

Relação do estado nutricional de minicepas com  
o número de miniestacas de eucaliptoRelationship of mini-stumps nutritional state  
to number of eucalypt mini-cuttingsAna Catarina Monteiro Carvalho Mori da Cunha<sup>1</sup>, Haroldo Nogueira de Paiva<sup>2</sup>,  
Nairam Félix de Barros<sup>3</sup>, Helio Garcia Leite<sup>2</sup> e Fernando Palha Leite<sup>4</sup>**Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o grau de associação linear entre o estado nutricional das minicepas com a produtividade de miniestacas de eucalipto, cultivadas em dois sistemas de minijardim clonal (leito de areia e tubetes com subirrigação). Foram utilizados dados da empresa CENIBRA, dentre os quais foram analisados a produtividade de miniestacas por minicepa e os valores das análises químicas dos tecidos foliares. O número de miniestacas produzidas por minicepa foi correlacionado com o estado nutricional das brotações das minicepas. Os resultados indicaram que a nutrição mineral desempenha papel importante no número de miniestacas produzidas, gerando respostas diferenciadas de acordo com cada nutriente mineral considerado e sistema de minijardim clonal adotado. Os dados desse estudo indicaram que a solução nutritiva deve ser específica para cada clone, independente do minijardim clonal.

**Palavras-chave:** Propagação vegetativa, Minijardim clonal, Macronutrientes, Micronutrientes, Fertilização mineral

**Abstract**

The aim of this work was to evaluate the degree of linear association between the nutritional state of mini-stumps to the productivity of eucalypt mini-cuttings, grown in two clone mini-garden systems (sand bed and tubes with irrigation from beneath). Data from CENIBRA enterprise were used, including the analyses of the productivity of mini-cuttings per mini-stumps and the values of chemical analyses of the leaf tissues. The number of mini-cuttings produced per mini-stumps was correlated with the nutritional status of the shoots produced. Results indicated that mineral nutrition plays an important role in the number of mini-cuttings produced, generating different responses depending on the mineral nutrient considered and the clone mini-garden system used. Data from this study indicated that the nutritive solution must be specific for each clone, no matter which kind of clone mini-garden was used.

**Keywords:** Vegetative propagation, Clone mini-garden, Macronutrients, Micronutrients, Mineral fertilization

**INTRODUÇÃO**

No gênero *Eucalyptus* está a maioria das espécies florestais usadas para o estabelecimento de plantações em áreas tropicais e subtropicais do mundo, sendo que a clonagem de indivíduos superiores é uma alternativa de fundamental importância e aplicação no setor florestal (ALVES *et al.*, 2004).

O sistema de clonagem tem sido baseado no enraizamento de miniestacas obtidas a partir de genótipos híbridos superiores e, desta forma, a

propagação vegetativa tem-se tornado uma importante ferramenta para aumentar a competitividade entre as empresas florestais, pois transforma os ganhos genéticos em benefícios para a indústria (ASSIS *et al.*, 2004).

Segundo Titon *et al.* (2003), as técnicas de microestaquia e miniestaquia têm proporcionado consideráveis ganhos em produtividade das minicepas, uniformidade e aumento no percentual de enraizamento das miniestacas, quando se consegue rígido controle ambiental, fitopatológico e nutricional do minijardim clonal.

<sup>1</sup>Engenheira Florestal - Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, MG - 36571-000 - E-mail: [catarina\\_mori@yahoo.com.br](mailto:catarina_mori@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Professor Associado do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, MG - 36571-000 - E-mail: [hnpaiva@ufv.br](mailto:hnpaiva@ufv.br), [hgleite@ufv.br](mailto:hgleite@ufv.br)

<sup>3</sup>Professor Titular do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, MG - 36571-000 - E-mail: [nfbarros@ufv.br](mailto:nfbarros@ufv.br)

<sup>4</sup>Pesquisador da CENIBRA - Celulose Nipo-Brasileira S.A. - Caixa Postal 100 - Ipatinga, MG - E-mail: [fernando.leite@cenibra.com.br](mailto:fernando.leite@cenibra.com.br)

Diversos fatores influenciam a propagação de plantas por estaquia, tais como: espécie, juvenilidade dos brotos, hormônios (DE KLERK *et al.*, 1999; WENDLING e XAVIER, 2005; FOGAÇA e FETT-NETO, 2005), características genéticas (WENDLING e XAVIER, 2005), estado nutricional (BELLAMINE *et al.*, 1998; JOSTEN e KUTSCHERA, 1999; SCHWAMBACH *et al.*, 2005), variações nas condições climáticas (WILSON, 1998; FETT-NETO *et al.*, 2001; CORRÊA e FETT-NETO, 2004; CORRÊA *et al.*, 2005).

Essas influências originam-se de uma interação de fatores externos e internos inerentes, presentes nas células das plantas (BHATTACHARYA, 1987; GREENWOOD, 1992), sendo que essas influências são pouco esclarecidas para espécies lenhosas (WILSON, 1994).

Embora a maioria dos fatores envolvidos na propagação vegetativa de plantas tenha sido identificada, existe uma carência a respeito da importância individual, da interação destes fatores durante a rizogênese adventícia, assim como da fisiologia do processo (THOMPSON, 1992).

Os nutrientes minerais possuem funções essenciais e específicas no metabolismo vegetal: podem agir como constituintes da estrutura orgânica, ativadores de reações enzimáticas, carreadores de cargas e osmorreguladores (MARSCHNER, 1995).

Os trabalhos envolvendo o estado nutricional de minicepas com a produção de miniestacas de *Eucalyptus* são escassos. Desta forma, o estabelecimento da relação entre esses fatores pode contribuir para estudos futuros visando o aumento da produção de miniestacas por minicepa, bem como miniestacas melhor nutridas e conseqüentemente com maior capacidade de enraizamento.

O estado nutricional é um fator que influencia diretamente na produtividade, no enraizamento das estacas e na qualidade das mudas, uma vez que os macro e micronutrientes estão envolvidos nos processos bioquímicos e fisiológicos vitais da planta (PAULA *et al.*, 2000). Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o grau de associação linear entre o estado nutricional das minicepas com a produtividade de miniestacas de eucalipto, cultivados em dois sistemas de minijardim clonal (leito de areia e tubetes com subirrigação).

## MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi utilizado o banco de dados do viveiro da CENIBRA - Celulose Nipo-Brasilei-

ra S.A., localizada no Município de Belo Oriente, MG. Os dados utilizados foram referentes ao número de miniestacas por minicepa e aos teores dos nutrientes no tecido foliar das minicepas oriundas dos sistemas de minijardim clonal, ou seja, leito de areia e tubetes com subirrigação.

