

ESTUDO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS COMO SUBSTRATO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE PARICÁ

Cristiane Ramos Vieira¹

Oscarlina Lúcia dos Santos Weber²

José Fernando Scaramuzza²

RESUMO

Uma alternativa ao descarte dos resíduos da agropecuária é sua reutilização na produção de mudas de espécies florestais. O presente estudo foi realizado com o objetivo de verificar a influência de substratos orgânicos no crescimento e na nutrição de mudas de *Schizolobium amazonicum* Herb. As mudas foram produzidas em areia, no momento que os substratos orgânicos foram misturados em diferentes proporções ao substrato comercial Basaplant® e ao solo de baixa fertilidade. Após incubação, as plantas foram transferidas para os tubetes contendo os substratos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 23 tratamentos e quatro repetições. Para a avaliação do crescimento, mediu-se altura e diâmetro. Em seguida, as mudas foram secas para pesagem da massa seca. Esse material seco foi submetido às digestões sulfúrica e nitro-perclórica para análise das concentrações de nutrientes. A combinação de esterco, solo e Basaplant® influenciaram positivamente no crescimento e desenvolvimento das mudas de *S. amazonicum*, no entanto, promoveu elevações nas concentrações de K a níveis fitotóxicos.

Palavras-chave: *Schizolobium amazonicum*; esterco; macronutrientes; micronutrientes

ABSTRACT

Studies of residues as a substrate for the production of parica seedlings. An alternative to disposal of organic residue is it reused in production of forest species. This study was conducted in order to verify the influence of organic substrates on the growth and nutrition of *Schizolobium amazonicum* Herb. The seedlings were produced in sand, at the moment that the organic substrates were mixed in different proportions to the commercial substrate Basaplant® and low fertility soil. After incubation, the plants were transferred to the tubes containing the substrates. The experimental design was completely randomized with 23 treatments and four replications. To analysis of growth, were measured height and diameter. The seedlings were dried for weighing the dry mass. This dried material was submitted to digestion: sulfuric and nitric-perchloric, for nutrient concentrations analysis. The growth and development of *S. amazonicum* seedlings were positively influenced by the combinations of manure, soil and Basaplant®, but promoted increases of K to phytotoxic levels.

Keywords: *Schizolobium amazonicum*; manure; macronutrients; micronutrients

¹ Aluna de doutorado do PPG em Agricultura Tropical, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Cuiabá – MT, Brasil. E-mail para correspondência: cris00986@hotmail.com

² Prof. Adjunto do Depto. de Solos e Engenharia Rural – FAMEV, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, Cuiabá – MT, Brasil.

INTRODUÇÃO

As práticas agrícolas produzem grandes quantidades de resíduos os quais, em geral, são ricos em nutrientes importantes para o crescimento de plantas. Não obstante, nos últimos anos estes resíduos têm sido utilizados como adubo e substrato para produção de mudas, inclusive florestais.

De acordo com Lima et al. (2006) a utilização dos resíduos orgânicos se tornou uma tendência para compor substratos para produção de mudas, contribuindo para o fornecimento de nutrientes e características físicas do meio de cultivo.

O *Schizolobium amazonicum*, comumente conhecido como paricá ou pinho cuiabano, é bastante utilizado em plantios florestais devido ao seu rápido crescimento. Ocorre, no Pará, em solos argilosos de fertilidade alta e sujeitos a compactação (Ducke, 1949). Em Mato Grosso, ocorre em solos de baixa fertilidade, com pH em água de 4,5 e baixos teores de K e P (Carvalho, 2007). Atualmente, é uma das espécies nativas mais cultivadas no norte do País (Vidaurre, 2010). No entanto, há muito que se pesquisar a respeito da produção de mudas dessa espécie.

Os resíduos podem ser utilizados como matéria orgânica, importante para a fertilidade dos solos tropicais, principalmente, solos de Cerrado, com baixa CTC. ISSO PORQUE, a melhoria das condições físicas do mesmo são imprescindíveis para o crescimento das plantas. Dentre os resíduos mais utilizados estão os esterco, que podem ser aplicados na agricultura ou em áreas florestais. Por serem facilmente encontrados e, 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 (Maranho e Paiva, 2011).

Carvalho Filho et al. (2003) recomendaram, para a produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L., uma mistura de solo, areia e esterco bovino na proporção de 1-2-1. Dantas et al. (2008) verificaram que o substrato composto por solo, areia e esterco de galinha na proporção de 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 et al. (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 para Ca, MO e CTC.

O objetivo do presente trabalho foi verificar a influência dos substratos orgânicos no crescimento inicial e na nutrição de mudas de *Schizolobium amazonicum* em condições de viveiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no viveiro florestal da Faculdade de Engenharia Florestal (FENF) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), *campus* de Cuiabá, no período de maio a agosto de 2013. As sementes de *S. amazonicum* foram coletadas de 10 árvores matrizes no município de Alta Floresta - MT.

