

William Macedo Delarmelina<sup>1</sup>; Marcos Vinicius Winckler Caldeira<sup>1</sup>; Júlio César Tannure Faria<sup>2</sup>; Leonardo Cassani Lacerda<sup>1</sup>

### USO DE RESÍDUO ORGÂNICO EM SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip var. *latistipula* (Benth.)

**Palavras chave:**  
Esterco bovino  
cama de frango  
esterco de codorna

**Histórico:**  
Recebido 14/02/2012  
Aceito 15/04/2015

**Keywords:**  
Bovine manure  
chicken litter  
quail manure

**Correspondence:**  
mvwcaldeira@gmail.com

**RESUMO:** A produção de mudas florestais é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos com espécies nativas. Portanto, o substrato exerce influência significativa no crescimento das mudas, e vários são os materiais que podem ser utilizados na sua composição original ou combinados. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de mudas de *Chamaecrista desvauxii* var. *latistipula*, utilizando diferentes proporções de resíduos orgânicos e terra de subsolo. Os tratamentos foram compostos por cinco tipos de substratos: (1) Substrato Comercial (SC), (2) Esterco Bovino (EB), (3) Cama de Frango (CF), (4) Esterco de Codorna (EC) e (5) Terra de Subsolo (TS) em diferentes proporções. Quando as mudas atingiram 150 dias foram mensuradas as seguintes variáveis: altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação entre a altura e diâmetro do coleto (RHD), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST), relação entre massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular (RMSPAR), relação entre massa seca da raiz e massa seca da parte aérea (RMSRPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Todos os tratamentos formulados com resíduos orgânicos proporcionaram melhores resultados de crescimentos em relação ao tratamento testemunha (SC). Para a produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii* é recomendado o uso de 25% de substrato comercial + 35% de esterco bovino + 40% de terra de subsolo.

### USE OF ORGANIC WASTE IN FORMULATION OF SUBSTRATE FOR *Chamaecrista desvauxii* (Collad.) Killip var *latistipula* (Benth.) PRODUCTION

**ABSTRACT:** The production of seedlings is one of the most important stages for the establishment of good stands of native species. Substrate exerts significant influence on plant growth, and there are many materials that can be used in its original composition or combined. The objective of this study was to evaluate the growth of seedlings of *Chamaecrista desvauxii* using different concentrations of organic waste and soil. Treatments were established using five types of substrate (1) commercial substrate (SC), (2) bovine manure (EB), (3) chicken litter (CF), (4) quail manure (EC) and (5) subsoil (TS) in different proportions. When the seedlings reached 150 days the following variables were measured: stem diameter (D), plant height (H), ratio between plant height and stem diameter (RHD), shoot dry mass (MSPA), root system dry mass (MSR), total dry mass (MST), shoot/root dry mass ratio (RMSPAR), root/shoot ratio dry mass (RMSRPA), and Dickson quality index (IQD). All formulations with organic waste provided better results compares to the control treatment. For the production of *Chamaecrista desvauxii* it is recommended the use 25% of commercial substrate + 35% of bovine manure + 40% of subsoil.

**DOI:**

10.1590/01047760201521031439

<sup>1</sup> UFES, Alegre, Espírito Santo, Brasil

<sup>2</sup> UFRRJ, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil

## INTRODUÇÃO

A produção de mudas de espécies florestais nativas em viveiro é principalmente realizada para fins ambientais, tais como recuperação de áreas degradadas e reflorestamento de matas ciliares. Atualmente, destaca-se como uma alternativa viável, devido à intensa devastação das florestas nativas, como a Mata Atlântica, onde as espécies de maior valor econômico foram praticamente extintas, em razão da exploração desordenada para fins energéticos, madeireiro e agropecuário (SEAG, 1989).

A qualidade de um povoamento florestal está relacionada diretamente com a qualidade das mudas usadas no plantio. De acordo com Cruz et al. (2004), para que um programa de reflorestamento obtenha êxito em sua formação, é de grande importância a produção de mudas de qualidade superior, uma vez que o aumento da resistência das mudas às condições de campo resulta em maior sucesso dos plantios florestais.

