



Influência da qualidade química do substrato no teor de nutrientes em folhas de mudas de eucalipto¹

Fábio Henrique Silva Floriano de Toledo²; Nelson Venturin³; Renato Luiz Grisi Macedo⁴; Bruna Anair Souto Dias⁵; Iberê Martí Moreira da Silva⁶; Ygoor Yvany Bessa Neves⁷; Gleisson de Oliveira Nascimento⁸; Leandro Carlos⁹

Resumo: Objetivou-se neste trabalho avaliar a qualidade química de substratos obtidos a partir da combinação de um composto orgânico, oriundo de resíduos do processo de fabricação de celulose, com o substrato base utilizado como controle e os teores nutricionais das folhas de eucalipto prontas para expedição. O estudo foi realizado no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras utilizando-se sementes do híbrido *Eucalyptus* “urograndis”. Os tratamentos testados continham as seguintes concentrações de composto: T0 - 0% de composto; T1 - 20% de composto; T2 - 40% de composto; T3 - 60% de composto; T4 - 80% de composto e T5 - 100% de composto. O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, cinco repetições com 30 mudas cada. Foi realizada análise química dos substratos e aos 120 dias após a semeadura (DAS) foi realizada análise química foliar. Todos os tratamentos mostraram-se abaixo dos padrões considerados ótimos para as variáveis mensuradas. Os teores dos nutrientes nas folhas das mudas de eucalipto não possuíram relação com o aumento da porcentagem de composto orgânico no substrato. A combinação do composto orgânico com o substrato base utilizado como controle não resultou em nenhum substrato com boa qualidade, pois as folhas de eucalipto apresentaram teores de nutrientes abaixo do considerado adequado.

Palavras - chave: Análise foliar; Nutrição florestal; Resíduos orgânicos.

Influence of the substrate chemical quality on nutrient content in seedling leaves of eucalyptus

Abstract: This study aimed to assess the chemical quality of substrates obtained from the combination of an organic compound derived from waste of the pulp manufacturing process with the base substrate used as control and nutritional contents of eucalyptus leaves ready for transport. The study was conducted in the forest nursery at the Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais State, Brazil, using hybrid seeds of *Eucalyptus* “urograndis”. The treatments contained the following compost concentrations: T0 – 0% of compound; T1 – 20% of compound; T2 – 40% of compound; T3 – 60% of compound; T4 – 80% of compound and T5 – 100% of compound. The experiment was installed in a completely randomized design with six treatments and five replications with 30 seedlings each. The chemical analysis of substrates was performed and at 120 days after sowing (DAS), we conducted the foliar chemical analysis. All treatments were below the standards considered optimal for the variables measured. Nutrient contents in the leaves of eucalyptus seedlings did not show a relationship with the increased percentage of organic compound in the substrate. The combination of organic compound with the base substrate used as control did not result in any good quality substrate, because the eucalyptus leaves showed nutrient content below optimal levels.

Key-words: Foliar analysis; Forest nutrition; Organic waste.

¹ Recebido em 19.04.2012 e aceito para publicação como **artigo científico** em 10.09.2013.

² Engenheiro Florestal, M.Sc., Doutorando em Recursos Florestais, Departamento de Ciências Florestais/LCF, Universidade de São Paulo/USP, CEP: 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: <fhtoledo@usp.br>.

³ Engenheiro Florestal, Dr., Departamento de Ciências Florestais/DCF, Universidade Federal de Lavras/UFLA, CEP: 37200-000, Lavras, MG. E-mail: <venturin@dcf.ufla.br>.

⁴ Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais/DCF, Universidade Federal de Lavras/UFLA, CEP: 37200-000, Lavras, MG. E-mail: <rlgrisi@dcf.ufla.br>.

⁵ Engenheiro Florestal, Dra., Professora do Departamento de Ciências Florestais/DCF, Universidade Federal de Lavras/UFLA, CEP: 37200-000, Lavras, MG. E-mail: <brunadias@dcf.ufla.br>.

