

ESTADO NUTRICIONAL DE *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS NA REGIÃO DE CERRADOS DE MINAS GERAIS¹

Renato Lara de Assis², Mozart Martins Ferreira³ e Alberto Cargnelutti Filho⁴

ABSTRACT

NUTRITIONAL STATE OF *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake PLANTATIONS UNDER DIFFERENT SPACINGS IN THE SAVANNAH OF MINAS GERAIS STATE, BRAZIL

This study aimed to evaluate the mineral nutrition of three years old *Eucalyptus urophylla* plantations, grown in different population densities in the following spacings: 3.0 m x 2.0 m; 3.0 m x 3.0 m; 3.0 m x 4.0 m; 3.0 m x 5.0 m; 4.0 m x 2.25 m; 6.0 m x 1.5 m; 5.0 m x 1.8 m; and 9.0 m x 1.0 m. The experiment was carried out at Bocaiuva, Minas Gerais State, Brazil. N, P, K, Ca, Mg, S, and B leaf content was evaluated at seven sampling dates. The nutrient content varied with sampling date; N, P, and K lowest levels were found in the dry period. No interaction was observed between spacing and sampling date for Mg. Lowest Ca levels occurred in December, except for 9.0 m x 1.0 m spacing. Spacing did not influence N, P, S, and B content. Independently of spacing and sampling date, N, P, S, and B leaf content did not present levels considered as deficient.

KEY WORDS: *Eucalyptus*, mineral nutrition, population density, savannah.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar o estado nutricional de populações de eucaliptos (*Eucalyptus urophylla*), com três anos de idade, plantadas em diferentes densidades, nos seguintes espaçamentos: 3,0 m x 2,0 m,0; 3,0 m x 3,0 m; 3,0 m x 4,0 m,0; 3,0 m x 5,0 m; 4,0 m x 2,25 m; 6,0 m x 1,5 m; 5,0 m x 1,8 m; e 9,0 m x 1,0 m. O experimento foi conduzido no município de Bocaiúva-MG. Foram avaliados os teores de N, P, K, Ca, Mg, S e B nas folhas, em sete épocas de amostragem. Os teores de nutrientes variaram com a época de amostragem, sendo os menores teores encontrados no período seco, para os nutrientes N, P e K. Não houve interação entre espaçamentos e épocas para os teores de Mg. Os menores teores de Ca ocorreram no mês de dezembro, com exceção da população no espaçamento 9,0 m x 1,0 m. Os teores de N, P, S e B não foram influenciados pelos espaçamentos, e não apresentaram níveis considerados como deficientes, independentemente do espaçamento e da época.

PALAVRAS-CHAVE: Eucalipto, nutrição mineral, densidade populacional, savana.

INTRODUÇÃO

Na implantação de plantios de eucalipto na região de cerrados, deve-se levar em consideração a baixa disponibilidade de água e de nutrientes no solo (Moraes *et al.* 1990). Atualmente, as empresas que cultivam espécies florestais comercialmente estão empenhadas no desenvolvimento de técnicas que visam aumentar a produtividade dos povoamentos florestais, como novas técnicas de manejo da cultura, utilização de espécies de eucaliptos adaptadas às

condições naturais da região e adoção de novos espaçamentos. Isso porque se tem dado preferência aos espaçamentos com, aproximadamente, 3,0 m entre as linhas, para possibilitar a mecanização das atividades de implantação, manutenção e exploração dos produtos florestais (Bernardo 1995).

O plantio sucessivo de espécies florestais com grande capacidade de extração de nutrientes, principalmente o eucalipto, em solos da região de cerrado, segundo Gonçalves *et al.* (2000), tem grande impacto sobre as pequenas disponibilidades e reservas

1. Trabalho recebido em nov./2004 e aceito para publicação em ago./2006 (registro nº 607).

2. Universidade de Rio Verde (Fesurv) – Faculdade de Agronomia. CP 104. CEP 75901-970 Rio Verde, GO. E-mail: assis@fesurv.br

3. Universidade Federal de Lavras – Departamento de Ciência do Solo. CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: mozartmf@ufla.br

4. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Departamento de Ciências Exatas.

CEP 14884-900 Jaboticabal, SP. E-mail: cargnelutti@fcav.unesp.br

minerais destes solos. Isto vem ocasionando queda na produção destas áreas, quando elas não são devidamente manejadas.

Quando a densidade populacional de plantas é alterada, espera-se que outros fatores, além da limitação espacial, interfiram na absorção de nutrientes, por meio de modificações nas relações hídricas das plantas e, ou, modificações na sua eficiência de absorção. A utilização de densidades populacionais que levem à exaustão mais rápida da água no solo deverá afetar a absorção de nutrientes de menor mobilidade no solo; entretanto, nas situações em que as plantas apresentem menores taxas de transpiração, esperam-se maiores restrições quanto ao suprimento de nutrientes de maior mobilidade no solo (Leite *et al.* 1998).