Os substratos utilizados no presente trabalho foram compostos com diferentes proporções de solo, Basaplant® e esterco, deixados por um período de incubação de 20 dias. O solo utilizado consistiu de terra de mata nativa de Cerrado, coletado na região de São Vicente, no *campus* do Instituto Federal de Mato Grosso, classificado como Cambissolo húmico de textura franco-arenosa. A coleta foi efetuada em camada de 20 cm de profundidade, e, posteriormente, o solo foi seco ao ar e levado ao viveiro florestal. Como substratos orgânicos utilizaram-se os esterco suíno, ovino e bovino, provenientes de animais pertencentes ao IFMT São Vicente, previamente secos. Enquanto que, o substrato comercial foi o Basaplant®, composto por casca de pinus, fibra de coco, turfa fibrosa, vermiculita e NPK e micronutrientes, indicado para a produção de mudas de espécies florestais nativas.

A combinação de substratos originou 23 tratamentos em tubetes plásticos com capacidade para 240 cm³, dispostos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições: T1 - 100% solo (S1); T2 - 100% Basaplant® (S2); T3 - 100% esterco suíno (S3); T4 - 100% esterco ovino (S4); T5 - 100% esterco bovino (S5); T6 - 20% S1 + 20% S2 + 60% S3; T7 - 50% S1 + 50% S3; T8 - 50% S2 + 50% S3; T9 - 20% S1 + 20% S2 + 60% S4; T10 - 50% S1 + 50% S4; T11 - 50% S2 + 50% S4; T12 - 20% S1 + 20% S2 + 60% S5; T13 - 50% S1 + 50% S5; T14 - 50% S2 + 50% S5; T15 - 25% S1 + 25% S2 + 50% S3; T16 - 40% S1 + 60% S3; T17 - 40% S2 + 60% S3; T18 - 25% S1 + 25% S2 + 50% S4; T19 - 40% S1 + 60% S4; T20 - 40% S2 + 60% S4; T21 - 25% S1 + 25% S2 + 50% S5; T22 - 40% S1 + 60% S5; T23 - 40% S2 + 60% S5. Foi mantida a irrigação diária durante o período de incubação.

Uma amostra de cada tratamento foi retirada para caracterização química, de acordo com métodos da Embrapa (1997), conforme tabela 1.

Durante o período de incubação dos substratos, realizou-se a produção de mudas do *S. amazonicum*. As sementes passaram por quebra de dormência utilizando o método de choque térmico, no qual as sementes foram imersas em água morna e, em seguida, em água fria. Posteriormente, colocadas para germinar em canteiro de 1,20 m x 3,00 m preenchido com areia lavada, a um cm de profundidade recomendada por Rosa et al. (2009), a pleno sol. As primeiras germinações foram observadas cinco dias após a semeadura, ocorrendo uniformemente e, dentro de 15 dias, as mudas atingiram 10 cm de comprimento, estando aptas ao transplante.

Após o transplante, as mudas passaram por período de adaptação de 15 dias. Em seguida, iniciou-se o acompanhamento do crescimento. As características morfológicas utilizadas na avaliação do crescimento foram verificados 120 dias após a germinação. A altura da parte aérea foi medida com régua graduada, a partir do nível do substrato até a última folha, e o diâmetro de colo foi medido com paquímetro digital. Com esses dados foi possível calcular a porcentagem de incremento em altura e em diâmetro, tendo a testemunha como referência.

Tabela 1. Características químicas dos substratos utilizados.

Trat.	pH	H+Al	Al	Ca+Mg	Ca ²⁺	K	P	SB	T(pH7,0)	t	V%	m%
	CaCl ₂		cmol _c .dm ⁻³			mg.dm ⁻³			cmol _c .dm ⁻³			
T1	4,77	9,2	1,4	1,6	0,9	1	95,6	1,61	5,21	3,01	30,9	46,46
T2	5,76	9,5	0,3	16,8	10	11	82,1	16,94	20,99	17,24	80,7	1,74
T3	5,43	11,6	1,2	19,1	6,4	28	46,7	19,47	26,67	20,67	73,0	5,81
T4	5,79	9,8	4,0	24,6	9	56	31	25,33	29,83	29,33	84,9	13,64
T5	5,97	9,9	0,7	17,7	6,7	34	40,3	18,14	22,79	18,84	79,6	3,71
T6	6,70	8,4	1,5	17	7,5	86	50,4	18,12	20,52	19,62	88,3	7,64
T7	6,49	8,6	1,6	15,5	6,5	66	39,9	16,88	19,58	18,48	86,2	8,66
T8	6,84	9	0,7	19,2	9,1	84	44,1	20,30	23,60	21,00	86,0	3,33
T9	5,99	8,1	1,3	18	9,1	33	49,7	18,43	20,38	19,63	90,4	6,11
T10	5,91	9,8	3,0	18,4	8,3	30	45,7	18,79	23,29	21,79	80,7	13,77
T11	5,87	9,5	1,2	19,5	9,1	27	51	19,85	23,90	21,05	83,1	5,70
T12	6,04	9,5	1,0	19,4	8,2	57	43,9	20,14	24,19	21,14	83,3	4,73
T13	6,11	9	0,5	16,7	5,5	39	59,1	17,21	20,51	17,71	83,9	2,82
T14	5,94	9,4	0,5	20	9,3	26	40,1	20,34	24,24	20,84	83,9	2,40
T15	6,83	8,2	0,5	15,9	6,4	61	51,9	16,70	18,80	17,20	88,8	2,91
T16	6,80	8	2,0	16,1	6,2	85	25,1	17,21	19,01	19,21	90,5	10,41
T17	6,73	8,5	2,5	18,9	8,1	74	44	19,87	22,42	22,37	88,6	11,18
T18	5,82	9,7	0,6	17,7	9,8	17	62	17,92	22,27	18,52	80,5	3,24
T19	5,81	9,9	0,6	17,2	8,3	18	46,4	17,44	22,09	18,04	78,9	3,33
T20	5,83	10,2	1,1	20	10	17	49,6	20,22	25,32	21,32	79,7	5,16
T21	6,05	8,8	0,7	19	9,6	29	57,6	19,38	22,38	20,08	86,6	3,49
T22	6,13	9,2	0,5	18	7,1	51	30,3	18,67	22,27	19,17	83,8	2,61
T23	5,95	9,6	0,5	20	10	30	45,3	20,39	24,59	20,89	82,9	2,39

