

Diferentes proporções de bio-sólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioveana* Baill)Different proportions of sewage sludge bio solids in the composition of substrates for the production of seedlings of timbo (*Ateleia glazioveana* Baill)Marcos Vinicius Winckler Caldeira¹, Leonardo Peroni², Daniele Rodrigues Gomes², William Macedo Delarmelina³ e Paulo André Trazzi⁴**Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da utilização de bio-sólido como componente do substrato para a produção de mudas de timbó. Foram testadas as seguintes proporções de bio-sólido (BIO) + substrato comercial (SC) + terra de subsolo (TS): T1 - 20+70+10; T2 - 40+50+10; T3 - 60+30+10; T4 - 80+10+10; T5 - 90+0+10; T6 - 0+90+10. As mudas foram produzidas por sementes germinadas em sementeira com areia lavada, após permanecerem por 48 horas em água fria para superação de dormência. Após atingirem altura entre 7-10 cm, as plântulas foram repicadas para tubetes com capacidade para 280 cm³ preenchidos com substratos preparados de acordo com os tratamentos estabelecidos. Aos 90 dias após a repicagem, procedeu-se a avaliação dos seguintes características morfológicas: altura da planta, diâmetro do coleto e massa seca da parte aérea e radicular, bem como, as relações altura/diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea/radicular e o índice de qualidade de Dickson. A utilização da proporção de bio-sólido de 80% do substrato influenciou nas características morfológicas das mudas de timbó, tais como altura, diâmetro do coleto e massa seca da parte aérea, sendo considerada satisfatória.

Palavras-chave: Substrato, lodo de esgoto, produção de mudas

Abstract

The objective of this work was to evaluate the effect of sewage sludge (bio solid) use as a component of the substrate for timbó seedlings production. We tested the following proportions (v/v) of bio solids (BIO) + commercial substrate (CS) + subsoil (TS): T1 - 20+70+10; T2 - 40+50+10; T3 - 60+30+10; T4 - 80+10+10; T5 - 90+0+10; T6 - 0+90+10. Seedlings were sown in washed sand, after soaking 48 hours in cold water to overcome dormancy. After growing seven to ten centimeters, the seedlings were transplanted to plastic pots with a capacity of 280 cubic centimeters filled with substrates as above. 90 days after transplanting, the following morphological characteristics were measured: plant height, collar diameter and dry mass of shoot and root, as well as the relations height / collar diameter; dry mass of shoot / root and the Dickson quality index. Bio solids in the proportion of 80% of the substrate was satisfactory for height, collar diameter and shoot dry mass developments.

Keywords: Substrate, sewage sludge, seedling production

INTRODUÇÃO

A. glazioveana Baill., conhecida como timbó, é uma espécie pioneira, caducifólia que compõe a vegetação secundária da Floresta Estacional Decidua. Com altura entre 5 a 15 m e diâmetro entre 20 e 30 cm, a espécie tem sido indicada

para a composição de plantios heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2000). Ataides *et al.* (1996) recomendam o uso de 70% da terra de subsolo + 30% esterco bovino, como substrato em nível de campo para o timbó.

¹Profº D.Sc. Departamento de Ciências Florestais/Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário s/n. Caixa Postal: 16, CEP: 29500-000. Alegre/ES. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - E-mail: caldeiramv@pq.cnpq.br

²Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Departamento de Ciências Florestais/Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário s/n. Caixa Postal: 16, CEP: 29500-000. Alegre/ES. - E-mail: leonardo_peroni2007@hotmail.com

³Graduando em Engenharia Floresta, Departamento de Ciências Florestais/Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário, s/n - Guararema. CP 16, CEP: 29500-00 - Alegre/ES. - E-mail: williamdm@hotmail.com

⁴Doutorando do curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná - Rua Prof. Lhotário Meissner, 900, Jardim Botânico, 80210-170 - Curitiba, PR. - E-mail: patrazzi@hotmail.com

A produção de mudas e sementes de espécies florestais nativas deve estar embasado em parâmetros técnicos consistentes e bem elaborados (ESCREMIN-DIAS *et al.*, 2006). Independentemente da finalidade à que se destinará a muda seja ela para a composição de plantios comerciais, recuperação de áreas degradadas ou outros fins, a adoção de padrões técnicos e procedimentos adequados na composição dos substratos poderão melhorar a qualidade das mudas produzidas resultando em plantas mais uniformes, vigorosas, de maior pegamento e, portanto, mais resistentes às adversidades ambientais após o plantio.

