

CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES E INTENSIDADE DE COR VERDE EM MINIESTACAS DE EUCALIPTO

CONCENTRATION OF NUTRIENTS AND INTENSITY OF COLOR GREEN MINICUTTINGS IF THE EUCALYPTUS

**José Henrique Tertulino ROCHA¹; Clarice BACKES²; Karla BORELLI³;
Maurício Reynaldo PRIETO⁴; Alessandro José Marques SANTOS⁵;
Tiago de Oliveira GODINHO⁶**

1. Engenheiro Florestal, Mestrando em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Universidade de São Paulo - USP, Piracicaba, SP, Brasil. rocha.jht@gmail.com; 2. Engenheira Agrônoma, Professora, Doutora, Universidade Estadual de Goiás - UEG, São Luís de Montes Belos, GO, Brasil; 3. Engenheira Florestal, Mestranda em Recursos Florestais – ESALQ - USP, Piracicaba, SP, Brasil; 4. Técnico Florestal, graduando em Engenharia Florestal, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Garça, SP, Brasil; 5. Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor, UEG, São Luís de Montes Belos, GO, Brasil; 6. Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências Florestais, Doutorando em Recursos Florestais – ESALQ - USP, Pesquisador INCAPER, Linhares, ES, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se com o trabalho avaliar a influência da aplicação de doses crescentes de nitrogênio (N), em minijardim clonal, nas concentrações de macro e micronutrientes das miniestacas de Eucalipto *urograndis* e na intensidade de cor verde, visando utilizá-la como indicador da concentração de N. O trabalho foi realizado no viveiro da FAEF – Garça – SP, em minijardim de leito de areia. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por cinco doses de N na solução nutritiva (0; 80; 160; 240 e 320 mg L⁻¹). Foram efetuadas avaliações da produção em massa seca, estado nutricional e intensidade da coloração verde das miniestacas. A produção de massa seca não apresentou diferença significativa. A dose de N influenciou significativamente as concentrações de N, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, e não influenciou as concentrações de P, S e B. O índice de cor verde escuro (ICVE) foi o que melhor se ajustou na regressão e o índice G foi o que apresentou maior correlação com a concentração de N. Os índices de cor da imagem digital, G e índice de cor verde escuro (ICVE), e o conjuntos dos índices R G B, podem ser utilizados para determinar a concentração de N na folha.

PALAVRAS-CHAVE: Minijardim clonal. Clonagem de eucalipto. Fertirrigação. *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*

INTRODUÇÃO

A propagação clonal de Eucalipto, desde sua introdução no Brasil sofreu inúmeros avanços, especialmente quanto ao método de produção e colheita de brotos para estaquia (CAMPINHOS; IKEMORI, 1983). Inicialmente, as mudas clonais eram produzidas por enraizamento de estacas, denominadas macroestacas, obtidas a partir de brotações colhidas em campo (jardins clonais), porém essa técnica apresentava inúmeros obstáculos. Na década de 90, com o advento das técnicas de miniestaquia e microestaquia, a maioria dos problemas foram amenizados ou sanados, tendo como resultados consideráveis ganhos em produtividade das minicepas, uniformidade e aumento no percentual de enraizamento das miniestacas (TITON et al., 2003) o que tornou possível a multiplicação comercial de clones de difícil enraizamento (ASSIS, 1997). Nesse caso as miniestacas são retiradas de plantas denominadas minicepas e seu conjunto denominado de minijardim clonal. Minijardins hidropônicos com leitos de areia ou em tubetes com inundação

temporária, são atualmente os mais utilizados no Brasil.

O estado nutricional das minicepas é um fator que influencia diretamente a produtividade, o enraizamento das estacas e a qualidade das mudas, uma vez que, os macro e micronutrientes estão envolvidos nos processos bioquímicos e fisiológicos vitais da planta (PAULA et al., 2000). Dentre os nutrientes essenciais, o N é um nutriente que influencia de forma significativa a produtividade de minijardins clonais (HIGASHI et al., 2000 a;b; ROSA et al., 2009; CARVALHO NETO, 2011).

