

Crescimento de Mudanças de *Ateleia glazioviana* em Substratos Contendo Diferentes Materiais Orgânicos

Elzimar Oliveira Gonçalves¹, Gabrieli Moschen Petri¹,
Marcos Vinicius Winckler Caldeira¹, Tatiana Torezani Dalmaso¹,
Aderbal Gomes Silva¹

¹Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Jerônimo Monteiro/ES, Brasil

RESUMO

Na produção de mudas com qualidade, um aspecto importante são os substratos utilizados, pois estes precisam ter condições físicas e químicas adequadas às plantas. Dentro desse contexto, alguns materiais orgânicos vêm sendo utilizados em misturas de substratos para a produção de mudas. Desta forma, objetivou-se analisar o uso de substratos com materiais orgânicos no crescimento de mudas de timbó (*Ateleia glazioviana* Baill), em comparação ao substrato que contenha somente fertilizantes minerais. Para tanto, foram testados 11 tratamentos, variando-se a composição dos substratos com a mistura de diferentes proporções de materiais orgânicos: lodo de esgoto, esterco bovino e substrato comercial, e também só aplicação de fertilizante químico. Tais tratamentos foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e com três mudas por repetição. A partir dos resultados observados, recomenda-se adicionar esterco bovino curtido ao menos 20% do volume do substrato na composição de substratos para produção de mudas de *Ateleia glazioviana*.

Palavras-chave: produção de mudas, lodo de esgoto, esterco bovino, adubação orgânica.

Growth of *Ateleia glazioviana* Seedlings in Substrates Containing Different Organic Materials

ABSTRACT

Substrates play an important role in the production of quality seedlings, because they need to present appropriate physical and chemical conditions for plant development. In this context, some organic materials have been used in the composition of substrates for seedling production. This study aimed to analyze the use of substrates with organic materials compared with substrates containing only mineral fertilizers on the growth of Timbo (*Ateleia glazioviana* Baill) seedlings. To this end, 11 treatments were tested, varying the composition of substrates with the mixture of different proportions of organic materials: sewage sludge, cattle manure and commercial substrate, and also only with application of chemical fertilizers. These treatments were arranged in a completely randomized design with four replications and three seedlings per replication. Based on the results observed, we recommend the addition of cattle manure with at least 20% volume to the substrate composition for the production of *Ateleia glazioviana* seedlings.

Keywords: seedling production, sewage sludge, cattle manure, organic fertilizers.

1. INTRODUÇÃO

A implantação de povoamentos florestais destinados para a produção de madeira ou povoamentos mistos para fins de preservação ambiental e/ou restauração de áreas degradadas tem, na boa formação de mudas, um dos fatores de maior importância.

A utilização de mudas de qualidade é fundamental, pois influencia a percentagem de sobrevivência, a velocidade de crescimento e, conseqüentemente, o sucesso do plantio. Além disso, mudas de melhor qualidade, por terem maior potencial de crescimento, exercem uma melhor competição com a vegetação espontânea, reduzindo os custos dos tratamentos culturais e favorecendo o estabelecimento mais rápido da vegetação no local a ser recuperado (Morgado, 1998). Portanto, é necessário que os viveiristas empreguem técnicas e materiais adequados, que priorizem a qualidade de suas mudas, pois estas, além de resistirem às condições pós-plantio adversas encontradas no campo, deverão sobreviver e, por fim, caso a finalidade seja comercial, produzir árvores com crescimento volumétrico economicamente desejável (Peroni, 2012).

Dentre os diversos fatores que contribuem para produção de mudas com qualidade, há os substratos. Entretanto, a diversidade de opções desse material é grande, não existindo um substrato perfeito para todas as condições e espécies. Dessa forma, é preferível usar componentes de um substrato em forma de mistura, visto que os mesmos apresentam características desejáveis e indesejáveis à planta, quando usados isoladamente (Wendling & Gatto, 2002).

Um dos substratos orgânicos possíveis de serem usados na produção de mudas é o lodo de esgoto, cuja produção vem aumentando grandemente em razão da alta concentração demográfica e da urbanização, o que implica numa maior geração de esgotos sanitários encaminhados para as estações de tratamento de esgoto. É um material que, dependendo de seu destino final, pode gerar problemas ecológicos e sanitários, haja vista que a maior parte do lodo gerado no Brasil ainda é destinada a aterros sanitários que, além de elevados

custos, podem causar também problemas sociais (Pérez et al., 2011).

