

EFEITO DA DOSE DE NITROGÊNIO E DE FORMULAÇÕES DE SUBSTRATOS NA MINIESTAQUIA DE *Eucalyptus dunnii* MAIDEN¹

Lucas Scheidt da Rosa², Ivar Wendling³, Fernando Grossi⁴ e Carlos Bruno Reissmann⁵

RESUMO - Este estudo objetivou determinar a influência de diferentes doses de nitrogênio e formulações de substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden. O minijardim clonal foi constituído de mudas com 90 dias de idade, em tubetes de 55 cm³, em substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita. As doses de N testadas foram de 0,2; 0,4; e 0,6 g L⁻¹ (fonte utilizada: NH₄NO₃), em rega semanal com 10 mL da solução por tubete. Foram testadas cinco diferentes misturas com os seguintes substratos: substrato comercial à base de casca de pinus, vermiculita média, casca de arroz carbonizada e adubação incorporada. A sobrevivência das minicepas foi de 100% até a 10^a coleta, a partir da qual se observou pequena mortalidade (1 minicepa no tratamento 0,4 g L⁻¹). As doses de N apresentaram relação direta com todas as características avaliadas, ou seja, quanto maior a dose de N, maiores os valores de produtividade das minicepas, sobrevivência das miniestacas e altura e diâmetro das mudas formadas. Os substratos apresentaram desempenho estatisticamente distinto na sobrevivência e formação das mudas (diâmetro do colo e altura) e vigor vegetativo das mudas formadas. Pelos resultados, pode-se afirmar que o processo de miniestaquia de *E. dunnii* é influenciado pela fertirrigação nitrogenada e pelo substrato, sendo aconselhada a dose de 0,6 g L⁻¹ e o substrato formado pela mistura de substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1) + adubação incorporada.

Palavras-chave: Fertirrigação, nitrato de amônio e silvicultura clonal.

EFFECT OF THE NITROGEN DOSE AND SUBSTRATE FORMULATIONS ON THE MINICUTTING TECHNIQUE OF *Eucalyptus dunnii* Maiden

ABSTRACT - The aim of this study was to determine the influence of different nitrogen doses and substrate formulations on the minicutting technique of *Eucalyptus dunnii* Maiden. The clonal minigarden of 90-day-old seedlings was cultivated in the commercial substrate of pine bark and vermiculite (tubes of 55 cm³). The dose test used a unique source (NH₄NO₃) in the following concentrations of N: 0.2; 0.4 and 0.6 g L⁻¹. Each ministump was weekly watered with 10 mL of the tested solution. Five different substrate mixtures were tested: a commercial substrate with pine bark special, medium size vermiculite, carbonized rind of rice and incorporated fertilization. The survival of ministumps in the nitrogen doses tested was 100% until the 10th collection, after which, it was observed mortality in 0.4 treatment (1 ministump). All the evaluated characteristics showed direct relation to the N doses tested. The higher values were achieved with higher doses. The substrates presented statistical differences in the survival and formation of seedlings (collar diameter and height) and vegetative vigor of seedlings. In conclusion, the minicutting technique of *E. dunnii* is influenced by the nitrogen fertirrigation and the substrate. It is suggested the dose of 0.6 g L⁻¹ and the substrate formed by the commercial substrate with pine bark and vermiculite + medium size vermiculite + carbonized rind of rice (1:1:1) + incorporated fertilization.

Keywords: Fertirrigation, ammonium nitrate and clonal silviculture.

¹ Recebido em 22.01.2008 e aceito para publicação em 23.06.2009.

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR. E-mail: <lucasflorestal@yahoo.com.br>.

³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. E-mail: <ivar@cnpf.embrapa.br>.

⁴ Departamento de Ciências Florestais da UFPR. E-mail: <f_grossi@ufpr.br>.

⁵ Departamento de Solos, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná - Curitiba, PR, Brasil. E-mail: <reissmann@ufpr.br>.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Eucalyptus dunnii*, cultivada na Região Sul do Brasil há mais de 20 anos, apresenta tolerância a geadas e solos pobres, sendo recomendada para fins energéticos em função de seu rápido crescimento (SILVA et al., 1983; PEREIRA et al., 1986; HIGA et al., 2000).

Higashi et al. (2000b) verificaram interação significativa entre as doses de N e os clones de *Eucalyptus* para concentração de nutrientes e percentagem de enraizamento, observando relação direta, em um dos clones, entre o aumento da dose de N ministrada às minicepas e o percentual de enraizamento. Close et al. (2004) também observaram efeito positivo do aumento da dose de nitrogênio no enraizamento de estacas e na produção de biomassa foliar das espécies *E. nitens* e *E. globulus*.

Já Haissig (1986) observou que a deficiência de nitrogênio mostrou efeito positivo no enraizamento de estacas de videira, destacando que, geralmente, moderadas deficiências de nitrogênio são mais benéficas ao enraizamento do que excesso ou, mesmo, níveis adequados desse elemento. Assim, esse autor afirmou que, para melhores resultados no enraizamento, as plantas doadoras de propágulos devem estar bem nutridas com relação a P, K, Ca e Mg e moderadamente deficientes em nitrogênio. Hartmann et al. (1997) também destacaram que, geralmente, o enraizamento é negativamente correlacionado com o teor de N.

