

Desenvolvimento de *Enterolobium contortisiliquum* Vell. Morong em diferentes substratos alternativos*Development Enterolobium contortisiliquum Vell. Morong in different alternative substrates*Lucas Kennedy Silva Lima^{1,3}; Maria da Conceição Freitas Moura², Camila Castro Santos², Alek Sandro Dutra², Karla Pollyana de Carvalho Belmont²

1 - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Cruz das Almas - BA.

2 - Universidade federal do Ceará. Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Fortaleza - CE.

3 - Autor para correspondência (*Author for correspondence*): lucas18kennedy@gmail.com**RESUMO**

A produção de mudas de qualidade está entre os principais fatores para obtenção de sucesso na recuperação de áreas degradadas. Porém, poucos trabalhos relatam sobre esta fase para determinadas espécies, tal como o Tamboril. Diante disto, objetivou-se com este trabalho conhecer o crescimento de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong em substratos alternativos. O trabalho foi desenvolvido no CCA da Universidade Federal do Ceará, em ambiente protegido, com cobertura de telha transparente de fibra. Os substratos avaliados foram formulados a base de esterco bovino, esterco ovino húmus de minhoca e resíduo de café. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, consistindo de 13 tratamentos e cinco repetições. Aos 55 dias após germinação foram avaliadas as características número de folhas, atura da muda, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e raiz e índice de qualidade de Dickson. De forma geral as variáveis respostas foram superiores quando utilizado o esterco de ovino e bovino provavelmente em função do fornecimento das condições físicas e químicas ideais para o desenvolvimento do tamboril. Os substratos compostos por esterco bovino e de ovino, ambas combinadas com solo separadamente propiciaram mudas de tamboril de elevada qualidade.

Palavras-chave: Alelopatia, Reflorestamento, Resíduos orgânicos, Tamboril.**ABSTRACT**

The production of quality seedlings is among the main factors for achieving success in the recovery of degraded areas. However, few studies have reported on this phase for certain species such as tamboril. Therefore, the objective of this work was observe the growth of seedlings of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong in alternative substrates. The study was conducted in CCA of Universidade Federal do Ceará, in greenhouse. The substrates used were: cattle manure, sheep manure, sheep manure, earthworm humus and coffee residue. The experimental design was completely randomized with 13 treatments and five repetitions. In 55 days after germination were evaluated of characteristics number sheets, seedling height, stem diameter, dry weight of shoot and root and the Dickson quality index. In general, the variable responses were higher when using the cattle manure and sheep probably because the supply of physical and chemical conditions are ideal for the development of seedling. The substrates consist of cattle manure and sheep, both combined with soil separately propitiated seedlings of high quality.

Keywords: Allelopathy, reforestation, Organic residue, Tamboril.

INTRODUÇÃO

A perda da cobertura florestal causada pela expansão da agricultura intensiva e pecuária extensiva tem ocasionado graves consequências, causando a redução da biodiversidade, degradação do solo e dos recursos hídricos, desse modo, ações para reverter os processos de degradação e restaurar os ecossistemas degradados são muitas vezes necessárias (Ferraz & Engel, 2011).

Entre as espécies destinadas a recuperação de áreas degradadas *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong. (tamboril, Leguminosea Mimosoideae) se destaca em função do seu crescimento rápido, podendo chegar a mais de quatro metros em dois anos além de ser heliófila, seletiva higrófila e pioneira, dispersa em várias formações florestais, uma planta decídua no inverno. A espécie é largamente utilizada na fabricação de móveis, pois é de fácil manejo e acabamento (Araújo & Sobrinho, 2011, Corrêa, 1984), ocorrendo no Pará, Maranhão e Piauí até o Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, nas florestas pluvial e semidecídua (Lorenzi, 2010).

Pouco se sabe sobre a germinação e produção de mudas de *E. contortisiliquum* o que em muitos casos leva ao insucesso daqueles que pretendem produzir mudas desta espécie (Araújo & Sobrinho, 2011). O êxito de plantios florestais, tanto para fins de produção quanto de conservação ou restauração não está ligado unicamente à espécie utilizada, mas altamente relacionada à qualidade das mudas produzidas, que depende diretamente do tipo de recipiente, da qualidade das sementes e do substrato utilizado, sendo este de grande importância, pois a germinação de sementes, a iniciação radicular e o enraizamento estão diretamente ligados às características químicas, físicas e biológicas do substrato (Caldeira et al., 2000; Caldeira et al., 2012). O uso de um substrato inadequado pode ocasionar irregularidade ou até mesmo nulidade na germinação, logo, o substrato se constitui em um dos fatores mais complexos na produção de mudas, portanto o

estudo detalhado da melhor combinação de materiais para compor um substrato a fim de promover maior crescimento inicial de mudas com qualidade e de forma rápida é fundamental para melhorar a produção na fase de viveiro (Araújo & Sobrinho, 2011).

Em determinadas regiões do Brasil onde a atividade pecuária é praticada por muitos produtores o grande volume de esterco gerados pode ocasionar problemas ambientais se manejado de maneira incorreta. Esterco oriundo de produções animais em pasto apresentam mais fibras e são menos ricos em nutrientes. Em relação aos animais adultos, os jovens aproveitam melhor o alimento fornecido e isto implica em esterco com menor reserva de nutrientes. Durante a formulação dos substratos, fatores como, origem do material, formas de obtenção, ausência ou baixas concentrações de elementos tóxicos devem ser considerados. Dessa forma, a caracterização das propriedades químicas, físicas, físico-químicas e biológica desses materiais é de importância fundamental (Tedesco et al., 2008).

Dentre os materiais utilizados como substrato, o aproveitamento de resíduos da agroindústria disponíveis na região, tais como fibra de coco, casca de arroz, casca de café, biossólido é opção de baixo custo, além de auxiliar na redução do acúmulo no ambiente, pois além de serem considerados potenciais problemas ambientais, representam perdas de matéria-prima e energia exigindo investimentos significativos para controlar a poluição (Lima et al., 2007; Caldeira et al., 2012;).

OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi conhecer o desenvolvimento de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* em função da utilização de diferentes substratos alternativos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em ambiente telado coberto com telha transparente de fibra

pertencente ao Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici (3° 44' S e 38°33' W, com altitude de 19,5 m), apresentando temperatura média de 27,1°C e a umidade relativa média de 77%.

As sementes foram adquiridas na Fazenda Experimental Vale do Curu/FEVC, em Pentecoste-CE, pertencente à Universidade Federal do Ceará, coletadas de 10 matrizes, vigorosas e livre do ataque de pragas e doenças. Para a quebra da dormência física

antes da semeadura as sementes foram submetidas à escarificação química pela imersão em ácido sulfúrico (H₂SO₄-98%), por 15 minutos (Eira et al., 1993), agitando-se a solução com o auxílio de um bastão de vidro. Após a escarificação, procedeu-se à lavagem imediata das sementes em água corrente, durante 4 minutos, e, em seguida, à secagem com auxílio de papel toalha.