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 porcentagem; m% - saturação por Al, em porcentagem.

Para a obtenção da biomassa, as mudas foram retiradas dos tubetes, lavadas em água corrente, seccionadas em parte aérea e radicular, acondicionadas em sacolas de papel devidamente identificadas e colocadas em estufa de circulação de ar a 65°C. Após atingir peso constante, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0005 g. Com estes dados, foi possível obter a relação entre as biomassas da parte aérea e radicular, bem como a relação entre a altura da parte aérea e a biomassa radicular, além do índice de qualidade de Dickson et al. (1960).

Após pesagem, as mudas foram moídas em moinho tipo Wiley, e o material resultante foi submetido às digestões sulfúrica e nitro-perclórica para determinações das concentrações de macro e micronutrientes,

conforme métodos de Malavolta et al. (1997).

Para o processamento dos dados, foi utilizado o Assistat 7.6 beta da UFCG, 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%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de resíduos orgânicos influenciou positivamente no crescimento e no desenvolvimento inicial de mudas de *S. amazonicum*, como pode ser observado nas tabelas 2 e 3. Somente a relação H/D não apresentou diferença entre os tratamentos testados.

O crescimento em altura da parte aérea foi influenciado pela adição de resíduo orgânico ao substrato, obtendo nos tratamentos 03 (100% esterco suíno) e 05 (100% esterco bovino) crescimento 54% superior ao tratamento 01 (100% solo). Considerando a recomendação de Paiva e Gomes (2000), em que as mudas estão aptas para o campo ao atingirem entre 15 e 30 cm, não se obteve valores adequados nos tratamentos 01 (100% solo), 09 (20% solo + 20% Basaplant® + 60% esterco ovino), 19 (40% solo + 60% ovino) e 23 (40% Basaplant® + 60% esterco bovino). Maranhão e Paiva (2012), Delarmelina et al. (2013) e Maranhão et al. (2013) também observaram maior crescimento em altura ao adicionar resíduos orgânicos ao substrato de *Physocalymma scaberrimum* Pohl., de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers., e de *Cordia alliodora* ((Ruiz e Pav.) Cham.), respectivamente.

Tabela 2. Altura da parte aérea, diâmetro de colo e relação H/D de mudas de *Schizolobium amazonicum* em diferentes combinações de substratos orgânicos 120 dias após a semeadura.

TRAT	H	IncH	DC	IncDC	H/D
T1	9,00 b	0,00 b	2,80 c	0,00 b	3,27 a
T2	15,75 a	43,45 a	3,82 a	26,57 a	4,12 a
T3	19,50 a	54,30 a	4,20 a	32,77 a	4,66 a
T4	17,50 a	48,10 a	3,80 a	25,25 a	4,66 a
T5	19,50 a	52,87 a	4,12 a	31,82 a	4,73 a
T6	17,50 a	46,12 a	3,95 a	29,17 a	4,42 a
T7	15,50 a	39,30 a	3,55 b	20,75 a	4,37 a
T8	18,75 a	50,20 a	3,95 a	28,47 a	4,78 a
T9	14,50 a	34,25 a	3,85 a	26,32 a	3,83 a
T10	15,75 a	42,95 a	3,20 c	16,42 a	5,00 a
T11	16,25 a	43,97 a	3,75 a	25,12 a	4,34 a
T12	18,25 a	51,30 a	3,75 a	24,42 a	4,87 a
T13	17,50 a	48,40 a	3,77 a	25,40 a	4,67 a
T14	17,25 a	44,32 a	4,00 a	29,52 a	4,28 a
T15	16,25 a	44,87 a	3,50 b	19,67 a	4,65 a
T16	16,50 a	44,47 a	3,90 a	23,02 a	4,22 a
T17	16,75 a	45,90 a	3,75 a	24,65 a	4,49 a
T18	15,25 a	40,25 a	3,60 b	21,97 a	4,23 a
T19	14,50 a	37,32 a	3,40 b	18,75 a	4,27 a
T20	16,50 a	44,10 a	3,72 a	24,42 a	4,47 a
T21	17,00 a	46,37 a	3,55 b	20,87 a	4,78 a
T22	16,50 a	44,87 a	3,90 a	26,75 a	4,22 a
T23	13,75 a	34,30 a	3,82 a	26,60 a	3,60 a
CV (%)	14,53	26,89	8,50	29,06	16,11
F	3,38 **	3,44**	3,68 **	3,60**	1,34 ^{ns}