Segundo Moraes *et al.* (1990), a utilização de espaçamentos inadequados pode agravar, ainda, os possíveis efeitos causados pelo déficit hídrico e nutricional, resultando numa diminuição acentuada do potencial de crescimento, na mortalidade e na conseqüente perda de produção das plantas.

A variação na densidade populacional em povoamentos de eucaliptos, conforme citado por Leite (1996), pode afetar a quantidade de nutrientes removidos do solo. Em plantios com menores densidades populacionais, ou seja, espaçamentos 4,0 m x 5,0 m, 4,0 m x 4,0 m e 4,0 m x 3,0 m, resultam em maior área útil para o crescimento radicular a maiores profundidades, resultando, assim, em uma maior quantidade de nutrientes disponíveis por planta.

Pereira (1990), em ensaios com *Eucalyptus grandis* e *E. urophylla*, na região de cerrado, observou um aumento do acúmulo de nutrientes por unidade de área com o aumento da densidade populacional, e também um menor acúmulo por planta. Esses fatores podem levar a uma redução no crescimento em povoamentos jovens, pela maior exaustão de nutrientes no solo e, também, pelo menor acúmulo de nutrientes por planta.

Em estudo com *Eucalyptus* spp., no espaçamento 3,0 m x 2,0 m, em duas regiões bioclimáticas (Paraopeba e Viçosa), em Minas Gerais, Moraes *et al.* (1990) constataram que o déficit hídrico foi o principal fator a limitar o crescimento das espécies estudadas (*E. grandis*, *E. saligna*, *E. clöziana*, *E. citriodora* e *E. brassiana*), tendo apresentado diferenças na eficiência nutricional.

A determinação da concentração de nutrientes nos tecidos foliares é de fundamental importância, pois, segundo Mengel & Kirkby (1987), as folhas são os órgãos mais ativos das plantas, apresentando uma

elevada remobilização e redistribuição de elementos. Estes teores podem ser usados para estimar as quantidades de nutrientes removidos, principalmente pela extração da madeira e quais as práticas de manejo deverão ser adotadas para manter as plantas no estado nutricional adequado para o seu pleno desenvolvimento.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o estado nutricional em populações de *Eucalyptus urophylla*, conduzidas nas condições de oito espaçamentos, na região de cerrado no Estado de Minas Gerais, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido com *Eucalyptus urophylla*, procedente do Município de Paraopeba-MG. A escolha da espécie deve-se à sua importância para a produção de carvão vegetal na região central do Brasil e, também, em razão de sua resistência ao déficit hídrico. O experimento faz parte do programa de pesquisa da Mannesmann FI-EL Florestal Ltda. (Mafla), no Município de Bocaiúva-MG, à latitude de 17°20'S, longitude 43°20'W e altitude de 850 m. O clima da região dos cerrados, segundo Köppen, é classificado como Aw, sendo quente e úmido (Reis 1971). A temperatura nessa região varia de 11°C a 35°C, com média de 17°C no mês mais frio e 20,5°C no mês mais quente. O solo é classificado como Latossolo Vermelho ácrico, segundo Embrapa (1999). As precipitações pluviométricas na área experimental, nos meses de dezembro de 1994 e janeiro, fevereiro, março e abril de 1995, foram, respectivamente, 192 mm, 88 mm, 147 mm, 135 mm e 75 mm, enquanto nos meses de maio, junho, julho e agosto de 1995 não ocorreram chuvas.

As amostras de solo para caracterização da área foram obtidas com a abertura de trincheira na área experimental, até a profundidade de 2,0 m. Foram consideradas para análises os materiais coletados nas camadas de 0-20 cm, 60-80 cm, 120-140 cm e 180-200 cm, estando as plantas de eucalipto com três anos de idade. As análises físicas (textura, densidade do solo e densidade de partículas) foram realizadas segundo metodologias propostas pela Embrapa (1997). Na Tabela 1 estão apresentadas as caracterizações química e física do solo em estudo, na qual observa-se que, apesar da acidez muito elevada, dispensou-se a calagem para a correção da acidez do solo, uma vez que as plantas dessa espécie de eucalipto são bastante tolerantes ao alumínio e, também, em razão dos teores de Ca e Mg estarem

Tabela 1. Caracterização química e física em camadas de diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho ácrico, cultivado com *Eucalyptus urophylla*, no município de Bocaiúva-MG, 1994.