Foi estudada a *E. contortisiliquum*, em treze combinações de diferentes materiais, conforme exposto as concentrações na Tabela 1.

Tabela 1 - Substratos utilizados para produção de *E. contortisiliquum*. Fortaleza - CE, 2013

Table 1 - Substrates formulated to produce *E. contortisiliquum*. Fortaleza - CE, 2013

Tratamentos	Componentes				
	Solo (SO)	Esterco Bovino (EB)	Esterco Ovino (EO)	Húmus de minhoca (HM)	Resíduo de café (RC)
T1	3	1	-	-	-
T2	1	1	-	-	-
T3	1	2	-	-	-
T4	1	3	-	-	-
T5	3	-	1	-	-
T6	1	-	1	-	-
T7	1	-	2	-	-
T8	1	-	3	-	-
T9	3	-	-	1	-
T10	1	-	-	1	-
T11	1	-	-	2	-
T12	1	-	-	3	-
T13	3	-	-	-	1

O solo utilizado na formulação dos substratos foi um Neossolo Fúvico, (SANTOS et al., 2006), sendo coletado da camada de 0-20 cm do perfil, em área experimental do Departamento de Fitotecnia; os esterco (bovino e ovino) foram obtidos juntos ao setor de produção animal da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici; o de café foi obtido junto à empresa Três Corações localizada no município de Eusébio-CE. O mesmo é obtido após processo de beneficiamento do café, onde o grão que é torrado e moído é separado das demais partes que o constituem (casca, polpa e pergaminho). Assim subprodutos que correspondem a 50% do grão são incinerados e utilizados como subproduto; Já o húmus de minhoca foi obtido no comércio especializado na venda de produtos agropecuários. Todas os

constituintes do substrato foram submetidos a análise química (Tabela 2).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, consistindo de 13 tratamentos, com cinco repetições de quatro mudas cada, totalizado uma população de 260 indivíduos. A semeadura foi realizada em sacos de polietileno preto com furos na base (28 cm x 10 cm), a uma profundidade de 3,0 cm, de três sementes. Após 15 dias realizou-se o desbaste permanecendo apenas a planta mais vigorosa. A irrigação foi realizada diariamente no final da tarde com auxílio de regador. A umidade e temperatura média encontradas no interior do telado durante a condução da pesquisa podem ser observadas na (Figura 1).

Tabela 2 - Características físicas e químicas do solo utilizado na formulação dos substratos, atributos químicos do resíduo do café, humos de minhoca, esterco ovino e bovino. Fortaleza - CE, 2013.

Table 2 - Physical and chemical characteristics of the soil used in the formulation of substrates, chemical attributes of the coffee residue, earthworm humus, sheep manure and cattle. Fortaleza - CE, 2013.

Atributos Químicos do Solo																	
pH	CE	Ca	Mg	K	Al	Na	H+Al	P	V	M	C	N ₂	M.O.	S	T	PST	C/N
H ₂ O	dS m ⁻¹cmol _c kg ⁻¹				Mg/kg ⁻¹		%.....	g/kg.....						
6,9	0,48	1,5	0,30	0,1	0,1	0,15	0,99	14	67	5	3,90	0,40	6,72	2	3	5	10
Atributos Físicos																	
Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	Umidade			Densid.do solo	Densid. partícula	Classificação textural							
.....g/kg ⁻¹			0,033MPa	1,5MPa	Água útilg/cm ³									
392	494	62	52	23	3,51	3,48	0,03	1,64	2,65	Areia							
Atributos Químicos do Resíduo do Café																	
.....g/kg ⁻¹																	
N	M.O.	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn						
12,9	331,2	7,1	16,3	83,3	101,6	48,6	28,7	4.632,9	216,9	71,9	219,5						
Atributos Químicos do Húmus																	
Umidade (%)	pH (H ₂ O)	M.O. (g/kg)			CTC			CTC K			C/N						
40	6,5	97,8			17,8			0,9			10,0						
Atributos Químicos do Esterco Ovino																	
.....g/kg.....																	
N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn							
3,6	2,1	4,8	11,2	13,7	14,5	1,7	546,9	17,0	111,6	110,5							
Atributos Químicos do Esterco Bovino																	
.....g/kg.....																	
N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn							
17,9	6,9	15,8	19,0	23,2	27,2	15,1	5.391,2	30,1	171,8	241,0							

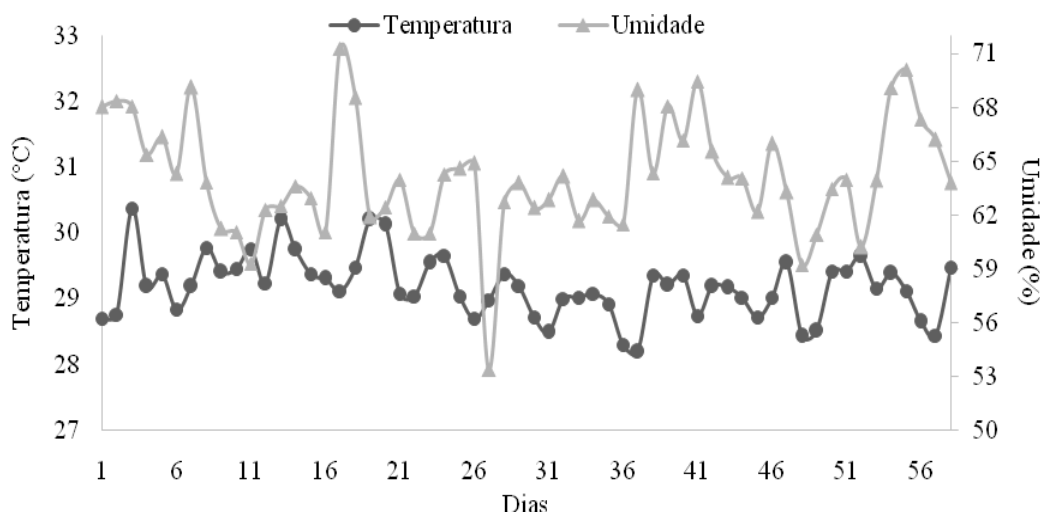


Figura 1 - Temperatura e umidade interna no ambiente telado durante a condução da pesquisa. Fortaleza - CE, 2013

Figure 1 - temperature and indoor humidity in the greenhouse for the conduct of research, in a greenhouse. Fortaleza - CE, 2013

Decorridos 55 dias após a semeadura (DAS) foram avaliadas as seguintes características: Número de folhas por muda (NF) – realizada contagem do número de folhas em cada muda

de cada tratamento; Altura da muda (AP, cm) – aferida semanalmente, considerando como padrão de medida, a distância entre o colo da planta até a gema apical, com uma régua

milimétrica; Diâmetro do coleto (DC, mm) – mensurado com o auxílio de um paquímetro digital, ± 2 cm do solo (substrato); Comprimento da raiz (CR) – determinado com auxílio de régua milimétrica.