O município de Belo Oriente, MG, localiza-se na região do Vale do Rio Doce, com clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen (temperado chuvoso-mesotérmico), latitude de 19°18'23" S e longitude 42°22'46" W e 220 m de altitude. Apresenta precipitação média anual de 1.163 mm., temperatura média anual de 25,2°C, com máxima média de 31,5°C, mínima média de 19,1°C, e umidade relativa média de 65,2% (CARNEIRO *et al.*, 2008).

Os dados analisados foram referentes ao período de 2003 a 2005, incluindo os clones que continham maior quantidade de informações, sendo este número de observações variável entre os clones e os sistemas de minijardim clonal devido à saída ou ao ingresso de determinado clone à linha de produção comercial durante o período analisado. Os clones analisados foram: 57, 2719 (clones de *Eucalyptus grandis* x desconhecido); 129, 7074 (clones de *Eucalyptus grandis*); 386, 908, 911, 957 (clones de *Eucalyptus urophylla*) e 1046, 1128, 1206, 1207, 1213, 1274 (clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*), no minijardim clonal cultivado em leito de areia; e 57, 2719 (clones de *Eucalyptus grandis* x desconhecido); 129, 7074 (clones de *Eucalyptus grandis*); e 1046, 1213, 1274 (clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*), no minijardim clonal cultivado em tubetes com subirrigação.

Esses clones constituíam minijardim clonal oriundos do enraizamento de miniestacas propagadas pelo método da estaquia convencional, conforme metodologia descrita em Xavier e Wendling (1998).

Os dados foram coletados em minijardins cultivados em leito de areia, sob teto translúcido retrátil, com fertirrigação por gotejamento, e outro em que as minicepas eram cultivadas em tubetes com fornecimento da solução nutritiva por subirrigação, sob abrigo de teto translúcido fixo. No minijardim em tubetes, a nutrição mineral foi fornecida através de um sistema automatizado de fertirrigação por capilaridade, de modo que somente o sistema radicular permaneceu em contato com a solução nutritiva. A fertirrigação foi aplicada através de sistema automatizado, sendo aplicados 5 L de solução nutritiva por metro quadrado de minijardim,

por dia, distribuídos em três vezes. As soluções nutritivas usadas neste estudo encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Solução nutritiva estoque usada no minijardim clonal cultivado em leito de areia, com fertirrigação por gotejamento.

**Table 1.** Nutritive stock solution used in the clone minijarden grown in sand bed, with dripping fertilization.

Fertilizante	Quantidade (g 1000L <sup>-1</sup> )
Nitrato de Cálcio	33.300,0
Sulfato de Amônio	13.300,0
Ácido Fosfórico	3.300,0
Cloreto de Potássio	11.100,0
Sulfato de Magnésio	14.400,0
Ácido Bórico	1.222,2
Sulfato de Zinco	122,2
Sulfato de Cobre	166,7
Sulfato Ferroso	3.222,2
EDTA Dissódico	4.666,7
Sulfato de Manganês	666,7
Molibdato de Sódio	33,3

**Tabela 2.** Solução nutritiva estoque usada no minijardim clonal cultivado em tubete, com subirrigação.

**Table 2.** Stock of nutritive solution used in the clone minijarden grown in tubes, with irrigation from beneath.

Fertilizante	Quantidade (g 1000L <sup>-1</sup> )
Nitrato de Cálcio	80.000,0
Sulfato de Amônio	27.800,0
Ácido Fosfórico	5.000,0
Cloreto de Potássio	20.000,0
Sulfato de Magnésio	14.400,0
Ácido Bórico	311,1
Sulfato de Zinco	27,8
Sulfato de Cobre	42,2
Sulfato Ferroso	1.222,2
EDTA Dissódico	1.833,3
Sulfato de Manganês	666,7
Molibdato de Sódio	11,1

Para evitar salinização, em ambos os sistemas de cultivo, quinzenalmente foi aplicada uma lâmina de água pura de 10 mm e a cada dois meses uma lâmina de água pura de 20 mm. A solução nutritiva estoque apresentava condutividade elétrica entre 1,0 e 1,5 mS.cm<sup>-1</sup>, durante os meses mais quentes do ano, e entre 1,5 e 2,0 mS.cm<sup>-1</sup>, nos meses mais frios, tendo em vista as diferenças nas taxas de transpiração que ocorrem devido às variações na temperatura. Para todos os nutrientes, permitiu-se uma variação de concentração em torno de 10%. O pH das soluções foi mantido entre 5,5 e 6,5.

A coleta das brotações para preparo de miniestacas foi feita de forma seletiva e contínua, de modo a manter as minicepas em bom estado vegetativo, e com sistema radicular ativo. A periodicidade das coletas era de aproximadamente

uma coleta por semana. Foram coletadas miniestacas apicais com dimensões variando entre 4 e 6 cm, contendo dois a três pares de folhas, sendo estas reduzidas à metade. O número médio de miniestacas obtido a cada mês foi utilizado nas análises estatísticas visando estabelecer correlações entre a produtividade das miniestacas e teores dos nutrientes nos tecidos foliares.

Na amostragem dos tecidos foliares obedeceu-se às seguintes orientações: foram coletadas folhas totalmente expandidas no terço médio da minicepa em fase de produção; não foi amostrado o pecíolo; evitou-se coletar folhas de minicepas recém colhidas; as folhas foram lavadas com água destilada antes de serem processadas para análise. Foram coletadas duas amostras compostas para cada clone, em cada oportunidade, sendo que em cada amostra foram utilizadas dez minicepas. A frequência da coleta de amostras foi mensal nos anos de 2003 e 2004 e bimensal no ano de 2005.

Nas minicepas cultivadas em minijardim clonal em leito de areia foram coletadas duas amostras compostas para cada clone, sendo que em cada amostra foram utilizadas dez minicepas. No minijardim clonal em tubetes foram coletadas duas amostras compostas nas linhas ímpares, com cada amostra a partir de dez minicepas de um mesmo clone.

Após lavagem, as amostras foram colocadas em estufa para secagem a 60°C ± 5°C, até peso constante, sendo a seguir moídas. As análises foram feitas, determinando-se Ca, Mg, K, P, S, Zn, Cu, Fe e Mn em extrato nitro-perclórico; N em extrato sulfúrico; e B em extrato de ácido clorídrico, após a calcinação, de acordo com metodologia descrita em EMBRAPA (1997).