A utilização de lodo de esgoto 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, suprimindo 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).

Outro material orgânico utilizado é o esterco bovino curtido. Segundo Wendling & Gatto (2002), este é um componente que traz importantes melhorias na qualidade dos substratos por aumentar a capacidade de retenção de água, a porosidade e a agregação do substrato, além de fornecer nutrientes essenciais às mudas. No passado, este tipo de material foi muito utilizado, mas com o advento dos adubos químicos, o interesse por este e outros fertilizantes orgânicos diminuíram (Brummer, 1998). Porém, dada a necessidade de adotar uma agricultura sustentável, a preocupação com a degradação ambiental renovou o interesse pelo uso dos esterco e outras fontes orgânicas.

Materiais orgânicos de diversas origens, como esterco de bovinos e aves, casca de arroz e café, fibra de coco, etc., têm sido utilizados na composição de substratos por serem fontes de macro e micronutrientes, que são fundamentais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Segundo Longo (1987), a utilização de adubo orgânico como fonte principal na adubação permite que as plantas cresçam mais resistentes e fortes, restaurando o ciclo biológico natural do solo, o que reduz as infestações de pragas e, conseqüentemente, as perdas de plantas e também as despesas com defensivos agrícolas.

A espécie escolhida para este estudo é o timbó (*Ateleia glazioviana* Baill), uma espécie pioneira, caducifolia, que compõe a vegetação secundária da Floresta Estacional Decidual, pertencente à família Fabaceae. Essa espécie tem sido indicada para a composição de plantios heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação

permanente. No Brasil, esta espécie ocorre nos seguintes Estados: Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo (Carvalho, 2003).

O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento de mudas de timbó, submetidas a diversas composições orgânicas de esterco bovino curtido, lodo de esgoto e substrato comercial para viabilização de mudas de qualidade, no que diz respeito às características: altura da parte aérea; diâmetro do coleto; relação altura/diâmetro; massa seca da raiz, da parte aérea e total; relação massa seca de raiz/massa seca da parte aérea, e índice de qualidade de Dickson.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre-ES, localizado na latitude 20° 45' S e longitude 41° 31' W. O município está situado a uma altitude média de 240 m acima do nível do mar, na faixa de clima quente e chuvoso no verão, e frio e seco no inverno, com temperatura média anual na faixa de 22 a 26 °C, e pluviosidade média anual de 1050 a 1250 mm (INMET, 2011).

Foi utilizado como substrato: misturas de solo, proveniente de áreas próximas à área experimental do Centro de Ciências Agrárias (CCA-UFES); substrato comercial composto por 60% de casca de pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus mais terra vegetal, de acordo com o fabricante; lodo de esgoto procedente da Empresa de Saneamento Foz

do Brasil, prestadora de serviços para o município de Cachoeiro de Itapemirim-ES, produzido na Estação de Tratamento de Esgoto de Pacotuba-ES, e esterco de bovinos, proveniente das atividades pecuárias da Área Experimental do CCA-UFES e que permaneceu durante 60 dias coberto com plástico sob pleno sol, para curtimento.

Para testar as diferentes misturas de materiais, foram definidos 11 tratamentos, tal como é apresentado no Quadro 1.

Os tratamentos foram preparados, utilizando-se de proveta graduada em mL, para medição dos volumes dos materiais orgânicos, seguida de homogeneização manual dos mesmos. Após o preparo, retiraram-se amostras para a realização das análises químicas de macronutrientes, pH e matéria orgânica. Estas foram realizadas no Laboratório de Recursos Hídricos do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), seguindo a metodologia descrita no Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes (EMBRAPA, 2009), cujos resultados encontram-se descritos na Tabela 1.

As sementes foram coletadas de árvores matrizes da arborização rodoviária da rodovia entre as cidades de Alegre e Guaçuí, do Estado do Espírito Santo.

Para produção das mudas, primeiramente, procedeu-se à semeadura manual das sementes em sementeiras cobertas com telas sombrite 50%. Aos 20 dias após a germinação, as plântulas que se encontravam com altura entre 5 e 10 cm, e maior vigor

Quadro 1. Tratamentos propostos, contendo as diversas fontes e proporções de materiais orgânicos, a serem utilizados na produção de mudas de timbó.