Posteriormente, aos 60 DAS foi verificada as massas secas da parte aérea (MSPA) e massas secas da raiz (MSR). Os materiais foram submetidos à secagem em estufa regulada a $65^{\circ}\text{C} \pm 2$ por 72 h, até massa constante, sendo a pesagem feita em balança analítica.

Além das características supracitadas também foi mensurada a área foliar (AF, cm^2) – determinada através do método do disco, que consiste na retirada de discos foliares de área conhecida em quatro posições do limbo foliar de um conjunto de folhas, distribuídas simetricamente, conforme estudos de Huerta (1962). Em seguida, os discos foliares, de área conhecida, foram colocados em estufa com circulação de ar a 65°C durante 36 horas para a obtenção da matéria seca; Área radicular (AR, cm^2) determinada através do programa SigmaScan Pro; e o Índice de qualidade de Dickson (IQD), obtido pela fórmula de Dickson et al. (1960):

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST}_{(g)}}{\text{Al}_{(\text{cm})}/\text{DC}_{(\text{mm})}} + \frac{\text{MSPA}_{(g)}}{\text{MSR}_{(g)}}$$

Sendo que:

IQD: Índice de qualidade de Dickson;

MST: Massa seca total;

Al: Altura da planta;

DC: Diâmetro do caule;

MSPA: Massa seca da parte aérea e

MSR: Massa seca da raiz. Sendo considerado um importante parâmetro na determinação da qualidade de mudas através de medidas morfológicas integradas.

Os dados foram submetidos à análise de variância, quando significativa pelo teste F, às médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro, sendo utilizado o Software SISVAR Versão 5.4 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença para todas as variáveis respostas estudadas em função dos tratamentos avaliados (Tabela 3).

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para as características altura da planta (AP), diâmetro do coleto (DC), comprimento da raiz (CR), número de folhas (NF), área foliar (AF), área radicular (AR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *E. contortisiliquum* em função de diferentes substratos. Fortaleza - CE, 2013.

Table 3 - Summary of the analysis of variance for plant height (PA), stem diameter (SD), root length (RL), number of leaves (NF), leaf area (LA), root area (AR), dry mass of the aerial part (MDPA), root dry mass (MDR), total dry matter (MDT) and quality index Dickinson (IQD) seedlings of *E. contortisiliquum* for different substrates, Fortaleza – CE, 2013.

FV	GL	AP	DC	CR	NF	AF	AR	MSPA	MSR	MST	IQD
Trat	11	1795,006**	0,858**	221,03**	64,215**	265,75**	26678,32**	0,465**	0,037**	0,737**	0,003**
Erro	48	1905,99	0,297	46,68	13,03	35,63	10085,36	0,122	0,009	0,183	0,001
Média		25,32	2,76	21,82	17,89	29,59	210,73	0,88	0,21	1,08	0,08
C.V. (%)		23,91	19,77	31,31	20,17	20,17	47,66	32,71	47,78	34,52	33,96

** significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F.

O elevado coeficiente de variação observado nas variáveis área radicular e massa seca da raiz, provavelmente está relacionado ao caráter poligênico associado a essas características, além da elevada variabilidade genética

encontrada no tamboril tendo em vista que as mesmas foram obtidas por sementes.

Para Bloom et al. (2003) os processos que governam o desenvolvimento do sistema radicular ainda não são totalmente conhecidos.

Os autores associam às diferentes respostas em função das espécies e, os fatores externos que influenciam no desenvolvimento radicular incluindo nitrogênio inorgânico, pH e potencial redox que atuam simultaneamente. Estudos desenvolvidos por Andrade et al. (2013), testando diferentes substratos na produção de mudas de aroeira, obtiveram coeficiente de variação de 116% para massa seca da raiz, demonstrando a elevada variabilidade do carácter dentro de um mesmo tratamento.

As características altura de plantas e diâmetro do coleto (Figura 2) foram similares em quase todos os tratamentos, exceto no tratamento 13 (66% solo + 33% resíduo do café, 2:1, v:v),

que foi inferior estatisticamente para ambas as características. O baixo desenvolvimento do tamboril quando utilizado resíduo de café, deve estar associado a inibição alelopática proporcionada pelo mesmo. Foi percebido a nítida alteração na germinação da espécie quando utilizado o resíduo como substrato. Para os demais substratos a germinação foi superior a 80%. Segundo Figliola et al. (1993), as influências mútuas entre os fatores que comandam a germinação de sementes e o crescimento de plântulas são importantes, visto que efeitos alelopáticos, capacidade de retenção de água e a quantidade de luz que o substrato permite chegar à semente podem influenciar de forma significativa na germinação.

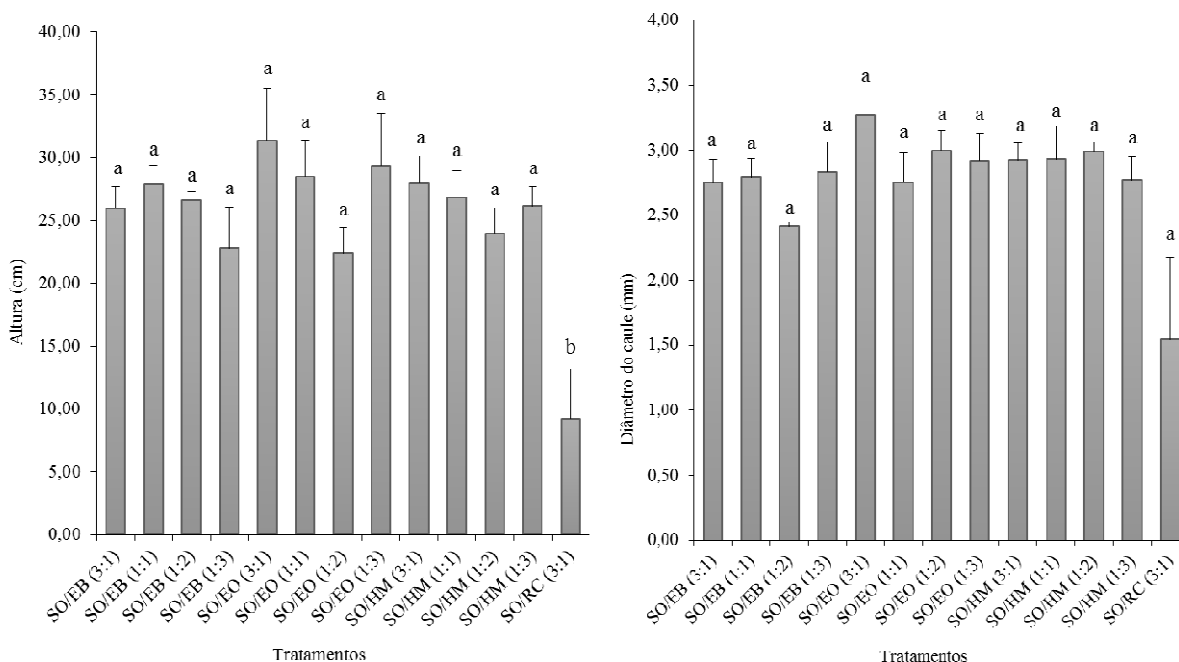


Figura 2 - Altura (AP) e diâmetro do coleto (DC) de mudas de *E. contortisiliquum* em função de diferentes substratos. Fortaleza-CE, 2013.

