

Perdas de nitrogênio por lixiviação e crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* com diferentes fontes nitrogenadas⁽¹⁾

Edivan Pansera⁽²⁾; Lucindo Somavilla⁽³⁾; Clovis Orlando Da Ros⁽⁴⁾; Claudir José Basso⁽⁴⁾; Edison Rogério Perrando⁽⁵⁾; Diego Ricardo Menegol⁽³⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). ⁽²⁾ Acadêmico do Curso de Agronomia da UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, edivanpansera@hotmail.com; ⁽³⁾ Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente da UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Ciências Agrônômicas e Ambientais da UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen; ⁽⁵⁾ Professor no Departamento de Engenharia Florestal da UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen.

RESUMO: Existem vários tipos de fertilizantes de eficiência aumentada que preconizam a disponibilização dos nutrientes gradativamente para as plantas no decorrer do seu ciclo. O objetivo do trabalho foi avaliar as perdas de nitrogênio por lixiviação e o crescimento de mudas de eucalipto fertilizadas por diferentes fontes nitrogenadas. O experimento foi realizado no viveiro florestal da UFSM, *Campus* Frederico Westphalen – RS, em ambiente de casa de vegetação e sistema de produção de mudas de tubetes suspensos. Foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As fontes nitrogenadas foram: ureia convencional, kimcoat[®] N, sulfammo[®] e sem nitrogênio. Os tratamentos foram adicionados no substrato no momento da instalação do experimento e todos foram complementados com fósforo e potássio. A quantidade de fertilizante foi calculada para fornecer o equivalente à demanda de 1.550; 300 e 1.180 gramas de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, por metro cúbico de substrato. Foi coletada a água percolada dos tubetes durante 145 dias após a semeadura e quantificado o nitrogênio mineral lixiviado. No final do experimento foram mensurados a altura de mudas, o diâmetro do colo e a massa seca total por planta. As mudas mostraram melhor desenvolvimento para todas as fontes nitrogenadas em relação ao tratamento sem aplicação de nitrogênio, destacando o kimcoat[®] N com a maior altura de mudas. As perdas acumuladas de nitrogênio foram menores no tratamento sem aplicação de nitrogênio. Entre as fontes nitrogenadas destacou-se o sulfammo[®] com a menor perda de nitrogênio por lixiviação.

Termos de indexação: ureia, liberação controlada, eficiência aumentada.

INTRODUÇÃO

A produção florestal, assim como a produção agrícola, depende, dentre outros fatores, da disponibilidade de nutrientes de forma equilibrada (Lana et al., 2010). No caso do nitrogênio (N), a recomendação mais comum é parcelar a dose e fornecer o nutriente em quantidades maiores no

estágio de maior demanda pelas culturas. A principal razão é reduzir as perdas, especialmente por lixiviação, além de evitar efeitos salinos ou excesso de amônia próximo às sementes (Cantarella, 2007).

Em sistemas de produção de mudas de eucalipto que se baseiam na utilização de substratos comerciais, geralmente não são recomendadas adubações durante a germinação, pois os mesmos já vêm com quantidade suficiente de nutrientes para o desenvolvimento inicial das mudas (Ferrari, 2003). Gonçalves (1995) propõe adubações nitrogenadas e potássicas parceladas em 50% da dose na base e o restante via água de irrigação no decorrer do desenvolvimento das mudas, sendo o fósforo aplicado 100% da dose na base.

Atualmente estão disponíveis no mercado várias opções de fertilizantes de liberação controlada, especialmente como fontes de nitrogênio que, segundo Cantarella (2007), aumenta a eficiência de absorção desse nutriente pela planta. Para Scivittaro (2004), esses fertilizantes reduzem as perdas por lixiviação e os efeitos salinizantes promovendo, ainda, uma distribuição homogênea dos nutrientes no correr do ciclo de cultivo.

É relativamente carente a literatura científica que aborda a temática sobre a eficiência de diferentes fertilizantes de liberação lenta ou controlada na produção de mudas de espécies florestais, inclusive espécies do gênero *Eucalyptus*. Os trabalhos encontrados têm o foco principal apenas sobre uma mesma fonte desses fertilizantes (Del Quiqui, et al., 2004; Scivittaro, et al., 2004; Mendonça, et al., 2008; Lana, et al., 2010). Deste modo, se justificou a realização deste trabalho com base na utilização desses fertilizantes que, caracteristicamente, apresentam um modo de liberação de nutriente mais equilibrado e constante, visando uma melhoria tanto no sistema de produção como na qualidade das mudas.