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

No entanto, de acordo com a recomendação de Gonçalves et al. (2000), os limites de altura devem estar entre 20 e 35 cm. Nesse caso, nenhum tratamento teria proporcionado crescimento em altura adequado ao transplante para o plantio. Isso é comprovado por Matos et al. (2009) ao recomendar um bom crescimento para as mudas de *S. amazonicum* ao atingirem 28,8 cm de altura aos 90 dias, valor que não foi observado no presente estudo.

O incremento em altura foi inferior apenas nas plantas que se desenvolveram tendo o solo como substrato (tratamento 1), o que pode ter sido favorecido pela ausência de diferença nesses tratamentos ao analisar esta variável e pelo baixo número de repetições.

O diâmetro de colo está diretamente relacionado com a sobrevivência das mudas após o plantio no campo (Souza et al., 2006), considerando o estresse e a adaptação ao novo ambiente. No presente trabalho, essa característica foi influenciada pela adição de resíduo ao substrato, que, nas mudas dos tratamentos 03 (100% esterco suíno) e 05 (100% esterco bovino), apresentaram crescimentos 33 e 32%, respectivamente, superiores ao tratamento 01 (100% solo). Observou-se, ainda, diferenças entre tratamentos na análise do incremento em diâmetro de colo, sendo inferior no tratamento testemunha.

Caione et al. (2012) relataram que a literatura ainda não indica parâmetros para a avaliação do crescimento em diâmetro de colo de *S. amazonicum*. No entanto, os valores obtidos no presente trabalho, aos 120 dias, são semelhantes aos obtidos por Lange et al. (2014), utilizando esterco bovino e esterco de aves em diferentes proporções aos 90 dias. Portanto, as proporções estudadas de esterco bovino, suíno e ovino podem ter disponibilizado nutrientes mais lentamente.

Segundo Matos et al. (2009), o crescimento em diâmetro de colo das mudas de *S. amazonicum* pode ser considerado bom ao atingir 3,9 mm aos 90 dias. No entanto, na presente pesquisa, alguns tratamentos estudados atingiram o valor recomendado apenas aos 120 dias (T3 – 100% esterco suíno; T5 – 100% esterco bovino; T6 – 20% solo + 20% Basaplant® + 60% esterco suíno; T8 – 50% Basaplant® + 50% esterco suíno; T14 – 50% Basaplant® + 50% esterco bovino; T16 – 40% solo + 60% esterco suíno; T22 – 40% solo + 60% esterco bovino), enquanto que os demais apresentaram crescimento inferior neste mesmo período avaliado, o que pode ter relação com as concentrações de nutrientes presentes e disponibilizadas pelos esterco.

Na análise da relação H/D não se observou diferença entre os tratamentos, o que, segundo Bernardino et al. (2005), se deve ao equilíbrio nos crescimentos em altura da parte aérea e em diâmetro de colo. Esses resultados são semelhantes aos observados por Maranhão e Paiva (2012) ao estudarem a produção de mudas de *P. scaberrimum* Pohl. em resíduo orgânico de açaí.

A produção de biomassa também foi influenciada pela utilização de esterco na composição do substrato para a produção de mudas (Tabela 3), sendo que os menores valores, tanto para a parte aérea quanto para a radicular, foram obtidos no tratamento em que se utilizou apenas solo como substrato (tratamento 1). Maranhão e Paiva (2012), Delarmelina et al. (2013), Maranhão et al. (2013) e Faria et al. (2013) também verificaram influência dos resíduos orgânicos na produção de biomassa em mudas de *P. scaberrimum* Pohl, *S. virgata* (Cav.) Pers, *C. alliodora* ((Ruiz e Pav.) Cham.), *Calycophyllum spruceanum* Benth. e *Mimosa setosa* (Benth.), respectivamente.

Tabela 3. Biomassas das partes aérea e radicular, sua relação e índice de Dickson de mudas de *Schizolobium amazonicum* em diferentes combinações de substrato orgânico 120 dias após a semeadura.