As doses de nutrientes na solução nutritiva devem ser corrigidas conforme a exigência nutricional de cada material genético e época do ano, por meio do monitoramento nutricional, procurando correlacionar o teor foliar com a produtividade e o enraizamento dos propágulos vegetativos (ROPPE, 2004). Porém, o monitoramento nutricional por meio da análise do tecido foliar requer tempo e trabalho intenso, além de um elevado custo com as análises. Muitas vezes dependendo da localização do viveiro em relação ao laboratório e da sua capacidade operacional, o

tempo até se obter os resultados das análises pode ser elevado, reduzindo a eficiência do controle nutricional, com isso prejudicando a produtividade do minijardim clonal. Portanto, obter uma metodologia capaz de estimar o teor de N foliar, de forma imediata, será de grande valia para o processo de produção de mudas. Dentre as técnicas utilizadas para estimar o teor de N foliar de forma instantânea, os índices de cores obtidos via análise de imagens digitais são bastante promissores, pois vêm apresentando altas correlações com as concentrações de N nas folhas de diversas culturas, como feijão, alho, cana de açúcar e gramados (SILVEIRA et al., 2003; BACKES et al., 2008; LIMA et al., 2012).

Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho avaliar a influência da aplicação de doses crescentes de N, em minijardim clonal, nas concentrações de macro e micronutrientes das miniestacas de um clone híbrido de *Eucalyptus urophylla* com *E. grandis* e na intensidade de cor das miniestacas, visando utilizá-la como indicador da concentração de N.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Centro de Produção de Mudanças Clonais de Eucalipto da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça (FAEF), localizado nas coordenadas 22°13'31" S e 49°40'21" W a 600 metros de altitude. O clima da região é o Aw, segundo a classificação de Köppen (ROLIM et al., 2007), ou seja, verão quente e úmido e inverno seco, com precipitação média anual de 1300 mm e temperatura média anual de 22 °C.

Para o presente estudo foi utilizado clone híbrido de *Eucalyptus urophylla* com *Eucalyptus grandis*, mantido no sistema hidropônico em canaletões de fibrocimento preenchidos com areia

grossa, devidamente seccionados. Os canaletões foram instalados a 1,4 m do solo, com uma caída de 1%, para drenagem da solução e mantidos em minijardim clonal coberto com um filme translúcido a um pé direito de 3 m.

Os canaletões foram seccionados com chapas de ferro galvanizado e impermeabilizados com um filme de polietileno. Para drenagem da solução excedente, foram feitos furos de 15 mm de diâmetro na parte inferior de cada divisão (parcela) do canaletão, que posteriormente foram preenchidos com uma camada de seixo rolado de 7 cm. Acima do seixo rolado foi colocada uma tela de sombreamento de 80%, e completado com areia grossa lavada.

No dia 2 de julho de 2010, foi efetuado o plantio das mudas do clone em espaçamento 0,1 x 0,1 m, acondicionando 48 plantas por repetição. Após 15 dias do plantio das mudas iniciaram-se as podas e aplicação da adubação de formação, seguindo a recomendação de Higashi et al. (2000b). As cepas estabilizaram a produção de propágulos três meses após o plantio, sendo então consideradas formadas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos por cinco doses de N na solução nutritiva (0; 80; 160; 240 e 320 mg L⁻¹). Os outros nutrientes foram mantidos constantes, seguindo a recomendação de Higashi et al. (2000b) (Tabela 1). No preparo da solução nutritiva foram utilizados os sais solúveis: cloreto de potássio, sulfato de amônio, nitrato de cálcio, sulfato de magnésio, fosfato monoamônico, monofosfato de potássio, cloreto de cálcio e uma solução de micronutrientes. A condutividade elétrica e o pH foram equilibrados para que as soluções de todos os tratamentos ficassem com a condutividade elétrica próxima de 1,8 mS cm⁻¹ e o pH próximo de 6,0.

Tabela 1. Doses dos nutrientes utilizados na solução nutritiva aplicada no minijardim clonal de *Eucalyptus*

Nutrientes	Doses (mg L ⁻¹)
P	25
K	150
Ca	150
Mg	35
S	55
B	0,5
Cu	0,04
Fe	5,00
Mn	0,60
Mo	0,02
Zn	0,1

(Fonte: Adaptado de Higashi et al., 2000b)

A irrigação foi realizada manualmente com intensidade de 8 mm dia⁻¹, divididos em duas irrigações diárias, uma pela manhã e outra à tarde. A aplicação dos tratamentos foi iniciada com as cepas já formadas (três meses após o plantio) e as avaliações 10 dias após o início da aplicação dos tratamentos e foram conduzidas por um período de 60 dias.

As podas foram efetuadas a cada cinco dias, sendo retiradas apenas as estacas que atingiram o tamanho ideal (cerca de 7 a 10 cm e com três ou quatro pares de folhas). Parte das estacas coletadas foram lavadas e secas em estufa de circulação forçada a 65 °C, até atingirem massa constante. As miniestacas de cada parcela foram pesadas, e o valor obtido foi dividido pelo número de minicepas por parcela, obtendo assim a massa seca produzida por minicepa por mês. O índice de produtividade do minijardim foi obtido pelo produto da produção de estacas, pelo percentual de enraizamento das mesmas. Após a determinação da fitomassa seca, o material foi moído e determinada a concentração de nutrientes, de acordo com o método proposto por Malavolta et al. (1997).

