

Resíduos Orgânicos como Substrato para Produção de Mudanças de Guanandi

Residues as a Substrate for the Production of Guanandi Seedlings

Cristiane Ramos Vieira^{a*}; Oscarlina Lúcia dos Santos Weber^b; José Fernando Scaramuzza^b

^aUniversidade Federal do Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, MT, Brasil

^bUniversidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Solos e Engenharia Rural, MT, Brasil

*E-mail: cris00986@hotmail.com

Resumo

O presente estudo foi realizado com o objetivo de verificar a influência de resíduos orgânicos no crescimento e na nutrição de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess. As mudas de *C. brasiliense* foram produzidas em canteiro com areia e, após período de incubação, foram transplantadas para os tubetes. Os resíduos orgânicos foram misturados em diferentes proporções ao substrato comercial Basaplant® e solo, em tubetes com capacidade para 240 cm³. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 23 tratamentos e quatro repetições. Foram avaliados: altura, diâmetro de coleto, biomassa e a concentração de nutrientes. A influência dos substratos no crescimento das mudas de *C. brasiliense* dependerá das combinações e proporções de resíduos. No entanto, as combinações não foram eficientes na disponibilização de N, Ca e Cu, devendo-se atentar para possíveis elevações nas concentrações de macronutrientes que podem provocar sintomas de toxidez nas plantas.

Palavras-chave: *Calophyllum brasiliense*. Produção de Mudanças. Nutrição.

Abstract

The present study investigated the effect of organic residues on growth and nutrition of *Calophyllum brasiliense* Cambess. *C. brasiliense* seedlings were grown in gantry with sand, and after the incubation period, the tubes were transferred to tubete. The organic residues were mixed in different proportions with the commercial substrate Basaplant® and soil, and the mixture was transferred into tubets with 240 cm³ of capacity. The experimental design was completely randomized with 23 treatments and four replicates. The following parameters were evaluated: height, diameter, biomass, and nutrients concentration. The effect of the substrate on *C. brasiliense* seedling growth depends on the residue combinations and the proportions. However, the combinations were not effective in providing N, Ca, and Cu, thus it is important to be aware of possible increases in macronutrients concentrations that can cause symptoms of toxicity in plants.

Keywords: *Calophyllum brasiliense*. Seedlings Production. Nutrition.

1 Introdução

As práticas agrícolas produzem grandes quantidades de resíduos, os quais, em geral, são ricos em nutrientes importantes para o crescimento de plantas. Nos últimos anos, esses resíduos têm sido aplicados no solo, com a finalidade de adubar ou como substrato para a produção de mudas e, mais recentemente, para mudas de espécies florestais.

Esses resíduos podem ser utilizados como matéria orgânica, importante para a fertilidade dos solos tropicais, principalmente, solos de Cerrado, com baixa CTC, além de melhoria nas condições físicas, imprescindíveis para o crescimento adequado das plantas.

Dentre os resíduos mais utilizados estão os esterco, que podem ser aplicados na agricultura ou em áreas florestais, resultando em um destino ambientalmente correto aos dejetos gerados nos processos produtivos. Por serem facilmente encontrados, esses resíduos, ao invés de serem descartados em locais inapropriados, podem ser reaproveitados como insumo, transformando-se em substratos de baixo custo para a produção de mudas florestais de qualidade (MARANHÃO; PAIVA, 2011).

Calophyllum brasiliense é uma espécie florestal nativa da família Calophyllaceae. No Brasil, é encontrado nos estados do Amazonas, Pará, Rondônia, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (KALIL FILHO *et al.*, 2007). A madeira pode ser usada na fabricação de móveis, construção civil, naval, marcenaria, mourões, laminados decorativos, etc. (LORENZI, 1992). Segundo Kalil Filho *et al.* (2007) tanto no litoral norte do Paraná, como na floresta ciliar do interior de São Paulo, o guanandi vem sofrendo forte pressão, tanto pela exploração da madeira, como pelo avanço de áreas agrícolas. Portanto, há muito que se pesquisar a respeito da produção de mudas dessa espécie.