Para o sucesso na implantação, revitalização e formação de florestas com alta produção são necessários métodos e sistemas empregados pelos viveiristas que priorizarem a qualidade de suas mudas. De acordo com Carneiro (1995), altos índices de sobrevivência e crescimento inicial pós-plantio podem ser proporcionados pela utilização de mudas com alto padrão de qualidade, que reduzem ainda a necessidade de limpezas em povoamentos recém implantados.

Os substratos podem ser compostos por diferentes matérias-primas, sendo os resíduos orgânicos os mais utilizados, visto que a matéria orgânica é componente fundamental para que os substratos cumpram a sua finalidade básica, que seria aumentar a sua capacidade de reter água e nutrientes para as mudas, além de reduzir a densidade aparente e aumentar da porosidade do substrato (PADOVANI, 2006). O conhecimento do pH do substrato é importante pois este se relaciona diretamente com a disponibilidade de nutrientes, e também com as propriedades fisiológicas das plantas (KÄMPF, 2005). A acidez e a deficiência ou o excesso de nutrientes estão entre as características químicas que mais influenciam o desenvolvimento das raízes. A capacidade de troca de cátions (CTC) é um indicativo de capacidade de manutenção destes nutrientes e também valiosa informação do potencial de fertilidade do substrato, considerando que muitos cátions presentes no substrato são nutrientes (ALMEIDA, 2005).

O substrato é o fator que exerce influência significativa no crescimento das mudas e, vários são os materiais que podem ser usados na sua composição (CALDEIRA *et al.*, 2007; CALDEIRA *et al.*, 2000a; CALDEIRA *et al.*, 2000b; GONÇALVES *et al.*, 2000)

Desse modo, o uso do biossólido (lodo de esgoto devidamente tratado) como componente alternativo em substratos tem sido estudado por vários autores (KRATZ, 2011; TRAZZI, 2011;

TRAZZI *et al.*, 2010). Trigueiro e Guerrini (2002; 2003) e Guerrini e Trigueiro (2004) verificaram que as melhores combinações para a composição de substratos foram biossólido e casca de arroz carbonizada, nas proporções 50/50 e 60/40, para espécies de pinus e eucalipto, respectivamente, fornecendo relações de sólido/água/ar equivalentes ao substrato comercial.

A utilização de biossólidos como substrato pode propiciar um melhor aproveitamento de nutrientes pela planta, em relação à adubação mineral, visto que os mesmos estão na forma orgânica e são liberados gradativamente, suprindo de modo mais adequado as exigências nutricionais no decorrer do ciclo biológico (CARVALHO; BARRAL, 1981). Este resíduo pode ser usado, ainda, como condicionador das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, considerando seu teor de matéria orgânica e nutriente (MELO *et al.*, 1994).

A matéria orgânica, que pode ser fornecida às mudas por meio da utilização do biossólido, atua como um dos principais componentes dos substratos, aumentando a capacidade de retenção de água e nutrientes para a formação das mudas (CORDELL; FILER JUNIOR, 1984; KRATZ, 2011; TRAZZI, 2011; TRAZZI *et al.*, 2010).

