

EFEITO DO NITROGÊNIO NO ESTADO NUTRICIONAL E NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM MINICEPAS DE *Eucalyptus dunnii* Maiden

Lucas Scheidt da Rosa¹, Fernando Grossi², Ivar Wendling³, Carlos Bruno Reissmann⁴

(recebido: 30 de junho de 2006; aceito: 22 de março de 2007)

RESUMO: Realizou-se este estudo objetivando avaliar o estado nutricional e a produção de biomassa de minicepas de *Eucalyptus dunnii* Maiden submetidas à fertirrigação com diferentes formas e doses de nitrogênio. Para constituírem o minijardim clonal utilizaram-se mudas com 90 dias de idade, em tubetes de 55 cm³ de capacidade, em substrato comercial à 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 0,4 g L⁻¹. Para o teste de dosagem foi utilizado uma única fonte (NH₄NO₃) a 0,2; 0,4 e 0,6 g L⁻¹ de N. As minicepas foram nutridas semanalmente com 10 mL da solução por tubete. Aos 42 dias de condução do minijardim clonal fez-se a coleta de material foliar para determinação do estado nutricional, e aos 157, 185 e 216 dias fez-se a coleta de miniestacas para determinação da produção de biomassa. Nenhuma das formas e doses de nitrogênio testadas mostrou efeito negativo no estado nutricional foliar das miniestacas, ao passo que a produção de biomassa seca mostrou-se maior para a forma NO₃⁻ + NH₄⁺ e para a dose 0,6 g L⁻¹ de N. Dessa forma, conclui-se que a forma NO₃⁻ + NH₄⁺ e a dose 0,6 g L⁻¹ de N devem ser priorizadas, bem como maiores doses de N devem ser testadas visando o aumento da produção de biomassa no minijardim clonal de *E. dunnii*.

Palavras-chave: Amônio, miniestaquia, nitrato, nitrogênio, silvicultura clonal.

NITROGEN EFFECT ON NUTRITIONAL STATE AND ON BIOMASS PRODUCTIVITY IN *Eucalyptus dunnii* Maiden MINISTUMPS

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the nutritional state and the biomass production of ministumps of *Eucalyptus dunnii* Maiden submitted to fertirrigation with nitrogen different forms and doses. 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 0.4 g L⁻¹ (NO₃⁻, NH₄⁺ and NO₃⁻ + NH₄⁺), the nitrogen sources were: KNO₃, (NH₄)₂SO₄ and NH₄NO₃, respectively. In the dose test an unique source (NH₄NO₃) was used in the following concentrations of N: 0.2; 0.4 and 0.6 g L⁻¹. Each ministump was weekly watered with 10 mL of the tested solution. At 42 days of experiment, foliar samples were collected for determining the nutritional state. At 157, 185 and 216 days, minicuttings was collected for determination of the biomass production. None of tested nitrogen forms and doses showed negative effect on foliar nutritional state of the minicuttings. The dry biomass production was bigger for the NO₃⁻ + NH₄⁺ form and for 0,6 g L⁻¹ dose. In conclusion, the NO₃⁻ + NH₄⁺ N form and the 0,6 g L⁻¹ N were recommended. Bigger N doses can be able to increase the biomass production in the clonal minigarden of *E. dunnii*.

Key words: Ammonium, minicutting technique, nitrate, nitrogen, clonal silviculture.

1 INTRODUÇÃO

A recomendação da forma de N, suas doses e época de aplicação são aspectos importantes a serem considerados na produção de mudas florestais, seja na adubação incorporada ao substrato, seja por fertirrigação. A absorção de N 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 (MARSCHNER, 1995; NEVES et al., 1990).

As diferentes espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam respostas distintas às formulações com diferentes doses e formas de N. Mudanças de *E. urophylla*, *E. pellita* e *E. globulus* desenvolveram-se melhor em solução contendo somente NH₄⁺. Já *E. camalduensis* e *E. grandis* desenvolveram-se bem quando em solução contendo ambas as formas de N testadas, ao passo que *E. cloeziana*

¹Pós-Graduando em Engenharia Florestal na UFPR – Rua Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico – 80210-170 – Curitiba, PR – lucas@floresta.ufpr.br

²Professor no Departamento de Engenharia Florestal da UFPR – Rua Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico – Curitiba, PR – 80210-170 – f_grossi@ufpr.br

³Pesquisador na Embrapa Florestas – Estrada da Ribeira, Km 111 – Cx. P. 319 – 83.411-000 – Colombo, PR – ivar@cnpf.embrapa.br

⁴Professor no Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR – Rua dos Funcionários, 1540 – Juvevê – 80.035-050 – Curitiba, PR – reissman@ufpr.br

apresentou melhor resposta em solução contendo somente NO_3^- (GRESPLAN et al., 1998; SHEDLEY et al., 1993).