Segundo Poggiani e Benedetti (2000) uma grande vantagem da aplicação de resíduos orgânicos em plantações florestais consiste no fato de que os principais produtos dessas culturas não se destinam à alimentação humana ou animal, possibilitando maior segurança quanto à dispersão de eventuais contaminações. Além disso, a utilização dos resíduos orgânicos se tornou uma tendência para compor substratos para produção de mudas, na adição de fontes de

matéria orgânica, a qual contribui para o fornecimento de nutrientes e para as características físicas do meio de cultivo (LIMA *et al.*, 2006).

Costa *et al.* (2005) observaram que a combinação terra preta e esterco bovino na proporção 1:1 garantiu maior crescimento às mudas de *Genipa americana* L. Dantas *et al.* (2008) verificaram que o substrato composto por solo, areia e esterco de galinha (1:1:1) é uma alternativa para formação de mudas de *Genipa americana* L.

Ao estudar as alterações das propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférico, submetido a tratamentos com resíduos orgânicos, Brito, Vendrame e Brito (2005) concluíram que o esterco de ovino foi o resíduo que determinou as principais alterações das propriedades químicas do solo, uma vez que promoveu os maiores aumentos de Ca, MO e CTC. Autores como Coelho *et al.* (2006), Caldeira *et al.* (2008), e Trazzi *et al.* (2012) também já estudaram os tipos de substratos para a produção de mudas de espécies florestais. Assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar a influência dos resíduos orgânicos no crescimento inicial e na nutrição de mudas de *Calophyllum brasiliense*, em condições de viveiro.

2 Material e Métodos

O experimento foi instalado no viveiro da Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso, *campus* de Cuiabá, com sementes de *C. brasiliense* coletadas durante época de frutificação, no *campus* da referida universidade.

Primeiramente, realizou-se a semeadura em canteiro de 1,20 m x 3,00 m preenchido com areia, em profundidade de 1 cm, a pleno sol, permanecendo até a formação de plântulas com cerca de 10 cm de comprimento, aptas ao transplante.

Os substratos foram compostos com diferentes proporções de solo e resíduo orgânico e deixados por período de incubação de 20 dias. O solo utilizado no estudo consistiu de terra de mata nativa de Cerrado, coletada na região de São Vicente, no *campus* do Instituto Federal de Mato Grosso, classificada como Cambissolo húmico de textura franco-arenosa. Os resíduos orgânicos foram: resíduo de suíno, resíduo de aves, resíduo bovino e resíduo bovino compostado com bagaço de cana.

O solo foi coletado em camada de 20 cm de profundidade, seco ao ar e levado ao viveiro florestal. Após secagem, os substratos foram combinados, originando os tratamentos, que foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com 15 tratamentos e seis repetições, nas seguintes proporções: T1 - 100% solo (S1); T2 - 25% S1 + 50% esterco bovino (S2) + 25% esterco suíno (S3); T3 - 25% S1 + 50% S2 + 25% esterco aves (S4); T4 - 25% S1 + 50% S2 + 25% esterco bovino e bagaço de cana (S5); T5 - 25% S1, 50% S3 + 25% S4; T6 - 25% S1 + 50% S3 + 25% S2; T7 - 25% S1 + 50% S3 + 25% S5; T8 - 25% S1 + 50% S4 + 25% S2; T9 - 25% S1 + 50% S4 + 25% S5; T10 - 25% S1 + 50% S2 + 25% S5; T11 - 25% S2 + 50% S3 + 25% S4; T12 - 30% S2 + 40% S3 + 30% S4; T13 - 25% S3 + 50% S4 + 25% S2; T14 - 30% S3 + 40% S4 + 30% S2; T15 - 25% S2 + 50% S5 + 25% S3.

As análises químicas foram realizadas seguindo metodologias da Embrapa (1997), conforme Tabela 1.

