

## SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE MACRONUTRIENTES E DE BORO EM CLONES HÍBRIDOS DE *Eucalyptus grandis* COM *Eucalyptus urophylla*

Ronaldo Luiz Vaz de Arruda Silveira<sup>1</sup>, Adônis Moreira<sup>2</sup>, Ernesto Norio Takashi<sup>3</sup>,  
Fábio Sgarbi<sup>4</sup> e Edward Fagundes Branco<sup>2</sup>

**RESUMO:** Com o objetivo de induzir o aparecimento de sintomas de deficiências de macronutrientes e boro em clone híbrido de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, realizou-se um experimento com solução nutritiva, com os seguintes tratamentos: completo, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S e -B, com quatro repetições. A partir do 4º mês do início dos tratamentos até o final do experimento foram realizadas mensalmente descrições dos sintomas. Estabeleceu-se como padrão a soma da 5ª e 6ª folhas a partir do ápice dos ramos situados na parte superior e inferior da parte aérea. Outra amostragem foi realizada, na qual coletaram-se somente as folhas com sintomas de deficiências de N, P, K e Mg (folhas velhas) e de Ca, S e B (folhas novas). A seqüência de surgimento dos sintomas foi N, P, B, K, Ca, Mg e S. Os teores obtidos nas folhas quando omitiu-se o nutriente foram inferiores àqueles encontrados no tratamento completo, mostrando que os sintomas descritos foram em decorrência da ausência deste. Apesar dos teores obtidos nas folhas com a máxima manifestação dos sintomas terem sido menores que aqueles encontrados na soma da 5ª e 6ª folhas, estas mostraram, exceto para o cálcio, ser adequadas para identificar as deficiências nutricionais no *Eucalyptus*. A maior intensidade de sintomas ocorreu na deficiência de boro e a menor na carência de enxofre.

Palavras-chave: deficiência nutricional, sintomas de deficiências e solução nutritiva.

## DEFICIENCY SYMPTOMS OF MACRONUTRIENTS AND OF BORON IN HYBRIDS CLONES OF *Eucalyptus grandis* WITH *Eucalyptus urophylla*

**ABSTRACT:** To characterise symptoms of macronutrient and boron deficiencies in hybrid clones of *Eucalyptus grandis* with *Eucalyptus urophylla*, a trial was conducted using nutrient solution, with treatments including complete solution and minus N, minus P, minus K, minus Ca, minus Mg, minus S and minus B with four replicates. Descriptions of the symptoms were made monthly, 4 months after the establishment of the treatments. Samples of leaves were collected to determine nutrient concentrations, taking the fifth and sixth leaf as standards, counted from the tip of the branches in both upper and lower parts of the crown. Another sampling was performed, collecting only leaves with deficiency symptoms,

<sup>1</sup> Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF) - CP 530 – CEP 13400-970 Piracicaba, SP. E-mail: rlvasilv@carpa.ciagri.usp.br

<sup>2</sup> Bolsista do CNPq. Embrapa Amazônia Ocidental - CP 319 - CEP 69011-970 Manaus, AM. E-mail: adonis@cpaa.embrapa.br

<sup>3</sup> Departamento de Ciências Florestais, ESALQ/USP - CP 09 – CEP 13418-970 Piracicaba, SP.  
*for N, P, K and Mg using old leaves and for Ca, S and B young leaves. The sequence of symptoms appearance was N, P, B, K, Ca, Mg and S. Nutrients concentrations in leaves of treatments with omitted nutrients were lower as compared to leaves of the complete treatment, indicating that the symptoms described were really due to the deficiency effect. The nutrient concentration of leaves with high symptoms was smaller than those for the fifth and sixth leaves, except for calcium. Eventhough, these leaves appeared to be adequate to predict nutritional deficiencies in Eucalyptus. The highest intensity of symptoms occurred for boron and the lowest for sulphur.*

*Key words: nutritional deficiency, deficiency symptoms and nutritive solution.*

## 1 INTRODUÇÃO

Estima-se, no Brasil, que a área cultivada com espécies do gênero *Eucalyptus* spp. para o setor de papel e celulose atinge 1.429 mil hectares (Instituto Iguazu, 1994). O grande número de espécies confere ao eucalipto grandes possibilidades de expansão geográfica e econômica. Existem espécies que podem adaptar-se às diversas condições de clima, como também em inúmeros tipos de explorações, tais como: produção de dormentes e postes, lenha e carvão; marcenaria e carpintaria; extração de óleos essenciais; mourões de cerca e, principalmente, extração de celulose para fabricação de papel.