Tendo em vista as potencialidades do uso do biossólido como componente de substratos e admitindo a importância da composição adequada do substrato na formação das mudas, o presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de mudas de *A. glazioveana* desenvolvidas em substratos constituídos por diferentes proporções de biossólido, e assim, sugerir proporções adequadas deste resíduo para a produção de mudas de qualidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

O processo de produção e avaliação das mudas foi realizado em casa de vegetação no Viveiro de Mudanças Florestais do Centro de Ciências Agrárias da UFES, localizado na Rodovia Cachoeiro-Alegre, km 06 (Área Experimental I) no município de Alegre-ES. O local do experimento está situado a uma altitude média de 120 metros, latitude de 20° 45' 40,42" S e longitude 41° 32' 06,73" W. A temperatura média da região é de 24,1 °C, com temperaturas média máxima e mínima de 31,0 °C e 20,2 °C, respectivamente.

O experimento foi composto por seis tratamentos constituídos por diferentes proporções de biossólido (BIO), substrato comercial (SC) e terra de subsolo (TS), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos utilizados na produção de mudas *Ateleia glazioveana*.**Table 1.** Treatments used in the production of *Ateleia glazioveana* seedlings.

Tratamento	Biossólido (BIO)	Substrato comercial (SC)	Terra de subsolo (TS)
		%	
T1	20	70	10
T2	40	50	10
T3	60	30	10
T4	80	10	10
T5	90	0	10
T6	0	90	10

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento, sendo quatro plantas por repetição, totalizando 20 plantas por tratamento. Procedeu-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação de médias.

O biossólido utilizado no experimento provém de doação da ETE Foz do Brasil S.A, localizada no município de Cachoeiro de Itapemirim, ES. O material é composto basicamente pela fração sólida e estabilizada do lodo de esgoto doméstico, processo que é realizado na própria ETE com a adição de cal.

O substrato comercial é comumente utilizado na produção de mudas de espécies florestais, sendo composto por uma combinação de 60% de composto de casca de pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus mais terra vegetal.

A terra de subsolo utilizada foi classificada como Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006), coletado na profundidade de 20-40 cm na Área Experimental I do CCA-UFES, Alegre, ES. Para correção da acidez foi utilizado uma mistura de CaCO_3 e $(\text{MgCO}_3)_4\text{Mg}(\text{OH})25\text{H}_2\text{O}$, em proporções equivalentes a $0,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ e com 80% de PRNT. A correção da acidez foi realizada com trinta dias de antecedência, para que ocorresse a reação de neutralização da acidez.

Produção de mudas

As mudas de *A. glazioveana* foram produzidas a partir de sementes cuja germinação ocorreu em canteiro de areia lavada após quebra de dormência, que consistiu na imersão em água fria por 48 horas (LONGHI *et al.*, 1984).

Os recipientes utilizados para a produção de mudas foram tubetes cilindro-cônicos de polipropileno com capacidade para 280 cm^3 de substrato.

Cerca de 20 dias após a semeadura, quando as mudas apresentaram altura de 7 a 10 cm, e no mínimo um par de folhas, as mudas foram repicadas para os tubetes. Os tubetes foram acondicionados em bandejas dispostas em bancadas

suspensas a 80 centímetros de altura do solo, na casa de sombra, coberta com tela que permite a passagem de 50 % da luminosidade. A irrigação foi realizada com micro-aspersores quatro vezes ao dia, por sistema de irrigação automático, sendo realizadas duas irrigações na parte da manhã e duas na parte da tarde.

Após 60 dias da semeadura, as mudas seguirão para a área de rustificação, onde ficarão expostas a pleno sol por 30 dias, sob sistema de irrigação automático, duas irrigações no período da manhã e duas à tarde. No momento em que foram transferidas para a área de rustificação, foi realizado o espaçamento das mudas, sendo dispostas de forma alternada e passando a ocupar 50 % da área útil da bandeja, visando aumentar o espaço entre as mudas, reduzindo assim a competição por luz, aumentando a circulação de ar e melhorando a eficiência da irrigação.