SO: solo; EB: esterco bovino; EO: esterco ovino; HM: húmus de minhoca; RC: resíduo de café. 3:1; 1:1; 1:2; 1:3 corresponde a proporção entre solo e adubo orgânico utilizado.

Figure 2 - Height (H) and stem diameter (DS) *E. contortisiliquum* for different percentages of organic fertilizer, Fortaleza – CE, 2013.

SO: soil; EB: cattle manure; EO: sheep manure; HM: earthworm humus; RC: coffee residue. 3:1; 1:1; 1:2; 1:3 corresponds to the ratio between soil and fertilizer used.

De acordo com Lima et al. (2007), a cafeína e os fenóis encontrados no grão do café são metabólitos secundários que propiciam efeitos alelopáticos em diversas espécies vegetais. Sementes de cafeeiro possuem diversos alcalóides, como cafeína, theobromina,

theofilina e paraxantina, além dos ácidos clorogênico, ferúlico, cumárico, cafêico e vanílico. Provavelmente esses metabólitos permaneceram ativos no resíduo do café, causando assim efeito antagônico ao crescimento da espécie.

Os elevados teores de matéria orgânica são a provável razão para que não fosse constatada variação significativa entre os diferentes substratos utilizados. De acordo com Faustino et al. (2005), os acréscimos em altura e diâmetro são influenciados pelo acréscimo de matéria orgânica (MO) no substrato. Diferentes estudos demonstram que substratos ricos em MO propiciam melhorias crescimento das mudas com boa formação do sistema radicular e de parte aérea (Caldeira et al., 2007).

Para o plantio em campo de mudas de boa qualidade, Gomes & Paiva (2004) recomendaram uma altura entre 15 e 30 cm. Seguindo os limites de qualidade propostos pelos autores supracitados, todas as fontes de adubo utilizadas se adequam a esse pré-requisito, com exceção do resíduo do café.

Macedo et al. (2011), em estudo com *Tabebuia rosea-alba* (Ridl.) Sandwith, notaram baixo valor para altura da parte aérea nos substratos terra, areia e esterco, apesar de seus atributos físicos proporcionarem maior porosidade que pode possibilitar o aumento da parte aérea (Pio et al., 2005). Resultados inferiores para tal variável foi observado apenas no tratamento 13, com resíduo de café na formulação, tais resultados levam a indicar que o baixo crescimento não está associado ao baixo potencial nutricional do substrato, e sim aos efeitos alelopáticos proporcionados pelo mesmo. Pesquisa desenvolvida por Araújo &

Sobrinho (2011), avaliando o desenvolvimento de mudas de *E. contortisiliquum* em função de diferentes substratos (casca de arroz carbonizada, esterco bovino e solo) não encontrada diferença significativa para o DC. Já para a altura de plantas os autores obtiveram melhores resultados utilizando solo mais casca de arroz carbonizada (1:1).

A composição dos substratos aqui testadas apesar de distinta em função dos diferentes resíduos orgânicos utilizados, não variou significativamente, demonstrando que o tamboril apresenta desenvolvimento satisfatório quando utilizado diferentes resíduos orgânicos, sob diferentes concentrações ficando a critério do viveirista qual resíduo utilizar sendo, portanto, indicado o resíduo de maior disponibilidade na região.

Para as características número de folhas e área foliar houve diferença significativa, em que o substrato contendo resíduo de café apresentou menores valores para estas características, quando comparados aos demais substratos. As demais formulações não variaram estatisticamente, no entanto, média superior foi observada no tratamento cinco (solo + esterco ovino 2:1, v:v) com 22,80 e 35,24 cm² para número de folhas e área foliar respectivamente (Figura 3). A menor área foliar observada nas plantas de tamboril no substrato contendo resíduo de café deve estar atribuída aos efeitos inibitórios do produto, que causou redução na germinação e crescimento das mudas.

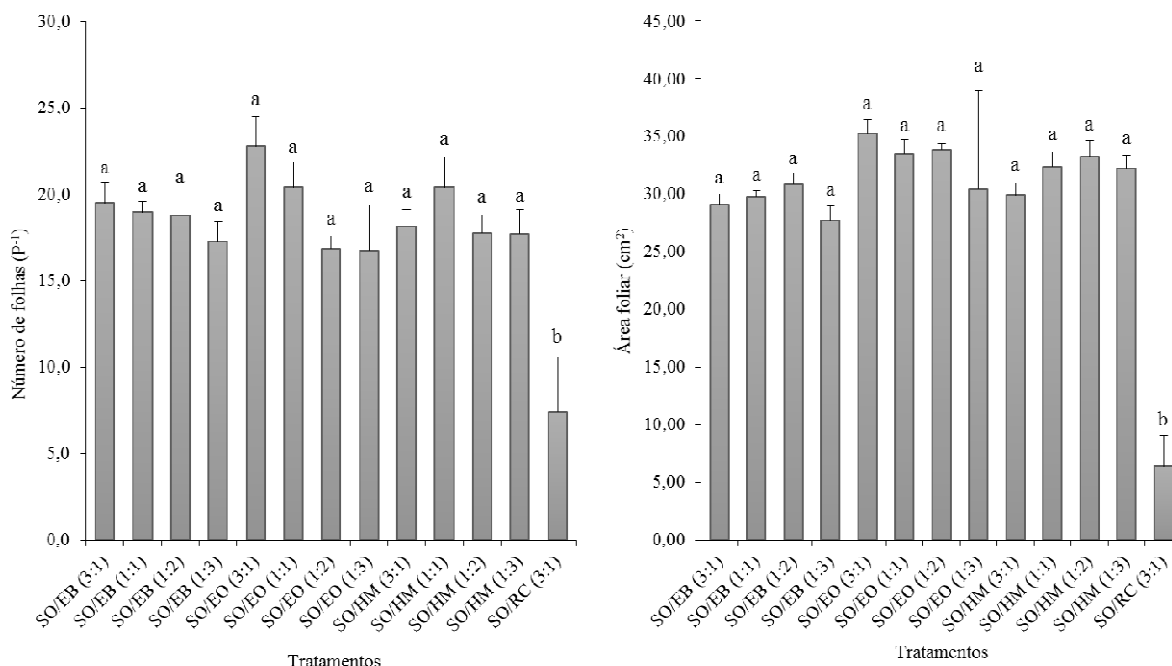


Figura 3 - Número de folhas (NF) e área foliar (AF) de mudas de *E. contortisiliquum* em função de diferentes substratos. Fortaleza - CE, 2013.

SO: solo; EB: esterco bovino; EO: esterco ovino; HM: húmus de minhoca; RC: resíduo de café. 3:1; 1:1; 1:2; 1:3 corresponde a proporção entre solo e adubo orgânico utilizado.

