

**PRODUTIVIDADE DO MINIJARDIM E QUALIDADE DE MINIESTACAS DE UM CLONE
HÍBRIDO DE *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (I-224)
EM FUNÇÃO DE DOSES DE NITROGÊNIO**

PRODUCTIVITY AND QUALITY OF MINIGARDEN MINICUTTINGS A HYBRID CLONES
Eucalyptus grandis x *Eucalyptus urophylla* (I-224) DUE TO NITROGEN DOSES

José Henrique Tertulino Rocha¹ Clarice Backes² Karla Borelli³ Maurício Reynaldo Prieto⁴
Alessandro José Marques Santos⁵ Tiago de Oliveira Godinho⁶

RESUMO

Por fazer parte de inúmeros compostos e estar diretamente relacionado com a capacidade fotossintética das plantas, o nitrogênio (N) pode influenciar significativamente na produção e enraizamento de estacas. Com base nesse contexto, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de doses crescentes de N na produtividade, capacidade e velocidade de enraizamento das miniestacas produzidas de minicepas do clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (I-224), além da qualidade das mudas formadas. O presente trabalho foi realizado no viveiro de mudas clonais de *Eucalyptus*, em minijardim de leito de areia da FAEF – Garça – SP. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições, sendo os tratamentos constituídos por 5 doses de nitrogênio diferentes na solução nutritiva (0; 80; 160; 240 e 320 mgL⁻¹). As variáveis analisadas foram: número de estacas produzidas, índice de produtividade, enraizamento das estacas produzidas e determinação da massa seca das mudas. A dose de nitrogênio aplicada no minijardim influenciou a produção de estacas, apresentando comportamento quadrático, atingindo a produção máxima (13,1 estacas cepa⁻¹ mês⁻¹) com a dose estimada de 129 mg L⁻¹. O percentual de enraizamento apresentou comportamento linear crescente. A dose que proporcionou o maior índice de produtividade do minijardim foi de 194 mg L⁻¹. A dose de nitrogênio aplicada no minijardim influenciou significativamente na velocidade de enraizamento, e o acúmulo de matéria seca das mudas formadas.

Palavras-chave: Eucalipto urograndis; clonagem; minijardim com leito de areia.

ABSTRACT

For being part of innumerable compounds and being directly related with the photosynthetic capacity of plants, Nitrogen (N) can significantly influence the production and rooting of cuttings. On the basis of this context, the work aimed to evaluate the effect of increasing doses of N in the productivity, capacity and

1 Engenheiro Florestal, Doutorando em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Avenida Pádua Dias, 11, CEP 13400-970, Piracicaba (SP), Brasil. rocha.jht@gmail.com

2 Engenheira Agrônoma, Dr^a, Professora da Universidade Estadual do Goiás, Rua da Saudade, 56, Vila Eduarda, CEP 76100-000, São Luís dos Montes Belos (GO), Brasil. claricebackes@yahoo.com.br

3 Engenheira Florestal, Mestranda em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Avenida Pádua Dias, 11, CEP 13400-970, Piracicaba (SP), Brasil. karlaborelli0@gmail.com

4 Técnico Florestal, Graduando em Engenharia Florestal, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Rod. Com. João Ribeiro de Barros, Km 420, Via de acesso à Garça, Km1, Campus Rosa Dourada, Caixa Postal 61, CEP 17400-000, Garça (SP), Brasil. mauricioprieto@bol.com.br

5 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da Universidade Estadual do Goiás, Rua da Saudade, 56, Vila Eduarda, CEP 76100-000, São Luís dos Montes Belos (GO), Brasil. alessandro.santos@ueg.br

6 Engenheiro Florestal, Dr Pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). BR-262, km94, Fazenda do Estado CEP: 29375-000 - Venda Nova do Imigrante, ES - Brasil godinhoto@hotmail.com

speed of rooting mini-cuttings produced from mini-stumps of hybrid clones of *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* (I-224), beyond the quality of the formed changes. The present work was carried through in nursery seedlings of *Eucalyptus*, in a mini-garden of sand stream bed of FAEF, in Garça, São Paulo state. The used experimental delineation was complete randomized design with 4 replications, being the treatments consisted of 5 different doses of Nitrogen in nutritional solution (0; 80; 160; 240 and 320 mg L⁻¹). The variables analyzed were: number of cuttings produced, the productivity index, rooting of cuttings produced and determination of the dry mass of seedlings. The dose of nitrogen applied in the mini-garden influenced the production of stakes, with a quadratic, reaching maximum production (13,1 stakes strain⁻¹ month⁻¹) with the estimated dose of 129 mg L⁻¹. The percentage of rooting presented increasing linear behavior. The dose that provided the biggest index of productivity of the mini-garden was of 194 mg L⁻¹. The dose of nitrogen applied in the mini-garden influenced the rooting significantly and the dry mass of formed seedlings.