Antes da secagem das miniestacas que foram encaminhadas para análise química, foram obtidas imagens com o auxílio de uma câmera digital Sony DSC W320, de 14.1 mega pixels, fixada a uma altura de 20 cm das miniestacas. Ao lado da câmera foi fixada uma lâmpada fluorescente de 11W para padronização da intensidade luminosa. Após a obtenção das imagens, as mesmas foram analisadas no programa Corel Photo Paint v. 10.410 (Corel Corporation, 2000), que permite quantificar um valor médio das cores presentes na imagem. Como somente o componente verde (G) não define a cor verde, dependendo também dos componentes vermelho (R) e azul (B), dados pelo comando “histograma”, no menu “imagem”, após selecionar apenas o canal verde, os resultados em RGB foram compilados para uma planilha no MS Excel® e convertidos para valores HSB (“Hue” – matiz, “Saturation” – saturação e “Brighness” – brilho), de acordo com Karcher e Richardson (2003).

Após a obtenção dos valores de HSB foi calculado o Índice de Cor Verde-Escuro (ICVE) proposto por Karcher e Richardson (2003), que varia de 0 – 1 (Equação 1).

$$ICVE = [(H - 60)/60] + (1 - S) + (1 - B)/3 \dots\dots\dots (1)$$

Em que:

H (“hue”) = matiz, em graus, variando entre 60°(amarelo) e 120°(verde),

S (“saturation”) = saturação, em decimal,

B (“brighness”) = brilho, em decimal.

Foram determinados os coeficientes de correlação linear de Sperman dos índices de coloração obtidos a partir da imagem digital, com a concentração de N, produção de miniestacas, percentual de enraizamento e índice de produtividade das minicepas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as doses ajustadas por regressão linear simples, linear múltipla e quadrática, pelo software SAS 9.2 for Windows.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concentração de nutrientes

A biomassa seca total das estacas não foi influenciada pelas doses de N, ficando em torno de 2,68g por cepa por mês. A dose de N aplicada no minijardim influenciou significativamente a concentração de N, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn nas brotações, e não influenciou a concentração de P, S e B (Tabela 2). A concentração de N apresentou comportamento linear crescente em função das doses aplicadas, para as avaliações efetuadas aos 27 e 50 dias após o início das aplicações (DAA). Para a avaliação realizada aos 72 DAA a concentração nas brotações apresentou efeito quadrático em relação à dose de N aplicada (Figura 1).

Segundo Bredemeier e Mundstock (2000) a absorção do N, quando o mesmo encontra-se em alta concentração, não é sujeita a regulação, o que pode explicar o comportamento crescente observado na Figura 1. Tal fato foi observado por D’avila (2008), trabalhando com N na produção de mudas de eucalipto. O comportamento quadrático encontrado na avaliação efetuada aos 72 DAA também foi descrito por Higashi et al. (2000a) em experimento com dois clones de eucalipto, no mesmo sistema de minijardim clonal.

Apenas as doses de 0 e 80 mg L⁻¹ aos 72 DAA não promoveram uma concentração de N nas brotações dentro das faixas adotadas como ideal por Higashi et al. (2002) que está entre 28 e 40 g kg⁻¹. Porém para esse estudo as concentrações de N que resultaram em 90% do índice de produtividade máximo estão entre 31 e 37 g kg⁻¹ (Figura 1). A faixa mais estreita recomendada por este estudo se deve ao fato do mesmo ser específico para híbridos de *Eucalyptus urophylla* com *Eucalyptus grandis*. A recomendação proposta por Higashi et al. (2002), é generalizada, para espécies do gênero *Eucalyptus*.

A concentração de K e Mg nas três épocas avaliadas e a de Ca aos 27 e 50 DAA, foram influenciadas negativamente com o aumento das doses de N (Tabela 2). Como a maior parte do N foi fornecida na forma de amônio (NH₄⁺), e por este ser

um cátion, reduziu a absorção de outros cátions (SOUZA; FERNANDES, 2006), devido ao fato de ocupar o mesmo sítio do carregador para cruzar a membrana celular (MALAVOLTA, 2006).

Esse processo é denominado inibição competitiva, e explica o comportamento decrescente do K com o aumento da dose de N aplicada. Carvalho Neto (2010), em um estudo com adubação NPK na solução nutritiva para produção de miniestacas de eucalipto, observou a mesma interação entre esses nutrientes.