O eucalipto, em geral, é apontado como planta pouco exigente em relação aos elementos minerais. Entretanto, em algumas áreas onde existem plantações de eucalipto, evidências de deficiências nutricionais têm sido documentadas (Silveira *et al.*, 1995).

Uma das maneiras práticas de detectar o elemento limitante, além da diagnose foliar, é por meio do aspecto visual das plantas. Sabe-se que as deficiências minerais promovem alterações no metabolismo, as quais freqüentemente modificam os aspectos morfológicos e anatômicos.

Assim, este trabalho teve como objetivo estudar os aspectos relacionados à nutrição mineral do clone híbrido de *Eucalyptus* spp., caracterizando os sintomas de deficiências de macronutrientes e boro de forma visual e de tecido foliar.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP. Utilizou-se um clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* obtido por meio da propagação vegetativa por estaquia. As mudas foram produzidas em tubetes de polipropileno contendo substrato comercial Plantmax. Quando estas atingiram a idade de 90 dias, fez-se a lavagem das raízes, removendo todo o substrato. Posteriormente, estas foram transferidas para vasos de alumínio (capacidade de 10 litros) revestidos internamente com sacos plásticos, contendo como substrato sílica moída. As mudas foram cultivadas durante nove meses em solução nutritiva completa (Sarruge, 1975). Em seguida, realizou-se lavagem da sílica com água destilada, dando-se início aos seguintes tratamentos: -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B e Completo (Tabela 1). As plantas foram cultivadas em soluções com ausência de nutrientes, durante onze meses. Estas foram irrigadas duas vezes ao dia, efetuando-se a drenagem da solução por orifício no fundo de cada vaso ligado com tubo plástico ao frasco coletor com capacidade para um litro. As soluções foram renovadas, inicialmente, a cada quinze dias (desde o pegamento das mudas até idade de 17 meses) e na fase final do experimento, semanalmente (dos 17 aos 20 meses de idade). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições.

**Tabela 1.** Composição da solução nutritiva modificada utilizada no experimento.**Table 1.** Composition of modified nutritive solution used in the experiment.

Solução estoque (mol L <sup>-1</sup> )	Tratamentos							
	Completo	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-B
	----- mL L <sup>-1</sup> -----							
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1	1	-	-	1	1	1	1
KNO <sub>3</sub>	5	-	5	-	5	5	5	5
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5	-	5	5	-	5	5	5
MgSO <sub>4</sub>	2	2	2	2	2	-	-	2
KCl	-	5	1	-	-	-	-	-
CaCl <sub>2</sub>	-	5	-	-	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-	-	-	1	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	-	-	-	2	5	-	-	-
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	-	-	-	2	-	-
MgCl <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	2	-
Micronutrientes*	1	1	1	1	1	1	1	-
Micronutriente menos B	-	-	-	-	-	-	-	1
Fe EDTA**	1	1	1	1	1	1	1	1

\*A solução de micronutrientes teve a seguinte composição (g L<sup>-1</sup>): H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>=2,86; MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O=1,81; ZnCl<sub>2</sub>=0,10; CuCl<sub>2</sub>=0,04; H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O=0,02.

\*\*A solução Fe-EDTA foi feita com 26,1g de EDTA dissódico dissolvido em 286 mL de NaOH e misturados com 24 g de FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O e, em seguida, seu volume completado a um litro com H<sub>2</sub>O.

A partir do quarto mês do início dos tratamentos, foram realizadas mensalmente descrições dos sintomas. Realizou-se amostragem de folhas para determinar a concentração dos nutrientes, estabelecendo como padrão a soma da 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> folhas a partir do ápice de ramos situados na parte superior e inferior da copa da árvore. Foram coletadas também folhas com sintomas de deficiência no caso da ausência de N, P, K e Mg,

as folhas velhas, e na ausência de Ca, S, e B, as folhas novas.