Atributos	Profundidade (cm)			
	0-20	60-80	120-140	180-200
pH (H ₂ O)	4,5	4,4	4,3	4,3
P (mg dm ⁻³)	3,0	1,0	1,0	1,0
K (mmol _c dm ⁻³)	1,0	0,2	0,2	0,1
Ca (mmol _c dm ⁻³)	7,0	2,0	3,0	2,0
Mg (mmol _c dm ⁻³)	2,0	1,0	1,0	1,0
S- SO ₄ (mmol _c dm ⁻³)	4,2	2,7	2,5	2,7
Al (mmol _c dm ⁻³)	16,0	11,0	9,0	7,0
H + Al (mmol _c dm ⁻³)	90,0	63,0	50,0	40,0
S ¹ (mmol _c dm ⁻³)	10,0	3,0	4,0	3,0
CTC efetiva (mmol _c dm ⁻³)	26,0	14,0	13,0	10,0
CTC a pH 7,0 (mmol _c dm ⁻³)	100,0	66,0	54,0	43,0
M.O. (g dm ⁻³)	31,0	13,0	11,0	7,0
V ² (%)	10,0	5,0	8,0	7,0
M ³ (%)	61,0	77,0	68,0	69,0
Areia (g kg ⁻¹)	143,0	132,0	145,0	146,0
Silte (g kg ⁻¹)	137,0	117,0	120,0	127,0
Argila (g kg ⁻¹)	720,0	751,0	735,0	727,0
Densidade do solo (Mg m ⁻³)	0,90	1,0	1,0	1,0
Densidade de partículas (Mg m ⁻³)	2,74	2,67	2,75	2,74

¹- Soma de bases trocáveis; ²-Porcentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0; ³-Porcentagem de saturação por alumínio.

dentro da faixa de nível crítico de manutenção (4,5 mmol_cdm⁻³ e 1,0 mmol_cdm⁻³, respectivamente, para um incremento médio anual de 20 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de madeira) para a profundidade de 0-20 cm para a cultura do eucalipto (CFSEMG, 1999), enquanto que o P apresentou teor abaixo do nível crítico para solos argilosos (4,3 mg dm⁻³). Deve-se ressaltar que as amostras para caracterização da área foram retiradas em trincheira localizada no centro da entrelinha da cultura já instalada e a adubação de plantio com P foi realizada em cova na linha de plantio.

Para a implantação do experimento, a área foi destocada, subsolada até a profundidade de 50 cm e, em seguida, gradeada, construindo-se camalhões nas linhas de plantio. Depois de marcadas as parcelas, realizou-se o coveamento. A adubação de plantio adotada foi de acordo com a recomendação técnica para a cultura do eucalipto na região, tendo sido distribuídas 135 g de superfosfato simples com 1,5% de boro por cova. Não foi realizada adubação de cobertura na área experimental. Foram utilizados os seguintes espaçamentos: 3,0 m x 2,0 m; 3,0 m x 3,0 m; 3,0 m x 4,0 m; 3,0 m x 5,0 m; 4,0 m x 2,25 m; 5,0 m x 1,8m; 6,0 m x 1,5 m; e 9,0 m x 1,0 m, sendo que o segundo e os quatros últimos espaçamentos tinham a mesma área (9,0 m²) por planta.

Nos primeiros dois anos após o plantio a área foi manejada através de roçagem e, a partir desse período, o próprio crescimento das plantas de eucalipto inibiu o estabelecimento e desenvolvimento de outras

espécies vegetais. A área total em que se realizou o experimento foi de 23,86 ha, apresentando uma declividade média de 6%. Cada parcela experimental teve 0,6 ha (60 m x 100 m). Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com três repetições.

Através da circunferência média, medida a 1,50 m de altura no tronco das árvores, nas três parcelas de cada tratamento (espaçamento), foram escolhidas árvores médias para a amostragem foliar. Esta iniciou-se no mês de dezembro de 1994, quando as plantas de eucalipto tinham a idade de três anos. A amostragem foi realizada durante diferentes épocas (dezembro de 1994, e março, abril, maio, junho, julho e agosto de 1995). As árvores selecionados foram identificadas através de marcação com tinta e suas folhas foram amostradas periodicamente. A amostragem ocorreu totalmente casualizada, coletando-se amostras de folhas do terço superior da copa de uma árvore por parcela, estando esta completamente desenvolvida em todos os espaçamentos em estudo, em conformidade com a metodologia adotada por Haag *et al.* (1976).