Para o pareamento dos dados, foi utilizado um critério temporal, de modo que os dados coletados foram pareados mensalmente para poder estabelecer o grau de associação linear entre as variáveis analisadas. Com os dados de produtividade das miniestacas e dos teores dos nutrientes nos tecidos foliares, foram realizadas análises para estabelecer o tipo e o grau de associação entre concentrações de macro e micronutrientes nas minicepas e o número de miniestacas produzidas. As análises foram feitas utilizando o software Statistica, versão 7.0, em cada sistema de minijardim clonal. As hipóteses avaliadas foram:

$$H_{0(ij)}: \rho_{XiYj} = 0$$

$$H_{a(ij)}: \text{não } H_{0(ij)}$$

$\rho_{X_i Y_j}$ : coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis aleatórias  $X_i$  e  $Y_j$ ;  
 j: 1 e 2 (número de miniestacas por minicepa);  
 i: 1, 2, ..., 11 (macro e micronutrientes);

Estas hipóteses foram avaliadas pela estatística F. As hipóteses foram avaliadas para níveis de significância de 5 %, 10% e 15% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das concentrações de nutrientes nas brotações, no minijardim clonal em leito de areia e em tubetes, são mostradas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente e as correlações entre as concentrações de macro e micronutrientes e o número de miniestacas de *Eucalyptus*, no minijardim clonal em leito de areia e em tubetes estão nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

Observaram-se valores de números de miniestacas por minicepa superiores aos encontrados na literatura para ambos os sistemas de minijardim clonal (Tabelas 5 e 6).

Na literatura, verifica-se que para *Eucalyptus*, a produção de miniestacas por minicepa é variável conforme o sistema de minijardim clonal adotado, sendo as médias de produção as seguintes: 5,6 miniestacas por minicepa em cada coleta em sistema de minijardim clonal em leito de areia a cada 5-10 dias (WENDLING *et al.*, 2003); 2,4 miniestacas por minicepa no sistema de minijardim clonal em tubetes com subirrigação a cada 7 dias (TITON *et al.*, 2003).

No entanto, Cunha *et al.* (2005) ao trabalhar com *Eucalyptus benthamii* observaram que a produção de miniestacas por minicepa foi de 8,1 para o sistema de minijardim clonal em leito de areia e 4,1 para o sistema de minijardim clonal em tubetes (sem subirrigação) a cada 25 a 30 dias. Desta forma, pode-se afirmar que no presente estudo o manejo das minicepas visando a produção de miniestacas foi mais eficiente, pois a menor produção de brotos por minicepa foi de 7,6 para os clones 1128 e 1207, no minijardim clonal em leito de areia a cada 7 dias, e de 2,4 para o clone 57, no minijardim clonal em tubetes a cada 7 dias.

**Tabela 3.** Médias das concentrações de macro e micronutrientes nas miniestacas dos clones de *Eucalyptus*, no minijardim clonal em leito de areia, com fertirrigação por gotejamento.

**Table 3.** Means of the macro and micronutrients concentrations in the mini-cuttings of the *Eucalyptus* clones, in clone mini-garden grown in sand bed, with dripping fertilization.

Clones	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	(g kg <sup>-1</sup> )						(mg kg <sup>-1</sup> )				
57	39,00	3,60	23,60	6,80	3,20	1,10	34,73	13,21	102,51	1060,64	35,63
129	39,30	3,40	21,90	5,30	2,90	1,50	34,60	11,21	121,75	862,82	41,22
386	41,60	3,90	22,30	7,90	3,40	2,00	41,26	14,02	112,38	1367,13	43,00
908	36,40	3,20	26,10	7,90	3,30	1,20	26,68	10,04	62,75	470,27	36,62
911	39,80	4,00	23,10	5,60	3,10	1,50	41,15	8,20	101,82	750,54	44,59
957	42,50	3,50	21,10	7,00	3,20	1,60	36,78	10,60	112,66	1065,21	42,22
1046	40,70	4,00	24,40	6,30	3,30	1,60	36,55	11,04	105,35	991,57	38,17
1128	39,10	3,70	21,50	7,20	3,00	1,70	36,88	12,40	95,84	1258,12	38,41
1206	42,80	4,10	25,10	6,30	3,10	1,60	45,42	13,24	123,00	1247,30	42,52
1207	39,70	3,80	22,80	6,60	3,30	1,60	37,37	11,91	112,84	1015,12	40,99
1213	41,10	4,00	24,20	6,10	3,20	1,70	37,37	12,57	110,20	951,11	37,20
1274	41,40	4,00	25,20	6,20	3,20	1,50	38,57	11,83	119,60	1082,94	41,21
2719	34,50	3,60	19,90	7,10	2,60	1,50	33,27	15,37	147,25	957,15	42,60
7074	37,90	3,40	18,80	6,70	2,80	1,50	35,76	10,41	110,38	1033,97	40,87

**Tabela 4.** Médias das concentrações de macro e micronutrientes nas miniestacas dos clones de *Eucalyptus*, no minijardim clonal em tubetes, com subirrigação.

**Table 4.** Means of the macro and micronutrients concentrations in the mini-cuttings of the *Eucalyptus* clones, in clone mini-garden grown in tubes, with irrigation from beneath.

Clones	Nutrientes										
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	(g kg <sup>-1</sup> )						(mg kg <sup>-1</sup> )				
57	35,70	3,40	24,80	8,90	3,00	1,30	28,98	11,34	115,32	646,49	80,09
129	38,30	3,00	24,70	6,90	2,40	1,40	30,30	11,51	122,38	433,94	80,16
1046	38,50	3,70	24,30	7,80	3,20	1,40	33,26	10,36	129,88	599,79	65,79
1213	36,70	3,50	23,30	7,00	3,00	1,60	32,12	12,12	85,92	531,41	68,54
1274	36,80	3,40	25,90	7,40	2,70	1,50	60,65	11,19	127,17	529,12	79,38
2719	33,70	2,60	21,10	6,70	2,50	1,20	28,83	10,45	99,49	504,15	76,02
7074	35,40	3,00	22,70	7,50	2,80	1,50	30,83	9,54	107,17	570,26	79,37

**Tabela 5.** Coeficiente de correlação de Pearson entre as concentrações de macro e micronutrientes e o número de miniestacas dos clones de *Eucalyptus*, no minijardim clonal em leito de areia, com fertirrigação por gotejamento.

