



ARTIGO ORIGINAL

Lusiene Barbosa Sousa¹
Rafaela Simão Abrahão Nóbrega^{2*}
José Ferreira Lustosa Filho³
Sarah Priscilla do Nascimento Amorim⁴
Linnajara de Vasconcelos Martins
Ferreira³
Júlio César Azevedo Nóbrega²

Cultivo de *Sesbania virgata* (Cav. Pers) em diferentes substratos

Sesbania virgata (Cav. Pers) cultivation in different substrates

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Departamento de Agronomia, Avenida Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, 44380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil

³ Universidade Federal de Lavras – UFLA, Departamento de Ciência do Solo, Campus universitário, s/n, 37200-000, Lavras, MG, Brasil

⁴ Universidade Federal do Piauí – UFPI, Campus Universitário Professora Cinobelina Elvas – CPCE, Rodovia Bom Jesus-Viana, km 01, Planalto Cibrazem, 64900-000, Bom Jesus, PI, Brasil

*Autor Correspondente:

E-mail: rafaela.nobrega@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Bagana de carnaúba
Composto orgânico
Viveiro
Emergência
Qualidade de mudas

KEYWORDS

Leave dust from carnauba
Organic compound
Nursery
Emergence
Seedling quality

RESUMO: O substrato é um dos fatores que exerce influência no desenvolvimento das mudas de espécies florestais. Inúmeros resíduos industriais e urbanos podem ser utilizados como fonte de nutrientes visando contribuir para a redução dos custos de produção de mudas e também podem ser uma saída para reduzir ou solucionar problemas ambientais. Objetivou-se avaliar a porcentagem e velocidade de emergência e o crescimento inicial de *Sesbania virgata* cultivada em substratos constituídos de diferentes resíduos orgânicos acrescidos de amostras de horizonte B de um Latossolo Amarelo. Os tratamentos foram constituídos das seguintes proporções: (v/v) de três resíduos (bagana de carnaúba, composto orgânico e palha de arroz): solo: 0:100; 20:80; 40:60; 60:40; 80:20, dispostos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3 × 5), com 10 repetições. Foram avaliadas a porcentagem e a velocidade de emergência, variáveis relacionadas ao crescimento das plantas, suas relações, e o índice de qualidade de Dickson. As mudas de *Sesbania virgata* são responsivas à adição de resíduos orgânicos ao substrato constituído de amostras de subsolo, sendo que as melhores respostas foram obtidas quando se utilizou composto orgânico. A adição de palha de arroz ao substrato reduziu a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência das mudas de *Sesbania virgata*. As mudas cultivadas com os substratos constituídos de composto orgânico na proporção 88,48: 11,52 (composto orgânico:solo) apresentam maior índice de qualidade de Dickson, sendo, portanto, esta a proporção recomendada para a produção de mudas.

ABSTRACT: The substrate has great influence in forest seedlings species development. Several industrial and urban wastes may be used as a source of nutrients to contribute to the reduction of seedling production costs and may help to reduce or solve environmental problems. This study aimed to evaluate the germination percentage, speed and initial growth of *Sesbania virgata* cultivated in substrates composed of organic residues plus samples horizon B of a yellow latosol. Treatments had the following proportions (v/v) of three residues (leave dust from carnauba, organic compound and rice husk): soil: 0:100; 20:80; 40:60; 60:40; 80:20, disposed in entirely randomized delineation, in factorial scheme (3 × 5), with 10 replications. The germination percentages, emergence speed, plant growth related variables, its relations, Dickson quality index were evaluated. *Sesbania virgata* seedlings are responsive to the addition of organic residues to the substrate composed of subsoil samples, however the best results were obtained with the use of organic composite. The addition of rice husk to the substrate reduced the germination percentage and the index of emergence speed of *Sesbania virgata* seedlings. Seedling cultivated with substrates added of organic compound in the proportion 88.48: 11.52 (organic compound: soil) presented greater Dickson quality index. Therefore, this is the recommended seedling production proportion.

1 Introdução

A produção de mudas de qualidade depende de vários fatores, sendo a composição dos substratos um fator 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 (Dias et al., 2012). Vários são os materiais que podem ser usados na composição do substrato. Entre os diversos materiais alternativos utilizados, há o composto de lixo urbano (Nóbrega et al., 2008); biossólido (Nóbrega et al., 2008; Caldeira et al., 2012); a casca de arroz carbonizada (Saidelles et al., 2009); o húmus de minhoca; esterco bovino curtido (Oliveira et al., 2008); entre vários outros materiais regionais. Assim, é necessário fazer a escolha correta dos seus componentes, de acordo com a espécie a ser cultivada.