Figure 3 - Number of leaves (LN) and leaf area (LA) of *E. contortisiliquum* for different percentages of organic fertilizer, Fortaleza - CE, 2013.

SO: soil; EB: cattle manure; EO: sheep manure; HM: earthworm humus; RC: coffee residue. 3:1; 1:1; 1:2; 1:3 corresponds to the ratio between soil and fertilizer used.

O número de folhas que está diretamente associada a área foliar é fator fundamental para o desenvolvimento satisfatório da planta, sendo a principal região de produção dos fotoassimilados. Com isso pode-se constatar que houve redução significativa nas taxas fotossintéticas quando utilizado o resíduo de café, demonstrando desse mundo que o mesmo em função dos processos de complexação dos metabólitos secundários impossibilitou a absorção e assimilação dos nutrientes por mudas de *E. contortisiliquum*. Trabalho realizado por Costa et al. (2005) com *Genipa americana* demonstraram que o número de folhas é influenciado positivamente pelo esterco bovino. Essas variáveis respostas estão inteiramente ligadas ao desenvolvimento da planta, por serem centros de reserva, fonte de auxina e cofatores de enraizamento, que são translocados para a base, contribuindo, ainda, para a formação de novos tecidos, como as raízes, sendo por isso mais importantes que os caules (Pereira et al., 1991; Hartmann et al., 1997; Taiz e Zeiger, 2013).

Conforme Kozłowski et al. (2013) mudas em boas condições sanitárias e com maior área foliar na época de serem levadas para o campo, apresentam crescimento inicial mais rápido que as de menor área foliar, em virtude da maior produção de fotoassimilados das folhas e do dreno para outras partes da planta.

O comprimento médio da raiz variou de forma significativa em função das diferentes formulações avaliadas, em que os tratamentos T1 (solo + esterco bovino (2:1, v:v)); T2 (solo + esterco bovino (1:1, v:v)); T3 (solo + esterco bovino (1:2, v:v)); e T5 (solo + esterco ovino (2:1, v:v)), estatisticamente foram os substratos que obtiveram as melhores respostas. O húmus de minhoca praticamente não variou em função das diferentes proporções utilizadas (T9, 10, 11 e 12), diferindo do substrato contendo resíduo oriundo da torrefação do café (Figura 4). Tais resultados alcançados para o húmus de minhoca divergiram dos observados por (Santos et al., 2014) que obteve variação significativa, com máximo incremento nas

concentrações de 100% e 99% na produção de mudas de maracujazeiro. Provavelmente o maior comprimento da raiz nas doses com menor concentração do resíduo orgânico tenha ocorrido em função da menor disponibilidade de nutriente, fazendo com que ocorresse um maior desenvolvimento do sistema radicular para absorção de nutrientes. Outra provável hipótese é que as altas concentrações de esterco tenham causado toxidez ao sistema radicular, culminando em sua redução.

Quando elevada a concentração de esterco bovino e de ovino na formulação do substrato, observa-se que houve redução no comprimento médio da raiz. Esse fato pode estar associado ao aumento na disponibilidade de nutrientes em concentrações mais elevadas dos estercos, fazendo com que a planta reduzisse o comprimento da raiz pela elevada disponibilidade de nutrientes presentes no substrato.

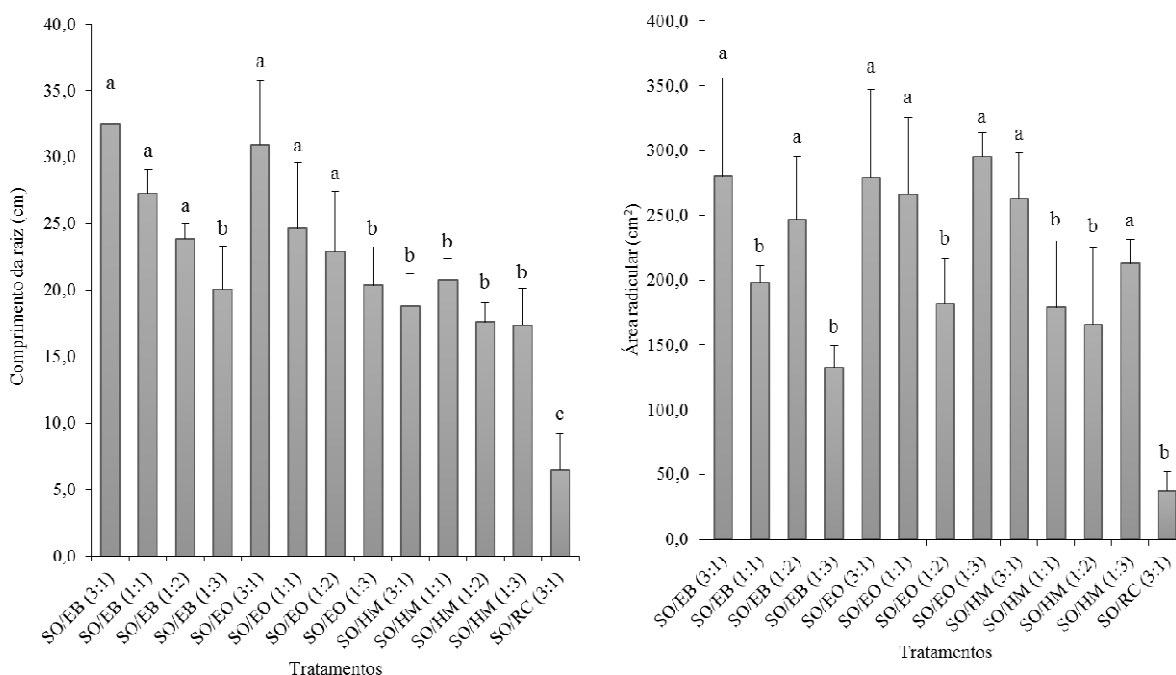


Figura 4 - Comprimento da raiz (CR) e área radicular (AR) de mudas de *E. contortisiliquum* em função de diferentes porcentagens de adubo orgânico, Fortaleza-CE, 2013. SO: solo; EB: esterco bovino; EO: esterco ovino; HM: húmus de minhoca; RC: resíduo de café. 3:1; 1:1; 1:2; 1:3 corresponde a proporção entre solo e adubo orgânico utilizado.

Figure 4 - Root length (LR) and root area (AR) of *E. contortisiliquum* for different percentages of organic fertilizer, Fortaleza - CE 2013. SO: soil; EB: cattle manure; EO: sheep manure; HM: earthworm humus; RC: coffee residue. 3:1; 1:1; 1:2; 1:3 corresponds to the ratio between soil and fertilizer used.

Cunha et al. (2006) notaram que mudas de *Acacia mangium* e *Acacia auriculiformes* exibiram menor crescimento radicular quando o substrato não continha fonte orgânica. Para Dias et al. (2008), uma aceitável explicação para esse desempenho seria o fato de o adubo orgânico aprimorar a estrutura do solo, permitindo o melhor acréscimo do sistema radicular.