Com o intuito de obter melhor produtividade dos plantios, vários estudos até o presente momento são realizados com objetivo definir os melhores recipientes, substratos, dosagens e tipos de fertilizantes para produção de mudas de melhor qualidade. Portanto, são desejáveis materiais alternativos para produção de substratos que não apresentem limitações ao crescimento das mudas.

Nesse sentido, os resíduos (adubos) orgânicos são as fontes de nutrientes de uso mais freqüente na composição de substratos, têm atuação relevante na melhoria dos atributos físicos e estimulam os processos microbianos. Entre os resíduos orgânicos, os esterco são o mais utilizado devido sua facilidade de manejo e possuem bons resultados na produção de mudas de espécies florestais (TEDESCO et al., 1999, TRAZZI, 2011).

A *Chamaecrista desvauxii* var. *latistipula* pertence à família Fabaceae e à subfamília Caesalpinioideae. As Fabaceae são a família mais rica do cerrado, contando com 101 gêneros e 777 espécies e o gênero *Chamaecrista* é o mais numeroso, listando-se 100 espécies. Ainda assim, o gênero é muito pouco conhecido; não são encontrados trabalhos relativos à estrutura do pericarpo e, no que tange às sementes (DE-PAULA e OLIVEIRA, 2006).

A variedade *latistipula* (Benth.) ocorre na Argentina, Brasil e Paraguai. No Brasil encontra-

se registro na Bahia, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rondônia, São Paulo e Santa Catarina (BORTOLUZZI, 2007), ocorre na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Embora as espécies de *Chamaecrista* não sejam muito estudadas, algumas são usadas como fixadoras de nitrogênio no solo, sendo indicadas na recuperação de áreas degradadas (FARIA et al. 1989).

Não há no mercado disponibilidade de sementes de espécies regionais que possuam rusticidade e adaptabilidade às condições adversas de substratos para serem utilizadas na colonização inicial das áreas mineradas. Sendo assim, a espécie em questão faz parte do projeto de implantação de área de produção de sementes de espécies de leguminosas com uso potencial em recuperação de áreas degradadas por mineração na Vale S.A. tem como objetivo a produção de sementes para serem utilizadas em experimentos de campo.

O objetivo deste trabalho foi comparar o crescimento de mudas de *Chamaecrista desvauxii*, utilizando diferentes proporções de resíduos orgânicos e terra de subsolo na formulação do substrato.

## MATERIAL E MÉTODOS

A produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*, foi conduzida em casa de sombra no Viveiro Florestal do Centro de Ciências Florestais da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado na Rodovia Cachoeiro-Alegre, km 06 (Área Experimental I) no município de Alegre-ES. O clima da região enquadra-se no tipo Cwa (inverno seco e verão chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen, sendo a temperatura média anual de 24,1 °C, com máximas diárias de 31 °C e mínimas de 20,2 °C e precipitação anual média de 1.104 mm (MAIA et al., 2007).

Após coleta, o esterco bovino, a cama de frango e o esterco de codorna passaram por processo de estabilização, durante cerca de 30, 60 e 90 dias, respectivamente, onde permaneceram depositados em local aberto. Depois de curtidos passaram por peneiras de 3 mm de malha.

A terra de subsolo utilizada como componente de substrato foi Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 1999) coletado na profundidade de 20-40 cm, na Área Experimental do CCA/UFES. Para compor o substrato, a terra de subsolo foi peneirada em malha de 3 mm.

Foram testados três tipos de resíduos orgânicos no presente estudo: esterco bovino, cama de frango e esterco de codorna, além de terra de subsolo e o substrato comercial composto por 60% de composto de casca de pinus, 15% de vermiculita e 25% de húmus mais terra vegetal. Para garantir o bom suprimento de nutrientes nas mudas, todos os tratamentos receberam fertilização de base: 750 g de sulfato de amônio, 1.667 g de superfosfato simples e 172 g de cloreto de potássio por metro cúbico de substrato (GONÇALVES et al.,

2000). As composições dos substratos utilizados como tratamento estão apresentadas na Tabela 1.

Para determinação dos teores totais de nutrientes presentes em cada tratamento foi utilizada a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997) (Tabela 2). As análises foram realizadas no Laboratório de Análises de Fertilizantes, Águas, Minérios, Resíduos, Solos e Plantas (LAFARSOL) do DCFM/CCA-UFES, Jerônimo Monteiro – ES depois da prática de fertilização de base dos substratos.