A utilização de terra de subsolo para compor substratos de espécies florestais constitui uma prática comum para a produção de mudas, por ser economicamente viável e estar sempre disponível, no entanto, este material, na maioria das vezes, apresenta-se pobre em matéria orgânica e em nutrientes (Sousa et al., 2013). A adição de resíduos orgânicos aos substratos constituídos apenas de solo favorece, entre outros fatores, a redução do custo de produção e o acúmulo destes no ambiente, além de adicionar nutrientes e matéria orgânica.

Há relatos recentes na literatura do efeito positivo da adição de resíduos orgânicos ao solo. Mudas de tamboril [*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong] cultivadas com os substratos contendo caule decomposto de buritizeiro apresentaram maior crescimento, produção de fitomassa e nodulação, em relação às que foram cultivadas apenas com solo (Sousa et al., 2013). O mesmo foi verificado por Nóbrega et al. (2008) com a adição do composto de lixo ao substrato em mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. e angico [*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan]. Para produção de mudas de crindiúva [*Trema micrantha* (L.) Blume], Nóbrega et al. (2010) verificaram que o substrato com proporção média de 54,7% de composto de lixo urbano e 45,3% de Latossolo Vermelho distroférico foi o mais indicado.

No norte do Estado do Piauí, no município de Batalha, ocorre a presença de carnaúba [*Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore], a cujas folhas trituradas após a extração da cera dá-se o nome de bagana. Este resíduo tem sido utilizado por pequenos agricultores no cultivo de culturas anuais ou perenes, visando à melhoria da fertilidade dos solos e controle de plantas daninhas (Oliveira et al., 2008). No município de Teresina, PI, há produção de composto orgânico oriundo da poda de árvores crescido de esterco bovino e fibra da casca de coco e, no município de Bom Jesus, PI, a casca de arroz é um resíduo muito comum e de fácil aquisição. Estes resíduos apresentam potencial para serem utilizados para compor substratos para cultivo de espécies arbóreas, principalmente para arborização urbana.

Dentre as espécies nativas bastante empregadas nos programas de recuperação de áreas degradadas, a *Sesbania virgata* (Cav.) Pers, pertencente à família das leguminosas, é uma espécie pioneira. Possui a capacidade de formar simbiose radicular com *Azorhizobium doebereineriae* e há relatos de existir uma alta especificidade entre *S. virgata* e seu microsimbionte

(Florentino & Moreira, 2009; Florentino et al., 2009). Segundo Coutinho et al. (2006), tem capacidade de fixar N₂ e rápida produção de biomassa em solos de baixa fertilidade e se caracteriza por ser perene, ereta, arbustiva, ramificada que ocorre na forma de reboleiras densas.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a porcentagem de emergência, a velocidade de emergência e o crescimento inicial de *S. virgata* cultivada em substratos constituídos de diferentes resíduos orgânicos acrescidos de amostras de Latossolo Amarelo.

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em ambiente telado com 50% de sombra na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Bom Jesus, localizado no município de Bom Jesus, PI (coordenadas 09°04'28" S e 44°21'31" W com altitude média de 277 m) que tem clima quente e semiúmido do tipo Aw (Köppen), temperatura variando de 18 a 36 °C (Viana et al., 2002).

Para compor os tratamentos, foram utilizados três resíduos orgânicos: bagana de carnaúba – BA (resíduo da extração de cera de carnaúba) oriunda da cidade de Batalha, PI; composto orgânico, produzido pela Usina de Compostagem da Prefeitura de Teresina a partir da mistura da poda de árvores (principalmente *Ficus* sp, acácia (*Acacia mangium* Willd.), oiti [*Licania tomentosa* (Benth)], caneleiro (*Cenostigma macrophyllum*), esterco bovino e fibra da casca de coco – CO e palha de arroz – PA; acrescidos de amostras de solo proveniente de horizonte B (> 0,50 cm) de um Latossolo Amarelo peneirado (malha 2 mm). As características químicas do solo foram: pH em H₂O (1:2,5) 4,5; P (Mehlich 1) 2,0 mg dm⁻³; K⁺ 0,50 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ + Mg²⁺ 5,5 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ 0,4 cmol_c dm⁻³; H+Al 2,9 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica 1,2 g kg⁻¹, segundo metodologia compilada pela Embrapa (1997).