Tabela 1: Características químicas de solo e de combinações de substratos utilizados

Trat.	pH (CaCl ₂)	P	SB	T(pH 7,0)	t	V%	m%
T1	4,77	95,6	1,61	5,21	3,01	30,9	46,46
T2	6,39	28,61	15,72	18,12	16,42	86,7	4,26
T3	7,77	22,95	11,42	11,42	11,72	100,0	2,56
T4	6,97	25,93	18,27	20,22	19,57	90,35	6,64
T5	7,13	51,51	10,98	12,78	11,68	85,91	5,99
T6	6,15	37,00	16,10	20,00	16,40	80,50	1,83
T7	6,37	28,15	15,96	19,56	16,86	81,60	5,34
T8	8,41	29,08	14,33	15,23	15,33	94,09	6,52
T9	7,89	40,02	10,88	12,38	11,78	87,89	7,64
T10	6,87	41,18	19,75	22,9	20,35	86,24	2,95
T11	6,39	38,47	15,54	19,44	16,64	79,94	6,61
T12	7,26	39,80	17,03	19,28	17,53	88,33	2,85
T13	7,31	56,98	14,53	16,03	15,33	90,64	5,22
T14	7,01	32,51	17,41	20,11	18,01	86,57	3,33
T15	6,91	23,14	18,95	21,35	19,85	88,76	4,53

pH em CaCl₂ - relação 1:2,5; H+Al - em acetato de cálcio; Al, Ca²⁺ e Mg²⁺ - em KCl 1N; P e K - em Mehlich; SB - soma de bases; T (pH7,0) - capacidade de troca de cátions a pH 7,0; t efetiva - CTC efetiva; V% - saturação por bases, em %; m% - saturação por Al, em %.

Após 20 dias, as plântulas foram transplantadas para tubetes com capacidade para 240cm³ contendo os substratos

combinados, mantendo irrigação diária.

Os parâmetros morfológicos utilizados para avaliação

do crescimento das mudas foram altura da parte aérea, diâmetro de colo, medido com paquímetro digital; relação H/D, divisão entre valor obtido na medição da altura com o valor obtido na medição de diâmetro. Para medição da biomassa, as mudas foram retiradas, seccionadas em parte aérea e radicular, secas em estufa de circulação de ar a 65° C e pesadas em balança analítica com precisão de 0,0005g. A relação entre biomassa da parte aérea e biomassa da parte radicular e relação entre a altura da parte aérea e a biomassa da parte radicular foram obtidas e, de posse desses dados, o índice de qualidade de Dickson, Leaf e Hosner foi analisado (1960).

As mudas secas foram moídas e o material resultante foi submetido, conforme Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), às digestões em solução nitro-perclórica e sulfúrica e, posteriormente, determinou-se os teores de N total por semi-

micro Kjeldahl; P por colorimetria do metavanadato; S por turbidimetria do sulfato de bário; K fotometria de chama de emissão; Ca e Mg por quelatometria com EDTA e; micronutrientes por espectrofotometria de absorção atômica.

Para o processamento e análises dos dados foi utilizado o Assistat 7.5 beta, e a análise estatística foi realizada aplicando-se a técnica de análise de variância e comparação múltiplas de médias pelo método de Scott-Knott considerando significância de 5%.

3 Resultados e Discussão

A utilização de resíduos orgânicos influenciou positivamente no crescimento e desenvolvimento iniciais de mudas de *C. brasiliense*, como se pode observar na Tabela 2. No entanto, não se observou diferença entre os tratamentos nas análises de altura e de biomassa da parte aérea.

Tabela 2: Altura (H), diâmetro (DC), biomassa das partes aérea (PA) e radicular (PR), relação entre altura e diâmetro, relação biomassa parte aérea e radicular e índice de qualidade de Dickson de mudas de *Calophyllum brasiliense*