Chart 1. Proposed treatments containing the various sources and proportions of organic material to be used in the production of seedlings timbó.

Tratamento	Composição
T1	20% de areia + 80% de solo
T2	20% de areia + 80% de solo + Adubo químico (NPK)
T3	20% de areia + 60% de solo + 20% lodo de esgoto
T4	20% de areia + 50% de solo + 30% lodo de esgoto
T5	20% de areia + 40% de solo + 40% lodo de esgoto
T6	20% de areia + 60% de solo + 20% esterco bovino
T7	20% de areia + 50% de solo + 30% esterco bovino
T8	20% de areia + 40% de solo + 40% esterco bovino
T9	20% de areia + 60% de solo + 20% substrato comercial
T10	20% de areia + 50% de solo + 30% substrato comercial
T11	20% de areia + 40% de solo + 40% substrato comercial

Tabela 1. Valores dos atributos químicos dos substratos preparados para testes nos tratamentos.
Table 1. Values of the chemical attributes of the substrates prepared for testing treatments.

	pH	S	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	C	M.O.	CTC(t)	CTC(T)	S.B.	V	m	IsNa
T1	6,8	24	5	48	12	2,5	0,8	0	1,5	3,8	6,5	3,46	4,96	3,46	69,8	0	1,05
T2	6,4	20	150	153	20	2,0	0,6	0	1,8	2,5	4,4	3,13	4,96	3,13	63,1	0	2,78
T3	6,9	64	227	365	29	3,8	2,8	0	1,8	10,6	18,2	8,39	10,23	8,39	82,1	0	1,23
T4	6,1	357	64	55	11	6,3	1	0	3,5	12,6	21,7	7,58	11,08	7,58	68,4	0	0,43
T5	6,1	441	100	99	17	8,2	1,2	0	3,7	17,7	30,5	9,69	13,35	9,69	72,6	0	0,55
T6	6,9	27	81	265	16	3,2	2,5	0	1,7	12,9	22,2	6,54	8,21	6,54	79,7	0	0,85
T7	6,9	28	158	438	21	3,2	3,7	0	1,7	20,9	36,1	8,13	9,79	8,13	83	0	0,93
T8	7,1	41	217	675	32	3,7	4,8	0	1,8	20,9	36	10,38	12,21	10,38	85	0	1,14
T9	6,5	85	62	170	16	3,6	1,5	0	2,7	13,5	23,2	5,68	8,35	5,68	68,1	0	0,83
T10	6,4	138	55	174	16	3,9	1,6	0	2,7	13,4	23,2	5,99	8,66	5,99	69,2	0	0,8
T11	5,3	287	109	287	23	5,2	2,6	0	5,8	19,7	33,9	8,57	14,4	8,57	59,5	0	0,69

T1: Areia (20%) + 80% de solo; T2: Adubo químico (NPK); T3: 20% lodo de esgoto; T4: 30% lodo de esgoto; T5: 40% lodo de esgoto; T6: 20% estercos bovino; T7: 30% estercos bovino; T8: 40% estercos bovino; T9: 20% substrato comercial; T10: 30% substrato comercial; T11: 40% substrato comercial. Métodos de extração: pH: Água Relação 1:2,5; S: Fosfato monoclássico em ácido acético; P, K, Na, Zn, Cu, Fe, Mn: Mehlich 1; Ca, Mg, Al: KCl-1mol/L; H+Al: Acetato de Cálcio-0,5mol/L-pH7,0; P-rem: Solução de equilíbrio 60 mg/L P; M.O.: walkley-black.

foram escolhidas para serem repicadas para os sacos de polietileno de dimensões de 7 cm de diâmetro e 19,4 cm de altura, e capacidade volumétrica de 0,75 L de substrato. Após a repicagem, as mudas foram colocadas sob estrutura suspensa em casa de sombra pelo período de 30 dias, quando então foram transferidas para sol pleno, até o final do experimento. Durante o período experimental, foram feitas quatro irrigações diárias, duas na parte da manhã e duas na parte da tarde, realizadas de forma automática pelo sistema de irrigação do viveiro.

Para o tratamento que continha adubo químico, foi colocada a quantidade de 6 Kg m⁻³ de solo do fertilizante NPK com formulação 04-14-08, conforme recomendação de Gomes & Paiva (2004).

Os tratamentos foram dispostos no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e com três mudas por repetição, totalizando 132 unidades amostrais.