As proporções de cada resíduo orgânico e do solo para compor os tratamentos foram misturadas após a secagem destes ao sol, considerando o volume de cada material (v/v, resíduo: solo), tais como: 0:100; 20:80; 40:60; 60:40 e 80:20. A caracterização química dos resíduos orgânicos é apresentada na Tabela 1. As parcelas foram dispostas em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3 × 5), com 10 repetições.

As sementes de *S. virgata* foram provenientes de matrizes do município de Lavras, MG. Antes da sementeira realizou-se a quebra de dormência, segundo Scalón et al. (2006). Semearam-se cinco sementes em sacos plásticos perfurados de cor preta com capacidade de 1 kg. Para avaliação da porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência, utilizou-se a metodologia descrita por Maguire (1962). Depois de 15 dias da sementeira, foi realizado o desbaste deixando uma planta mais vigorosa e central por recipiente. Aos 62 dias da sementeira, as mudas já estavam bem robustas com mais de 20 cm, atingindo o padrão comercial, foi medido o diâmetro do caule com um paquímetro de precisão de 0,05 cm e a altura da parte aérea com régua, considerando-se como padrão a gema terminal (meristema apical). A matéria seca da parte aérea e da raiz foram mensuradas através das pesagens das partes vegetais, após a secagem em estufa a 65 °C por 72 h até peso constante.

O índice de qualidade de Dickson foi calculado pela fórmula matéria seca total/(altura/diâmetro) + (matéria seca parte aérea/matéria seca raízes), sendo a altura em cm e diâmetro em mm (Dickson et al., 1960). Avaliou-se também a nodulação natural das mudas coletadas, por meio da observação da ausência ou presença de nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio.

Os resultados das variáveis estudadas foram submetidos ao teste de normalidade e, em seguida, às análises de variância, teste de média para os resíduos orgânicos (Scott-Knott a 5% de probabilidade) e regressão polinomial para as proporções dos resíduos orgânicos, utilizando o programa estatístico SISVAR 4.2 (Ferreira, 2011).

3 Resultados e Discussão

A emergência das sementes de *S. virgata* teve início no terceiro dia e finalizou aos 10 dias após a semeadura em todos os substratos. Para a porcentagem de emergência, observou-se que

Tabela 1. Teor de nutrientes dos resíduos orgânicos utilizados na composição dos substratos para a produção de mudas de *Sesbania virgata*.

Table 1. Amount of nutrients from organic residue used in the composition of substrates for producing *Sesbania virgata* seedlings.

Nutrientes	Resíduos utilizados na confecção dos substratos			
	Unidades	Palha de arroz	Bagana	Composto vegetal
N	g kg ⁻¹	3,4	23,3	29,5
P	mg dm ⁻³	2,0	3,6	6,6
K	mg dm ⁻³	1,5	4,0	6,0
Ca	cmol _c dm ⁻³	1,3	4,8	32,2
Mg	cmol _c dm ⁻³	1,0	1,8	4,7
S	mg dm ⁻³	3,5	3,7	8,4
B	mg dm ⁻³	53,94	99,33	121,12
Cu	mg dm ⁻³	20,85	8,29	25,36
Fe	mg dm ⁻³	1141,80	1096,81	1035,84
Mn	mg dm ⁻³	142,64	107,55	169,22
Zn	mg dm ⁻³	28,26	28,78	94,14

houve interação ($p < 0,05$) entre as fontes de resíduos orgânicos e as proporções de solo. As mudas cultivadas com palha de arroz obtiveram maior porcentagem de emergência (89,11%) na proporção estimada 14,36:85,64 (palha de arroz:solo) (Figura 1a). No entanto, os substratos acrescidos com bagana de carnaúba e composto orgânico não apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$). Resultados semelhantes foram observados para o índice de velocidade de emergência (Figura 1b), em que a adição de palha de arroz ao substrato na dose estimada de 41:59 (palha de arroz:solo) possibilitou um maior índice de velocidade de emergência 0,93. Apesar de os modelos de regressão utilizados não se ajustarem significativamente aos dados para os demais resíduos, observou-se que o composto orgânico proporcionou a maior porcentagem de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência, quando comparado com os substratos constituídos de bagana e palha de arroz. Provavelmente, a adição deste resíduo ao solo possibilitou melhores condições físicas aos substratos, favorecendo maior umidade no período de pré-emergência, assim como preconizado por Araújo & Paiva Sobrinho (2011).