Higashi et al. (2000c) verificaram os efeitos das doses de N nas concentrações dos nutrientes, 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, produção de biomassa e porcentagem de enraizamento, observando-se relação direta entre o aumento da dose de N ministrada às minicepas e a produção de biomassa.

A miniestaquia é uma técnica que vem sendo utilizada com sucesso na maximização do processo de propagação clonal em *Eucalyptus*, tendo surgido a partir do aprimoramento da estaquia, visando contornar as dificuldades de enraizamento de alguns clones (XAVIER & WENDLING, 1998; WENDLING et al., 2000). Numa seqüência esquemática da técnica, inicialmente desenvolvida para o gênero *Eucalyptus*, faz-se a poda do ápice da brotação da estaca enraizada ou do ápice da muda, 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). A propagação vegetativa via miniestaquia da espécie *E. dunnii* foi considerada viável por Souza Junior & Wendling (2003).

Conduziu-se este estudo com o objetivo de avaliar o estado nutricional e a produtividade de biomassa de minicepas de *Eucalyptus dunnii* Maiden submetidas à fertirrigação com diferentes formas e doses de nitrogênio.

2 MATERIAL E MÉTODOS

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

Para constituir o jardim miniclinal foram selecionadas mudas de *Eucalyptus dunnii* em tubetes de 55 cm³ de capacidade, com 90 dias de idade, em substrato comercial composto de casca de pinus e vermiculita, produzidas no viveiro florestal da Embrapa Florestas. As mudas foram levadas para a estufa, onde foram podadas a 6 cm de altura, preservando um par de folhas.

A solução nutritiva foi constituída de cloreto de cálcio (1,47 g L⁻¹), sulfato de magnésio (0,25 g L⁻¹), superfosfato simples (0,92 g L⁻¹), cloreto de potássio (2,5 g L⁻¹) e 1,0 g L⁻¹ de solução de micronutrientes (9% de Zn, 1,8% de B, 0,8% de Cu, 3% de Fe, 2% de Mn e 0,12% de Mo). As formas de nitrogênio testadas foram: NO_3^- , NH_4^+ e $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$, respectivamente, das fontes KNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e NH_4NO_3 , na concentração 0,4 g L⁻¹ de N. Para o teste de dosagem foi utilizada uma única fonte (NH_4NO_3) a 0,2; 0,4 e 0,6 g L⁻¹ de N. As soluções foram ajustadas para que somente o nutriente nitrogênio variasse. O pH foi ajustado para 5,8 antes da adubação semanal, com 10 mL da solução por tubete.

O minijardim clonal contou com 6 tratamentos (3 com formas e 3 com doses de N), 4 repetições, cada uma com 10 minicepas, disposto em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Durante a terceira coleta de miniestacas (42 dias de condução do minijardim clonal), folhas totalmente expandidas foram separadas para a análise foliar no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da *Embrapa Florestas*, seguindo metodologia proposta por Silva (1999).

Aos 157, 185 e 216 dias de condução do experimento, fez-se a secagem e pesagem de todos os brotos produzidos no minijardim, visando determinar a produção de biomassa seca por minicepa (PSMC) em cada tratamento. A secagem deu-se em estufa a 60 °C por 72 horas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estado nutricional das miniestacas

Pela Tabela 1, apresenta-se a análise foliar de *E. dunnii* na primeira coleta de miniestacas do minijardim clonal, para os diferentes tratamentos com formas de N; na Tabela 2, apresentam-se os resultados para diferentes doses de N e pela Tabela 3, mostra-se os valores adequados, elevados, baixos e deficientes para os nutrientes avaliados, segundo Higashi et al. (2000b).

Ao comparar os valores observados na Tabela 1 com os valores de alto a deficiente apresentados pela Tabela 3, observa-se que N e K apresentam-se baixos para todos os tratamentos, excetuando-se o elemento K no tratamento $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$, considerado adequado. Ca, Mn e Zn apresentam-se altos, enquanto os demais elementos (P, Mg, Cu, Fe) mantiveram-se em níveis adequados, excetuando-se mais uma vez o tratamento $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$, mostrando valor elevado para o elemento Fe.

Tabela 1 – Análise química foliar realizada após a terceira coleta de miniestacas no minijardim clonal, para as três formas nitrogenadas testadas.