Keywords: *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*; cloning; mini-garden with sand bed.

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 áreas de 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, 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.

Quando se empregam soluções nutritivas balanceadas, esses sistemas garantem o equilíbrio nutricional das minicepas. O estado nutricional das minicepas em um minijardim 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). Dentre os nutrientes essenciais, o nitrogênio é o nutriente que pode influenciar de forma mais significativa a produtividade de minijardins clonais (ROSA et al., 2009).

Por fazer parte de várias moléculas da planta e influenciar principalmente no crescimento da parte

aérea, doses maiores de nitrogênio podem aumentar o número de brotações, ou seja, a produção de estacas por minicepas, sem interferir na capacidade de enraizamento das estacas produzidas.

Rosa et al. (2009), trabalhando com doses de nitrogênio na produção de miniestacas de *Eucalyptus dunnii*, observaram que o aumento das doses influenciou significativamente na produção de miniestacas, porém, não atingindo um ponto máximo, mesmo com a dose de 600 mg L⁻¹ de nitrogênio. Carvalho Neto (2010), avaliando a influencia de adubações NPK na produção de miniestacas de *Eucalyptus urophylla*, observou efeito negativo na produção de estacas e acúmulo de matéria seca com o aumento da dose de nitrogênio.

Segundo Cunha et al. (2008), a concentração dos nutrientes que resulta na maior produção de estacas depende, além de vários outros fatores, do material genético trabalhado.

Objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito de doses crescentes de N na produtividade, capacidade e velocidade de enraizamento das miniestacas produzidas de minicepas do clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (I-224), além da qualidade das mudas formadas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no viveiro de mudas clonais de *Eucalyptus*, localizado no *campus* experimental Vulcano I, pertencente à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça (FAEF). O viveiro encontra-se nas coordenadas 22°13'31" S e 49°40'21" W, altitude de 600 metros, precipitação média anual de 1300 mm e temperatura

média anual de 22°C.

Para o presente estudo foi utilizado um clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* (I-224), mantido em sistema hidropônico em caletões de fibrocimento preenchidos com areia grossa. Os caletões foram instalados a 1,4 m do solo, com uma caída de 1%, para drenagem da solução excedente e mantidos em minijardim clonal coberto com um filme translúcido a um pé direito de 3 m.

Os caletões foram preenchidos com uma camada de seixo rolado de sete centímetros no fundo, logo acima do seixo rolado foi colocada uma tela de sombrite 80%, e completado com areia grossa lavada.

No dia 2 de julho de 2010 foi efetuado o plantio das mudas do clone I-224, 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 a 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 4 repetições, sendo os tratamentos constituídos por 5 doses de nitrogênio 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) e podem ser visualizados na Tabela 1. Para preparo da solução nutritiva foram utilizados

TABELA 1: Doses dos nutrientes utilizados na solução nutritiva

TABLE 1: Doses of the nutrients used in the nutrient solution

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

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 ajustados para que as soluções de todos os tratamentos ficassem com valores próximos de 1,8 ms cm⁻¹ e 6,0, respectivamente. A condutividade elétrica das soluções foram monitoradas diariamente e o pH a cada troca de solução, que ocorreu a cada 10 dias.

A fertirrigação foi realizada manualmente por aspersão, com intensidade de 8 mm dia⁻¹ dividido em duas irrigações diárias, uma pela manhã e outra à tarde. A aplicação dos tratamentos foi iniciada com as cepas já formadas (3 meses após o plantio) e as avaliações iniciaram 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 3 ou 4 pares de folhas). Foi quantificado o número de miniestacas (NM) produzidas por minicepa durante o período do experimento. Como o experimento foi conduzido por um período de dois meses, o número total de estacas produzidas por tratamento foi dividido pelo número de minicepas da parcela útil e por dois (meses), obtendo o valor de produção de estacas em estacas por minicepa por mês.