Características morfológicas

Aos 90 dias após o transplante, foram avaliadas as seguintes variáveis: a) altura e diâmetro do coleto: para a altura foi considerado a distância entre o coleto e a extremidade da folha mais jovem, medido com régua graduada em mm. O diâmetro do coleto foi medido com paquímetro digital; b) massa seca da parte aérea e da raiz: as mudas foram colhidas e parte aérea (folhas e caule) e radicular, foi separada por meio de corte ao nível do substrato, seguindo-se a lavagem das partes, separação e disposição em sacos de papel, postos para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 70°C até atingirem peso constante; c) relação altura/diâmetro do coleto: determinada através da relação dos valores médios obtidos da altura e do diâmetro do coleto; d) relação massa seca aérea/massa seca radicular: determinada através da relação dos valores médios obtidos da massa seca da parte aérea e da massa seca da parte radicular da mudas; e) Índice de Qualidade do Desenvolvimento (IQD): obtido considerando os valores de massa seca da parte aérea, das raízes e

de massa seca total, altura e diâmetro do coleto das mudas. Para obtenção dos valores utilizou-se a metodologia de Dickson *et al.* (1960), utilizando-se a seguinte equação:

$$IQD: \frac{MST}{RHD + RMSPAR}$$

em que:

MST = massa seca total;

RHD = relação altura/diâmetro do coleto das mudas;

RMSPAR= relação massa seca da parte aérea/massa seca radicular das mudas;

Análise química do substrato

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Fertilizantes, Águas, Minérios, Resíduos, Solos e Plantas (LAFAR-SOL)/CCA-UFES. Os procedimentos de análise química do biossólido, do substrato comercial e da terra de subsolo foram realizados de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). Os dados se encontram na Tabela 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de diferentes proporções de biossólido, substrato comercial e terra de subsolo para a composição do substrato promoveram o crescimento diferencial das plantas, como pode ser

verificado na Tabela 3. Observou-se um efeito significativo ($P < 0,01$) para as médias das variáveis tais como: altura, diâmetro do coleto, massa seca da parte aérea e massa seca radicular em todos os tratamentos.

Segundo Carneiro *et al.* (2007), as características morfofisiológicas do crescimento, tais como altura da parte aérea, diâmetro de coleto, relação H/D e massa seca, são frequentemente utilizadas como critério na avaliação da qualidade das mudas (CALDEIRA *et al.*, 2007; CALDEIRA *et al.*, 2000a; CALDEIRA *et al.*, 2000b; TRAZZI *et al.*, 2010).

O tratamento T4 (80 BIO + 10 SC + 10 TS) resultou no maior crescimento das mudas de *A. glazioveana*, dentre os demais tratamentos. O biossólido é um excelente fornecedor de matéria orgânica, capaz de melhorar as propriedades físicas do solo (JORGE *et al.*, 1991; KRATZ, 2011; TRAZZI, 2011; TRAZZI *et al.* 2010), rico em nutrientes como o fósforo e o nitrogênio (KRATZ, 2011; SILVA *et al.*, 1998; TRAZZI, 2011), o que pode ser verificado nos resultados da análise química do material utilizado no presente experimento (Tabela 2).

Segundo Carvalho e Barral (1981), o biossólido apresenta nutrientes na forma orgânica os quais são liberados gradativamente, sendo mais bem aproveitados pelas plantas quando utilizado como substrato (KRATZ, 2011; TRAZZI, 2011).

Tabela 2. Análise química dos componentes dos substratos utilizados na produção de mudas de *Ateleia glazioveana*.
Table 2. Chemical analysis of substrate components used in *Ateleia glazioveana* seedling production.

Substrato	pH H ₂ O	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC pH=7	MO*	N _{total}
		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³				g kg ⁻¹		
Biossólido	5,0	195	68	17	16,3	2,1	0,1	9,8	28,5	65,5	13,3
Substrato comercial	4,6	337	399	15	10,2	6,6	0,3	10,3	28,2	146,0	8,8
Terra de Subsolo	6,9	17	21	5	2,9	1,0	0,0	0,7	4,7	7,0	0,4

*Matéria orgânica

Tabela 3. Altura (H), diâmetro do coleto (D), massa seca parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST) em mudas de *Ateleia glazioveana* produzidas com diferentes composições de substratos.