A casca de arroz possui maior predominância de substâncias fenólicas que apresenta grande solubilidade em água, menor capacidade de degradação e maior potencial de acumular no solo (Almeida, 1988). Assim, o efeito alelopático destas substâncias provavelmente inibiu a emergência das sementes a partir da proporção de 14,36:85,64 (palha de arroz:solo). Tal efeito também foi observado em mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) cultivadas em diferentes substratos, em que a menor porcentagem de emergência ocorreu nos tratamentos com adição de casca de arroz carbonizada (Grave et al., 2007). Por outro lado, para as mudas de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* Ridl. Sandwith) cultivadas em diferentes substratos houve incremento dessa variável no tratamento com casca de arroz carbonizada e solo (Macedo et al., 2011).

Não houve nodulação natural de bactérias fixadoras de N₂ nas raízes das mudas de *S. virgata* em nenhum dos tratamentos. A alta especificidade da simbiose de *A. doebereineriae* com

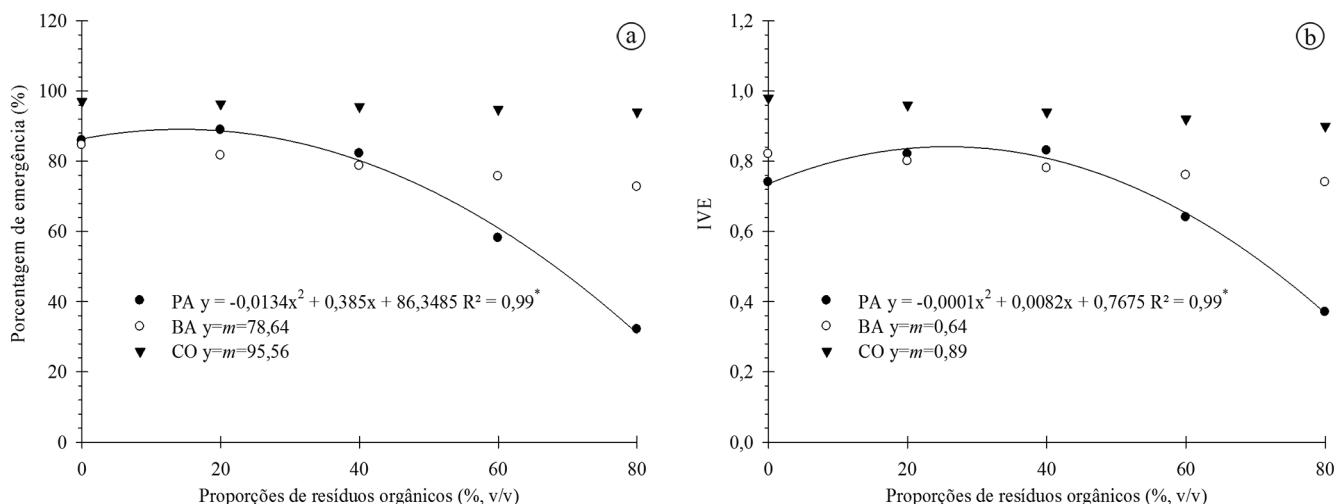


Figura 1. Porcentagem de emergência (a) e índice de velocidade de emergência (IVE) (b) de plântulas de *Sesbania virgata* produzidas com diferentes composições de substratos. (●PA: Palha de arroz; ○BA: Bagana de carnaúba; ▼CO: Composto orgânico). *Significativo a 5%.

Figure 1. Emergence percentage (a) and emergence speed index (b) of *Sesbania virgata* seedlings produced with different substrate compositions. (●RH: Rice husk; ○LD: leave dust from carnauba; ▼OC: Organic Compound). *Significance level at 5%.

S. virgata e a ocorrência preferencial de *A. doebereinae* onde ocorre sua espécie hospedeira podem explicar a ausência de nodulação (Florentino & Moreira, 2009; Florentino et al., 2009). Assim, como na área de coleta do solo não há registro desta espécie. Deve-se considerar também que o solo utilizado como substrato foi coletado abaixo da camada arável, e isto também torna desfavorável as condições edáficas para as comunidades bacterianas.