**Table 5.** Pearson correlation coefficient between nutrient concentrations and the rooting of mini-cuttings of *Eucalyptus* clones, in clone mini-garden grown in sand bed, with dripping fertilization.

Clones	NM	NO	Nutrientes										
			N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
57	9,5	25	0,10 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>3</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	-0,31 <sup>3</sup>	-0,18 <sup>ns</sup>	-0,32 <sup>3</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
129	9,6	23	-0,05 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,21 <sup>ns</sup>	-0,52 <sup>1</sup>	-0,50 <sup>1</sup>	-0,36 <sup>2</sup>	-0,08 <sup>ns</sup>	-0,43 <sup>1</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
386	8,7	24	-0,13 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	-0,39 <sup>2</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
908	8,5	15	0,15 <sup>ns</sup>	-0,33 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	-0,21 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	-0,08 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
911	7,9	24	-0,15 <sup>ns</sup>	-0,33 <sup>3</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	-0,32 <sup>3</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	-0,28 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
957	9,9	22	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,30 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>2</sup>	-0,30 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	-0,08 <sup>ns</sup>
1046	10,0	22	0,13 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	-0,51 <sup>1</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	-0,32 <sup>3</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	-0,45 <sup>1</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
1128	7,6	21	0,39 <sup>2</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>3</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>
1206	7,8	21	0,06 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,41 <sup>2</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,29 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>ns</sup>
1207	7,6	22	0,16 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	-0,51 <sup>1</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
1213	11,8	23	-0,26 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>
1274	10,8	21	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	-0,37 <sup>2</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	-0,42 <sup>2</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	-0,30 <sup>ns</sup>
2719	8,9	22	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	-0,36 <sup>3</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>
7074	10,3	23	0,22 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>1</sup>	-0,40 <sup>2</sup>	-0,29 <sup>ns</sup>	-0,53 <sup>1</sup>	-0,35 <sup>2</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>1</sup>	-0,52 <sup>1</sup>	0,11 <sup>ns</sup>

NM = N° de miniestacas por semana; NO = Número de observações; 1 = significativo em nível de 5% de probabilidade de erro; 2 = significativo em nível de 10% de probabilidade de erro; 3 = significativo em nível de 15% de probabilidade de erro; ns = não significativo.

**Tabela 6.** Coeficiente de correlação de Pearson entre as concentrações de macro e micronutrientes e o número de miniestacas dos clones de *Eucalyptus*, no minijardim clonal em tubetes, com subirrigação.

**Table 6.** Pearson correlation coefficient between nutrient concentrations and rooting of mini-cuttings of *Eucalyptus* clones, in clone mini-garden grown in tubes, with irrigation from beneath.

Clones	NM	NO	Nutrientes										
			N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
57	2,4	15	-0,20 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,42 <sup>3</sup>	0,60 <sup>1</sup>	-0,08 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>
129	2,9	13	-0,17 <sup>ns</sup>	-0,38 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	-0,30 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	-0,35 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>2</sup>	0,15 <sup>ns</sup>
1046	2,6	19	-0,30 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	-0,41 <sup>2</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	-0,44 <sup>2</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>
1213	3,1	16	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,14 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	-0,45 <sup>2</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	-0,60 <sup>1</sup>
1274	3,1	13	0,07 <sup>ns</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>	-0,48 <sup>3</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	-0,36 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>
2719	3,3	21	-0,38 <sup>2</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,27 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
7074	3,2	23	-0,37 <sup>2</sup>	-0,31 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	-0,38 <sup>2</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>

NM = N° de miniestacas por semana; NO = Número de observações; 1 = significativo em nível de 5% de probabilidade de erro; 2 = significativo em nível de 10% de probabilidade de erro; 3 = significativo em nível de 15% de probabilidade de erro; ns = não significativo.

Foi observada correlação positiva entre o teor de nitrogênio e o número de miniestacas para o clone 1128 (Tabela 5), no minijardim clonal em leito de areia, indicando que para aumentar a produtividade de miniestacas seria necessário aumentar a dose de nitrogênio, para o referido clone. O efeito positivo do nitrogênio em relação ao número de miniestacas pode estar relacionado ao fato deste nutriente ser responsável pelo crescimento vegetativo, traduzindo os aumentos nas concentrações em aumento de produtividade.

Resultados similares aos encontrados para o clone 1128, no minijardim em leito de areia, foram observados por Rosa (2006), onde o autor utilizou nitrato e amônio na fertirrigação de minicepas de *Eucalyptus dunnii* em minijardim clonal e observou que a forma nitrogenada influenciou positivamente na produtividade, com resultados superiores observados para a forma amoniacal. Ainda, foi observada resposta posi-

tiva e relação direta com a concentração de nitrogênio ministrada às minicepas, ou seja, à medida que a dose de nitrogênio foi aumentada, as minicepas responderam com maior produtividade de brotos.

Já no minijardim clonal em tubetes foi verificada correlação negativa significativa para os clones 2719 e 7074 (Tabela 6), desta forma se verifica a necessidade de diminuir as doses de nitrogênio para esses clones, visando aumentar a produtividade de miniestacas.

Observando as médias de concentrações de nitrogênio nas Tabelas 3 e 4 verifica-se que de um modo geral os valores médios de concentração do nutriente são relativamente superiores no minijardim clonal em leito de areia em relação aos valores encontrados no minijardim clonal em tubetes. No entanto, para os clones onde a correlação foi significativa as correlações foram indiretas, ou seja, para o clone com con-

centração de nutriente mais elevada verifica-se a necessidade de aumentar a dose e para o clone onde a concentração foi menor a necessidade foi de diminuir ainda mais a dosagem.

Analisando a frequência de casos de concentração de nitrogênio nas miniestacas (Tabelas 7 e 8) observa-se uma ampla variação entre as frequências alta e adequada no minijardim clonal em leito de areia, já no minijardim clonal em tubetes observa-se uma maior tendência de casos em níveis adequados do nutriente.

Os resultados observados nas Tabelas 7 e 8

indicam que os valores considerados adequados, conforme graduação proposta por Higashi *et al.* (2004) (Tabela 9), não se enquadram para todos os clones estudados, nos dois sistemas empregados, tendo em vista que nos casos em que foram observadas correlações (positiva para o clone 1128 em leito de areia, e negativa para os clones 2719 e 7074 em tubetes) a maioria ou a totalidade das observações enquadravam-se dentro da faixa considerada adequada. No entanto, para os clones mencionados, a faixa proposta pelo autor não pode ser considerada adequada.