As folhas foram secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 70°C, até atingir peso constante. Logo após, procedeu-se à moagem das folhas em moinho tipo Wiley. As amostras moídas de tecido foliar foram submetidas às digestões nitro-perclórica e sulfúrica e, posteriormente, determinaram-se os teores de N por semi-micro-Kjeldahl, P e B por colorimetria,

K por fotometria de chama, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotômetro de absorção atômica e S por turbidimetria (Malavolta *et al.*, 1997).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Sintomas Visuais

**Nitrogênio:** aos 30 dias após a sua ausência, observou-se que folhas mais velhas apresentavam coloração verde-claro, seguida de amarelamento com pontuações avermelhadas distribuídas ao longo do limbo foliar, com avermelhamento total das folhas velhas. No estágio final da deficiência, as folhas secaram e se destacaram dos ramos e do caule, ocorrendo paralisação da emissão de brotos. O caule e os ramos, nos estágios mais avançados da deficiência, também apresentaram avermelhamento. Os sintomas de deficiência de N descritos no presente estudo são semelhantes aos encontrados por Kaul *et al.* (1970), Rocha Filho *et al.* (1978) e Dell *et al.* (1995).

**Fósforo:** as folhas mais velhas ficaram com cor verde-escuro, seguida de arroxamento e de pontos necróticos ao longo da lâmina foliar. Os sintomas de carência de P observados foram concordantes com os descritos por Rocha Filho *et al.* (1978) e Dell *et al.* (1995). As plantas cultivadas na ausência de P apresentaram pequena redução de altura e diâmetro em relação ao tratamento completo, fato este observado também por Haag *et al.* (1961).

**Potássio:** o crescimento das plantas deficientes em K foi menos afetado que as plantas carentes em N e B. As folhas mais velhas apresentavam um avermelhamento marginal que avançava para a parte central do limbo. Posteriormente, as pontas das folhas ficavam necrosadas. A sintomatologia de carência de K observada no presente estudo difere daquela descrita por Rocha Filho *et al.* (1978), os quais encontraram faixas cloróticas nos bordos e ápice das folhas de híbridos de *Eucalyptus urophylla*. No presente estudo foi observado um avermelhamento em vez de clorose das margens das folhas, sintoma

este semelhante ao descrito por Dell *et al.* (1995).

**Cálcio:** A carência de Ca provocou pequenas anormalidades nas plantas em termos de crescimento. No entanto, as folhas novas apresentaram-se deformadas e retorcidas. Ocorreu também a morte de gema apical, embora menos freqüente que na carência de boro. A sintomatologia da ausência de cálcio foi semelhante à obtida por Kaul *et al.* (1970). Observaram-se também cloroses ao longo da margem e ponta das folhas.

**Magnésio:** a deficiência de Mg, juntamente com a de Ca, surgiu em torno de 200 dias após a ausência desses nutrientes. Na carência de magnésio, as folhas mais velhas apresentaram leve clorose internerval com pontuações necróticas espalhadas pelo limbo. Os sintomas observados assemelham-se aos obtidos para *Eucalyptus globulus* (Kaul *et al.*, 1970).

**Enxofre:** a última deficiência a se manifestar foi a de enxofre, em torno 300 dias após o cultivo em solução carente. Os sintomas foram mais caracterizados nas folhas novas, que apresentaram uma uniforme e leve clorose com pontos necróticos na margem e que, com o passar do tempo, tendiam ao avermelhamento generalizado do limbo. As plantas cultivadas na ausência de S não sofreram alterações no crescimento quando comparadas com o tratamento completo. Os sintomas de deficiência de enxofre foram similares aos descritos por Dell *et al.* (1995).

**Boro:** a carência de B começou a surgir 90 dias após a sua ausência, sendo caracterizada por folhas novas pequenas, deformadas, espessas, com clorose marginal e presença de nervuras salientes nas folhas medianas intermediárias. Observou-se também morte de gema apical seguida de perda de dominância. No estágio mais avançado do quadro sintomatológico, ocorreu morte de ponteiro e de ramos com o superbrotamento das gemas laterais ao longo do caule, formando tufos de brotos.

A sintomatologia da deficiência de boro descrita assemelha-se em muito às observadas por Tokeshi et al. (1976), Carvalho et al. (1980), Dell & Malajczuk (1994) e Dell et al. (1995).