Por se tratar de ânions, as concentrações de P, S e B nas brotações de eucalipto não foram influenciadas pela dose de N aplicada. Esse

resultado também foi obtido em um estudo realizado por Higashi et al. (2000a). A concentração de Cu nas três épocas e a concentração de Fe aos 50 e 72 DAA foram influenciadas pela dose de N aplicada (Tabela 2), apresentando para ambos comportamento quadrático. Por serem micronutrientes catiônicos, a absorção do Cu e do Fe também foram influenciadas pela dose de N pelo processo de inibição competitiva, promovendo redução na absorção com a elevação da dose aplicada. O comportamento quadrático observado para esses micronutrientes também foi observado em um estudo realizado por Higashi et al. (2000a).

Tabela 2. Concentração dos nutrientes nas brotações de um minijardim clonal de Eucalipto, em função das doses de nitrogênio aplicadas.

Dose (mg L ⁻¹)	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
27 DAA											
0	32,9 (0,63) ¹	3,5 (0,02)	17,1 (0,22)	13,8 (0,16)	2,8 (0,07)	1,8 (0,03)	37,4 (0,56)	8,3 (0,24)	124,7 (3,77)	461,3 (7,76)	35,3 (0,47)
80	34,7 (0,81)	3,7 (0,07)	16,7 (0,21)	12,7 (0,20)	2,4 (<0,00)	1,9 (0,04)	36,6 (0,69)	9,0 (<0,00)	144,3 (27,26)	620,3 (60,26)	39,7 (0,24)
160	34,8 (0,40)	3,4 (0,06)	16,3 (0,12)	10,1 (0,37)	2,4 (<0,00)	1,8 (0,01)	38,6 (1,37)	8,0 (<0,00)	120,3 (7,36)	590,7 (31,49)	38,3 (0,24)
240	34,9 (0,21)	3,5 (0,07)	16,4 (0,36)	10,6 (0,64)	2,4 (<0,00)	2,1 (0,04)	37,7 (1,18)	8,7 (0,24)	174,3 (21,02)	925,0 (30,01)	44,7 (1,03)
320	38,5 (0,64)	3,6 (0,04)	14,5 (0,23)	10,1 (0,45)	2,5 (<0,00)	1,9 (0,07)	39,0 (0,34)	9,3 (0,24)	157,3 (17,77)	963,0 (17,21)	46,3 (0,47)
	**L	ns	**L*Q	**L*Q	**Q	ns	ns	**L	ns	**L	**L
50 DAA											
0	30,0 (0,21)	3,6 (0,02)	21,4 (0,51)	15,9 (1,63)	3,0 (0,14)	2,7 (0,08)	43,4 (3,33)	11,0 (<0,00)	218,0 (9,60)	641,7 (32,57)	46,0 (0,41)
80	31,1 (0,63)	3,7 (0,04)	21,4 (0,13)	12,5 (0,76)	2,4 (0,08)	3,0 (0,04)	43,5 (1,79)	9,0 (<0,00)	126,7 (17,33)	642,3 (50,77)	43,7 (1,84)
160	32,0 (0,70)	3,4 (0,09)	20,1 (0,15)	10,1 (0,26)	2,3 (0,02)	2,8 (0,03)	36,8 (1,98)	8,0 (<0,00)	77,3 (6,51)	653,3 (53,26)	41,3 (0,47)
240	33,0 (0,41)	3,2 (0,05)	19,4 (0,55)	10,0 (0,45)	2,4 (0,04)	2,6 (0,09)	38,4 (1,46)	8,3 (0,24)	76,7 (7,26)	827,3 (14,55)	43,0 (0,41)
320	36,8 (0,92)	3,2 (0,02)	20,1 (0,84)	13,0 (2,18)	2,6 (0,04)	3,0 (0,05)	37,7 (2,16)	8,3 (0,24)	87,7 (3,17)	867,3 (22,69)	49,7 (0,85)
	L	ns	*Q	*Q	**LQ	ns	ns	**L**Q	**L**Q	**L	**Q
72 DAA											
0	22,1 (0,28)	2,7 (0,05)	21,8 (0,46)	16,2 (0,74)	3,4 (0,07)	2,5 (0,03)	39,5 (0,90)	8,0 (<0,00)	128,3 (3,09)	596,0 (16,98)	38,3 (1,65)
80	27,3 (0,62)	3,0 (0,13)	21,5 (0,02)	15,3 (0,31)	2,5 (0,02)	2,8 (0,10)	41,5 (1,36)	8,0 (<0,00)	100,0 (19,80)	614,3 (58,72)	41,0 (1,41)
160	29,6 (0,46)	2,7 (0,13)	21,0 (0,31)	12,7 (0,33)	2,4 (<0,00)	2,3 (0,07)	44,1 (1,73)	6,0 (<0,00)	73,0 (5,31)	711,0 (48,63)	39,0 (1,08)
240	31,8 (0,42)	2,7 (0,06)	19,1 (0,35)	11,1 (0,78)	2,5 (0,06)	2,6 (0,01)	42,2 (2,14)	7,3 (0,62)	73,7 (6,86)	915,3 (57,40)	42,0 (1,55)
320	33,3 (0,51)	2,6 (0,10)	16,6 (1,07)	16,8 (4,06)	2,7 (0,06)	2,4 (0,11)	41,4 (1,72)	7,3 (0,24)	72,0 (4,71)	898,7 (45,28)	45,0 (1,41)
	LQ	ns	**L*Q	ns	**L**Q	ns	ns	**L**Q	**L*Q	**L	**L