**Tabela 7.** Frequência de casos de concentração considerados alto (Al), adequado (Ad), baixo (B) e deficiente (D) para os macronutrientes nas miniestacas dos clones de *Eucalyptus*, no minijardim clonal em leito de areia, com fertirrigação por gotejamento.

**Table 7.** Frequency of cases with concentrations considered to be high (Al), adequate (Ad), low (B) and deficient (D) for the macronutrients in the mini-cuttings of *Eucalyptus* clones, in a clone mini-garden grown in sand bed, with fertilization by dripping irrigation.

Clones	N				P				K				Ca				Mg				S			
	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D
57	14	11	0	0	4	21	0	0	0	25	0	0	11	12	2	0	1	24	0	0	2	3	13	7
129	10	13	0	0	2	21	0	0	0	23	0	0	4	17	2	0	0	23	0	0	2	2	12	7
386	17	7	0	0	11	13	0	0	0	24	0	0	17	5	2	0	2	22	0	0	5	7	6	6
908	10	5	0	0	4	11	0	0	0	15	0	0	7	6	2	0	0	15	0	0	1	2	6	6
911	13	11	0	0	11	13	0	0	0	24	0	0	1	16	7	0	3	21	0	0	2	1	14	7
957	18	4	0	0	4	18	0	0	0	22	0	0	11	11	0	0	6	16	0	0	3	5	9	5
1046	14	8	0	0	15	7	0	0	1	21	0	0	5	12	5	0	4	18	0	0	3	3	9	7
1128	6	15	0	0	6	15	0	0	0	20	1	0	10	7	4	0	0	21	0	0	0	1	18	2
1206	17	4	0	0	15	6	0	0	1	20	0	0	8	10	3	0	3	18	0	0	3	4	9	5
1207	11	11	0	0	10	12	0	0	0	22	0	0	6	12	4	0	3	19	0	0	3	4	9	6
1213	15	8	0	0	14	9	0	0	1	21	1	0	5	13	5	0	0	23	0	0	4	2	12	5
1274	17	4	0	0	15	6	0	0	3	18	0	0	6	10	5	0	1	20	0	0	2	2	13	4
2719	1	21	0	0	1	21	0	0	0	21	1	0	2	9	10	1	0	22	0	0	2	4	6	10
7074	5	18	0	0	4	19	0	0	0	23	0	0	8	15	0	0	0	23	0	0	0	4	14	5

**Tabela 8.** Frequência de casos de concentração considerados alto (Al), adequado (Ad), baixo (B) e deficiente (D) para os macronutrientes nas miniestacas dos clones de *Eucalyptus*, no minijardim clonal em tubetes, com subirrigação.

**Table 8.** Frequency of the concentration cases considered to be high (Al), adequate (Ad), low (B) and deficient (D) for the macronutrients in the mini-cuttings of *Eucalyptus* clones, in clone mini-garden grown in tubes, with irrigation from beneath.

Clones	N				P				K				Ca				Mg				S			
	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D
57	0	15	0	0	2	13	0	0	1	12	2	0	13	2	0	0	2	13	0	0	1	1	5	8
129	3	10	0	0	1	12	0	0	1	12	0	0	6	7	0	0	0	13	0	0	2	1	4	6
1046	6	12	1	0	6	13	0	0	1	18	0	0	10	8	1	0	4	15	0	0	2	2	8	7
1213	5	11	0	0	4	12	0	0	0	16	0	0	8	7	1	0	2	14	0	0	3	2	8	3
1274	3	10	0	0	1	12	0	0	2	11	0	0	7	5	1	0	2	11	0	0	2	1	4	6
2719	0	21	0	0	0	17	4	0	1	20	0	0	8	12	1	0	0	20	1	0	0	3	7	11
7074	1	22	0	0	0	22	1	0	0	22	0	0	13	9	1	0	0	22	1	0	3	3	9	8

**Tabela 9.** Teores dos macro e micronutrientes considerados adequados, acima e abaixo dos adequados e deficientes para as brotações de *Eucalyptus*, com idade entre 7 e 14 dias, em condição de minijardim clonal.

**Table 9.** Contents of macro and micronutrients considered to be adequate, above and below adequate and deficient for the sprouting of *Eucalyptus*, at age 7 and 14 days, under clone mini-garden condition.

Teor Nutricional	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g.kg <sup>-1</sup>						mg.kg <sup>-1</sup>				
Alto	>40	>4	>30	>7	>4	>2,5	>70	>15	>220	>500	>60
Adequado	28-40	2,5-4	15-30	5-7	2-4	2-2,5	35-70	8-15	100-220	250-500	30-60
Baixo	20-28	1,5-2,5	10-15	3-5	1-2	1,3-2	20-35	5-8	75-101	150-250	20-30
Deficiente	<20	<1,5	<10	<3	<1	<1,3	<20	<5	<75	<150	<20

Fonte: Higashi *et al.*, 2004.

Para o fósforo, foi observada correlação negativa significativa para o clone 911 (Tabela 5), no minijardim clonal em leito de areia. Desta forma, pode-se afirmar que para este clone, diminuir a dose de fósforo induzirá um aumento de número de miniestacas. Esse resultado está de acordo com os valores indicados por Higashi *et al.* (2004), tendo em vista que a média das concentrações do nutriente, para a maioria dos clones, encontra-se dentro de níveis considerados elevados pelos autores. Ainda para este minijardim, mais da metade dos clones tinham uma maior frequência de casos de concentração de fósforo dentro de níveis considerados adequados (Tabela 7), o que pode explicar as correlações não significativas observadas. Já para o minijardim clonal em tubetes não foi observada correlação significativa para todos os clones estudados (Tabela 6), o que poderia ser explicado por em todos os clones as médias de concentração dos nutrientes estarem dentro de níveis adequados, bem como a frequência de casos do nutriente nas miniestacas.

Com relação ao potássio foram observadas correlações positivas significativas, no minijardim clonal em leito de areia, para os clones 57 e 7074 (Tabela 5), apesar das médias das concentrações de potássio (Tabela 3), para estes clones, se enquadrarem dentro de níveis adequados segundo a proposta de Higashi *et al.* (2004) (Tabela 9), este fato indica que os níveis de adequação propostos na literatura não se aplicam a todos os materiais genéticos, sendo os teores ideais diferentes entre os clones.