**TABELA 1** Composição dos tratamentos para produção de *C. desvauxii* (v:v:v).

**TABLE 1** Composition of substrates for *C. desvauxii* production (v:v:v).

Tratamento	SC	TS	EB	CF	EC
1	25	60	15	-	-
2	25	50	25	-	-
3	25	40	35	-	-
4	25	60	-	15	-
5	25	50	-	25	-
6	25	40	-	35	-
7	25	60	-	-	15
8	25	50	-	-	25
9	25	40	-	-	35
10	Testemunha (SC)				

SC (Substrato Comercial), TS (Terra de Subsolo), EB (Esterco Bovino), CF (Cama de Frango), EC (Esterco de Codorna).

**TABELA 2** Teores totais de macro e micronutrientes, matéria orgânica e relação C/N dos substratos formulados com resíduos orgânicos, terra de subsolo e substrato comercial.

**TABLE 2** Total content of macro and micronutrients, organic matter and C/N ratio of substrates formulated with organic waste, subsoil and commercial substrate.

Tratamento	-----g.kg <sup>-1</sup> -----							-----mg.kg <sup>-1</sup> -----					---g.kg <sup>-1</sup> ---
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B	MO	C/N
EB <sup>1</sup>	4,6	1,6	4,5	12,7	5,1	0,05	68	12560	216	11	10	84,0	10,6
EC <sup>2</sup>	7,7	4,8	4,3	35,7	4,8	0,09	219	9720	197	25	17	107,7	8,1
CF <sup>3</sup>	7,7	4,6	2,4	14,2	5,7	0,06	256	7600	259	40	18	81,0	6,1
TS <sup>4</sup>	0,4	0,5	0,8	11,4	2,2	0,06	39	37880	83	11	9	7,0	10,2
T1	1,8	0,9	1,4	9,3	3,4	0,06	40	32400	109	8	4	26,5	8,5
T2	1,8	0,9	1,7	7,2	3,5	0,06	47	31520	118	7	4	30,4	9,8
T3	2,1	1,1	2,2	6,1	2,6	0,07	52	32640	154	10	4	33,1	9,1
T4	2,5	1,6	1,4	4,5	1,9	0,06	66	35280	109	16	5	24,3	5,6
T5	2,5	1,6	1,4	13	2,2	0,06	69	34680	125	14	2	27,1	6,3
T6	3,9	3,0	1,4	6,7	2,5	0,06	110	29160	138	22	7	34,1	5,1
T7	2,5	1,3	1,3	4,9	1,3	0,07	61	37560	91	14	7	25,0	5,8
T8	2,1	2,1	1,7	14,2	2,2	0,07	79	36160	128	14	6	32,5	9,0
T9	3,2	3,0	1,8	19,1	2,3	0,07	94	33240	121	17	9	36,8	6,7
T10	8,8	1,6	1,2	0,83	4,1	0,06	44	9200	199	10	14	145,9	9,6

<sup>1</sup>EB (Esterco Bovino), <sup>2</sup>EC (Esterco de Codorna), <sup>3</sup>CF (Cama de Frango), <sup>4</sup>TS (Terra de Subsolo).

As análises físicas realizadas em cada tratamento corresponderam à determinação da densidade do substrato, macroporosidade, microporosidade e porosidade total (Tabela 3). Para isso foram separados três tubetes de cada tratamento, preenchidos com suas respectivas formulações, sem a repicagem das plântulas. Esses substratos permaneceram na casa de sombra durante 150 dias, passando por condições iguais às que as mudas se desenvolveram. Após esse período de tempo, os tubetes foram identificados, serrados com serra de arco, formando anéis de altura por volta de 5 cm e contidos com tecido tipo “filó” de malha fina enlaçados com elástico de borracha.