¹Valores entre parênteses indicam o erro padrão da média (n=4); *, ** e ns significativos a 5 e 1% e não significativo pelo teste F respectivamente, para modelos lineares (L) e quadráticos (Q).

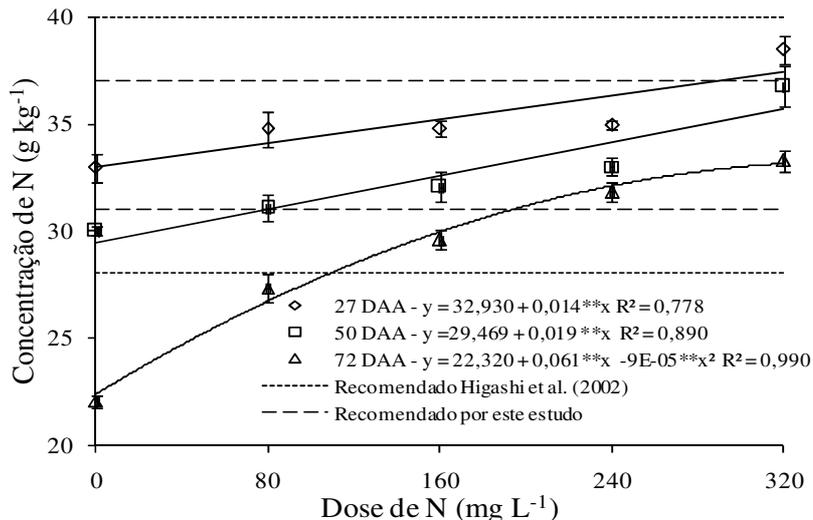


Figura 1. Concentração de N nas brotações de eucalipto, em função das doses de nitrogênio aplicadas no minijardim clonal e faixas ideais de concentração. Barras indicam o erro padrão da média.

As concentrações de Mn e Zn foram influenciadas significativamente, com o incremento da dose de N, apresentando para ambas efeito linear crescente, exceto para a concentração de Zn aos 50 DAA, que apresentou efeito quadrático, porém com altas concentrações com as doses elevadas de N (Tabela 2).

De um modo geral, o aumento da dose de N aplicada no minijardim, tendeu a aumentar as

concentrações de N, Mn e Zn nas miniestacas. As concentrações de P, S e B se mantiveram constantes com o aumento das doses de N. Já as concentrações de Ca, Mg, Cu e Fe, tendem a reduzir com o aumento das doses de N, porém com as doses mais elevadas, as concentrações desses elementos elevam-se novamente (efeito quadrático), contudo não atingindo os níveis iniciais (Figura 2).