O objetivo do trabalho foi quantificar o nitrogênio lixiviado na água percolada do substrato e parâmetros das mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas com fertilizantes nitrogenados de eficiência aumentada em condições de casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no dia 28 de fevereiro de 2011, no viveiro florestal da UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen, em ambiente de casa de vegetação semi-climatizada, equipada para o sistema de produção de mudas em tubetes de polipropileno. Os tubetes com volume de 100 cm³ foram acondicionados em bandejas e suspensas em bancadas metálicas.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e com rodízio semanal das unidades experimentais no interior da casa de vegetação. As unidades experimentais foram compostas por uma bandeja de 96 tubetes. Os tratamentos foram três fontes nitrogenadas e um tratamento sem N. As fontes nitrogenadas foram: uma fonte convencional (ureia) e duas fontes de liberação controlada (kimcoat[®] N e sulfammo[®]). No kimcoat[®] o grânulo de ureia é recoberto por uma membrana de minerais e polímeros e no sulfammo[®] é recoberto por enxofre elementar e carbonato de cálcio.

Os tratamentos foram estabelecidos mediante aplicação dos fertilizantes em dose única através de mistura ao substrato comercial (Tecnomax[®]), antes do preenchimento dos tubetes. A quantidade de cada fertilizante foi calculada para fornecer o equivalente à demanda de 1.550; 300 e 1.180 gramas de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, por metro cúbico de substrato, conforme proposto por Gonçalves et al. (1996). As fontes de fósforo e de potássio foram o kimcoat[®] P e kimcoat[®] K, respectivamente.

O sistema de irrigação, programado por um *timer*, automatizado por conjunto de motobomba e microaspersores, foi regulado para obtenção de uma lâmina diária média de 13 mm, parcelada em cinco aplicações de 2,6 mm. A lâmina de água foi maior do que a evapotranspiração de 12 mm dia⁻¹ obtida na produção de mudas de eucalipto (Galbiatti et al., 2007), para possibilitar a percolação da água no substrato.

A água percolada no substrato foi captada em uma bandeja coletora instalada embaixo dos 16 tubetes centrais de cada unidade experimental, que interligada com uma mangueira conduziu a água para um reservatório plástico (garrafa *pet*). Semanalmente a água foi recolhida, medido o volume e determinado o teor de nitrogênio mineral, conforme metodologia de Tedesco et al. (1995).

Aos 145 dias após a semeadura, considerado como um tempo médio para completar o ciclo de produção de mudas de eucalipto, mediu-se a altura das mudas, o diâmetro do colo e determinou-se a massa seca total (massa de raízes e massa de parte aérea) de dez mudas de cada unidade experimental. A altura das mudas foi medida com régua tendo como referência a superfície do substrato dentro do tubete e o meristema apical da

planta. O diâmetro do colo foi medido com auxílio de um paquímetro digital (duas casas decimais), na altura da borda do tubete. A massa seca total das mudas foi obtida após secagem em estufa a 65°C, até massa constante, dos caules, folhas e raízes.

Os dados coletados foram submetidos a análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os valores de massa seca total foram transformados em raiz quadrada para normalizar a distribuição do erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resposta das mudas de eucalipto para as variáveis diâmetro de colo e massa seca total revelou que as duas fontes nitrogenadas de liberação controlada não apresentaram eficiência superior em relação à fonte ureia (**Tabela 1**).

Utilizando o fertilizante de liberação controlada (Osmocote[®]) na produção de mudas de aroeira, José et al. (2009) verificaram maior altura de mudas, diâmetro de colo e massa seca de plantas em 90 dias de viveiro comparado às aplicações em coberturas do fertilizante convencional (monoamônio fosfato). Esta divergência encontrada entre os estudos pode ser relacionada à tecnologia de fabricação do mecanismo de proteção do fertilizante.

Tabela 1 – Diâmetro de colo (DC), altura e massa seca total (MST) de mudas de *Eucalyptus grandis* produzido sem N e com três fontes nitrogenadas. UFSM, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, 2013.