Trat.	H	DC	PA	PR	H/DC	PA/PR	IQD
T1	19,00 a	2,40 b	0,5991 a	0,2169 b	7,90 a	2,63 b	0,08 b
T2	19,00 a	3,30 a	0,7665 a	0,3589 a	5,73 b	2,07 b	0,13 a
T3	20,33 a	3,57 a	1,0799 a	0,2834 a	5,63 b	3,60 a	0,14 a
T4	19,67 a	2,93 b	0,7591 a	0,2877 a	6,77 a	3,00 b	0,11 b
T5	17,00 a	3,57 a	0,6679 a	0,3821 a	4,60 b	1,70 b	0,16 a
T6	23,67 a	3,27 a	1,1954 a	0,3050 a	7,10 a	4,73 a	0,13 a
T7	18,67 a	2,93 b	0,6892 a	0,2362 b	6,07 b	2,63 b	0,10 b
T8	14,67 a	3,17 a	0,6025 a	0,3535 a	4,53 b	2,17 b	0,14 a
T9	20,00 a	2,60 b	0,8317 a	0,1633 b	7,70 a	4,43 a	0,08 b
T10	16,33 a	2,43 b	0,2638 a	0,1465 b	6,57 a	2,37 b	0,04 b
T11	23,00 a	2,60 b	0,8205 a	0,1647 b	8,80 a	3,77 a	0,07 b
T12	19,33 a	3,17 a	0,7407 a	0,2334 b	5,63 b	3,97 a	0,10 b
T13	22,00 a	2,87 b	0,9517 a	0,4207 a	7,47 a	2,20 b	0,14 a
T14	19,00 a	2,70 b	0,5774 a	0,1733 b	7,00 a	3,30 a	0,07 b
T15	18,33 a	3,87 a	0,8739 a	0,4007 a	4,87 b	2,27 b	0,19 a
CV	21,40	14,75	28,01	24,47	23,24	38,13	23,83
F	0,9879ns	2,9293**	3,2729ns	5,7123**	2,1763*	2,0016 ns	6,9362**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott 5%.

Apesar da não significância, considerando a recomendação de que as mudas estão aptas para o campo quando atingem altura entre 15 e 30 cm, somente no tratamento 8 (25% solo + 50% esterco de aves + 25% S2) as mudas de *C. brasiliense* não poderiam ser transplantadas para o campo. No entanto, de acordo com Gonçalves *et al.* (2000) a recomendação seria de 20 e 35 cm. Nesse caso, somente os tratamentos 3 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco aves), 6 (25% solo + 50% esterco suíno + 25% esterco bovino), 9 (25% solo + 50% esterco aves + 25% esterco bovino e bagaço de cana), 11 (25% esterco bovino + 50% esterco suíno + 25% esterco aves) e 13 (25% esterco suíno + 50% esterco aves + 25% esterco bovino) teriam altura adequada para o transplante para o campo.

O crescimento em diâmetro foi influenciado pela adição

de resíduo no substrato. Portanto, destacaram-se as mudas dos tratamentos 2 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco suíno), 3 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco aves), 5 (25% solo, 50% esterco suíno + 25% esterco aves), 6 (25% solo + 50% esterco suíno + 25% esterco bovino), 8 (25% solo + 50% esterco aves + 25% esterco bovino), 12 (30% esterco bovino + 40% esterco suíno + 30% esterco aves) e 15 (25% esterco bovino + 50% esterco bovino e bagaço de cana + 25% esterco suíno), pois apresentaram crescimento superior ao tratamento 1 (100% solo). No entanto, para Gonçalves *et al.* (2000) as mudas mais adequadas para o transplante para o campo são as que apresentam diâmetro entre 5 e 10 mm. Sendo assim, em nenhum tratamento se obteve mudas de *C. brasiliense* aptas para o plantio após 120

dias de estabelecimento em viveiro.

Oliveira *et al.* (2008), Maranhão e Paiva (2012), Delarmelina *et al.* (2013), também observaram influência positiva de resíduos orgânicos no crescimento em diâmetro de mudas de espécies florestais.

A adição de resíduo orgânico não influenciou a produção de biomassa na parte aérea das mudas de *C. brasiliense*. Porém, as mudas nos tratamentos 3 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco aves) e 6 (25% solo + 50% esterco suíno + 25% esterco bovino) obtiveram valores 44,5 e 49,9%, respectivamente, superiores aos das mudas no tratamento 1, em que se utilizou apenas solo como substrato.

A utilização de resíduo orgânico favoreceu a produção de biomassa radicular nas diferentes proporções de solo e resíduos. Os tratamentos 13 (25% esterco suíno + 50% esterco aves + 25% esterco bovino) e 15 (25% esterco bovino + 50% esterco bovino e bagaço de cana + 25% esterco suíno) apresentaram valores de 48% e 45,9%, respectivamente, superiores aos do tratamento controle. Maranhão e Paiva (2012); Delarmelina *et al.* (2013); Maranhão, Paiva e Paula (2013) e Faria *et al.* (2013) também verificaram influência dos resíduos orgânicos na produção de biomassa em mudas de espécies florestais.