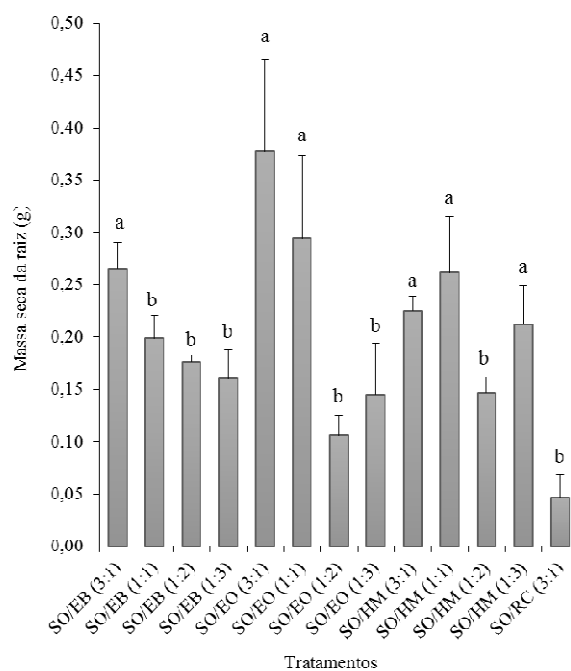
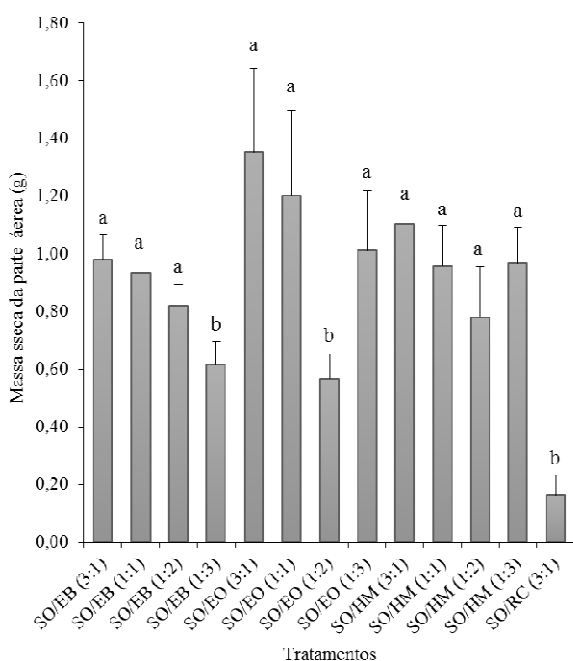
nutrientes e suporte mecânico para evitar o tombamento nas fases iniciais de desenvolvimento, conferindo assim maior copa e resistência a oscilações hídricas. Essas características morfológicas também são reconhecidas como um dos mais importantes fatores para estimar a sobrevivência e crescimento inicial das mudas no campo (Cruz et al., 2006).

O maior comprimento e área radicular são importantes para que a planta possa promover uma expansão da zona pilífera, e conseqüentemente maior absorção de água,

Estatisticamente para massa seca da parte aérea foi alcançada variação entre as fontes de resíduo orgânico, bem como suas proporções, onde os substratos formulados com esterco

bovino e ovino, obtiveram as melhores médias na proporção de 3:1 v:v (solo + adubo orgânico), provavelmente quando utilizado as maiores concentrações dos adubos orgânicos foi ocasionada competição pelos sítios de absorção dos nutrientes ou toxidez pelo excesso de nutrientes. Já os substratos formulados com húmus de minhoca não variaram para massa seca da parte aérea, em função do fornecimento ideal de nutrientes nas diferentes concentrações de húmus, já para a massa seca da raiz, total e índice de qualidade de Dickson o T11 (solo + húmus de minhoca 1:2 v:v) obteve os piores resultados.

Para o Índice de qualidade de Dickson houve diferença significativa, sendo observado comportamento semelhante as demais médias, onde o esterco bovino e ovino expressaram maiores valores quando utilizado a menor concentração do adubo orgânico. Os substratos formulados a base de húmus de minhoca variaram em função das concentrações com valor mínimo para o T11 (solo + húmus de minhoca 1:2 v:v), que por sua vez divergiu significativamente das demais concentrações (Figura 5).



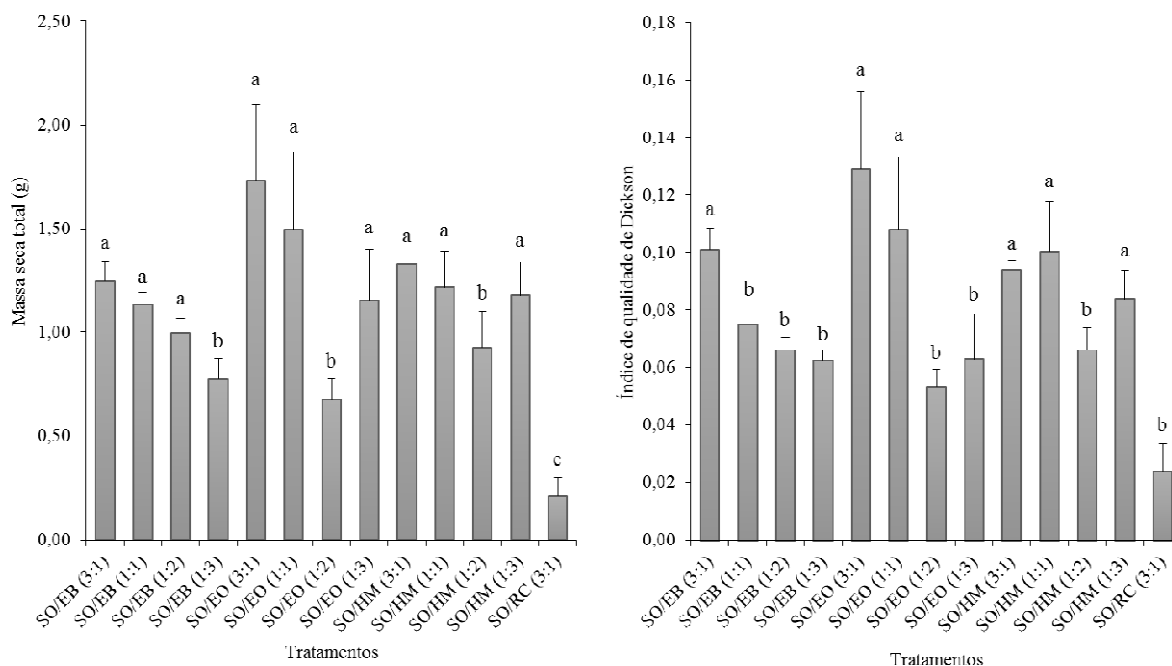


Figura 5 – Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *E. contortisiliquum* em função de diferentes substratos. Fortaleza - CE, 2013. SO: solo; EB: esterco bovino; EO: esterco ovino; HM: húmus de minhoca; RC: resíduo de café. 3:1; 1:1; 1:2; 1:3 corresponde a proporção entre solo e adubo orgânico utilizado.