Os resultados observados, para os clones 57 e 7074 (em leito de areia), estão de acordo com os obtidos por Paula *et al.* (2000), os quais obtiveram efeitos positivos na produtividade de estacas de *Eucalyptus*. Desta forma é necessário aumentar a dose de potássio visando maior número de estacas. Já no minijardim clonal em tubetes os resultados encontrados foram contrários aos anteriormente citados, observando-se efeitos negativos significativos entre os teores de potássio e o número de miniestacas para o clone 1274 (Tabela 6), assim uma diminuição na dose de potássio é necessária visando aumento do número de miniestacas.

No minijardim clonal em leito de areia as médias das concentrações de nutrientes, assim como a frequência de casos para o potássio encontravam-se dentro de níveis adequados para todos os clones estudados, o que pode explicar os resultados de correlações não significativas

verificados para os demais clones, sendo que o mesmo ocorreu para os clones do minijardim clonal em tubetes.

O cálcio influenciou negativamente o número de miniestacas, no minijardim clonal em leito de areia, dos clones 386, 1207, 1274 e 7074 (Tabela 5), e no minijardim clonal em tubetes, dos clones 57 e 1046 (Tabela 6). As médias de concentrações de cálcio nas minicepas estiveram entre níveis considerados adequados ou altos, segundo Tabela 9. No entanto, para os clones com médias de concentração adequada, ou seja, os clones 1207, 1274 e 7074 (em leito de areia), observou-se que a frequência em torno de um terço dos casos enquadrava-se como alta (Tabela 7), o que poderia estar influenciando as correlações obtidas.

Assim, de acordo com os resultados observados, pode-se dizer que possivelmente o número de miniestacas é dependente de concentrações menores de cálcio do que as encontradas nas brotações. Assim, para os clones citados, menores doses de cálcio, em relação ao que vem sendo empregado, são indicadas para aumentar a produtividade de miniestacas por minicepa. Ainda, percebe-se que as concentrações de cálcio nas brotações, para a maioria dos clones com correlação não significativa, enquadravam-se dentro de níveis adequados, o que explicaria os resultados observados para os demais clones (Tabelas 7 e 8).

Os resultados negativos relacionados à produção de brotos observados podem ser devido ao cálcio, segundo Haissig (1986), ser um ativador de peroxidase, uma enzima essencial ao enraizamento, fazendo com que a relação auxina/citocinina seja maior, o que desfavorece a emissão de brotações.

Para o magnésio, foi observado efeito negativo significativo para os clones 911, 1046 e 2719, no minijardim clonal em leito de areia (Tabela 5), sendo que estes clones apresentavam média de concentração do nutriente na brotação em níveis acima dos adequados (Tabela 3). Já no minijardim clonal em tubetes, foi observado efeito positivo significativo para o clone 57 (Tabela 6), no qual a média de concentração do nutriente nas brotações estava dentro de níveis adequados (Tabela 4). De modo similar ao verificado para cálcio, o número de miniestacas é dependente da concentração de magnésio nas brotações. Assim, níveis elevados do nutriente nas brotações prejudicam o número de miniestacas, devendo ser diminuídos e níveis adequados devem ser aumentados visando maior produtividade. Observa-se nas Tabelas 7 e 8, para todos os clones, uma

grande frequência de casos de concentração de magnésio nas brotações considerada adequada, indicando que os valores da Tabela 9 podem ser aplicados para a maioria dos clones estudados e explicando as correlações não significativas.

O enxofre influenciou negativa e significativamente o número de miniestacas, no minijardim clonal em leito de areia, dos clones 57, 129, 1206 e 7074, indicando que uma diminuição nos teores deste elemento aumentaria a produtividade de miniestacas. No minijardim clonal em tubetes não houve correlação significativa. Verificou-se, para ambos os sistemas de minijardim clonal, uma média de concentração de enxofre nas brotações considerada baixa (Tabelas 3 e 4) quando comparada aos dados apresentados na Tabela 9. No entanto, as baixas médias de concentração encontradas não se traduziram em necessidades de aumentar as dosagens de enxofre, ao contrário, para alguns clones os valores observados foram prejudiciais à emissão de brotos. Desta forma, os valores indicados na literatura não se enquadram para os clones estudados.

Ainda, ao observar as Tabelas 7 e 8, pode-se verificar uma ampla distribuição de casos de concentração de enxofre nas miniestacas considerados adequados, altos, baixos e deficientes, com predomínio de casos nas faixas de baixo a deficiente, sendo que essa variação poderia explicar as correlações não significativas do presente estudo.

O zinco influenciou negativa e significativamente a produtividade de miniestacas, no minijardim clonal em leito de areia, dos clones 129, 1046 e 7074 (Tabela 5), e no minijardim clonal

em tubetes, dos clones 1046 e 7074 (Tabela 7), indicando que menores doses desse nutriente promoveriam aumento de produtividade. Isto pode ser justificado pelo fato de o zinco atuar na produção de triptofano, precursor natural do AIA (HARTMANN *et al.*, 1997) e, um aumento nos níveis de auxina pode favorecer uma relação positiva entre auxina/citocinina, o que é prejudicial para a produtividade de miniestacas, favorecendo a produção de raízes.

A frequência de casos de concentração de zinco nas brotações foi maior para os níveis considerados adequados para praticamente todos os clones estudados, independente do sistema de minijardim clonal, o que explica as correlações não significativas verificadas para grande parte dos clones (Tabelas 10 e 11).

Para o cobre, foram observadas correlações positivas significativas, no minijardim clonal em leito de areia, para os clones 957 e 1128 e negativas para os clones 57 e 129 (Tabela 5). Essa diferença de resultados pode ser atribuída aos diversos materiais genéticos utilizados, tendo em vista que para os clones citados as médias de concentrações de nutrientes se enquadravam dentro de níveis considerados adequados (Tabela 3). Para o minijardim clonal em tubetes não foi observada correlação significativa para nenhum clone estudado (Tabela 6), essas correlações podem ser explicadas pelo fato de em todos os clones a maioria dos casos de frequência de concentração de cobre nos brotos estar dentro de níveis adequados (Tabela 11), sendo que o mesmo ocorreu para o minijardim clonal em leito de areia (Tabela 10).

**Tabela 10.** Frequência de casos de concentração considerados alto (Al), adequado (Ad), baixo (B) e deficiente (D) para os micronutrientes nas miniestacas dos clones de *Eucalyptus*, no minijardim clonal em leito de areia, com fertirrigação por gotejamento.

**Table 10.** Frequency of the concentration cases considered to be high (Al), adequate (Ad), low (B) and deficient (D) for the micronutrients in mini-cuttings of *Eucalyptus* clones, in a clone mini-garden grown in sand bed, with drip fertilization.