As amostras de folhas das plantas de eucalipto foram colocadas em estufa com circulação de ar a 70°C, para secagem até peso constante. Em seguida, foram armazenadas para as posteriores análises químicas. O teor de N total foi determinado pelo método semi-microkjeldahl (Bremmer & Mulvaney 1982). Os teores de P, K, Ca, Mg e S foram determinados no extrato de digestão nitroperclórica e posterior determinação no extrato, onde o fósforo foi determinado por colorimetria, o potássio por fotometria de chama e o enxofre por turbidimetria. O cálcio e o magnésio foram analisados por espectrofotometria de absorção atômica e o teor de boro foi obtido pelo método da curcumina (Malavolta *et al.* 1997). Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando se observou significância entre tratamentos, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que houve interação significativa entre espaçamentos e épocas para todos os nutrientes, exceto para os teores de Mg (Tabela 2). Observa-se, ainda, que os espaçamentos não influenciaram os teores de N, P, S e B.

Analisando-se os teores de N, observa-se que houve diminuição desse nutriente a partir do início do período seco, principalmente a partir do mês de junho

Tabela 2. Significâncias dos teores de nutrientes nos tecidos foliares de *Eucalyptus urophylla*, nas análises de variância, considerando as fontes de variação espaçamentos (Esp.)¹, épocas (E)² e a interação entre estes fatores (Esp. x E), no município de Bocaiúva-MG, nos anos de 1994 e 1995.

Nutriente	Causas de variação			C.V. (%) (Esp.)	C.V. (%) (E)
	Esp.	E	Esp. x E		
N	ns	**	**	7,47	15,57
K	**	**	**	9,88	20,97
P	ns	**	**	15,20	35,75
Ca	**	**	**	11,87	17,66
Mg	**	**	ns	13,80	22,64
S	ns	*	**	14,00	20,71
B	ns	**	**	13,24	44,96

¹- Espaçamentos: 3 m x 2 m; 3 m x 3 m; 6 m x 1,5 m; 5 m x 1,8 m; 4 m x 2,25 m; 9 m x 1 m; 3 m x 4 m; e 3 m x 5 m.

²- Épocas: dezembro de 1994; março, abril, maio, junho, julho e agosto de 1995. ns, * e **: valores não significativos e significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

(Tabela 3). O teor foliar de nitrogênio obtido no presente estudo é comparável ao encontrado por Morais (1988), em folhas de plantas de diversas espécies de *Eucalyptus*, com idade de oito anos, no espaçamento de 3,0 m x 2,0 m. Segundo Gonçalves (1995), o teor adequado de N seria entre 13,5 g kg⁻¹ e 18 g kg⁻¹, considerando dados médios para as espécies de *Eucalyptus* mais cultivadas no Brasil. Malavolta *et al.* (1997), porém, consideram teores adequados de N variando de 21 g kg⁻¹ a 23 g kg⁻¹, para povoamentos de *Eucalyptus grandis* com alta produtividade de madeira.

Observando-se os valores da Tabela 3, constatou-se que em todos os espaçamentos as plantas apresentaram um adequado suprimento de nitrogênio, podendo considerar os seus teores adequados, conforme preconiza Gonçalves (1995). No espaçamento mais amplo (3,0 m x 5,0 m), não ocorreu diferenciação entre as épocas, enquanto no menor espaçamento (3,0 m x 2,0 m), no mês de junho, observou-se uma maior amplitude entre os teores nas épocas avaliadas. A explicação para este fato pode ser atribuída à existência de maior quantidade de árvores de eucalipto para absorver uma mesma quantidade de nutriente existente no solo (efeito diluição). Resultado semelhante foi encontrado por Pereira (1990), em *E. urophylla*. Observa-se que em nenhuma época de avaliação foram obtidos teores de N dentro da faixa deficiente, ou seja, com valores entre 8 g kg⁻¹ e 13 g kg⁻¹. Isso, conforme os teores médios preconizados por Malavolta (1987), para as espécies de *Eucalyptus* mais cultivadas no Brasil.

Para os teores de potássio ocorreu uma redução mais acentuada a partir do período seco (Tabela 3). Observa-se que seus teores estiveram dentro da faixa adequada, de modo geral, no período chuvoso, considerando-se os níveis médios adequados entre 7,5 g kg⁻¹ a 8,3 g kg⁻¹, segundo Bellote & Silva (2000). Entretanto, no período seco, praticamente em todos os espaçamentos, os níveis de potássio se encontram abaixo do adequado. Provavelmente isto seja decorrente, conforme mencionam Mengel & Kirkby (1987), da elevada capacidade de remobilização e redistribuição interna deste nutriente na planta. Na área em estudo foi observada uma queda acentuada de folhas das plantas de eucalipto a partir do mês de maio, ou seja, no início do período de seca. De acordo com Pereira (1990), a retranslocação interna dos nutrientes das folhas, antes da abscisão, significa um importante mecanismo de conservação de nutrientes em florestas tropicais.