Aos 120 dias, após a semeadura, foi encerrado o experimento, com medição final da altura (com régua graduada em centímetros) e do diâmetro do coleto (com auxílio de um paquímetro com precisão de 1 mm).

Em seguida, as plantas foram colhidas e subdivididas em raízes, caule e folhas. As raízes foram lavadas em água. Cada parte foi colocada em sacos de papel pardo e posta a secar em estufa a 60 °C, com circulação forçada de ar por 72 horas, até peso constante. Após esse período, o material foi pesado em balança analítica com precisão de 0,01 g, para determinação da matéria seca.

As características morfológicas avaliadas foram: altura da parte aérea (H/ cm), o diâmetro (D/ mm), a massa seca do sistema radicular (MSR/ g) a massa seca da parte aérea (MSPA/ g), a massa seca total (MST/ g) e a relação massa seca parte aérea/massa seca de raiz (MSPA/MSR). Além das características morfológicas, foi determinado o IQD - Índice de Qualidade de Dickson, obtido pela Equação 1:

$$IQD = \frac{MST}{(RHD + MSR/MSPA)} \quad (1)$$

em que: MST = massa seca total; RHD = relação altura/diâmetro do coleto das mudas; MSR/MPA = relação massa seca da parte aérea/massa seca radicular das mudas.

Os dados foram analisados e interpretados estatisticamente, e as médias quando significativas foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância, utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise de variância encontram-se descritos na Tabela 2. Ao observar essa tabela, verifica-se que as características altura/parte aérea (H/D) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) não foram influenciadas pela composição dos substratos. As demais características apresentadas apresentaram efeitos significativos em razão da composição diferente dos substratos. A comparação das médias realizadas pelo teste de Scott Knott a 5% é apresentada na Tabela 3.

Para a característica altura (H), que variou de 9,11 a 30,15 cm, a maior média ocorreu nas mudas cultivadas com o substrato do tratamento que continha 30% de esterco bovino. Na variável diâmetro do coleto (D), cujos valores variaram de 1,89 a 3,94 mm, observou-se que o tratamento com 40% de esterco bovino teve médias estatisticamente iguais aos tratamentos com 20 e 30% de esterco bovino na sua composição. Para ambas as características, os maiores valores observados podem ser explicados por altos teores de fósforo, potássio e magnésio, presentes nesses substratos, conforme é verificado na Tabela 1. Além disso, os adubos orgânicos desempenham a função de condicionantes do solo e assim promovem a melhoria das propriedades físicas e físico-químicas do solo ou substrato (Prezotti, 2007).

A altura da parte aérea pode ser utilizada como uma estimativa da predição do crescimento inicial no campo, apesar de que essa característica pode ser facilmente influenciada por algumas práticas de manejo adotadas nos viveiros; entretanto, recomenda-se a análise combinada com outras características, tais como: diâmetro do coleto e relação peso das raízes/peso da parte aérea. Contudo, sua facilidade de medição e pelo fato de se tratar de uma medição não destrutiva, faz com que esta característica seja bastante utilizada na avaliação da qualidade das mudas (Gomes et al., 2002).

Tabela 2. Resultado da análise de variância (ANOVA) para as variáveis altura, diâmetro, altura/diâmetro (H/D), Massa Seca de Raiz (MSR), Massa Seca de parte Aérea (MSPA), Massa Seca Total (MST), relação MSR/MSPA e Índice de Qualidade de Dickson (IQD).

Table 2. Results of analysis of variance (ANOVA) for the variables height, diameter, height / diameter (H/D), Dry Mass Root (MSR), Dry Mass of the Air (MSPA) Dry mass (MST), relative MSR / MSPA and Index quality Dickson (IQD).