Table 3. Height (H), collar diameter (D), shoot dry mass (MSPA), root dry mass (MSR), total dry mass (MST) in *Ateleia glazioveana* seedlings produced with different substrate compositions.

Substratos ¹	H	D	MSPA	MSR	MST
	cm	mm	g planta ¹		
T1 (20 + 70 + 10)	15,64 d*	5,16 d	1,79 c	1,02 de	2,81 d
T2 (40 + 50 + 10)	20,09 c	5,92 cd	2,64 bc	1,46 cd	4,10 cd
T3 (60 + 30 + 10)	21,03 c	6,46 bc	3,21 b	1,82 c	5,03 c
T4 (80 + 10 + 10)	30,32 a	7,49 ab	5,17 a	2,63 b	7,80 b
T5 (90 + 0 + 10)	11,09 e	3,52 e	0,71 d	0,41 e	1,12 e
T6 (0 + 90 + 10)	25,46 b	8,48 a	5,89 a	3,61 a	9,50 a
F	**	**	**	**	**
CV%	5,44	9,14	15,43	17,4	13,90

¹Biossólido + Substrato comercial + Solo; ** = significativo ($P < 0,01$).

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$)

As mudas do tratamento T5 (90 BIO+0 SC+10 TS), caracterizado pela maior proporção de bio-sólido no substrato utilizada no experimento, obtiveram o menor crescimento em altura dentre todos os tratamentos. Possivelmente, o fato pode ser justificado pela ausência de material que promova aeração no substrato, uma vez que o substrato comercial não foi utilizado neste tratamento.

As mudas que se desenvolveram no tratamento T6 (0 BIO + 90 SC + 10 TS), caracterizado pela ausência de bio-sólido na composição do substrato, apresentaram os maiores crescimentos em diâmetro do coleto. Contudo, este resultado não diferiu estatisticamente do tratamento T4 (80 BIO + 10 SC + 10 TS), indicando que para esta característica, teores de bio-sólido entre 0 a 80% são benéficos para mudas de *A. glazioviana*. Estes resultados confirmam as observações feitas por Morais *et al.* (1997), em que o melhor crescimento em diâmetro do coleto e altura total para mudas de cedro (*Cedrela fissilis* Vell) foi obtido em mudas que continham a mistura 70 % solo + 30 % bio-sólido. Em contrapartida, o tratamento T5 com a proporção de 90% de bio-sólido apresentou o menor crescimento em diâmetro, indicando que o uso desta quantidade de bio-sólido influenciou negativamente nesta característica. Segundo Carneiro (1995) e Daniel *et al.* (1997), o diâmetro do coleto geralmente é muito utilizado para avaliar a capacidade de sobrevivência das mudas às condições de campo e para a definição das doses de fertilizantes a serem aplicadas na produção de mudas.

No que diz respeito à produção de massa seca da parte aérea, as maiores produções foram obtidas em plantas desenvolvidas nos tratamentos T4 (80 BIO + 10 SC + 10 TS) e T6 (0 BIO + 90 SC + 10 TS). O tratamento T6 foi também responsável por promover os maiores incrementos em massa seca radicular (Tabela 4).

Trigueiro e Guerrine (2003), em experimento testando o uso de bio-sólido na produção de mudas de eucalipto, obtiveram maiores incrementos em termos de altura do que de diâmetro do coleto, para todos os tratamentos testados (T1 - 80% BIO + 20% CAC; T2 - 70% BIO + 30% CAC; T3 - 60% BIO + 40% CAC; T4 - 50% BIO + 50% CAC; T5 - 40% BIO + 60% CAC), resultando em valores da relação H/D acima da faixa considerada ideal por Carneiro (1995). Segundo o autor, o ideal é que a relação esteja entre o intervalo de 5,4 a 8,1, sendo este uma característica que exprime a qualidade das mudas em qualquer fase do período

de produção. Para as mudas de timbó, os valores apresentados para a relação H/D situam-se dentro do intervalo considerado ideal por Carneiro (1995) conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Relação altura/diâmetro (H/D), relação massa seca da parte aérea pela massa seca radicular (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Ateleia glazioviana* produzidas com diferentes composições de substratos.