Os teores de fósforo apresentaram uma diminuição no mês de agosto (Tabela 3). Esse comportamento pode ser explicado, similarmente ao comportamento do potássio, pela elevada capacidade de remobilização e redistribuição interna do fósforo (Mengel & Kirkby 1987). Analisando-se os espaçamentos e épocas observa-se que os teores desse nutriente podem ser considerados como adequados (0,9 g kg⁻¹ a 1,3 g kg⁻¹), segundo Gonçalves (1995). Em nenhuma época e espaçamento foi atingida a faixa considerada deficiente (0,4 g kg⁻¹ a 0,8 g kg⁻¹), segundo Malavolta (1987). Este resultado indica que a adubação fosfatada realizada na época do plantio das mudas de eucalipto está suprindo as quantidades requeridas pela árvore, independentemente do espaçamento entre os indivíduos em cada população.

Em relação ao cálcio, observa-se que seus menores teores foram obtidos, em todos os espaçamentos, no mês de dezembro. A partir desta época não ocorreu um comportamento definido ao longo das amostragens, exceto para o espaçamento 3 m x 2 m, que apresentou uma redução acentuada no teor deste elemento no mês de maio (Tabela 3). Apesar do início do período chuvoso no mês de dezembro, a umidade do solo não foi suficiente para disponibilizar um maior teor de cálcio a ser absorvido pelas plantas. Ferreira (1984) menciona que muitos sintomas de deficiências minerais em plantas, na estação seca do ano, recuperam-se no início das chuvas, ou seja, depois que se restabeleceu a normalidade hídrica do solo, necessária à mobilização dos nutrientes. Por outro lado, Oliva *et al.* (1989) verificaram que o déficit hídrico induziu a redução na concentração do cálcio

Tabela 3. Teores médios¹ dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e boro nos tecidos foliares de *Eucalyptus urophylla*, em diferentes espaçamentos e épocas, no município de Bocaiúva-MG, nos anos de 1994 e 1995.