Entre os processos de propagação vegetativa, a miniestaquia é técnica recente que vem sendo utilizada com sucesso na maximização do processo de propagação clonal em *Eucalyptus*, a qual surgiu a partir do aprimoramento da estaquia, visando contornar as dificuldades de enraizamento de alguns clones (XAVIER e WENDLING, 1998; WENDLING et al., 2000). A miniestaquia apresenta vantagens em relação à estaquia, podendo-se citar a redução da área necessária para formação do minijardim clonal, redução dos custos com transporte e coleta das brotações, maior eficiência das atividades de manejo no minijardim clonal (irrigação, nutrição, manutenção e controle de pragas e doenças), além de proporcionar maior qualidade, velocidade e percentual de enraizamento das miniestacas (XAVIER e SANTOS, 2002).

A propagação vegetativa de *E. dunnii*, através de técnicas de estaquia e miniestaquia, foi testada por Cooper (1990), Cooper et al. (1994) e Souza Junior e

Wendling (2003), concluindo que, para a técnica de estaquia se faz necessária a aplicação de tratamento fitossanitário e de AIB, ao passo que na miniestaquia o uso de regulador vegetal foi dispensado, visto que se utilizou material juvenil de origem seminal, para o que foi necessário somente o tratamento asséptico.

Têm-se conseguido bons níveis de enraizamento de estacas em diferentes tipos de substrato, indicando que não há o melhor substrato para todas espécies e condições. A grande variação de resultados se deve a espécie, condição da estaca, estação do ano, luminosidade, temperatura, drenagem, disponibilidade de água, tipo de estrutura e reguladores de vegetais. Embora o substrato não tenha efeito direto sobre a iniciação radicular, ele tem efeito marcante sobre o alongamento das raízes, configuração do sistema radicular, sobrevivência das mudas e sucesso na repicagem e plantio da muda no campo (CARNEIRO, 1995; GONÇALVES e POGGIANI, 1996).

O objetivo deste estudo foi determinar a influência de diferentes doses de nitrogênio e formulações de substratos no processo de miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Propagação de Plantas da Embrapa Florestas, Colombo, Paraná, Brasil, no período de outubro de 2004 a outubro de 2005.

O minijardim clonal foi constituído por mudas de *Eucalyptus dunnii* em tubetes de 55 cm³, com 90 dias de idade, em substrato comercial composto por casca de pinus e vermiculita, produzidas no viveiro florestal da Embrapa Florestas a partir de sementes. As mudas foram podadas a 6 cm de altura, preservando-se um par de folhas, e colocadas em estufa coberta com polietileno transparente com janelas laterais móveis, recebendo três irrigações diárias. Durante o manejo do minijardim clonal na estufa, fez-se no interior desta o registro diário das temperaturas máxima e mínima.

A solução nutritiva foi constituída de cloreto de cálcio (1,47 g L⁻¹), sulfato de magnésio (0,25 g L⁻¹), superfosfato simples (0,92 g L⁻¹), cloreto de potássio (2,5 g L⁻¹) e 1,0 g L⁻¹ de solução de micronutrientes (9% de Zn, 1,8% de B, 0,8% de Cu, 3% de Fe, 2% de Mn e 0,12% de Mo). A essa composição foi acrescida a quantidade de 0,2; 0,4; e 0,6 g L⁻¹ de N de NH₄NO₃,

configurando os tratamentos N inferior, N médio e N superior, respectivamente. As soluções foram ajustadas para que somente o nutriente nitrogênio variasse. O pH foi ajustado para 5,8 antes da rega semanal, com 10 mL da solução por tubete.

A contagem e coleta de miniestacas foram realizadas sempre que as brotações produzidas nas minicepas atingiam tamanho entre 3 e 5 cm. Dessa forma, não foi estabelecido um intervalo fixo entre as sucessivas coletas, realizadas nos seguintes dias de condução do experimento: 12, 33, 42, 68, 81, 98, 116, 138, 157, 185, 216, 249, 305 e 350 dias, totalizando 14 coletas. Para o cálculo de produção de miniestacas por metro quadrado por ano, foi extrapolada a área experimental para 1 m² e o tempo de condução do estudo para um ano.

As miniestacas provenientes dos três diferentes tratamentos aplicados às minicepas foram estaqueadas em cinco diferentes substratos, em tubetes de 55 cm³. Para tanto, foram utilizadas as coletas aos 12, 33, 81, 98 e 116 dias, nos seguintes substratos, respectivamente: (T1) substrato comercial à base de casca de pinus especial para estaquia; (T2) substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1); (T3) vermiculita média; (T4) substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita; (T5) substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1) + adubação incorporada [superfosfato simples (3 kg m⁻³), cloreto de potássio (150 g m⁻³) e FTE BR 12 (1 kg m⁻³)]. As dimensões das miniestacas variaram de 3 a 5 cm, contendo um par de folhas reduzidas a um terço ou metade de seu tamanho original.

Os tubetes com as miniestacas foram levados à casa de vegetação, com temperatura mantida abaixo de 30 °C e umidade relativa acima de 80%, durante 45 dias. Após esse período, as miniestacas, já enraizadas, foram levadas à casa de sombra, coberta com tela de polietileno de coloração preta, com retenção de 50% do fluxo da radiação, por 15 dias, e em seguida para pleno sol, por 40 dias. Em cada transferência de ambiente, registrou-se a sobrevivência das miniestacas. Após os 100 dias de condução do experimento, foram feitas avaliações do diâmetro e altura das mudas formadas.