Uma parte das estacas teve sua área foliar reduzida a 50% e foram plantadas em tubetes com capacidade de 50 cm³, contendo substrato composto por casca de pinus carbonizada e casca de coco desfibrada na proporção de 1:1 (v:v) e mantidas em condições de enraizamento em casa de vegetação. Na casa de vegetação, os tubetes com as mudas foram condicionados em bandejas de plásticos com capacidade de 176 tubetes, as mesmas foram mantidas suspensas em bancadas de ferro. Durante esse período, as mudas receberam irrigações periódicas espaçadas em 20 minutos e com duração de um minuto. A temperatura da casa de vegetação variou de 25°C (média das mínimas) a 34°C (média das máximas). Após 28 dias na casa de vegetação, foi avaliado o percentual de enraizamento (E%), em cada repetição. De posse dos valores médios relativos à produção de miniestacas por minicepa (NM) e do enraizamento médio e decimal (E), foi determinado o índice de produtividade (IP), por meio da equação 1.

$$IP = NM \times E \quad (1)$$

A velocidade de enraizamento foi obtida por meio da contagem do número de dias necessários para as raízes saírem na parte inferior do tubete (DNER).

Após a avaliação da porcentagem de enraizamento, com as mudas recém-retiradas da casa de vegetação (no 28º dia), as mesmas foram divididas em parte aérea e sistema radicular. O sistema radicular foi cuidadosamente lavado para retirada do substrato, e posteriormente seco em estufa a 65°C, até atingir peso constante. A parte aérea foi seca sob as mesmas condições. Após a secagem foi determinada, com o auxílio de uma balança de precisão, a massa seca da parte aérea e da raiz das mudas formadas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando o *software* SISVAR versão 4.2. Os resultados das doses foram ajustados à regressão linear e quadrática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de estacas por minicepa foi influenciada significativamente em função do aumento das doses de nitrogênio, apresentando comportamento quadrático e atingindo a produção máxima (13,1 estacas cepa⁻¹ mês⁻¹) com a dose estimada de 129 mg L⁻¹ (Figura 1).

Segundo Cantarella (2007), o nitrogênio é constituinte de vários compostos orgânicos,

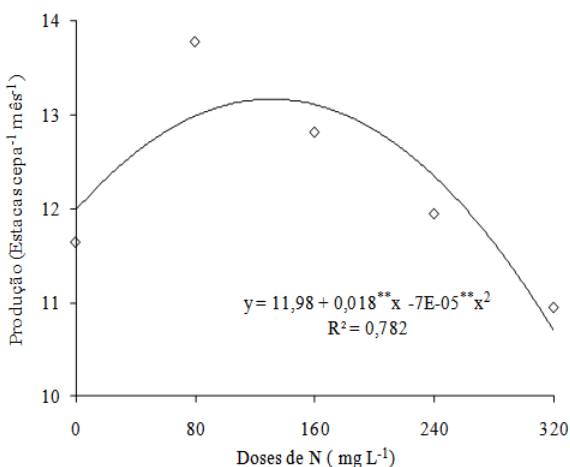


FIGURA 1: Produção de miniestacas em minijardim clonal em função de doses de nitrogênio.

FIGURE 1: Production of mini-cuttings in clone mini-garden under different nitrogen levels.

além de ser responsável pelas principais reações bioquímicas dentro dos vegetais, estando, segundo Malavolta (1980), diretamente relacionado com a capacidade fotossintética das plantas. Portanto, seu fornecimento em quantidades adequadas garante maior produtividade, como visto na produção de estacas no presente estudo. Porém, quando o nitrogênio encontra-se em alta concentração na parte externa da raiz, sua absorção é realizada por carregadores de baixa afinidade, que se caracterizam por não serem sujeitos à regulação (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000), permitindo assim que a planta absorva mais nitrogênio do que ela é capaz de metabolizar, o que, segundo Souza e Fernandes (2006), afeta negativamente seu metabolismo. Esse fato justifica o comportamento quadrático na produção de estacas em função das doses de nitrogênio, reduzindo a produção com as doses mais elevadas.

Em um estudo realizado por Rosa et al. (2009) avaliando a influência de doses de nitrogênio na miniestaquia do *Eucalyptus dunnii* observaram efeito linear crescente para a produção de estacas, mesmo com a aplicação de altas doses de N (600 mg L⁻¹), isso mostra as diferentes exigências dos materiais genéticos trabalhados, já citadas por Cunha et al. (2008).

