

LUCAS SCHEIDT DA ROSA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E SUBSTRATOS NA
MINIESTAQUIA DE *Eucalyptus dunnii* Maiden**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – Área de Silvicultura, do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Grossi

Co-orientadores: Dr. Ivar Wendling

Dr. Carlos Bruno Reissmann

CURITIBA
MARÇO – 2006.

Dedico:

Aos meus pais Marta Laura Scheidt e
Carlos Daniel Schumacher da Rosa

**Professores na vida e na profissão,
me ensinaram a andar e apontaram o caminho.**

Agradecimentos

Ao professor Fernando Grossi, pela confiança, orientação, apoio, críticas, sugestões, paciência e amizade.

Ao pesquisador Ivar Wendling, pelos ensinamentos, críticas, sugestões e companheirismo, essenciais para minha formação como engenheiro florestal e pesquisador.

Ao professor Carlos Bruno Reissman, pelos ensinamentos e orientação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, pela oportunidade de estudar neste glorioso recinto, em especial aos secretários Reinaldo e David, a quem recorri diversas vezes atrás de respostas para minhas dúvidas.

À Capes e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do Departamento de Ciências Florestais, em especial aos professores Antônio Carlos Batista, Carlos Vellozo Roderjan e Franklin Galvão, pela oportunidade de trabalharmos juntos.

À Embrapa Florestas, pelo incentivo e suporte durante todo o transcorrer do curso.

À equipe do Laboratório de Propagação de Plantas da Embrapa Florestas, em especial aos técnicos Leonides de Jesus Tanner e Vero Oscar C. dos Santos, pela ajuda sempre que solicitada.

Aos diversos pesquisadores, técnicos e estagiários da Embrapa Florestas que tiveram atuação decisiva para que esta obra pudesse estar completa neste momento.

Aos colegas de república da Casa do Estudante Universitário do Paraná, pelos muitos momentos descontraídos, caminhadas, noites de sinuca e domingos na cozinha.

À Sandra Demamann, pelo seu amor onipresente e incondicional!

A todos que em algum momento de minha vida estiveram presentes, e são peças fundamentais nas minhas conquistas.

Muito obrigado.

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vi
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS	3
1.1.1 Objetivo Geral	3
1.1.2 Objetivos específicos	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 A ESPÉCIE <i>Eucalyptus dunnii</i> MAIDEN NO BRASIL	4
2.2 NITROGÊNIO NA ADUBAÇÃO DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS	5
2.3 PROPAGACAO VEGETATIVA POR MINIESTAQUIA	8
2.3.1 Fatores intrínsecos que afetam o enraizamento de propágulos.....	9
2.3.2 Fatores extrínsecos que afetam o enraizamento de propágulos.....	12
3 MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 MATERIAL E LOCALIZAÇÃO EXPERIMENTAL	19
3.2 METODOLOGIA.....	19
3.2.1 Formação do minijardim clonal.....	19
3.2.2 Nutrição das minicepas	20
3.2.3 Coleta, confecção e transporte das miniestacas	21
3.2.4 Enraizamento das miniestacas.....	22
3.2.5 Produção de biomassa.....	23
3.2.6 Análise foliar.....	24
3.2.7 Avaliações do processo de miniestaquia.....	24
3.2.8 Avaliações do vigor vegetativo das mudas formadas a partir das miniestacas da 7ª coleta	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26

4.1	CAPITULO 1	26
	Efeito de diferentes formas de nitrogênio e substratos na	26
	minietaquia de Eucalyptus dunnii Maiden	26
4.1.1	Produtividade e sobrevivência das minicepas	26
4.1.2	Estado nutricional das miniestacas	36
4.1.3	Resultado da sobrevivência, enraizamento e vigor vegetativo das miniestacas	37
4.1.4	Efeito da forma de N sobre o vigor das mudas formadas na 7 ^a coleta	45
4.1.5	Conclusões e recomendações	47
4.2	CAPÍTULO 2	49
	Efeito da dose de nitrogênio na minietaquia	49
	de Eucalyptus dunnii Maiden em diferentes substratos	49
4.2.1	Produtividade e sobrevivência das minicepas	49
4.2.2	Estado nutricional das miniestacas	57
4.2.3	Resultado da sobrevivência, enraizamento e vigor vegetativo das miniestacas	59
4.2.4	Efeito da dose de N sobre o vigor das mudas formadas na 7 ^a coleta	68
4.2.5	Conclusões e recomendações	71
5	CONCLUSÕES GERAIS	73
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
	REFERÊNCIAS	76
	APÊNDICE	84

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1:	Número de miniestacas produzidas por minicepa (PRODMC) nas 14 coletas efetuadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i> , para as três formas de N testadas.....	29
FIGURA 2:	Número de miniestacas produzidas por dia (NMD), durante 350 dias, para as três formas de N testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i> ...	30
FIGURA 3:	Número de miniestacas produzidas por dia (NMD) nas quatro estações do ano, para as diferentes formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	31
FIGURA 4:	Número de miniestacas de <i>E. dunnii</i> produzidas por dia (NMD) em função das diferentes formas de nitrogênio, coletas e temperaturas mínimas e máximas (em °C).....	33
FIGURA 5:	Percentual de sobrevivência das minicepas (% SOBMC) de <i>E. dunnii</i> nas 14 coletas efetuadas, para as três formas de nitrogênio testadas.	34
FIGURA 6:	Produção de massa seca por minicepa (PSMC), para três coletas (9, 10 e 11) e três formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	35
FIGURA 7:	(A) médias de diâmetro, altura, área foliar, (B) peso da massa fresca da folha (PFF), peso da massa seca da folha (PSF), razão PSF/PFF (SFOLHA), (C) peso da massa fresca do caule (PFC), peso da massa seca do caule (PSC), razão PSC/PFC (SCAULE), (D) peso da massa fresca da raiz (PFR), peso da massa seca da raiz (PSR) e razão PSR/PFR (SRAIZ) das mudas de <i>E. dunnii</i> aos 100 dias de idade, para as três formas de N testadas. Médias seguidas de letras iguais, para cada característica avaliada, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.	46
FIGURA 8:	Número de miniestacas produzidas por minicepa (PRODMC) nas 14 coletas efetuadas no jardim miniclinal de <i>E. dunnii</i> , para as três doses de N testadas.....	49
FIGURA 9:	Número de miniestacas produzidas por dia (NMD) durante os 350 dias de condução do experimento, para as três doses de N testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	51
FIGURA 10:	Correlação entre as diferentes doses de N testadas (mmol L^{-1}) e a produção de miniestacas por minicepa, para as 14 coletas efetuadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i> . $F = 24,64$	52
FIGURA 11:	Número de miniestacas produzidas por dia (NMD) nas quatro estações do ano, para as três doses de nitrogênio testadas no minijardim clonal e <i>E. dunnii</i>	53
FIGURA 12:	Número de miniestacas produzidas por dia (NMD) em função dos tratamentos com diferentes doses de N, coletas e temperaturas mínimas e máximas (em °C), no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	54

FIGURA 13: Percentual de sobrevivência das minicepas (% SOBMC) nas 14 coletas efetuadas, para as diferentes doses de N testadas.	56
FIGURA 14: Produção de massa seca por minicepa (PSMC), para três coletas (9, 10 e 11) e três doses de N testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	56
FIGURA 15: (A) Sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV), (B) sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra (SOBCS), (C) enraizamento em pleno sol (ENRPS), (D) altura e (E) diâmetro do colo das mudas de <i>E. dunnii</i> aos 100 dias de idade, para as três doses de N e os cinco substratos estudados.	61
FIGURA 16: (A) diâmetro (d), altura (alt), área foliar (AF), (B) peso da massa fresca da folha (PFF), peso da massa seca da folha (PSF), razão PSF/PFF (SFOLHA), (C) peso da massa fresca do caule (PFC), peso da massa seca do caule (PSC), razão PSC/PFC (SCAULE), (D) peso da massa fresca da raiz (PFR), peso da massa seca da raiz (PSR) e razão PSR/PFR (SRAIZ) das mudas de <i>E. dunnii</i> aos 100 dias de idade em função da dose de N.	69

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Composição das misturas de substratos utilizadas no enraizamento das miniestacas de <i>E. dunnii</i>	23
QUADRO 2: Temperaturas mínimas, médias e máximas observadas na estufa de condução do minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	85
QUADRO 3: Balanceamento da formulação para fertirrigação das minicepas de <i>E. dunnii</i> para as 3 formas de N testadas.	86
QUADRO 4: Composição química dos adubos utilizados no preparo das soluções de rega no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	87
QUADRO 5: Características físicas e químicas dos substratos testados na miniestaqueira de <i>E. dunnii</i>	88
QUADRO 6: Curvas e coeficientes de correlação para a produtividade de miniestacas por minicepa (PRODMC) nas diferentes formas e doses de N testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i> , aos 350 dias de condução do experimento.	89

LISTA DE TABELAS

TABELA 1:	Descrição das diferentes formas e doses de N constituintes dos tratamentos.....	21
TABELA 2:	Médias da produção de miniestacas por minicepa (PRODMC), por metro quadrado (PRODMQ) e produção por metro quadrado por ano (PMA) no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i> , em função do número de coletas, formas e doses de N testadas.	27
TABELA 3:	Análise química foliar realizada após a terceira coleta de miniestacas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i> , para as três formas nitrogenadas testadas.	36
TABELA 4:	Teores dos macro e micronutrientes considerados adequados, acima e abaixo dos adequados e deficientes para brotações de <i>Eucalyptus</i> , com idade entre 7 e 14 dias, em condição de minijardim clonal.	36
TABELA 5:	Resultados da análise de variância da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV), da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra (SOBCS) e enraizamento em pleno sol (ENRPS), da altura (ALT) e do diâmetro do colo (DC) das mudas de <i>E. dunnii</i> aos 100 dias de idade, para os cinco substratos estudados.	38
TABELA 6:	Médias da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV), em função do substrato e das três formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	39
TABELA 7:	Médias da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra (SOBCS), em função do substrato e das diferentes formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	40
TABELA 8:	Médias de enraizamento das miniestacas em pleno sol (ENRPS), em função do substrato e das diferentes formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	41
TABELA 9:	Médias da altura das mudas aos 100 dias de idade, em função do substrato e das três formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	43
TABELA 10:	Médias do diâmetro do colo das mudas aos 100 dias de idade, em função do substrato e das três formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	44
TABELA 11:	Resultados da análise de variância das avaliações de diâmetro, altura, peso da massa fresca da folha (PFF), peso da massa seca da folha (PSF), razão entre PSF/PFF, peso da massa fresca do caule (PFC), peso da massa seca do caule (PSC), razão entre PSC/PFC, peso da massa fresca da raiz (PFR), peso da massa seca da raiz (PSR), razão entre PSR/PFR e área foliar para as diferentes formas de N testadas, em mudas de <i>E. dunnii</i> com 100 dias de idade.	45

TABELA 12: Análise química foliar realizada após a terceira coleta de miniestacas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i> , para as três doses de nitrogênio testadas.	58
TABELA 13: Teores dos macro e micronutrientes considerados adequados, acima e abaixo dos adequados e deficientes para brotações de <i>Eucalyptus</i> , com idade entre 7 e 14 dias, em condição de minijardim clonal.	58
TABELA 14: Resultados da análise de variância da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV), da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra (SOBCS) e enraizamento em pleno sol (ENRPS), da altura (ALT) e do diâmetro do colo (DC) das mudas de <i>E. dunnii</i> aos 100 dias de idade, para os cinco substratos estudados.	60
TABELA 15: Médias da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV), em função do substrato e das diferentes doses de N testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	63
TABELA 16: Médias da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra (SOBCS), em função do substrato e das diferentes doses de N testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	64
TABELA 17: Médias de enraizamento das miniestacas em pleno sol (ENRPS), em função do substrato e das diferentes doses de N testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	65
TABELA 18: Médias da altura das mudas aos 100 dias de idade, em função do substrato e das diferentes doses de N testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	66
TABELA 19: Médias do diâmetro do colo das mudas aos 100 dias de idade, em função do substrato e das diferentes doses de N testadas no minijardim clonal de <i>E. dunnii</i>	67
TABELA 20: Resultados da análise de variância das avaliações de diâmetro, altura, peso da massa fresca da folha (PFF), peso da massa seca da folha (PSF), razão entre PSF/PFF, peso da massa fresca do caule (PFC), peso da massa seca do caule (PSC), razão entre PSC/PFC, peso da massa fresca da raiz (PFR), peso da massa seca da raiz (PSR), razão entre PSR/PFR e área foliar para as diferentes doses de N testadas, em mudas de <i>E. dunnii</i> com 100 dias de idade.	68

ADUBAÇÃO NITROGENADA E SUBSTRATOS NA MINIESTAQUIA DE *Eucalyptus dunnii* Maiden

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo determinar a influência de diferentes formas e doses de nitrogênio e formulações de substratos no processo de miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden. Para constituírem o minijardim clonal utilizaram-se mudas com 90 dias de idade, em tubetes de 55 cm³, em substrato comercial a base de casca de pinus e vermiculita. As formas de nitrogênio testadas foram: NO₃⁻, NH₄⁺ e NO₃⁻ + NH₄⁺, respectivamente das fontes KNO₃, (NH₄)₂SO₄ e NH₄NO₃, na concentração 30 mmol N L⁻¹. Para o teste de dosagem foi utilizado uma única fonte (NH₄NO₃) a 15; 30 e 45 mmol N L⁻¹ de N. As minicepas foram regadas semanalmente com 10 mL da solução por tubete. As formulações de substratos testadas foram: (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. Para ambos os testes, com formas e doses de nitrogênio, a sobrevivência das minicepas foi de 100% até a 10^a coleta, a partir da qual observou-se pequena mortalidade. Observaram-se diferenças na produtividade das minicepas para as diferentes formas de nitrogênio testadas, sendo que na presença de NH₄⁺ e NO₃⁻ + NH₄⁺ elas apresentaram média de produtividade de 3,03 e 2,90 miniestacas por minicepa, respectivamente, destacando-se quando comparadas com NO₃⁻ (2,54). A sobrevivência das miniestacas ao final do processo de formação da muda (100 dias) foi superior para o tratamento NH₄⁺ com média de 36,5%. Os valores de diâmetro do colo e altura não apresentaram diferença nas três formas testadas. As diferentes doses de N testadas apresentaram relação direta com todas as características avaliadas, ou seja, os maiores valores foram obtidos na maior dose testada. A produtividade de miniestacas por minicepa foi de 1,95; 2,61 e 3,37, respectivamente, para os tratamentos 0,2; 0,4 e 0,6 g L⁻¹ de N. Os substratos que apresentaram melhor sobrevivência das mudas para os testes com formas e doses de N foram T5 e T1, respectivamente, com 42,5 e 47,5%. Para as características de altura e diâmetro do colo, formas e doses de N apresentaram melhores valores no substrato T5. Em virtude dos resultados obtidos é possível afirmar que o processo de miniestaquia de *E. dunnii* é influenciado pela fertirrigação nitrogenada e pelo substrato de formação da muda, sendo aconselhada a forma nitrogenada NH₄⁺, isoladamente ou acrescido de NO₃⁻, a dose 45 mmol N L⁻¹ e o substrato formado pela composição de substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1) + adubação incorporada. Maiores quantidades de nitrogênio, outras fontes do nutriente, novas misturas de substratos e maior controle sobre condições ambientais poderão aumentar os resultados obtidos na miniestaquia da espécie.

Palavras-chave: amônio, fertirrigação, nitrato, silvicultura.

NITROGEN FERTILIZATION AND SUBSTRATES IN THE MINICUTTING TECHNIQUE OF *Eucalyptus dunnii* Maiden

ABSTRACT

This study was developed in the Laboratory of Propagation of Plants of the *Embrapa Floresta*, and the aim was to determine the influence of different forms and doses of nitrogen and substrate formularizations in the minicutting technique of *Eucalyptus dunnii* Maiden. The clonal minigarden of 90 days seedlings was cultivated in the commercial substrate of pine sp bark and vermiculite (tubes of 55 cm³). Different forms of nitrogen were tested in the concentration of 30 mmol N L⁻¹ (NO₃⁻, NH₄⁺ and NO₃⁻ + NH₄⁺), the nitrogen source were: KNO₃, (NH₄)₂SO₄ and NH₄NO₃, respectively. In the dose test an unique source (NH₄NO₃) was used in the following concentrations of N: 15; 30 and 45 mmol N L⁻¹. Each ministump was weekly watered with 10 mL of the tested solution. The substrate treatments were: (T1) commercial substrate with pine bark special for cutting; (T2) commercial substrate with pine bark and vermiculite + medium size vermiculite + carbonized rind of rice (1:1:1); (T3) medium size vermiculite; (T4) commercial substrate with pine bark and vermiculite; (T5) commercial substrate with pine bark and vermiculite + medium size vermiculite + carbonized rind of rice (1:1:1) + incorporated fertilization. The survival of ministumps in nitrogen forms and doses tested was 100% until 10th collect, after that was observed a few mortality. Ministumps productivity was influenced by the nitrogen forms. The forms NH₄⁺ and NO₃⁻ + NH₄⁺ had a better result (3.03 and 2.90 minicuttings per ministumps) than NO₃⁻ (2.54). The best result for the seedling formation process (100 days) was obtained in NH₄⁺ treatment, the average survival was 36,5%. For collar diameter and height no difference was detected among the three tested forms. All the evaluated characteristics showed direct relation in the N tested doses, the better values were achieved in the higher dose. The minicuttings per ministump productivity in the N tested doses was 1.95, 2.61 and 3.37, for treatments 0.2; 0.4 and 0.6 g L⁻¹, respectively. The best seedlings survival was obtained in T5 substrate for on test N source (42.5%) and in T1 substrate for test on N concentrations (47.5%). Height and collar diameter had better values in the T5 substrate. In conclusion, the minicutting technique of *E. dunnii* is influenced by the nitrogen fertirrigation and the substrate. The nitrogen form NH₄⁺, either alone or supplemented with NO₃⁻ is recommended. In relation to N dose, 45 mmol N L⁻¹ is recommended. The mixture of commercial substrate with pine bark and vermiculite + medium size vermiculite + carbonized rind of rice (1:1:1) + incorporated fertilization is indicated for both forms and doses of N. These results suggest that other sources and doses of N nutrient, new substrate mixtures and refined environment conditions will be able to increase the performance of the minicutting technique of *E. dunnii*.

Key-words: ammonium, fertirrigation, nitrate, silviculture.

1 INTRODUÇÃO

A demanda por produtos de origem florestal, nos diversos níveis tecnológicos, tem se intensificado nas últimas décadas. Isto implica numa necessidade crescente de tecnologia nos plantios florestais de rápido crescimento, desde a seleção de matrizes de altíssima produtividade até métodos eficientes de produção de mudas em viveiro.

Cada vez mais espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* têm sido trabalhadas para atender às condições características da região onde serão plantadas, através da seleção de genótipos e melhoramento, gerando uma gama de clones capazes de povoar as diversas ecorregiões do Brasil.

Uma vez selecionado, o genótipo superior necessita de uma tecnologia para reproduzi-lo clonalmente, e é nesse ponto que a miniestaquia apresenta-se como ferramenta importante para a propagação clonal massal de indivíduos superiores.

Tal como os métodos convencionais de estaquia, a miniestaquia baseia-se no conceito da juvenilidade, o qual é determinante para a viabilidade técnica e econômica na propagação de um clone. Uma vez obtida a juvenilidade do material, outros fatores devem ser considerados, tais como o substrato e a nutrição mais adequados.

O estado nutricional da matriz fornecedora de propágulos é fator fortemente determinante do sucesso na propagação vegetativa. Tal estado vai determinar a quantidade de carboidratos e auxinas, entre outros compostos metabólicos, fundamentais à iniciação radicial e velocidade em que ocorre.

O nitrogênio apresenta-se como o macronutriente requerido em maior quantidade pelas plantas em geral para o desenvolvimento pleno e saudável. Entretanto, se observa a necessidade de determinar, para cada essência florestal, a melhor forma e concentração de nitrogênio a fim de proporcionar maior aproveitamento e menores custos na administração deste insumo. No que tange à fertirrigação na produção de mudas, poucas são as informações consistentes à disposição. Diferentes espécies do gênero *Eucalyptus*, ou mesmo diferentes clones da mesma espécie, podem apresentar respostas diferentes quanto à adição de amônio ou nitrato ou da concentração total de nitrogênio na formulação da adubação, gerando a necessidade de estudos mais consistentes.

O ambiente de enraizamento, ou melhor, o substrato, é de fundamental importância no sucesso de um programa de propagação clonal via enraizamento de estacas. O substrato ideal deve garantir à estaca boa aeração, boa drenagem, sustentação, ambiente livre de patógenos e suporte nutricional. Visto que é incomum observar a presença dessas características em um único material, usualmente utiliza-se uma mistura de componentes para a formação do substrato. Entretanto, mesmo com misturas, onde se procura agregar as qualidades de diferentes materiais, ainda não foi possível identificar o substrato ideal para a propagação vegetativa de espécies de rápido crescimento, observando que não existe um substrato ideal para todas as espécies e condições.

Assim sendo, a forma de nitrogênio, bem como a dose em que é oferecido a uma minicepa, em um minijardim clonal, pode ser determinante da produtividade dessas minicepas, bem como pode influenciar sobremaneira as características da muda formada através do processo de miniestaquia. Já o substrato pode ter influência marcante na qualidade da muda formada, visto que é um elemento chave na produção de mudas. É neste contexto que se insere este trabalho, visto a inexistência deste tipo de informação para a espécie *Eucalyptus dunnii*.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Determinar a influência de diferentes formas e doses de nitrogênio e formulações de substratos no processo de miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden.

1.1.2 Objetivos específicos

Verificar o efeito de diferentes formas e doses de nitrogênio:

- na produtividade das minicepas no minijardim clonal;
- na sobrevivência e o enraizamento das miniestacas oriundas das minicepas fertirrigadas;
- no vigor vegetativo das mudas produzidas a partir do minijardim clonal.

Verificar o efeito de diferentes misturas de substratos:

- no vigor vegetativo das mudas produzidas a partir do minijardim clonal fertirrigado com diferentes formas e doses de nitrogênio.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A ESPÉCIE *Eucalyptus dunnii* MAIDEN NO BRASIL.

Devido às características de rápido crescimento, produtividade, ampla diversidade de espécies, grande capacidade de adaptação e por ter aplicações para diferentes finalidades, o eucalipto tem sido extensivamente plantado no Brasil desde a década de 60. Segundo dados de MORA e GARCIA (2000) o Brasil possui uma área correspondente a mais de 3 milhões de ha de plantios florestais com eucalipto.

Uma das espécies do gênero *Eucalyptus* que tem se destacado nas últimas décadas, tendo sido objeto de pesquisa, especialmente no sul do Brasil, é o *Eucalyptus dunnii* Maiden. HIGA et al. (2000), testaram progênies de *E. dunnii* em Campo do Tenente, PR, visando observar sua resistência e resiliência à geada, concluindo que todas as plantas apresentaram danos visíveis, na avaliação realizada um mês após a ocorrência da geada. Isso reforçou a hipótese levantada de que a espécie não é tolerante, mas apenas resistente à geadas.

FERREIRA e COUTO (1981) analisaram onze experimentos de introdução de espécies do gênero *Eucalyptus* nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e concluíram que a variável altitude foi a que mais influenciou o crescimento em altura de *E. dunnii*, entre outras espécies. Já a temperatura média e o total anual de precipitação não influenciaram isoladamente o crescimento em altura da espécie.

PEREIRA et al. (1986), testaram a qualidade da madeira de três procedências de *E. dunnii*, para fins energéticos. Os autores, ao compararem a espécie com a Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e o *Eucalyptus viminalis*, concluíram que a madeira é de qualidade inferior, como fonte de energia, mas admitiu que os altos níveis de produtividade observados compensam esse fato e classificam a espécie como uma das principais alternativas para o sul do país, recomendando um programa de melhoramento que resulte na valorização de sua madeira como fonte de energia.

A alta eficiência apresentada por uma espécie na utilização de nutrientes, implica que esta tem menor exigência nutricional, sendo, portanto, um parâmetro de grande utilidade na seleção de espécies a serem utilizadas nos reflorestamentos, principalmente em solos pobres em nutrientes. Quando comparado com outras

espécies de *Eucalyptus* (*E. grandis*, *E. saligna*, *E. propinqua*, *E. robusta*), árvores de 10 anos de *E. dunnii* apresentam-se como melhor aproveitadoras de N, tanto no tronco como na casca, identificando esta espécie como tolerante a solos pobres (DAMIN DA SILVA, POGGIANI e COELHO, 1983).