Clones	Zn				Cu				Fe				Mn				B			
	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D
57	0	20	5	0	6	18	1	0	0	12	5	8	20	5	0	0	0	16	9	0
129	0	18	4	1	1	20	1	1	2	13	3	5	17	6	0	0	1	18	3	1
386	0	20	4	0	7	17	0	0	2	7	8	7	19	5	0	0	0	22	2	0
908	0	13	2	0	1	11	2	1	1	5	5	4	8	7	0	0	0	11	3	1
911	0	22	2	0	1	11	10	2	1	8	8	7	10	14	0	0	0	22	1	1
957	0	18	4	0	3	17	1	1	1	7	4	10	19	3	0	0	0	20	2	0
1046	0	15	7	0	2	17	2	1	0	7	8	7	14	8	0	0	0	16	5	1
1128	0	18	3	0	3	15	2	1	0	5	10	6	17	4	0	0	0	14	6	1
1206	0	21	0	0	6	14	1	0	1	11	4	5	21	0	0	0	1	15	4	1
1207	0	19	3	0	5	15	1	1	1	8	4	9	19	3	0	0	2	14	5	1
1213	0	20	3	0	7	14	2	0	1	7	6	9	15	8	0	0	1	12	9	1
1274	0	19	2	0	4	14	2	1	2	7	8	4	18	3	0	0	2	13	5	1
2719	1	15	5	1	7	12	3	0	2	6	4	10	15	6	0	1	2	16	3	1
7074	0	19	4	0	1	20	1	1	1	6	7	9	16	7	0	0	1	18	3	1



**Tabela 11.** Freqüência de casos de concentração considerados alto (Al), adequado (Ad), baixo (B) e deficiente (D) para os micronutrientes nas miniestacas dos clones de *Eucalyptus*, no minijardim clonal em tubetes, com subirrigação.

**Table 11.** Frequency of cases of concentration considered to be high (Al), adequate (Ad), low (B) and deficient (D) for the micronutrients in mini-cuttings of *Eucalyptus* clones, in a clone mini-garden grown in tubes, with irrigation from beneath.

Clones	Zn				Cu				Fe				Mn				B			
	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D	Al	Ad	B	D
57	0	8	7	0	0	14	1	0	2	4	6	3	4	11	0	0	11	3	0	1
129	0	11	2	0	1	12	0	0	2	7	3	2	0	13	0	0	8	4	1	0
1046	0	15	4	0	0	18	1	0	1	5	8	4	3	16	0	0	9	9	0	1
1213	0	14	2	0	1	15	0	0	0	4	8	4	3	13	0	0	4	12	0	0
1274	0	9	4	0	0	13	0	0	2	6	3	2	2	11	0	0	8	4	1	0
2719	0	9	12	0	1	15	5	0	1	7	6	7	3	18	0	0	13	7	0	1
7074	0	15	8	0	0	19	3	1	1	8	7	7	3	20	0	0	13	9	1	0

No minijardim clonal em leito de areia, foram verificadas correlações negativas significativas entre os teores de ferro e a produtividade das minicepas para os clones 1274 e 7074 (Tabela 5) e, no minijardim clonal em tubetes, para o clone 1213 (Tabela 6), estando as médias de concentração de ferro dentro de níveis adequados para os clones no minijardim clonal em leito de areia (Tabela 3) e baixo para o clone do minijardim clonal em tubetes (Tabela 4). Desta forma, uma diminuição na dose de ferro aumentaria a produtividade das minicepas, para estes clones.

Verifica-se também que houve uma grande variação na freqüência de casos de concentração de ferro nos brotos entre os níveis considerados adequados, baixos e deficientes, indicando a necessidade de maiores estudos relacionados ao ferro e emissão de brotações e, explicando os resultados não significativos observados.

Para o manganês, foi observado efeito positivo significativo para produtividade, no minijardim clonal em tubetes, para o clone 129 (Tabela 6), de forma que para aumentar a produtividade é necessário aumentar a dose do nutriente. Já no minijardim clonal em leito de areia, as correlações observadas foram negativas significativas, para os clones 129, 1046 e 7074 (Tabela 5), sendo necessária uma diminuição da dose de manganês para aumentar a produtividade das minicepas. Essa diferença de resultados pode ser atribuída a níveis muito elevados de manganês, encontrados nas brotações do minijardim clonal em leito de areia, podendo esse nutriente estar causando problemas de toxicidade nas miniestacas e, conseqüentemente, estar diminuindo o número de miniestacas.

No minijardim clonal em leito de areia foi observada a maioria de casos de concentração de manganês nas miniestacas em níveis altos (Tabela 10), já para o minijardim clonal em tubetes a maioria dos casos estava dentro de níveis adequados (Tabela 11), o que indica que no

primeiro minijardim o manejo está sendo mais eficiente ou as minicepas são mais eficientes na absorção de manganês, tendo em vista que foi aplicada a mesma quantidade deste nutriente nos dois sistemas de minijardim.

O boro influenciou negativa e significativamente o número de miniestacas, no minijardim clonal em tubetes, do clone 1213, desta forma uma diminuição da dose do nutriente aumentaria o número de miniestacas (Tabela 6). Segundo Taiz e Zeiger (2004) as principais funções relacionadas sobre o boro nos processos fisiológicos são relacionadas ao metabolismo de carboidratos e transporte de açúcares através de membranas, síntese de ácidos nucléicos e fitohormônios, tais como a auxina. Assim, acredita-se que sob deficiência de boro a quantidade de auxina seja diminuída. Deste modo, os resultados encontrados estão condizentes, pois os teores de boro observados nas brotações estavam dentro de níveis próximos a alto, o que possivelmente estaria favorecendo os níveis de auxina endógena e prejudicando a produtividade das minicepas.

No minijardim clonal em leito de areia foi observada a maioria de casos de concentração de boro nas miniestacas em níveis adequados (Tabela 10), já para o minijardim clonal em tubetes a maioria dos casos estava dentro de níveis altos (Tabela 11).