Houve interação ($p < 0,05$) entre as fontes de resíduos orgânicos e proporções de solo para as variáveis: altura, diâmetro do caule, relação entre altura e diâmetro do caule, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, massa seca total, relações entre altura sobre massa seca da parte aérea e massa seca da parte aérea sobre raiz e índice de qualidade de Dickson.

Para o diâmetro do caule das mudas, a máxima média (3,23 mm/planta) foi obtida na proporção estimada 41,16:58,84 (composto orgânico:solo). Já para as mudas cultivadas com palha de arroz maior média (3,15 mm/planta), foi observada na proporção estimada 6,25: 93,75 (palha de arroz:solo) (Figura 2a). Para as mudas cultivadas no substrato acrescido de bagana de carnaúba, houve efeito linear crescente. Estas médias foram inferiores às encontradas por Nóbrega et al. (2008) em mudas de *S. virgata*, que obtiveram o valor máximo de diâmetro do caule (3,8 mm) na proporção de 57:43 (composto de lixo:solo).

As maiores médias de diâmetro do caule, obtidas nas plantas cultivadas com compostos orgânicos, podem ser atribuídas à melhoria da fertilidade, principalmente pela adição de macronutrientes e micronutrientes (Tabela 1) dos substratos constituídos pela adição de composto orgânicos, que possibilitaram melhor desenvolvimento das mudas em relação às cultivadas com a proporção 0:100 (resíduo:solo).

Segundo Valeri & Corradini (2005), potássio, além de regular a abertura estomática, promove o engrossamento do caule das mudas. No presente estudo, esta associação ficou evidente, já que as maiores médias de diâmetro do caule foram verificadas no substrato que apresentou os maiores teores de potássio (Tabela 1). No entanto, no estudo realizado por Delarmelina et al. (2014)

avaliando diferentes substratos para a produção de *S. virgata*, esta associação não ficou evidente, já que as maiores médias de diâmetro do caule das mudas foram verificadas nos tratamentos cujos teores de potássio são considerados baixos.

A maior altura das mudas cultivadas em substrato com bagana de carnaúba (29,09 cm/planta) foi obtida na proporção estimada de 88,70:11,30 (bagana de carnaúba: solo). As mudas cultivadas nos substratos contendo palha de arroz não apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$), enquanto as que foram acrescidas com composto orgânico apresentaram efeito linear crescente com média 26 cm/planta (Figura 2b). O crescimento em altura das mudas cultivadas com os substratos acrescidos de composto orgânico pode estar associado ao incremento de nutrientes, fornecido por este resíduo ao substrato de cultivo (Tabela 1), principalmente por apresentar um teor de cálcio três vezes superior aos demais compostos. Teores adequados de cálcio, proporcionam maior crescimento em altura.

Em relação às massas da parte aérea, raiz e total (Figura 3a-c, respectivamente) houve efeito quadrático das proporções de composto orgânico, enquanto as mudas cultivadas com bagana de carnaúba apresentaram efeito linear crescente. Já as mudas cultivadas com palha de arroz não apresentaram efeito significativo. As produções de massas da parte aérea, raiz e total máximas médias foram de 0,72, 0,26 e 0,68 g/planta nas proporções estimadas de 21,66:78,34, 24:76, e 9,16:90 (composto orgânico:solo), respectivamente.

Um dos fatores que possibilitou esse incremento nas massas da parte aérea, raiz e total foi o fornecimento de nutrientes (Tabela 1), principalmente de nitrogênio, já que não houve nodulação natural das mudas. Sendo *S. virgata* uma leguminosa pioneira, a demanda por nitrogênio é elevada, o que demonstra ter sido fornecido pela matéria orgânica do resíduo, uma vez que para as mudas cultivadas somente com o substrato 0:100 (composto orgânico:solo) essas variáveis foram as que apresentaram menores médias, refletindo as condições menos férteis do substrato de cultivo. Resultados semelhantes foram observados para mudas de crindiúva [*Trema micrantha* (L.)