⁶ Engenheiro Florestal, M.Sc. em Engenharia Florestal, Doutorando em Plantas Mediciniais, Aromáticas e Condimentares, Departamento de Agricultura/DAG, Universidade Federal de Lavras/UFLA, CEP: 37200-000, Lavras, MG. E-mail: <iberemarti@gmail.com>.

⁷ Engenheiro Florestal, M.Sc. em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais/DCF, Universidade Federal de Lavras/UFLA, CEP: 37200-000, Lavras, MG. E-mail: <ygoor_neves@yahoo.com.br>.

⁸ Engenheiro Florestal, M.Sc. em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais/DCF, Universidade Federal de Lavras/UFLA, CEP: 37200-000, Lavras, MG. E-mail: <gleisson_czsac@yahoo.com.br>.

⁹ Engenheiro Florestal, Dr. em Engenharia Florestal, Pós doutorando em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais/FCA, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri /UFVJM.

Introdução

As espécies e híbridos do gênero *Eucalyptus* e *Corymbia* são amplamente plantados no Brasil e em outros países. Considera-se que esse gênero seja o mais plantado em todo o mundo (HIGA et al., 2000). Estima-se que a área de plantio das espécies do gênero *Eucalyptus* e seus híbridos seja de aproximadamente 20 Mha, representando a maior e mais importante área de plantio de fibras de folhosas do mundo (MIZRACHI et al., 2010).

O gênero *Eucalyptus* possui mais de 600 espécies que estão adaptadas a diferentes climas e solos, podendo ser utilizadas para diferentes finalidades. Os eucaliptos podem ser plantados em parques e jardins como árvores ornamentais, como plantas para extração de óleos das suas folhas e de mel de suas flores (HIGA et al., 2000). Porém, os usos mais comuns são o aproveitamento da madeira como lenha, postes, moirões de cerca, construções rurais, produção de madeira serrada, fabricação de painéis e fabricação de papel e celulose. (HIGA et al., 2000).

Nas empresas do setor de papel e celulose vários tipos de resíduos são gerados tais como, os denominados “Dregs” e “Grits” provenientes do processo “Kraft” para a extração de celulose (TRIGUEIRO, 2006); a lama de cal e o lodo orgânico oriundos do tratamento de efluentes líquidos (ARRUDA, 2010; BARRETTO, 2008); as cascas de eucalipto resultantes do processo de descascamento (MAIA, 1999); e as cinzas advindas da queima de biomassa nas caldeiras para a obtenção de energia (GONÇALVES e STAPE, 2002).

As características necessárias em substrato para a produção de mudas com qualidade são: meio adequado para a sustentação e retenção de água, oxigênio, nutrientes, possuir uma faixa ótima do pH e não conter elementos químicos em níveis tóxicos (TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003). Quando os substratos possuem resíduos em sua constituição, os diferentes percentuais de combinação devem ter um foco especial pelo fato de atuarem diretamente no crescimento e

consequentemente na qualidade das mudas produzidas (FAUSTINO et al., 2005).

Dessa forma realizou-se o estudo com o objetivo de avaliar o teor de nutrientes nas folhas das mudas de eucalipto e a qualidade química dos substratos formados a partir de um composto orgânico, oriundo de resíduos do processo de fabricação de celulose, com o substrato base utilizado como controle.

Material e métodos

O experimento foi instalado no viveiro da Universidade Federal de Lavras, situado em latitude 21°13'40" S, longitude 44°57'50" W e altitude de 925m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwb, com verões brandos e invernos secos. As médias anuais de precipitação e temperatura são, respectivamente, 1.529,5 mm e 19,4 °C (BRASIL, 1992).

Foram utilizados tubetes de polipropileno de 55 cm³ com quatro estrias e bandejas de 96 células. A densidade durante todo o experimento foi de 206 mudas m⁻² (46 mudas por bandeja).