A propagação vegetativa da espécie, através de técnicas de estaquia e miniestaquia, foi testada por COOPER (1990); COOPER, GRAÇA e TAVARES, (1994) e SOUZA JUNIOR e WENDLING (2003), concluindo que para a técnica de estaquia faz-se necessária a aplicação de tratamento fitossanitário e hormônio de crescimento AIB, ao passo que na miniestaquia o uso de regulador de crescimento foi dispensado, visto que utilizou-se material juvenil originado de semente, fazendo-se necessário somente o tratamento asséptico.

2.2 NITROGÊNIO NA ADUBAÇÃO DE ESSÊNCIAS FLORESTAIS

A importância do nitrogênio para as plantas é enfatizada pelo fato de apenas carbono, oxigênio e nitrogênio estarem em maior abundância na planta. Presente na natureza em diversas formas e em constante interconversão através de processos físicos e biológicos, o nitrogênio é absorvido pelas plantas principalmente nas formas de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) (SALISBURY e ROSS, 1992; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Normalmente o NO_3^- é a forma mais absorvida, porém isto depende da espécie da planta e alguns fatores ambientais devem ser considerados, destacando-se dentre eles o pH, a temperatura e o teor de carboidratos nas raízes (MARSCHNER, 1995; MENGEL e KIRKBY, 1982).

Diferentes formas de adubação nitrogenada, em culturas de maneira geral, proporcionam respostas diferenciadas das espécies. Genericamente, plantas adaptadas a solos ácidos ou com baixo potencial redox utilizam preferencialmente formas amoniacais (NH_4^+) enquanto plantas adaptadas a solos calcários, com pH elevado, utilizam preferencialmente formas nítricas (NO_3^-). Porém, como regra, as taxas de crescimento mais elevadas e maiores produções são obtidas pelo suprimento de um fertilizante contendo as formas amoniacal e nítrica combinadas (MARSCHNER, 1995; GAIAD, 2003).

A absorção de NH_4^+ é favorecida pelo pH elevado (meio alcalino), enquanto que a absorção de NO_3^- é favorecida pelo pH baixo (meio ácido), com valor ótimo em torno de 4,0. Este efeito ocorre devido à competitividade do H^+ e OH^- que são liberados para o meio externo à célula por intermédio de um mecanismo que está associado à atividade das ATPases das membranas no processo de absorção ativa de cátions e ânions (MARSCHNER, 1995).

A recomendação da forma de N, suas doses e época de aplicação são aspectos importantes a serem considerados. Sua absorção por mudas de eucalipto é maior em forma amoniacal do que em forma nítrica, embora, quando na presença de Al, haja aumento na absorção da forma nítrica, segundo experimentos conduzidos em solução nutritiva. O estudo das interferências mútuas existentes entre N, P e S são de elevada importância, pois, se não houver correção do N, ocorrem limitações das respostas dos outros dois elementos (NEVES, GOMES e NOVAIS, 1990).

CAPALDI (2002), observou maior produção de biomassa seca em *Cryptomeria japonica* cultivada *in vitro*, quando utilizou concentrações de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ da ordem de 5:1, 6,2:1, 9:1 e 26:0, não encontrando limitações ao crescimento e desenvolvimento quando comparado à testemunha 2:1.

GAIAD (2003), ao testar diferentes formas de N, em diferentes tipos de solos, na produção de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*), observou que, para a dose testada, mudas nutridas com a forma NH_4^+ apresentaram melhor desenvolvimento geral do que a testemunha e a forma NO_3^- .

HIGASHI et al. (2000d) verificaram os efeitos das doses de nitrogênio na produção e no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* produzidas no sistema de minijardim clonal em canaletão. Os resultados mostraram que houve interação entre as doses de N e os clones para concentração de nutrientes e percentagem de enraizamento, observando-se relação direta, para um dos clones, entre o aumento da dose de N ministrada às minicepas e o percentual de enraizamento.

Já HAISSIG (1986)¹, citado por ASSIS e TEIXEIRA (1998), observou que a deficiência de nitrogênio mostrou efeito positivo no enraizamento de estacas de

¹ 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.

videira, destacando que, geralmente, moderadas deficiências de nitrogênio são mais benéficas ao enraizamento do que excesso ou mesmo níveis adequados desse elemento. O autor afirma ainda que as plantas doadoras de propágulos devem estar bem nutridas com relação a P, K, Ca e Mg, e moderadamente deficientes em nitrogênio, para melhores resultados no enraizamento. HARTMANN, KESTER e DAVIS (1997), também destacam que, geralmente, o enraizamento é negativamente correlacionado com o teor de N.

BENNETT, McDAVID e McCOMB (2003), utilizaram diversas fontes de NO_3^- e NH_4^+ para avaliar o efeito sobre a indução radicial *in vitro* e sobrevivência no solo de plantas micropropagadas de *Eucalyptus globulus*, e observaram um maior enraizamento e sobrevivência à campo nas mudas supridas somente com a forma nítrica, ao passo que a fonte NH_4NO_3 , adicionada ao meio para suprir as duas formas desestabilizou o pH e prejudicou a sobrevivência.

Ao suprir um povoamento de *Eucalyptus nitens* com sete anos de idade com diferentes fontes de N (200 kg N ha^{-1}), SMETHURST et al. (2004) observaram que as plantas responderam de forma semelhante ao sulfato de amônio, nitrato de cálcio, nitrato de amônio e uréia, embora os autores citem literaturas onde a espécie estudada, bem como *E. globulus* e *E. alba* respondem melhor à presença de NH_4^+ em detrimento de NO_3^- , em solução hidropônica. Em vista disso, os autores sugerem a utilização, sempre que possível, de uréia, em virtude de sua vantagem econômica e baixo risco de volatilização pelo clima da região do estudo.

As diferentes espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam respostas muito distintas às formulações com diferentes fontes e formas de nitrogênio. Mudas de *E. urophylla*, *E. pellita* e *E. globulus* desenvolveram-se melhor em solução contendo somente NH_4^+ . Já *E. camaldensis* e *E. grandis* desenvolveram-se bem quando em solução contendo ambas as formas de N testadas, ao passo que *E. cloeziana* apresentou melhor resposta em solução contendo somente NO_3^- (GRESPLAN, DIAS e NOVAIS, 1998; SHEDLEY, DELL e GROVE, 1993).

2.3 PROPAGACAO VEGETATIVA POR MINIESTAQUIA

HARTMANN, KESTER e DAVIS (1997), citam algumas razões para se utilizar a propagação vegetativa: fixação de genótipos selecionados, uniformidade de propagação, facilidade de propagação, antecipação do período de florescimento, combinação de mais de um genótipo numa planta matriz e maior controle das fases de desenvolvimento. Além disso, na reprodução vegetativa consegue-se capturar o componente genético aditivo e não aditivo, o que resulta em maiores ganhos dentro de uma mesma geração de seleção, maior uniformidade de crescimento e forma, melhores qualidades tecnológicas e uma série de outras características desejáveis (ELDRIDGE et al., 1994; MACRAE e COTTERILL, 1997; ASSIS, 1996).

A silvicultura clonal tem como ponto de partida a seleção de genótipos superiores para, posteriormente, proceder-se a sua propagação clonal massal. Geralmente, o processo de seleção desses genótipos é realizado na fase adulta, em que o enraizamento de propágulos vegetativos e a formação de mudas é um grande desafio em razão da idade ontogenética do material (WENDLING e XAVIER, 2003).

Numa seqüência esquemática da técnica de miniestaquia, inicialmente desenvolvida para o gênero *Eucalyptus*, faz-se a poda do ápice da brotação da estaca enraizada (muda com aproximadamente 60 dias de idade) e, em intervalos de 10 a 25 dias (variáveis em função da época do ano, do clone/espécie, das condições nutricionais, entre outras), ela emite novas brotações, que são coletadas e postas para enraizar. Assim, a parte basal da brotação da estaca podada constitui uma minicepa, que fornecerá as brotações (miniestacas) para a formação das futuras mudas. O conjunto das minicepas forma um minijardim clonal (WENDLING, 1999).

Em relação à técnica de estaquia convencional de *Eucalyptus*, a miniestaquia apresenta uma série de vantagens: eliminação do jardim clonal de campo; maior facilidade no controle de patógenos, bem como das condições nutricionais e hídricas no minijardim clonal; maior produtividade, uma vez que as operações de manejo do minijardim clonal, coleta e confecção de miniestacas são mais fáceis e rápidas de serem executadas; maior produção de propágulos (miniestacas) por unidade de área e em menor unidade de tempo; a necessidade de menores dosagens de reguladores de crescimento vegetal e, em alguns casos, até a

sua exclusão completa; a coleta de miniestacas pode ser realizada em qualquer horário do dia; a melhor qualidade radicial em termos de vigor; a redução do tempo de formação da muda no número, uniformidade e volume; redução do tempo de formação da muda no viveiro, devido ao menor tempo de permanência para enraizamento (WENDLING e SOUZA JUNIOR, 2003).

Diversos têm sido os estudos no intuito de definir protocolos eficientes para a produção clonal massal mediante a técnica de miniestaquia, especialmente para espécies e híbridos do gênero *Eucalyptus*, tais como: *E. dunnii* (SOUZA JUNIOR e WENDLING, 2003), *E. grandis* (TITON et al., 2001), *E. urophylla* x *E. grandis*, *E. grandis* x *Eucalyptus* spp e *E. tereticornis* x *E. pellita* (WENDLING, 1999), *E. grandis* x *E. urophylla* (PAULA et al., 2003), híbridos de *E. saligna* e *E. grandis* (TORRES, 2003), entre outros.

2.3.1 Fatores intrínsecos que afetam o enraizamento de propágulos

ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES (2001a), citam como fatores endógenos envolvidos no enraizamento de estacas as auxinas, os carboidratos, os compostos nitrogenados, as vitaminas e outros compostos ainda não identificados, ao passo que substâncias com ação recíproca com a auxina, com capacidade para afetar a formação de raízes, são conhecidas como co-fatores do enraizamento.

Para HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES (2000b), são fatores da planta que afetam o enraizamento: a juvenilidade dos brotos, a posição do broto do qual as estacas são retiradas, diâmetro das estacas, a presença de gemas e/ou folhas, efeito do período de coleta das estacas, influência das espécies, efeito do período de dormência e, influência do estado nutricional.

2.3.1.1 Reguladores de crescimento

Os hormônios vegetais são compostos produzidos pelas plantas em pequenas quantidades, mas que produzem efeitos significativos nos locais de produção ou em outros sítios de ação, sendo responsáveis por muitos, senão todos, os aspectos do crescimento e desenvolvimento vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2004). Os hormônios vegetais ou seus análogos sintéticos, também conhecidos como

reguladores de crescimento, possuem vasta aplicação na agricultura e silvicultura moderna. O seu aparecimento permitiu a possibilidade de se cultivar tecidos vegetais *in vitro* e definiu o sucesso da micropropagação clonal de plantas (GEORGE, 1993² citado por LEMOS, 2005).

O controle do desenvolvimento de raízes adventícias é influenciado por substâncias reguladoras de crescimento. Dentre estas, algumas promovem o enraizamento, e outras o inibem. Para todas há uma concentração ótima que pode variar tanto entre espécies, quanto entre populações ou clones (ASSIS e TEIXEIRA, 1998).

O momento em que o regulador de crescimento é aplicado, a concentração, a forma (hidroalcoólica, pó) e o tempo de exposição das estacas ao regulador de crescimento vegetal são algumas variáveis a serem observadas para o sucesso da propagação (HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES, 2002; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001a). Dentre os reguladores o ácido indolbutírico (AIB) é o mais indicado para o enraizamento de estacas, pois não apresenta toxicidade em uma larga faixa de concentração, além de apresentar baixa mobilidade e maior estabilidade química no corpo das estacas (HARTMANN, KESTER e DAVIS, 1997).

LUCKMAN e MENARY (2002), trabalhando com estacas oriundas de mudas de *E. nitens*, trataram-nas com AIB hidroalcoólico na concentração 20 mg L⁻¹ por 48 horas, em momentos distintos, desde a primeira até a quinta semana após a coleta das estacas, observando, na oitava e última semana de condução do experimento, maior iniciação radicial nas estacas tratadas com o regulador somente cinco semanas após a coleta na planta matriz.

2.3.1.2 Juvenilidade

O ciclo de desenvolvimento da planta pode ser dividido em: idade cronológica, idade ontogenética e idade fisiológica (WENDLING e XAVIER, 2001).

A idade ontogenética se refere à passagem da planta durante as sucessivas fases do desenvolvimento, isto é, embriogênese, germinação, as fases de crescimento vegetativo e sexual e senescência. O uso do termo “maturação”,

² GEORGE, E.F. Plant propagation by tissue culture. **Part 1 – The technology**. London: Exegeretics Limited, 1993. 260p.

portanto, estaria relacionado à idade ontogenética (FONTANIER e JONKERS, 1976³, citado por HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES, 2000b; WENDLING e XAVIER, 2001). Uma das mais importantes conseqüências do envelhecimento ontogenético para a clonagem é a redução, ou até mesmo a perda, da capacidade de enraizamento, verificada em plantas adultas. Este fato é relevante na propagação de espécies florestais, em virtude de serem as árvores só convenientemente avaliadas no seu estágio adulto, quando já perderam a capacidade de enraizar (CRESSWELL e DE FOSSARD, 1974⁴, citado por ASSIS e TEIXEIRA, 1998).

O período decorrido entre a germinação da semente e o ponto em que a planta adquire a capacidade de florescimento é denominado juvenilidade. Uma vez adquirida a capacidade para florescer, a planta é considerada adulta e reage de maneira diferente em muito aspectos. A aquisição da capacidade de florescimento constitui, então, o limite definitivo entre o final da fase juvenil e o início da fase adulta. Todavia, as modificações morfológicas e fisiológicas relacionadas com essa mudança de fase não ocorrem repentinamente, numa determinada época da vida da planta, mas sim gradativamente, à medida que se verifica o crescimento das plantas, a partir do início da germinação da semente. Essas modificações podem durar apenas alguns meses, em plantas herbáceas, ou até anos, em plantas lenhosas (ASSIS E TEIXEIRA, 1998).

A transição de juvenil para adulto é freqüentemente acompanhada por mudanças nas características vegetativas, tais como morfologia, filotaxia, quantidade de espinhos, capacidade de enraizamento e retenção das folhas em espécies decíduas (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Segundo WENDLING e XAVIER (2001), a maturação em plantas lenhosas, ou perda do caráter juvenil, é assunto de extrema importância em vista, principalmente, das variações na capacidade de propagação vegetativa, nas taxas e formas de crescimento, na qualidade e rapidez na formação de raízes, das mudanças nas características de crescimento, morfologia foliar e, também, a mudanças fisiológicas e bioquímicas, com a transição para o estado maduro.

³ FONTANIER, E.J.; JONKERS, H. Juvenility and maturity of plants as influenced by their ontogenetical and physiological aging. **Acta horticultrae**. v.56. Leuven, Belgium: ISHS, 1993.

⁴ CRESSWELL, R.J.; DE FOSSARD, R.A. Organ culture of *Eucalyptus grandis*. **Australian Forestry**. V.37. n.1. Yarralumla: IFA, 1974. p.54-69.

2.3.1.3 Estado da planta-mãe

Há consideráveis evidências de que a planta-mãe exerce forte influência sobre o desenvolvimento de raízes e de ramos. Estacas colhidas de uma mesma matriz e submetidas aos mesmos tratamentos respondem diferentemente quanto à taxa de enraizamento, em diferentes épocas do ano. Isto está diretamente ligado ao teor de carboidratos armazenados na matriz (PAIVA et al., 1996).

Estudos evidenciam que existe um período ótimo de coleta de estacas para cada clone e que esta periodicidade pode estar relacionada aos teores endógenos de açúcares presentes nas estacas no momento da coleta, gerando ganhos na sobrevivência e acúmulo de biomassa das mudas e na produtividade (TORRES, 2003).

Em seu experimento com *E. dunnii*, COOPER (1990) trabalhou com diferentes procedências e indivíduos dentro da procedência, buscando o enraizamento de estacas adultas, e encontrou alta viabilidade para todos os indivíduos, atribuindo esse fato ao bom estado nutricional das plantas matrizes.

2.3.2 Fatores extrínsecos que afetam o enraizamento de propágulos

São fatores extrínsecos, ou ambientais, determinantes do sucesso no enraizamento de propágulos: controle da umidade; luminosidade; temperatura do substrato e do ambiente; fotoperíodo; tratamento e/ou acondicionamento dos brotos e estacas antes da estaquia; composição química e física do substrato, alguns estresses ambientais e efeito do fermento (HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES, 2000b).

2.3.2.1 Umidade

A umidade constitui um dos fatores primordiais e de relevante importância para a propagação vegetativa, sendo mais crítica para estacas enfolhadas (ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001a). (JANICK, 1966⁵, citado por

⁵ JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1966. 485p.

ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001a) destaca que a morte do caule por dessecação, antes de atingido o enraizamento, é uma das causas principais do fracasso da propagação por estacas. A falta de raízes impede a absorção de água suficiente, enquanto as folhas intactas e o crescimento da nova brotação continuam a perder água por transpiração.

A perda de água é uma das principais causas de morte de estacas antes da formação de raízes, pois para que haja divisão celular, é necessário que as células do tecido da estaca estejam túrgidas. Portanto, o potencial de perda de água em uma estaca é muito grande, seja através das folhas ou das brotações em desenvolvimento, considerando que as raízes ainda não estão formadas. Esse quadro se agrava quando se trabalha com espécies que exigem longo tempo para formar raízes e que não são utilizadas estacas com folha e/ou de consistência herbácea (NORBERTO, 1999⁶, citado por TORRES, 2003).

A umidade ao redor da estaca tem grande efeito no seu estado hídrico, em virtude de as mesmas não possuírem meios para absorver água e nutrientes. No entanto, o excesso também é prejudicial, por dificultar as trocas gasosas, propiciar o desenvolvimento de doenças, impedir o enraizamento e provocar a morte dos tecidos (XAVIER, 2002).

2.3.2.2 Luminosidade

A faixa da radiação solar que influencia o desenvolvimento de plantas está localizada entre os comprimentos de onda de cerca de 350 a 800 nm. Desta faixa, as regiões do UV, azul, vermelho e vermelho-extremo, são os que influenciam, através de pigmentos específicos. A região do ultravioleta e azul, através das classes de pigmentos criptocromos, fototropinas e a região do vermelho e vermelho-extremo pelos fitocromos, são responsáveis pelos processos fotomorfogênicos (TAKAKI, 2005).

A irradiância, o fotoperíodo e a qualidade da luz, cujas necessidades são variáveis segundo a espécie, devem ser adequadas para a manutenção de uma taxa

⁶ NORBERTO, P.M. Efeito da época de poda, cianamida hidrogenada, irrigação e ácido indolbutírico na colheita antecipada e enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). Lavras, 1999. 89p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.

fotossintética razoável, que garanta suficiente suprimento de carboidratos, para a sobrevivências das estacas e a iniciação radicial, sem comprometer o vigor vegetativo das estacas, as quais são variáveis com a espécie (XAVIER, 2002).

A luminosidade fornecida às estacas durante o período de enraizamento é de fundamental importância para a emissão de raízes. O papel da luz como estimuladora do enraizamento varia conforme a planta e o método de propagação. As estacas semilenhosas e herbáceas reagem indiretamente à luz, devido ao papel que esta desempenha na síntese de carboidratos, enquanto as lenhosas de plantas caducas, que contém substâncias de reserva suficientes, enraízam melhor na ausência de luz sendo, provavelmente, devido ao acúmulo de auxinas e de outras substâncias, que são instáveis na presença de luz (PAIVA et al., 1996; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001a).

Em virtude principalmente das condições ambientais específicas de cada local, não existe na literatura clareza a respeito dos efeitos de diferentes intensidades luminosas sobre o enraizamento. Entretanto, nas condições brasileiras, a maioria dos estudos mostra que a diminuição dos níveis da luz natural induz maior enraizamento de estacas (BORGES, 1978).

Visando garantir níveis adequados de luminosidade para a fotossíntese, e por consequência acúmulo de reservas e equilíbrio hormonal, pode-se lançar mão de suplementação luminosa em regiões com dias curtos e pouco ensolarados. Experiências nesse sentido tem demonstrado que a suplementação luminosa (fotoperíodo de 14h/1.000 lux) surtiu em maior predisposição ao enraizamento (ASSIS, 2001⁷, citado por ALFENAS et al., 2004). Tal procedimento eliminou o efeito sazonal verificado no enraizamento de miniestacas que é freqüentemente observado em regiões subtropicais como o sul do Brasil, devendo ser melhor estudado em outras condições climáticas. O autor ressalta ainda a necessidade de estudos mais detalhados sobre a influência da luminosidade sobre a produção de brotos para a miniestaquia e sobre o enraizamento.

2.3.2.3 Temperatura

⁷ ASSIS, T.F. Evolution of technology for cloning *Eucalyptus* in large scale. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL IUFRO, 2001, Valdivia. **Anais...** Valdivia, 2001. 16p. (CD-ROOM).

A temperatura tem importante função regulatória no metabolismo das plantas e afeta o enraizamento de estacas. Assim, a temperatura, tanto do ambiente quando do substrato que suporta a estaca, é um fator importante na propagação vegetativa das plantas, pois deve fornecer subsídios à regulação e produção de raízes adventícias (CHALFUN, 1989⁸, citado por XAVIER, 2002), bem como promover a manutenção e sobrevivência das folhas, gemas e ramos (BERTOLOTI e GONÇALVES, 1980).

A divisão celular é favorecida com o aumento da temperatura e conseqüentemente auxilia na formação de raízes; porém, deve-se tomar especial cuidado com estacas herbáceas e semilhenhosas, pois com o aumento da temperatura, tem-se uma elevação na taxa transpiratória, induzindo assim a dessecação do tecido. Temperaturas excessivamente altas, durante a fase de enraizamento, estimulam o desenvolvimento de gemas laterais antes do aparecimento de raízes, fato esse indesejável para a propagação. Ocorre também o aumento da transpiração e perda de água pelas folhas, provocando necrose dos tecidos (HARTMANN e KESTER, 1997).

A flutuação da temperatura é prejudicial à sobrevivência das estacas e conseqüentemente para o seu enraizamento. Normalmente, é usado o controle térmico através de aquecedores de ambiente ou de resistências e cabos elétricos para o aquecimento do substrato. Nas condições tropicais e sub-tropicais, a temperatura do ambiente deve variar de 25 à 30°C e no substrato de 21 à 26°C (BERTOLOTI e GONÇALVES, 1980).

As temperaturas do leito de enraizamento variando de 21 a 27°C durante o dia, e ao redor de 15°C durante a noite, são satisfatórias para a maioria das diferentes espécies. Temperaturas do ar elevadas devem ser evitadas, pois o aumento do metabolismo, além de estimular o desenvolvimento de raízes, pode favorecer a perda de água pelas folhas, levando as estacas ao dessecação, tendo em vista que perda de água é sempre mais rápida do que a sua absorção. Deve-se então, induzir primeiro a iniciação radicial através de um meio artificial, onde se

⁸ CHALFUN, N.N.J. **Fatores bioquímicos e fisiológicos no enraizamento de estacas de *Hibiscus rosa-sinensis* L.** Viçosa, 1989. 85f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

mantenha a temperatura do substrato mais alta que a do ar (HARTMANN, KESTER e DAVIS, 1997).

Efeitos importantes da temperatura no enraizamento adventício de *Eucalyptus* são observados no tratamento da minicepa ou das brotações, em especial este último. CORRÊA e FETT-NETO (2004), observaram preferências de temperatura relacionadas ao enraizamento de *Eucalyptus saligna*, bem como sensibilidades diferentes a altas ou baixas temperaturas. *E. saligna* prefere temperaturas mais mornas e *E. globulus* relativamente mais frias. Choques moderados de calor nas plantas doadoras beneficiou o enraizamento de explantes de *E. saligna* não induzido por auxina, ao passo que choque do calor gerou efeitos deletérios no enraizamento de *E. globulus*. A manipulação apropriada de condições de temperatura de ambas, planta doadora o propágulo, é meio viável de modular o enraizamento adventício de propágulos e as características do sistema radicial no gênero *Eucalyptus*

2.3.2.4 Substrato

O substrato utilizado para o enraizamento das estacas é de grande importância na propagação. De modo geral, seu papel é sustentar as estacas durante o período de enraizamento, permitir aeração adequada ao desenvolvimento das raízes e proporcionar condições de umidade e nutrição para o crescimento do sistema radicial (GOMES e SILVA, 2004; XAVIER, 2002).