O minijardim clonal foi constituído por três tratamentos (doses de N) com quatro repetições de 10 minicepas por repetição, em delineamento inteiramente

casualizado. O experimento de miniestaquia foi constituído por miniestacas oriundas de três tratamentos (doses de N) com quatro repetições de 10 miniestacas por repetição, constituindo o experimento fatorial 3x5 (3 doses de N x 5 substratos), em delineamento inteiramente casualizado. A análise dos dados foi feita no software SAEG, tendo sido as médias comparadas pelo teste de Tukey a 95% de confiabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Produtividade e sobrevivência das minicepas

A Figura 1AB mostram as maiores médias de cada coleta presentes no tratamento N superior, ao mesmo tempo que apresenta N médio e N inferior, sequencialmente, como medianas e menores médias observadas, respectivamente. Isso demonstra que a resposta foi positiva, tendo relação direta com a concentração de N ministrada às minicepas, ou seja, à medida que a dose de N foi aumentada, as minicepas produziram maior biomassa, na forma de maior número de brotos.

O desempenho observado, em que a dose maior promoveu maior produção que a menor dose, reflete o fato de que o nitrogênio é elemento que está ligado a todas as rotas metabólicas, de forma direta ou indireta, promovendo maior atividade fotossintética e, por conseguinte, maior acúmulo de biomassa (MALAVOLTA, 1980; MENGEL e KIRKBY, 1982; MARSCHNER, 1995; TAIZ e ZEIGER, 2004).

As produtividades médias de miniestacas por minicepa (PRODMC) foram de 1,95; 2,61; e 3,37, respectivamente, nos tratamentos N inferior, N médio e N superior. Higashi et al. (2000b), trabalhando com híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla*, em vasos com capacidade para 8 L, e testando doses de N de 0,05; 0,15; e 0,40 g L⁻¹, obtiveram média mensal de produção de 32 miniestacas por vaso, observando a máxima produção de miniestacas no valor de 285 mg L⁻¹ de N na solução de fertirrigação diária. Tal resultado corrobora os obtidos neste estudo, ou seja, a maior produtividade de minicepas foi observada na maior dose de N testada.

Quando considerada a produção de miniestacas por metro quadrado por ano, tem-se 6.141, 8.237 e 10.631, respectivamente, para N inferior, N médio e N superior. Os resultados estão de acordo com os observados por Alfenas et al. (2004), em que a produtividade esperada para minicepas, sempre em

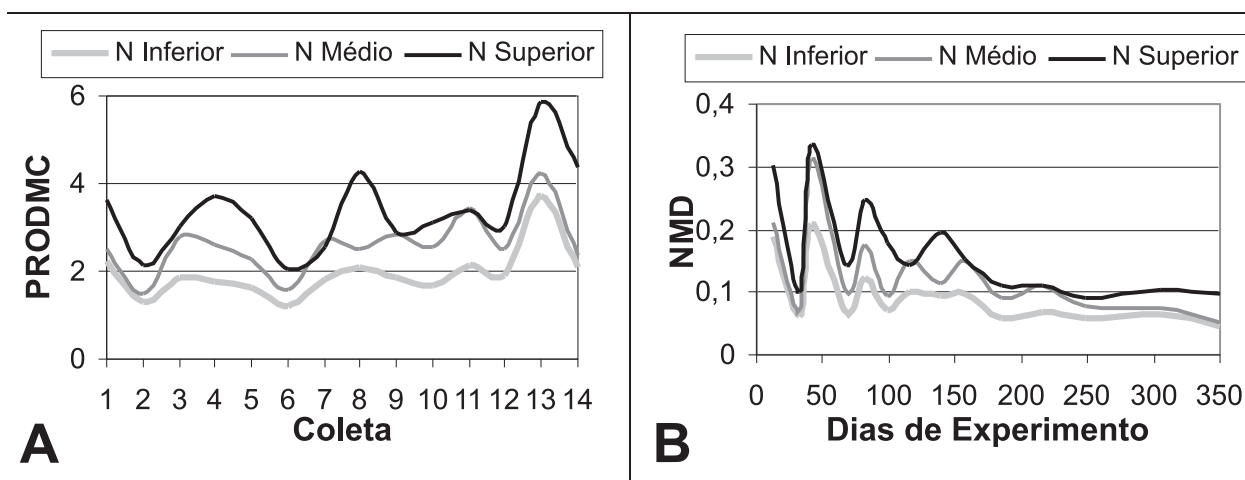


Figura 1 – Número de miniestacas produzidas por minicepa (PRODMC) nas 14 coletas (A) e número de miniestacas produzidas por dia (NMD) durante os 350 dias de experimento (B) no minijardim clonal de *Eucalyptus dunnii*, com as três doses de N testadas.

Figure 1 – Number of minicuttings produced by minicuttings (PRODMC) in 14 collects (A) and number of minicuttings produced per day (NMD) after 350 days of experiment (B) in the miniclinal garden of *Eucalyptus dunnii*, with three N tested doses.

minijardim clonal no sistema hidropônico, pode variar de 7.488 até 41.480 miniestacas m⁻² ano⁻¹, em diferentes espécies e híbridos de *Eucalyptus*.

Na Figura 1B, observa-se tendência cíclica na produção das minicepas, notada por elevada produção acompanhada de outra baixa. Essa tendência cíclica foi observada até os 157 dias do experimento, a partir de quando ocorreu aparente estabilização nas médias de produção de miniestacas por dia em todos os tratamentos. Esse efeito cíclico é comumente verificado em trabalhos com miniestaquia, tendo sido registrado por Wendling et al. (2000) no enraizamento de miniestacas e por Titon et al. (2003b) na produção de mini e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis*.