O substrato base usado como controle e para a combinação com o composto orgânico foi formado a partir da mistura de 40 % de fibra de coco, 30 % de esterco curtido, 20 % de casca de arroz carbonizado, 10 % de vermiculita média (0,5 a 1,19 mm) e 4 kg m⁻³ de Osmocote® (19% de N, 6% de P e 10% de K e período de liberação de três a quatro meses). O composto orgânico utilizado constitui-se da mistura de cinco resíduos da fábrica de celulose, sendo eles: 58 % de lodo, 9 % de Dregs, 25 % de casca de eucalipto, 3,4 % de Grits e 4,5 % de cinzas. O processo para formação do composto foi realizado conforme os padrões da empresa fornecedora do mesmo.

Os tratamentos do experimento foram provenientes de combinações do composto orgânico com o substrato base (Tabela 1). Após a formação dos tratamentos retirou-se uma amostra por tratamento para análise química.



Tabela 1 – Porcentagem de substrato base e composto orgânico na composição dos tratamentos utilizados para a produção de mudas de *Eucalyptus* “urograndis”.

Table 1 – Percentage of base substrate and organic compound in the treatment composition used for seedling production of *Eucalyptus* “urograndis”.

Tratamento	Substrato base	Composto orgânico
T0	100%	0%
T1	80%	20%
T2	60%	40%
T3	40%	60%
T4	20%	80%
T5	0%	100%

O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado, sendo seis tratamentos, cinco repetições e com 46 mudas cada, totalizando 1380 mudas. As mesmas foram dispostas de forma alternada nas bandejas desde a semeadura. Foram avaliadas as 30 plantas centrais de cada repetição.

Após o enchimento dos tubetes foi realizada a semeadura utilizando-se aproximadamente oito sementes por tubete. Para a proteção das sementes foi depositada uma fina cobertura de palha de arroz carbonizado após a semeadura. Os tubetes ficaram 30 dias em casa de sombra (sombrite 70%) com irrigação automática (30 segundos de irrigação a cada hora), sendo que três semanas após a germinação foi realizado o raleio das mudas permanecendo em cada tubete apenas o indivíduo mais vigoroso e centralizado. Posteriormente as mudas foram postas em viveiro a pleno sol, também sob sistema de irrigação automático (cinco minutos de irrigação e três vezes ao dia), onde teve início a adubação de cobertura de macro e micronutrientes recomendadas por Valeri e Corradini (2002) e Higashi et al. (2000).

Ao final do experimento, 120 dias após a semeadura, foi realizada a análise química foliar para avaliar o teor de nutrientes nas mudas produzidas. Para tal foram utilizadas cinco plantas por repetição, totalizando 25 plantas por tratamento. O critério para a seleção

das plantas foi o menor desvio padrão em relação à média do tratamento. O material foi colocado em sacos de papel pardo e postos para secar em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C até atingir peso constante. Posteriormente as folhas foram trituradas no Moinho tipo Willey, para análise dos nutrientes conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). A análise foi realizada no laboratório de análise foliar, no departamento de química da Universidade Federal de Lavras.

Os teores obtidos na análise química foliar foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($\alpha = 5\%$). Posteriormente os teores que apresentaram a distribuição normal dos erros foram analisadas com o teste de Skott-Knott ($\alpha = 5\%$). Já os teores dos nutrientes que não apresentaram a distribuição normal dos erros foram analisados com o teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 5\%$). As análises dos dados foram geradas pelo software R (VENABLES e SMITH, 2013).

Resultados e discussão

Análise química do substrato

O aumento da porcentagem do composto orgânico no substrato (Tabela 2) promoveu aumento nos valores do pH, mantendo-se igual apenas nos tratamentos T2 e T3 (pH 7,70). Esses resultados corroboram com os encontrados por Barretto (2008), que verificou um aumento do pH em decorrência do aumento da porcentagem de composto orgânico. Esse autor cita que isso deve ter ocorrido devido a presença de carbonatos e óxidos de cálcio na composição do composto, o que confere uma característica de corretivo de acidez. O fato mostra que esse tipo de composto orgânico pode apresentar altos valores de pH, algumas vezes fora dos padrões considerados ótimos para a produção de mudas. Os valores do pH do estão todos acima da faixa considerada ótima para o cultivo de plantas fixados entre 5,2 e 6,3 (ABAD et al, 1992; CAVINS et al, 2000 apud LOPES et al, 2008).