De acordo com Carneiro (1995) o equilíbrio no crescimento em altura e em diâmetro é alcançado quando a relação atinge valores entre 5,4 e 8,1. Sendo assim, somente as mudas dos tratamentos 5 (25% solo, 50% esterco suíno + 25% esterco aves), 8 (25% solo + 50% esterco aves + 25% esterco bovino), 11 (25% esterco bovino + 50% esterco suíno + 25% esterco aves) e 15 (25% esterco bovino + 50% esterco bovino e bagaço de cana + 25% esterco suíno) não teriam alcançado o equilíbrio no crescimento em altura e em diâmetro, comprometendo a qualidade.

A relação massa seca da parte aérea/massa seca das raízes é considerada um índice eficiente e seguro para avaliar a qualidade de mudas (PARVIAINEN, 1981), que, segundo

Brissete (1984) deve ter valor 2,0. O tratamento com valor mais próximo do recomendado foi o 2 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco suíno). O tratamento 5 (25% solo, 50% esterco suíno + 25% esterco aves) alcançou valor inferior, enquanto que nos outros tratamentos observou-se valores superiores ao recomendado.

Quanto ao índice de qualidade de Dickson (GOMES, 2001) menciona que, quanto menor o valor, maior a capacidade de sobrevivência da muda no campo. Nesse caso, as mudas de melhor qualidade seriam as dos tratamentos 1 (100% solo), 4 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco bovino e bagaço de cana), 7 (25% solo + 50% esterco suíno + 25% esterco bovino e bagaço de cana), 9 (25% solo + 50% esterco aves + 25% esterco bovino e bagaço de cana), 10 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco bovino e bagaço de cana), 11 (25% esterco bovino + 50% esterco suíno + 25% esterco aves), 12 (30% esterco bovino + 40% esterco suíno + 30% esterco aves) e 14 (30% esterco suíno + 40% esterco aves + 30% esterco bovino). No entanto, Hunt (1990) defende que o valor mínimo do IQD deve ser de 0,20. Nesse sentido, nenhum tratamento promoveu a obtenção de mudas de qualidade.

Portanto, a utilização de resíduos orgânicos favoreceu o crescimento e desenvolvimento iniciais das mudas de *C. brasiliense* até os 120 dias, em viveiro. No entanto, o crescimento variou conforme a combinação de resíduos e proporções, provavelmente devido à melhoria na fertilidade do substrato, combinando capacidade de retenção de água e disponibilização de nutrientes essenciais ao desenvolvimento inicial das plantas.

3.1 Concentração de macronutrientes

A adição de resíduos orgânicos no substrato influenciou as concentrações de macronutrientes na parte aérea (Tabela 3) das mudas de *C. brasiliense*, demonstrando a importância de estudar as melhores proporções de substratos para a produção de mudas da espécie.

Tabela 3: Concentração de macronutrientes, em g/kg, na parte aérea de mudas de *Calophyllum brasiliense*

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	5,04 b	0,54 c	3,38 d	0,97 b	1,97 b	0,52 c
T2	5,79 b	2,36 b	1,12 d	1,00 b	1,47 b	0,70 c
T3	8,77 a	3,06 b	12,86 b	1,30 a	2,83 a	1,93 a
T4	7,28 b	1,87 c	3,30 d	1,50 a	2,10 b	1,34 b
T5	6,16 b	0,85 c	4,01 d	1,10 b	2,17 b	1,19 b
T6	6,44 b	5,40 a	4,01 d	1,20 b	1,80 b	2,25 a
T7	9,24 a	2,33 b	5,48 c	1,30 a	2,00 b	1,59 b
T8	7,09 b	2,00 c	6,96 c	1,30 a	1,30 b	2,15 a
T9	8,21 a	1,64 c	1,79 d	0,83 b	2,63 a	1,51 b
T10	9,24 a	3,04 b	3,27 d	0,93 b	2,83 a	1,87 a
T11	8,40 a	0,79 c	6,22 c	1,60 a	2,10 b	1,51 b
T12	7,47 b	0,78 c	7,69 c	1,40	2,43 a	2,06 a
T13	8,49 a	0,43 c	7,69 c	1,07 b	3,47 a	1,40 b

Continua ...