No LAFARSOL, os anéis foram saturados, colocados em placas de cerâmica e submetidos à

pressão de -6kPa no extrator de Richards, até atingir a drenagem máxima da água proporcionada por esta pressão (EMBRAPA, 1997). Os parâmetros físicos foram determinados seguindo as seguintes fórmulas [1], [2], [3] e [4]. Em que Ma = macroporosidade; Mi = microporosidade; A = massa do substrato saturado; B = massa do substrato drenado (-6kPa); C = volume do anel; D = massa do substrato seco; E = massa do anel.

$$Ma (\%) = [(A-B) / C] \times 100 \quad [1]$$

$$Mi (\%) = [(B-D-E) / C] \times 100 \quad [2]$$

$$\text{Porosidade total (\%)} = Ma + Mi \quad [3]$$

$$\text{Densidade aparente do substrato} = (D-E) / C \quad [4]$$

As sementes de *Chamaecrista desvauxii* foram doadas pela Reserva Natural Vale e anteriormente a

**TABELA 3** Valores médios de volume total de poros (VTP), macroporosidade (MAC) e microporosidade (MIC) e densidade aparente (DENS) dos tratamentos formulados.

**TABLE 3** Mean values of total pore volume (VTP), macroporosity (MAC) and microporosity (MIC) and density (DENS) of substrates formulated.

Tratamento	VTP	MAC %	MIC	DENS g.cm <sup>-3</sup>
T1	50,16	18,63	31,53	0,84
T2	56,79	21,33	35,46	0,81
T3	58,12	27,76	30,36	0,80
T4	49,42	18,64	30,78	0,87
T5	58,08	22,17	35,90	0,75
T6	53,69	23,85	29,84	0,71
T7	49,80	13,12	36,68	0,84
T8	58,87	21,84	37,03	0,81
T9	51,81	19,26	32,55	0,89
T10	75,30	29,65	45,65	0,32

semeadura as mesmas passaram por um processo de quebra de dormência em ácido sulfúrico (95-97%) por 10 minutos. Posteriormente, foram desinfestadas com peróxido de hidrogênio (30%) por dois minutos e em seguida lavadas com água estéril.

As mudas foram produzidas em tubetes com capacidade para 120 cm<sup>3</sup> de substrato. A semeadura foi realizada de forma direta, sendo semeadas três sementes por tubete. Após a germinação (±20 dias) foi realizado o desbaste, deixando uma muda por tubete.

Quando as mudas completaram 150 dias de crescimento foram mensuradas as seguintes variáveis: diâmetro do coleto (DC), altura (H), relação entre a altura e o diâmetro do coleto (RHD), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca total (MST), relação entre massa seca da

parte aérea e massa seca do sistema radicular (RMSPAR), relação entre massa seca da raiz e massa seca da parte aérea (RMSRPA) e índice de qualidade de Dickson (IQD).

O diâmetro do coleto foi obtido com paquímetro digital e a altura com régua milimetrada, tomando-se como padrão o meristema apical. A quantificação da massa seca para a obtenção da massa seca da parte aérea e da massa seca do sistema radicular foi através da pesagem das partes vegetais após a secagem em estufa de circulação de ar forçada a 70°C, por um período de aproximadamente 72 h. O Índice de Qualidade de Dickson foi obtido pela fórmula [5] de Dickson et al. (1960).

$$IQD = \frac{MST(g)}{H(cm)/DC(mm) + MSPA(g)/MSR(g)} \quad [5]$$

O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado, constituído de dez tratamentos, com seis repetições, com quatro plantas por repetição. As características morfológicas analisadas foram submetidas à análise estatística através de comparação de médias pelo teste Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise estatística das características morfológicas, apresentadas na Tabela 4 e 5, verificam-se diferenças significativas para todas as características de crescimento avaliadas em função dos tratamentos contendo resíduos orgânicos.

No presente estudo as médias de altura variaram entre 13,62 e 39,21 cm. A menor média foi verificada no tratamento testemunha (T10) com apenas substrato comercial em sua constituição, ou seja, todos os tratamentos que foram utilizados os resíduos orgânicos em sua formulação obtiveram resultados estatisticamente superiores. Os melhores resultados em altura foram obtidos nos tratamentos compostos por esterco bovino, sendo o maior crescimento constatado foi quando se utilizou 35% de esterco bovino com 40% de terra de subsolo associado a 25% de substrato comercial.