Table 1 – Foliar chemical analyzes realized after the third minicutting collecting in the clonal minigarden, for the three tested nitrogen forms.

Tratamento	Nutriente								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹			
NO ₃ ⁻	24,21	2,67	12,12	6,98	2,21	10,5	179	687	69,5
NH ₄ ⁺	25,78	2,83	11,91	8,91	2,93	11,2	199	815	85,1
NO ₃ ⁻ + NH ₄ ⁺	23,64	2,67	17,28	8,34	2,72	12,3	227	795	77,0

Tabela 2 – Análise química foliar realizada após a terceira coleta de miniestacas no minijardim clonal, para as três doses nitrogenadas testadas.

Table 2 – Foliar chemical analyzes realized after the third minicutting collecting in the clonal minigarden, for the three tested nitrogen doses.

Tratamento	Nutriente								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹			
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 3 – Teores dos macro e micronutrientes considerados adequados, acima, abaixo e deficiente para brotações de *Eucalyptus*, com 14 dias de idade, em condição de minijardim clonal.

Table 3 – Macro and micronutrients content considered right, above, below and deficient for *Eucalyptus* shoots with 14 days of age, in clonal minigarden condition.

Teor nutricional	Nutriente								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹			
Alto	> 40	>4	>30	>7	>4	>15,2	>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 et al. (2000b).

Já ao comparar os valores observados na Tabela 2 com os valores da Tabela 3, vê-se que N apresenta-se adequado 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

N Superior e N Médio, respectivamente. 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 adequados foi pequena, bem como, não foi

observada sintomatologia de deficiência ou toxicidade de nenhum nutriente durante a execução do experimento, em ambos os testes com formas e doses de N estudados.

Segundo Higashi et al. (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 et al. (2000b), 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 1 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, fator favorável ao enraizamento (ALFENAS et al., 2004; XAVIER & COMÉRIO, 1996; WENDLING, 1999). Da mesma forma, os valores da Tabela 2 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).

Com relação ao nutriente Ca, autores como Araújo et al. (2001) e Bellotte (1979) 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.

Higashi et al. (2000c) 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 estudo 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 pelos autores supracitados, maximizando a sua produtividade.

3.2 Produtividade de biomassa

As Figuras 1A e 1B mostram a produtividade de biomassa dos diferentes tratamentos com formas e doses de N testados nas minicepas de *E. dunnii*.

Pela Figura 1A, mostra-se a produção de biomassa seca inferior para o tratamento NO_3^- nos três momentos avaliados, destacando que 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 menor aos 185 dias, ao passo que $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ apresenta maior PSMC aos 157 e 216 dias.

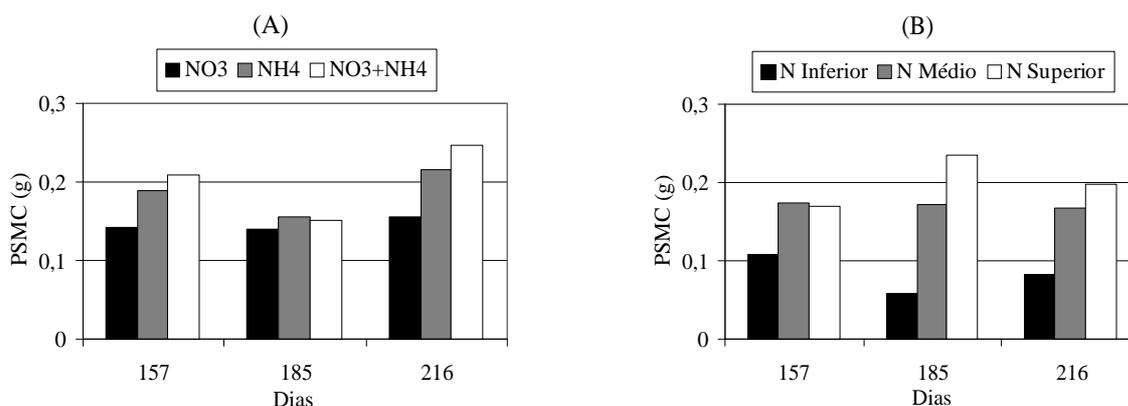


Figura 1 – Produção de massa seca por minicepa (PSMC), em gramas, para três coletas (157, 185 e 216 dias) das diferentes formas (A) e diferentes doses (B) de N testadas na fertirrigação de *E. dunnii*.

Figure 1 – Dry biomass production per miniestump (PSMC), in gram, for three collectings (157, 185 and 216 days) of the different N forms tested (A) and different N doses tested (B) in the fertirrigation of *E. dunnii*

Higashi et al. (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).