O aumento das doses de nitrogênio influenciou significativamente a velocidade de enraizamento, sendo que a dose estimada de 218 mg L⁻¹ proporcionou um menor tempo para o surgimento das primeiras raízes abaixo dos tubetes, que foi de 19 dias, conforme Figura 2.

Stoltz e Hess (1966) afirmam que a presença de carboidratos, substâncias nitrogenadas e aminoácidos contribuem com a iniciação da formação de raízes adventícias, quando estão em concentrações adequadas. A velocidade de enraizamento depende do material genético trabalhado (FERREIRA et al., 2004), do grau de juvenildade e do vigor fisiológico dos propágulos (WENDLING; XAVIER, 2001), fato observado nesse estudo, pois o menor tempo para emissão das raízes abaixo do tubete foi obtido quando aplicado nitrogênio no minijardim clonal.

A dose de nitrogênio influenciou significativamente o percentual de enraizamento das miniestacas e o índice de produtividade das minicepas. O percentual de enraizamento apresentou comportamento linear, em função das doses de nitrogênio, atingindo um valor de 91% com a dose de 240 mg L⁻¹ (Figura 3).

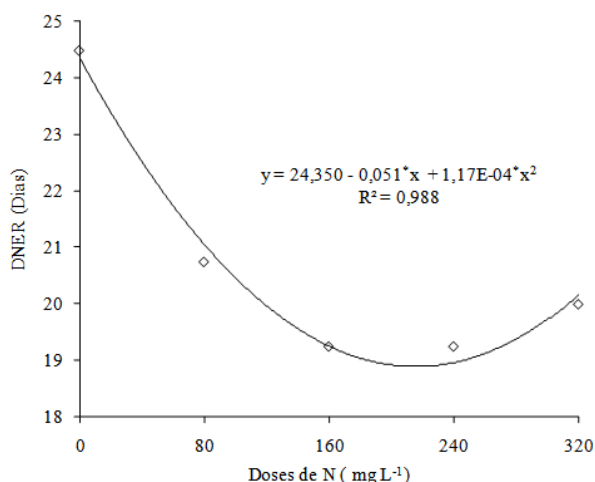


FIGURA 2: Dias necessários para emissão de raízes abaixo do tubete (DNER) em função de doses crescentes de nitrogênio.

FIGURE 2: Days required for the issuance of roots below the cartridge (DNER) as a function of increasing doses of nitrogen.

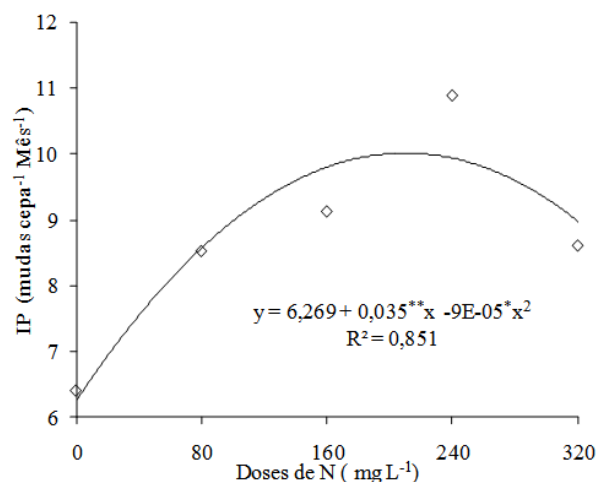


FIGURA 4: Índice de produtividade (IP) das minicepas em função de doses crescentes de nitrogênio.

FIGURE 4: Productivity index (IP) of mini-stumps because of the increasing doses of nitrogen.

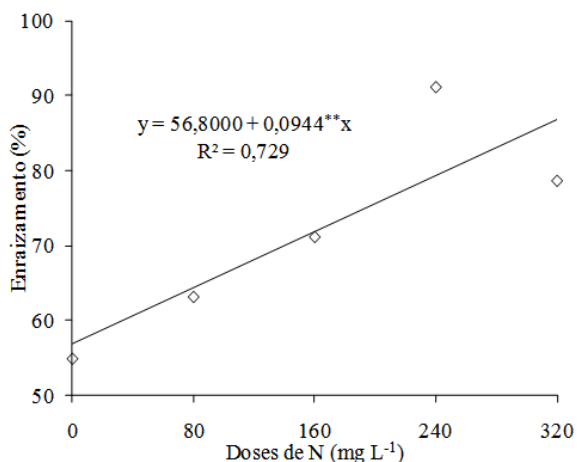


FIGURA 3: Percentual de enraizamento de estacas em função de doses crescentes de nitrogênio.