Tabela 4. Relação altura/diâmetro (H/D), relação massa seca da parte aérea pela massa seca radicular (MSPA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Ateleia glazioviana* produzidas com diferentes composições de substratos.

Substratos ¹	H/D	MSPA/MSR	IQD
	g planta ⁻¹		
T1 (20 + 70 + 10)	3,06 b*	1,08	0,59 d
T2 (40 + 50 + 10)	3,47 b	1,94	0,78 cd
T3 (60 + 30 + 10)	3,30 b	1,97	0,99 bc
T4 (80 + 10 + 10)	4,10 a	2,10	1,29 b
T5 (90 + 0 + 10)	3,32 b	1,76	0,24 e
T6 (0 + 90 + 10)	3,01 b	1,77	2,05 a
F	**	n.s	**
CV%	8,23	16,07	17,48

¹Bio-sólido + Substrato comercial + Solo; ** = significativo (P<0,01); n.s = não significativo. *Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey (P>0,05)

A relação entre a massa seca da parte aérea e radicular não apresentou resultados significativos (P>0,05) de acordo com a análise de variância. Os valores de massa seca total explicitados na Tabela 4 revelam que o tratamento T6 (0 BIO + 90 SC + 10 TS) foi o mais eficaz neste quesito. Segundo Azevedo (2003), trata-se de uma das melhores características para a caracterização da qualidade das mudas, mas que se torna inviável pelo fato da sua determinação envolver a destruição completa da muda (CALDEIRA *et al.*, 2008a; CALDEIRA *et al.*, 2008b; CALDEIRA *et al.*, 2007; CALDEIRA *et al.*, 2005; CALDEIRA *et al.*, 2000a; CALDEIRA *et al.*, 2000b).

Santos *et al.* (2008), em estudo com sete espécies arbóreas nativas, verificaram que, ao se elevar o fornecimento de P ocorreram aumentos na produção de massa seca da parte aérea para as espécies estudadas. Ao contrário, estudo realizado por Cunha *et al.* (2006) com mudas de *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformis* indicou que as mudas produzidas com menor dose de bio-sólido, ou seja, maior proporção de terra de subsolo foram as que tiveram maior produção de massa seca de raízes.

O índice de qualidade Dickson, segundo Fonseca *et al.* (2002) pode ser utilizado como indicador da qualidade das mudas, pois con-

sidera a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa da muda, ponderando resultados de parâmetros importantes para a avaliação da qualidade (CALDEIRA et al., 2008a; CALDEIRA et al., 2008b; CALDEIRA et al., 2007; CALDEIRA et al., 2005; CALDEIRA et al., 2000a; CALDEIRA et al., 2000b; KRATZ, 2011; TRAZZI, 2011).

Os tratamentos T3 (60 BIO + 30 SC + 10 TS) e T4 (80 BIO + 10 SC + 10 TS), cujas proporções de biossólido foram 60 e 80% obtiveram valores de 0,99 e 1,29, respectivamente, para este quesito, sendo superados apenas pelo tratamento T6 (0 BIO + 90 SC + 10 TS), cujo IQD foi igual a 2,05. Na produção de mudas de *Pinus elliottii*, Schirmer (2010) obteve valor igual a 0,02 para tratamento apenas com biossólido e 0,03 para mudas produzidas com turfa fértil, em sacos plásticos de 100 cm³, aos 80 dias após a repicagem. Já Trigueiro e Guerrini (2003) encontraram IQD igual a 0,17 ao combinarem 50% de biossólido e 50% de casca de arroz carbonizada em mudas de eucalipto com 60 dias após a semeadura.