### Diagnose Foliar

Na ausência de N, as folhas da parte superior e inferior da copa apresentaram teores deste nutriente bem abaixo dos obtidos no tratamento completo; o mesmo foi verificado para P e K nos tratamentos -P e -K, respectivamente. Sob condições de deficiência de Ca, Mg e S, a diminuição nos teores foliares destes nutrientes, em relação ao tratamento completo, não foi tão expressiva quanto à observada para N, P e K (Tabela 2). As plantas cultivadas na ausência de cálcio apresentaram teores relativamente próximos aos obtidos no tratamento completo. Isso sugere que, para este nutriente, a soma da 5ª e 6ª folhas não é adequada para avaliar o estado nutricional de cálcio para *Eucalyptus* spp., uma vez que as plantas apresentaram sintomas característicos da

deficiência. A carência de boro manifestou-se apenas na parte superior da copa, uma vez que houve pouca diferença entre os teores encontrados na parte inferior da copa das plantas deficientes e os teores foliares das plantas cultivadas na presença de todos os nutrientes. Observando-se a Tabela 3, nota-se que as folhas novas e velhas no tratamento completo apresentaram teores muito próximos de K, Ca, Mg, S e B. Os teores destes nutrientes nas folhas com máxima manifestação dos sintomas foram menores que os encontrados nas folhas do tratamento completo.

Os teores de N, P, K, Ca, Mg e S encontrados nas folhas novas e velhas do tratamento completo situaram-se dentro de faixas consideradas adequadas, segundo Malavolta et al. (1997) e Dell et al. (1995). Entretanto, nos tratamentos -N, -P e -K (Tabela 4), verificou-se que os teores destes nutrientes ficaram abaixo do limiar da faixa de deficiência para o *Eucalyptus* spp. indicado por aqueles autores.

**Tabela 2.** Teores dos nutrientes na 5ª e 6ª folhas de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, após sete meses de cultivo, conforme posição na copa.

**Table 2.** Concentration of nutrients in 5ª and 6ª *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* leaves, after seven months of the treatments.

Tratamentos	Parte superior	Parte inferior
	-----g kg <sup>-1</sup> -----	
Ausência de N	8,3 (16,4)*	5,9 (10,7)
Ausência de P	0,7 (1,6)	0,5 (0,9)
Ausência de K	6,0 (12,6)	2,6 (10,2)
Ausência de Ca	5,1 (5,7)	5,3 (6,4)
Ausência de Mg	2,2 (3,1)	1,9 (2,8)
Ausência de S	0,9 (1,5)	0,8 (1,2)
	-----mg kg <sup>-1</sup> -----	
Ausência de B	22 (38)	43 (41)

\* Valores entre parênteses são referentes ao teor do nutriente tratamento completo.

**Tabela 3.** Teores dos nutrientes nas folhas de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com sintomas de deficiência nutricional, onze meses após o início dos tratamentos.

**Table 3.** Concentration of nutrients in *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* leaves with nutritional deficiency, after eleven months of treatment.

Tratamentos	Elemento analisado	Folhas com sintomas		Folhas sem sintomas*	
		Nova	Velha	Nova	Velha
----- g kg <sup>-1</sup> -----					
Ausência de N	N	-	5,7	16,4	10,7
Ausência de P	P	-	0,3	1,6	0,9
Ausência de K	K	-	1,8	12,6	10,2
Ausência de Ca	Ca	3,7	-	6,4	5,6
Ausência de Mg	Mg	-	2,2	3,1	2,8
Ausência de S	S	0,8	-	1,5	1,2
----- mg kg <sup>-1</sup> -----					
Ausência de B	B	15	-	36	39

\* Tratamento completo

**Tabela 4.** Teores foliares dos macronutrientes e boro em plantas saudias e deficientes de *Eucalyptus*.

**Table 4.** Concentration of macronutrients and boron in healthy and deficient *Eucalyptus* leaves.

Nutriente	Presente estudo		Malavolta (1987) <sup>1</sup>		Dell, Malajczuc e Grove (1995) <sup>2</sup>	
	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>		<i>Eucalyptus</i> spp		<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	
	Completo <sup>3</sup>	Ausência <sup>4</sup>	Adequado	Deficiente	Adequado	Deficiente
----- g kg <sup>-1</sup> -----						
N	16,4	5,7	14 a 16	8 a 13	18 a 29	8 a 11
P	1,6	0,3	1,0 a 1,2	0,4 a 0,8	1,5 a 2,6	0,9 a 1,0
K	12,6	1,8	10 a 12	6 a 8	9 a 15	2 a 6
Ca	5,7	3,7	8 a 12	2 a 4	2,1 a 7,5	-
Mg	3,1	2,2	4 a 5	1,5 a 2,0	1,1 a 3,6	0,2 a 0,4
S	1,5		1,5 a 2,0	0,8 a 1,2	1,2 a 2,9	-
----- g kg <sup>-1</sup> -----						
B	38	15	40 a 50	15 a 20	13 a 30	8 a 12

1 e 2. Concentrações referentes às folhas recém-maduras.