Convém ressaltar os valores elevados de produção das coletas 1 e 3 e baixos na coleta 2 (Figura 1AB). Tal fato pode ser explicado, em parte, pelo estresse causado à minicepa pela primeira coleta, gerando baixa produção na coleta 2. Em virtude dessa baixa produção, muitos brotos ainda não aptos à coleta permaneceram na minicepa, resultando em maior produção na coleta 3 em todos os tratamentos. Nesse momento da condução do experimento, as minicepas encontravam-se em sua máxima capacidade de produção, em função dos tratamentos efetuados, possivelmente em resposta

à fertirrigação equilibrada e condições ambientais favoráveis, aliados ao caráter juvenil do material utilizado.

Na Figura 2, evidencia-se a relação direta entre produtividade das minicepas e doses de N testadas, bem como deixa claro que o ponto de máxima produção em função da aplicação do N possivelmente não tenha sido atingido.

Uma vez conhecido o fato de que o nitrogênio está envolvido em todas as atividades metabólicas da planta (MENGEL e KIRKBY, 1982; MARSCHNER, 1995; TAIZ e ZEIGER, 2004), é natural observar maior produtividade à medida que aumenta a dose de N aplicada à planta. É prudente, entretanto, considerar que existe nível ótimo a partir do qual a planta exibe resultados indesejáveis ao aumento da dose, podendo regredir ou morrer.

Diversos trabalhos elucidam o ganho em produtividade com a adição de maiores quantidades de N à formulação da adubação no gênero *Eucalyptus*. Higashi et al. (2000b) e Araújo et al. (2003) relataram ganhos de produtividade de 30 a 100%, com mudas em plantios comerciais (primeiro ano).

Apesar da distribuição desigual de coletas nas estações, deve-se considerar que a estação e suas consequentes condições de luminosidade e temperatura

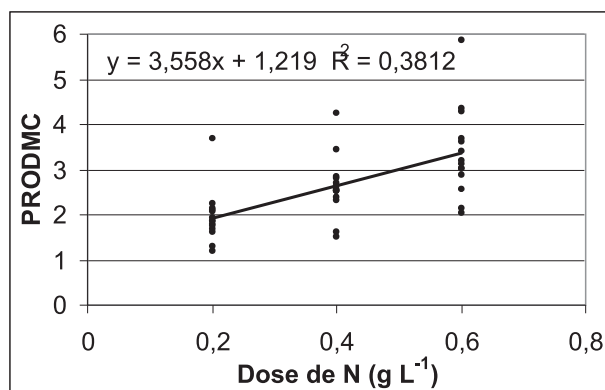


Figura 2 – Correlação entre as doses de N testadas e a produção de miniestacas por minicepa, nas 14 coletas efetuadas, no minijardim clonal de *E. dunnii*. $F = 24,64$ a 5% de probabilidade.

Figure 2 – Correlation between the N tested doses and the minicutting production per ministump, for the 14 collects, in the clonal minigarden of *E. dunnii*. $F = 24.64$ at 5% probability.

podem ter sido fatores determinantes da menor produção observadas no inverno quando comparadas com as estações verão e outono. Tal influência é relatada por diversos autores na produção e enraizamento de estacas (ASSIS, 1996; XAVIER e COMÉRIO, 1996; WENDLING et al., 1999; CHEN e YANG, 2002).

Na Figura 3 são apresentados os valores de temperaturas máxima e mínima no período de condução do experimento, juntamente com a produção de miniestacas por dia em cada intervenção no minijardim clonal.

Na Figura 3, mostra-se pequena queda na produção de miniestacas por dia a partir da coleta 9 (1,5% na média dos tratamentos), acompanhando a queda nos valores médios de temperaturas mínima e máxima registradas dentro da estufa. Tal fato pode ser atribuído tanto à queda nos valores de temperatura quanto à possível perda de vigor das minicepas após nove coletas, fato observado por outros autores (WENDLING et al., 1999, 2000; TITON et al., 2003b; TORRES, 2003; CUNHA et al., 2005), para manejo de minijardim clonal em tubetes.

A grande amplitude de temperatura observada no período de condução do experimento é fator que influencia a produtividade das minicepas (XAVIER, 2002), podendo ser altamente deletérias ao enraizamento (ALFENAS et al., 2004; BERTOLOTI e GONÇALVES, 1980; HARTMANN et al., 1997; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001). Muitas coletas aconteceram quando a amplitude média de temperatura excedeu 20 °C, podendo chegar até 25 °C (coleta 7). O enraizamento de espécies florestais pode ser alcançado em um intervalo

