<http://www.rragroflorestal.com.br/addubare/nr007.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2013.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N.; SGARBI, F. et al. Seja o doutor do seu eucalipto. Informações Agrônomicas, POTAFOS, Piracicaba, n. 93, 23p, 2001.

SILVEIRA, R. L. V. A.; GAVA, J. L.; MALAVOLTA, E. O potássio na cultura do eucalipto. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T. L., ed. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: POTAFOS, 2005. p.523-590.

SILVEIRA, R. L. V. A. & MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus*. Informações Agrônomicas, POTAFOS, Piracicaba, n. 91, 12p, 2000.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.722.

**Tabela 1** - Caracterização química inicial da área experimental. Três Lagoas - MS, 2011.

Profundidades	P resina	M. O.	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
m	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%		
0,00-0,20	1	7,4	4,2	0,2	4,2	1,9	17	4,3	6,3	23,3	27
0,20-0,40	1	6,8	4,2	0,3	1,6	1,1	18	4,5	3,0	21,0	14

**Tabela 2** - Época de aplicação e quantidade de nutrientes aplicados nos tratamentos. Três Lagoas - MS, 2012/13.

Adubação	Época	Quantidade do nutriente aplicado nos tratamentos (kg ha <sup>-1</sup> )						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	
Base	Plantio	N	0	15	7,5	15	7,5	15
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	70	70	70	70	70
		K <sub>2</sub> O	0	15	7,5	15	7,5	15
Cobertura	2 meses*	N	0	37,5	31,3	62,5	62,5	125
		K <sub>2</sub> O	0	49,5	41,3	82,5	82,5	165
	9 meses*	N	0	37,5	31,3	62,5	0	0
		K <sub>2</sub> O	0	49,5	41,3	82,5	0	0
	14 meses	N	0	50,0	0	0	0	0
		K <sub>2</sub> O	0	66,0	0	0	0	0

\*Parcelamentos realizados até 12 meses de idade da cultura do eucalipto.

**Tabela 3** - Valores médios dos teores de macronutrientes nas folhas de eucalipto aos 12 meses de idade em função dos tratamentos, Três Lagoas - MS, 2013.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
T1	32,0 a	2,6 a	6,0 a	7,4 a	4,0 a	2,1 a
T2	29,6 ab	2,1 ab	8,0 a	5,1 a	3,4 ab	2,0 a
T3	26,9 b	1,6 b	8,7 a	5,2 a	2,8 b	1,7 a
T4	29,3 ab	1,9 ab	7,3 a	4,4 a	3,0 ab	1,7 a
T5	26,5 b	1,9 ab	6,7 a	5,7 a	3,2 ab	1,6 a
T6	28,3 ab	1,9 ab	8,0 a	5,7 a	3,3 ab	1,7 a
D.M.S. (5%)	5,0	0,7	3,2	3,2	1,1	0,5
Teste F	3,866*	4,395*	2,241 <sup>ns</sup>	2,244 <sup>ns</sup>	3,381*	3,484 <sup>ns</sup>
C.V. (%)	6,14	13,05	15,25	20,57	12,13	9,50
Média Geral	28,8	2,0	7,4	5,6	3,3	1,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. \* = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>ns</sup> = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.