TRAT	Biomassa PA	Biomassa PR	BioPA/BioPR	H/BioPA	IQD
T1	0,19 c	0,20 b	0,94 a	49,56 a	0,10 b
T2	0,67 b	0,71 a	0,95 a	23,86 b	0,27 a
T3	1,15 a	0,82 a	1,50 a	17,04 b	0,32 a
T4	1,12 a	0,67 a	1,69 a	16,37 b	0,29 a
T5	1,20 a	0,69 a	1,72 a	16,91 b	0,29 a
T6	0,91 a	0,77 a	1,32 a	19,61 b	0,29 a
T7	0,78 b	0,56 a	1,41 a	20,49 b	0,23 a
T8	0,98 a	0,74 a	1,52 a	19,01 b	0,29 a
T9	0,90 a	0,59 a	1,53 a	16,28 b	0,28 a
T10	0,76 b	0,55 a	1,38 a	20,97 b	0,21 a
T11	0,96 a	0,67 a	1,45 a	17,00 b	0,28 a
T12	1,03 a	0,68 a	1,61 a	17,86 b	0,26 a
T13	0,84 b	0,60 a	1,39 a	20,73 b	0,24 a
T14	0,94 a	0,74 a	1,31 a	22,96 b	0,30 a
T15	0,82 b	0,57 a	1,45 a	20,10 b	0,23 a
T16	1,02 a	0,56 a	1,85 a	16,74 b	0,26 a
T17	1,28 a	0,65 a	2,03 a	13,25 b	0,30 a
T18	0,75 b	0,59 a	1,37 a	20,47 b	0,24 a
T19	0,92 a	0,63 a	1,51 a	16,09 b	0,27 a
T20	0,96 a	0,74 a	1,33 a	17,34 b	0,30 a
T21	0,81 b	0,71 a	1,16 a	21,74 b	0,26 a
T22	1,06 a	0,63 a	1,90 a	16,66 b	0,28 a
T23	0,80 b	0,61 a	1,34 a	17,21 b	0,29 a
CV (%)	20,14	22,35	29,16	34,15	20,62
F	5,68**	2,81**	1,53ns	4,16**	2,71**

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

Glass (1989) explica que, quando o crescimento da planta ocorre em condições nutricionais favoráveis, há maior acúmulo de matéria seca na parte aérea. Neste sentido, o tratamento que possibilitou a obtenção de mudas com menor vigor correspondeu ao tratamento 01 (100% solo), evidenciando a necessidade de combinações de diferentes tipos de substratos. O aumento da produção de biomassa nas mudas produzidas em diferentes proporções de esterco ocorreu, possivelmente, devido à combinação de um substrato com capacidade de retenção de água com outro que propiciou a disponibilização de nutrientes essenciais ao desenvolvimento inicial das plantas. No entanto, o aumento foi inferior ao observado por Lange et al. (2014), aos 90 dias, ao adicionar esterco bovino e de aves como substrato para mudas de *S. amazonicum*.

A utilização de esterco favoreceu a produção de biomassa radicular em comparação com o substrato com 100% solo. As mudas do tratamento 03 (100% esterco suíno) obtiveram produção de massa radicular 75,6% superior as do tratamento com substrato 100% solo. No entanto, os valores foram inferiores aos obtidos por Lange et al. (2014) aos 90 dias, ao aplicar esterco bovino e de aves como substrato para mudas de *S. amazonicum*. A produção de biomassa radicular é importante, de acordo com Hermann (1964), porque a massa seca das raízes é considerada um dos melhores e mais importantes parâmetros para a sobrevivência e estabelecimento das mudas no campo.

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, atingido apenas no tratamento 17 (40% Basaplant® + 60% esterco suíno), valor que pode ter sido facilitado devido a maior produção de massa aérea nesse tratamento. No entanto, Lange et al. (2014) mencionaram que não há indicações conclusivas sobre o melhor índice entre massa da parte aérea e massa da parte radicular para mudas de *S. amazonicum*.

A relação entre altura e biomassa da parte aérea diz respeito à sobrevivência das mudas após o plantio. De acordo com Gomes (2001), quanto menor o quociente obtido dessa divisão, mais rusticada será a muda e maior deverá ser sua sobrevivência no campo. Neste sentido, as mudas do tratamento 01 (100% solo) não estariam aptas ao plantio, pois obtiveram os maiores valores, enquanto que, nos demais tratamentos, os valores foram considerados iguais.

Nesse sentido, obtiveram-se mudas de menor qualidade no tratamento 01 (100% solo). Quanto ao índice de qualidade de Dickson, Hunt (1990) defende que o valor mínimo deve ser de 0,20. No entanto, observaram-se valores superiores nos tratamentos com adição de esterco, resultados semelhantes aos de Faria et al. (2013) e Delarmelina et al. (2013). Porém, os valores no presente trabalho foram inferiores aos obtidos por Lange et al. (2014).

Portanto, observou-se maior desenvolvimento das mudas produzidas em substratos com esterco, o que pode ter ocorrido devido às alterações na fertilidade do substrato combinado com a capacidade de retenção de água. No entanto, este desenvolvimento foi inferior ao observado em outros trabalhos com esterco para produção de mudas de *S. amazonicum*.

Concentração de Macronutrientes

A adição de resíduos orgânicos no substrato influenciou nas concentrações de macro (Tabela 4) e de micronutrientes (Tabela 5) na parte aérea das mudas de *S. amazonicum*, demonstrando a importância de estudar as melhores combinações de substratos para a espécie.

Tabela 4. Concentração de macronutrientes, em g.kg⁻¹, em mudas de *S. amazonicum* produzidas em diferentes proporções de substratos orgânicos 120 dias após a semeadura.