Segundo WENDLING, FERRARI e GROSSI. (2002b), um dos fatores que condicionam de forma limitante os padrões de qualidade das mudas no viveiro é o tipo e a qualidade do substrato. Substrato pode ser considerado qualquer material em que as sementes são plantadas, as estacas são enraizadas ou as plantas crescem e se desenvolvem e que exerce função semelhante à do solo, ou seja, dar sustentação à planta e fornecer água, nutrientes e oxigênio. Os autores citam ainda que o substrato para a produção de mudas pode ser formado por um único material ou pela combinação de diferentes tipos de materiais, como terra de subsolo, composto orgânico, moinha de carvão, casca de arroz carbonizada, vermiculita, perlita, areia, cama de aviário, esterco de curral curtido, lodo de esgoto, húmus de minhoca, entre outros.

Nos sistemas de produção de mudas em pequenos recipientes, a partir de sementes ou estacas, as características físicas do substrato são fundamentais para um equilíbrio adequado entre os seus constituintes, de forma a prover adequada relação entre macroporosidade (espaço ocupado pelo ar) e microporosidade (espaço ocupado pela água). O controle da irrigação deve manter a adequada relação entre ar e água e as adubações de cobertura devem fornecer as quantidades e proporções de nutrientes no momento exato para o crescimento das mudas e enraizamento das estacas (LOPES, 2004).

Segundo MARTINEZ e BARBOSA (1999), os substratos, muitas vezes, apresentam características físicas e químicas inadequadas, necessitando ser corrigidos. Características físicas adequadas geralmente são conseguidas mediante misturas de diversos materiais, e as químicas, pela adição de corretivos e fertilizantes. O manejo de sistemas com substratos inertes, sem capacidade de troca e que não liberam nutrientes para a solução nutritiva é, em geral, mais fácil.

Embora várias pesquisas relatem o efeito positivo de vários substratos sobre o enraizamento de estacas, nenhuma delas comprovou que o meio tem um efeito direto sobre a iniciação radicular (ZANI FILHO e BALLONI, 1988). Vários pesquisadores e silvicultores têm 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 crescimento. Embora o substrato não tenha efeito direto sobre a iniciação radicular, ele tem efeito marcante sobre a alongação das raízes, configuração do sistema radicular, sobrevivência das mudas e sucesso na repicagem e plantio da muda no campo (FRETZ, READ e PEELE, 1979⁹, citado por GONÇALVES e POGGIANI, 1996; CARNEIRO, 1995).

Em função dos diferentes tipos de materiais a serem utilizados para compor um substrato, torna-se importante determinar as suas características físicas, para selecionar o substrato que proporcione uma relação adequada entre os volumes de seus constituintes no tubete, ou seja, volume de ar, volume de água e volume de

⁹ FRETZ, T.A.; READ, P.E.; PEELE, M.C. **Plant propagation lab manual**. 3ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1979. 317p.

sólidos (VALERI e CORRADINI, 2000). DEMATTÊ (1997)¹⁰, citado por VALERI & CORRADINI (2000), observou que o substrato composto por 40% de casca de arroz carbonizada, 33% de vermiculita, 20% de Plantmax[®] e 7% de areia, entre 28 tratamentos, apresentou-se como o melhor para a produção de mudas enraizadas de estacas de eucalipto. As taxas de sobrevivência foram superiores a 80%.

¹⁰ DEMATTÊ, J.B.I. Resultados das análises conjuntas de 28, 50 e 90 dias (Projeto de desenvolvimento e experimentação de novos substratos). Jaboticabal, FCAV, 1997. 6p. (Relatório à CEPALV, 3).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAL E LOCALIZAÇÃO EXPERIMENTAL

Para o desenvolvimento dos experimentos, utilizaram-se mudas oriundas de sementes de Pomar de Sementes da *Embrapa Florestas*, produzidas no Viveiro Florestal da *Embrapa Florestas*.

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Propagação de Plantas da *Embrapa Florestas*, tendo seu início em setembro de 2004 e encerramento em outubro de 2005. A área do estudo está localizada nas coordenadas 25°20'S e 49°14'W, município de Colombo (PR) região metropolitana da capital Curitiba, a uma altitude média de 950 m. O clima da região é temperado, sempre úmido, do tipo Cfb, segundo a classificação de Köppen.

3.2 METODOS

Para o presente estudo, as seguintes definições foram empregadas (XAVIER e WENDLING, 1998):

- Minicepa: muda oriunda de sementes, que recebeu a poda do ápice, em torno de 5 a 7 cm acima do colo, que no intervalo de, aproximadamente, 20 dias emite novas brotações, que são coletadas para enraizamento.
- Miniestaca: brotação da minicepa coletada e preparada com tamanho entre 3 e 5 cm, contendo de um a três pares de folhas reduzidas à metade, para enraizamento em casa de vegetação.
- Minijardim clonal: conjunto de minicepas, acondicionadas em tubetes, em condições de viveiro, nas quais são coletadas as miniestacas para o processo de miniestaquia.

3.2.1 Formação do minijardim clonal

Para compor o minijardim clonal foram utilizadas mudas de 90 dias de idade, prontas para o plantio, com aproximadamente 30 cm de altura, em tubetes plásticos de 55 cm³, contendo substrato comercial florestal à base de casca de pinus e vermiculita.

Uma vez separadas, as mudas foram submetidas à decepta da parte aérea, em 29/10/2004, para que fossem formadas as minicepas e, conseqüentemente, o minijardim clonal. A decepta foi efetuada a 5 cm acima do colo da muda, tomando-se o cuidado de deixar, no mínimo, um par de folhas remanescentes por minicepa, para diminuir o estresse e facilitar a iniciação da brotação posterior. Em virtude da necessidade de respeitar a existência de um par de folhas na formação da minicepa, por vezes fez-se necessária a decepta acima de 5 cm, podendo chegar até 9 cm de altura.

O minijardim clonal foi instalado em estufa coberta por polietileno transparente, com janelas laterais móveis. A irrigação foi realizada três vezes ao dia, durante 15 minutos. Os tubetes com as minicepas foram dispostos em mesas de metal, com espaçamento de 10 x 10 cm. Foi mantida uma fileira de minicepas como bordadura ao redor de cada mesa, na fileira mais externa.

No Apêndice A encontram-se os valores de temperatura registrados durante o período de desenvolvimento do experimento dentro da estufa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos, 4 repetições e 10 minicepas por repetição.

3.2.2 Nutrição das minicepas

A solução nutritiva foi constituída de superfosfato simples (10,0 g L⁻¹), cloreto de potássio (4,0 g L⁻¹) e 1,0 g L⁻¹ de solução de micronutrientes FTE BR 12 (9% de Zn, 1,8% de B, 0,8% de Cu, 3% de Fe, 2% de Mn e 0,12% de Mo). A esta composição, para o experimento sobre forma de nitrogênio, foi acrescida a forma a ser testada: NO₃⁻ (da fonte KNO₃), NH₄⁺ (da fonte [NH₄]₂SO₄) e NH₄⁺+NO₃⁻ (da fonte NH₄NO₃). Para o experimento sobre dose de nitrogênio, foi utilizado apenas o NH₄⁺+NO₃⁻ como fonte de nitrogênio. As formas e doses de nitrogênio nos diferentes tratamentos podem ser observadas na Tabela 1. Nos tratamentos com diferentes formas de N as soluções de rega foram ajustadas para que somente esse nutriente

variasse nos diferentes tratamentos (Apêndice B). Para o preparo das soluções fez-se uso de adubos comerciais. As formulações dos adubos podem ser observadas no Apêndice C.

As minicepas foram regadas semanalmente com 10 mL por tubete de solução nutritiva, durante todo o período de condução do experimento.

TABELA 1: Descrição das diferentes formas e doses de N constituintes dos tratamentos.

	Tratamento	Fonte de N	Dose do adubo(g L ⁻¹)	N (mmol L ⁻¹)
formas de N	NO ₃ ⁻	KNO ₃	3,34	30,0
	NH ₄ ⁺	(NH ₄) ₂ SO ₄	2,00	30,0
	NO ₃ ⁻ + NH ₄ ⁺	NH ₄ NO ₃	1,18	30,0
doses de N	N Inferior	NH ₄ NO ₃	0,59	15,0
	N Médio	NH ₄ NO ₃	1,18	30,0
	N Superior	NH ₄ NO ₃	1,77	45,0

3.2.3 Coleta, confecção e transporte das miniestacas

A contagem e coleta de miniestacas foi realizada sempre que as brotações produzidas nas minicepas atingiam tamanho ideal para a ministaquia. Desta forma, não foi estabelecido um intervalo fixo entre as sucessivas coletas, sendo estas realizadas nas seguintes datas: 10/11/2004, 01/12/2004, 10/12/2004, 05/01/2005, 18/01/2005, 04/02/2005, 22/02/2005, 16/03/2005, 04/04/2005, 02/05/2005, 02/06/2005, 05/07/2005, 30/08/2005 e 14/10/2005, correspondendo, em dias de condução do experimento: 12, 33, 42, 68, 81, 98, 116, 138, 157, 185, 216, 249, 305 e 350 dias, totalizando 14 coletas. Em cada intervenção, todas as brotações que apresentavam tamanho suficiente para serem enquadradas nos padrões de miniestaca (acima de 3 cm) eram coletadas.

No momento do preparo do propágulo, as dimensões das miniestacas variaram de 3 a 5 cm, contendo um par de folhas reduzidas à um terço ou metade de seu tamanho original.

Imediatamente após serem coletadas e preparadas, as miniestacas foram acondicionadas em caixas de isopor, contendo água. O período entre a confecção

das miniestacas e o estaqueamento destas no substrato, dentro da casa de vegetação, foi sempre o mais reduzido possível, visando evitar a perda de turgor e a oxidação da base das miniestacas. Na primeira coleta de miniestacas foi retirado material para a análise nutricional foliar.

3.2.4 Enraizamento das miniestacas

Para o enraizamento, as miniestacas permaneceram em casa de vegetação (aproximadamente 45 dias), seguindo posteriormente para a casa de sombra, coberta com sombrite 50% (15 dias), para aclimatação, e, finalmente, para pleno sol, para rustificação, onde foram avaliadas aos 100 dias de idade.

As miniestacas foram introduzidas no substrato a 2 cm de profundidade, sendo dada atenção quanto à centralização, retidão e firmeza das miniestacas no substrato.

Não foram aplicados fitorreguladores para enraizamento das miniestacas, bem como não efetuou-se nenhum tratamento asséptico na base das mesmas.

A umidade relativa do ar no interior da casa de vegetação foi mantida acima de 80%, por meio de um sistema de nebulização controlado por *timer* e umidostato. A temperatura foi mantida em valores inferiores a 30 °C, por meio de sistema de “pad and fan”, controlado por termostato.

A luminosidade no interior da casa de vegetação foi reduzida em 50%, por meio de malha termorefletora tipo aluminet, colocada externamente nas partes superior e lateral.

As miniestacas provenientes dos 6 diferentes tratamentos aplicados às minicepas, foram estaqueadas em 5 diferentes substratos. Foram utilizadas, para tanto, as coletas aos 12, 33, 81, 98, 116 dias, nos tratamentos observados no Quadro 1.

QUADRO 1: Composição das misturas de substratos utilizadas no enraizamento das miniestacas de *E. dunnii*.

Substrato	Composição
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})

Outras misturas de substratos foram testadas, sejam elas: vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1); vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1) + adubação incorporada; vermiculita média + adubação incorporada; substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz in natura (1:1:1) + adubação incorporada. Entretanto, em virtude de adversidades ambientais, tais como infestação de insetos e mal funcionamento do controle de umidade na casa de vegetação, ocorreram perdas parciais nos experimentos que impediram sua mensuração, fazendo com que somente os cinco substratos anteriormente citados (Quadro 1) fossem devidamente avaliados.

A composição química e física dos substratos foi determinada segundo a metodologia publicada em EMBRAPA (1997), no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da *Embrapa Florestas* (Apêndice D).

3.2.5 Produção de biomassa

Nas coletas feitas aos 157, 185, 216 dias (9^a, 10^a e 11^a coletas, respectivamente) fez-se a determinação do peso seco das brotações, visando avaliar a quantidade de biomassa total produzida por tratamento.

Após a coleta, todos os brotos foram acondicionados em sacos de papel e levados para estufa com circulação forçada, à temperatura constante de 60 °C, por 72 h, para secagem. Após obtenção de peso constante, os brotos foram pesados em

balança de precisão, para determinação do peso da matéria seca, e transformados em gramas de matéria seca por minicepa.

3.2.6 Análise foliar

A determinação dos elementos contidos nas folhas das brotações (miniéstacas) foi feita no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da *Embrapa Florestas*. Para isto, fez-se a coleta de biomassa foliar na terceira coleta de miniéstacas, aos 42 dias de condução do minijardim clonal.

Para análise do material vegetal fez-se a digestão nitro-perclórica para os elementos P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn, e digestão sulfúrica micro Kjeldal para nitrogênio. As determinações foram realizadas utilizando-se destilação e titulação para N, colorimetria para P, fotometria de chama para K e espectrofotometria de absorção atômica – chama para os demais elementos citados, seguindo metodologia proposta por SILVA (1999).

3.2.7 Avaliações do processo de miniestaquia.

As avaliações foram compostas pela sobrevivência das minicepas e produção individual de miniéstacas por minicepa (PRODMC), configurando a produção de miniéstacas em cada coleta, produção de miniéstacas por metro quadrado (PRODMQ) e a produção de miniéstacas por dia (NMD), em cada tratamento, visto que as coletas realizavam-se em períodos variados de tempo.

As avaliações das miniéstacas postas para enraizar consistiram de: sobrevivência na saída da casa de vegetação (SOBCV), sobrevivência na saída da casa de sombra (SOBCS) e enraizamento em pleno sol (ENRPS). Aos 100 dias de idade, a avaliação constou ainda do vigor vegetativo (altura e diâmetro do colo) das mudas.

Os dados resultantes foram transformados para $\text{arc sen } \sqrt{\frac{P}{100}}$ e submetidos à análises de variância, tendo as médias discriminadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A normalidade dos dados foi testada através do teste de Lilliefors. A análise dos dados foi feita no software SAEG, versão 5.0/1993, da UFV.

3.2.8 Avaliações do vigor vegetativo das mudas formadas a partir das miniestacas da 7ª coleta

Nas mudas formadas a partir das miniestacas coletadas em 22/02/2005 (7ª coleta), no substrato T5 (Quadro 01), foram tomadas as seguintes medidas, aos 100 dias de idade: diâmetro, altura, área foliar, peso da massa fresca da folha (PFF), peso da massa seca da folha (PSF), peso da massa fresca do caule (PFC), peso da massa seca do caule (PSC), peso da massa fresca da raiz (PFR) e peso da massa seca da raiz (PSR). Para esta avaliação foi feita o sorteio de 2 mudas por repetição, totalizando 8 mudas por tratamento.

Aos 100 dias de idade fez-se a lavagem completa da muda, com especial cuidado para que as raízes estivessem perfeitamente limpas e não sofressem injúrias durante o processo. Após lavadas, as mudas foram secas com papel toalha e, em seguida, tiveram cada uma de suas estruturas (folha, caule e raiz) pesadas separadamente, em balança de precisão, para a determinação do peso fresco das mesmas, em gramas.

Após a pesagem das folhas foi determinada a área foliar, em cm^2 , com o auxílio do aparelho Winrhizo, no Laboratório de Fitotecnia, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da UFPR.

Para a determinação do peso da massa seca, as estruturas foram mantidas em estufa a 60 °C por 72 horas, e posteriormente pesadas em balança de precisão.

Os dados resultantes foram submetidos à análises de variância, tendo as médias discriminadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A análise dos dados foi feita no software SAEG, versão 5.0/1993, da UFV.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CAPITULO 1

Efeito de diferentes formas de nitrogênio e substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden

4.1.1 Produtividade e sobrevivência das minicepas

Observou-se coeficiente de correlação baixo, igual a 19, 28 e 40% para os tratamentos NO_3^- , NH_4^+ e $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$, respectivamente (Apêndice E), na análise dos dados quando consideradas as coletas em diferentes dias, ou seja, um dado de natureza quantitativa. Assim sendo, optou-se por apresentar os dados como foram observados a campo, em figuras que apresentam a média dos diferentes tratamentos.

A Tabela 2 mostra a média de produção de miniestacas por minicepa (PRODMC) e a produção de miniestacas por metro quadrado (PRODMQ) nas diferentes coletas.

TABELA 2: Médias da produção de miniestacas por minicepa (PRODMC), por metro quadrado (PRODMQ) e produção por metro quadrado por ano (PMA) no minijardim clonal de *E. dunnii*, em função do número de coletas, formas e doses de N testadas.

Tratamento	PRODMC														Média
	Coleta (intervalo entre coletas)														
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	12 ^a	13 ^a	14 ^a	
	(12)	(21)	(9)	(26)	(13)	(17)	(18)	(22)	(19)	(28)	(31)	(33)	(56)	(45)	
NO₃⁻	2,30 a	1,18 a	3,12 a	2,95 a	2,05 ab	2,02 a	2,45 b	2,90 a	2,02 b	2,42 a	2,88 b	2,52 b	4,13 a	2,94a	2,54 b
NH₄⁺	2,65 a	1,42 a	3,38 a	3,05 a	2,48 a	2,50 a	3,42 a	3,30 a	2,85 ab	2,48 a	3,62 ab	3,28 ab	5,02 a	3,35a	3,03 a
NO₃⁻ + NH₄⁺	2,40 a	1,08 a	3,52 a	2,78 a	1,60 b	2,42 a	3,02 ab	3,02 a	3,25 a	2,52 a	4,02 a	3,78 a	4,24 a	3,70a	2,90 a

Tratamento	PRODMQ														PMA
NO₃⁻	524,2	267,8	712,3	672,4	467,2	461,5	558,4	661,0	461,5	552,7	655,3	575,5	941,4	669,1	8180,3
NH₄⁺	604,0	324,8	769,2	695,2	564,1	569,8	780,6	752,1	649,6	564,1	826,2	746,4	1145,3	763,5	9755,0
NO₃⁻ + NH₄⁺	547,0	245,0	803,4	632,5	364,7	552,7	689,5	689,5	740,7	573,6	916,1	860,4	967,4	843,3	9425,8

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

A Tabela 2 permite observar que o tratamento NH_4^+ destacou-se estatisticamente nas coletas 5 e 7. Na coleta 3 esta forma de N apresentou menor média que no tratamento contendo as duas formas de nitrogênio, ao passo que, a partir da coleta 9, com exceção da coleta 13, apresentou-se sempre menor que o tratamento contendo ambas as formas, identificando uma estabilização e pequena queda na produção das miniestacas, possivelmente em função da maior produção obtida no início do experimento. Ainda assim, quando observada a média geral ao final das 14 coletas, os tratamentos contendo NH_4^+ apresentam diferença significativa em relação àquele contendo somente NO_3^- como forma de nitrogênio.

A média geral de produção de miniestacas por minicepa (PRODMC), igual a 2,82 unidades, é condizente com os resultados observados por WENDLING (1999), WENDLING, XAVIER e TITON (1999), WENDLING et al. (2000), TITON (2001), SOUZA JUNIOR e WENDLING (2003), TORRES (2003) e MORI DA CUNHA, WENDLING e SOUZA JUNIOR (2005), para manejo de minijardim clonal do gênero *Eucalyptus* em recipientes do tipo tubete.

Já a produtividade de minicepas por metro quadrado, por ano (PMA), com média de 9.120 miniestacas $\text{m}^{-2} \text{ano}^{-1}$, apresenta-se como um valor considerado bom para esse sistema de minijardim clonal (em tubete), visto que em sistemas de minijardim clonal hidropônico, em canaletão, esse valor pode variar de 7.488 até 41.480 miniestacas $\text{m}^{-2} \text{ano}^{-1}$, para diferentes espécies e híbridos de *Eucalyptus* (ALFENAS et al., 2004).

Considerando-se que a maior produção de miniestacas está relacionada à maior produção de biomassa, então os resultados corroboram aqueles obtidos por LOCATELLI et al. (1984), que observaram a maior produção de biomassa aérea em mudas de *Eucalyptus grandis* submetidas à forma nitrogenada NH_4^+ em comparação com NO_3^- . Já no quesito biomassa radicular, os autores observaram o contrário, isto é, maior produção para a segunda forma em detrimento da primeira.

A forma nitrogenada NO_3^- mostrou médias de PRODMC menores que os demais tratamentos nas coletas 7, 9, 11 e 12, assim como na média geral (Tabela 2). Isso reflete as observações de NEVES, GOMES e NOVAIS (1990), acerca da preferência do gênero *Eucalyptus* pela forma amoniacal em detrimento da nítrica nas formulações de soluções nutritivas.

A Figura 1 mostra a produção de miniestacas por minicepa (PRODMC) com relação às diferentes coletas durante o período de experimento.

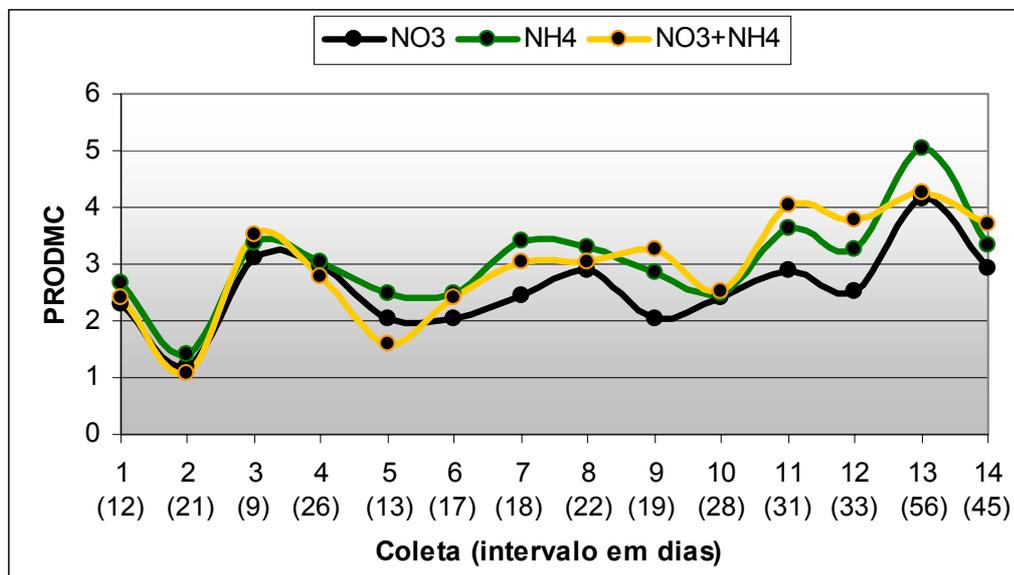


FIGURA 1: Número de miniestacas produzidas por minicepa (PRODMC) nas 14 coletas efetuadas no minijardim clonal de *E. dunnii*, para as três formas de N testadas.

A Figura 1 mostra uma produção de miniestacas aproximadamente estável com o passar do tempo. Na segunda coleta observa-se uma queda na produção de miniestacas para os três tratamentos, fato este atribuído ao possível estresse causado às mudas em virtude da primeira coleta. O mesmo foi observado por SOUZA JUNIOR e WENDLING (2003), na miniestaquia da mesma espécie.

A partir da segunda coleta, observa-se uma seqüência de maiores ou menores produções, sendo que a partir da 6ª coleta (98 dias), o tratamento NO₃⁻ apresenta médias permanentemente abaixo dos demais tratamentos. Convém salientar que em nenhuma das coletas este tratamento apresentou a maior média dentre os tratamentos.

Já os tratamentos NH₄⁺ e NO₃⁻ + NH₄⁺ intercalaram-se na posição de maior média de PRODMC, ficando o primeiro com maiores médias nas coletas 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 e 13, ao passo que o segundo mostrou maior média de PRODMC nas demais coletas. Fica claro, nesse caso, a elevada produção que o tratamento NH₄⁺ promoveu nas primeiras 8 coletas, até 138 dias de experimento, observando-se,

após esse momento, uma diminuição na produção quando comparada ao tratamento $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$, que manteve-se produtivo por mais tempo, superando o primeiro nas demais coletas (9^a, 10^a, 11^a, 12^a e 14^a). A “preferência” do gênero *Eucalyptus* pela forma nitrogenada NH_4^+ já foi relatada por outros autores, tais como LOCATELLI et al., (1984), SHEDLEY, DELL e GROVE (1993), GRESPAN, DIAS e NOVAIS (1998) e SMETHURST et al. (2004).

A produção de miniestacas apresentada na Figura 1 é ilustrada no momento da intervenção (coleta). Na Figura 2 são apresentadas as médias de produção de miniestacas por dia (NMD), durante o manejo do minijardim clonal, permitindo a análise do desempenho do processo com o passar do tempo.