Observou-se que de um modo geral, embora significativos em alguns casos, a maioria dos valores de correlação encontrados foram baixos. No entanto, baixos valores de correlação não implicam em ausência de relação entre as variáveis analisadas, somente que os baixos valores não são lineares.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, as seguintes tendências podem ser assinaladas:

- Os resultados indicam que a nutrição mineral desempenha papel importante no número

de miniestacas de modo genótipo-dependente, gerando respostas diferenciadas, de acordo com cada nutriente, cada clone e, para os diferentes sistemas de minijardim clonal;

- O manejo do minijardim clonal deve ser mudado, de forma a ser usada uma solução nutritiva específica para cada clone, nos diferentes minijardins. Desta forma, será possível utilizar todo o potencial de produtividade das minicepas;
- As faixas de concentrações de nutrientes nas brotações consideradas adequadas na literatura não se enquadram para todos os clones e nutrientes estudados, nos dois sistemas de cultivo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudo; ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa de produtividade em pesquisa, e à CENIBRA - Celulose Nipo-Brasileira S.A. pela concessão do banco de dados usados no trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.C.S.C.; XAVIER, A.; OTONI, W.C. Organogênese in vitro a partir de explante caulinar na regeneração de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden X *E. urophylla* S.T. Blake. *Revista Árvore*, Viçosa, v.28, n.5, p.643-653, 2004.

ASSIS, T.F.; FETT-NETO, A.G.; ALFENAS, A.C. Current techniques and prospects for the clonal propagation of hardwood with emphasis on *Eucalyptus*. In: WALTER, C.; CARSON, M. **Plantation forest biotechnology for the 21th century**. New Delhi: Research Sign Post, 2004. v.1 p.303-333.

BELLAMINE, J.; PENEL, C.; GREPPIN, H.; GASPAR, T. Confirmation of the role of auxin and calcium in the late phases of adventitious root formation. *Plant Growth Regulation*, Dordrecht, v.26, p.191-194, 1998.

BHATTACHARYA, N.C. Enzyme activities during adventitious rooting. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, 1987. p.88-101. (Advances in Plant Sciences Series, 2).

CARNEIRO, R.L.C.; RIBEIRO, A.; HUAMAN, C.A.H.; LEITE, F.P.; SEDIYAMA, G.C.; BASTOS, N.F. Consumo de água em plantios de eucalipto: parte 1- determinação da condutância estomática em tratamentos irrigado e não-irrigado. *Revista Árvore*, Viçosa, v.32, n.1, p.1-10, 2008.

CORRÊA, L.R.; FETT-NETO, A.G. Effects of temperature on adventitious root development in microcuttings of *Eucalyptus saligna* Smith and *Eucalyptus globulus* Labill. *Journal of Thermal Biology*, Amsterdam, v.29, p.315-324, 2004.

CORRÊA, L.R.; PAIM, D.C.; SCHAWAMBACH, J.; FETT-NETO, A.G. Carbohydrates as regulatory factors on the rooting of *Eucalyptus saligna* Smith and *Eucalyptus globulus* Labill. *Plant Growth Regulation*, Dordrecht, v.45, p.63-73, 2005.

CUNHA, A.C.M.C.M.; WENDLING, I.; SOUZA-JÚNIOR, L. Produtividade e sobrevivência de minicepas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage em sistema de hidroponia e em tubetes. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.15, n.3, p.307-310, 2005.

DE KLERK, G.J.; VAN DER KRIEKEN, W.; DE JONG, J.G. Review – the formation of adventitious roots: new concepts, new possibilities. *In Vitro Cellular & Developmental Biology Plant*, Raleigh, v.35, n.3, p.189-199, 1999.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DE SOLOS. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: SNLCS, 1997. 212p.

FETT-NETO, A.G.; FETT, J.P.; GOULART, L.W.V.; PASQUALI, G.; TERMIGNONI, R.R.; FERREIRA, A.G. Distinct effects of auxin and light on adventitious root development in *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus globulus*. *Tree Physiology*, Victoria, v.21, p.457-464, 2001.

FOGAÇA, C.M.; FETT-NETO, A.G. Role of auxin and its modulators in the adventitious rooting of *Eucalyptus* species differing in recalcitrance. *Plant Growth Regulation*, Dordrecht, v.45, p.1-10, 2005.

GREENWOOD, M.S. Theoretical aspects of juvenility and maturation. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. **Mass production technology for genetically improved fast growing forest tree species**. Bordeaux, 1992. (Colloque AFOCEL/IUFRO, Paris, 1992).

- HAISSIG, B.E. Metabolic processes in adventitious rooting of cuttings. In: JACKSON, M.B. **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986. p.141-189.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 6.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1997. 770p.
- HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; GONÇALVES, A.N. Nutritional monitoring and fertilization in clonal macro-, mini-, and microgardens. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETI, V. (Eds.). **Forest nutrition and fertilization**. Piracicaba: IPEF, 2004. p.195-221.
- JOSTEN, P.; KUTSCHERA, U. The micronutrient boron causes the development of adventitious roots in sunflower cuttings. **Annals of Botany**, Oxford, v.84, p.337-342, 1999.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.
- PAULA, T.A.; SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; GONÇALVES, A.N. Efeito do potássio sobre a produção e enraizamento de estacas de *Eucalyptus*. In: REUNIÃO DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25, Santa Maria, 2000. **Anais...** Santa Maria: SBCS/SBM, 2000. Cd-Rom.
- ROSA, L.S. **Adubação nitrogenada e substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 2006. 89p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- SCHWAMBACH, J.; FADANELLI, C.; FETT-NETO, A.G. Mineral nutrition and adventitious rooting in microcuttings of *Eucalyptus globulus*. **Tree Physiology**, Victoria, v.25, p. 487-494, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- THOMPSON, D.G. Current state-of-the-art of rooting cuttings and a view to the future. In: SYMPOSIUM IN IUFRO'S CENTENNIAL YEAR – MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES, 1992, Bordeaux. **Syntheses...** Paris: AFOCEL, IUFRO, 1992. p.159-172.
- TITON, M.; XAVIER, A.; REIS, G.G.; OTONI, W.C. Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.5, p.619-625, 2003.
- WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência do ácido indolbutírico e de miniestaquia seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.921-930, 2005.
- WENDLING, I.; XAVIER, A.; PAIVA, H.N. Influência da miniestaquia seriada no vigor de minicepas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.5, p.611-618, 2003.
- WILSON, P.J. The concept of a limiting rooting morphogen in woody stem cuttings. **Journal of Horticultural Science**, Warwick, v.9, n.4, p.391-400, 1994.
- WILSON, P.J. Environmental preferences of *Eucalyptus globulus* stem cuttings in one nursery. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Rotorua, v.28, n.3, p.304-315, 1998.
- XAVIER, A.; WENDLING, I. **Miniestaquia na clonagem de *Eucalyptus***. Viçosa: SIF, 1998. 10p.

Recebido em 18/07/2007

Aceito para publicação em 06/10/2008