TRAT	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	4,48 c	0,92 c	45,24 a	0,75 a	0,32 a	0,86 c
T2	6,81 c	1,22 c	46,86 a	0,85 a	0,51 a	0,31 c
T3	6,91 c	1,40 c	51,70 a	0,85 a	0,64 a	0,65 c
T4	8,49 b	1,69 b	63,01 a	0,85 a	0,51 a	0,78 c
T5	8,77 b	1,22 c	48,47 a	0,85 a	0,51 a	0,36 c
T6	7,84 b	1,32 c	48,47 a	1,07 a	0,57 a	0,41 c
T7	7,47 c	1,33 c	59,78 a	0,85 a	0,57 a	0,99 c
T8	5,79 c	1,27 c	59,78 a	0,85 a	0,51 a	0,88 c
T9	7,93 b	1,51 c	61,39 a	0,96 a	0,51 a	0,39 c
T10	9,52 a	1,66 b	71,08 a	1,07 a	0,25 a	0,54 c
T11	8,21 b	1,24 c	67,85 a	0,96 a	0,57 a	0,97 c
T12	7,09 c	1,29 c	56,54 a	0,96 a	0,51 a	0,57 c
T13	8,02 b	1,22 c	56,54 a	1,07 a	0,32 a	0,37 c
T14	6,91 c	1,38 c	38,78 a	0,85 a	0,57 a	0,85 c
T15	7,09 c	2,30 a	48,47 a	0,85 a	0,51 a	1,90 b
T16	10,54 a	2,28 a	61,39 a	0,96 a	0,51 a	3,03 a
T17	10,54 a	1,66 b	61,39 a	0,75 a	0,51 a	2,79 a
T18	7,84 b	1,87 b	64,62 a	0,96 a	0,51 a	1,89 b
T19	8,21 b	1,62 b	67,85 a	0,96 a	0,51 a	1,50 b
T20	7,37 c	1,66 b	53,31 a	0,85 a	0,51 a	2,26 b
T21	5,88 c	1,12 c	53,31 a	0,96 a	0,51 a	0,46 c
T22	5,51 c	1,46 c	45,24 a	0,96 a	0,45 a	1,46 b
T23	6,35 c	1,55 c	56,54 a	0,96 a	0,38 a	1,17 c
CV (%)	15,91	22,56	20,73	21,50	33,53	43,38
F	4,57**	2,97**	1,58ns	0,63 ns	0,92 ns	8,08**

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

As maiores concentrações de N foram observadas nos tratamentos 10 (50% solo + 50% esterco ovino), 16 (40% solo + 40% esterco suíno) e 17 (40% Basaplant® + 60% esterco suíno). Porém, não se verificou concentrações adequadas, de acordo com recomendação de Malavolta et al. (1997), entre 12 a 35 g.kg⁻¹, possivelmente, devido ao aumento nas condições de pH (6,80 e 6,73, respectivamente) e de saturação por bases (90% e 89%, respectivamente) do substrato ao adicionar esterco, indisponibilizando N para a planta. Ou, ainda, isso pode ter ocorrido devido à baixa concentração do nutriente presente nos substratos utilizados. O N é um constituinte estrutural de aminoácidos e proteínas e constituinte ou ativador de enzimas, além de participar dos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, sínteses, multiplicação e nas diferenciações celulares e herança (Malavolta et al., 1989). Portanto, concentrações menores que as recomendadas podem acarretar em deficiências, limitando o crescimento da planta, o que pode ter ocorrido e dificultado o crescimento das mudas de *S. amazonicum* no presente trabalho.

Tabela 5. Concentração de micronutrientes, em mg.kg⁻¹, em mudas de *S. amazonicum* produzidas em diferentes proporções de substratos orgânicos 120 dias após a semeadura.

TRAT	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	13,33 c	32,63 d	102,53 a	123,63 c
T2	3,53 c	61,73 d	106,75 a	275,52 c
T3	11,72 c	49,06 d	106,75 a	680,59 b
T4	14,64 c	58,45 d	106,75 a	954,85 a
T5	30,32 b	105,40 b	94,09 b	292,40 c
T6	15,94 c	132,16 a	102,53 a	427,42 c
T7	2,87 c	77,23 c	94,09 b	351,47 c
T8	21,17 c	86,61 c	94,09 b	490,71 c
T9	4,18 c	58,45 d	94,09 b	233,33 c
T10	12,02 c	60,59 d	89,87 b	317,72 c
T11	65,62 a	81,92 c	89,87 b	283,96 c
T12	43,39 b	34,97 d	85,65 c	305,06 c
T13	51,24 a	74,88 c	77,21 c	254,43 c
T14	42,09 b	56,10 d	85,65 c	271,30 c
T15	30,32 b	74,88 c	89,87 b	478,05 c
T16	52,54 a	77,23 c	81,43 c	385,23 c
T17	42,09 b	56,10 d	81,43 c	275,52 c
T18	48,62 a	49,06 d	77,21 c	317,72 c
T19	49,93 a	92,25 c	77,21 c	309,28 c
T20	47,32 a	60,79 d	72,99 d	267,08 c
T21	35,55 b	37,93 d	72,99 d	279,74 c
T22	5,49 c	42,01 d	64,56 e	250,21 c
T23	5,49 c	74,88 c	64,56 e	241,77 c
CV (%)	31,81	23,85	6,28	39,06
F	14,28**	6,54**	16,37**	4,77**

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

As concentrações de P foram consideradas adequadas, conforme recomendação de Malavolta et al. (1997), exceto no tratamento 100% solo. Os substratos orgânicos podem promover efeitos como os do calcário ao aumentar o pH, a quantidade de cátions básicos e, conseqüentemente, a saturação por bases, ou, ainda, em decorrência da quantidade de P existente nos substratos. Isso porque, dos macronutrientes, o P é o que limita mais frequentemente a produção das culturas na região dos cerrados por apresentar-se em formas pouco disponíveis aos vegetais e pelas características de elevada adsorção dos solos dessa região (Santos e Kliemann, 2005).