Tabela 2 – Análise química dos substratos testados.

Table 2 – Chemical analysis of substrates tested.

Tratamento	pH 1 + 5 (v/v)	N total	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	Fe	B	Relação C/N	CE $\mu\text{S cm}^{-1}$
T0	6,90	4099	482,8	3100	168	230	269,8	0,49	0,14	0,93	3,30	19,61	80,2	1521,0
T1	7,40	5539	245,5	1590	52	61	158,7	0,18	0,08	0,40	4,40	13,07	47,6	716,7
T2	7,70	6494	45,8	1176	64	65	30,7	0,13	0,06	0,35	2,40	2,29	32,3	559,5
T3	7,70	4759	25,4	1011	56	43	19,6	0,09	0,05	0,21	1,40	0,65	36,8	425,4
T4	7,90	5285	15,5	1003	81	46	18,8	0,08	0,05	0,13	1,60	0,33	25,6	447,5
T5	8,00	4865	17,2	870	96	41	20,1	0,07	0,04	0,01	3,00	<0,001	17,4	414,8

Em que: CE – condutividade elétrica; T0 – 100% substrato base; T1 – 80% substrato base + 20% composto orgânico; T2 – 60% substrato base + 40% composto orgânico; T3 – 40% substrato base + 60% composto orgânico; T4 – 20% substrato base + 80% composto orgânico; T5 – 100% composto orgânico.

Observou-se também que houve uma tendência de diminuição da condutividade elétrica (CE) de acordo com o aumento da porcentagem de composto orgânico no substrato, apresando uma diminuição do teor dos sais solúveis em detrimento do aumento do composto orgânico no substrato. Todos os tratamentos, exceto o controle, encontram-se dentro dos padrões estabelecidos por Gonçalves et al. (2000), o qual estipularam o limite máximo de $1.000 \mu\text{S cm}^{-1}$ (Tabela 3). Esse resultado se comportou de forma contrária ao esperando, pois esperava-se um aumento da CE com o aumento da porcentagem de composto orgânico no substrato, principalmente pelo fato de sua constituição conter mais de 50% de lodo (TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003).

A relação C/N apresentou uma tendência de decréscimo com o aumento da porcentagem de composto orgânico no substrato. Esse mesmo resultado foi encontrado por Trigueiro e Guerrini (2003). Essa relação foi considerada dentro da faixa ótima apenas para os tratamentos T2, T3 e T4 (Tabela 3). De acordo com Lopes et al. (2008), a alta relação C/N é fortemente relacionada com a quantidade de fibra de coco, a qual possui alto teor de C. Como o substrato base utilizado nesse experimento contém 40% de fibra de coco em sua constituição, conforme se aumentou a porcentagem de composto orgânico menos fibra se adicionava ao substrato, explicando a diminuição dessa relação.

Tabela 3 – Níveis ótimos para as propriedades químicas e físicas de substratos para cultivos de plantas.

Table 3 – Optimal levels for the chemical and physical properties of substrates for plant crops.

Propriedade	Nível ótimo
pH (extrato de saturação)	5,2 - 6,3
Relação C/N	20 - 40
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)*	1000
P (mg kg ⁻¹)	6 - 10
Ca (mg kg ⁻¹)	150 - 249
Mg (mg kg ⁻¹)	> 200
Fe (mg kg ⁻¹)	> 70
Mn (mg kg ⁻¹)	0,3 - 3,0
Zn (mg kg ⁻¹)	0,3 - 3,0
Cu (mg kg ⁻¹)	0,001 - 0,5
B (mg kg ⁻¹)	0,005 - 0,5

Fonte: ABAD et al. (1992) e CAVINS et al. (2000), apud LOPES et al. (2008) (Adaptado). * Gonçalves et al (2000).

De forma geral, a maioria dos elementos avaliados, com exceção do N, Ca e Mg, apresentou diminuição dos teores com o aumento da porcentagem de composto no substrato. Esse comportamento foi claro para os elementos K, B, Cu, Mn e Zn. Já os elementos N total, Ca e Mg apresentaram teores variáveis ao longo dos tratamentos, não apresentando relação direta com a porcentagem de composto. Os elementos P, S e Fe apresentaram uma tendência de diminuição dos seus teores em relação ao aumento do percentual de composto no substrato com exceção do tratamento T5 (100% de composto), onde seu teor aumentou.