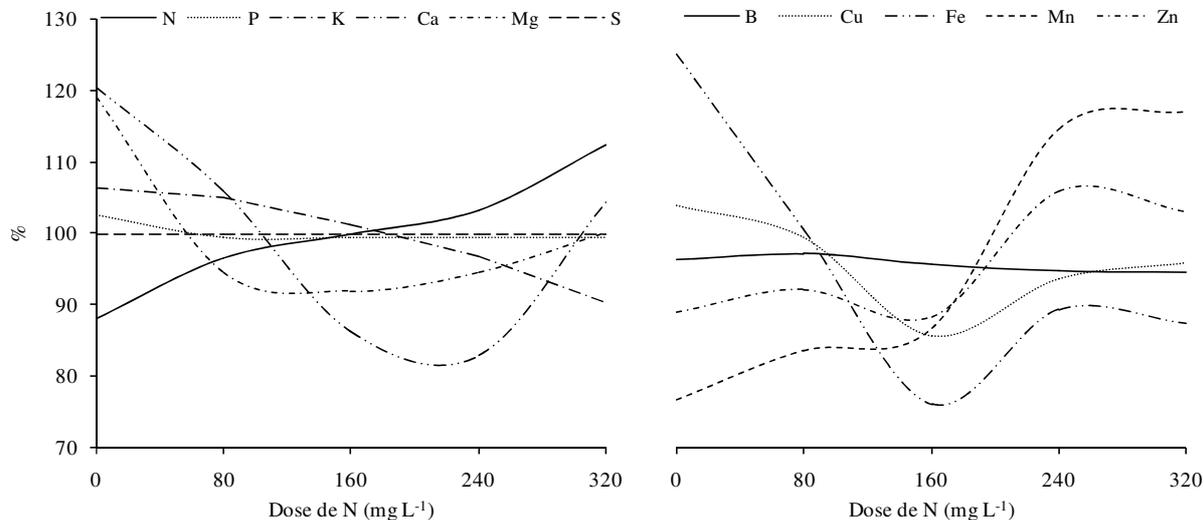


Figura 2. Comportamento da concentração dos nutrientes nas miniestacas (percentual da concentração média) em função das doses de N aplicadas no minijardim.

Índice de cor verde das miniestacas

Os índices de coloração G, Matiz e Índice de Cor Verde Escuro (ICVE) foram influenciados significativamente com o aumento das doses de N, já os índices R e B, não foram influenciados.

Dentro da faixa estudada o índice de cor G aos 27 e 72 DAA apresentou comportamento linear

decrecente em função das doses de N (Figura 3). O Matiz nas três épocas e o ICVE aos 27 DAA apresentaram comportamento linear crescente. Já o índice de cor G aos 50 DAA e o ICVE aos 50 e 72 DAA apresentaram comportamento quadrático (Figuras 4 e 5).

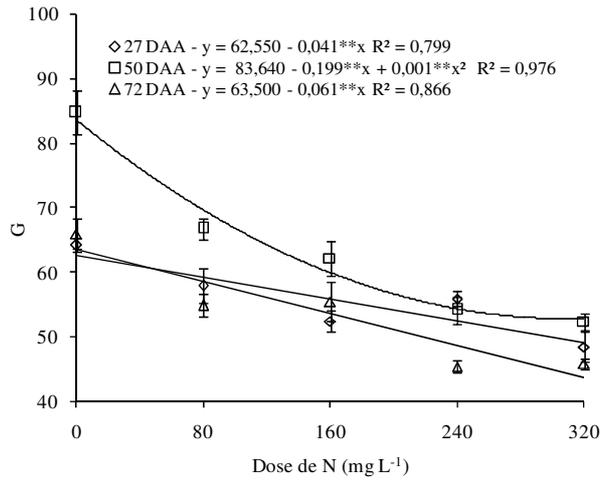


Figura 3. Índice de cor G de das brotações de eucalipto em função de dose de N. Barras indicam o erro padrão da média.

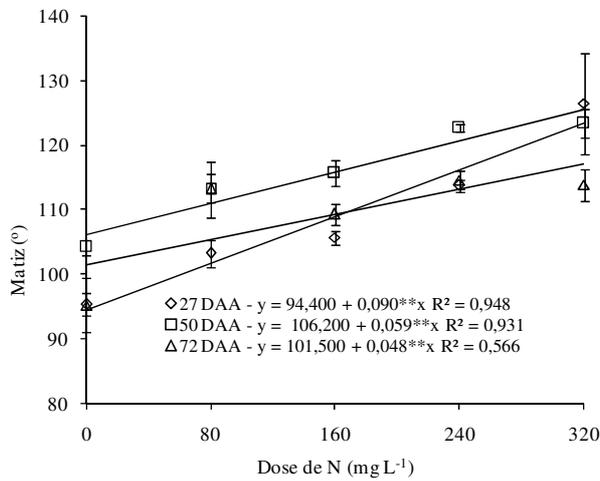


Figura 4. Matiz da cor das brotações de eucalipto em função de dose de N. Barras indicam o erro padrão da média.

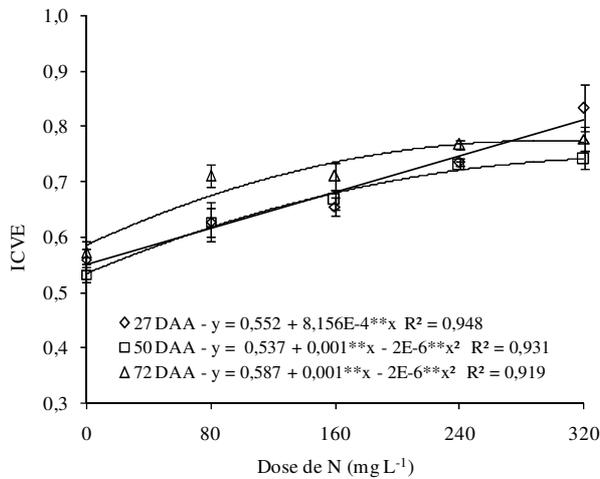


Figura 5. Índice de cor verde escuro (ICVE) das brotações de eucalipto em função de dose de N. Barras indicam o erro padrão da média.