Silva et al. (2009) com o objetivo de avaliar o efeito dos diferentes substratos na produção de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*) em sacos de polietileno e determinar o melhor substrato para a propagação da

espécie, encontraram resultados semelhantes para altura utilizando cinco misturas de substratos: A (areia lavada + Plantmax® + solo, 1:1:3 v:v:v); B (casca de arroz carbonizada + Plantmax+ solo, 1:1:3); C (casca de arroz carbonizada + húmus de minhoca + solo, 1:1:3); D (esterco bovino + Plantmax + solo, 1:1:3), e E (esterco bovino + solo, 2:3). Foi observado que o melhor média de crescimento em altura foi de 21,87 cm obtido com o substrato contendo esterco bovino + Plantmax® + solo, na proporção de 1:1:3.

O diâmetro do coleto é avaliado para indicar a capacidade de sobrevivência da muda no campo, devendo ser maior que 2 mm (DANIEL et al. 1997). Por sua vez, Gonçalves et al. (2000) consideram que o diâmetro do coleto adequado para mudas de espécies florestais de qualidade deve ser entre 5 e 10 mm. No presente estudo o maior valor médio do diâmetro do coleto encontrado após 150 dias de crescimento foi de 2,23 mm no tratamento T3, pressupondo assim que todos os tratamentos apresentaram valores médios abaixo do recomendado por Gonçalves et al. (2000), sendo que a testemunha (T10) apresentou a menor média.

Trazzi (2011) estudou a influência dos substratos formulados a partir de misturas de diferentes resíduos orgânicos na produção de mudas de *Tectona grandis* em tubetes de 280 cm<sup>3</sup>. O autor verificou que o máximo incremento em diâmetro foi obtido no tratamento com 35% de cama de frango + 40% de terra de subsolo + 25 % de substrato comercial. Tais informações não corroboram com o presente estudo que indica o melhor

**TABELA 4** Altura (H), diâmetro do coleto (DC), relação altura/diâmetro (RHD) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Chamaecrista desvauxii* var. *latistipula* aos 150 dias de idade.

**TABLE 4** Plant height (H), stem diameter (DC), ratio between plant height and stem diameter (RHD) and the Dickson (IQD) quality index of *Chamaecrista desvauxii* var. *latistipula* 150 days-old seedlings.

Tratamento	H (cm)	DC (mm)	RHD	IQD
T1 (25%SC+15%EB+60%TS)	33,32 b	1,88 b	18,30 a	0,06 b
T2 (25%SC+25%EB+50%TS)	37,20 a	2,15 a	17,55 a	0,07 b
T3 (25%SC+35%EB+40%TS)	39,21 a	2,23 a	18,14 a	0,09 a
T4 (25%SC+15%CF+60%TS)	24,56 e	1,56 c	14,69 b	0,04 c
T5 (25%SC+25%CF+50%TS)	26,39 d	1,72 b	15,64 b	0,05 c
T6 (25%SC+35%CF+40%TS)	29,33 c	1,76 b	16,91 a	0,04 c
T7 (25%SC+15%EC+60%TS)	22,18 e	1,27 d	18,03 a	0,02 d
T8 (25%SC+25%EC+50%TS)	21,89 e	1,27 d	14,31 b	0,04 c
T9 (25%SC+35%EC+40%TS)	21,46 e	1,35 d	16,12 b	0,03 d
T10 (substrato comercial)	13,62 f	0,92 e	15,74 b	0,01 e
F	**	**	**	**
CV%	17,14	21,86	23,01	41,86

ns = não significativo ( $P > 0,05$ ); \*\*significativo ( $P < 0,01$ ), Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ )

**TABELA 5** Massa seca parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR) e relação massa seca da parte aérea/raiz (RMSPAR) de mudas de *Chamaecrista desvauxii* aos 150 dias de idade.