## 3. Concentração na 5ª e 6ª folhas de plantas cultivadas em solução completa

## 4. Concentração nas folhas com sintomas de plantas cultivadas na ausência dos nutrientes.

Nos tratamentos -P, -K, -Mg e -B foi observada uma diminuição do teor de nitrogênio nas folhas da parte superior da copa (Tabela 5). No tratamento em que se omitiu o potássio, ocorreu redução considerável nos teores de fósforo das folhas da parte superior (Tabela 5) e inferior da copa (Tabela 6), não havendo diferenças para o teor de P entre este tratamento e a ausência de fósforo. Os tratamentos com ausência de N e de Mg apresentaram maiores teores de K nas folhas da parte superior quando comparados com o tratamento completo o mesmo efeito foi verificado para a parte inferior quando o boro estava ausente (Tabela 6). As

maiores concentrações de Ca foram observadas quando o potássio foi omitido, tanto para as folhas da parte superior como inferior da copa, principalmente. A ausência de potássio na solução nutritiva proporcionou um aumento no teor de magnésio nas folhas da parte superior e inferior. As maiores concentrações de Ca e Mg na planta devem-se ao efeito da inibição competitiva, que consiste na diminuição ou aumento da absorção do elemento provocada pela presença ou ausência de outro, uma vez que ambos competem pelo mesmo sítio do carregador (Malavolta et al., 1997).

**Tabela 5.** Teores dos nutrientes na soma da 5ª e 6ª folhas da parte superior da copa de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, após sete meses de cultivo.

**Table 5.** Concentration nutrients in 5ª and 6ª leaves the highest part of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, after seven months the initial treatments.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- g kg <sup>-1</sup> -----						----- mg kg <sup>-1</sup> -----				
Completo	16,37 <sup>a</sup>	1,57 <sup>a</sup>	12,63 <sup>c</sup>	5,63 <sup>c</sup>	3,13 <sup>bc</sup>	1,53 <sup>ab</sup>	38 <sup>b</sup>	10,3 <sup>a</sup>	54 <sup>ab</sup>	80 <sup>b</sup>	40 <sup>a</sup>
Ausência de N	8,37 <sup>d</sup>	1,0 <sup>bcd</sup>	16,80 <sup>a</sup>	6,47 <sup>ab</sup>	2,83 <sup>cd</sup>	1,20 <sup>cd</sup>	55 <sup>a</sup>	5,3 <sup>b</sup>	36 <sup>b</sup>	182 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>
Ausência de P	12,23 <sup>c</sup>	0,70 <sup>d</sup>	12,97 <sup>bc</sup>	6,00 <sup>bc</sup>	2,67 <sup>cd</sup>	0,73 <sup>d</sup>	32 <sup>bc</sup>	6,3 <sup>b</sup>	52 <sup>ab</sup>	95 <sup>b</sup>	28 <sup>a</sup>
Ausência de K	12,17 <sup>c</sup>	0,80 <sup>cd</sup>	6,00 <sup>d</sup>	6,80 <sup>a</sup>	4,26 <sup>a</sup>	1,80 <sup>a</sup>	38 <sup>b</sup>	8,3 <sup>ab</sup>	76 <sup>ab</sup>	108 <sup>b</sup>	40 <sup>a</sup>
Ausência de Ca	15,60 <sup>ab</sup>	1,27 <sup>ab</sup>	13,47 <sup>bc</sup>	5,70 <sup>c</sup>	3,60 <sup>ab</sup>	1,47 <sup>abc</sup>	39 <sup>b</sup>	8,3 <sup>ab</sup>	45 <sup>ab</sup>	59 <sup>c</sup>	35 <sup>a</sup>
Ausência de Mg	13,17 <sup>bc</sup>	1,0 <sup>bcd</sup>	15,07 <sup>ab</sup>	6,37 <sup>ab</sup>	2,20 <sup>d</sup>	1,40 <sup>b</sup>	40 <sup>ab</sup>	6,0 <sup>b</sup>	47 <sup>ab</sup>	93 <sup>b</sup>	44 <sup>a</sup>
Ausência de S	13,93 <sup>abc</sup>	1,03 <sup>bc</sup>	13,90 <sup>bc</sup>	6,23 <sup>abc</sup>	2,97 <sup>bc</sup>	0,93 <sup>cd</sup>	44 <sup>ab</sup>	7,2 <sup>ab</sup>	92 <sup>a</sup>	79 <sup>b</sup>	47 <sup>a</sup>
Ausência de B	12,97 <sup>bc</sup>	1,10 <sup>bc</sup>	14,20 <sup>bc</sup>	6,47 <sup>ab</sup>	3,00 <sup>bc</sup>	1,36 <sup>bc</sup>	22 <sup>c</sup>	7,3 <sup>ab</sup>	74 <sup>ab</sup>	85 <sup>b</sup>	39 <sup>a</sup>
Teste F	12,99 <sup>**</sup>	15,13 <sup>**</sup>	49,29 <sup>**</sup>	9,26 <sup>**</sup>	15,26 <sup>**</sup>	17,08 <sup>**</sup>	7,30 <sup>**</sup>	4,00 <sup>*</sup>	3,92 <sup>*</sup>	6,81 <sup>**</sup>	2,46 <sup>n.s.</sup>
C.V. (%)	10,33	13,08	6,87	4,28	10,33	12,65	18,17	21,42	37,57	29,06	25,25