Figure 5 - Shoot dry weight (SDW), root dry mass (MDR), total dry matter (MDT) and Dickinson Quality Index (IQD) of *E. contortisiliquum* for different percentages of organic fertilizer, Fortaleza - CE, 2013. SO: soil; EB: cattle manure; EO: sheep manure; HM: earthworm humus; RC: coffee residue. 3:1; 1:1; 1:2; 1:3 corresponds to the ratio between soil and fertilizer used.

Em todas as características avaliadas o substrato contendo resíduo de café, apresentou comportamento inferior, após a germinação o desenvolvimento das plântulas se deu de forma lenta, evidenciando mais uma vez o potencial alelopático do resíduo. Como consequência muitas plantas desse tratamento entraram em processo de senescência precoce.

Bao et al. (2014) alcançou maior massa seca de raiz, caule e folha em *Matayba guianensis* utilizando solo e solo com associação de esterco bovino e areia, estes resultados corroboram Duarte & Nunes (2012), em trabalho com produção de mudas de *Bauhinia foficata* Link, que obtiveram maiores valores em substrato areia + terra.

Trabalhando com doses de esterco bovino, Prestes (2007) verificou que doses crescentes até 50% de esterco bovino propiciou maior crescimento radicular, e a partir desta dosagem, houve um decréscimo na produção

em massa radicular para as mudas de *Anadenanthera macrocarpa*.

Araújo & Sobrinho (2011) obtiveram maior massas secas da parte aérea do tamboril utilizando solo + esterco e solo + esterco bovino + casca de arroz carbonizada, já as massas secas da raiz, o substrato contendo solo e solo + esterco bovino + casca de arroz carbonizada proporcionou resultados superiores, quando comparados aos outros substratos. Silva et al. (2009), trabalhando com mangava, relataram que a adição de esterco ao substrato favorece a produção de massasecas das raízes. Carvalho Filho et al. (2002) obtiveram os melhores em substratos que continham em sua composição esterco bovino.

Em experimento com *Cassia siamea* e *Enterolobium maximum*, Lucena et al. (2007) ao sintetizarem compostos com terra de subsolo e esterco bovino ou esterco de galinha ou esterco de minhoca, nas proporções 1:1 e 2:1 (v:v), evidenciaram que não teve diferença

significativa entre as massas secas da parte aérea nos tratamentos com esterco de galinha e esterco bovino para ambas as espécies.

Trazzi et al. (2013) conseguiram incremento superior na massa seca da parte aérea, raiz e total utilizando 25% de substrato comercial florestal + 40% de terra de subsolo e 35% de cama de frango, os autores atribuíram esse incremento aos elevados teores de macro e micronutrientes encontrados na cama de frango.

Para o índice de qualidade de Dickson houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados, sendo que os tratamentos T1 (solo + esterco bovino (2:1, v:v)); T5 (solo + esterco ovino (2:1, v:v)); T6 (solo + esterco ovino (1:1, v:v)); T9 (solo + húmus (2:1, v:v)); T10 (solo + húmus (1:1, v:v)) e T12 (solo + húmus (1:3, v:v)), apresentaram os maiores valores de IQD. Esse índice é considerado uma importante variável a ser considerada quando se busca mudas de qualidade, pois o mesmo leva em consideração uma série de variáveis importantes. Queiroz et al. (2012) determinaram IQD de 0,11 para *Schizolobium amazonicum*; embora os autores não tenham afirmado que esses valores sejam aqueles ideais para a espécie.

Avaliando a utilização de esterco de animais como componente de substrato na produção de mudas de teca, Trazzi et al. (2013) alcançou valores de IQD entre 0,40 a 1,04, ficando acima dos resultados aqui observado, evidenciando que os valores de IQD podem ser diferentes para as diversas espécies. Oliveira et al. (2004), produzindo mudas de quatro espécies florestais com diferentes substratos formulados com esterco de frango (40%) ou esterco bovino (50%), encontraram valores de 0,05 e 0,12 para aroeira (*Schinus terebinthifolius* Radd.), 0,02 e 0,05 para acácia (*Acacia holocericæ*), sendo os maiores valores para o tratamento com esterco de frango. Os mesmos autores encontraram valor de IQD igual a 0,02 para eucalipto (*Eucalyptus urophylla*), produzido em ambos os substratos, e valores iguais a 0,16 a 0,24 para cedro australiano (*Toona ciliata*), encontrando a

maior média no tratamento com esterco bovino.

Sampaio et al. (2007) constataram que o esterco bovino causou imobilização de nutrientes do solo no primeiro mês após sua incorporação; depois deste período a liberação elevou-se gradativamente atingindo as maiores quantidades entre três e seis meses após a incorporação.

Segundo Araújo & Sobrinho (2011), a biomassa das mudas de tamboril é influenciado pela adição de uma fonte orgânica de nutriente devido que a mesma proporciona maior retenção de água, melhor aeração das raízes e disponibiliza nutrientes para a muda.

Em estudo com a aplicação de diversos esterco, Brito et al. (2005) aprontaram que o esterco de ovino foi o resíduo que acarretou as principais alterações das propriedades químicas do solo já que, em relação à testemunha, promoveu os maiores acréscimos de cálcio, matéria orgânica e capacidade de troca de cátions. A velocidade de decomposição e conseqüente mineralização dos resíduos orgânicos influenciam diretamente na disponibilidade de nutrientes para as plantas. Os resultados aqui alcançados demonstraram elevada eficiência para o esterco ovino, quando utilizado a sua menor concentração, certamente a carga nutricional no mesmo em baixas concentrações foi suficiente para promover um maior crescimento das mudas de Tamboril. O esterco bovino também apresentou resultados satisfatórios de forma geral a partir dos parâmetros avaliados, ficando a critério do viveirista qual resíduo utilizar, devendo-se ser adotado a proporção de 3:1 (Solo + esterco v:v).

CONCLUSÃO

A utilização de esterco ovino e bovino + solo na concentração de 1:3 (v:v) é recomendada para produção de mudas de tamboril. O resíduo oriundo do processo de torrefação do café sob as condições testadas não é