Já a Figura 1B apresenta produção semelhante para os tratamentos N Médio e N Superior aos 157 dias, ao passo que nas demais avaliações (185 e 216 dias) 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, aos 185 e 216 dias. Close et al. (2004) observaram efeito positivo do aumento da dose de nitrogênio na produção de biomassa foliar em estacas de *E. nitens* e *E. globulus*.

Os dados observados na Figura 1B 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 et al. (2002), igual a 1,99 g minicepa⁻¹ e altos quando comparados com os resultados de Wendling et al. (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 radicular (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. Tal fato está diretamente relacionado ao fato de que o nitrogênio está envolvido de forma direta ou indireta em todas as rotas metabólicas nas plantas (MENGEL & KIRKBY, 1982; TAIZ & ZEIGER, 2004).

4 CONCLUSÕES

Em vista dos resultados observados é possível concluir que as diferentes formas de N testadas não mostraram grandes variações do ponto de vista nutricional nas miniestacas.

Quando considerada a produtividade de biomassa seca, recomenda-se priorizar a utilização de amônio (NH₄⁺), isoladamente ou acrescido de nitrato (NO₃⁻), na fertirrigação das minicepas.

Já para as diferentes doses de N testadas, as diferenças apontadas denotam que o tratamento N superior (0,6 g L⁻¹ N) é o mais aconselhado no manejo do minijardim clonal.

Visando a obtenção de um estado nutricional mais adequado das miniestacas obtidas do jardim miniclinal, bem como maior produtividade de biomassa, novas fontes, formas e doses de N devem ser testadas, aumentando produtividade e qualidade no minijardim clonal de *Eucalyptus dunnii*.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442 p.
- ARAÚJO, E. F.; SANTANA, M. A. M.; SOUZA, A. J. **Determinação da demanda nutricional de genótipos de *Eucalyptus* em áreas da Bahia Sul Celulose**. [S.l.: s.n.], 2001. 19 p. Relatório final, COTEC – 087/01.
- BELLOTTE, A. F. J. **Concentração, acumulação e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* (Hill ex maiden) em função da idade**. 1979. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1979.
- CLOSE, D. C.; BATTAGLIA, N.; DAVIDSON, N. J.; BEADLE, C. L. Within-canopy gradients of nitrogen and photosynthetic activity of *Eucalyptus nitens* and *Eucalyptus globulus* in response to nitrogen nutrition. **Australian Journal of Botany**, [S.l.], v. 52, n. 1, p. 133-140, 2004.
- GRESPLAN, S. L.; DIAS, L. E.; NOVAIS, L. S. Crescimento e parametros cineticos de absorcao de amonio e nitrato por mudas de *Eucalyptus* spp. submetidas a diferentes relacoes amonio/nitrato na presenca e ausencia de fosforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, n. 4, p. 667-674, 1998.
- HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; FIRME, D. J.; GONÇALVES, A. N. Influência do estado nutricional da minitoca no enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus* spp. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS/SBM, 2000a. CD-ROM.

- 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, 2000b. p. 191-217.
- HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. **Nutrição e adubação em minijardim clonal de *Eucalyptus***. Piracicaba: IPEF, 2002. 24 p. (Circular técnica IPEF, 194).
- 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., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS/SBM, 2000c. CD-ROM.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic, 1995. 889 p.
- MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3. ed. Worblanfen-Bern: International Potash Institute, 1982. 655 p.
- 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: Folha de Viçosa, 1990. p. 99-126.
- 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. In: INTERNATIONAL PLANT NUTRITION, 20., 1993, Dordrecht, Netherlands. **Anais...** Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. p. 595-598.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa, 1999. 370 p.
- SOUZA JÚNIOR, L.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de *Eucalyptus dunnii* via miniestaquia de material juvenil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 46, p. 21-30, 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.
- TITON, M. **Propagação clonal de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia e micropropagação**. 2001. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- XAVIER, A.; COMÉRIO, J. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 9-16, 1996.
- XAVIER, A.; WENDLING, I. **Miniestaquia na clonagem de *Eucalyptus***. Viçosa: SIF, 1998. 10 p. (Informativo técnico SIF, 11).
- WENDLING, I. **Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus spp.* por miniestaquia**. 1999. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J. M.; PIRES, I. E.; ANDRADE, H. B. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus spp.* por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 181-186, 2000.
- WENDLING, I.; XAVIER, A.; PAIVA, H. N. Influência da miniestaquia seriada no vigor de minicepas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 611-618, 2003.