**TABLE 5** Shoot dry mass (MSPA), root dry mass (MSR) and shoot/root dry mass ratio (RMSPAR) of 150 days-old seedlings.

Tratamento	MSPA (g)	MSR (g)	RMSPAR
T1 (25%SC+15%EB+60%TS)	0,763 b	0,484 b	1,57
T2 (25%SC+25%EB+50%TS)	0,874 a	0,431 b	2,02
T3 (25%SC+35%EB+40%TS)	0,953 a	0,798 a	1,19
T4 (25%SC+15%CF+60%TS)	0,401 d	0,222 c	1,81
T5 (25%SC+25%CF+50%TS)	0,532 c	0,294 c	1,80
T6 (25%SC+35%CF+40%TS)	0,527 c	0,252 c	2,09
T7 (25%SC+15%EC+60%TS)	0,331 d	0,215 c	1,54
T8 (25%SC+25%EC+50%TS)	0,381 d	0,307 c	1,24
T9 (25%SC+35%EC+40%TS)	0,333 d	0,174 d	1,91
T10 (substrato comercial)	0,099 e	0,077 e	1,29
F	**	**	ns
CV%	40,98	49,30	21,91

ns = não significativo ( $P > 0,05$ ); \*\*significativo ( $P < 0,01$ ), Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ( $P > 0,05$ ).

resultado para o diâmetro do coleto com a utilização de 35% de esterco bovino. Pode-se inferir que o bom suprimento de K e Mg (Tabela 2) no esterco bovino aliado também às propriedades físicas (Tabela 3) pode ter contribuído para o crescimento do diâmetro das mudas, já que o K, além de regular a abertura estomática, promove o engrossamento do caule das mudas, na fase de produção (VALERI e CORRADINI, 2005).

A relação altura/diâmetro do coleto é também utilizada para avaliar a qualidade das mudas florestais, pois, além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo (CARNEIRO, 1995; STURION e ANTUNES 2000). Essa relação exprime um equilíbrio de crescimento, relacionando esses dois importantes parâmetros morfológicos em apenas um índice (CARNEIRO, 1995). Segundo Carneiro (1995) esta relação deve situar-se entre 5,4 a 8,1. Os valores encontrados no presente estudo ficaram entre 14,31 e 18,30, superando os limites de indicado por Carneiro (1995). Os valores evidenciam que as mudas obtiveram baixo crescimento em diâmetro do coleto e em contrapartida obtiveram grande crescimento em altura, o que acarretam mudas com menor capacidade de sobrevivência em campo, sendo melhor a obtenção de mudas com crescimento equilibrado, ou seja, com menor altura e maior diâmetro evitando o estiolamento das plantas.

O Índice de Qualidade de Dickson, segundo Fonseca et al. (2002) é um bom indicador da qualidade das mudas, pois no seu cálculo são consideradas a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade. Devido aos altos valores da relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto, o IQD apresentou valores muito pequenos, indicando a falta de equilíbrio na distribuição da biomassa na muda e a falta de robustez em todos os tratamentos. Por apresentar maior valor da média de massa seca total (Tabela 5) o tratamento T3 (25%SC+35%EB+40% TS) obteve o maior IQD com o valor médio de 0,09. O tratamento testemunha apresentou o menor valor (0,01) para este índice, indicando o efeito positivo dos resíduos orgânicos sobre o IQD das mudas. Gomes et al. (2002) observaram para *E. grandis* que, quanto maior for o valor do IQD, melhor será o padrão de qualidade das mudas.

Para massa seca da parte aérea (Tabela 5) recomenda-se a utilização de esterco bovino (35%) com menos proporção de terra de subsolo (40%), provavelmente devido a sua melhor porosidade (tabela 3). O substrato comercial proporcionou valores inferiores com relação aos demais tratamentos o que indica que essa combinação de substrato deve ser evitada para a espécie estudada no presente estudo. O contrário

foi relatado por Trigueiro e Guerrine (2003), onde o substrato comercial proporcionou melhores resultados, principalmente, na massa seca de raiz para produção de mudas de *Eucalyptus grandis*. Outros resultados diferentes ao presente estudo foram evidenciados em experimento realizado por Lucena et al. (2007) com *Cassia siamea* e *Enterolobium maximum*. Os autores ao compararem o crescimento das mudas utilizando mistura com terra de subsolo e esterco bovino ou esterco de frango ou esterco de minhoca, nas proporções 1:1 e 2:1 (v:v), constataram que não houve diferença significativa entre a massa seca da parte aérea nos tratamentos com esterco de frango e esterco bovino para as duas espécies.