	FV	GL	QM	Fc	CV (%)	Pr>Fc
Altura	Repetição	3	19,302481	1,527	18,27	0,2276 ^{ns}
	Tratamento	10	147,911801	11,703		<0,0001*
Diâmetro	Repetição	3	0,6081	1,865	19,32	0,1568 ^{ns}
	Tratamento	10	1,633451	5,009		0,0003*
H/D	Repetição	3	1,624866	2,024	22,79	0,5502 ^{ns}
	Tratamento	10	4,593356	0,716		0,0664 ^{ns}
MSR	Repetição	3	0,606176	5,885	12,45	0,0028*
	Tratamento	10	0,601792	5,842		0,0001*
MSPA	Repetição	3	2,957269	1,565	29,78	0,2182 ^{ns}
	Tratamento	10	12,132287	6,422		<0,0001*
MST	Repetição	3	6,034917	2,442	21,85	0,08535 ^{ns}
	Tratamento	10	17,245535	6,979		<0,0001*
MSR/ MSPA	Repetição	3	0,017686	0,896	22,06	0,4548 ^{ns}
	Tratamento	10	0,109833	5,561		0,0001*
IQD	Repetição	3	0,293469	1,993	37,21	0,1363 ^{ns}
	Tratamento	10	0,274061	1,861		0,0921 ^{ns}

ns = não significativo (P>0,05); * significativo (P<0,05).

Tabela 3. Valores médios de altura (H), diâmetro do coleto (D), relação altura por diâmetro (H/D), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MStotal) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Ateleia glazioviana* produzidas em diferentes substratos orgânicos, aos 120 dias após a semeadura.

Table 3. Medium height (H), basal diameter (D), relative height and diameter (H / D), root dry mass (MSR) and shoot dry matter (MSPA), total dry matter (MStotal) and index Dickson quality (IQD) of seedling *Ateleia glazioviana* produced in different organic substrates at 120 days after sowing.

Tratamento	H --cm--	D --mm--	H/D ^(ns)	MSR --g--	MSPA --g--	MSR/MSPA --	MStotal --g--	IQD ^(ns)
T1	9,11 d	1,89 b	4,83	2,07 b	2,29 b	0,9 a	4,37 b	0,77
T2	15,90 c	2,58 b	6,22	2,40 b	3,58 b	0,7 a	5,99 b	0,88
T3	16,70 c	2,91 b	6,11	2,57 b	4,87 b	0,6 b	7,44 b	1,25
T4	21,85 b	3,50 a	6,38	2,59 b	4,87 b	0,5 b	7,47 b	1,10
T5	22,27 b	2,81 b	8,28	2,09 b	4,43 a	0,6 b	6,53 b	0,81
T6	25,43 b	3,63 a	7,30	3,32 a	6,66 a	0,5 b	9,98 a	1,37
T7	30,15 a	3,62 a	8,33	3,06 a	7,45 a	0,4 b	10,51 a	1,21
T8	25,35 b	3,94 a	6,47	2,90 a	6,94 a	0,5 b	9,84 a	1,45
T9	14,80 c	2,50 b	5,89	2,34 b	3,10 b	0,8 a	5,44 b	0,82
T10	15,31 c	2,71 b	5,71	2,39 b	5,51 b	0,7 a	5,90 b	0,94
T11	17,17 c	2,37 b	7,15	2,59 b	3,02 b	0,8 a	5,61 b	0,69

^(ns) não significativo a 5% de probabilidade. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott - Knott. T1: Areia (20%) + solo (80%); T2: Adubo químico (NPK); T3: 20% de lodo de esgoto; T4: 30% de lodo de esgoto; T5: 40% de lodo de esgoto; T6: 20% de lodo de esgoto; T7: 30% esterco curtido de bovino; T8: 40% esterco curtido de bovino; T9: 20% composto orgânico; T10: 30% composto orgânico; T11: 40% composto orgânico.

Para se alcançarem mudas de espécies florestais de boa qualidade, Gonçalves et al. (2000) recomendam limites de altura entre 20 e 35 cm. Seguindo a variação de qualidade mencionada, a altura das mudas cultivadas nos substratos referentes aos tratamentos T4 (30% lodo de esgoto), T5 (40% lodo de esgoto), T6 (20% esterco curtido bovino), T7 (30% esterco curtido bovino) e T8 (40% esterco curtido bovino) se situou no padrão de qualidade indicado, podendo estes materiais ser indicados para produção de mudas dessa espécie.

Comparando-se com o trabalho de Caldeira et al. (2012), o crescimento de *A. glazioviana* aos 90 dias e com lodo de esgoto, as alturas da parte aérea variaram entre 11,09 e 30,32 cm, similares ao deste estudo. Trazzi (2011), avaliando a altura para *Tectona grandis* aos 120 dias, tendo como substrato quantidades diferentes de biossólido, verificou valores entre 10,13 a 35,86 cm.