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	... Continuação
						S
T14	9,43 a	0,33 c	7,69 c	1,90 a	3,10 a	1,12 b
T15	7,65 a	0,78 c	18,03 a	1,30 a	2,70 a	1,46 b
CV	14,39	48,32	30,19	22,43	28,87	27,23
F	4,5153**	7,9258**	16,4550**	3,0548**	2,4186*	4,4489**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott 5%.

A adição de resíduos orgânicos não aumentou as concentrações de N nas mudas de *C. brasiliense*, conforme reportado por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), ficando entre 12 a 35 g/kg, possivelmente devido ao aumento nas condições de pH (6,80 e 6,73, respectivamente) e saturação por bases (90% e 89%, respectivamente) após a adição dos resíduos orgânicos, indisponibilizando N para a planta. Trazzi *et al.* (2012) também não observaram concentrações adequadas de N em substratos compostos com esterco de origem animal. Portanto, essas concentrações, menores que as recomendadas, podem acarretar em deficiências e, posteriormente, limitar o crescimento da planta.

As maiores concentrações de P foram observadas em T6 (25% solo + 50% esterco suíno + 25% esterco bovino), tendo sido superior à recomendada por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), entre 1,0 e 2,3 g/kg. Isso provavelmente porque os substratos promoveram a elevação do pH, neutralizando, conseqüentemente, o Al e Fe em níveis tóxicos, elevando-se assim, os teores de P disponível. Nesse caso, os resíduos orgânicos funcionaram como calcário, aumentando o pH, a quantidade de cátions básicos e, conseqüentemente, a saturação por bases. Nos tratamentos 3 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco aves), 6 (25% solo + 50% esterco suíno + 25% esterco bovino) e 10 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco bovino e bagaço de cana) também se observou concentrações pouco acima da recomendada, enquanto que concentrações adequadas foram verificadas em T2 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco suíno), T4 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco bovino e bagaço de cana), T7 (25% solo + 50% esterco suíno + 25% esterco bovino e bagaço de cana), T8 (25% solo + 50% esterco aves + 25% esterco bovino) e T9 (25% solo + 50% esterco aves + 25% esterco bovino e bagaço de cana). Nos demais tratamentos as concentrações de P estiveram abaixo da ideal.

As maiores concentrações de K na parte aérea das mudas foram verificadas no tratamento 15 (25% esterco bovino + 50% esterco bovino e bagaço de cana + 25% esterco suíno), tendo sido adequadas neste e no tratamento 3 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco aves), segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Os demais tratamentos apresentaram concentrações de K abaixo da recomendada, devido aos desequilíbrios nutricionais, dependendo da combinação e proporção dos resíduos orgânicos.

Quanto às concentrações de Ca, Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) recomendam entre 3,0 e 12,0 g/kg na parte aérea das

plantas. Portanto, nenhum tratamento disponibilizou Ca em concentrações adequadas para as mudas de *C. brasiliense*.

As concentrações de Mg não foram consideradas adequadas em T2 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco suíno) e T8 (25% solo + 50% esterco aves + 25% esterco bovino), segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), o que pode comprometer o crescimento das mudas, já que o macronutriente está ligado à molécula de clorofila.

As maiores concentrações de S foram observadas na parte aérea das mudas, destacando-se nos tratamentos 3 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco aves), 6 (25% solo + 50% esterco suíno + 25% esterco bovino), 8 (25% solo + 50% esterco aves + 25% esterco bovino), 10 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco bovino e bagaço de cana) e 12 (30% esterco bovino + 40% esterco suíno + 30% esterco aves). Estes valores estavam acima dos recomendados por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) em T6 e T8, e abaixo das concentrações ideais em T1 (100% solo), T2 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco suíno), T4 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco bovino e bagaço de cana), T5 (25% solo, 50% esterco suíno + 25% esterco aves) e T14 (30% esterco suíno + 40% esterco aves + 30% esterco bovino). Os demais tratamentos apresentaram concentrações adequadas de S para a parte aérea das mudas de *C. brasiliense*.