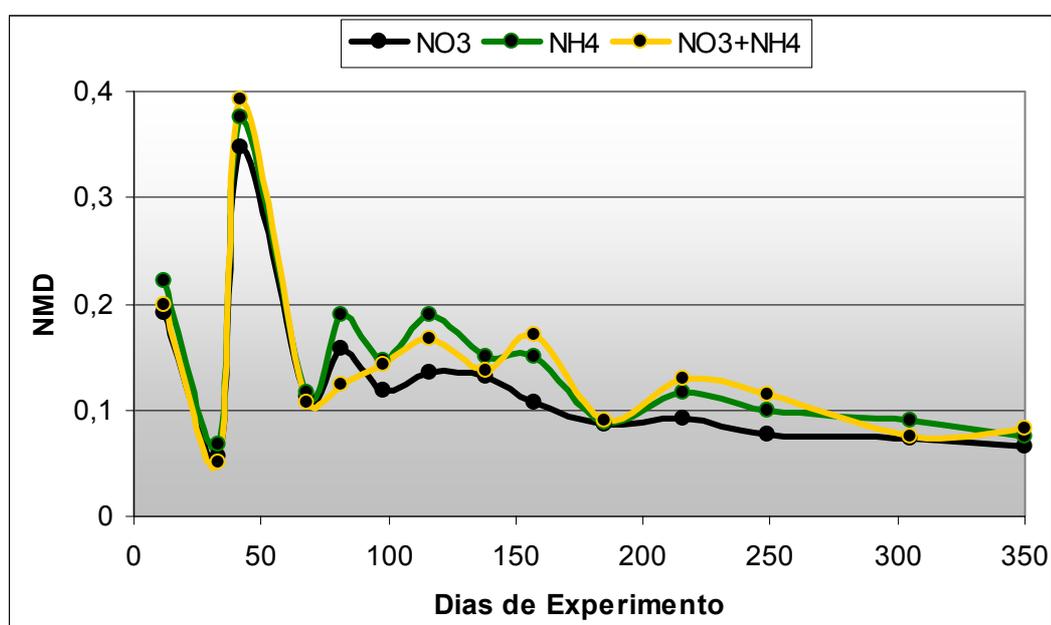


FIGURA 2: Número de miniestacas produzidas por dia (NMD), durante 350 dias, para as três formas de N testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

A Figura 2 mostra queda na produção da segunda coleta, possivelmente influenciada pelo impacto da primeira coleta, seguida por uma elevada produção de estacas por dia na terceira coleta, superior a todas as outras, indicando o momento em que a adubação e o estado juvenil das minicepas promoveram uma elevada produção de miniestacas.

A elevada produção de minicepas na coleta 3 pode ser em parte explicada pela baixa produção observada na coleta 2, tendo permanecido, dessa forma,

muitos propágulos que não foram aproveitados nesta coleta para serem coletados naquela. A Figura 2 mostra uma tendência cíclica na produtividade das minicepas, ou seja, até a coleta 11 (216 dias), uma produtividade alta era sempre seguida de uma produtividade baixa, que na seqüência era sucedida por uma produtividade novamente alta. A partir da coleta 11, o possível efeito cíclico na produção de brotos pelas minicepas deixou de ser observado, sendo que os valores de produtividade passaram a apresentar ligeira queda até a coleta final, aos 350 dias. Tal fato pode estar ligado à condição nutricional das minicepas ou ao princípio de exaustão das mesmas. WENDLING (1999) observou efeito cíclico na sobrevivência das miniestacas oriundas de híbridos de *Eucalyptus*, nas sucessivas coletas.

WENDLING (2002) observou uma tendência de diminuição na produção das minicepas de *Eucalyptus grandis* a partir da 7ª coleta, fato também observado por TITON (2001) para a mesma espécie.

A Figura 3 apresenta a distribuição sazonal da produção de miniestacas por minicepa (PRODMC), durante os 350 dias de condução do experimento.

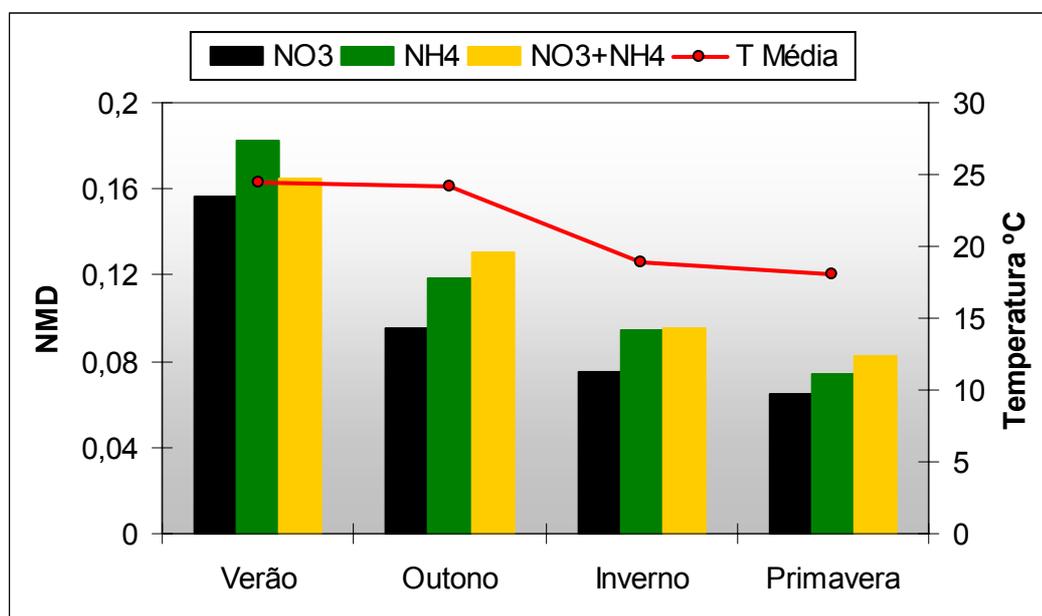


FIGURA 3: Número de miniestacas produzidas por dia (NMD) nas quatro estações do ano, para as diferentes formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

O intervalo entre coletas foi crescente à medida em que o experimento era conduzido (1ª coleta = 12 dias; 14ª coleta = 45 dias), fazendo com que a distribuição

das coletas nas diferentes estações do ano fosse desigual, ou seja, o verão contou com 8 coletas, o outono com 3 coletas, o inverno com 2 e a primavera com somente 1 coleta. Tal dado evidencia a grande viabilidade das minicepas no princípio de seu manejo, que é perdida com o passar do tempo.

A Figura 3 mostra que o tratamento NH_4^+ esteve com produtividade superior ou igual ao tratamento $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ nas estações de verão e inverno, ao passo que este esteve superior nas demais estações, demonstrando um equilíbrio entre os dois tratamentos. Identifica-se também que o tratamento NO_3^- apresentou-se sempre com média de miniestacas produzidas por dia inferior aos demais tratamentos, retratando novamente os resultados observados na Tabela 1 e Figuras 1 e 2.

MACRAE e REIS (1997), ao estudar o efeito da sazonalidade na miniestaquia de *Eucalyptus globulus* em Portugal, com minicepas de um ano de idade, observaram que as estações outono e primavera deveriam ser priorizadas para a propagação em função do maior enraizamento obtido. Os autores notaram ainda que, nas estações primavera e verão, a produtividade de miniestacas dobrava quando comparada aos meses de outono e inverno, mesmo quando era feita suplementação lumínica nos meses de dias mais curtos.

A produção de microestacas, de acordo com ASSIS, ROSA e GONÇALVES (1992), e XAVIER e COMÉRIO (1996), e de miniestacas, segundo WENDLING, XAVIER e TITON (1999), apresenta variação não somente em função do tempo de manejo no minijardim clonal, como também de acordo com a temperatura, que pode influenciar a emissão de novas brotações. A temperatura pode, notadamente, ter sido um fator determinante da menor produção de miniestacas observada no período de inverno, e subsequente primavera (Figura 3).

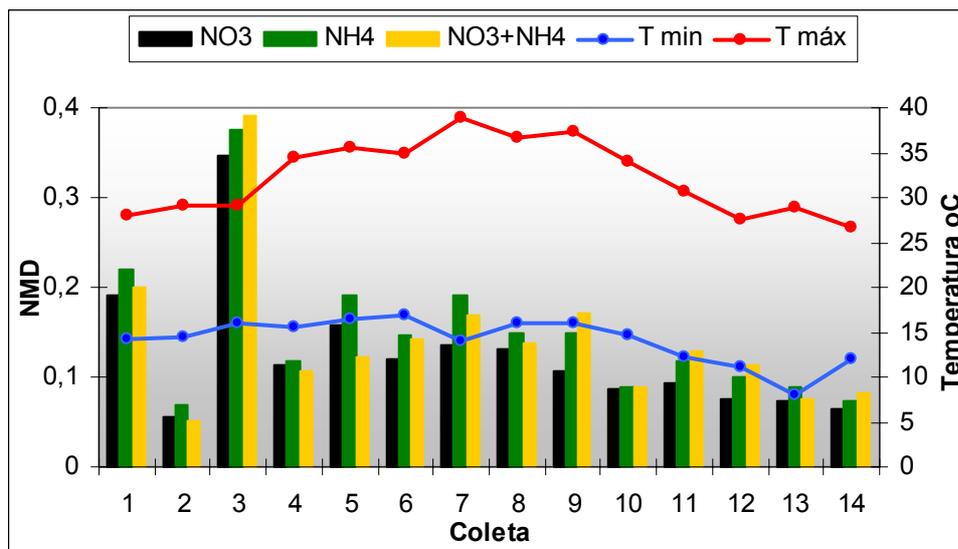


FIGURA 4: Número de miniestacas de *E. dunnii* produzidas por dia (NMD) em função das diferentes formas de nitrogênio, coletas e temperaturas mínimas e máximas (em °C).

A Figura 4 mostra a grande amplitude térmica observada entre as coletas, dentro da estufa onde encontravam-se alocadas as minicepas do experimento. Na coleta 7, por exemplo, observa-se uma amplitude da temperatura média superior a 25 °C (T mín = 13,9 °C ; T máx = 39 °C) fator que afeta sobremaneira a produtividade das minicepas (BERTOLOTTI e GONÇALVES, 1980; HARTMANN, KESTER e DAVIS, 1997; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001a; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001b; XAVIER, 2002).

Podemos observar na Figura 4 que a queda nos valores médios de temperaturas máximas e mínimas é acompanhada pela queda nas médias de NMD para todos os tratamentos, a partir da coleta 9. Tal fato pode ser atribuído tanto à queda nos valores de temperatura quanto à possível perda de vigor das minicepas após 9 coletas, fato observado por outros autores (WENDLING, 1999; WENDLING et al., 1999; WENDLING et al., 2000; TITON, 2001; TORRES, 2003; MORI DA CUNHA et al., 2005), para manejo de jardim miniclinal do gênero *Eucalyptus* em tubetes.

É comum observar sobrevivência elevada das minicepas em um minijardim clonal (ALFENAS et al., 2004). A Figura 5 mostra a sobrevivência das minicepas no período de condução do experimento.

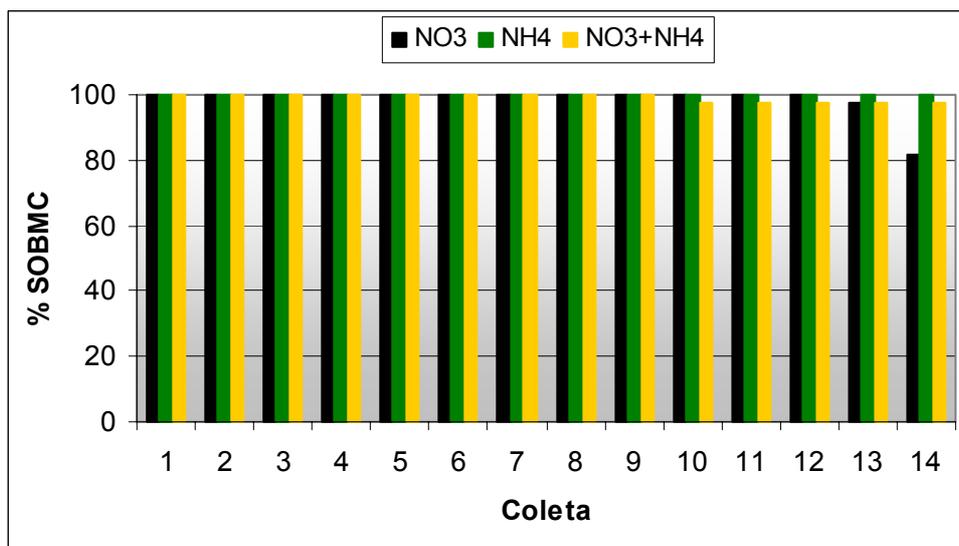


FIGURA 5: Percentual de sobrevivência das minicepas (% SOBMC) de *E. dunnii* nas 14 coletas efetuadas, para as três formas de nitrogênio testadas.

A Figura 5 mostra uma sobrevivência elevada da fonte de propágulos durante o manejo do experimento, característica comum nesse tipo de propagação vegetativa. Os valores abaixo de 100% observados para NO₃⁻ + NH₄⁺ a partir da coleta 10 e para NO₃⁻ a partir da coleta 13 refletem o estado nutricional mais adequado das minicepas que recebiam apenas a forma nitrogenada NH₄⁺, visto que esta propiciou sobrevivência de 100% das minicepas até o final do experimento. Convém ressaltar que até os 185 dias, a sobrevivência de 100% era observada para todos os tratamentos.

WENDLING (1999), SOUZA JUNIOR e WENDLING (2003), e MORI DA CUNHA, WENDLING e SOUZA JUNIOR (2003), observaram sobrevivência elevada (superior a 95%) na miniestaquia de *E. dunnii*, clones híbridos de *Eucalyptus* e *E. benthamii*, respectivamente. Tal resultado revela mais uma vez o sucesso que esse processo de propagação vegetativa mostra para as diferentes espécies do gênero *Eucalyptus*.

A Figura 6 apresenta a produção de biomassa seca nos diferentes tratamentos de adubação nitrogenada testados.

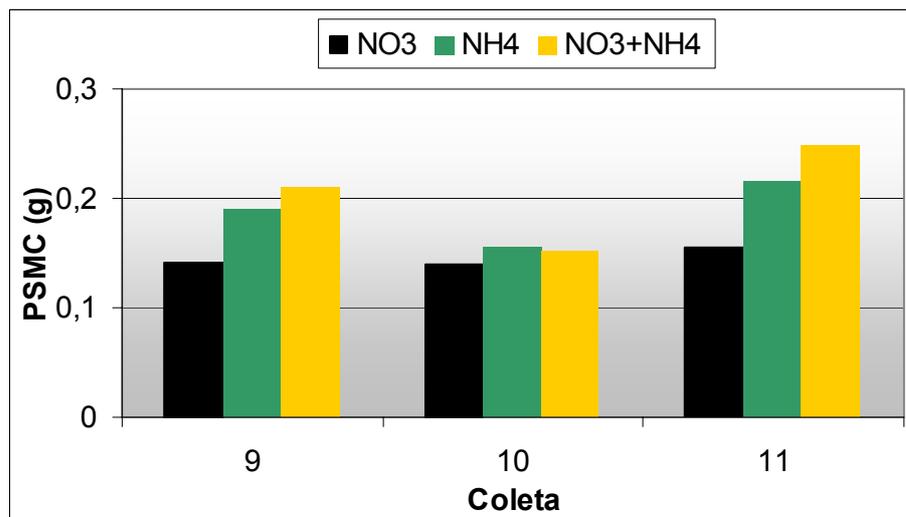


FIGURA 6: Produção de massa seca por minicepa (PSMC), para três coletas (9, 10 e 11) e três formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

A Figura 6 mostra a produção de biomassa seca inferior para o tratamento NO_3^- nas três coletas avaliadas, destacando que, embora a diferença na produção de miniestacas por minicepa (Tabela 2) não tenha sido identificada estatisticamente em 10 das 14 coletas efetuadas, observou-se sempre um aspecto morfológico inferior das miniestacas deste tratamento quando comparado com os demais, apresentando área foliar, espaço internodal e comprimento total da brotação visivelmente menores.

Já o tratamento NH_4^+ mostra valor de PSMC maior na 10ª coleta, ao passo que $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ apresenta maior PSMC nas coletas 9 e 11. Isso mostra a variação observada no minijardim clonal e igualmente identificada na Tabela 2, onde estes tratamentos revezam-se como maiores produtores de miniestacas por minicepa.

HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES (2002), trabalhando com *E. grandis* x *E. urophylla*, em minijardim clonal hidropônico fechado, em substrato de espuma à base de resina fenólica, obtiveram um acúmulo de biomassa seca das brotações da ordem de 0,67, aos 7 dias de condução, até 3,31 g por planta, aos 28 dias de condução. Esses valores encontram-se bem acima dos valores obtidos por este trabalho (média geral de produção de massa seca por minicepa foi de 0,18 g planta⁻¹), fato que pode ser explicado pelo intenso manejo e nutrição intensiva administrados às minicepas do trabalho anteriormente citado (sistema hidropônico).

4.1.2 Estado nutricional das miniestacas

A Tabela 3 apresenta a análise foliar de *E. dunnii* na primeira coleta de miniestacas do minijardim clonal, para os diferentes tratamentos, e a Tabela 4 mostra os valores ideais, elevados, baixos e deficientes para os nutrientes avaliados.

TABELA 3: Análise química foliar realizada após a terceira coleta de miniestacas no minijardim clonal de *E. dunnii*, para as três formas nitrogenadas testadas.

Tratamento	Nutriente								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹			
NO₃⁻	24,21	2,67	12,12	6,98	2,21	10,5	179	687	69,5
NH₄⁺	25,78	2,83	11,91	8,91	2,93	11,2	199	815	85,1
NO₃⁻ + NH₄⁺	23,64	2,67	17,28	8,34	2,72	12,3	227	795	77,0

TABELA 4: Teores dos macro e micronutrientes considerados adequados, acima e abaixo dos adequados e deficientes para brotações de *Eucalyptus*, com idade entre 7 e 14 dias, em condição de minijardim clonal.

Teor nutricional	Nutriente								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹			
Alto	> 40	>4	>30	>7	>4	>115,2	>220	>700	>80
Adequado	28-40	2,5-4	15-30	5-7	2-3	8-15	101-220	250-500	30-60
Baixo	20-28	1,5-4	10-15	3-5	1-2	5-8	75-100	150-250	20-30
Deficiente	<20	<1,5	<10	<3	<1	<5	<75	<150	<20

FONTE: Adaptada de HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES, 2000c.

Ao comparar os valores observados na Tabela 3 com os valores de alto a deficiente apresentados pela Tabela 4, observa-se que N e K apresentam-se baixos (exceto K para NO₃⁻ + NH₄⁺), Ca, Mn e Zn apresentam-se altos, enquanto os demais elementos (P, Mg, Cu, Fe) mantiveram-se em níveis adequados. Convém ressaltar que a distância entre os valores observados e os considerados ideais foi pequena,

bem como não foi observada sintomatologia de deficiência ou toxicidade de nenhum nutriente durante a execução do experimento.

Segundo HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES (2002), a toxicidade por manganês é comumente observada na produção de estacas. A concentração desse micronutriente nas folhas pode até mesmo ultrapassar 1000 mg kg^{-1} , fato observado por WENDLING (1999). Neste trabalho, os valores de Mn mantiveram-se em padrões considerados altos por HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES (2000c), no manejo de um minijardim clonal, sem contudo terem sido identificados sintomas de toxicidade.

HIGASHI et al. (2000a), determinaram, com base em estudos de nutrição de 14 clones e híbridos do gênero *Eucalyptus*, as seguintes condições de um bom estado nutricional da minicepa, e, por conseguinte, da miniestaca: 1) concentrações de P abaixo de $3,5 \text{ g kg}^{-1}$; 2) nível crítico de Ca em $5,5 \text{ g kg}^{-1}$; 3) Mg menor que $2,5 \text{ g kg}^{-1}$, para alcançar índices de enraizamento superiores a 70%; 4) a faixa adequada da relação Ca/P varia de 1,1 a 2,1; 5) a relação Ca/N deve estar acima de 0,12; 6) a faixa adequada da relação N/P é acima de 9; 7) A relação Ca/Mg ideal deve estar acima de 2. Considerando as afirmações dos autores, os valores da Tabela 3 encontram-se todos dentro da faixa ideal, exceto Ca para todos os tratamentos e Mg para os tratamentos NH_4^+ e $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$, denotando uma condição de equilíbrio nutricional das miniestacas favorável ao enraizamento.

Com relação ao elemento Ca, autores como BELLOTE (1979), e ARAÚJO, SANTANA e SOUZA (2001) destacam que no gênero *Eucalyptus*, este pode ocupar até mesmo a primeira ou segunda posição como nutriente em maior quantidade nas folhas, sem contudo apresentar sintomas de toxicidade.

4.1.3 Resultado da sobrevivência, enraizamento e vigor vegetativo das miniestacas

Os resultados da análise de variância para as características de sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação, sobrevivência na saída da casa de sombra, enraizamento em pleno sol, altura e diâmetro do colo das mudas aos 100 dias de idade encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5: Resultados da análise de variância da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV), da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra (SOBCS) e enraizamento em pleno sol (ENRPS), da altura (ALT) e do diâmetro do colo (DC) das mudas de *E. dunnii* aos 100 dias de idade, para os cinco substratos estudados.

CV	GL	Quadrados Médios				
		SOBCV ¹ (%)	SOBCS ¹ (%)	ENRPS ¹ (%)	ALT (cm)	DC (mm)
Forma de N	2	521,73 ^{ns}	483,41*	431,15*	0,358*	0,038*
Substrato (Sub)	4	1.899,82**	1.053,53 **	730,59**	97,10**	0,376**
Forma * Sub	8	156,30 ^{ns}	290,92*	433,98**	6,65*	0,043*
Resíduo	42	135,36	109,87	117,79	2,39	0,015
Média geral	-	53,52	38,49	33,19	7,76	1,02
CV _{exp.} (%)	-	21,74	27,23	32,69	19,92	12,08

“**” 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 $\text{arc sen } \sqrt{P/100}$, em virtude de não apresentarem normalidade pelo teste de Lilliefors.

Observaram-se coeficientes de variação experimental de 12,08 até 32,69% (Tabela 5), valores estes que, segundo GOMES (1985) e STORCK et al. (2000), são considerados médios para sobrevivência na saída da casa de vegetação (SOBCV), altura (ALT) e diâmetro no colo (DC) das mudas, e altos para os valores percentuais de sobrevivência na saída da casa de sombra (SOBCS) e enraizamento em pleno sol (ENRPS). Porém, embora altos, estes valores correspondem aos encontrados na literatura, em trabalhos com miniestaquia do gênero *Eucalyptus*, tais como os de WENDLING (1999), GOMES et al. (2002), WENDLING (2002) e TITON et al. (2003).

Embora a sobrevivência das miniestacas em casa de vegetação não signifique sucesso no enraizamento, é fator preponderante para que se alcance este objetivo (IRITANI e SOARES, 1983). A Tabela 6 apresenta a sobrevivência das miniestacas quando da saída da casa de vegetação (SOBCV).

TABELA 6: Médias da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV), em função do substrato e das três formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Tratamento	SOBCV (%)					Média
	T1	T2	T3	T4	T5	
NO_3^-	50,0 A a	62,5 A a	70,0 A a	30,0 A b	60,0 A a	54,5 B
NH_4^+	57,5 A ab	77,5 A a	77,5 A a	27,5 A b	87,5 A a	65,5 AB
$\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$	67,5 A ab	82,5 A a	62,5 A ab	37,5 A b	87,5 A a	67,5 A
Média	58,3 b	74,2 ab	70,0 ab	31,7 c	78,3 a	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

A Tabela 6 mostra que a forma de N não foi determinante na sobrevivência das miniestacas nos diferentes substratos, tendo identificado diferença estatística somente na média geral, onde destaca-se o tratamento $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$, seguido de NH_4^+ e, figurando com a menor média, NO_3^- . Já as diferentes formulações de substratos determinaram diferenças na sobrevivência, destacando-se as maiores médias do substrato composto pela mistura de casca de arroz carbonizada, substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita (T2), sendo menos indicado, considerando o item SOBCV, o substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita (T4).

Observou-se que as miniestacas que não emitiram raízes na casa de vegetação (raízes não observadas na extremidade do tubete) apresentavam degeneração logo que eram transferidas para casa de sombra. Tal fato pode ter ocorrido por causa do consumo das reservas energéticas das miniestacas até este período, sem a formação de raízes, o que é essencial para a manutenção da sobrevivência (WENDLING, 1999).

Exceto pelos valores observados no tratamento T4, os demais estiveram sempre iguais ou acima de 50%, valor esse considerado normal, e observado por outros autores (WENDLING, 1999; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001b).