Para o diâmetro do coleto verifica-se que o acréscimo da quantidade de lodo de esgoto, composto orgânico e esterco bovino foi acompanhado também pelo aumento das médias desta característica, com maior ênfase para as médias dos tratamentos à base de esterco bovino.

Esta variável é considerada como uma das mais importantes características para estimar a sobrevivência de mudas de espécies florestais no campo (Gomes & Paiva, 2004), tanto tomado isoladamente ou combinado com a altura (Gomes et al., 2002). Entretanto, verificou-se que os valores encontrados neste trabalho estão abaixo dos valores encontrados por Araújo & Sobrinho (2011), que variaram entre 2,936 a 5,904 mm, para mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, também com 120 dias de idade, cujo substrato utilizado na produção das mudas foi casca de arroz carbonizada. Caldeira et al. (2012), usando biossólido na formulação dos substratos, verificaram que os diâmetros do coleto variaram entre 3,52 e 8,48 mm para a espécie *A. glazioviana*, aos 90 dias. Essas diferenças de diâmetro podem ser devidas ao fato de terem idades diferentes e serem comparadas com espécies diferentes, com distintos crescimentos.

A relação entre altura e diâmetro do coleto, que é uma característica que exprime a qualidade das mudas em qualquer fase do período de produção,

apresentou valores de 4,83 a 8,33, conforme apresentado na Tabela 3. Verifica-se que maioria desses valores encontra-se na faixa de 5,4 a 8,1, considerada ideal por Carneiro (1995), com exceção das mudas cultivadas em substratos à base de somente solo e areia, cujos valores estão abaixo do ideal, indicando que, nesse caso, as mudas deveriam ficar mais tempo no viveiro para aumentar essa relação. Em contrapartida, as mudas cultivadas em substratos contendo 40% de lodo de esgoto e 30% de esterco de bovino apresentaram valores de 8,38 e 8,33, respectivamente, acima de 8,1, que é o limite máximo proposto por Carneiro (1995).

Para Caldeira et al. (2012), que utilizaram para produção de mudas o biossólido e o composto comercial em diferentes proporções, os resultados para a relação H/D variaram entre 3,01 e 4,1, para *Ateleia glazioviana* aos 90 dias, valores abaixo dos encontrados neste trabalho. Peroni (2012), ao avaliar mudas de eucalipto cultivadas em fontes renováveis de substratos, aos 120 dias, verificou que os tratamentos apresentaram valores da relação altura/diâmetro entre 7,66 e 10,74, valores esses, acima dos limites propostos por Carneiro (1995), o que se deu em decorrência do maior desenvolvimento em altura em relação ao desenvolvimento em diâmetro. Em outro estudo, Trigueiro & Guerrini (2003), testando diferentes proporções de biossólido e casca de arroz carbonizada na composição de substratos para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, encontraram valores de H/D entre 10,57 e 13,90, também acima do limite considerado adequado por Carneiro (1995).

Para a variável massa seca de raiz (MSR), os tratamentos com 20, 30 e 40% de esterco bovino foram estatisticamente iguais e esses tiveram médias superiores em relação aos demais tratamentos, assim como para a massa seca da parte aérea (MSPA), que, além desses tratamentos, também apresentou maior média no tratamento com 40% de biossólido. Tal como observado para a altura e o diâmetro, a maior fertilidade desses substratos (Prezotti, 2007), aliada às melhorias de suas propriedades proporcionadas pela adição de materiais orgânicos aos mesmos, contribuiu para maiores médias de crescimento nas características estudadas.

Ao estudar a produção de mudas da espécie *Enterolobium contortisiliquum* aos 120 dias, após semeadura utilizando casca de arroz carbonizada, Araújo & Sobrinho (2011) verificou que a matéria seca de raiz variou entre 1,21 e 2,15 g, valores menores que os encontrados neste trabalho. Em mudas de *Ateleia glazioviana*, mesmo com um intervalo de tempo menor para a produção das mudas, Caldeira et al. (2012) encontraram valores entre 3,61 e 1,02 g, semelhantes aos encontrados neste estudo. Ainda nesse mesmo estudo, para a massa seca da parte aérea, esses autores observaram valores entre 0,71 e 5,89 g, abaixo dos encontrados neste trabalho, o que pode ser explicado pelo menor tempo de ciclo de produção das mudas, que foi de 90 dias. Entretanto, as plantas produzidas por Pereira et al. (2010), em substrato com cama-de-frango, com mudas produzidas de 90 dias, apresentaram massa seca de 16,4 g, valor superior aos encontrados neste trabalho.