Fonte	DC	Altura	MST
	-----mm-----		g planta ⁻¹
Kimcoat [®] N	2,34 a ⁽¹⁾	141,79 a	0,54 a
Sulfammo [®]	2,23 a	113,50 b	0,48 a
Ureia	2,09 a	104,19 b	0,40 a
Sem N	1,06 b	36,47 c	0,09 b
CV (%)	10,97	8,82	12,80

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A altura das mudas foi a variável que proporcionou diferença significativa entre as fontes nitrogenadas, destacando o kimcoat[®] N em relação à ureia e o sulfammo[®] (**Tabela 1**). Destaca-se que a altura é um dos parâmetros mais antigos na classificação e seleção de mudas (Parviainen, 1981), de fácil medição e não destrutivo (Gomes, et al., 2002) e usado como referência a altura de 150 a 250 mm para o transplante a campo (Sturion et al., 2000). No caso do kimcoat[®] N foi a única fonte nitrogenada que proporcionou a altura de mudas próxima ao desejado (141,79 mm).

Constatou-se que a ausência de fertilização nitrogenada proporcionou desempenho na produção

de muda inferior em relação às fontes nitrogenadas (**Tabela 1**). Comparando com o tratamento Kimcoat[®] N, a redução foi de 54,7%, 74,3% e 83,4% para o diâmetro do colo, altura de mudas e massa seca total, respectivamente. Silva & Muniz (1995), ao estudar o desempenho de mudas de cedro (*Cedrela fissilis*) cultivado em solução nutritiva por 110 dias, concluíram que a ausência do nitrogênio na solução foi o maior responsável pela baixa qualidade das mudas.

Observa-se na **tabela 1** que somente a altura de mudas apresentou diferença significativa entre as fontes nitrogenadas e a variável massa seca total mostrou a maior amplitude em relação a resposta a adubação nitrogenada (83,4%). Para Silva et al. (2007) a resposta de acúmulo de massa seca varia muito devido as características genéticas de cada espécie e, conseqüentemente, adaptações fisiológicas distintas.

A perda acumulada de nitrogênio, no período de 145 dias após a semeadura, foi significativamente maior para a ureia convencional e kimcoat[®] N em relação ao sulfammo[®]. Observa-se que a quantidade de N perdido por lixiviação não teve relação com os parâmetros de planta da **tabela 1**. Possivelmente, a diferença média na quantidade de N lixiviado entre as fontes nitrogenadas (30 mg tubete⁻¹) não foi suficiente para influenciar na altura da mudas, diâmetro de colo e massa seca total.

No tratamento sem aplicação de N as perdas de N foram menores do que as fontes nitrogenadas e se mantiveram constante até o final das avaliações, que provavelmente é o nitrogênio que estava na forma mineral no substrato e o que foi mineralizado no período de avaliação.

Considerando a baixa quantidade de N detectada no percolado e a ausência de incrementos de nitrogênio lixiviado ao longo do tempo de produção das mudas no tratamento sem N, pode-se inferir que a omissão de fertilização nitrogenada comprometeu também a taxa de mineralização do nitrogênio orgânico presente no substrato.

Nos tratamentos com o uso das fontes nitrogenadas as perdas de N por lixiviação foram mais acentuadas até os 28 dias após a semeadura (**Figura 1**). Após este período houve uma diminuição das perdas e depois de 70 dias após a semeadura as perdas foram mínimas. Acredita-se que do ponto de vista de nutrição de plantas o fertilizante com maior eficiência seria aquele que proporcionasse disponibilidade de N até o final do ciclo de produção, pois segundo Lana et al. (2010) do montante de fertilizante adicionado apenas 30 a 50% é recuperado pela planta. Já, do ponto de vista ambiental, seria necessário haver um manejo adequado da irrigação, sem que as regas excedam a capacidade de retenção de água do substrato, evitando assim, as perdas por lixiviação.

CONCLUSÕES

Para os tratamentos testados, a maior altura de plantas de eucalipto é obtida com o kimcoat[®] N e a menor perda de nitrogênio por lixiviação obtém-se com o sulfammo[®].

A perda de nitrogênio por lixiviação não tem relação com a altura, diâmetro de colo e massa seca total das mudas de eucalipto.

REFERÊNCIAS

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F. Fertilidade do Solo. 1. Ed. Viçosa: SBCS, 2007. cap. 7, p. 376-470.

Dei QUIQUÍ, E. M.; MARTINS, S. M.; PINTRO, J. C.; et al. Crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto cultivadas sob condições de diferentes fontes de fertilizantes. *Acta Scientiarum: Agronomy*, 26:293-299, 2004.

FERRARI, M. P. Produção de Mudas. In: da SILVA, H. D. Cultivo do Eucalipto. Embrapa Floresta: Sistema de Produção, 4, ago. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 01 mar. 2011.

GALBIATTI, J. A.; LUI, J. J.; SABONARO, D. Z.; et al. Formação de mudas de eucalipto com utilização de lixo orgânico e níveis de irrigação calculados por dois métodos. *Eng. Agríc.*, 27, 2007.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; et al. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Rev. Árvore*, 26, 2002.