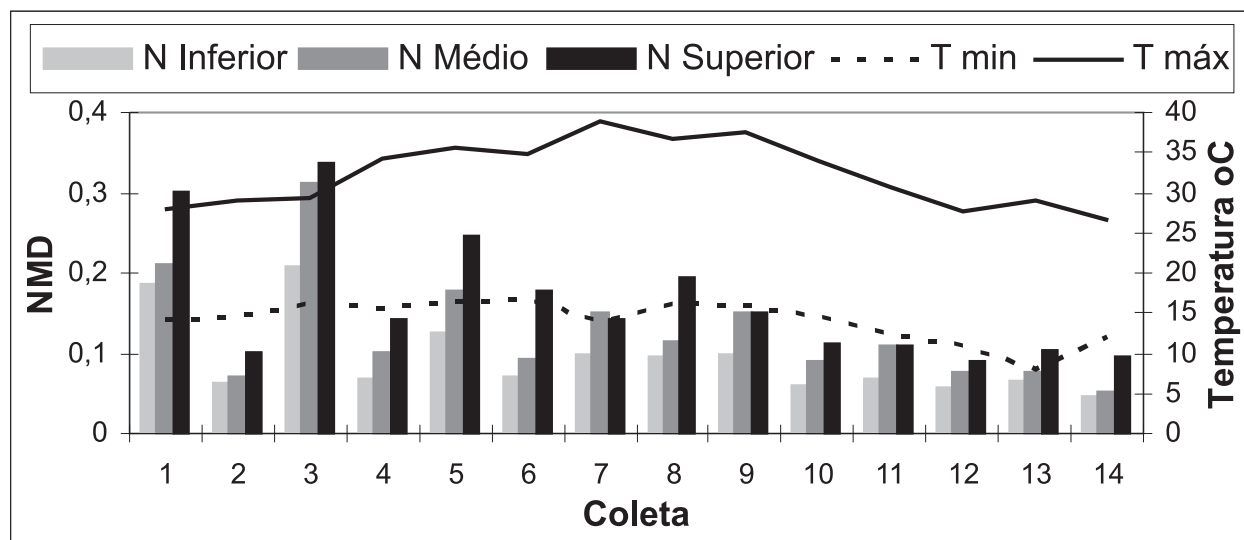


Figura 3 – Número de miniestacas produzidas por dia (NMD) em função dos tratamentos com doses de N, coletas e temperaturas mínimas e máximas (em °C), no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Figure 3 – Number of minicuttings produced per day (NMD) according to the treatments with N doses, collects and minimum and maximum temperatures (°C), in the clonal minigarden of *E. dunnii*.

Tabela 1 – Análise de variância da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV) e casa de sombra (SOBCS) e enraizamento em pleno sol (ENRPS), da altura (ALT) e do diâmetro do colo (DC) das mudas aos 100 dias de idade, para os cinco substratos estudados na miniestaquia de *E. dunnii*.

Table 1 – Variance analyses of the minicutting survival at the greenhouse exit (SOBCV) and shade house (SOBCS) and full sun area rooting (ENRPS), height (ALT) and collar diameter (DC) of 100 days seedlings, for the five studied substrates in the minicutting technique of *E. dunnii*.

CV	GL	Quadrados Médios				
		SOBCV ¹ (%)	SOBCS ¹ (%)	ENRPS ¹ (%)	ALT(cm)	DC(mm)
Dose de N	2	564,87*	200,73 ^{ns}	302,73*	5,52 ^{ns}	0,046 ^{ns}
Substrato (Sub)	4	1.482,66**	466,30**	381,89**	63,13**	0,624**
Dose * Sub	8	202,87 ^{ns}	67,11 ^{ns}	42,04 ^{ns}	2,86 ^{ns}	0,018 ^{ns}
Resíduo	42	110,83	84,09	76,41	3,80	0,027
Média geral	-	56,66	40,68	37,21	7,24	0,95
CV _{exp.} (%)	-	18,58	22,54	23,49	26,93	17,33

“*” e “**” significativo a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

“^{ns}” não-significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste F.

¹ dados transformados em arco-seno $\sqrt{x/100}$, em virtude de não apresentarem normalidade pelo teste de Lilliefors.

amplo de temperatura (10 a 36 °C), sendo indicadas como faixas ideais entre 25 e 30 °C nas condições tropicais e subtropicais, na zona de emissão de raízes (BERTOLOTI e GONÇALVES, 1980; ALFENAS et al., 2004) e entre 20 e 25 °C nas folhas (ALFENAS et al., 2004).

Scarassati e Guerrini (2003) observaram que as microcepas passavam a diminuir a produção de microestacas à medida que a temperatura máxima média, dentro da casa de vegetação, ultrapassava os 35 °C, corroborando o exposto por outros autores com relação ao enraizamento de estacas e miniestacas (BERTOLOTI e GONÇALVES, 1980; HARTMANN et al., 1997; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001; XAVIER, 2002). A produção de miniestacas neste estudo também sofreu influência da temperatura, especialmente em função da amplitude térmica observada nas diferentes coletas.

A temperatura no ambiente de cultivo das minicepas pode influenciar o enraizamento das miniestacas, atuando, sobretudo na absorção de nutrientes e no metabolismo, especialmente em regiões de clima subtropical. Logo, esse fator ambiental deve ser ajustado para uma ótima produção de miniestacas (CORRÊA e FETT-NETO, 2004). Assis (1996) observou diminuição do percentual de enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus* nos meses mais frios do inverno. Em seus estudos, concluiu que esse problema pode ser solucionado por meio do aumento artificial da luminosidade e temperatura no ambiente de cultivo do minijardim clonal.

As minicepas submetidas a diferentes doses de N apresentaram elevada taxa de sobrevivência, sendo observada a morte de indivíduos somente na coleta 11,

representada por somente uma minicepa no tratamento N médio. Tal resultado corrobora os observados por Wendling et al. (2000), Souza Junior e Wendling (2003) e Cunha et al. (2005), em que as sobrevivências observadas sempre estiveram acima de 95%.

3.2. Sobrevivência, enraizamento e vigor vegetativo das miniestacas

Os resultados da análise de variância das características de sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação, sobrevivência na saída da casa de sombra e enraizamento em pleno sol, altura e diâmetro do colo das mudas aos 100 dias de idade, nas diferentes doses de N na fertirrigação das minicepas e substratos no enraizamento das miniestacas, encontram-se na Tabela 1.