Não se observou diferença nas concentrações de K, porém, para todos os tratamentos, obteve-se concentrações superiores às recomendadas por Malavolta et al. (1997). Isso pode representar um desequilíbrio nutricional que irá depender da combinação e proporção dos esterco e promover baixas concentrações de Ca e de Mg. Segundo Mendonça et al. (1999), existe um antagonismo entre Ca, Mg e K, portanto,

o aumento na concentração de um desses elementos implica na diminuição da absorção dos outros. Isso explica por que as concentrações de Ca e de Mg foram consideradas abaixo da ideal, segundo Malavolta et al. (1997), apesar de não se observar diferença significativa. Concentrações adequadas poderiam ser observadas, segundo Malavolta (1976) e Malavolta et al. (1989), no caso de ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Ca e o K, favorecendo sua absorção.

Conforme recomendação de Malavolta et al. (1997), as concentrações de S foram consideradas adequadas nos tratamentos 15 (25% solo + 25% Basaplant® + 50% esterco suíno), 18 (25% solo + 25% Basaplant® + 50% esterco ovino), 19 (40% solo + 60% ovino) e 22 (40% solo + 60% esterco bovino); superiores às recomendadas pelos autores nos tratamentos 16 (40% solo + 40% esterco suíno), 17 (40% Basaplant® + 60% esterco suíno) e tratamento 20 (40% Basaplant® + 60% esterco ovino). Nos demais tratamentos, as mudas apresentaram concentrações abaixo da ideal.

Portanto, os esterco, nas proporções utilizadas, não apresentaram concentrações adequadas de N, K, Ca e Mg, podendo limitar o crescimento e/ou desenvolvimento das mudas de *S. amazonicum*.

Concentrações de Micronutrientes

As concentrações de micronutrientes estão apresentadas na Tabela 5. Pode-se observar que a utilização de esterco favoreceu a disponibilidade e conseqüente absorção de Cu pelas mudas de *S. amazonicum*, sendo que as maiores concentrações foram observadas nos tratamentos 11 (50% Basaplant® + 50% esterco ovino), 13 (50% solo + 50% esterco bovino), 16 (40% solo + 40% esterco suíno), 18 (25% solo + 25% Basaplant® + 50% esterco ovino), 19 (40% solo + 60% ovino) e 20 (40% Basaplant® + 60% esterco ovino). No entanto, as concentrações permaneceram abaixo da ideal, segundo Malavolta et al. (1997), nos tratamentos 03 (100% esterco suíno), 07 (50% solo + 50% esterco suíno), 09 (20% solo + 20% Basaplant® + 60% esterco ovino), 22 (40% solo + 60% esterco bovino) e 23 (40% Basaplant® + 60% esterco bovino).

As maiores concentrações de Fe foram observadas no tratamento 06 (20% solo + 20% Basaplant® + 60% esterco suíno). No entanto, todos os tratamentos proporcionaram concentrações adequadas segundo Malavolta et al. (1997). Isso é importante em razão do Fe ser o micronutriente mais requerido pelas plantas e indispensável para a formação da clorofila (Malavolta, 1989).

As concentrações de Mn foram consideradas adequadas em todos os tratamentos, pois, segundo recomendação de Mills e Jones (1996), estiveram entre 10 e 200 mg.kg⁻¹. Porém, foram superiores nos tratamentos 01 (100% solo), 02 (100% Basaplant®), 03 (100% esterco suíno), 04 (100% esterco ovino) e 06 (20% solo + 20% Basaplant® + 60% esterco suíno). De acordo com Taiz e Zeiger (2004), o Mn está presente na clorofila e participa do metabolismo energético respiratório, compreendendo-se sua importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Todos os tratamentos apresentaram concentrações de Zn acima das recomendadas por Malavolta et al. (1989) de 20 mg.kg⁻¹, tendo sido superior no tratamento 04 (100% esterco ovino). De acordo com Wallace et al. (1978), o P pode aumentar a absorção de Zn pelas plantas, mas a interação só é negativa em

altas concentrações de P e baixas de Zn. Nesse caso, ao contrário, é possível que as altas concentrações de Zn tenham limitado a absorção e/ou disponibilidade de P.

Portanto, os esterco suíno, ovino e bovino foram eficientes, conforme as combinações e proporções, na disponibilização dos micronutrientes essenciais para o desenvolvimento das mudas de *S. amazonicum*. Devem-se, no entanto, atentar-se para os desequilíbrios nutricionais provocados no caso das concentrações acima dos níveis considerados ideais, que podem favorecer a fitotoxicidade das plantas e, comprometer seu adequado desenvolvimento.