n.s. - não significativo; \* - significativo a 5 % de probabilidade; \*\* - significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 6.** Teores dos nutrientes na soma da 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> folhas da parte inferior da copa de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, após sete meses de cultivo.

**Table 6.** Concentration nutrients in 5<sup>a</sup> and 6<sup>a</sup> leaves the lower part of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, after seven months the initial treatments.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>				
Completo	10,67a	0,90ab	10,17bc	6,43abc	2,83b	1,23ab	41a	5,0a	74a	163a	40ab
Ausência de N	5,93b	0,97ab	12,03ab	5,77c	2,07cd	1,10bc	43a	4,3a	53a	115a	27b
Ausência de P	11,53a	0,50d	9,60c	6,43abc	2,83b	1,23ab	40a	4,7a	81a	101a	35ab
Ausência de K	11,13a	0,63cd	2,60d	7,20a	3,90a	1,60a	44a	4,0a	52a	161a	44ab
Ausência de Ca	10,57a	0,77bc	9,73c	5,76c	2,67b	1,43ab	45a	4,3a	59a	121a	34ab
Ausência de Mg	8,57ab	0,73bcd	10,73abc	6,63ab	1,90d	1,23ab	49a	4,3a	63a	108a	34ab
Ausência de S	9,50a	0,80abc	11,17abc	6,30bc	2,53bc	0,80c	49a	4,0a	94a	135a	40ab
Ausência de B	9,88a	1,01a	12,57a	6,72ab	2,45bc	1,48ab	37a	4,5a	67a	166a	47a
Teste F	6,13**	12,12**	48,33**	6,71**	26,78**	8,46**	0,83 <sup>n.s</sup>	0,72 <sup>n.s</sup>	1,23 <sup>n.s</sup>	2,40 <sup>n.s</sup>	2,83*
C.V. (%)	14,93	12,73	9,13	5,82	8,9	13,68	22,6	17,99	35,35	25,99	20,82

n.s. - não significativo; \* e \*\* - significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

As plantas cultivadas na solução com ausência de nitrogênio apresentaram uma diminuição dos teores de Mg na parte inferior da copa. Quando o N foi omitido, ocorreu redução do teor de S nas folhas da parte inferior e superior, não havendo diferença entre este tratamento e aquele com ausência de enxofre. O mesmo efeito foi observado na parte superior da copa das plantas que cresceram na ausência de fósforo. Observou-se que, nas condições estudadas, as ausências dos macronutrientes e do boro não resultaram em alterações nos teores de boro nas folhas da parte inferior da copa, evidenciando a imobilidade (redistribuição), o que sugere que a parte inferior da planta é inadequada para diagnose foliar, no caso do boro (Tabela 6).

A ausência de N proporcionou um aumento nos teores de boro nas folhas da parte superior em relação ao tratamento completo, enquanto que na parte inferior não houve dife-

rença entre os tratamentos para os teores de Cu, Fe, Mn e Zn, constatando-se o mesmo efeito para o zinco na parte superior. Nos tratamentos -N, -P e -Mg, houve uma redução nos teores de cobre nas folhas da parte superior em relação ao tratamento completo (Tabelas 5 e 6).