recomendado na composição de substratos para produção de mudas de tamboril. O húmus de minhoca deve ser utilizado quando não houver disponibilidade de esterco bovino e ovino, por apresenta custo superior aos esterco estudos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. P.; BRITO, C. DE C. DE; JÚNIOR, J. DA S.; COCOZZA, F. D. M.; SILVA, M. A. V. 2013. Estabelecimento inicial de plântulas de *Myracrodruon urundeuva* allemão em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.4, p.737-745.
- ARAÚJO, A. P.; SOBRINHO S. P. 2011. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (vell.) morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.35, n.3, Edição Especial, p.581-588.
- BAO, F. LIMA, L. B.; LUZ, P. B. 2014. Caracterização morfológica do ramo, sementes e plântulas de *Matayba guianensis* aubl. e produção de mudas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.1, p.63-71.
- BLOOMB, A. J.; MEYERHOFF P. A.; TAYLOR A. R. T.; ROST T. L. 2013. Development and Absorption of Ammonium and Nitrate from the Rhizosphere. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 21, n. 04, p. 416-431.
- BRITO O. R.; VENDRAME P. R. S.; BRITO R. M. 2005. Alterações das propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. **Seminário: Ciências Agrárias**, v.26, n. 1, p.33-40.
- CALDEIRA, M. V. W.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; DELARMELINA, W. M.; SPERANDIO, H. V.; TRAZZI, P. A. 2012. Biossólido como substrato para produção de mudas de *toona ciliata* var. *australis*. **Revista Árvore**, v.36, n.6, p.1009-1017.
- CALDEIRA, M. V. W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S. S. 2007. 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**, v. 3, n. 3, p. 311-323.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELLO, L. R.; VOGEL, H. L. M.; OLIVEIRA, L. S. 2000. Crescimento de mudas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de diferentes doses de vermicomposto. **Revista Floresta**. v. 28 n.2 p. 19-30.
- COSTA, M. C.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; ALBRECHT, J. M. F.; COELHO, M. F. B. 2005. Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.1, p.19-24.
- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A. 2006. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cascas (*Samaneaipinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, v. 30, n. 4, p. 537-546.
- CUNHA, A. M.; CUNHA, G. de M.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, G. M. AMARAL, J. F. T. 2006. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.207-214.
- CORREIA, M. P. 1984. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/IBDF. 707p.
- DIAS, M. A. LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B.; D. C. F. S. 2008. Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de pimenta malagueta em função do substrato e da lâmina de água. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.115-121.
- DICKSON, A.; LEAF A. L.; HOSNER, J. F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v.36, n.1, p.11-13.
- DUARTE, D. M.; NUNES, U. R. 2012. Crescimento inicial de mudas de *Bauhinia forficata* Link em diferentes substratos. **Cerne**, v.18, n.2, p.327-334.
- EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação de dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.- Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.2, p.177-181, 1993.
- FAUSTINO, R.; KATO, M. T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. 2005. Lodo de esgoto como substrato para a produção de mudas de *Senna siamea* Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, (Suplemento), p.278-282.
- FERREIRA, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042.
- FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. 2011. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaeacourbaril*L. var. *stilbocarpa* (HAYNE) LEE ET LANG.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysostricha* (MART. EX DC.) SANDL.) e guarucaia (*Parapiptadeniarigida* (BENTH.) BRENNAN). **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.413-423.

- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. 2004. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T. 1997. **Plant propagation: principles and practices**. 6ª ed. New Jersey: Prentice Hall International. 770p.
- HUERTA, S.A. 1962. Comparación de métodos de laboratorio y de campo para medir el area del cafeto. **Cenicafé, Chinchina**, v.13, n.1, p.33-42.
- KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY S. G. 1991. **The physiological ecology of woody plants**. New York: Academic Press. 657p.
- LIMA, J. D.; MORAES, W. da S; MENDONÇA, J. C. de; NOMURA, E. S. 2007. Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, v.37, n. 6 p.1609-1613.
- LORENZI, H. 2010. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do brasil**. 5ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 384p.
- LUCENA, A. M. A; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. 2007. Desenvolvimento de mudas de cássia e tamboril em diferentes composições de substratos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 2, n. 1, p. 78-84.
- MACEDO, M. C. ROSA, Y. B. C. J.; ROSA JUNIOR, E. J.; SCALON, S. de P. Q. TATARA, M. B. 2011. Produção de mudas de Ipê branco em diferentes substratos. **Cerne**, v. 17, n.1, p. 95-102.
- MAZZAFERA, P.; YAMAOKA, Y.; VITÓRIA, A. P. 1996. Para que serve a cafeína em plantas? **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.8, n.1, p. 67-74.
- MORAIS, S. M. J.; ATAIDES, P. R. V.; GARCIA, D. C.; KURTZ, F. C.; OLIVEIRA, O. S.; WATZLAWICK, L. F. 1996. Uso do lodo de esgoto da Corsan - Santa Maria (RS), comparado com outros substratos orgânicos. **Sanare**, v. 6, n. 6, p. 44-49.
- NOVAIS, R. F. E; SMYTH, T. J. 1999. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa. 399p.
- OLIVEIRA, R. B.; SOUZA, C. A. M.; MARTINS FILHO, S.; JULIÃO SOARES de SOUZA LIMA, J. S. S. 2004. Desenvolvimento de essências florestais em diferentes substratos. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7. São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento.
- PEREIRA, F. M.; PETRECHEN, E. D. H.; BENINCASA, M. M. P.; BANZATTO, D. A. 1991. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) das cultivares 'Rica' e 'Paluma', em câmara de nebulização. **Científica**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 199-206.
- PIO, R. RAMOS, J.; GONTIJO, T. C.; CARRIJO, E. P.; MENDONÇA, V.; FABRI, E. G.; CHAGAS, E. A. 2005. Substratos na produção de mudas de Jabuticaba. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.11, n.4, p.425-427.
- PRESTES, M. T. 2007. **Efeitos de diferentes doses de esterco de gado, no desenvolvimento e no balanço nutricional de mudas do angico (*Anadenanthera macrocarpa*)**. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade de Brasília, Brasília.
- QUEIROZ, F. L. C.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; TSUKAMOTO, A. A. F. 2012. Influência do lodo de calcário na qualidade de mudas de pinho-cuiabano. **Multitemas** (42):101-113.
- ROSA, S. D. V. F; SANTOS, C. G. dos; PAIVA, R.; MELO, P. L. Q. de; VEIGA, A. D.; VEIGA, A. D. 2006. Inibição do desenvolvimento *in vitro* de embriões de *coffea* por cafeína exógena. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, n. 3, p.177-184.
- SAMPAIO, E. V. S. B; OLIVEIRA, N. M. B.; NASCIMENTO, P. R. F. 2007. Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com *Egeria densa*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.995-1002.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; COELHO, M. R.; LUMBREAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. 2006, **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p.
- SCALON, S. P. Q. TEODÓSIO, T. K. C.; NOVELINO, J. O.; KISSMANN, C.; E MOTA, L. H. de S. 2011. Germinação e crescimento de *Caesalpinia ferrea* mart. Ex tul. em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.35, n.3, suppl. 1, p.633-639.
- SOUZA, C. A. M. de, OLIVEIRA, R. B.; MARTINS FILHO, S; LIMA, J. S. S, 2006. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, v.16, n.3, p.243-249.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed.). **Fisiologia Vegetal**. 5a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.
- TEDESCO, M. J. 2008. **Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente**. In: SANTOS, G.A; SILVA L. S; CANELLAS, L. P; CAMARGO F. A. O. (ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, p. 113-136.
- TRAZZI, P. A; CALDEIRA, M. V. W.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. de O. G. 2013. Substratos de



origem orgânica para produção de mudas de teca
(*Tectona grandis* linn. f.). **Ciência Florestal**, Santa
Maria, v. 23, n. 3, p. 401-409, jul.-set.