Espaçamentos (m)	Época	g kg ⁻¹						
		N	P	K	Ca	Mg	S	B
3x2	Dez	21,2 Aa	1,4 Aa	5,6 DEc	4,1 Bf	3,2 ABabc	1,4 Aa	64,9 ABCa
	Mar	17,9 Aab	1,1 Aa	9,6 ABab	6,8 BCde	3,7 Aab	1,2 Aa	61,2 Aa
	Abr	19,8 Aa	1,4 Aa	10,6 Aa	7,8 ABCcd	4,1 Aa	1,4 Aa	67,2 Aa
	Mai	19,5 Aa	1,2 Aa	6,2 Ac	5,4 Cef	3,3 Aabc	1,6 Aa	66,8 ABa
	Jun	13,1 Bc	1,1 Aa	5,7 Ac	10,0 B ab	3,1 Abc	1,7 BCa	69,2 Aa
	Jul	14,6 Cbc	1,0 Aa	8,2 ABb	9,1 Bbc	3,4 Aabc	1,5 Aa	77,0 Aa
	Ago	15,0 A bc	1,3 ABa	6,0 BCc	11,2 Aa	2,7 ABCc	1,5 Aa	78,4 Aa
3x3	Dez	15,8 Bbc	1,1 Aa	8,1 BCa	2,7 Bb	2,7 ABa	1,3 Aab	75,0 ABa
	Mar	17,9 Aabc	1,0 Aa	7,5 BCab	4,9 CDa	3,2 ABa	1,1 Ab	54,0 Ab
	Abr	19,3 Aa	1,2 Aa	8,2 Ba	5,2 DEa	3,1 ABa	1,3 Aab	65,8 Aab
	Mai	18,9 Aab	1,2 Aa	6,0 Abc	5,3 Ca	2,9 ABa	1,8 BCa	71,3 ABab
	Jun	16,5 ABabc	1,2 Aa	5,4 Ac	6,7 CDa	3,2 Aa	1,8 Aa	66,6 Aab
	Jul	16,9 ABCabc	0,9 Aa	7,3 BCab	5,6 Ca	3,1 ABa	1,6 Aab	68,7 Aab
	Ago	15,0 Ac	0,9 Ba	5,4 Cc	6,5 BCa	2,9 ABa	1,3 Aab	60,6 Aab
6x1,5	Dez	17,2 ABbc	1,5 Aa	12,4 Aa	2,8 Bc	2,9 ABa	1,2 Ac	62,7 ABCab
	Mar	21,3 Aa	1,3 Aab	10,2 Ab	4,7 Dabc	2,9 ABa	1,5 Aabc	49,2 Ab
	Abr	22,2 Aa	1,4 Aab	10,7 Aab	4,5 Eabc	2,7 Ba	1,4 Abc	63,0 Aab
	Mai	19,6 Aab	1,5 Aa	6,6 Ac	5,1 Cab	2,8 ABa	2,0 Aa	56,1 ABb
	Jun	17,8 Abc	1,1 Aab	7,3 Ac	4,0 Ebc	2,2 ABa	1,6 BCabc	55,7 Ab
	Jul	14,5 Cc	1,2 Aab	4,6 Dd	6,0 Ca	2,6 ABa	1,8 Aab	76,8 Aa
	Ago	16,6 A bc	1,0 Bb	5,8 BCcd	4,2 Dabc	2,6 ABCa	1,3 Abc	57,5 Aab
5x1,8	Dez	18,9 ABab	1,5 Aa	10,2 ABa	3,4 Ba	3,4 Aa	1,4 Aa	69,7 ABa
	Mar	19,4 Aab	1,2 Aab	10,5 Aa	4,7 CDa	2,9 ABa	1,3 Aa	69,9 Aa
	Abr	21,6 Aa	1,2 Aab	10,4 ABa	5,2 DEa	3,1 ABa	1,3 Aa	64,8 Aa
	Mai	19,4 Aab	1,3 Aab	6,0 Ab	5,2 Ca	3,0 ABa	1,8 Aa	82,1 Aa
	Jun	19,0 Aab	1,1 Aab	6,5 Ab	4,9 DEa	2,9 ABa	1,8 BCa	74,5 Aa
	Jul	18,0 ABCb	1,1 Aab	5,3 CDb	4,5 Ca	3,4 Aa	1,7 Aa	69,1 Aa
	Ago	17,3 Ab	0,9 Bb	6,4 ABCb	3,8 Da	2,9 ABCa	1,3 Aa	65,5 Aa
4x2,25	Dez	20,8 Aa	1,3 Aab	8,7 BCa	3,0 Bb	2,9 ABa	1,5 Abc	58,0 ABCa
	Mar	20,6 Aab	1,3 Aab	9,2 ABCa	6,3 BCDa	3,4 ABa	1,4 Abc	54,8 Aa
	Abr	19,5 Aab	1,2 Ab	8,9 ABa	5,8 CDEa	3,5 ABa	1,0 Ac	62,6 Aa
	Mai	19,2 Aab	1,3 Aab	6,7 Ab	5,3 Ca	3,1 ABa	1,9 Aab	66,0 ABa
	Jun	17,4 Abc	1,4 Aab	6,3 Ab	6,9 CDa	3,3 Aa	2,1 ABa	64,0 Aa
	Jul	14,9 BCc	1,4 Aab	6,3 BCDb	5,9 Ca	3,3 Aa	1,5 Abc	66,4 Aa
	Ago	14,8 Ac	1,7 Aa	7,9 ABab	5,2 CDa	3,1 Aa	1,2 Ac	54,4 Aa
9x1	Dez	20,5 Aa	1,6 Aa	7,6 CDab	6,4 Ac	3,4 Aa	1,6 Aabc	82,4 Aa
	Mar	20,1 Aa	1,2 Aabc	7,0 Cab	9,7 Ab	3,4 ABa	1,4 Abc	51,7 Ac
	Abr	21,0 Aa	1,2 Aabc	8,1 Ba	9,5 Ab	3,2 ABa	1,5 Abc	65,9 Aabc
	Mai	18,6 Aabc	1,4 Aab	6,2 Abc	13,4 Aa	3,3 Aa	2,1 Aa	73,9 ABab
	Jun	16,0 ABbc	0,8 Ac	5,8 Abc	12,4 Aa	2,7 ABa	1,5 Cbc	64,8 Aabc
	Jul	19,2 Aab	1,0 Abc	4,8 Dc	11,9 Aa	2,7 ABa	1,9 Aab	53,3 Ac
	Ago	15,7 Ac	1,0 Bbc	6,6 ABCabc	13,1 Aa	2,7 ABCa	1,2 Ac	55,9 Abc
3x4	Dez	16,2 Bb	1,2 Aa	5,6 DEd	3,8 Bc	2,5 ABa	1,1 Ab	41,6 BCb
	Mar	19,8 Aa	1,2 Aa	10,7 Aa	7,2 Bb	2,4 Ba	1,3 Ab	55,8 Aab
	Abr	20,3 Aa	1,3 Aa	10,1 ABab	8,0 ABab	2,5 Ba	1,3 Ab	61,5 Aab
	Mai	20,0 Aa	1,3 Aa	7,6 Ac	6,6 BCb	2,1 Ba	2,0 Aa	65,9 ABa
	Jun	17,0 ABab	1,1 Aa	7,5 Ac	9,4 Ba	1,9 Ba	1,9 BCa	61,5 Aab
	Jul	17,9 ABCab	1,0 Aa	10,4 Aab	8,3 Bab	2,1 Ba	1,5 Aab	60,8 Aab
	Ago	16,2 Ab	0,9 Ba	8,7 Abc	8,4 Bab	1,8 Ca	1,5 Aab	69,1 Aa
3x5	Dez	18,0 ABa	1,0 Ab	4,6 Ec	3,8 Bd	2,1 Ba	1,2 Ac	31,2 Ca
	Mar	20,3 Aa	1,3 Ab	8,5 ABCa	8,2 ABa	2,7 ABa	1,3 Ac	41,4 Aa
	Abr	20,6 Aa	1,2 Ab	8,4 ABa	6,9 BCDabc	2,5 Ba	1,3 Ac	39,7 Aa
	Mai	19,5 Aa	1,3 Ab	6,2 Abc	7,7 Bab	2,4 ABa	2,0 Aab	45,0 Ba
	Jun	19,7 Aa	1,4 Aa	6,8 Aab	8,0 BCa	2,4 ABa	2,5 Aa	49,3 Aa
	Jul	19,1 ABa	1,2 Ab	5,5 CDbc	6,0 Cbc	2,3 ABa	1,5 Abc	46,3 Aa
	Ago	17,6 Aa	0,9 Bb	6,7 ABCab	5,2 CDcd	1,9 BCa	1,3 Ac	48,0 Aa