3.2 Concentração de micronutrientes

A adição de resíduos orgânicos no substrato influenciou as concentrações de micronutrientes na parte aérea (Tabela 4) das mudas de *C. brasiliense*. No entanto, não houve significância entre os tratamentos para as concentrações de Cu e Mn.

As combinações de substratos orgânicos não favoreceram as concentrações de Cu na parte aérea das mudas de *C. brasiliense*, permanecendo com concentrações abaixo da recomendada por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) entre 10 e 70 mg/kg.

As maiores concentrações de Fe foram observadas em T1 (100% solo), T2 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco suíno), T10 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco bovino e bagaço de cana) e T14 (30% esterco suíno + 40% esterco aves + 30% esterco bovino). Nesse caso, somente nos tratamentos 4 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco bovino e bagaço de cana), 6 (25% solo + 50% esterco suíno + 25% esterco bovino) e 7 (25% solo + 50% esterco suíno + 25% esterco bovino e bagaço de cana) não se observou concentrações dentro da faixa ideal, segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), entre 25 e 200 mg/kg.

Tabela 4: Concentração de micronutrientes, em mg/kg, na parte aérea de mudas de *Calophyllum brasiliense*

Tratamento	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	2,06 a	51,96 a	142,86 a	2,19 b
T2	2,06 a	51,96 a	142,86 a	5,62 b
T3	2,06 a	42,15 b	142,86 a	6,55 b
T4	2,06 a	22,55 c	142,86 a	47,44 a
T5	2,06 a	38,23 b	142,86 a	13,42 b
T6	2,06 a	10,78 c	142,86 a	64,92 a
T7	2,06 a	10,78 c	142,86 a	12,80 b
T8	2,06 a	36,27 b	142,86 a	21,22 b
T9	2,06 a	26,47 c	142,86 a	6,24 b
T10	2,06 a	55,88 a	142,86 a	9,05 b
T11	2,06 a	26,47 c	142,86 a	6,56 b
T12	2,06 a	36,27 b	142,86 a	20,60 b
T13	2,06 a	26,47 c	142,86 a	49,13 a
T14	2,06 a	55,88 a	142,86 a	14,04 b
T15	2,07 a	26,47 c	142,86 a	28,40 b
CV	0,07	28,01	0,00	69,32
F	1,0000 ns	7,1462 **	1,0000 ns	5,3015 **

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott 5%.

Apesar de não significativos, todos os tratamentos proporcionaram concentrações de Mn acima da recomendação de Larcher (2000) para a parte aérea das mudas, entre 30 a 50 mg/kg, no entanto, dentro da faixa de Mills e Jones Junior (1996) entre 10 e 200 mg/kg de Mn. Sua importância está no fato de que o Mn está presente na clorofila e participa do metabolismo energético respiratório, por isso, está ligado ao crescimento e desenvolvimento iniciais das plantas.

As maiores concentrações de Zn foram observadas em T4 (25% solo + 50% esterco bovino + 25% esterco bovino e bagaço de cana), T6 (25% solo + 50% esterco suíno + 25% esterco bovino) e T13 (25% esterco suíno + 50% esterco aves + 25% esterco bovino), estando acima da recomendada, uma vez que, segundo Malavolta (1989), a concentração de Zn está adequada quando alcançar 20 mg/kg, permanecendo acima também nos tratamentos 8 (25% solo + 50% esterco aves + 25% esterco bovino) e 15 (25% esterco bovino + 50% esterco bovino e bagaço de cana + 25% esterco suíno) e adequada em T12 (30% esterco bovino + 40% esterco suíno + 30% esterco aves). Nos demais tratamentos, as concentrações de Zn foram consideradas abaixo da ideal.

Portanto, os esterco suíno, bovino e de aves foram eficientes, dependendo das combinações e proporções, na melhoria da fertilidade do substrato, conseqüentemente, na disponibilização do macro e micronutrientes essenciais para o desenvolvimento das mudas de *S. amazonicum*. No entanto, as baixas concentrações de N, Ca e Cu devem ser compensadas com adubações adicionais. É importante se atentar ainda para os desequilíbrios nutricionais provocados por esses resíduos, no caso das concentrações acima dos níveis considerados ideais, que favorecem a toxicidade das plantas, podendo

comprometer seu adequado desenvolvimento.