Embora não tenham sido detectadas diferenças estatísticas dentro de cada substrato, observa-se uma pequena vantagem percentual de sobrevivência da forma NH_4^+ sobre as demais no T3, da forma NO_3^- no T5 da forma $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ nos substratos T1, T2 e T4. Tais diferenças ficam evidenciadas na comparação das

médias gerais das formas testadas, onde NH_4^+ destaca-se dos demais, ao passo que NO_3^- é a que apresenta menor média de sobrevivência.

A fase de enraizamento em casa de vegetação também é influenciada pela temperatura, devendo ser mantida, sempre que possível, em valores que oscilem entre 25 e 30 °C. Entretanto, para a região deste estudo, onde prevalecem grandes oscilações de temperatura durante um único dia, faz-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 de *Eucalyptus globulus x maidenii* na saída da casa de vegetação de 55%, em seus trabalhos na região de Guaíba – RS, local com grande amplitude térmica diária.

Observou-se que as miniestacas com sinais de sobrevivência (coloração verde natural) na saída da casa de vegetação, sem entretanto apresentarem raízes formadas, secaram após um ou dois dias em aclimação na casa de sombra, o que pode ser creditado às mudanças drásticas nas condições ambientais, demonstrando maior confiança na realização destas avaliações a partir da aclimação (WENDLING, 1999).

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados da avaliação da sobrevivência na saída da casa de sombra (SOBCS), para os cinco substratos estudados, em função da forma de nitrogênio ministradas às minicepas.

TABELA 7: Médias da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra (SOBCS), em função do substrato e das diferentes formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Tratamento	SOBCS (%)					Média
	T1	T2	Substrato			
			T3	T4	T5	
NO_3^-	30,0 A a	32,5 A a	45,0 A a	17,5 A a	30,0 B a	31,0 B
NH_4^+	40,0 A b	45,0 A ab	52,5 A ab	7,5 A c	75,0 A a	44,0 A
$\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$	50,0 A ab	57,5 A a	40,0 A ab	25,0 A b	50,0 AB ab	44,5 A
Média	40,0 a	45,0 a	45,8 a	16,7 b	51,7 a	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Os dados expostos na Tabela 7 mostram que o substrato T4 obteve os menores valores médios de sobrevivência na saída da casa de sombra (SOBCS), fato que pode ser atribuído às condições inadequadas do substrato comercial em questão para a técnica de miniestaquia, em função de uma inadequada relação aeração:drenagem e presença de partículas de elevada granulometria, que podem, em algumas situações, formarem barreiras ao desenvolvimento radicial ou provocarem injúrias mecânicas na miniestaca no momento em que a mesma é fixada no substrato.

A diferença entre as formas de N testadas foi identificada estatisticamente somente no tratamento T5, onde a forma NH_4^+ apresentou média superior aos demais tratamentos. Esse fato reflete a grande plasticidade que as espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam, inclusive na adaptação à forma nitrogenada na fertirrigação. Quando observada a comparação entre as médias gerais das formas, observa-se destaque das formas $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ e NH_4^+ , e baixo valor para a forma NO_3^- .

A Tabela 8 apresenta as médias de enraizamento em pleno sol, após o período de rustificação, para as três formas de nitrogênio e cinco formulações de substratos testados.

TABELA 8: Médias de enraizamento das miniestacas em pleno sol (ENRPS), em função do substrato e das diferentes formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Tratamento	ENRPS (%)					Média
	T1	T2	Substrato		T5	
			T3	T4		
NO_3^-	27,5 A a	22,5 B a	30,0 A a	15,0 A a	22,5 B a	23,5 B
NH_4^+	35,0 A b	37,5 AB ab	35,0 A b	5,0 A b	70,0 A a	36,5 A
$\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$	42,5 A ab	55,0 A a	15,0 A b	25,0 A ab	35,0 B ab	34,5 AB
Média	35,0 a	38,3 a	26,7 ab	15,0 b	42,5 a	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

A forma NH_4^+ proporcionou média superior em todos os substratos testados, denotando que esta forma de N foi mais adequada para a nutrição da minicepa no minijardim clonal (Tabela 8).

Com relação ao substrato, observaram-se baixas médias de sobrevivência nos tratamentos T3 e T4, que refletem os resultados anteriormente observados, na saída da casa de vegetação e da casa de sombra.

O substrato T5 mostra novamente médias superiores ou iguais às superiores dos demais tratamentos, confirmando a congruência deste substrato com os melhores resultados observados em todas as fases da miniestaquia até aqui detalhadas. T2 e T1 apresentam-se também em destaque pelas maiores médias de sobrevivência observadas.

A média geral de sobrevivência foi de 42,5%, para T5, e 15% para T4, onde observaram-se as menores médias. Tais valores podem ser considerados baixos quando comparados aos observados por WENDLING (2002), superiores a 50%, podendo chegar a 87,8%. Segundo ELDRIDGE et al. (1994), a sobrevivência e enraizamento no processo de miniestaquia, mesmo ao se trabalhar com híbridos de *Eucalyptus*, pode apresentar variações da ordem de 1 a 90%.

Nas Tabelas 6, 7 e 8, as médias obtidas com a forma nitrogenada NO_3^- sempre são estatisticamente inferiores àquelas observadas nos tratamentos contendo NH_4^+ , para a sobrevivência das miniestacas. Tal fato pode estar correlacionado ao maior consumo energético requerido na absorção de NO_3^- se comparado à NH_4^+ , que, aliado ao estresse da propagação vegetativa, promoveu o esgotamento e morte das miniestacas oriundas de minicepas fertirrigadas com a forma NO_3^- .

A altura e o diâmetro do colo são características importantes para a classificação das mudas em termos de qualidade, aliados à facilidade de mensuração, embora sejam características facilmente modificadas em função do manejo empregado na produção das mudas (CARNEIRO, 1995). Na Tabela 9 são apresentadas as médias de altura das mudas avaliadas aos 60 dias de idade.

TABELA 9: Médias da altura das mudas aos 100 dias de idade, em função do substrato e das três formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Tratamento	Altura (cm)					Média
	Substrato					
	T1	T2	T3	T4	T5	
NO₃⁻	5,63 A bc	10,49 A ab	5,02 A c	7,61 A abc	11,24 A a	8,00 A
NH₄⁺	6,77 A b	9,80 A a	4,34 A b	6,30 AB b	11,11 A a	7,66 A
NO₃⁻ + NH₄⁺	8,72 A b	11,02 A a	3,94 A c	3,86 B c	10,54 A a	7,62 A
Média	7,04 b	10,44 a	4,43 c	5,92 bc	10,96 a	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Observou-se uma amplitude de médias de altura que vai de 4,43 cm para T3, tratamento estatisticamente inferior aos demais, até 10,96 cm para T5, tratamento que, juntamente com T2, apresentou as maiores médias de altura. Apenas o tratamento T4 apresentou diferença estatística para as diferentes formas de N testadas, destacando-se os tratamentos NO₃⁻ e NH₄⁺ com maiores médias que o tratamento NO₃⁻ + NH₄⁺. Segundo CARNEIRO (1995), a altura das mudas é fator determinante da qualidade da mesma, bem como elemento chave no sucesso da implantação de um povoamento.

A diferença observada entre as médias para os diferentes tratamentos, dentro de cada forma nitrogenada, reflete a maior ou menor eficiência de cada formulação de substratos testada. A vermiculita, substrato do T3, necessita de fornecimento de nutrientes essenciais por meio de adubações periódicas, onerando o processo de produção de mudas (GOMES e SILVA, 2004). Em virtude de não formar um bloco compacto, é em muitos casos desaconselhável para a produção de mudas florestais, embora PAIVA e GOMES (1995), indiquem esse substrato na forma pura para a propagação vegetativa por meio do enraizamento de estacas.

WENDLING (1999) encontrou valores médios de altura para as mudas de híbridos de *Eucalyptus* que variaram de 3,9 a 11,1 cm, aos 60 dias de idade, à semelhança da grande amplitude de médias observada neste trabalho. SOUZA JUNIOR e WENDLING (2003) observaram médias de altura de 13,9 até 15,2 cm

para a miniestaquia de *E. dunnii*, aos 90 dias, amplitude menor que a observada neste trabalho.

Tal como a altura das mudas, o diâmetro do colo também é item determinante da qualidade de mudas florestais. A Tabela 10 apresenta as médias de diâmetro do colo para os diferentes substratos e formas de N testados.

TABELA 10: Médias do diâmetro do colo das mudas aos 100 dias de idade, em função do substrato e das três formas de nitrogênio testadas no minijardim clonal de *E dunnii*.

Tratamento	Diâmetro do colo (mm)					Média
	Substrato					
	T1	T2	T3	T4	T5	
NO_3^-	0,93 A a	1,19 A a	0,92 A a	1,04 A a	1,20 A a	1,06 A
NH_4^+	0,97 A bc	1,15 A ab	0,83 A cd	0,66 B d	1,26 A a	0,97 A
$\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$	1,06 A ab	1,18 A ab	0,97 A b	0,73 B c	1,24 A a	1,04 A
Média	0,99 b	1,17 a	0,91 bc	0,81 c	1,23 a	

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

A Tabela 10 apresenta médias de diâmetro do colo menores para o tratamento T4 na forma $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$, ao passo que as maiores médias observadas nessa forma foram em T1, T2 e T5. Apenas o tratamento T4 apresentou diferença estatística para as diferentes formas testadas, sendo que NO_3^- mostrou-se superior às demais formas.

Os substratos T2 e T5 apresentaram maiores valores de altura e diâmetro do colo, fato que pode estar atrelado à presença de fertilizantes incorporados ao substrato comercial utilizado na mistura de T2, que juntamente com as frações casca de arroz carbonizada e vermiculita, propiciaram condições ideais para o crescimento da muda. Já T5, além da composição e proporção na mistura igual a T2, apresentava adubação incorporada, fato que certamente influenciou nos valores observados, sempre superiores a todos os outros tratamentos (Tabelas 8 e 9).

Os valores de altura e diâmetro do colo das mudas aos 100 dias de idade encontram-se abaixo do padrão considerado ideal para o plantio definitivo destas a campo, segundo CARNEIRO (1995) e GUERREIRO e COLLI JUNIOR (1984).

Entretanto, essas características podem ser facilmente modificadas, em função do manejo empregado no viveiro para produção das mudas.

4.1.4 Efeito da forma de N sobre o vigor das mudas formadas na 7ª coleta

Os resultados da análise de variância para as características de vigor das mudas formadas a partir das miniestacas da 7ª coleta encontram-se na Tabela 11.

TABELA 11: Resultados da análise de variância das avaliações de diâmetro, altura, peso da massa fresca da folha (PFF), peso da massa seca da folha (PSF), razão entre PSF/PFF, peso da massa fresca do caule (PFC), peso da massa seca do caule (PSC), razão entre PSC/PFC, peso da massa fresca da raiz (PFR), peso da massa seca da raiz (PSR), razão entre PSR/PFR e área foliar para as diferentes formas de N testadas, em mudas de *E. dunnii* com 100 dias de idade.

FV	GL	Quadrado Médio	Média Geral	CV%
Diâmetro	2	0,05188 ^{ns}	1,233	14,270
Altura	2	2,59292 ^{ns}	11,783	16,361
PFF	2	0,01176 ^{ns}	0,686	28,811
PSF	2	0,00081 ^{ns}	0,194	32,455
Razão PSF/PFF	2	0,00004 ^{ns}	0,282	10,597
PFC	2	0,00622 ^{ns}	0,329	33,786
PSC	2	0,00066 ^{ns}	0,094	37,713
Razão PSC/PFC	2	0,00049 ^{ns}	0,286	11,040
PFR	2	0,03132 ^{ns}	0,472	23,540
PSR	2	0,00118 ^{ns}	0,084	30,630
Razão PSR/PFR	2	0,00030 ^{ns}	0,178	15,912
Área Foliar	2	81,0293 ^{ns}	33,892	26,053

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

A Tabela 11 apresenta valores para o coeficiente de variação que foram de 10,60 até 37,71%. Segundo GOMES (1985) e STORCK et al. (2000), alguns valores obtidos para o coeficiente de variação são considerados altos (acima de 25%); entretanto, assemelham-se aos encontrados na literatura, em trabalhos com miniestaquia do gênero *Eucalyptus*, tais como os de WENDLING (1999), GOMES et

al. (2002), WENDLING (2002) e TITON et al. (2003). Segundo o Teste de Lilliefors, todas as variáveis apresentam distribuição normal, sendo que o teste F a 95% de probabilidade não identificou nenhuma diferença entre as formas de N testadas.

Na Figura 7 são apresentadas as médias de diâmetro, altura, área foliar, peso da massa fresca da folha (PFF), peso da massa seca da folha (PSF), razão entre PSF/PFF, peso da massa fresca do caule (PFC), peso da massa seca do caule (PSC), razão entre PSC/PFC, peso da massa fresca da raiz (PFR), peso da massa seca da raiz (PSR) e razão entre PSR/PFR para as diferentes formas de N testadas.

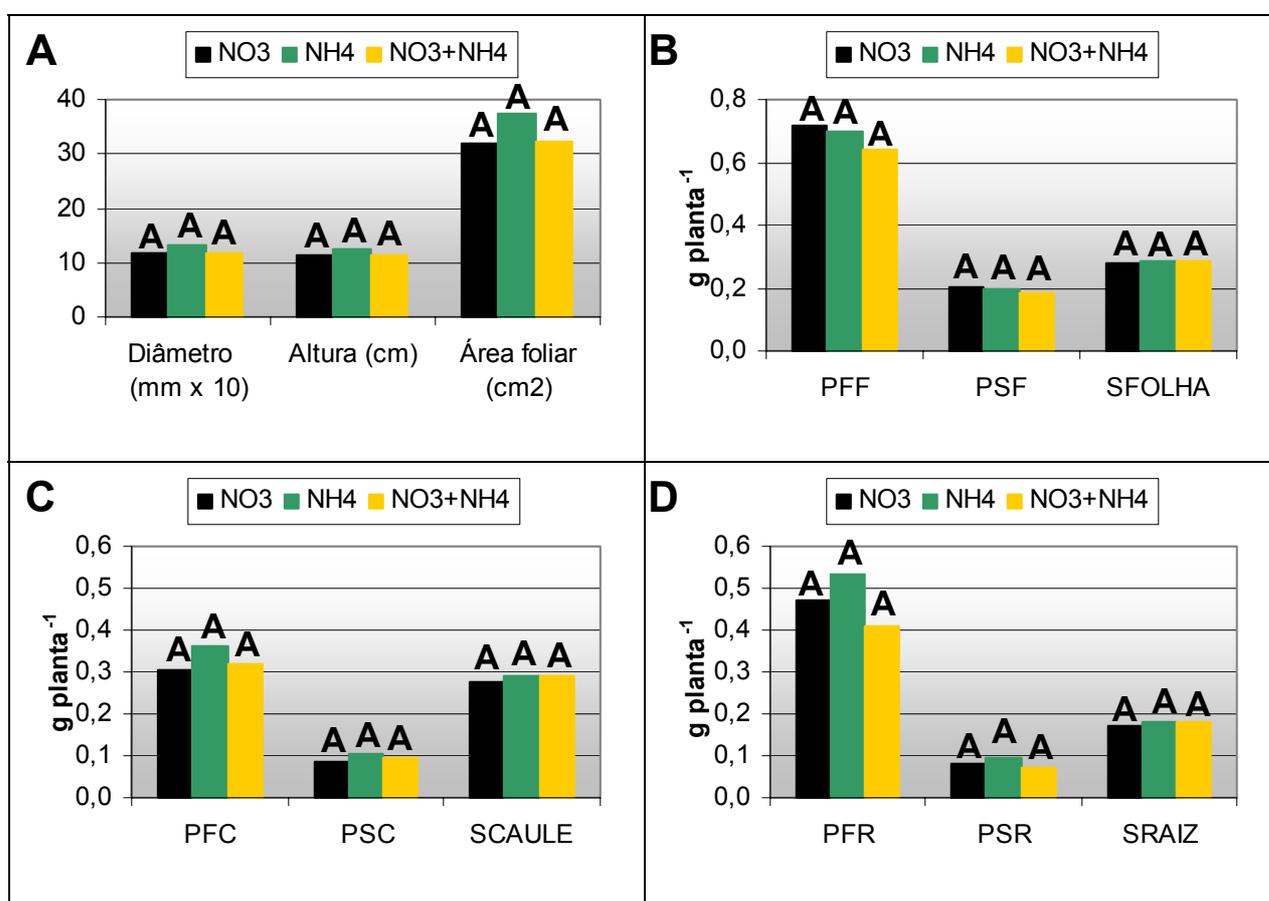


FIGURA 7: (A) médias de diâmetro, altura, área foliar, (B) peso da massa fresca da folha (PFF), peso da massa seca da folha (PSF), razão PSF/PFF (SFOLHA), (C) peso da massa fresca do caule (PFC), peso da massa seca do caule (PSC), razão PSC/PFC (SCAULE), (D) peso da massa fresca da raiz (PFR), peso da massa seca da raiz (PSR) e razão PSR/PFR (SRAIZ) das mudas de *E. dunnii* aos 100 dias de idade, para as três formas de N testadas. Médias seguidas de letras iguais, para cada característica avaliada, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Figura 7 mostra homogeneidade nas características avaliadas em função das distintas formas de N testadas. Embora com médias bastante semelhantes, convém observar que a forma NH_4^+ mostra pequena vantagem em quase todas as características registradas, excetuando-se aquelas referentes à estrutura foliar (Figura 7B), onde por vezes a forma $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ mostra maiores valores.

Ao avaliar o efeito de concentrações diferenciadas de $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$ no cultivo de uma Bromeliaceae in vitro, GROSSI (2000) identificou diferenças significativas na avaliação de caracteres vegetativos somente para o tamanho da parte aérea (altura) e o tamanho do sistema radicular (comprimento da maior raiz), onde o NH_4^+ promoveu o maior desenvolvimento da parte aérea e o NO_3^- da raiz.

GAIAD (2003), ao avaliar características de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*), observou maiores médias nas mudas submetidas à adubação amoniacal que naquelas adubadas com nitrogênio na forma nítrica. Quando avaliada a produção de biomassa total, a forma amoniacal destacou-se sobre a nítrica na produção de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. pellita* e *E. grandis*. Com exceção de *E. cloeziana*, todas as outras espécies tiveram incremento na relação parte aérea/parte radicular com o aumento da quantidade de amônio disponibilizada para as mudas (GRESPLAN, DIAS e NOVAIS, 1998).

4.1.5 Conclusões e recomendações

A forma nitrogenada na fertirrigação de minicepas de *Eucalyptus dunnii* em minijardim clonal é fator que influencia a produtividade das minicepas bem como o percentual de sobrevivência e qualidade das mudas formadas.

O substrato, em consonância com os demais fatores manejáveis no viveiro, é de fundamental importância no sucesso da propagação de *E. dunnii* via miniestaqueia de material juvenil. Com base nos resultados observados, pode-se ressaltar as seguintes recomendações:

1) Na miniestaqueia de material de origem seminal de *E. dunnii*, deve-se utilizar, por ordem de prioridade, as seguintes formas nitrogenadas na fertirrigação das minicepas: $\text{NH}_4^+ > \text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+ > \text{NO}_3^-$, sendo este último tecnicamente desaconselhável, em virtude da baixa produção de miniestacas por minicepa, o

reduzido peso seco por minicepa produzido e dos valores inferiores de sobrevivência das miniestacas nas diversas etapas do processo de miniestaquia.

Deve-se considerar ainda que o adubo utilizado neste trabalho como fonte simultânea de $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$, o NH_4NO_3 (nitrato de amônio), é de difícil aquisição e possui custo elevado, fazendo a forma NH_4^+ ser aconselhada também quando considerada a viabilidade econômica.

2) As minicepas de *E. dunnii*, manejadas na forma como foi exposto neste estudo, e nas condições ambientais expostas, devem ser sistematicamente substituídas após aproximadamente 10 coletas de material, visando a manutenção do vigor produtivo dentro do minijardim clonal.

3) Deve-se priorizar a utilização de substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1) + adubação incorporada com superfosfato simples (3 kg m^{-3}), cloreto de potássio (150 g m^{-3}) e FTE BR 12 (1 kg m^{-3}), se considerados aqueles testados para a miniestaquia de *E. dunnii*. Convém salientar que novas formulações de substratos, bem como formulações de adubação incorporada podem ser testadas, visando a obtenção de maiores valores de sobrevivência e melhor qualidade da muda, através de valores de altura e diâmetro do colo mais adequados para o plantio a campo.

4) A aplicação da técnica com mudas oriundas de pomar de sementes clonais (PSC), ou de micropropagação, bem como um manejo mais intenso, especialmente das variáveis temperatura, umidade e luminosidade, poderão ser fatores determinantes para a obtenção de percentuais de sobrevivência maiores e elevação da qualidade das mudas oriundas da miniestaquia de *E. dunnii*.

4.2 CAPÍTULO 2

Efeito da dose de nitrogênio na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden em diferentes substratos

4.2.1 Produtividade e sobrevivência das minicepas

O coeficiente de correlação mostrou-se baixo, igual a 21, 17 e 26%, respectivamente, para N Inferior, N Médio e N Superior (Apêndice E), na análise dos dados ao considerar as coletas em diferentes dias. Assim sendo, optou-se por apresentar os dados da forma como foram observados no minijardim clonal, em figuras que destacam a média dos diferentes tratamentos.

A Figura 8 mostra as médias de produção de miniestacas por minicepa (PRODMC) nas diferentes coletas.

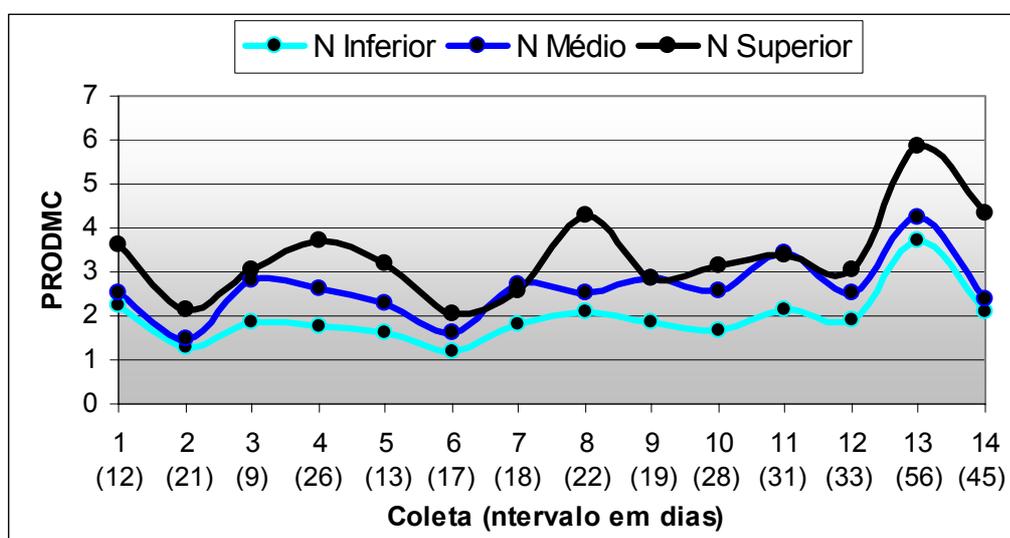


FIGURA 8: Número de miniestacas produzidas por minicepa (PRODMC) nas 14 coletas efetuadas no jardim miniclinal de *E. dunnii*, para as três doses de N testadas.

A Figura 8 mostra que as maiores médias foram observadas no tratamento N Superior na maioria das coletas, ao mesmo tempo que mostra N Médio e N Inferior, seqüencialmente, como medianas e menores médias observadas, respectivamente. Isso demonstra que a resposta foi positiva e teve relação direta com a concentração

de N ministrada às minicepas, ou seja, à medida que a dose de N foi aumentada, as minicepas responderam produzindo maior biomassa, na forma de maior número de brotos.

O desempenho observado, onde a dose maior promoveu mais produção que a menor, reflete o fato de que o nitrogênio é um 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).

A Produtividade média de miniestacas por minicepa (PRODMC) foi de 1,95; 2,61 e 3,37, respectivamente, para os tratamentos N Inferior, N Médio e N Superior. HIGASHI et al. (2000d), trabalhando com híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla*, em vaso de capacidade de 8 L, testaram doses de N de 50, 150 e 400 mg L⁻¹, e obtiveram média mensal de produção de miniestacas de 32 por vaso, observando a máxima produção de miniestacas na presença de 285 mg L⁻¹ de N na solução de fertirrigação diária.