A Tabela 1 mostra coeficientes de variação experimental com valores que foram de 17,33 até 26,93%, considerados médios a altos segundo Storck et al. (2000). Porém, embora altos, esses valores correspondem aos encontrados na literatura, em trabalhos com miniestaquia do gênero *Eucalyptus*, a exemplo dos de Wendling et al. (2000), Gomes et al. (2002), Wendling et al. (2003) e Titon et al. (2003a).

Embora a sobrevivência das miniestacas em casa de vegetação não signifique sucesso no enraizamento, é fator preponderante para que se alcance esse objetivo. A Tabela 2 ilustre a sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV), na saída da casa de sombra (SOBCS) e no enraizamento em pleno sol (ENRPS).

Tabela 2 – Médias do percentual de sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV), na saída da casa de sombra (SOBCS) e no enraizamento em pleno sol (ENRPS) e médias da altura das mudas (cm) e do diâmetro do colo (mm) aos 100 dias de idade, em função do substrato e das doses de nitrogênio testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Table 2 – Percentual average of the minicutting survival at the greenhouse exit (SOBCV), at the shade house exit (SOBCS) and at full sun area rooting (ENRPS) and average of height seedling (cm) and collar diameter (mm) after 100 days old in function of the substrate and the tested nitrogen doses in the clonal minijarden of *E. dunnii*.

SOBCV (%)	Substrato*					Média
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	
N inferior	82,5 a**	87,5 a	77,5 ab	40,0 b	65,0 ab	70,5
N médio	67,5 a	60,0 a	80,0 a	22,5 b	65,0 a	59,0
N superior	65,0 ab	85,0 a	82,5 ab	50,0 b	82,5 ab	73,0
Média	71,7 a	77,5 a	80,0 a	37,5 b	70,8 a	
SOBCS (%)						
N inferior	55,0 a	55,0 a	42,5 a	30,0 a	42,5 a	45,0
N médio	45,0 a	37,5 ab	52,5 a	15,0 b	37,5 ab	37,5
N superior	47,5 a	52,5 a	50,0 a	32,5 a	52,5 a	47,0
Média	49,2 a	48,3 a	48,3 a	25,8 b	44,2 a	
ENRPS (%)						
N inferior	55,0 a	50,0 a	37,5 a	30,0 a	37,5 a	42,0
N médio	42,5 a	32,5 ab	37,5 ab	15,0 b	25,0 ab	30,5
N superior	45,0 a	47,5 a	35,0 a	27,5 a	42,5 a	39,5
Média	47,5 a	43,3 a	36,7 ab	24,2 b	35,0 ab	
Altura (cm)						
N inferior	9,02 ab**	9,23 ab	5,48 ab	4,85 b	10,35 a	7,79
N médio	5,98 ab	8,23 ab	4,41 b	5,90 ab	9,31 a	6,77
N superior	6,90 ab	9,81 a	4,25 b	4,83 b	10,02 a	7,16
Média	7,30 bc	9,09 ab	4,71 d	5,19 cd	9,89 a	
Diâmetro (mm)						
N inferior	1,19 a	1,11 ab	0,67 c	0,78 bc	1,18 a	0,986
N médio	0,93 ab	1,04 ab	0,65 b	0,73 b	1,13 a	0,896
N superior	1,07 ab	1,12 ab	0,57 c	0,88 b	1,22 a	0,972
Média	1,06 a	1,09 a	0,63 b	0,80 b	1,18 a	

* (T1) substrato comercial à base de casca de pinus especial para estaquia; (T2) substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1); (T3) vermiculita média; (T4) substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita; (T5) substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1) + adubação incorporada [superfosfato simples (3 kg m⁻³), cloreto de potássio (150 g m⁻³) e FTE BR 12 (1 kg m⁻³)].

** Médias seguidas por letras iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

A Tabela 2 permite observar que, diferentemente da produtividade das minicepas, os valores de SOBCV, SOBCS e ENRPS não mostraram relação direta com o aumento da quantidade de nitrogênio ministrada às minicepas.

Após análise da Tabela 2, é possível observar relações diversas entre as quantidades de nitrogênio e os valores médios observados, entretanto em nenhum substrato se observou relação direta, ou seja, o aumento da dose de N promovendo aumento da variável observada. Tal fato pode estar ligado ao efeito negativo que a dose de N na fertirrigação de minicepas pode

ocasionar ao enraizamento de miniestacas, fato descrito por Haissig (1986) em enraizamento de estacas de videira.

Convém destacar que Higashi et al. (2000b) verificaram efeito positivo das doses de nitrogênio nas concentrações dos nutrientes nas brotações, na produção e no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* produzidas no sistema de minijardim clonal em canaletão. Esse efeito foi observado neste estudo em alguns substratos, em que os valores obtidos no tratamento N superior superaram os verificados em N inferior e N médio (Tabela 2).

Os valores de SOBVCV (Tabela 2) mantiveram-se abaixo de 50% apenas no substrato T4 (substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita), ao passo que nos demais substratos permaneceram acima de 60%. Tal fato mostra a inferioridade desse substrato quando comparado com os demais, evidenciado na comparação das médias obtidas nos tratamentos. Esses valores (média de 70 a 80% para T1 [substrato comercial à base de casca de pinus especial para estaquia], T2 [substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1)], T3 [vermiculita média] e T5 [substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1) + adubação incorporada]) são semelhantes aos observados por outros autores nessa fase do enraizamento de miniestacas (WENDLING et al., 2000; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001).