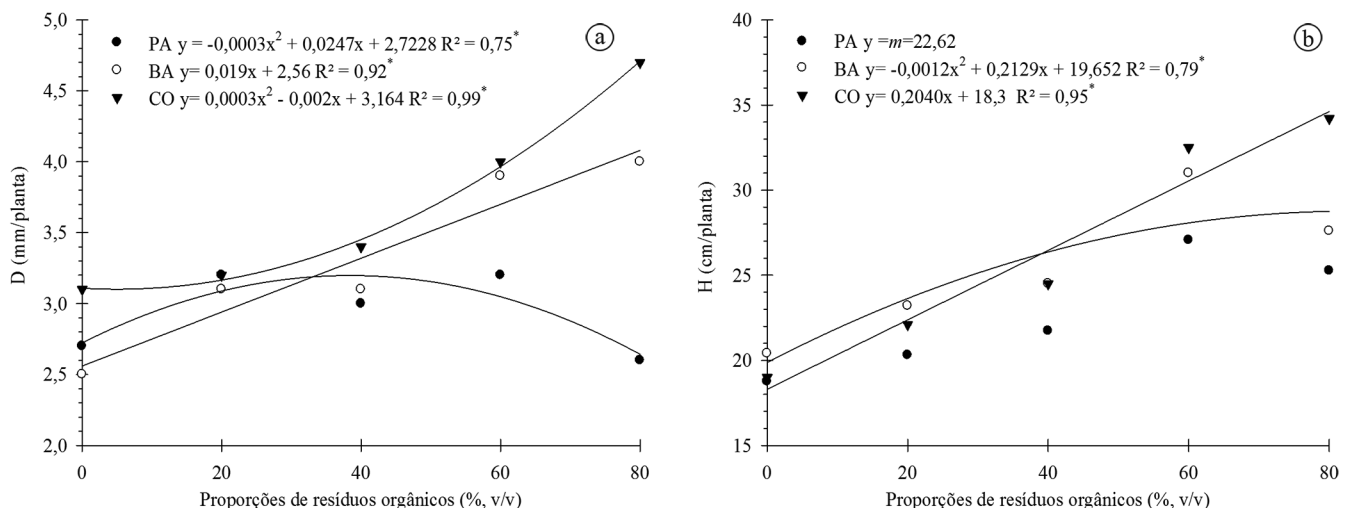


Figura 2. (a) Diâmetro do caule (D) e (b) altura (H) em mudas de *Sesbania virgata* produzidas com diferentes composições de substratos. (●PA: Palha de arroz; ○BA: Bagana de carnaúba; ▼CO: Composto orgânico). *Significativo a 5%.

Figure 2. (a) Stem diameter (SD) and (b) Height (H) *Sesbania virgata* seedling produced with different substrate compositions. (●RH: Rice husk; ○LD: leave dust from carnauba; ▼OC: Organic Compound). *Significance level at 5%.