CONCLUSÕES

As combinações de esterco suíno, ovino e bovino estudadas influenciaram positivamente no crescimento e desenvolvimento das mudas de *Schizolobium amazonicum*.

As combinações de substratos promoveram aumentos nas concentrações de K e de Zn a níveis acima dos recomendados.

Os substratos foram eficientes na disponibilização de micronutrientes (exceto Zn) para as mudas de *S. amazonicum* em níveis adequados.

REFERÊNCIAS

- BERNARDINO, D. C. S. et al. 2005. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. **Revista Árvore**, **29**(6):863-870.
- BRISSETTE, J. C. 1984. Summary of discussion about seedling quality. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1984, Alexandria, New Orleans: USDA. p. 127-128.
- 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. **Semina: Ciências Agrárias**, **26**(1):33-40.
- CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. L. 2012. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**, **40**(94):213-221.
- CARVALHO, P. E. 2007. **Paricá: Schizolobium amazonicum**. Colombo: Embrapa Florestas, 8p. (Circular técnica, n.142).
- CARVALHO FILHO, J. L. S. et al. 2003. Produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes, recipientes e composições de substratos. **Cerne**, **9**(1):109-118.
- DANTAS, A. C. V. L. et al. 2008. Produção de mudas de jenipapeiro em diferentes substratos. In: XX

CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2008, Vitória. CD-ROM.

DELARMELINA, W. M. et al. 2013. Uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. **Revista Agroambiente**, 7(2):184-192.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. **Forest Chronicle**, 36:10-13.

DUCKE, A. 1949. **As leguminosas da Amazônia brasileira**: notas sobre a flora neotrópica - II. Belém: Instituto Agrônomo do Norte, 248p. (Boletim Técnico, n. 18).

EMBRAPA. 1997. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 212p.

FARIA, J. C. T. et al. 2013. Uso de resíduos orgânicos no crescimento de mudas de *Mimosa setosa*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 33(76):409-418.

GLASS, A. D. M. 1989. **Plant nutrition**. An introduction to current concepts. Boston: Jones and Barlett Publishers, 234p.

GOMES, J. M. 2001. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 166p.

GONÇALVES, J. L. M. et al. 2000. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: J. L. M. Gonçalves; V. Benedetti. (Org.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, p. 309-350.

HERMANN, R. K. 1964. Importance of top-root ratios for survival of Douglas-fir seedling. **Tree Planter's Notes**, (64):1-5.

HUNT, G. A. 1990. 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. p. 218-222.

LANGE, A.; SILVA JUNIOR, J. G.; CAIONE, G. 2014. Substratos para produção de mudas de *Schizolobium amazonicum*. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, 8(1):49-54.

LIMA, L. S. et al. 2006. Substratos para produção de mudas de mamoeira compostos por misturas de cinco fontes de matéria orgânica. **Ciência Agrotécnica**, 30(3):474-479.

MALAVOLTA, E. 1976. **Manual de química agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 528p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. 1989. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 201p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 319p.

MARANHO SOBRINHO, A.; PAIVA, A. V. 2011. Emergência de plântulas de supiarana (*Alchornea discolor* Poepp.) em substrato composto por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açaí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, 6(1):85-98.

- MARANHO SOBRINHO, A.; PAIVA, A. V. 2012. Produção de mudas de *Physocalymma scaberrimum* em substratos compostos por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açai. **Floresta**, **42**(2):399-408.
- MARANHO SOBRINHO, A.; PAIVA, A. V.; PAULA, S. R. P. 2013. Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia, Brasil. **Revista Árvore**, **37**(5):913-921.
- MATOS, G. D. et al. 2009. Desenvolvimento de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* ex Ducke) em substrato orgânico – estudo de caso. **Synergismus scyentifica**, **4**(1):1-3.
- MENDONÇA, A. V. R. et al. 1999. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All (aroeira do sertão). **Cerne**, **5**(2):65-75.
- MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. 1996. **Plant analysis handbook II**. 2. ed. Athens: Micro-Macro, 422p.
- PARVIAINEN, J. V. 1981. Qualidade e avaliação de qualidade de mudas florestais. In: I SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1981, Curitiba. p. 59-90.
- PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. 2000. **Viveiros florestais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 69p. (Cadernos didáticos, 72).
- ROSA, L. S. et al. 2009. Qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista Ciência Agrária**, (52):87-98.
- SANTOS, E. A.; KLIEMANN, H. J. 2005. Disponibilidade de fósforo de fosfatos naturais em solos de cerrado e sua avaliação por extratos químicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, **35**(3):139-146.
- SOUZA, C. A. M. et al. 2006. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, **16**(3):243-249.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2004. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: ARTMED, 719p.
- VIDAURRE, G. B. 2010. **Caracterização anatômica, química e físico-mecânica da madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum*) para produção de energia e polpa celulósica**. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Viçosa. 74p.
- WALLACE, A.; MUELLER, R. T.; ALEXANDER, G. V. 1978. Influence of phosphorus on zinc, iron, manganese and copper uptake by plants. **Soil Science**, **126**(6):336-341.