Para os teores de Fe na parte superior e inferior, verificou-se que as maiores concentrações foram encontradas na ausência de enxofre (Tabelas 5 e 6). Os maiores teores de Mn na parte superior foram encontrados nas plantas que cresceram em solução nutritiva ausente em nitrogênio, enquanto que na parte inferior, os maiores teores foram encontrados na solução com ausência de boro (Tabelas 5 e 6).

Os teores de B, Cu, Fe e Zn encontrados nas folhas do tratamento completo (Tabelas 5 e 6) também se situaram dentro de faixas consideradas adequadas por Dell et al. (1995) e



Malavolta et al. (1997). Entretanto, o teor de Mn encontrado na parte superior da copa das plantas encontra-se abaixo do nível adequado para o desenvolvimento do *Eucalyptus* spp. (Dell et al. 1995).

#### 4 CONCLUSÕES

Os sintomas de deficiência de N, P, K, Ca, Mg, S e B observados são semelhantes aos descritos na literatura.

A ausência de qualquer nutriente na solução nutritiva provoca sintomas visuais de deficiência com redução da concentração dos nutrientes nas folhas.

Em solução nutritiva, os sintomas de carência ocorreram quando os teores dos nutrientes nas folhas foram: 5,7g kg<sup>-1</sup> de N; 0,3g kg<sup>-1</sup> de P; 1,8g kg<sup>-1</sup> de K; 3,7 g kg<sup>-1</sup> de Ca; 2,2g kg<sup>-1</sup> de Mg; 0,8g kg<sup>-1</sup> de S e 15mg kg<sup>-1</sup> de B.

Exceto o Ca, a utilização da soma da 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> folhas da parte inferior e, ou superiores para diagnose foliar, é adequada para avaliar o estado nutricional dos clones híbridos estudados.

A ausência de nitrogênio ou de fósforo ocasionou maior comprometimento no crescimento das plantas.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, C. M.; CORSA, G. M.; VEIGA, R. A. A.; COUTINHO, C. J.; BAENA, E. S. Aspectos sintomatológicos e anatômicos da deficiência de boro em plantações de *Eucalyptus*. In: SYMPOSIUM AND WORKSHOP ON GENETIC IMPROVEMENT AND PRODUCTIVITY OF FAST GROWING TREE SPECIES, 1980, Águas de São Pedro. 8 p.
- DELL, B.; MALAJCZUK, N. Boron deficiency in *eucalyptus* plantations in China. **Canadian Journal of Research**, Ottawa, v. 24, n. 12, p. 2409-2416, Dec. 1994.
- DELL, B.; MALAJCZUK, N.; GROVE, T.S. **Nutrients disorders in plantation eucalypts**. Camberra: Australian Center for International Agriculture Research, 1995. 104 p.
- HAAG, H. P.; MELLO, F. A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C. do; ACCORSI, W. R.; MALAVOLTA, E.; ARZOLLA, S. Estudos sobre alimentação mineral do eucalipto: sintomas das deficiências dos macronutrientes e composição mineral. In: CONFERÊNCIA MUNDIAL DO EUCALIPTO, 2., 1961, São Paulo. **Relatórios e documentos...** São Paulo, 1961. p. 927-931.
- INSTITUTO IGUAÇÚ. Áreas de conservação de caráter privado: módulos alternativos e incentivos. In: INSTITUTO IGUAÇU: PESQUISA E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL; WORKSHOP, 1994, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro, 1994. 123 p.
- KAUL, O. N.; SRIVASTAVA, P. B. L.; TANDON, V. N. Nutrition studies on *Eucalyptus*: IV. diagnoses of mineral deficiencies in *Eucalyptus globulus* seedlings. **Indian Forester**, New Delhi, v. 96, n. 6, p. 453-456, June 1970.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- ROCHA FILHO, J. V.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D. Deficiência de macronutrientes, boro e ferro em *Eucalyptus urophylla*. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 35, n. 1, p. 19-34, 1978.
- SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 1, n. 3, p. 231-233, set. 1975.

SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N.; SILVEIRA, R. I.; BRANCO, E. F. Levantamento nutricional de florestas de *Eucalyptus grandis* na região de Itatinga-SP: I. Macronutrientes e II Micronutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBCS, 1995. p. 896-901.

TOKESHI, H.; GUIMARÃES, R. F.; TOMAZELLO FILHO, M. Deficiência de boro em *Eucalyptus* em São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 2, n. 2, p. 122-126, abr./jun. 1976.