FIGURE 3: Percentage of rooting due to the increasing levels of nitrogen.

O índice de produtividade (IP) apresentou comportamento quadrático em relação às doses de nitrogênio, atingindo o valor máximo (9,7 mudas cepa⁻¹ mês⁻¹) com a dose estimada de 194 mg L⁻¹ (Figura 4). O IP permite determinar a quantidade de mudas que serão produzidas por minicepa, facilitando o dimensionamento do minijardim clonal.

Segundo Paula et al. (2000), o estado nutricional do propágulo é um fator que influencia positivamente no seu percentual de enraizamento. Fato que pode ser confirmado nesse estudo, pois o fornecimento de nitrogênio fez com que aumentasse em 30% o percentual de enraizamento e em 35% o índice de produtividade. Higashi et al. (2000a), em um de seus trabalhos, verificaram comportamento linear crescente no enraizamento de estacas de clones de eucalipto em função de doses de nitrogênio, obtendo o maior percentual com a dose de 320 mg L⁻¹. Esse comportamento também foi observado nesse estudo, porém, o maior percentual de enraizamento foi obtido com a dose de 240 mg L⁻¹.

As doses crescentes de nitrogênio aplicadas no minijardim apresentaram influência significativa no desenvolvimento das mudas oriundas de estacas coletadas no mesmo, sendo as doses estimadas de 220; 250 e 225 mg L⁻¹ as que proporcionaram o maior acúmulo de matéria seca na parte aérea, raiz e total, respectivamente, no 28º dia após o plantio. Essas doses proporcionaram acúmulo de matéria seca de 5,5; 0,8 e 6,3 g planta⁻¹ respectivamente (Figura 5).

O processo de diferenciação celular que dá início a formação das raízes, depende, além de hormônios, de substâncias nitrogenadas (STOLTZ; HESS, 1966; HARTMANN et al., 1997), como os