Comparando com resultados de Gonçalves e Poggiani (1996), o nível de N total de todos os tratamentos está abaixo do nível médio de compostos orgânicos utilizados para a produção de mudas florestais (11 g kg⁻¹).

Para o P nenhum dos tratamentos esteve dentro dos níveis químicos determinados como ótimo, situando-se todos acima do limite máximo. Para os nutrientes Ca e Mg, apenas o controle encontrou-se dentro dos limites, sendo demais tratamentos considerados inferiores ao limite mínimo. O Fe e Mn, em todos os tratamentos, apresentaram teores inferiores ao limite mínimo. Para o Zn os tratamentos T0, T1 e T2, encontraram-se dentro dos limites, porém nos demais tratamentos os níveis foram considerados abaixo. O nutriente B apresentou apenas o tratamento T4 dentro da faixa ótima, o tratamento T5 apresentou teor abaixo e os demais tratamentos acima dos limites. O único nutriente em que todos os tratamentos se encontram dentro da faixa ótima estipulada foi o Cu.

Análise química foliar

Os teores de nutrientes foram maiores nos tratamentos que continham a mistura de composto orgânico em sua constituição, apresentando, portanto, valores superiores aos encontrados no controle, tendo apenas o

tratamento T5 do elemento Mg estatisticamente igual ao controle ($p > 0,05$) (Tabela 4).

O N apresentou maiores teores para T0, T4 e T5, e menores teores para os demais tratamentos, não sendo possível identificar uma relação com as proporções de composto orgânico na composição do substrato. Da mesma forma observou-se o nutriente K, porém esse apresentou o maior teor no tratamento T2 e menor teor no tratamento T5.

Os teores de K estiveram abaixo dos parâmetros ótimos os quais se encontram entre uma faixa ótima de 15 a 20 g kg⁻¹. Para o Ca, apenas o controle foi considerado dentro da faixa ótima, a qual se encontra entre 8 g kg⁻¹ e 12 g kg⁻¹ (HIGASHI et al., 2000), enquanto o restante dos tratamentos apresentaram valores acima do limite máximo. Dessa forma notou-se o efeito antagônico do K e Ca (TRIGUEIRO e GUERRINI, 2003).

Em vista desses resultados é indicada para essa situação uma adubação potássica mais alta, visando aumentar o teor de K e diminuir o teor de Ca nas folhas das mudas de eucalipto.

Nos teores de N, foram obtidos valores acima dos considerados ideais para todos os tratamentos, sendo a faixa ideal 13 g kg⁻¹ a 15 g kg⁻¹ (HIGASHI et al., 2000), mostrando novamente a necessidade da adequação de adubação para o substrato e híbrido estudados.

Tabela 4 – Teor de macronutrientes nas folhas de *Eucalyptus* “urograndis” aos 120 dias após a semeadura produzidas em viveiro.

Table 4 – Macronutrient content in leaves of *Eucalyptus urograndis* at 120 DAS, produced in nurseries.

Tratamento	N	K	Ca	Mg	P*	S*
	g kg ⁻¹					
T0	21,8 a	9,7 c	8,4 b	3,1 c	1,2 e	0,6 a
T1	17,1 b	9,7 c	13,5 a	3,7 b	1,7 c	0,4 b
T2	17,4 b	14,9 a	14,4 a	3,7 b	2,3 a	0,5 b
T3	18,0 b	9,4 c	16,2 a	3,7 b	2,0 b	0,6 a
T4	21,7 a	11,5 b	17,2 a	4,1 a	2,0 b	0,5 b
T5	21,2 a	9,2 c	12,9 a	3,4 c	1,6 d	0,6 a
CV (%)	6,19%	3,62%	14,95%	4,45%	-	-
Erro padrão	-	-	-	-	0,612	1,504

* Teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 5\%$). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Scott-Knott ($\alpha = 5\%$). T0 – 100% substrato base; T1 – 80% substrato base + 20% composto orgânico; T2 – 60% substrato base + 40% composto orgânico; T3 – 40% substrato base + 60% composto orgânico; T4 – 20% substrato base + 80% composto orgânico; T5 – 100% composto orgânico.