É possível constatar que vários estudos na literatura mostram que o índice de qualidade de Dickson é uma característica variável (CALDEIRA et al., 2008a; CALDEIRA et al., 2008b; CALDEIRA et al., 2007; CALDEIRA et al., 2005; CALDEIRA et al., 2000a; CALDEIRA et al., 2000b; SAIDELLES et al., 2009; TRAZZI et al., 2010; KRATZ, 2011; TRAZZI, 2011). Nesse sentido, pode-se concluir que este índice pode variar em função da espécie, do manejo das mudas no viveiro, do tipo e proporção do substrato, do volume do recipiente e, principalmente, de acordo com a idade em que a muda foi avaliada.

Para o presente trabalho, o índice indicado é o correspondente ao tratamento T6 (0 BIO + 90 SC + 10 TS), ou seja, IQD = 2,05. Entretanto, se torna muitas vezes inviável comparar os resultados de IQD do presente estudo com estudos de outros autores.

CONCLUSÕES

O uso de biossólido como componente de substrato influenciou nas características morfológicas das mudas de *A. glazioveana*, tais como altura, diâmetro do coleto e massa seca da parte aérea com 5,17g planta⁻¹ quando usado na proporção de 80% do volume do substrato.

A utilização do biossólido, para produção de mudas de *A. glazioveana*, pode ser considerado satisfatória quando utilizado na proporção de 80% da composição do substrato.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.S. Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radl. (vacum) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira) produzidas em diferentes substratos. 2005. 105f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.
- ATAIDES, P.R.V.; KURTZ, F.C.; CHECHIN, E.; PINHEIRO, C.V.; MORAIS, S.M.; WATZLAWICK, L.F.; OLIVEIRA, O.S. Efeito do substrato na produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioveana* Baillon) e seu desenvolvimento no campo. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL, 1., 1996, Santa Maria. Anais. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria / CEPEF, 1996. p.133-140.
- AZEVEDO, M.I.R. Qualidade de mudas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) produzidas em diferentes substratos e tubetes. Viçosa: UFV, 2003. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- CALDEIRA, M.V.W., BLUM, H., BALBINOT, R., LOMBARDI, K.C. Uso do resíduo do algodão no substrato para produção de mudas florestais. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, Curitiba, v.6, p.191-202, 2008a.
- CALDEIRA, M.V.W., ROSA, G.N., FENILLI, T.A.B., HARBS, R.M.P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.9, p.27-33, 2008b.
- CALDEIRA, M.V.W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S.S. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Archontophoenix alexandrae* Wendl. et Drude e *Archontophoenix cunninghamiana* Wendl. et Drude. *Ambiência*, Guarapuava, v.3, p.1-8, 2007.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; BARICHELLO, L.R.; VOGET, H.L.M.; OLIVEIRA, L.S. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. *Revista Floresta*, Curitiba, v.28, n.1/2, p.19-30, 2000a.
- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.57, p.161-170, 2000b.