¹- Letras maiúsculas na coluna comparam diferenças entre espaçamentos dentro de cada época e letras minúsculas, também na coluna, comparam diferenças entre as épocas dentro de cada espaçamento (teste Tukey a 5% de probabilidade).

na parte aérea, ou seja, quando a deficiência hídrica é bastante acentuada, a concentração de cálcio é dependente do potencial hídrico, em razão da sua baixa mobilidade na planta.

Observa-se, ainda, na Tabela 3, que os teores de cálcio no mês de dezembro encontram-se, com exceção do espaçamento 9,0 m x 1,0 m, abaixo do adequado, considerando-se os níveis médios entre 5 g kg⁻¹ e 6 g kg⁻¹, conforme preconizam Malavolta *et al.* (1997), para espécies de *Eucalyptus*.

O teor foliar de magnésio não variou entre as épocas, dentro de cada espaçamento (Tabela 3). No presente estudo observou-se que nos espaçamentos com maior área útil (3,0 m x 4,0 m e 3,0 m x 5,0 m), os teores de Mg encontram-se abaixo dos considerados adequados, enquanto nos demais espaçamentos se situaram em torno da faixa adequada (2,5 g kg⁻¹ a 3 g kg⁻¹), segundo Malavolta *et al.* (1997).

Com relação ao enxofre, observou-se que sua concentração nas folhas de eucalipto não foi influenciada pelos espaçamentos. Em relação às épocas, o início do período seco proporcionou um aumento nos teores foliares nos meses de maio e junho (Tabela 3). Nesse período, os teores de enxofre se enquadraram como adequados, segundo Gonçalves (1995), com valores entre 1,5 g kg⁻¹ e 2,0 g kg⁻¹. Segundo Lima (1996), o déficit hídrico no solo promove aumentos nos teores dos nutrientes nas folhas, em espécies de *Eucalyptus*, que pode ser interpretado como efeito de concentração desses nutrientes devido ao crescimento menos intenso das folhas.

Analisando-se os teores foliares de boro, constata-se que houve interação entre espaçamentos e épocas (Tabela 2). Os menores teores foram observados nos espaçamentos 3 m x 4 m e 3 m x 5 m (Tabela 3), estando incluídos na faixa tida como adequada, segundo Malavolta *et al.* (1997), que se situa entre 25 mg kg⁻¹ e 30 mg kg⁻¹. O B tem o fluxo de massa como a sua principal forma de transporte no solo, até a superfície das raízes (Gupta 1979). Este, por sua vez, é diretamente proporcional ao fluxo de água no solo, sendo, portanto, diretamente afetado pelas condições de umidade do solo (Reichardt 1985).

Segundo Klude, citado por Gupta (1979), a deficiência de boro nas estruturas das plantas, durante períodos secos, não pode estar associada somente aos níveis de B no solo. O autor enfatiza que a redução da umidade do solo, em associação com a diminuição do fluxo de massa e da taxa de difusão, bem como do fluxo transpiratório, que é limitado nas plantas durante os períodos mais secos, podem ser os fatores

responsáveis pela deficiência de boro, mesmo que haja teores adequados deste nutriente no solo.

Analisando-se a Tabela 3, observa-se ainda que em nenhuma época e espaçamento foram atingidos teores de boro na faixa deficiente. Esta, segundo Malavolta (1987), situa-se entre 15 mg kg⁻¹ e 20 mg kg⁻¹, para as espécies de *Eucalyptus* mais plantadas no Brasil. Em estudo realizado em solução nutritiva, com mudas de *E. grandis*, Rocha Filho *et al.* (1979) relataram que sintomas de toxidez de boro estão associados com teores foliares do elemento acima de 100 mg kg⁻¹.