Dessa forma indica-se uma adubação com menor teor de N e maior em K (citada anteriormente), buscando o enquadramento dos teores dos nutrientes N, K e Ca nos intervalos considerados ideais. Outra variável que sofreria adequação com essa adubação seria a relação N/K, a qual apresenta um faixa ideal entre valores 0,6 e 1,0 na fase de rustificação das mudas (HIGASHI et al., 2000).

O Mg apresentou-se com teores considerados dentro da faixa ótima apenas para o controle e para o tratamento T5, 3,0 g kg⁻¹ a 3,5 g kg⁻¹ (HIGASHI et al., 2000), enquanto todos os outros tratamentos apresentaram teores acima do limite máximo para esse nutriente.

Os teores de P apresentaram uma tendência inicial de aumento do controle ao tratamento T2, a partir do qual seus valores apresentaram um declínio (Tabela 4). Os teores dos tratamentos T1, T3, T4 e T5 se encontram dentro do intervalo considerado ideal para esse nutriente, o qual se encontra entre 1,5 g kg⁻¹ e 2,0 g kg⁻¹ (HIGASHI et al., 2000), já o tratamento T0 e T2 apresentaram teores abaixo e acima da faixa ideal, respectivamente. De acordo com D'Avila (2008), normalmente se espera um maior teor de P e N foliar, quando é realizada uma fertilização nitrogenada. Dessa forma os dados obtidos nesse estudo não corroboram com essa afirmação.

Os teores de S se apresentaram próximas

entre si, porém não mostraram relação com os tratamentos estudados. Para todos os tratamentos esses teores se situaram abaixo do limite mínimo de 1,3 g kg⁻¹.

Os teores dos micronutrientes B, Fe e Zn contidos nas folhas das mudas de *Eucalyptus* “urograndis”, 120 dias após a semeadura, estão apresentados na Tabela 5. Observou-se o mesmo comportamento apresentado pelo Ca e Mg, apresentando seus maiores teores nos tratamentos que continham a mistura de composto orgânico em sua constituição, tendo como exceções os tratamentos T1 e T2 do elemento Zn e o tratamento T2 do elemento Fe, considerados estatisticamente iguais ao controle ($p > 0,05$).

Cu foi o único que não apresentou diferença significativa (teste F, $\alpha = 5\%$) (Tabela 5), sendo assim as médias de todos os tratamentos foram considerados estatisticamente iguais ($p > 0,05$). O micronutriente não mostrou relação com as proporções de composto orgânico na composição do substrato e apresentou teores abaixo do nível mínimo considerado ideal, menores que 30 mg kg⁻¹ (HIGASHI et al., 2000), mesmo tendo o seu teor no substrato dos tratamentos dentro dos níveis considerados ótimos (0,001 a 0,5 mg kg⁻¹). Esse fato pode ser explicado pelo alto valor de pH do substrato, diminuindo assim a disponibilidade desse nutriente para a planta.

Tabela 5 – Teor de micronutrientes das folhas de *Eucalyptus* “urograndis” em viveiro medidos aos 120 dias após a semeadura.

Table 5 – Micronutrient content of the leaves of *Eucalyptus* “urograndis” in nursery measured at 120 DAS.