- CALDEIRA, M.V.W., SPATHELE, P., BARICHELLO, L.R., VOGEL, H.L.M., SCHUMACHER, M.V. Effect of different doses of vermicompost on the growth of *Apuleia leiocarpa* (Vog) Macbr. seedlings. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.3, p.11-17, 2005.
- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 451p. 1995.
- CARNEIRO, J.G.A.; BARROSO, D.G.; SOARES, L.M.S. Crescimento de mudas em raiz nua de *Pinus taeda*, L., sob cinco espaçamentos no viveiro e seu desempenho no campo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, p.305-310, 2007.
- CARVALHO, P.E.R. 2003. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas. 2003. 1039p.
- CARVALHO, P.C.T.; BARRAL, M.F. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. **Fertilizantes**, São Paulo, v.3, n.2, p.1-4, 1981.
- CORDELL, C.E., FILER JUNIOR, T.H. Integrated nursery pest management. In: LANTZ, C.W (Org.). **Southern pine handbook**. Washington: USDA. Forest Service, Southern Region, 1984. p.1-17.
- CUNHA, A.M.; CUNHA, G.M.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, G.M.; AMARAL, J.F.T. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.2, p.207-214, 2006.
- DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; ALOVISI, A.A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A.M.; PINHEIRO, E.R.; SOUZA, E.F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium* Willd. **Árvore**, Viçosa, v.21, n.2, p.163-168, 1997.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, Quebec, v.36, n.1, p.10-13, 1960.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de análises de solo**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- ESCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z.R.H.; SOUZA, P.R. **Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual**. Campo Grande: Ed. UFMS, 2006. 59 p. (Rede de sementes do Pantanal, n.2).
- FONSECA, E.P.; VALERI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, p.515-523. 2002.
- GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P.; MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. IN: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. p.309-350.
- GUERRINI, I.A., TRIGUEIRO, R.M. Estudo das características físicas e químicas de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.6, p.1069-1076, 2004.
- JORGE, J.A.; CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S. Condições físicas de um latossolo vermelho-escuro quatro anos após a aplicação de lodo de esgoto e calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.15, p.237-240, 1991.
- KAMPE, A.N. Substrato. In: KAMPE, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. 2ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. p.45-72.
- KRATZ, D. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage e *Mimosa scabrella* Benth.** 2011. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- LONGHI, R.A.; MARQUES, S.E.; BISSANI, V. Época de colheita, tratamento de sementes e métodos de semeadura utilizados no viveiro florestal de Nova Prata. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5., 1984, Nova Prata. **Anais...**Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata, 1984. v.2. p.533-553.

- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. v.1, 368p.
- MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; SANTIAGO, G.; CHELI, R.A.; LEITE, S.A.S. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um latossolo cultivado com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.18, p.449-455, 1994.
- MORAIS, S.M.J.; ATAIDE, P.R.V.; GARCIA, D.C.; KURTZ, F.C.; OLIVEIRA, O.S.; WAZLAWICK, L.F. Uso do lodo de esgoto da Corsan-Santa Maria (RS), comparado com outros substratos orgânicos. **Sanare**, Curitiba, v.6, n.6, p.44-49, 1997.
- PADOVANI, V.C.R. **Composto orgânico de lodo de esgoto como substrato para produção de mudas de árvores nativas e exóticas**. 2006. 161f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- SAIDELLES, F.L.F.; CALDEIRA, M.V.W.; SCHIRMER, W.N.; SPERANDIO, H.V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamborildamata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, p.173-1186, 2009.
- SANTOS, J.Z.L.; RESENDE, A.V.; NETO, A.E.F.; CORTE, E.F. Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.5, p.799-807, 2008.
- SCHIRMER, G.K. **Utilização do lodo de esgoto na vermicompostagem e como substrato para a produção de mudas de *Pinus elliottii* Engelm.** 2010. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- SILVA, F.C.; BOARETTO, A.E.; BERTON, R.S.; ZOTELLI, H.B.; PEXE, C.A.; MENDONÇA, E. Cana-de-açúcar cultivada solo adubado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.1, p.1-8, 1998.
- TRAZZI, P.A. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Tectona grandis* Linn F.** 2011. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2011.
- TRAZZI, P.A., CALDEIRA, M.V.W., COLETOMBI, R. Avaliação de mudas de *Tecoma stans* utilizando biossólido e resíduo orgânico. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.85, p.218-226, 2010.
- TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, I.A. Utilização de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.64, p.11-23, 2003.
- TRIGUEIRO, R.M.; GUERRINI, I.A. Produção de mudas de pinus em substrato composto por biossólido e casca de arroz carbonizada. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.17, n.4, p.1-12, 2002.

Recebido em 25/02/2011
Aceito para publicação em 01/12/2011