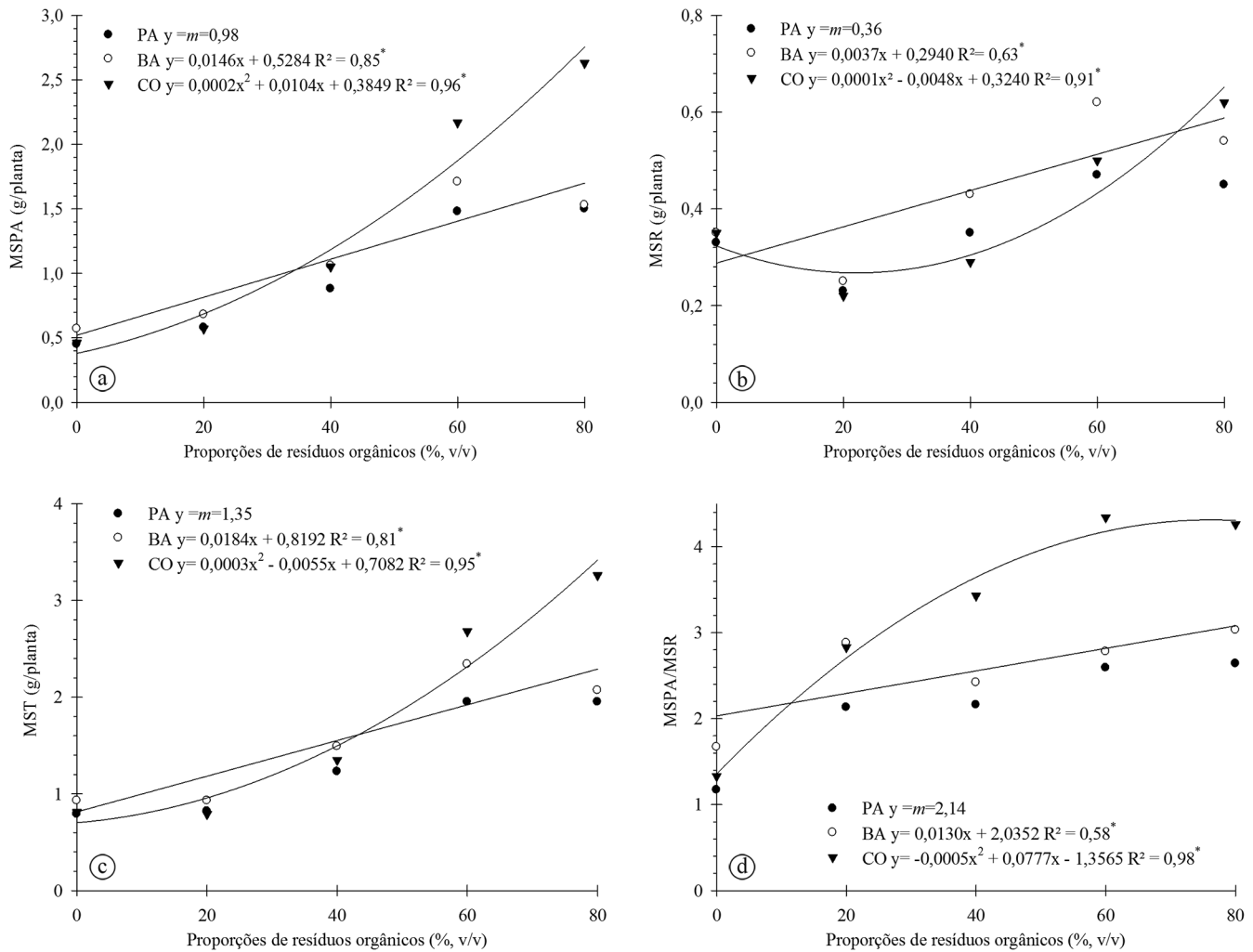


Figura 3. (a) Massa seca da parte aérea (MSPA), (b) massa seca radicular (MSR), (c) massa seca total (MST), (d) relação da massa seca da parte aérea pela radicular (MSPA/MSR) em mudas de *Sesbania virgata* produzidas com diferentes composições de substratos. (●PA: Palha de arroz; ○BA: Baga de carnaúba; ▼CO: Composto orgânico). *Significativo a 5%.

Figure 3. (a) Aerial part dry mass (APDM), (b) root dry mass (RDM), (c) total dry mass (TDM), (d) relation of aerial part dry mass and root dry mass (APDM / RDM) in *Sesbania virgata* seedlings produced with different substrate compounds. (●RH: Rice husk; ○LD: leave dust from carnauba; ▼OC: Organic Compound). *Significance level at 5%.

Blume] cultivadas em diferentes proporções de lixo urbano, em que houve incremento na produção de massa seca, com a adição de lixo ao solo (composto de lixo: solo) aos 120 dias de cultivo (Nóbrega et al., 2010) e para mudas de *S. virgata* cultivadas com substrato fertilizado com composto de lixo urbano que também apresentaram aumento na produção de massa seca, aos 56 dias após a semeadura (Nóbrega et al., 2008). Sousa et al. (2013), trabalhando com o acréscimo de caule decomposto de buritizeiro ao substrato em tamboril, encontraram maior produção de massa seca da parte aérea e raiz na proporção de 70:30 e 76,3:23,7 (caule decomposto de buritizeiro:solo), respectivamente. Os autores ressaltam a importância do caule decomposto de buritizeiro como fornecedor de nutrientes e matéria orgânica em substratos constituídos de solo uma vez que proporcionou aumento de variáveis de crescimento e produção de fitomassa.