Para a variável massa seca de raiz/massa seca da parte aérea, os menores valores foram observados nos tratamentos 3, 4, 5, 6, 7 e 8 (Tabela 3). De acordo com Barbosa et al. (1997), valores relativamente baixos para essa relação indicam uma adequada proporção entre o desenvolvimento da raiz e o da parte aérea das mudas, sendo esta uma característica para a escolha de mudas de boa qualidade. Esses altos valores nos tratamentos sem composto orgânico e nos tratamentos com substrato comercial podem ser explicados pelos menores teores, principalmente dos nutrientes fósforo e potássio, quando comparados com os tratamentos à base de esterco bovino curtido, indicando que não houve uma relação adequada de proporção entre a parte aérea e o sistema radicular, contribuindo para a produção de mudas de pior qualidade.

Segundo Peroni (2012), os valores para a relação massa seca de raiz/massa seca de parte aérea em estudos com eucaliptos aos 120 dias, em fontes renováveis como substratos, variaram entre 0,199 e 0,902, valores semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Na variável massa seca total (MST), as maiores médias ocorreram nas mudas cultivadas com os substratos do tratamento que continha 20, 30 e 40% de esterco. Deve-se considerar que quanto

maior for esse valor, melhor será a qualidade das mudas produzidas (Cruz et al., 2010). Assim, como explicado para outras variáveis, nos tratamentos à base de esterco bovino curtido, os teores de enxofre, fósforo, potássio estão altos, segundo Prezotti (2007). É importante avaliar essa característica, pois, segundo Gomes & Paiva (2004), esta indica a rusticidade de uma muda. Note-se que quanto maior esse valor, mais rusticada a muda será, pois as mudas devem estar endurecidas no momento do plantio, ou seja, com maior biomassa, apresentando, desta forma, maior resistência às condições adversas do campo, promovendo maior sobrevivência e minimizando gastos com replantios.

Em trabalho de Scalon et al. (2006), para *Clitoria fairchildiana*, em mudas de 90 dias foram verificados valores de massa seca total entre 26,22 e 32,28 g, superiores aos encontrados neste estudo. Caldeira et al. (1998), estudando a acácia-negra, obtiveram valores de 4,30 a 7,85 g e, para Caldeira et al. (2012), em seu trabalho com *Ateleia glazioviana* em diferentes proporções de bio sólido, a massa seca total variou entre 9,5 e 1,12 g, valores inferiores aos encontrados neste trabalho, possivelmente pelo tempo dos trabalhos ser menor, 90 dias, do que o trabalho apresentado.

No presente estudo, o IQD variou entre 0,69 e 1,45 (Tabela 3). Segundo Fonseca et al. (2002), essa característica pode ser considerada um importante indicador da qualidade das mudas, pois, para seu cálculo, são considerados os aspectos da robustez e do equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de várias características importantes empregadas para avaliação da qualidade das mudas. Gomes & Paiva (2004) salientam que o IQD deve ter o valor mínimo de 0,20. Partindo dessa premissa, as mudas produzidas em todos os substratos testados neste trabalho estão adequadas, pois apresentam valores acima de 0,2, conforme proposto por estes autores.

Para Caldeira et al. (2012), em seus trabalhos com *Ateleia glazioviana* em diferentes proporções de bio sólido, durante 90 dias, o IQD variou entre 0,59 e 2,05, sendo que esses valores também são considerados ideais por Gomes & Paiva (2004) e para Peroni (2012), com estudo em diferentes proporções de bio sólido para *Eucalyptus* sp. em um período

de 90 dias, cujos valores encontrados variaram de 0,011 a 0,306, valores inferiores aos encontrados neste trabalho. Observe-se que alguns desses valores não se mostram recomendáveis por Gomes & Paiva (2004).

4. CONCLUSÃO

Para as condições nas quais foi executado o presente trabalho e tomando-se como base a massa seca total, recomenda-se adicionar esterco bovino curtido na proporção de, ao menos, 20% do volume do substrato na composição de substratos para produção de mudas de *Ateleia glazioviana*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapes (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo), pela Bolsa de Iniciação Científica concedida à segunda autora.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 7 fev., 2013

Aceito: 26 fev., 2014

Publicado: 28 ago., 2014

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Elzimar de Oliveira Gonçalves

Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, CEP 29550-000, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil
e-mail: elzimarog@yahoo.com.br

REFERÊNCIAS

Araújo AP, Sobrinho SP. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortiliquum* (VELL.) MORONG) em diferentes substratos. *Revista Árvore* 2011; 35(3): 581-588.