De acordo com Carneiro (1995), o melhor crescimento da raiz é importante para dar suporte à massa verde produzida pelas plantas, sendo esse crescimento em consequência da qualidade dos substratos (propriedades químicas e físicas). Este parâmetro morfológico também é reconhecido como um dos mais importantes e melhores para estimar a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (GOMES et al., 2002; CRUZ et al., 2006), sendo as mudas do tratamento T3 (25%SC+35%EB+40%TS) melhor preparadas para a sobrevivência no campo por apresentar melhor crescimento das raízes, devido ao maior volume total de poros entre os substratos que contém resíduos orgânicos em sua composição.

Trabalhando com mudas de *Anadenanthera macrocarpa* para testar proporções crescentes de esterco bovino como substrato, Prestes (2007) constatou que o máximo de produção de massa seca de raízes ocorreu com 50% de esterco bovino associado a 50% de Latossolo Vermelho. Lourenço et al. (1999) testando a influência dos substratos contendo cama de aviário, esterco de suíno, esterco de bovino, vermiculita e vermicomposto para compor substrato com terra da camada superficial do solo e com terra de subsolo para mudas de *Ilex paraguariensis*, constataram que o máximo de produção de massa seca de raízes ocorreu com o uso de um terço do volume de esterco bovino associado a dois terços de terra de mata da camada superficial do solo. Esses dois resultados foram semelhantes ao verificado no presente estudo na qual a produção de massa seca da raiz foi maior com 35% de esterco bovino.

Considerando que a relação massa seca da parte aérea/massa seca das raízes depende de dois parâmetros destrutivos para sua determinação e que os

dados não permitem maiores conclusões por ser uma relação contraditória para o crescimento de mudas no campo (GOMES et al., 2002; CALDEIRA et al., 2008). No presente estudo as médias obtidas não obtiveram diferença estatística para este parâmetro. Caldeira et al. (2008), observaram que mudas de *Schinus terebinthifolius* produzidas com 40% do composto orgânico + 60% de terra de subsolo foram superiores estatisticamente aos demais tratamentos no que se refere ao índice de qualidade MSPA/MSR.

O bom crescimento das mudas com substratos contendo esterco bovino pode estar relacionado não apenas com o teor de nutrientes nesse resíduo, mas também com o seu efeito sobre o substrato nos processos microbiológicos, na aeração, na estruturação, na capacidade de retenção de água e na regulação de temperatura do meio.

Com relação à Tabela 3 infere-se que os tratamentos que utilizaram esterco bovino, principalmente em maior proporção (35% de EB), possuem valores considerados médios de acordo com Gonçalves et al. (2000) quando se observa os teores de microporosidade (25 a 50%), macroporosidade (20 a 40%) e conseqüentemente o volume total de poros (55 a 75%). Já a densidade é considerada alta para todos os tratamentos compostos com resíduos orgânicos e solo ( $>0,50 \text{ g cm}^{-3}$ ). Fermino (2003) complementa que quanto menor o recipiente menor deve ser a densidade do substrato nele utilizado. De acordo com Fageria et al. (1999), o decréscimo da densidade e aumento da porosidade total e o aumento da capacidade de adsorção do substrato é um dos principais efeitos da matéria orgânica na mudança das características de retenção de água para o substrato.

Comparando os resultados obtidos no presente estudo com os encontrados por Caldeira et al. (2013) ao avaliarem o potencial da utilização de resíduos orgânicos como componentes do substrato para produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*, nota-se que a utilização de lodo de esgoto, casca de arroz carbonizada e palha de café resultou em um maior crescimento e ganho de biomassa das características morfológicas analisadas comparando com os resíduos orgânicos (Esterco bovino, cama de frango e esterco de codorna) do estudo atual.

Ainda analisando o trabalho realizado por Caldeira et al. (2013), os autores observaram crescimento de até 63,91 cm para altura, 3,26 mm para diâmetro do coleto, 2,324 g para massa seca da parte aérea e 0,777 g para massa seca de raízes o que resultou maiores índices de qualidade de Dickson, que alcançou o valor de 0,14. Com estes resultados encontrados por Caldeira et al. (2013) infere-se que a utilização de lodo de esgoto, com palha de café e casca de arroz carbonizada, resulta em melhores padrões de crescimento de mudas de *Chamaecrista desvauxii* quando comparados aos resíduos orgânicos testados no presente estudo.