A fase de enraizamento em casa de vegetação é influenciada pela temperatura, devendo ser mantida, sempre que possível, em valores que oscilem entre 25 e 30 °C. Entretanto, na região deste estudo, onde prevalecem grandes oscilações na temperatura durante um único dia, fez-se necessário um sistema de aquecimento artificial do substrato e, ou, do ambiente para que essa temperatura seja mantida em valores ideais. Paim et al. (2005) registraram sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação de 55%, em seus trabalhos na região de Guaíba, RS, com um híbrido de *Eucalyptus globulus*, sob temperaturas médias oscilando de 10 a 35 °C na casa de vegetação.

Observou-se uniformidade nos valores de SOBVCV nos substratos T1 (substrato comercial para estaquia), T2 (substrato comercial com casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada [1:1:1]), T3 (vermiculita média) e T5 (substrato comercial com casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1) + adubação incorporada), variando de 44,2 a 49,2% de sobrevivência média (Tabela 2). Já T4 (substrato comercial com casca de pinus e vermiculita) mostrou valor médio de 25,8% de sobrevivência, estatisticamente inferior quando comparado com o dos demais tratamentos, demonstrando a ineficácia desse substrato. Wendling et al. (2000) também observaram variações nos valores de SOBVCV, que foram de 78,5 até 6,2% nos diferentes clones híbridos de *Eucalyptus*.

Os valores apresentados pelo substrato T4 podem estar ligados às condições inadequadas do substrato comercial para a técnica de miniestaca, em função de inadequada relação aeração:drenagem e presença de partículas de elevada granulometria. Tais partículas podem, em algumas situações, formar barreiras ao desenvolvimento radicular ou provocar injúrias mecânicas na miniestaca no momento em que ela é fixada no substrato.

Os valores baixos da sobrevivência e enraizamento em pleno sol, sempre inferiores a 50%, podem ser explicados, em parte, pela amplitude de temperatura observada na região onde o experimento foi instalado, especialmente se considerada a ausência de estrutura de proteção, visto que as mudas se encontravam em pleno sol. A temperatura, neste caso, assim como a luminosidade, podem influenciar, de modo determinante, a sobrevivência e os valores de altura e diâmetro observados (BERTOLOTTI e GONÇALVES, 1980; HARTMANN et al., 1997; ALFENAS et al., 2004; TAIZ e ZEIGER, 2004).

A Tabela 2 mostra valores de altura e diâmetro maiores dos substratos T2 (substrato comercial com casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada [1:1:1]) e T5 (substrato comercial com casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1) + adubação incorporada), seguidos de valores menores nos substratos T1 (substrato comercial para estaquia), T4 (substrato comercial com casca de pinus e vermiculita) e T3 (vermiculita média), respectivamente. Os valores inferiores apresentados por T1 e T4 podem estar ligados à relação aeração:drenagem inadequada nos substratos utilizados, bem como à presença de partículas muito grandes neste. Já T3 possivelmente encontrou dificuldades no ganho em altura em função da baixa agregação do substrato formado somente por vermiculita associado à drenagem excessiva desse material (ALFENAS et al., 2004; WENDLING et al., 2002a).

Já T2 e T5, detentores das maiores médias, formados pela mesma mistura de substrato, diferiram entre si somente pela presença de adubação incorporada no T5, fator que provavelmente fez que este obtivesse maior valor de altura que aquele. Para Alfenas et al. (2004), a mistura de casca de arroz carbonizada e vermiculita (1:1), devidamente suplementada com macro e micronutrientes, é uma excelente opção para a

miniatura de diversas espécies. Entretanto, esses mesmos autores destacaram a necessidade de adição de componentes orgânicos para melhoria das características físico-químicas da mistura. Assim, na espécie *E. dunnii* a mistura de substrato comercial, vermiculita e casca de arroz carbonizada (1:1:1), com adubação incorporada, mostrou-se a mais efetiva na produção de mudas via miniatura.

Segundo Alfenas et al. (2004), o diâmetro do colo de uma muda produzida via miniatura e apta a ser levada no campo deve ser igual ou superior a 4 mm. Neste estudo os valores médios observados variaram de 0,57 a 1,22, ou seja, abaixo do padrão indicado. Tais valores podem ser atribuídos à ausência de manejo na fase de pleno sol, visando à fase seguinte de expedição para o campo. Segundo Higashi et al. (2000a) e Carneiro (1995), esse parâmetro dendrométrico pode ser trabalhado em viveiro, para a obtenção de maiores valores, especialmente na fase de rustificação, anterior à expedição das mudas.

4. CONCLUSÕES

1. Diferentes doses de N na adubação nitrogenada de minicepas de *Eucalyptus dunnii* em minijardim clonal influenciam a produtividade das minicepas, a sobrevivência das miniestacas e o vigor vegetativo das mudas formadas.

2. Nas três doses de N testadas, a produtividade não atingiu um ponto máximo. Pode-se, nesse caso, aumentar a dose até o ponto em que se observem máxima produtividade ou aspectos negativos no enraizamento das miniestacas.

3. Considerando as doses de N e substratos testados, podem-se indicar a solução de fertirrigação das minicepas de *E. dunnii* de 0,6 g L⁻¹ de N e o substrato composto por substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1) + adubação incorporada [superfosfato simples (3 kg m⁻³), cloreto de potássio (150 g m⁻³) e FTE BR 12 (1 kg m⁻³)], para a formação de mudas.

5. REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 442p.

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 442p.

ARAÚJO, E. F. et al. Crescimento de clones de *Eucalyptus* em resposta à aplicação de nitrogênio em espodossolo no sul da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCS, 2003. 4p. CD ROOM.

ASSIS, T. F. Propagação vegetativa de *Eucalyptus* por Microestaca. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA, 11., REUNIÃO DE SILVICULTURA CLONAL, 1., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBS, 1996. p.1-9.

BERTOLOTI, G.; GONÇALVES, A. N. **Enraizamento de estacas**: especificações técnicas para a construção do módulo de propagação. Piracicaba: IPEF-LCF/ESALQ/USP, 1980. 9p. (Circular Técnica IPEF, 94)

CARNEIRO, J. G. A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. **Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.**

CHEN, C. F.; YANG, J. C. Vegetative Propagation of *Eucalyptus grandis* x *urophylla* Plus Trees by Stem Cuttings. **Taiwan Journal of Forest Science**, v.17, n.3, p.301-309, 2002.

CLOSE, D. C. et al. Within-canopy gradients of nitrogen and photosynthetic activity of *Eucalyptus nitens* and *Eucalyptus globulus* in response to nitrogen nutrition. **Australian Journal of Botany**, v.52, n.1, p.133-140, 2004.

COOPER, M. A. **Maximização do potencial de enraizamento de estacas de *E. dunnii* Maiden**. 1990. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1990.

COOPER, M. A.; GRAÇA, M. E. C.; TAVARES, F. R. **Enraizamento de estacas de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. Colombo: Embrapa Florestas, 1994. 15p. (Circular Técnica, 22)

CORREA, 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**, v.29, p.315-324, 2004.

R. **Árvore**, Viçosa-MG, v.33, n.6, p.1025-1035, 2009



CUNHA, A. C. M. C.; WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. Produtividade e sobrevivência de minicepas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage em sistema de hidroponia e em tubete. **Revista Ciência Florestal**, v.15, n.3, p.307-310, 2005.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.655-664, 2002.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: SBCS, 1996. 17p. CD ROOM.

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. et al. **Plant propagation: principles and practices.** 6.ed. New York: Englewood Clipp/Prentice Hall, 1997. 770p.

HIGA, R. C. V. et al. Resistência e resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii* Maiden plantados em Campo do Tenente, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.40, p. 67-76, 2000.

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.; BENEDETI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000a. p.191-217.

HIGASHI, E. N. et al. Efeito da aplicação de nitrogênio na concentração de nutrientes, na produção dos nutrientes, na produção e enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* na condição de minijardim clonal. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, SBCS/SBM, 2000b. CD ROOM.

MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral das plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition.** 3.ed. Bern: International Potash Institute, 1982. 655p.

PAIM, D. C. et al. Physiological characterization of adventitious rooting in *Eucalyptus globulus* x *maidenii* mini-cuttings. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 10.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE FISILOGIA VEGETAL, 12., 2005, Recife. **Anais...** Recife: 2005. CD ROOM.

PEREIRA, J. C. D. et al. Comparação da qualidade da madeira de três procedências de *Eucalyptus dunnii* Maiden, para fins energéticos. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.13, p.9-16, 1986.

SCARASSATI, A.; GUERRINI, I. A. Avaliação ambiental na produção de microcepas e microestacas de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* em sistema hidropônico em casa-de-vegetação. **Energia na Agricultura**, v.14, n.4, p. 12-21, 2003.

SILVA, H. D.; POGGIANI, F.; COELHO, L. C. Eficiência de utilização de nutrientes em cinco espécies de *Eucalyptus*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.6/7, p.1-8, 1983.

SOUZA JUNIOR, L.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de *Eucalyptus dunnii* via miniestaqueia de material juvenil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.46, p.21-30, 2003.

STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. 198p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TITON, M. et al. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.1-7, 2003a.

TITON, M. et al. Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 27, n.5, p.619-625, 2003b.

TORRES, A. G. M. **Relação entre sazonalidade, desrama e carboidratos no crescimento do eucalipto na propagação vegetativa por miniestaquia**. 2003. 79f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, 2003.

XAVIER, A. **Silvicultura clonal I: princípios e técnicas de propagação vegetativa**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 64p.

XAVIER, A.; COMÉRIO, J. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v.20, n.1, p.9-16, 1996.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. **Clonagem em espécies nativas**. In: ROCHA, M. G. B. Melhoramento de espécies arbóreas nativas. **Belo Horizonte: DDFS/IEF, 2002. 173p.**

XAVIER, A.; WENDLING, I. **Miniestaquia na clonagem de Eucalyptus**. Viçosa, MG: SIF, 1998. 10p. (Informativo Técnico SIF, 11).

WENDLING, I. et al. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002a. 145p. (Série Produção de Mudas Ornamentais. Coleção Jardinagem e Paisagismo, v.2)

WENDLING, I. et al. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p.181-186, 2000.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; PAIVA, H.N. Influência da miniestaquia seriada no vigor de minicepas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.27, n.5, 2003. p. 611-618.

WENDLING, I.; XAVIER, A.; TITON, M. Miniestaquia na silvicultura clonal de *Eucalyptus*. **Folha Florestal**, n.1, p.16-17, 1999.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2001. 39p.