GONÇALVES, J. L. de M. Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Típicas da Mata Atlântica. Documentos Florestais. Piracicaba, p. 1-23, 1995.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para Produção de Mudas Florestais. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. Nutrição e Fertilização Florestal. Piracicaba: Filipel, 1996. Cap. 6, p. 167-190.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi). *Agrarian*, 2: 73-86, 2009.

LANA, M. do C.; LUCHESE, A. V.; BRACCINI, A. de L. Disponibilidade de Nutriente pelo Fertilizante de Liberação Controlada Osmocote e Composição do Substrato para Produção de Mudas de *Eucalyptus saligna*. *Scientia Agraria Paranaensis*, 9: 68-81, 2010.

MENDONÇA, V.; ABREU, N. A. A. de; SOUZA, E. A. de; et al. Diferentes ambientes e osmocote na produção de mudas de tamarindeiro (*Tamarindus indica*). *Ciênc. Agrotec.*, 32:391-397, 2008.

PARVIAINEN, J. V. Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1., 1981, Curitiba. Anais... Curitiba: FUPEF, 1981. p. 59-90.

SCIVITTARO, W. B.; OLIVEIRA, R. P.; RADMANN, E. D. Doses de Fertilizantes de Liberação Lenta na Formação de Porta Enxerto de 'Trifoliata'. Rev. Bras. de Frutic, 26: 520-523, 2004.

SILVA, M. A. G.; MUNIZ, A. S. Exigências nutricionais de mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Velloso) em solução nutritiva. Revista Árvore, 19:415-425, 1995.

SILVA, R. R. da; FREITAS, G. A. de; SIEBENEICHLER, S. C.; et al. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. sob

influência de sombreamento. Acta Amazônica, 37:365-370, 2007.

STURION, J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A.P.M. Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais. Colombo: 2000. p.125-150.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos: UFRGS, 1995. 174p.

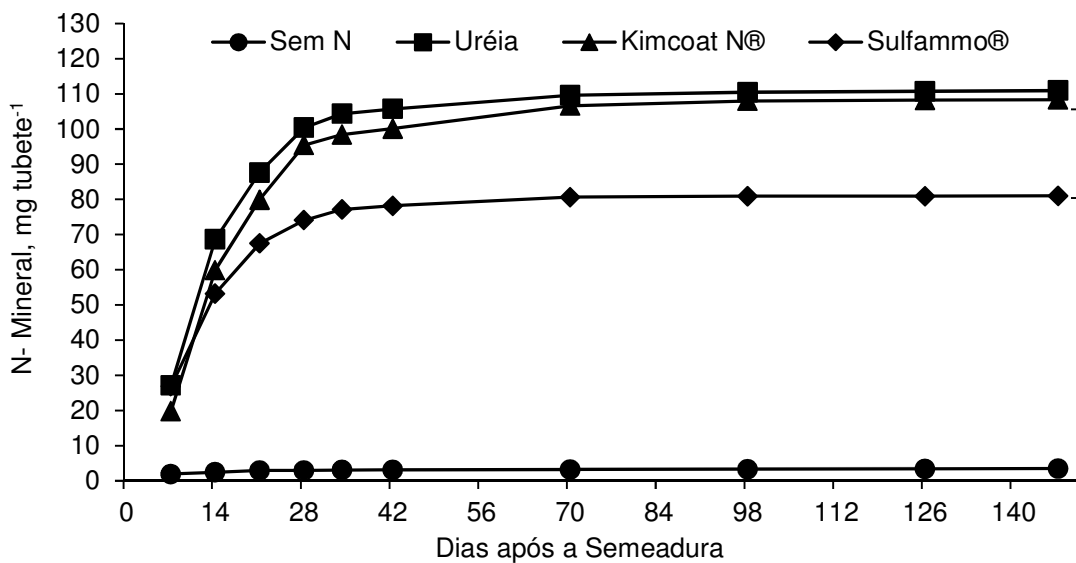


Figura 1 – Evolução acumulada de perdas de nitrogênio mineral por lixiviação em percolado de mudas de *E. grandis* produzidas no sistema de tubetes suspensos em casa de vegetação fertilizados por diferentes fontes nitrogenadas durante 145 dias após a semeadura. UFSM, Campus de Frederico Westphalen – RS, 2013. Barra vertical representa a diferença mínima significativa no total lixiviado (Tukey $\leq 0,05$).