Conforme explicado por Backes et al. (2010) a intensificação da coloração verde da folha, promove a redução do índice de cor G. Como o N está diretamente relacionado com o processo de fotossíntese (MALAVOLTA, 2006), o aumento da dose aplicada promove a intensificação da cor verde da folha com isso reduz o índice de cor G.

O Matiz da cor verde das folhas variou de 95 a 126° com as doses de N aplicadas, sendo o maior valor atribuído a maior dose de N aplicada. Valores menores do Matiz estão próximo da cor amarela, típica da deficiência de N.

O ICVE foi o índice de cor que melhor se ajustou na regressão, com as doses de N, apresentando comportamento linear no intervalo estudado na primeira avaliação, onde os sintomas de deficiência e a intensificação das cores com as altas doses não estavam ainda tão acentuadas e quadráticas nas outras duas avaliações. O ICVE máximo foi obtido na avaliação efetuada aos 72 DAA, com a dose estimada de 250 mg L⁻¹ de N, tendendo a reduzir com o aumento das doses.

O índice de cor G foi o que apresentou maior correlação com as concentrações de N aos 50 e 72 DAA. O ICVE também apresentou forte correlação com as concentrações de N nas três épocas analisadas (Tabela 3). Esses dados mostram que ambos índices podem ser utilizados para estimar as concentrações de N nas brotações (Equações 2 e 3). Mesmo não apresentando correlação com a concentração de N, os índices R e B, juntamente com o índice G, apresentam-se como fortes indicadores da concentração de N, quando analisados por uma regressão linear múltipla

(Equação 4), apresentando um coeficiente de determinação (R²) de 0,856 (p<0,01).

$$[N] = 51,980 - 0,432G \quad (2)$$

$$[N] = -2,172 + 43,790ICVE \quad (3)$$

$$[N] = 38,165 - 0,171R - 0,323**G + 0,506*B \quad (4)$$

Os valores dos índices G e do ICVE devem ser de 48 a 35 e de 0,76 a 0,89 respectivamente, para que a concentração de N esteja dentro das faixas recomendadas por este estudo (31 a 37 g kg⁻¹). Valores superiores de G e inferiores de ICVE podem indicar deficiência de N. Estes valores, bem como as equações apresentadas anteriormente devem ser utilizados com cautela, visto que, a deficiência de outros nutrientes podem causar cloroses nas folhas, confundindo a interpretação dos índices de cor. Além disso, outros fatores como idade, teor de água na planta, densidade de plantas e espécie (BLACKMER et al., 1993), podem alterar a intensidade de cor das folhas, por esse motivo, os parâmetros das equações citadas acima devem ser estimados para cada condição.

A produção de estacas não apresentou correlação significativa com os índices de cor analisados e com a concentração média de N. Já o percentual de enraizamento e o índice de produtividade apresentaram correlação significativa com os índices de cor, ambos, podendo também ser utilizado para estimar a produtividade do minijardim e o percentual de enraizamento das estacas. A média da concentração de N apresentou correlação significativa com o percentual de enraizamento e com o índice de produtividade das estacas (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Sperman e significância dos índices de cor G, Matiz, índice de cor verde escuro (ICVE) e média da concentração de N (\bar{N}) com as concentrações de nitrogênio ([N]) aos 27, 50 e 72 dias após o início da aplicação dos tratamentos (DAA), produção de estacas, percentual de enraizamento e índice de produtividade das minicepas.

	[N] 27 DAA	[N] 50 DAA	[N] 72 DAA	Produção de estacas	Percentual enraizamento	Índice de produtividade
G	-0,593**	-0,718**	-0,842**	0,366 ^{ns}	-0,772**	-0,564**
Matiz	0,692**	0,648**	0,576**	0,068 ^{ns}	0,789**	0,755**
ICVE	0,698**	0,708**	0,825**	-0,315 ^{ns}	0,747**	0,567**
\bar{N}	--	--	--	-0,370 ^{ns}	0,759**	0,588**

*,** e ns significativo a 5, 1% e não significativo pelo teste F.

CONCLUSÕES

O fornecimento de N na forma de amônio reduziu significativamente a absorção dos outros nutrientes catiônicos, exceto Manganês e Zinco.

Os índices de cor da imagem digital, G, índice de cor verde escuro (ICVE) e o conjunto dos

índices R G B, podem ser utilizados para estimar a concentração de N da folha.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor.