Barbosa Z, Carvalho JG, Moraes AR. Fósforo e zinco na nutrição e crescimento da aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) I. Características de crescimento das plantas. *Ciência e Agrotecnologia* 1997; 21(2): 196-204.

Brummer EC. Diversity, stability and sustainable american agriculture. *Agronomy Journal* 1998; 90(1):1-2. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj1998.0002196200900010001x>

Caldeira MVW, Peroni L, Gomes, DR, Delarmelina WM, Trazzi PA. Diferentes proporções de bio-sólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioviana* Baill.). *Scientia Florestalis* 2012; 40(93):15-22.

Caldeira MVW, Schumacher MV, Tedesco N. Crescimento de Mudas de *Acacia mearnsii* Wild. em função de diferentes doses de vermicomposto. IPEF; 1998.

Carneiro JGA. *Produção e controle de qualidade de mudas florestais*. Curitiba: UFPR/FUPEF; 1995.

Carvalho PCT, Barral MF. Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante. *Fertilizantes* 1981; 3(2): 1-4.

Carvalho PER. *Espécies arbóreas brasileiras*. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, 1039 p PMID:19379326.

Cruz CAF, Paiva HN, Neves JCL, Cunha ACMCM. Resposta de mudas de *Senna macranthera* (Dc. Ex Coollad.) H. S. Irmin & Barnaby (fedegoso) cultivadas em Latossolo vermelho-Amarelo distrófico a macronutrientes. *Revista Árvore* 2010; 34(1): 13- 24. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000100002>

Embrapa Informação Tecnológica - EMBRAPA. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília; 2009.

Ferreira DF. *Sisvar - Sistema de análise de variância*. 2006.

Fonseca EP, Valéri SV, Miglioranza E, Fonseca NAN, Couto L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. *Revista Árvore* 2002; 26(4): 515-523. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000400015>

Gomes JM, Couto L, Leite HG, Xavier A, Ribeiro SL. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore* 2002; 26(6): 655-664. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000600002>

Gomes JM, Paiva HN. *Viveiros florestais*. 3. ed. Viçosa: UFV; 2004.

Gonçalves JLM, Santerelli EG, Neto SPM, Manara MP. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. *Nutrição e fertilização florestal* 2000.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. *Climatologia. Normais climatológicas*. [cited 2011 Apr 29]. Available from: <http://www.inmet.gov.br/>.

Longo AD. *Minhoca: de fertilizadora do solo a fonte alimentar*. São Paulo: Icone, 1987.

Melo WJ, Marques MO, Santiago G, Cheli RA, Leite SAS. 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*, 1994; 18:449-455.
- Morgado IF. *Nova Metodologia de Produção de Mudanças de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e Saccharum spp. utilizando resíduos prensados como substrato* [tese]. Universidade Estadual do Norte Fluminense. 1998.
- Pereira PC, Freitas RS, Tomaz MA, Teixeira IR. Tamanho de recipientes e tipos de substrato na qualidade de mudas de tamarindeiro. *Revista Verde* 2010; 5(3): 136-142.
- Pérez PV, Malavasi UC, Malavasi MM, Lang A, Zachow K. Efeito de biossólido no crescimento inicial de *Corymbia citriodora*. *Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* 2011; 7(1): 13-23.
- Peroni L. *Substratos renováveis na produção de mudas de eucalipto* [dissertação]. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.
- Prezotti LC. *Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo - 5ª Aproximação*. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO; 2007
- Scalon SPQ, Mussury RM, Scalon Filho HS, Fracelino CSF. Desenvolvimento de mudas de aroeira (*Schinustere binthifolius*) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. *Ciência e Agrotecnologia* 2006; 30(1): 166-169. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000100024>
- Trazzi PA. *Diferentes substratos na produção de mudas de Tectona grandis Linn. F* [dissertação]. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo; 2011.
- Trigueiro RM, Guerrini IA. Uso de biossólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. *Scientia Forestalis* 2003; 64: 150-162. PMID:21266456.
- Wendling I, Gatto A. *Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas*. Aprenda Fácil; 2002.