Tratamentos	B	Cu*	Fe	Zn	Mn**
	mg kg ⁻¹				
T0	48,00 e	2,46	210,56 b	80,90 b	316,23 a
T1	61,73 b	2,26	230,06 a	85,66 b	116,43 c
T2	55,63 d	2,83	210,96 b	82,60 b	134,7 bc
T3	76,20 a	3,10	238,30 a	95,63 a	176,6 bc
T4	58,23 c	3,43	252,36 a	100,46 a	177,53 bc
T5	54,06 d	2,23	235,56 a	90,43 a	183,33 ab
CV (%)	2,13%	29,26%	6,68%	5,03%	-
Erro Padrão	-	-	-	-	2,043

*Variâncias consideradas iguais pelo teste F ($\alpha = 5\%$); **Teste de Kruskal-Wallis ($\alpha = 5\%$). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Scott-Knott ($\alpha = 5\%$). T0 – 100% substrato base; T1 – 80% substrato base + 20% composto orgânico; T2 – 60% substrato base + 40% composto orgânico; T3 – 40% substrato base + 60% composto orgânico; T4 – 20% substrato base + 80% composto orgânico; T5 – 100% composto orgânico.



Os teores dos micronutrientes B, Fe e Zn nas folhas das mudas de eucalipto se encontraram acima dos limites máximos preconizados por Higashi et al., (2000), sendo eles 40 mg kg⁻¹, 130 mg kg⁻¹ e 40 mg kg⁻¹, respectivamente. A explicação para esses resultados também pode estar ligada ao pH inicial dos tratamentos, os teores desses micronutrientes no substrato dos diferentes tratamentos e por conta das adubações de cobertura realizadas semanalmente.

Os teores de Mn apresentaram maior valor para o controle, diminuindo de forma acentuada em relação ao tratamento T1. A partir desse tratamento, o Mn apresentou um comportamento crescente à medida que se aumentava a porcentagem de composto orgânico no substrato. De todos os tratamentos, o controle foi o único que apresentou o teor dentro da faixa ótima, 300 mg kg⁻¹ a 500 mg kg⁻¹ (HIGASHI et al., 2000), ao passo que os demais tratamentos se apresentaram abaixo desta faixa.

Apesar de alguns teores foliares dos macro e micronutrientes avaliados nos diferentes tratamentos não estarem dentro das faixas consideradas ótimas, não foi obtido nenhum sinal visual de deficiência nas mudas de eucalipto no viveiro. Esse resultado já era esperado, pois a ocorrência dessas deficiências em mudas de eucalipto na fase de viveiro é rara (HIGASHI et al., 2000).

Conclusões

A combinação do composto orgânico com o substrato base utilizado como controle não resultou em substratos com boa qualidade química, pois as folhas de eucalipto apresentaram teores abaixo do considerado adequado.

Referências

- ARRUDA, J. A. **Resíduos da indústria de celulose como corretivo da acidez do solo e fonte de cálcio para eucalipto**. 2010. 20 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.
- BARRETTO, V. C. M. **Resíduos de indústria de celulose e papel na fertilidade do solo e no desenvolvimento de eucalipto**. 2008. 64 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília, 1992.
- D'AVILA, F. S. **Efeito do fósforo, nitrogênio e potássio na produção de mudas clonais de eucalipto**. 2008. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Manejo de resíduos vegetais e preparo de solo. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000.
- GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia. **Resumos...** Campinas: SBCS, 1996. p. 133-180. CD-ROM.
- HIGA, R. C. V. et al. **Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 31 p. (Documentos, 54).
- HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.;

GONÇALVES, A. N. Monitoramento nutricional e fertilização em macro, mini e microjardim clonal de eucaliptos. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. v. 1, p. 191-218.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA M. R. Atributos químicos e físicos de dois substratos para produção de mudas de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 14, p. 358-367, 2008.

MAIA, C. M. B. F. Uso de casca de Pinus e lodo biológico como substrato para a produção de mudas de *Pinus taeda*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, p. 81-92, 1999.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MIZRACHI, E. et al. De novo assembled expressed gene catalog of a fast-growing *Eucalyptus* tree produced by Illumina mRNA-Seq. **BMC Genomics**, London, v. 11, p. 1-12, 2010.

TRIGUEIRO R. M.; GUERRINI, I. A. Uso de bio sólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 150-162, 2003.

VALERI, S. V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiro para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 167 – 190. 2002.

VENABLES, W. N.; SMITH, D. M. **An Introduction to R Notes on R: A Programming Environment for Data Analysis and Graphics Version 3.0.1**. 2013. 97 p.