A produção de miniestacas por metro quadrado por ano foi de 6141, 8237 e 10631, respectivamente, para N Inferior, N Médio e N Superior. Segundo ALFENAS et al. (2004), a produtividade observada para minicepas, sempre em minijardim clonal no sistema hidropônico, pode variar de 7.488 até 41.480 miniestacas m⁻² ano⁻¹, para diferentes espécies e híbridos de *Eucalyptus*.

Observou-se uma pequena queda de produção nas coletas 2 e 6, mantendo-se nas demais coletas um comportamento constante. Na Figura 9 é apresentada a média de produção de miniestacas por dia, visando considerar a amplitude de tempo entre as coletas.

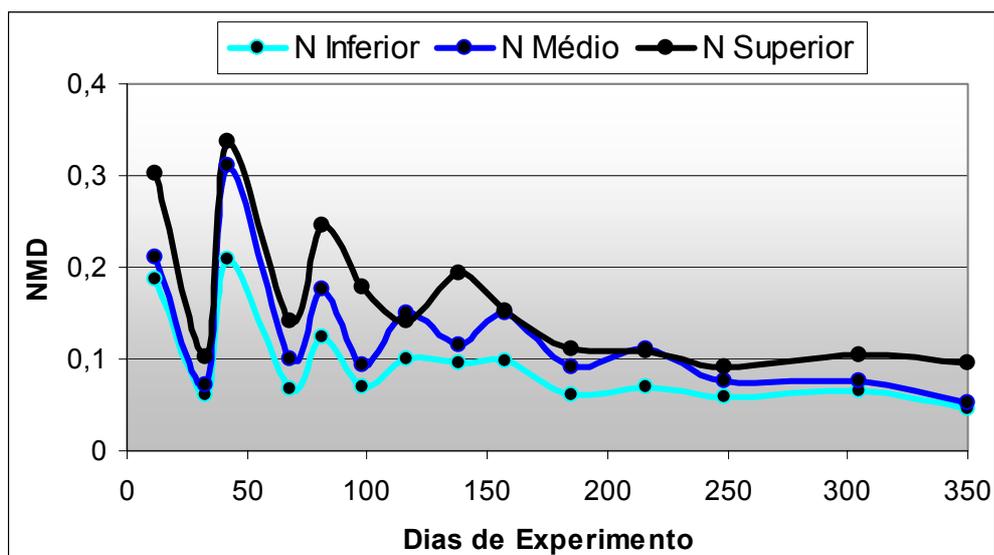


FIGURA 9: Número de miniestacas produzidas por dia (NMD) durante os 350 dias de condução do experimento, para as três doses de N testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Na Figura 9 observa-se nitidamente uma situação cíclica na produção das minicepas, notada por uma elevada produção acompanhada de uma baixa produção na coleta seguinte. Esta tendência cíclica foi observada até os 157 dias de experimento, a partir de quando se vê uma aparente estabilização nas médias de produção de miniestacas por dia para todos os tratamentos.

Esse efeito cíclico é comumente observado em trabalhos com miniestaquia, tendo sido registrado por WENDLING (1999), no enraizamento de miniestacas, e por TITON (2001), na produção de mini e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis*.

Convém ressaltar os valores elevados de produção observados nas coletas 1 e 3, ao passo que as médias da coleta 2 mostram-se baixas (Figuras 8 e 9). Tal fato pode ser explicado em parte pelo impacto (estresse) causado à minicepa pela primeira coleta, gerando baixa produção na coleta 2. Em virtude dessa baixa produção, muitos brotos ainda não aptos à miniestaquia permaneceram na minicepa, produzindo elevados valores médios na coleta 3 para todos os tratamentos. Nesse momento da condução do experimento, a minicepa encontrava-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.

Novamente é nítida a relação direta entre a dose de nitrogênio testada e a produtividade média das minicepas por dia (Figura 9), com o tratamento N Inferior produzindo as menores médias e o tratamento N Superior as maiores médias de produção.

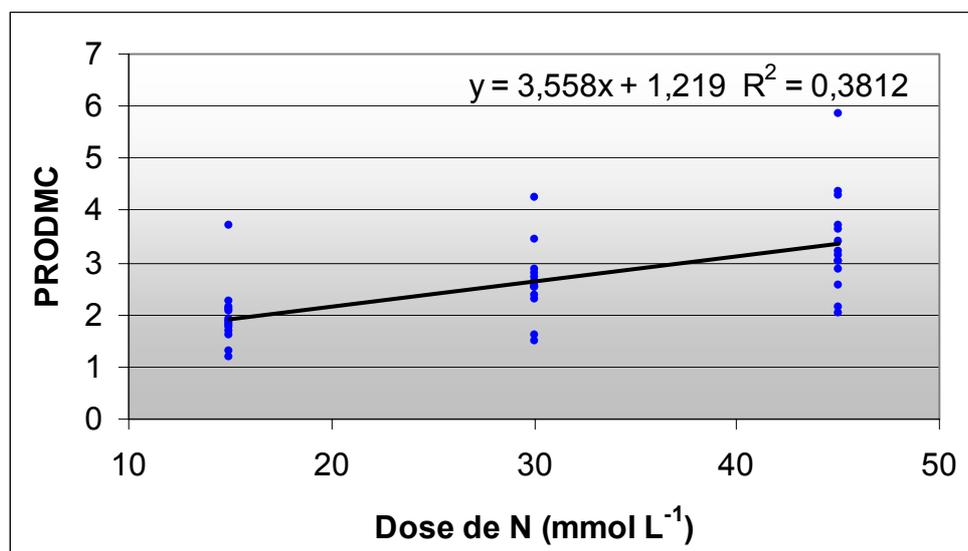


FIGURA 10: Correlação entre as diferentes doses de N testadas (mmol L⁻¹) e a produção de miniestacas por minicepa, para as 14 coletas efetuadas no minijardim clonal de *E. dunni*. F = 24,64.

A Figura 10 ressalta a relação direta entre produtividade das minicepas e doses de N testadas, assim como mostra que o ponto de máxima produção em função da aplicação do nutriente em questão possivelmente não foi atingido, ou seja, doses maiores de N ministrada às minicepas podem ser testadas, podendo gerar maior produção de miniestacas.

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 em que aumenta-se a dose de N aplicada à planta. É prudente, entretanto, considerar que existe um nível ótimo, a partir do qual a planta passa a exibir 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*. SILVA

et al. (2000) e ARAÚJO et al. (2003) relataram ganhos de produtividade de 30 a 100%, em árvores em plantios comerciais (primeiro ano).

A Figura 11 mostra a distribuição sazonal da produtividade das minicepas durante os 350 dias de experimento, em número de miniestacas por dia (NMD).

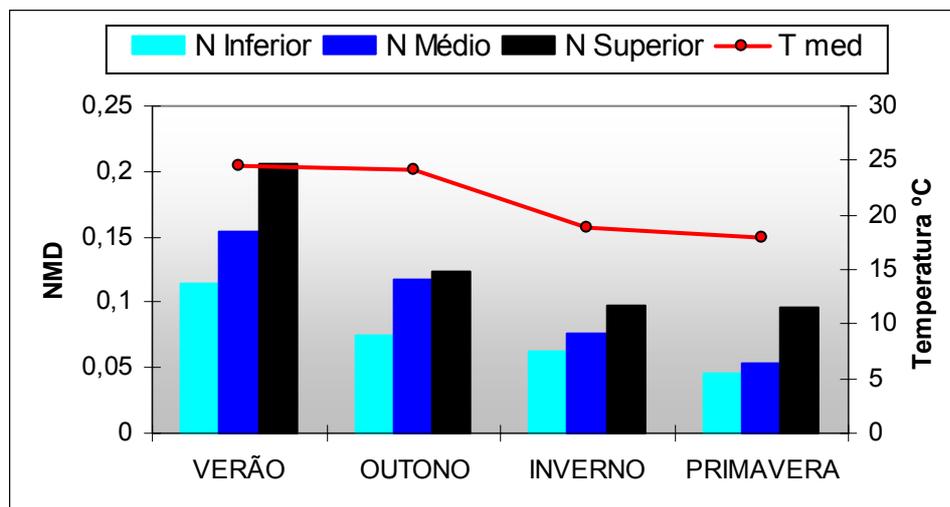


FIGURA 11: Número de miniestacas produzidas por dia (NMD) nas quatro estações do ano, para as três doses de nitrogênio testadas no minijardim clonal e *E. dunnii*.

O intervalo de coletas crescente na medida em que o experimento foi conduzido (1ª coleta = 12 dias; 14ª coleta = 45 dias), promoveu a distribuição desigual de coletas nas diferentes estações do ano, ou seja, o verão contou com 8 coletas, o outono com 3 coletas, o inverno com 2 e a primavera com somente 1 coleta. Tal dado evidencia a grande viabilidade das minicepas no princípio de seu manejo, que é perdida com o passar do tempo.

A produção nos diferentes tratamentos, nas 4 estações do ano (Figura 11), mostra uma tendência crescente à medida que se aumenta a dose de N aplicada à minicepa. Observa-se uma produtividade maior no verão, que se reduz gradativamente até a chegada à primavera. Convém salientar que o efeito observado, neste caso, não só deve-se à estação do ano (que envolve diferenças nas condições ambientais) como também é influenciada pela possível perda de vigor das minicepas observada durante o período de condução do experimento.

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

temperatura, 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, ROSA e GONÇALVES, 1992; XAVIER e COMÉRIO, 1996; WENDLING, XAVIER e TITON, 1999 e CHEN e YANG, 2002).

Na Figura 12 são apresentados os valores de temperatura máxima e mínima no período de condução do experimento, juntamente com a produção de miniestacas por dia em cada intervenção no jardim miniclinal.

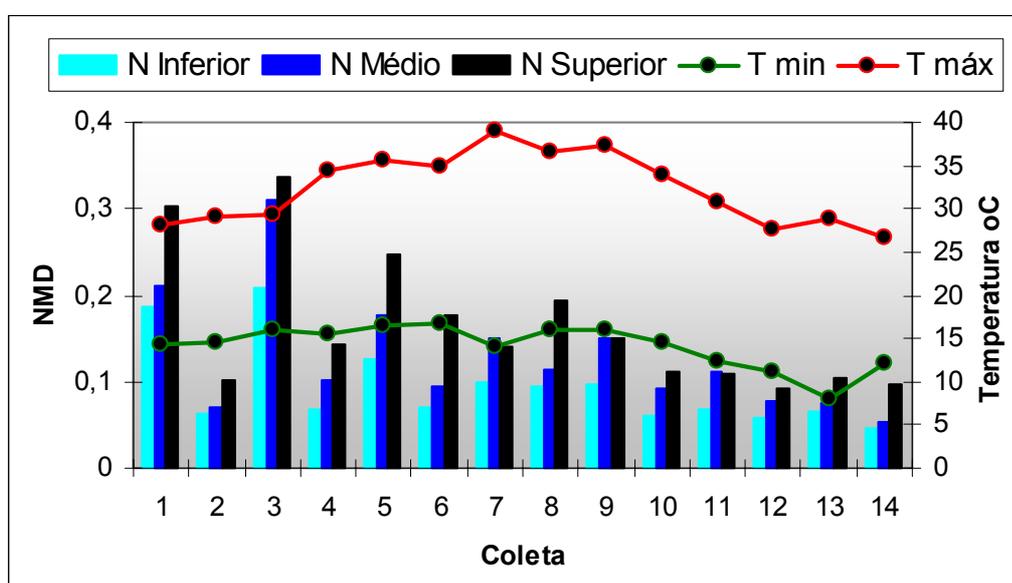


FIGURA 12: Número de miniestacas produzidas por dia (NMD) em função dos tratamentos com diferentes doses de N, coletas e temperaturas mínimas e máximas (em °C), no minijardim clonal de *E. dunnii*.

A Figura 12 mostra uma pequena queda da produção de miniestacas por dia a partir da coleta 9, acompanhando a queda nos valores médios de temperatura 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 9 coletas, fato observado por outros autores (WENDLING, 1999; WENDLING, XAVIER e TITON, 1999; WENDLING et al., 2000; TITON, 2001; TORRES, 2003; MORI DA CUNHA, WENDLING e SOUZA JUNIOR, 2005), para manejo de jardim miniclinal em recipientes do tipo tubete.

A grande amplitude de temperatura observada no período de condução do experimento é fator que influencia na produtividade das minicepas (BERTOLOTTI e

GONÇALVES, 1980; HARTMANN, KESTER e DAVIS, 1997; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001a; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001b; XAVIER, 2002), podendo ser altamente deletérias ao enraizamento (ALFENAS et al., 2004). Muitas coletas aconteceram em momento onde a amplitude média de temperatura entre elas excedeu 20 °C, podendo chegar a até 25 °C (coleta 7). O enraizamento de espécies florestais pode ser alcançado em um intervalo 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 (2003) observou 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 com o exposto por outros autores (BERTOLOTI e GONÇALVES, 1980; HARTMANN, KESTER e DAVIS, 1997; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001a; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001b; XAVIER, 2002).

A temperatura pode influenciar o enraizamento, atuando principalmente 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 através do aumento artificial da luminosidade e temperatura no ambiente de cultivo do minijardim clonal.

A Figura 13 mostra a sobrevivência das minicepas de *E. dunnii* submetidas à rega com diferentes doses de N, durante as 14 coletas realizadas.

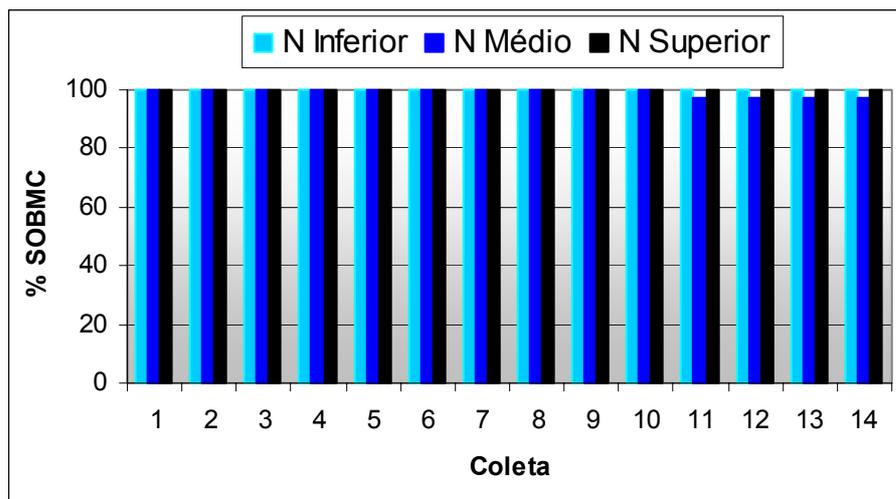


FIGURA 13: Percentual de sobrevivência das minicepas (% SOBMC) nas 14 coletas efetuadas, para as diferentes doses de N testadas.

As minicepas submetidas a diferentes doses de N apresentaram uma elevada taxa de sobrevivência (Figura 13), sendo observada a morte de indivíduos somente na coleta 11, representada por somente uma minicepa. Tal resultado corrobora com o observado por WENDLING (1999), SOUZA JUNIOR e WENDLING (2003) e MORI DA CUNHA, WENDLING e SOUZA JUNIOR (2005), onde as sobrevivências observadas sempre estiveram acima de 95%. A elevada sobrevivência observada retrata o adequado manejo utilizado no minijardim clonal neste trabalho. Na Figura 14 são apresentados os valores de produção de biomassa seca para os diferentes tratamentos.

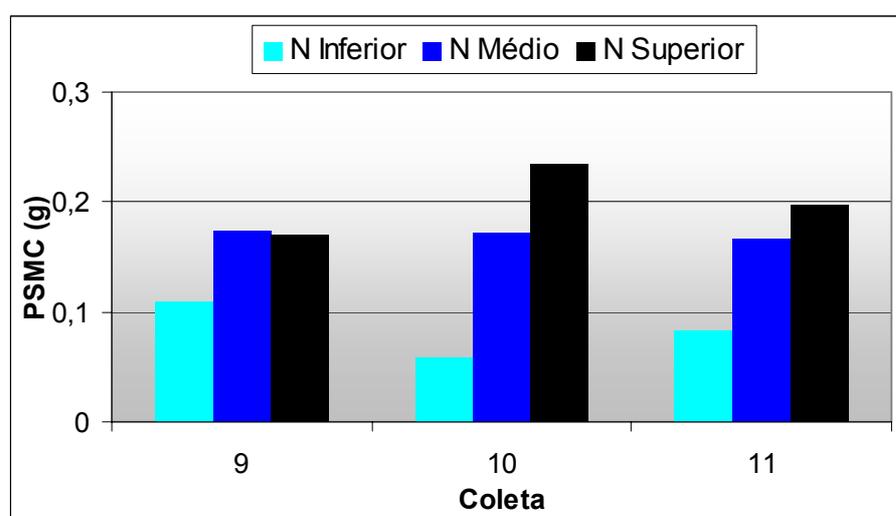


FIGURA 14: Produção de massa seca por minicepa (PSMC), para três coletas (9, 10 e 11) e três doses de N testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Exceto pela coleta 9, onde se observa produção semelhante para os tratamentos N Médio e N Superior, nas demais é visualizada a relação direta entre concentração de N aplicada e produção de biomassa seca pelas minicepas. Convém ressaltar a baixa produção do tratamento N Inferior, menor que metade da produção apresentada por N Superior, para as coletas 10 e 11.

Os dados observados na Figura 14 apresentam-se baixos (média geral de 1,58 g minicepa⁻¹), quando comparados com os valores de produção de biomassa seca obtidos por TITON (2001), igual a 5,65 g minicepa⁻¹ e HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES (2002), igual 1,99 g minicepa⁻¹ e altos quando comparados com os resultados de WENDLING, XAVIER e PAIVA (2003), igual a 0,38 g minicepa⁻¹. Tais valores podem ser explicados tanto pelo sistema de manejo do minijardim clonal adotado, via fertirrigação por inundação do sistema radicial (em tubete), fertirrigação em sistema hidropônico fechado, e sistema hidropônico de calhetão, respectivamente, para os três autores, ambos com aplicação diária, quanto pelo material de origem das minicepas.

É importante ressaltar que o tratamento N Inferior não só apresentou menor valor de PSMC como também mostrou sempre um aspecto morfológico inferior das miniestacas deste tratamento quando comparado com os demais, apresentando área foliar, espaço internodal e comprimento total da brotação visivelmente menores.

4.2.2 Estado nutricional das miniestacas

A Tabela 12 apresenta a análise foliar de *E. dunnii* na primeira coleta de miniestacas do minijardim clonal, para os diferentes tratamentos, e a Tabela 13 mostra os valores ideais, elevados, baixos e deficientes para os nutrientes avaliados, conforme HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES, 2000c.

TABELA 12: Análise química foliar realizada após a terceira coleta de miniestacas no minijardim clonal de *E. dunzii*, para as três doses de nitrogênio testadas.

Tratamento	Nutriente								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹ (%)					mg kg ⁻¹ (ppm)			
N Inferior	19.28	2,50	17.90	7.88	2.62	10,1	206	887	76,0
N Médio	23.49	2,67	9.59	7.99	2.59	10,7	160	767	81,2
N Superior	30.57	3,17	11.38	7.93	2.62	11,7	178	710	98,2

TABELA 13: Teores dos macro e micronutrientes considerados adequados, acima e abaixo dos adequados e deficientes para brotações de *Eucalyptus*, com idade entre 7 e 14 dias, em condição de minijardim clonal.

Teor nutricional	Nutriente								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹ (%)					mg kg ⁻¹ (ppm)			
Alto	> 40	>4	>30	>7	>4	>115,2	>220	>700	>80
Adequado	28-40	2,5-4	15-30	5-7	2-3	8-15	101-220	250-500	30-60
Baixo	20-28	1,5-4	10-15	3-5	1-2	5-8	75-100	150-250	20-30
Deficiente	<20	<1,5	<10	<3	<1	<5	<75	<150	<20

FONTE: Adaptada de HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES, 2000c.

Ao comparar os valores observados na Tabela 12 com os valores de alto a deficiente apresentados pela Tabela 13, vê-se que N apresenta-se ideal apenas no tratamento N Superior, ao passo que nos demais encontra-se em valores baixos. O K apresenta-se em nível baixo ou mesmo deficiente, para os tratamentos superior e médio, respectivamente. O Ca, o Mn e o Zn apresentam-se altos, enquanto os demais elementos (P, Mg, Cu, Fe) mantiveram-se em níveis adequados. Convém ressaltar que a distância entre os valores observados e os considerados ideais foi pequena, bem como, não foi observado sintoma de deficiência ou toxicidade de nenhum nutriente durante a execução do experimento.

Os valores de Mn mantiveram-se em padrões considerados altos por HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES (2000c), embora não tenham sido identificados sintomas de toxicidade. Segundo HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES (2002), a

toxicidade por manganês é comumente observada na produção de estacas, podendo a concentração desse micronutriente nas folhas até mesmo ultrapassar 1000 mg kg^{-1} , fato observado por WENDLING (1999).

HIGASHI et al. (2000a), determinaram, com base em estudos de nutrição de 14 clones e híbridos do gênero *Eucalyptus*, as seguintes condições de um bom estado nutricional da minicepa, e, por conseguinte, da miniestaca: 1) concentrações de P abaixo de $3,5 \text{ g kg}^{-1}$; 2) nível crítico de Ca em $5,5 \text{ g kg}^{-1}$; 3) Mg menor que $2,5 \text{ g kg}^{-1}$, para alcançar índices de enraizamento superiores a 70%; 4) a faixa adequada da relação Ca/P varia de 1,1 a 2,1; 5) a relação Ca/N deve estar acima de 0,12; 6) a faixa adequada da relação N/P é acima de 9; 7) A relação Ca/Mg ideal deve estar acima de 2. Considerando as afirmações dos autores, os valores da Tabela 11 não atendem por completo as condições expostas, sendo que N Inferior e N médio não estão em conformidade com os itens 3), 4) e 6), ao passo que N Superior não atende aos itens 3) e 4). Tais amplitudes observadas podem ter afetado a produtividade das minicepas.

HIGASHI et al. (2000d) observaram concentração de N nas folhas de miniestacas que variaram de 32 a $42,6 \text{ g kg}^{-1}$, identificando os valores mais elevados (concentrações foliares de $37,3$ a $42,6 \text{ g kg}^{-1}$) como os mais eficazes na produção de miniestacas por metro quadrado de clones de *Eucalyptus*. Neste trabalho os valores de N nas folhas variaram de 19,3 a $30,6 \text{ g kg}^{-1}$, ou seja, maiores quantidades de N podem ser ministradas às minicepas, afim de alcançar os níveis ideais propostos pelo autor supracitado, maximizando a sua produtividade.

Com relação ao nutriente Ca, autores como BELLOTE (1979) e ARAÚJO et al. (2001) destacam que no gênero *Eucalyptus*, este pode ocupar até mesmo a primeira ou segunda posição como nutriente em maior quantidade nas folhas, não apresentando sintomatologia de toxicidade.

4.2.3 Resultado da sobrevivência, enraizamento e vigor vegetativo das miniestacas

Os resultados da análise de variância para as 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, para as diferentes doses de N na fertirrigação das minicepas e substratos no enraizamento das miniestacas encontram-se na Tabela 14.

TABELA 14: Resultados da análise de variância da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV), da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra (SOBCS) e enraizamento em pleno sol (ENRPS), da altura (ALT) e do diâmetro do colo (DC) das mudas de *E. dunnii* aos 100 dias de idade, para os cinco substratos estudados.

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.

A Tabela 14 mostra coeficientes de variação experimental com valores que foram de 17,33 ate 26,93%. Segundo STORCK et al. (2000), esses valores são considerados médios para sobrevivência na saída da casa de vegetação (SOBCV), sobrevivência na saída da casa de sombra (SOBCS) e diâmetro no colo (DC) das mudas, e altos para os valores percentuais de enraizamento em pleno sol (ENRPS) e altura (ALT). Porém, embora altos, estes valores correspondem aos encontrados na literatura, em trabalhos com miniestaquia do gênero *Eucalyptus*, tais como os de WENDLING (1999), GOMES et al. (2002), WENDLING (2002) e TITON et al. (2003).

A Figura 15 mostra as médias de sobrevivência das miniestacas nas diferentes etapas da miniestaquia, bem como os valores de diâmetro do colo e altura obtidos ao final de 100 dias. Em função da obtenção de valores de coeficiente de correlação muito baixos, optou-se por apresentar as médias gerais para cada item

avaliado, em curvas que refletem a forma como os dados foram observados a campo.