4 Conclusão

Os resíduos orgânicos influenciam no crescimento das mudas de *Calophyllum brasiliense*. No entanto, dependerá das combinações de resíduos e proporções nas misturas.

As combinações de resíduos não foram eficientes na disponibilização de N, Ca e Cu em níveis adequados para as plantas, devendo-se atentar para possíveis elevações nas concentrações de macronutrientes que podem provocar sintomas de toxidez.

Referência

- BRISSETTE, J.C. Summary of discussion about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984. Alexandria. *Proceedings...* New Orleans: USDA, 1984. p.127-128.
- BRITO, O.R.; VENDRAME, P.R.S.; BRITO, R.M. Alterações das propriedades químicas de um latossolo vermelho distroférrico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. *Semina: Ciênc. Agr.*, v.26, n.1, p.33-40, 2005.
- CALDEIRA, M.V.W. *et al.* Uso do resíduo de algodão no substrato para produção de mudas florestais. *Rev. Acad., Ciênc. Agr. Ambi.*, v.6, n.2, p.191-202, 2008.
- CARNEIRO, J.G.A. *Produção e controle de qualidade de mudas florestais*. Curitiba: UFPR/FUPEF/Campus: UENF, 1995.
- COELHO, R.R.P. *et al.* Influência de substratos na formação de mudas de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake). *Rev. Ciênc. Agron.*, v.37, n.2, p.149-152, 2006.
- COSTA, M.C. *et al.* Substratos para produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). *Pesqu. Agropec. Trop.*, v.35, n.1, p.19-24, 2005.
- DANTAS, A.C.V.L. *et al.* O. Produção de mudas de jenipapeiro em diferentes substratos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

- FRUTICULTURA, 20. 2008, Vitória. *Anais...* Vitória: INCAPER: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. CD-ROM.
- DELARMELINA, W.M. *et al.* Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. *Rev. Agroamb.*, v.7, n.2, p.184-192, 2013.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. *Forest Chronicle*, v.36, p.10-13, 1960.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. Rio de Janeiro: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.
- FARIA, J.C.T. *et al.* Uso de resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Mimosa setosa*. *Pesqu. Florestal Bras.*, v.33, n.76, p.409-418, 2013.
- GOMES, J.M. *Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K*. 2001. 166f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- GONÇALVES, J.L.M. *et al.* Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000, p.309-350.
- HUNT, G.A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200. 1990. Roseburg. *Proceedings...* Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p.218-222.
- KALIL FILHO, A.N. *et al.* *Produção de mudas de guanandi*. EMBRAPA: Colombo, Comunicado Técnico, n. 177, 2007.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, 2000.
- LIMA, R.L.S. *et al.* Substratos para produção de mudas de mamoeira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. *Ciência Agrotécnica*, v.30, n.3, p.474-479, 2006.
- LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, 1992.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 1989.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.
- MARANHO, A.S.; PAIVA, A.V. Emergência de plântulas de supiarana (*Alchornea discolor* Poepp.) em substrato composto por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açai. *Rev. Soc. Bras. Arborização Urb.*, v.6, n.1, p.85-98, 2011.
- MARANHO, A.S.; PAIVA, A.V. Produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açai. *Floresta*, v.42, n.2, p.399-408, 2012.
- MARANHO, A.S.; PAIVA, A.V.; PAULA, S.R.P. Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil. *Rev. Árvore*, v.37, n.5, p.913-921, 2013.
- MILLS, H.A.; JONES JUNIOR, J.B. *Plant analysis handbook II*. Athens: Micro-Macro, 1996.
- OLIVEIRA, R.B. *et al.* Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. *Ciênc. Agrotéc.*, v.32, n.1, p.122-128, 2008.
- PARVIAINEN, J.V. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1. 1981, Curitiba, *Anais...* Curitiba: FUPEF, 1981. p.59-90.
- POGGIANNI, F.; BENEDETTI, V. Aplicabilidade do lodo filtrado de esgoto produzido na região metropolitana de São Paulo em plantações florestais de rápido crescimento. *Sci. Agríc.*, n.1 p. 163-178, 2000.
- TRAZZI, P.A. *et al.* Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. *Scie. Forestalis*, v.40, n.96, p.455-462, 2012.