## CONCLUSÕES

Os tratamentos formulados com esterco bovino proporcionaram melhor crescimento das mudas em relação aos formulados com cama de frango, esterco de codorna e substrato comercial.

Para a produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii* com um bom padrão de qualidade recomenda-se o uso de 25% de substrato comercial + 35% de esterco bovino + 40% de terra de subsolo, com relação aos demais substratos do presente estudo.

## REFERÊNCIAS

- BORTOLUZZI, R. L. da C., MIOTTO, S. T. S. e REIS, A. Novos registros de *Chamaecrista Moench* e *Senna Mill.* (Leguminosae-Caesalpinioideae-Cassieae) na flora sul-brasileira. *Iheringia*, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 62, n. 1-2, p. 121-130, 2007.
- CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; FARIA, J. C. T.; JUVANHOL, R. S. Substratos alternativos na produção de mudas de *Chamaecrista desvauxii*. *Revista Árvore*, v. 37, n. 1, p. 2013.
- 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, n. 1, p. 27-33, 2008.
- CARNEIRO, J. G. de A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Campos dos Goytacazes: UFPR/FUPEF/UENF, 1995. 451p.
- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GOMES, K. C. O.; GUERRERO, C. R. A. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). *Revista Scientia Forestalis*, n. 66, p. 100-107, 2004.
- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N. de; GUERRERO, C. R. A.. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casca (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). *Revista Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 4, 2006.
- DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T.; ALOISI, A. A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A. M.; PINHEIRO, E. R.; SOUZA, E. F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acacia mangium*. *Revista Árvore*, Viçosa, v.21, p.163- 168, 1997.
- DE-PAULA, O. C. & DE OLIVEIRA, D. M. T. **Morfoanatomia e ontogênese de frutos e sementes de três espécies de *Chamaecrista Moench* (Fabaceae, Caesalpinioideae) de Cerrado do Estado de São Paulo** / Orlando Cavallari de Paula. Dissertação (MESTRADO) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2006.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v.36, p.11-13, 1960.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. Brasília: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 294p.
- FARIA, S.M., LIMA, H.C., RIBEIRO, R.D., CASTILHO, A.F., HENRIQUES, J.C. Occurrence of nodulation in the Leguminosae. *New Phytologist* III: p. 607-619, 1989.
- FERMINO, M. H. **Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas**. 2003. 104 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FONSECA, E. P.; VALÉRI, 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. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.



- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655 - 664, 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: IPEF, 2000. p.309-350.
- LOURENÇO, R. S.; MEDRADO, M. J. S.; FOWLER, J. A. P.; MOSELE, S. H. Influência do substrato no desenvolvimento de mudas de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n. 38, p. 13-30, Jan./Jun. 1999.
- LUCENA, A. M. A.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. Desenvolvimento de mudas de cássia e tamboril em diferentes composições de substratos. **Revista Verde**, Mossoró, v.2, n.1, p. 78-84, 2007.
- MAIA, A. R.; LOPES, J. C.; TEIXEIRA, C. O. Efeito do envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de trigo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 678-684, 2007.
- PRESTES, M. T. **Efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas do angico (*Anadenanthera macrocarpa*)**. 2007. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília.
- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA – SEAG. **Programa de Desenvolvimento Florestal do Espírito Santo**. Vitória-ES: SEAG, v.1, 1989. (Diagnóstico).
- SILVA, E. A. da; MARUYAMA, W. I.; OLIVEIRA, A. C. de; BARDIVIESSO, D. M. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n. 3, 2009.
- STURION, J. A.; ANTUNES, J. B. M. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. (Ed.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. p.125-150.
- TEDESCO, N.; CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V. Influência do vermicomposto na produção de mudas de caroba (*Jacaranda micranta* Chamisso). **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, p.18, 1999.
- TRAZZI, P. A. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Tectona grandis* Linn F.** 2011. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.
- TRIGUEIRO, R. de M.; GUERRINI, I. A. Uso de bio-sólido como substrato para produção de mudas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, 2003, p. 150 - 162.
- VALERI, S. V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para a produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2005. p. 167-190.