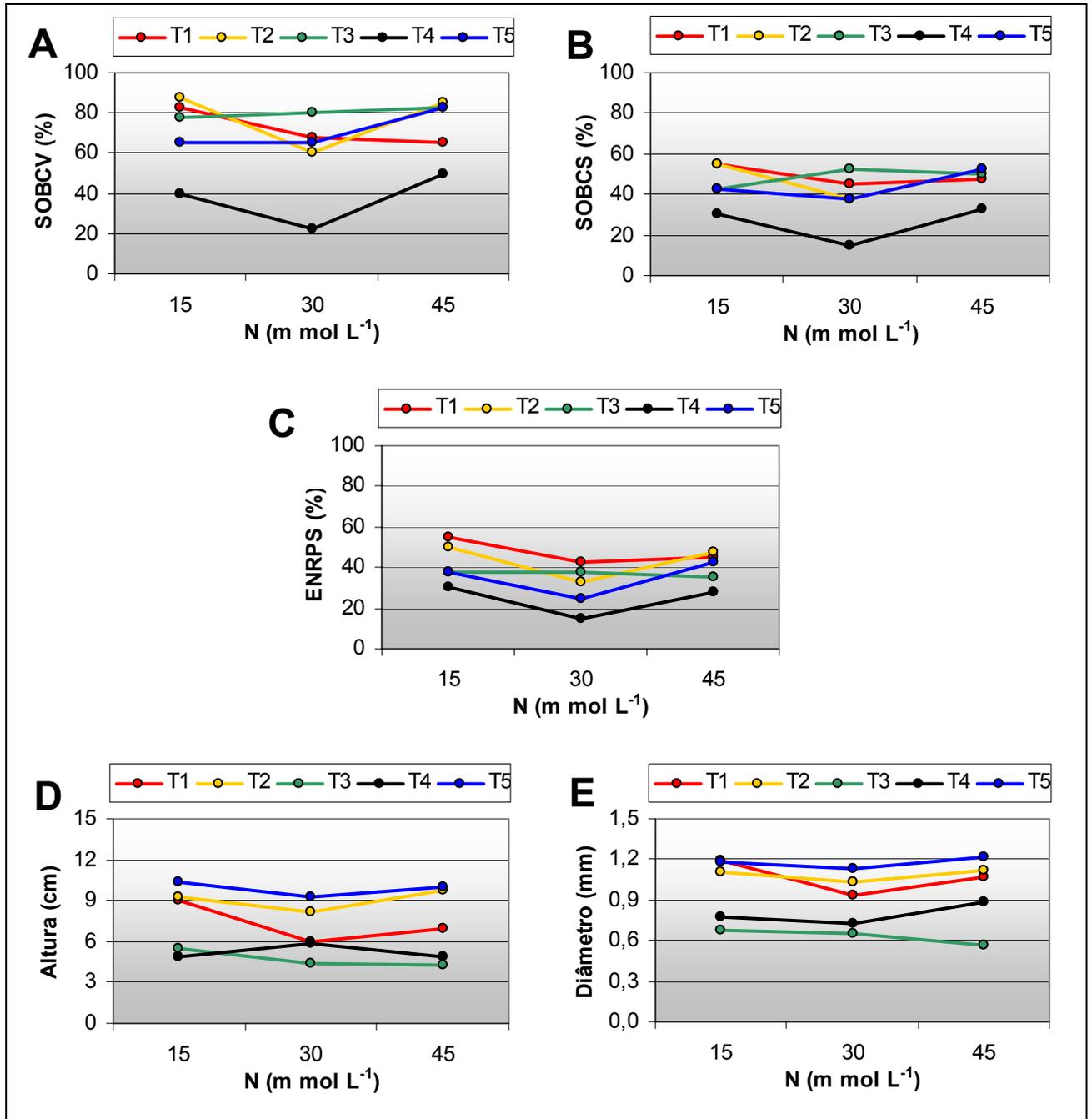


FIGURA 15: (A) Sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV), (B) sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra (SOBCS), (C) enraizamento em pleno sol (ENRPS), (D) altura e (E) diâmetro do colo das mudas de *E. dunnii* aos 100 dias de idade, para as três doses de N e os cinco substratos estudados.

A Figura 15 permite observar que, diferentemente da produtividade das minicepas, os valores de SOBCV, SOBSC, ENRPS, altura e diâmetro não mostraram relação direta com o aumento da quantidade de nitrogênio ministrada às minicepas.

As Figuras 15A, 15B e 15C ilustram, para diversos substratos, a realidade de maior ou menor valor percentual observado no tratamento N Médio. Tal fato pode estar atrelado com maior ênfase às características genéticas e ambientais no manejo das miniestacas do que com os tratamentos de fertirrigação nitrogenada propriamente ditos.

As Figuras 15D e 15E também mostram relações diversas entre as quantidades de nitrogênio e os valores médios observados, entretanto para nenhum substrato observou-se relação direta, ou seja, o aumento da dose de N promovendo o aumento da variável observada. Tal fato pode estar ligado ao efeito indiretamente proporcional que a dose de N na fertirrigação de minicepas pode ocasionar no enraizamento de miniestacas, fato descrito por HAISSIG (1986)¹¹, citado por ASSIS e TEIXEIRA (1998), no enraizamento de estacas de videira. Este autor destaca que, geralmente, moderadas deficiências de nitrogênio são mais benéficas ao enraizamento do que excesso ou mesmo níveis adequados desse elemento.

Convém destacar que HIGASHI et al. (2000d) verificaram efeito positivo das doses de nitrogênio nas concentrações dos nutrientes, na produção e no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* produzidas no sistema de minijardim clonal em canaletão. Este efeito é observado neste estudo para alguns substratos, onde os valores obtidos no tratamento N Superior superam os valores observados em N Inferior e N Médio (Figuras 15A, 15B, 15C, 15D e 15E).

A sobrevivência das miniestacas em casa de vegetação não significa garantia de sucesso no enraizamento, mas é fator preponderante para que se alcance este objetivo (IRITANI e SOARES, 1983). A Tabela 15 apresenta a sobrevivência das miniestacas quando da saída da casa de vegetação (SOBCV).

¹¹ 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.

TABELA 15: Médias da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação (SOBCV), em função do substrato e das diferentes doses de N testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Tratamento	SOBCV (%)					Média
	Substrato					
	T1	T2	T3	T4	T5	
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	

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

Os valores de SOBCV (Tabela 15) mantiveram-se acima de 60% para os substratos T1, T2, T3 e T5, ao passo que para T4, mantiveram-se abaixo de 50%. Tal fato mostra a inferioridade deste substrato quando comparado com os demais.

Esses valores (média de 70 a 80% para T1, T2, T3 e T5) são semelhantes aos observados por outros autores nesta fase do enraizamento de miniestacas (WENDLING, 1999; ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001b).

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, para a região deste estudo, onde prevalecem grandes oscilações na temperatura durante um único dia (Apêndice A), faz-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 *Eucalyptus globulus x maidenii*.

Muitas miniestacas que não emitiram raízes na casa de vegetação (raízes não observadas na extremidade do tubete) apresentavam degeneração logo que eram transferidas para casa de sombra. Tal fato pode ter ocorrido por causa do consumo das reservas energéticas das miniestacas até este período, sem a formação de raízes, o que é essencial para a manutenção da sobrevivência (WENDLING, 1999). Os valores de sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra são apresentados na Tabela 16.

TABELA 16: Médias da sobrevivência das miniestacas na saída da casa de sombra (SOBCS), em função do substrato e das diferentes doses de N testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Tratamento	SOBCS (%)					Média
	Substrato					
	T1	T2	T3	T4	T5	
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	

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

Observa-se uniformidade nos valores de SOBCS para os substratos T1, T2, T3 e T5, variando de 44,2 a 49,2% de sobrevivência média (Tabela 16). Já T4 mostrou valor médio de 25,8% de sobrevivência, estatisticamente inferior quando comparado com os demais tratamentos, demonstrando a ineficácia deste substrato.

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

A variação nos valores de SOBCS é natural, visto que quando retiradas do ambiente de casa de vegetação, as mudas sofrem intenso impacto de condições ambientais como luz, temperatura e umidade. Convém ressaltar, ainda, que as miniestacas, quando da saída da casa de vegetação, por vezes não apresentam-se enraizadas, ou possuem raízes insuficientes para garantir a sobrevivência na seqüência do processo, mas são consideradas sobreviventes, em virtude da presença de área verde (folhas). WENDLING (1999) também observou variação nos valores de SOBCS, que foram de 78,5 até 6,2% para diferentes clones híbridos de *Eucalyptus*.

A sobrevivência na fase de aclimação em pleno sol, em virtude de ser antecedida pela fase de rustificação em casa de sombra, mostra menor mortalidade

que esta. A Tabela 17 apresenta os valores percentuais de enraizamento em pleno sol.

TABELA 17: Médias de enraizamento das miniestacas em pleno sol (ENRPS), em função do substrato e das diferentes doses de N testadas no minijardim clonal de *E.dunnii*.

Tratamento	ENRPS (%)					Média
	T1	T2	Substrato		T5	
			T3	T4		
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	

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

Os valores para o substrato T4 novamente mostram-se inferiores aos demais tratamentos. Os valores médios observados evidenciam a ineficácia deste substrato para a miniestaquia dessa espécie, nas condições testadas. Já os demais substratos apresentaram valores que variaram de 35 a 47,5% de ENRPS, valores estes baixos quando comparados com os observados por TITON (2001), WENDLING (2002) e SOUZA JUNIOR e WENDLING (2003).

Os valores baixos para a 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 considerarmos a ausência de estrutura de proteção, visto que as mudas encontravam-se 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, KESTER e DAVIS 1997; ASSIS, 2001¹², citado por ALFENAS et al., 2004; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Altura e diâmetro do colo são características importantes para a classificação das mudas em termos de qualidade, aliados à facilidade de mensuração, embora

¹² ASSIS, T.F. Evolution of technology for cloning *Eucalyptus* in large scale. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL IUFRO, 2001, Valdivia. **Anais...** Valdivia, 2001. 16p. (CD-ROOM).

sejam características facilmente modificadas em função do manejo empregado na produção das mudas (CARNEIRO, 1995). Na Tabela 18 são apresentadas as médias de altura das mudas avaliadas aos 100 dias de idade.

TABELA 18: Médias da altura das mudas aos 100 dias de idade, em função do substrato e das diferentes doses de N testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Tratamento	Altura (cm)					Média
	Substrato					
	T1	T2	T3	T4	T5	
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	

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

A Tabela 18 mostra valores de altura maiores para os substratos T2 e T5, seguido por valores menores nos substratos T1, T4 e T3, 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 no mesmo. Já no substrato T3, possivelmente a planta 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).

Os substratos T2 e T5, detentores das maiores médias, eram formados pela mesma mistura de componentes, diferindo entre si somente pela presença de adubação incorporada no T5, fator que provavelmente fez com que esse 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 mistura para a miniestaquia de diversas espécies, entretanto destaca a necessidade de adição de componentes orgânicos para melhoria das características físico-químicas da mistura. Assim sendo, para a 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 miniestaquia.

Convém destacar que a altura obtida pelas mudas (4,71 a 9,89 cm) encontra-se abaixo dos valores considerados adequados para o plantio, segundo ALFENAS et al. (2004) e CARNEIRO (1995). Os diâmetros obtidos pelas mudas, igualmente abaixo do mínimo exigido para serem levadas à campo, são expostos na Tabela 19.

TABELA 19: Médias do diâmetro do colo das mudas aos 100 dias de idade, em função do substrato e das diferentes doses de N testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Tratamento	Diâmetro do colo (mm)					Média
	T1	T2	Substrato		T5	
			T3	T4		
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	

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

A Tabela 19 mostra valores superiores para os substratos T1, T2 e T5 quando comparados com os substratos T3 e T4. Novamente, á semelhança da característica altura, o diâmetro parece ter sido afetado pela presença de um substrato pouco agregado e muito aerado para T3 e uma inadequada relação aeração:drenagem para T4. Já T2 e T5 mostraram mais uma vez possuírem uma formulação adequada para a miniestaquia da espécie, ao passo que T1, embora não tenha apresentado valores de altura estatisticamente superiores (Tabela 15), apresentou elevados valores de diâmetro.

Segundo ALFENAS et al., (2004), o diâmetro do colo de uma muda apta a ser levada a campo, produzida via miniestaquia, deve ser igual ou superior a 4 mm. Neste estudo os valores médios observados variaram de 0,57 a 1,22, ou seja, baixos quando comparados ao ideal segundo a literatura. Tais valores podem ser atribuídos à ausência de um manejo na fase de pleno sol, visando a fase seguinte de expedição para campo. Segundo HIGASHI, SILVEIRA e GONÇALVES (2000c) 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.

4.2.4 Efeito da dose de N sobre o vigor das mudas formadas na 7ª coleta

Os resultados da análise de variância para as características avaliadas nas mudas formadas a partir das miniestacas da 7ª coleta encontram-se na Tabela 19.

TABELA 20: Resultados da análise de variância das avaliações de diâmetro, altura, peso da massa fresca da folha (PFF), peso da massa seca da folha (PSF), razão entre PSF/PFF, peso da massa fresca do caule (PFC), peso da massa seca do caule (PSC), razão entre PSC/PFC, peso da massa fresca da raiz (PFR), peso da massa seca da raiz (PSR), razão entre PSR/PFR e área foliar para as diferentes doses de N testadas, em mudas de *E. dunnii* com 100 dias de idade.

FV	GL	Quadrado Médio	Média Geral	CV%
Diâmetro	2	0,02701 ^{ns}	1,295	19,833
Altura	2	13,00542 ^{ns}	11,804	21,404
PFF	2	0,11105 ^{ns}	0,704	37,430
PSF	2	0,00591 ^{ns}	0,197	41,409
Razão PSF/PFF	2	0,00184 ^{ns}	0,279	10,538
PFC	2	0,02960 ^{ns}	0,355	42,785
PSC	2	0,00206 ^{ns}	0,104	43,551
Razão PSC/PFC	2	0,00068 ^{ns}	0,294	7,392
PFR	2	0,10443 ^{ns}	0,498	49,303
PSR	2	0,00218 ^{ns}	0,085	47,937
Razão PSR/PFR	2	0,00015 ^{ns}	0,173	19,358
Área Foliar	2	234,9487 ^{ns}	34,684	36,699

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

A Tabela 20 apresenta valores para o coeficiente de variação que foram de 7,39 até 49,30% para as diferentes doses de N testadas. Apenas 5 variáveis apresentaram CV considerado ideal (menores que 25%), ao passo que as demais apresentaram CV considerado alto, segundo GOMES (1985) e STORCK et al. (2000). Entretanto convém ressaltar que estes valores correspondem aos

encontrados na literatura por WENDLING (1999), GOMES et al. (2002), WENDLING (2002) e TITON et al. (2003).

Segundo o Teste de Lilliefors, todas as variáveis identificadas na Tabela 20 apresentam distribuição normal, sendo que o teste F a 95% de probabilidade não identificou nenhuma diferença entre as formas e doses de N testadas.

A Figura 16 mostra o efeito de diferentes doses de N nas características diâmetro, altura, área foliar, peso da massa fresca da folha (PFF), peso da massa seca da folha (PSF), razão entre PSF/PFF, peso da massa fresca do caule (PFC), peso da massa seca do caule (PSC), razão entre PSC/PFC, peso da massa fresca da raiz (PFR), peso da massa seca da raiz (PSR) e razão entre PSR/PFR para as diferentes doses de N testadas.

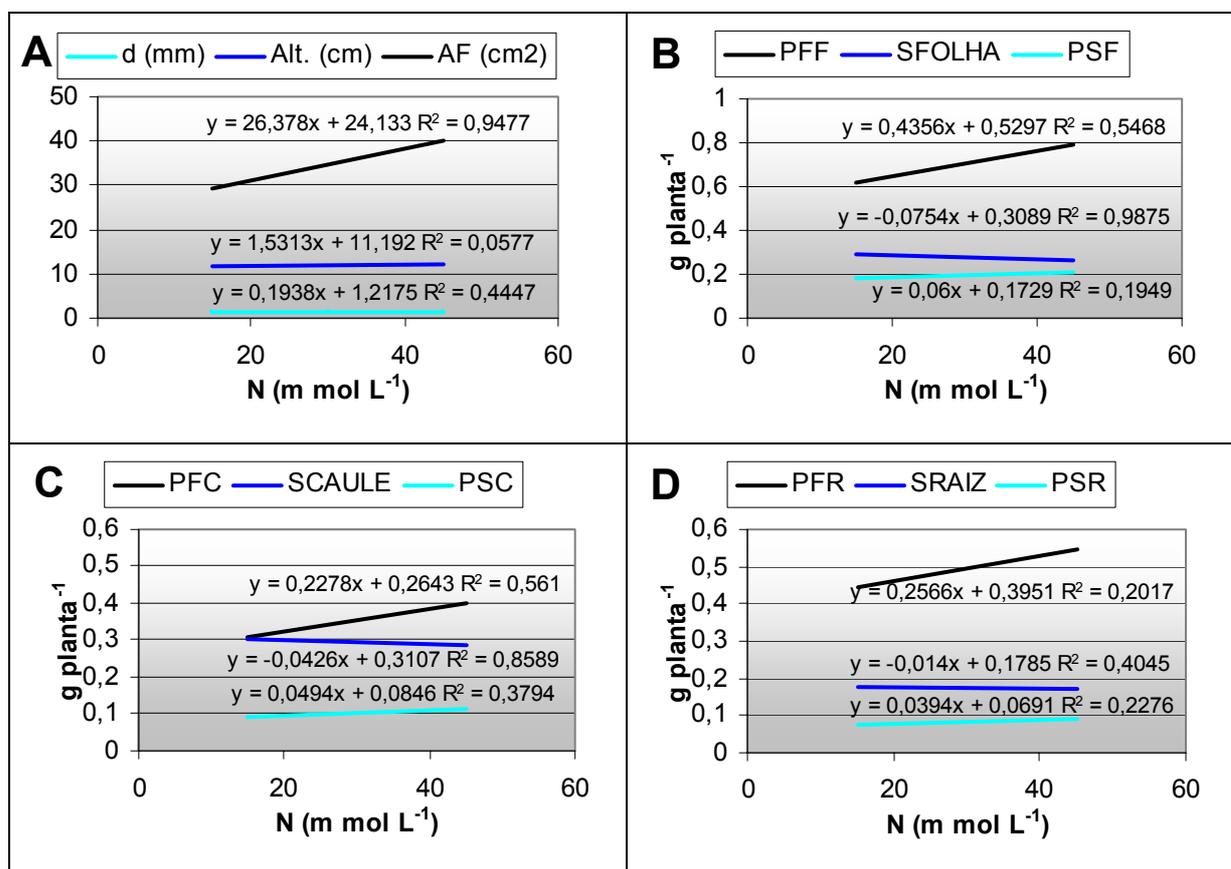


FIGURA 16: (A) diâmetro (d), altura (alt), área foliar (AF), (B) peso da massa fresca da folha (PFF), peso da massa seca da folha (PSF), razão PSF/PFF (SFOLHA), (C) peso da massa fresca do caule (PFC), peso da massa seca do caule (PSC), razão PSC/PFC (SCAULE), (D) peso da massa fresca da raiz (PFR), peso da massa seca da raiz (PSR) e razão PSR/PFR (SRAIZ) das mudas de *E. dunnii* aos 100 dias de idade em função da dose de N.

A Figura 16 apresenta curvas que por vezes apresentam um coeficiente de correlação baixo, e desenvolvem trajetória ascendente, exceto por aquelas representadas pela razão entre o peso da matéria seca e o peso da matéria fresca das três estruturas avaliadas (SFOLHA, SCAULE e SRAIZ). Assim sendo, é possível afirmar que a elevação da quantidade de nitrogênio disponibilizada para a planta promoveu a elevação dos valores de diâmetro, altura e área foliar (Figura 16A), do peso da matéria fresca e da matéria seca da folha (Figura 16B), do peso da matéria fresca e da matéria seca do caule (Figura 16C) e do peso da matéria fresca e da matéria seca da raiz (Figura 16D).

Convém observar que o ponto máximo para os valores de altura, diâmetro, área foliar e produção de biomassa (fresca e seca) não foi atingido, sendo que a disponibilização de maior quantidade de N às minicepas poderia promover um acréscimo nos valores observados na Figura 16, até atingir um ponto de máxima compensação.

Considerando que o nitrogênio é um macronutriente que está envolvido em todas as rotas metabólicas da planta, de forma direta ou indireta (MALAVOLTA, 1980), bem como é elemento presente na constituição de todas as proteínas e aminoácidos (MENGEL e KIRKBY, 1982; MARSCHNER, 1995), é natural que se observe aumento de valores dendrométricos à medida que a quantidade disponível à planta é aumentada. Porém, deve-se estar atento ao ponto de máximo aproveitamento do elemento, a partir do qual passa-se a observar efeito tóxico do mesmo, prejudicando o crescimento ou mesmo matando a planta (MALAVOLTA, 1980).

HIGASHI et al. (2000d), verificaram efeito positivo das doses de nitrogênio na produção de biomassa fresca em minicepas de dois clones de *Eucalyptus* produzidas no sistema de minijardim clonal em canaletão. Ao testar três doses de N (40, 160 e 320 mg L⁻¹), os autores observaram que o ponto de máxima produção foi atingido, igual a 261 e 299 mg L⁻¹, para os dois clones estudados.

Ao estudar o efeito de doses de nitrogênio que variaram de zero a 11,76 kg m⁻³, na forma de uréia, no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis*, BOUCHARDET et al. (1999), observaram o ponto de máxima produção de biomassa seca na dose de 10 kg m⁻³, a partir da qual não só a produção de biomassa como

também a altura das mudas passou a diminuir com o aumento da concentração de N no substrato.

4.2.5 Conclusões e recomendações

Diferentes doses de N na adubação nitrogenada de minicepas de *Eucalytus dunnii* em minijardim clonal é fator que influencia a produtividade das minicepas, a sobrevivência das miniestacas e o vigor vegetativo das mudas formadas.

Nas três doses de N testadas neste trabalho a produtividade das minicepas não atingiu um ponto máximo, podendo-se, neste caso, aumentar a dose até o ponto em que se observe máxima produtividade ou aspectos negativos no enraizamento das miniestacas em função do estado nutricional ideal ou da toxidez do N para os propágulos.

O substrato, em consonância com os demais fatores manejáveis no viveiro, é de fundamental importância no sucesso da propagação de *E. dunnii* via miniestaquia de material juvenil. Com base nos resultados observados, podemos ressaltar as seguintes recomendações:

1) Em função das doses testadas, é recomendável a utilização de 45 mmol N L⁻¹ na miniestaquia de material de origem seminal de *E. dunnii*, em virtude dos maiores valores observados na produção de miniestacas, no peso seco da biomassa produzida por minicepa, no estado nutricional mais adequado que os demais tratamentos e nas características vegetativas das mudas avaliadas.

2) As minicepas de *E. dunnii*, manejadas na forma como foi exposto neste estudo, e nas condições ambientais expostas, devem ser sistematicamente substituídas após aproximadamente 10 coletas de material, visando a manutenção do vigor produtivo dentro do minijardim clonal.

3) Deve-se priorizar a utilização de substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita + vermiculita média + casca de arroz carbonizada (1:1:1) + adubação incorporada com superfosfato simples (3 kg m⁻³), cloreto de potássio (150 g m⁻³) e FTE BR 12 (1 kg m⁻³), se considerados aqueles testados para a miniestaquia de *E. dunnii*. Convém salientar que novas formulações de substratos, bem como formulações de adubação incorporada podem ser testadas, visando a obtenção de maiores valores de sobrevivência e melhor qualidade da muda, através

de valores de altura e diâmetro do colo mais adequados para a expedição das mudas.

4) Mediante manejo mais intenso, especialmente das variáveis ambientais temperatura, umidade e luminosidade, maiores percentuais de sobrevivência poderão ser obtidos, bem como elevação da qualidade das mudas oriundas da miniestaquia de material seminal de *E. dunnii*.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que desenvolveu-se esse estudo, pode-se concluir que:

1. Em geral, minicepas de *Eucalyptus dunnii* regadas com solução nutritiva contendo a forma nitrogenada NH_4^+ , acompanhada ou não de NO_3^- , desenvolvem-se melhor que minicepas regadas com solução contendo somente a forma NO_3^- , refletindo em maior produtividade de brotos, maior produtividade de biomassa seca, melhor estado nutricional, maior sobrevivência das miniestacas e maiores valores de altura e diâmetro das mudas formadas.

2. A maior dose de nitrogênio testada (45 mmol N L^{-1}) promoveu os melhores resultados para as características avaliadas, tanto nas minicepas (produtividade, massa seca e estado nutricional) quanto nas miniestacas (sobrevivência, enraizamento, diâmetro e altura).

3. O substrato que apresentou melhor desempenho na produção de mudas via miniestaquia da espécie foi aquele contendo 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}), visto que este promoveu maiores valores percentuais de sobrevivência, enraizamento, diâmetro e altura das mudas.