ABSTRACT: The objective of the study was to evaluate the influence of the application of increasing doses of nitrogen (N) in mini clonal concentrations of macro and micronutrients of the shoots of a hybrid of the *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* and intensity of green color in order to use it as an indicator of the concentration of N. The study was conducted in the nursery of FAEF - Garça - SP in mini sand bed. The experimental design was completely randomized with four replications and the treatments consisted of five different doses of N in the nutrient solution (0; 80; 160; 240 and 320 mg L⁻¹). Evaluations were made of dry mass production, nutritional status and green color intensity of the shoots. The dry matter yield was not significantly different. The dose of N influence significantly the concentration of N, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn and Zn, and did not influence concentrations of P, S and B. The dark green color index (ICVE) was the best fit regression and G index showed the highest correlation with the concentration of N. The rates of color digital image, G and dark green color index (ICVE), and sets the RGB indices, can be used to determine the concentration of N on the sheet.

KEYWORDS: Clonal minigarden. Cloning eucalyptus. Fertigation. *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*

REFERÊNCIAS

- ASSIS, T. F. Propagação vegetativa de *Eucalyptus* por microestaquia. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, Salvador, 1997. **Anais**. Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1997, v. 1, p.300-304.
- BACKES, C.; LIMA, CP; GODOY, JLG; VILLAS BÔAS, RL; IMAIZUMI, I. Coloração verde nas folhas da cultura do alho vernalizado em resposta à adubação nitrogenada, **Bragantia**, Campinas, v. 67, p. 491-498, 2008.
- BACKES, C.; VILLAS BÔAS, R. L.; LIMA, C. P.; GODOY, L. J. G.; BÜLL, L. T.; SANTOS, A. J. M. Estado nutricional em nitrogênio da grama esmeralda avaliado por meio do teor foliar, clorofilômetro e imagem digital, em área adubada com lodo de esgoto; **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 661-668, 2010.
- BLACKMER, T. M.; SCHEPERS, J. S.; VIGIL, M. F. Chlorophyll meter reading in corn as affected by plant spacing. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 24, n. 17/18, p. 2507-2516, 1993.
- BRENDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 365-372, 2000.
- CAMPINHOS, E.; IKEMORI, Y. K. Introdução de novas técnicas na produção de mudas de essências florestais. **Silvicultura**, v.8, n.28, p.226-228, 1983.
- CARVALHO NETO, J.P. Effect of NPK fertilization on production and leaf nutrient content of *Eucalyptus* minicuttings in nutrient solution. **Rev. Bras. de Ciênc. do Solo**, v. 35 p. 249-254, 2011.
- CARVALHO NETO, José Pereira de. Adubação NPK na produção de miniestacas de eucalipto em solução nutritiva. 2010. 40 f. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal)- Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; Diamantina, 2010.
- D'AVILA, Flávio Siqueira. Efeito do fósforo nitrogênio e potássio na produção de mudas clonais de eucalipto. 2008. 53 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Florestal) - Curso de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. Monitoramento nutricional e fertilização em macro, mini e microjardim clonal de *Eucalyptus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 191-217, 2000a.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil. **Circular Técnica IPEF**, n. 192, p. 1-14, 2000b.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. Nutrição e adubação em minijardim clonal hidropônico de *Eucalyptus*. **Circular Técnica IPEF**, n. 194, p. 1-21, 2002.

KARCHER, D. E., RICHARDSON, M. D. Quantifying turfgrass color using digital image analysis. **Crop Science**, v. 43, p. 943-951, 2003.

LIMA, C. P.; BACKES, C.; FERNANDES, D. M.; SANTOS, A. J. M.; GODOY, L. G.; VILLAS BOAS, R. L. Uso de índices de reflectância das folhas para avaliar o nível de nitrogênio em grama-bermuda. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1-7, 2012.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 319 p., 1997.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. **Ceres**, São Paulo, 638p., 2006.

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: SBCE/SBM, 2000. CD-ROM.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 66, p. 711-720, 2007.

ROPPE, J. M. **Produção de sementes e mudas florestais Caderno didático** n° 1. 2ª ed Santa Maria, 2004. 388p.: il

ROSA, L. S.; WENDLING, I.; GROSSI, F.; REISSMANN, C. B. Efeito da dose de nitrogênio e de formulações de substratos na miniestaqueira de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n.6, 2009 p. 1025-1035.

SILVEIRA, P. M.; BRAZ, A. J. B. P.; DIDONET, A. D. Uso do clorofilômetro como indicador da necessidade de adubação nitrogenada em cobertura no feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, 2003, p. 1083-1087

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M.S. (Eds). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

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.