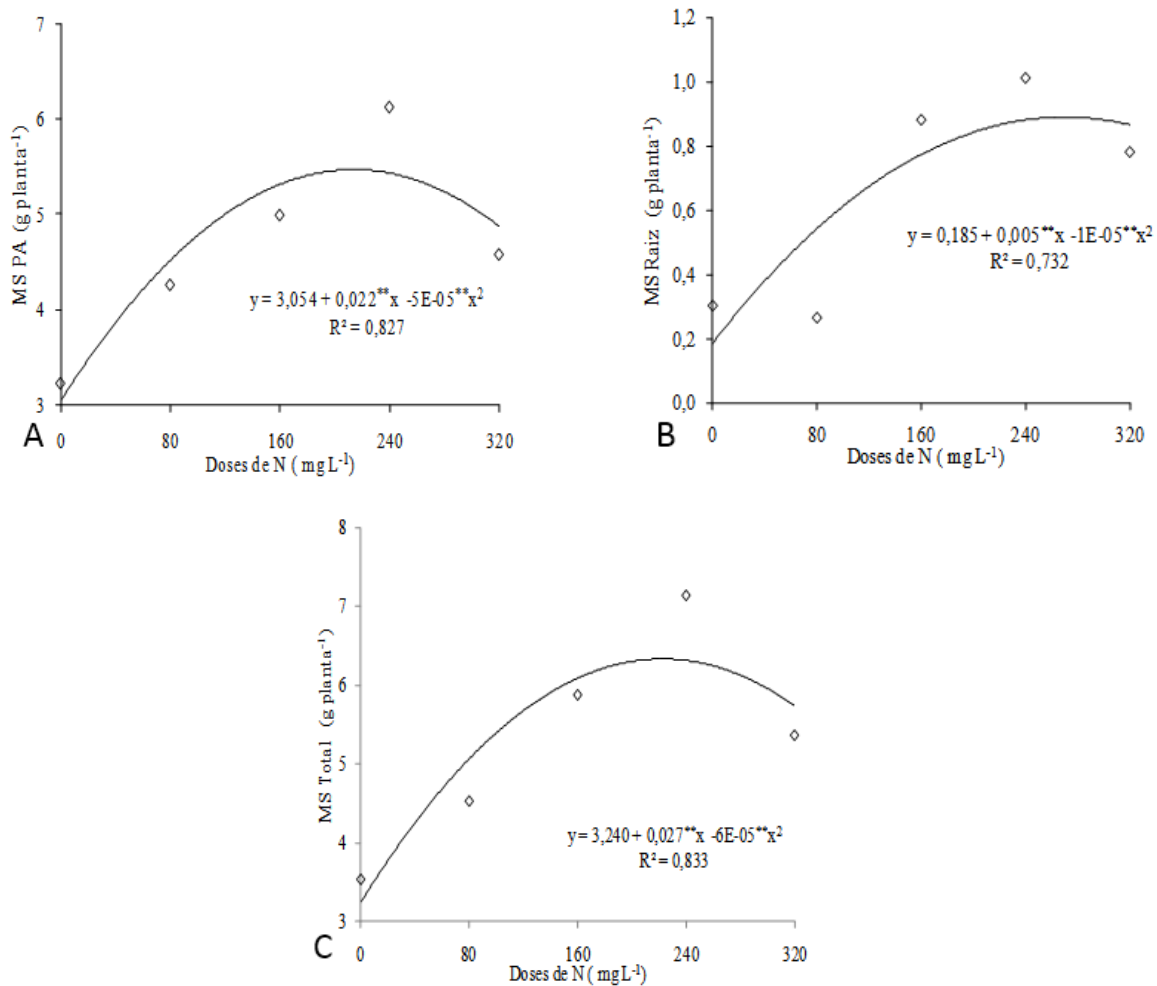


FIGURA 5: A - Matéria seca da parte aérea; B - matéria seca da raiz; C - matéria seca total de mudas de eucalipto aos 28 dias após o plantio, em função das doses crescentes de nitrogênio aplicados no minijardim.

FIGURE 5: A-shoot dry matter, B-root dry matter, C-total dry eucalyptus seedlings to 28 days after planting as a function of increasing doses of nitrogen applied in the mini-garden.

aminoácidos e as proteínas, que são amplamente redistribuídos (MALAVOLTA, 2006), garantindo maior velocidade de enraizamento (conforme verificado neste experimento) e com isso maior desenvolvimento, aumentando o acúmulo de matéria seca em ambas as partes das mudas formadas.

CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio influenciaram significativamente na produção e no percentual de enraizamento de miniestacas e o índice de produtividade do minijardim clonal.

A dose de nitrogênio que proporcionou o maior índice de produtividade do minijardim foi a

de 194 mg L⁻¹.

A dose de nitrogênio aplicada no minijardim influenciou significativamente a velocidade de enraizamento e no acúmulo de matéria seca das mudas formadas.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela bolsa de iniciação científica (processo 2010/02311-5) concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, T. F. **Propagação vegetativa de *Eucalyptus***

- por microestaquia.** In: CONFERENCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 1997, Colombo, EMBRAPA/CNPF, 1997. v.1. p. 300-304.
- 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.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAES, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds). **Fertilidade do solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. P. 375-470.
- CARVALHO NETO, J. P. **Adubação NPK na produção de miniestacas de eucalipto em solução nutritiva.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.
- CUNHA, A. C. M. C. M.; PAIVA, H. N.; BARROS, N. F.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P. Relação do estado nutricional de minicepas com o número de miniestacas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 79, p. 203-213, set. 2008.
- FERREIRA, E. M. et al. Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 2, p.183-187, 2004.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JR, F. T.; GENEVE, R. L. Plant propagations: principles and practices. 6th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1997. 770 p.
- 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, 2000a. p.191-217
- 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**, Piracicaba, n. 192 p. 1-14, 2000b.
- MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral das plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** Ceres, São Paulo, 2006 638 p.
- PAULA, T. A. et al. 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. 1 CD-ROM.
- ROSA, L. S. et al. Efeito da dose de nitrogênio e de formulações de substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 6, p.1025-1035, 2009.
- 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.
- STOLTZ, L. P.; HESS, C. E. The effect of girdling upon root initiation: Carbohydrates and aminoacids. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, College Park, v. 89, p. 734-743, 1966.
- WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, Seropédica. v. 8, n. 1, p.187 - 194, 2001.