4. Não foram observadas diferenças entre os valores das características das mudas formadas na 7ª coleta para diferentes formas de N, ao passo que a maior dose testada (45 mmol L^{-1} de N) promoveu a obtenção de maiores valores para características relacionadas ao vigor radicial e aéreo da muda.

Em vista dessas observações, é possível afirmar que a miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden é viável, e é influenciada pela forma e dose de nitrogênio com que as minicepas são regadas, bem como pelo substrato em que as mudas são formadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas são as variáveis envolvidas num processo de propagação clonal de espécies florestais, indo desde a temperatura e umidade, parcialmente controláveis, até o metabolismo dos propágulos, mais complexos e ainda pouco entendido e dominado.

O nitrogênio, nutriente essencial na vida da planta, tem papel fundamental em todos os processos vitais. Em muitos estudos observa-se relação direta entre o aumento da quantidade de nitrogênio fornecida à planta e o aumento da biomassa produzida, ao passo que outros identificam exatamente o contrário ou não encontram relação consistente entre esses valores. Assim, considerando que os maiores valores para todas as características avaliadas foi encontrado na maior dosagem testada, a relação observada é direta, bem como pode-se supor que valores ainda maiores podem acarretar melhores resultados. Deve-se, naturalmente, ser prudente no intuito de evitar resultados desastrosos em função de superdosagens.

A forma nitrogenada disponibilizada para a espécie *Eucalyptus dunnii* também é fator que influencia no sucesso do processo de miniestaquia, devendo-se, sempre que possível, disponibilizar N na forma de amônio NH_4^+ , isoladamente ou acrescido de nitrato NO_3^- . Os maiores valores observados nas minicepas e miniestacas ao se trabalhar com NH_4^+ reflete o maior custo energético na assimilação e metabolização do NO_3^- , que, considerando o nível de estresse imposto à miniestaca, promove dificuldades ou mesmo cessa o desenvolvimento da mesma.

Outro fator preponderante na propagação vegetativa é o substrato. Muito já se estudou sobre esse componente chave na miniestaquia, e alguns resultados já foram obtidos. Sabe-se que mesmo sem apresentar efeito direto sobre a sobrevivência da miniestaca, o substrato tem papel importante na configuração da estrutura radicial, na alongação das raízes, na sobrevivência das miniestacas, na regulação da relação aeração:drenagem, entre outros fatores. Assim, para os diferentes substratos comerciais e misturas testadas, observou-se a existência de valores distintos, destacando-se aqueles formados por misturas sobre aqueles formados por somente um elemento, em especial quando acrescentada adubação de base na mistura.

Assim sendo, é possível afirmar que a forma NH_4^+ é a mais aconselhada para a adubação nitrogenada de minicepas de *Eucalyptus dunnii*, entretanto deve-se considerar a possibilidade da utilização de outras fontes de nitrogênio (uréia, nitrato de cálcio, fosfato mono e diamônico, entre outros), visando a obtenção de maiores valores de enraizamento bem como menor custo final da produção.

Conjuntamente à solução de fertirrigação, especial atenção deve ser dada ao substrato, devendo-se testar novas misturas e adubações de base, visando maiores valores de conversão de miniestacas em mudas, obtenção de mudas mais vigorosas e em menor tempo.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e Doenças do Eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 442p.
- ARAÚJO, E.F.; GAYA, J.L.; SOUZA, A.J.; SILVEIRA, R.L.V.A. 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. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCS, 2003. 4p. CD-ROOM.
- ARAÚJO, E.F.; SANTANA, M.A.M.; SOUZA, A.J. Determinação da demanda nutricional de genótipos de *Eucalyptus* em áreas da Bahia Sul Celulose. **Relatório Final, COTEC – 087/01**, 2001. 19p.
- ASSIS, T. F. Propagação vegetativa de *Eucalyptus* por Microestaquia. In: REUNIÃO TÉCNICA DE PROPAGAÇÃO VEGETATIVA, 11, REUNIÃO DE SILVICULTURA CLONAL, 1., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBS, 1996. p. 1–9.
- ASSIS, T.F.; ROSA, O.P.; GONÇALVES, S.I. Propagação por microestaquia. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7, 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1992. p.824-836.
- ASSIS, T. F.; TEIXEIRA, S. Enraizamento de Plantas Lenhosas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Eds.). **Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPQ, 1998. p.261-296.
- BELLOTTE, A.F.J. **Concentração, acumulação e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) em função da idade**. Piracicaba, 1979. 129p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BENNETT, I.J.; McDAVID, D.A.J.; McCOMB, J.A. The influence of ammonium nitrate, pH and indole butyric acid on root induction and survival in soil of *Eucalyptus globulus*. **Biologia Plantarum**. v.47. n. 3. Murdoch: Formerly Kluwer Academic Publishers B.V., 2003. p.355-360.
- BERTOLOTI, G.; GONÇALVES, A.N. Enraizamento de estacas: especificações técnicas para a construção do módulo de propagação. **Circular Técnica IPEF**. n.94. Piracicaba: IPEF-LCF/ESALQ/USP, 1980. 9p.
- BORGES, E.E.L. **Enraizamento de estacas de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis***. Viçosa, 1978. 78f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- BOUCHARDET, J.A.; SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; SGARBI, F.; RIBEIRO, R.A. Crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* em função da relação C/N do substrato. In: **Simpósio sobre Fertilização e Nutrição Florestal**. Piracicaba: IPEF, 1999. CD-ROOM.

CAPALDI, F.R. **Avaliação de diferentes fontes de nitrogênio em explantes de *Cryptomeria japonica* D. Don. “elegans” cultivados *in vitro*: análises bioquímicas e relações entre reguladores vegetais.** Piracicaba, 2002. 84p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz. – USP.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudanças 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.** n.17. v.3. Taiwan: TFRI, 2002. p.301-309.

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

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

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. Elsevier, 2004. p.315–324.

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

ELDRIDGE, K.; DAVIDSON, J.; HARDWIID, C.; VANWYK, G. ***Eucalypt domestication and breeding.*** Oxford: Claredon Press, 1994. p.228-246.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 1997. 212p.

FERREIRA, C.A.; COUTO, H.T.Z. A influência de variáveis ambientais no crescimento de espécies/procedências de *Eucalyptus* spp nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. **Boletim de Pesquisa Florestal.** n.3. Colombo: Embrapa Florestas, 1981. p.9-35.

GAIAD, S. **Alterações na rizosfera e seus reflexos na biomassa, na composição química e na fotossíntese de erva-mate decorrentes do uso de diferentes fontes de nitrogênio.** Curitiba, 2003. 132f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G.; XAVIER, A.; GARCIA, S.L.R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore,** v.26. n.6. Viçosa: IPEF, 2002. p.655-664.

GOMES, J.M.; SILVA, A.R. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.E.P.; PEDROSA, M.W.; SEDIYAMA, M.A. (Eds.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFV, 2004. p.190-225.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 466p.

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

GRESPLAN, S.L.; DIAS, L.E.; NOVAIS, L.S. Crescimento e parâmetros cinéticos de absorção de amônio e nitrato por mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas a diferentes relações amônio/nitrato na presença e ausência de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.22. n.4. Campinas: SBCS, 1998. p.667-674.

GROSSI, F. **Aspectos da nutrição nitrogenada *in vitro* e atividade da redutase de nitrato em uma espécie de bromélia**. Piracicaba, 2000. 116f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo.

GUERREIRO, C. A.; COLLI JUNIOR, G. Controle de qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. Na Champion Papel e Celulose S.A. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1984. p.164-170.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JR., F. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 6 ed. New York: Englewood Clippings / Prentice Hall, 1997. 770 p.

HIGA, R.C.V.; HIGA, A.R.; TREVISAN, R.; SOUZA, M.V.R. Resistência e resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii* Maiden plantados em Campo do Tenente, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**. n.40. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p. 67-76.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; FIRME, D.J.; GONÇALVES, A.N. Influência do estado nutricional da minitouça no enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus* spp. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25. **Anais...** Santa Maria: SBCS/SBM, 2000a. (CD-ROOM).

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; GONÇALVES, A.N. Propagação vegetativa do *Eucalyptus*: princípios básicos e sua evolução no Brasil. **Circular Técnica IPEF**. n. 192. Piracicaba: IPEF-LCF/ESALQ/USP, 2000b. 14p.

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, 2000c. p.191-217.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; GONÇALVES, A.N. Nutrição e adubação em minijardim clonal de *Eucalyptus*. **Circular Técnica IPEF**. N. 194. Piracicaba: IPEF, 2002. 24p.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; VALLE, C.F.; BONINE, C.A.V.; BOUCHARDET, J.A.; GONÇALVES, A.N. 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. **Anais...** Santa Maria, SBCE/SBM, 2000d. (CD-ROOM).

IRITANI, C., SOARES, R.V. Indução do enraizamento de estacas de *Araucaria angustifolia* através da aplicação de reguladores de crescimento. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, 1982, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBS, 1983. p.313-317.

LEMO, E.E.P. Uso de hormônios vegetais em cultura de tecidos: ciência ou alquimia? In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E.L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U.M.T. (Eds.) **Estresses ambientais: danos e benefícios**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p.336-341.

LOCATELLI, M.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. Efeito de formas de nitrogênio sobre o crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**. v.8. n.1. Viçosa: SIF, 1984. p.39-52.

LOPES, J.L.W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. Botucatu, 2004. 128f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz - USP.

LUCKMAN, G.A.; MENARY, R.C. Increased root initiation in cuttings of *Eucalyptus nitens* by delayed auxin application. **Plant Growth Regulation**. n.38. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2002. p.31-35.

MACRAE, S.; REIS, J.A.A. Seasonality effect on the propagation of *Eucalyptus globulus* by stem cuttings. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA, 1997. v. 2, p. 172-177.

MACRAE, S.; COTTERILL, P. P. Macropropagation and micropropagation of *Eucalyptus globulus*: means of capturing genetic gain. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: EMBRAPA, 1997. v. 4, p. 102-110.

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 Inc., 1995. 889p.

MARTINEZ, H.E.P.; BARBOSA, J.G. **O uso de substratos em cultivos hidropônicos**. Cadernos Didáticos, 42. Viçosa: UFV, 1999. 49p.

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

MORA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: SBS, 2000. 112p.

MORI da 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. Santa Maria: DCF – UFSM, 2005. p.307-310.

NEVES, J.C.; GOMES, J.M.; NOVAIS, R.F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Eds.). **Relação Solo-Eucalipto**. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1990. p.99-126.

PAIM, D.C.; RUEDELL, C.M.; SCHWAMBACH, J.; FETT NETO, A.G. Physiological characterization of adventitious rooting in *Eucalyptus globulus* x *maidenii* mini-cuttings. In: X Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal e XII Congresso Latino Americano de Fisiologia Vegetal. **Anais...** Recife, 2005. CD-ROOM.

PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Viveiros florestais**. (Apostila 320) Viçosa: UFV, 1995. 56p.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M.; COUTO, L.; SILVA, A. R. **Propagação vegetativa de eucalipto por estaquia**. Informe Agropecuário. v.18. n.185. Belo Horizonte: EPAMIG, 1996. p. 23 – 27.

PAULA, T.A.; GONÇALVES, A.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N. Efeito do potássio na produção e enraizamento de miniestacas de eucalipto na presença e ausência de AIB. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 29. **Anais...** Ribeirão Preto – SP, 2003. (CD-ROOM).

PEREIRA, J.C.D.; HIGA, A.R.; SHIMIZU, J.Y.; HIGA, R.C.V. Comparação da qualidade da madeira de três procedências de *Eucalyptus dunnii* Maiden, para fins energéticos. **Boletim de Pesquisa Florestal**. n.13. Colombo: Embrapa Florestas, 1986. p.09-16.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. 4ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1992. 682p.

SCARASSATI, A. **Avaliações ambiental e nutricional da produção de microcepas e microestacas de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* em sistema hidropônico em casa-de-vegetação**. Botucatu, 2003. 153f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo.

SHEDLEY, E.; DELL, B.; GROVE, T.S. Effects of inorganic nitrogen forms on growth of *Eucalyptus globulus* seedlings. **Plant nutrition from genetic engineering to field practice: Proceeding of the Twelfth International Plant Nutrition**. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.595-598.

SILVA, C.R.; SILVEIRA, R.L.V.A.; CAMARGO, F.R.A.; HIGASHI, E.N.; PATROCÍNO, D.D. Efeito da aplicação de nitrogênio e potássio sobre o desenvolvimento inicial do *Eucalyptus grandis* e sua relação com a ocorrência da ferrugem (*Puccinia psidii*). In: **FERTIBIO 2000**. Santa Maria: SBSC/SBM, 2000. (CD ROM).

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 1999. 370p.

SMETHURST, P.; HOLZ, G.; MORONI, M.; BAILLIE, G. Nitrogen management in *Eucalyptus nitens* plantations. **Forest Ecology and Management**. v.193. n.1-3. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing, 2004. p.63-80.

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

STORCK, L.; GARCIA, D.C.; LOPES, S.J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação Vegetal**. Santa Maria: Editora UFSM, 2000. 198p.

TAKAKI, M. A luz como fator de estresse na germinação de sementes. In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E.L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U.M.T. (Eds.) **Estresses ambientais: danos e benefícios**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. p.243-248.

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

TITON, M. **Propagação clonal de *Eucalyptus grandis* por Miniestaqueia e Micropropagação**. Viçosa, 2001. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa.

TITON, M.; WENDLING, I.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, M. L.; SANTOS, G. A. Influência do tempo de permanência em casa de vegetação e do tipo e tamanho de propágulo no enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus grandis*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 1. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2001. (CD-ROOM).

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W.C.; REIS, G.G. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, v.27, n.1. Viçosa: IPEF, 2003. p. 1-7.

TORRES, A.G.M. **Relação entre sazonalidade, desrama e carboidratos no crescimento do eucalipto na propagação vegetativa por miniestaqueia**.

Piracicaba, 2003. 79f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz – USP.

VALERI, S.V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para a produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.167-190.

XAVIER, A. **Silvicultura colnal I: princípios e técnicas de propagação vegetativa**. Viçosa: UFV, 2002. 64p.

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

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

WENDLING, I. **Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus spp.* por miniestaquia**. Viçosa, 1999. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa.

WENDLING, I. **Rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia seriada e micropropagação**. Viçosa, 2002. 105f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa.

WENDLING, I.; GATTO, A.; PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Substratos, Adubação e Irrigação na Produção de Mudas**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2002a. 145 p. Série Produção de Mudas Ornamentais. Coleção Jardinagem e Paisagismo. v.2.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; GROSSI, F. **Curso intensivo de viveiros e produção de mudas**. Colombo – PR: Embrapa Florestas, 2002b. 48 p. (Documentos 79).

WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: Congresso Sul-Americano da Erva-Mate, 3. **Anais...** Chapecó, Unochapecó, 2003 (CD-ROOM).

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Revista Floresta e Ambiente**, v.8, n.1, 2001. p. 187-194.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Miniestaquia seriada no rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 38, n. 4. Brasília: Embrapa, 2003. p. 475-480.

WENDLING, I ; XAVIER, A. ; GOMES, J.M. ; PIRES, I.E. ; ANDRADE, H.B. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus spp.* por miniestaquia. **Revista Árvore**. v.24, n.2. Viçosa: IPEF, 2000. p 181-186.

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. Viçosa: IPEF, 2003. p.611-618.

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

ZANI FILHO, J.; BALLONI, E.A. Enraizamento de estacas de *Eucalyptus*: efeitos do substrato e do horário de coleta do material vegetativo. **IPEF**. n.40. Piracicaba: IPEF, 1988. p.39-42.

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

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. Relações entre épocas do ano e diferentes concentrações de ácido indol butírico no enraizamento de estacas de *Eucalyptus grandis*. **Boletim de Pesquisa Florestal**. n.42. Colombo: Embrapa Florestas, 2001b. p.71-80.

APÊNDICE

APÊNDICE A

QUADRO 2: Temperaturas mínimas, médias e máximas observadas na estufa de condução do minijardim clonal de *E. dunnii*.

Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Out. 2004	1	11	12,5	18,5	24,5	27
	2	4	9,8	17,6	25,4	31
	3	11	13,8	19,8	25,8	30
	4	10	12,8	19	25,1	30
	5	8	12,5	20,3	28,1	35
Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Nov. 2004	1	14	15,8	23,1	30,3	35
	2	10	13,7	19,9	26,1	29
	3	12	14,4	21,1	27,7	32
	4	11	14,1	23,1	32,1	35
	5	15	15,7	22	28,3	31
Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Dez. 2004	1	13	14	19,8	25,5	31
	2	10	16,3	22,8	29,4	35
	3	12	15,7	25,1	34,6	40
	4	12	14,6	23	31,4	38
	5	15	15,3	25,3	35,3	39
Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Jan. 2005	1	15	17,5	28,6	39,8	43
	2	14	17	26,6	36,1	41
	3	15	16,3	23,3	30,3	38
	4	14	16,4	26,6	36,7	42
	5	16	20,5	27,8	35	35
Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Fev. 2005	1	15	15,6	25	34,4	40
	2	11	12,7	25	35,4	40
	3	13	15	28,3	41,6	44
	4	12	16,3	28	39,7	43
	5	17	18	30	42	43
Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Mar. 2005	1	10	13	22,6	32,2	40
	2	12	15,8	26,7	37,6	41
	3	14	16,3	25,6	34,8	38
	4	14	16,8	27,9	39	42
	5	10	13,4	25,2	37	40
Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Abr. 2005	1	17	18,5	27,2	36	37
	2	14	16,3	25,8	25,3	42
	3	16	16,1	26,7	37,3	40
	4	14	15	24,5	34	40
	5	10	12,6	21,6	30,6	37
Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Mai. 2005	1	8	10,8	22,5	34,1	39
	2	11	12,6	22,9	33,3	37
	3	10	14,4	22,2	30	35
	4	5	11,7	20,3	28,8	36
	5	9	10	17,7	25,3	33
Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Jun. 2005	1	12	14,2	21,4	28,5	32
	2	8	11,3	21,4	31,4	34
	3	9	11,4	19,3	27,1	32
	4	9	10,7	16,7	22,7	29
	5	8	10,4	18,2	26	34
Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Jul. 2005	1	7	9,5	21,5	33,5	35
	2	7	8,8	16,1	23,3	35
	3	7	9	20,2	31,4	36
	4	3	7,8	16,6	25,4	30
	5	1	6,4	18,9	31,5	37
Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Ago. 2005	1	4	7,7	19,2	30,8	35
	2	2	5,4	15,9	26,4	31
	3	6	8,4	20	31,6	36
	4	7	10,1	19,4	28,7	37
	5	9	11	22,8	34,5	36
Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Set. 2005	1	7	10,7	19,5	28,3	35
	2	9	10,6	19,1	27,7	34
	3	9	10,8	15,2	19,6	32
	4	6	11,3	18,8	26,3	34
	5	10	12	18,2	24,3	27
Mês	S.	T.I.	T min	T med	T max	T.S.
Out. 2005	1	13	14,5	19,9	25,2	32
	2	14	14,6	24,2	33,8	43
	3	12	14,1	21,4	28,6	38
	4	14	15,1	21	26,8	32
	5	12	12	19,5	27	30

S. = semana

T.I. = Temperatura Inferior: menor temperatura observada na semana

T.S. = Temperatura Superior: maior temperatura observada na semana

APÊNDICE B

QUADRO 3: Balançamento da formulação para fertirrigação das minicepas de *E. dunnii* para as 3 formas de N testadas.

NO ₃ ⁻	M*	N	QUANTIDADE (mol L ⁻¹)							
			NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ²⁺	MgO	S	Cl
NH ₄ NO ₃	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CaCl ₂	1,47	-	-	-	-	-	0,3969	-	-	1,176
(NH ₄) ₂ SO ₄	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KNO ₃	3,34	0,0308	-	0,0308	-	1,503	-	-	0,0401	-
MgSO ₄	0,25	-	-	-	-	-	-	0,0225	0,0338	-
SS**	0,92	-	-	-	0,1656	-	0,184	-	0,1068	-
KCl	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H ₂ SO ₄	0,8 mL	-	-	-	-	-	-	-	0,4810	-
SOMA		0,0308	0	0,0308	0,1656	1,503	0,5809	0,0225	0,1806	1,176
NH ₄	MASSA	N	NH ₄	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	MgO	S	Cl
NH ₄ NO ₃	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CaCl ₂	1,47	-	-	-	-	-	0,3969	-	-	1,176
(NH ₄) ₂ SO ₄	2,004	0,0308	0,0308	-	-	-	-	-	0,4810	-
KNO ₃	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MgSO ₄	0,25	-	-	-	-	-	-	0,0225	0,0338	-
SS	0,92	-	-	-	0,1656	-	0,184	-	0,1067	-
KCl	2,505	-	-	-	-	1,503	-	-	0,0376	1,1924
SOMA		0,0308	0,0308	0	0,1656	1,503	0,5809	0,0225	0,6590	2,3684
NO ₃ ⁻ + NH ₄ ⁺	MASSA	N	NH ₄	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	MgO	S	Cl
NH ₄ NO ₃	1,179	0,0308	0,0154	0,0154	-	-	-	-	-	-
CaCl ₂	1,47	-	-	-	-	-	0,3969	-	-	1,176
(NH ₄) ₂ SO ₄	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KNO ₃	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MgSO ₄	0,25	-	-	-	-	-	-	0,0225	0,0338	-
SS	0,92	-	-	-	0,1656	-	0,184	-	0,1067	-
KCl	2,505	-	-	-	-	1,503	-	-	0,0376	1,1923
H ₂ SO ₄	0,8 mL	-	-	-	-	-	-	-	0,4810	-
SOMA		0,0308	0,0154	0,0154	0,1656	1,503	0,5809	0,0225	0,1780	2,3684

* Massa, em g L⁻¹.

** Superfosfato simples

APÊNDICE C

QUADRO 4: Composição química dos adubos utilizados no preparo das soluções de rega no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Adubo	Fórmula	Composição
Cloreto de cálcio	CaCl_2	27% Ca^{2+}
Sulfato de amônio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	20% N; 27% S
Nitrato de potássio	KNO_3	12% N; 45% K_2O ; 1% S
Sulfato de magnésio	MgSO_4	9% MgO ; 12% S
Superfosfato simples	P_2O_5	18% P_2O_5 ; 25% Ca^{2+} ; 12% S
Cloreto de potássio	KCl	60% K_2O ; 12% S
Ácido sulfúrico	H_2SO_4	98% S
Nitrato de amônio	NH_4NO_3	34% N

APÊNDICE D

QUADRO 5: Características físicas e químicas dos substratos testados na miniestaquia de *E. dunni*.

Características	Substratos*				
	T1	T2	T3	T4	T5
Físicas					
Densidade global (g cm ⁻³)	0.50	0.28	0.27	0.41	0.28
Porosidade total (%)	68	52	57	50	50
Macroporosidade (%)	38	34	30	27	33
Microporosidade (%)	30	18	27	23	17
Químicas					
Matéria orgânica total (g dm ⁻³)	127,93	114,99	5,67	206,24	105,39
C total (g dm ⁻³)	74,80	67,24	3,32	120,59	61,62
pH em CaCl ₂ 0,01 M	5,03	5,90	7,12	5,70	5,75
Na (mg dm ⁻³)	57,0	54,0	8,0	90,0	111,0
P (mg dm ⁻³)	264,0	702,0	17,1	1450,0	1172,0
K trocável (cmol _c dm ⁻³)	0,84	1,00	0,11	1,96	1,39
Ca trocável (cmol _c dm ⁻³)	7,00	6,57	0,97	14,91	9,81
Mg total (cmol _c dm ⁻³)	6,37	6,18	15,63	7,72	7,70
Al trocável (cmol _c dm ⁻³)	0,47	0,65	0,05	1,14	1,11
C.T.C. efetiva (cmol _c dm ⁻³)	14,68	14,4	16,76	25,73	20,01

*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).

APÊNDICE E

QUADRO 6: Curvas e coeficientes de correlação para a produtividade de miniestacas por minicepa (PRODMC) nas diferentes formas e doses de N testadas no minijardim clonal de *E. dunnii*, aos 350 dias de condução do experimento.

Experimento	Tratamento	Curva	R ²
Forma de N	NO ₃ ⁻	Y = 0,0036X + 2,0426	0,1896
	NH ₄ ⁺	Y = 0,0048X + 2,3543	0,2807
	NO ₃ ⁻ + NH ₄ ⁺	Y = 0,0061X + 2,0548	0,3956
Dose de N	N Inferior	Y = 0,003X + 1,5059	0,2103
	N Médio	Y = 0,0032X + 2,1436	0,1774
	N Superior	Y = 0,0051X + 2,7001	0,2581