CONCLUSÕES

1. Os teores de nutrientes nas folhas de plantas de *Eucalyptus urophylla* variam com a época de amostragem, sendo os menores teores encontrados no período seco, para os nutrientes N, K e P.
2. Os teores de Mg não apresentam interação entre espaçamentos e épocas, e Ca apresenta menores teores no mês de dezembro, com exceção para o espaçamento 9,0 m x 1,0 m.
3. Os nutrientes N, P, S e B não têm os seus teores influenciados pelos espaçamentos. Assim, independentemente do espaçamento e da época, os teores desses elementos não apresentam níveis considerados deficientes para a cultura.

REFERÊNCIAS

- Bellote, A. F. J. & H. D. da Silva. 2000. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp., p.105-133. In Gonçalves, J. L. de M & V. Benedetti, V (Eds.). Nutrição e Fertilização Florestal. IPEF, Piracicaba, SP. 427 p.
- Bernardo, A. L. 1995. Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. Sob diferentes espaçamentos na região de Cerrado de Minas Gerais. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, MG. 102 p.
- Bremner, J. M. & C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen total. p.595-624. In A. L. Page (Ed.) Methods of soil analysis. V.2. American Society of Agronomy, Madison. 1159 p.
- CFSEMG. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. Ribeiro, A. C., P.T.G. Guimarães, V.H. Alvarez Venegas (Eds.), Viçosa. 359 p.

- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Embrapa-CNPS. Rio de Janeiro. 212 p.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro. 412 p.
- Ferreira, S. A. 1984. Patologia florestal: principais doenças florestais no Brasil. Editora Folha de Viçosa, Viçosa. 570 p.
- Gonçalves, J. L. M. 1995. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, pinus e espécies típicas da Mata Atlântica. Documentos Florestais, 15 (1): 1-23.
- Gonçalves, J. L. M., J. L., Stape, V. Benedetti, V. A. G., Fessel & J. L. Gava. 2000. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. p.1-57. In Gonçalves, J.L.M., Benedetti, V. (Ed.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, IPEF, 427 p.
- Gupta, U. C. 1979. Boron nutrition of crops. Advances in Agronomy, New York, 31 (1): 273-307.
- Haag, H. P., J. R. Sarruge, G. D. de Oliveira, F. Poggiani & C. A. Ferreira. 1976. Análise foliar em cinco espécies de *Eucalyptus*. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 13 (1): 99-115.
- Leite, F. P. 1996. Crescimento, relações hídricas, nutricionais e lumínicas em povoamento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, MG. 90 p.
- Leite, F. P., N. F. Barros, R. F. Novais & A. S. Fabres. 1998. Acúmulo e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* sob diferentes densidades populacionais. R. Bras. Ci. Solo, 22 (3): 419-426.
- Lima, P. C. de. 1996. Acúmulo e distribuição de matéria seca, carboidratos e macronutrientes em mudas de *Eucalyptus* spp em solos com diferentes potenciais hídricos. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, MG. 106 p.
- Malavolta, E. 1987. Essências florestais – eucalipto e pinus. p.376-396. In Manual de calagem e adubação das principais culturas. São Paulo, Ceres. 496 p.
- Malavolta, E., G. C. Vitti & S. A. Oliveira. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba. 319 p.
- Mengel, K. & E. A. Kirkby. 1987. Principles of plant nutrition. Intern. Potash Institute, Bern. 687 p.
- Morais, E. J. de. 1988. Crescimento e eficiência nutricional de espécies de eucalipto em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras, MG. 56 p.
- Morais, E. J. de, N. F. Barros, R. F. Novais & R. M. Brandi. 1990. Biomassa e eficiência nutricional de espécies de eucalipto em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais. R. Bras. Ci. Solo, 14 (3): 353-362.
- Oliva, M. A., N. F. Barros, M. M. S. Gomes & N. F. Lopes. 1989. Seca de ponteiros em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn em relação a estresse hídrico e nutrição mineral. Revista Árvore, 13 (1): 19-33.
- Pereira, A. R. 1990. Biomassa e ciclagem de nutrientes minerais em povoamentos jovens de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* em região de cerrado. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, MG. 167 p.
- Reichardt, K. 1985. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. 4. ed. Fundação Cargill, Campinas. 473 p.
- Reis, A. C. de S. 1971. Climatologia dos cerrados. p.15-25. In M.G. Ferri (Ed.). Simpósio sobre cerrado, 3. Edgard Blucher, São Paulo. 239 p.
- Rocha Filho, J. V. de C., H. P. Haag & G. D de Oliveira. 1979. Influência do boro no crescimento e na composição química de *Eucalyptus grandis*. Anais da ESALQ, 36 (2): 139-151.