Assim como para as fitomassas, a adição de composto orgânico ao substrato influenciou positivamente a relação massa seca da parte aérea sobre raiz. Observou-se que houve efeito

quadrático, sendo a máxima média (4,37) obtida na proporção de estimada de 77,7:22,3 (composto orgânico:solo) (Figura 3d). As mudas cultivadas com bagana responderam linearmente à adição de bagana de carnaúba ao substrato, enquanto, as mudas cultivadas com os substratos constituídos de palha de arroz não apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$). O índice de qualidade dado pela relação massa seca da parte aérea sobre raiz, segundo Caldeira et al. (2008), que avaliaram a produção de mudas de aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) em diferentes substratos, deve ser de 2:1, sendo este obtido na proporção 40:60 (composto orgânico:solo) aos 90 dias após a semeadura. Os autores ainda complementam que é importante analisar essa relação quando as mudas vão para o campo, pois a parte aérea das mudas não deve ser muito superior à parte aérea da raiz, em função dos possíveis problemas no que se refere à absorção de água para a parte aérea. Para as mudas de tamboril relatadas por Sousa et al. (2013), a proporção estimada foi 52:48 (caule decomposto de buritizeiro:solo) que proporcionou a máxima de 1,55. No presente estudo, as mudas cultivadas no

substrato acrescido de bagana de carnaúba, se mostrou mais eficiente atingindo o valor médio mais próximo de 2:1.

Para a relação altura sobre massa seca da parte aérea, houve efeito quadrático em relação às proporções de palha de arroz e solo, sendo que proporção máxima estimada foi de 43:06 (palha de arroz:solo) para a obtenção de 27,53 (Figura 4). Os substratos constituídos de composto orgânico e bagana de carnaúba apresentaram efeitos lineares decrescentes. Segundo Gomes et al. (2002), quanto menor o quociente obtido pela divisão da altura da parte aérea pelo peso de massa seca da parte aérea, mais rústica será a muda e maior deverá ser sua sobrevivência no campo. Assim, como houve um acréscimo desse índice à medida que se adicionou palha de arroz, até a proporção estimada, pode-se demonstrar o efeito negativo deste resíduo na qualidade da muda, indicando uma desproporção entre as duas variáveis, pois o crescimento não foi acompanhado pelo ganho de massa foliar. Para mudas de tamboril, Sousa et al. (2013) encontraram média máxima estimada de 11,6 g/planta, na proporção estimada de 71,5:28,5 (caule decomposto de buritizeiro:solo). Os autores verificaram ainda efeito benéfico da adição do caule decomposto de buritizeiro para este índice.

Com relação ao índice de qualidade de Dickson, houve efeito quadrático em relação às doses de composto orgânico, obtendo o máximo índice de qualidade de Dickson (4,85) na proporção estimada de 88,48: 11,52 (composto orgânico:solo). Para as mudas cultivadas nos substratos com bagana de carnaúba, houve efeito linear crescente, enquanto para palha de arroz não apresentou efeito significativo (Figura 5). As mudas cultivadas com composto orgânico tiveram maiores valores de índice de qualidade de Dickson e também apresentaram os maiores valores de altura, diâmetro do caule, massa da parte aérea, raiz, total e relação da massa seca da parte aérea sobre raiz. Segundo Bernadinho et al. (2005), quanto maior seu valor, melhor a qualidade da muda sendo, portanto, recomendado por vários autores como índice para determinar a qualidade das mudas (Cruz et al., 2012; Nóbrega et al., 2008; Sousa et al., 2013).

Para o índice de qualidade de Dickson, a proporção estimada de 88,48: 11,52 (composto orgânico:solo) promoveu acréscimo, em relação ao substrato 0:100 (composto orgânico:solo) (Figura 5). Isto pode ser atribuído não só ao efeito químico relacionado à disponibilidade de nutrientes (Tabela 1), como também ao efeito físico que a adição de material orgânico proporciona no substrato, como menor densidade, maior porosidade total, aeração e retenção de água. Como é de fácil aquisição e disponibilidade no Estado do Piauí, apresenta-se como alternativa para adubar substratos constituídos de solo.

Verificou-se também no presente estudo que a utilização de substratos contendo apenas amostra de subsolo pode reduzir o desenvolvimento das mudas de *S. virgata*, uma vez que este material, na maioria das vezes, apresenta baixos teores de nutrientes (Nóbrega et al., 2010), principalmente fósforo e nitrogênio. Com isso, a adição de composto orgânico pode promover acréscimos nas variáveis de crescimento em relação à proporção de 0:100 (resíduo orgânico:solo), mostrando que a espécie *Sesbania virgata* é responsiva à adição de nutrientes ao solo, assim como observada por outros autores (Nóbrega et al., 2008; Coutinho et al., 2006; Delarmelina et al., 2014).

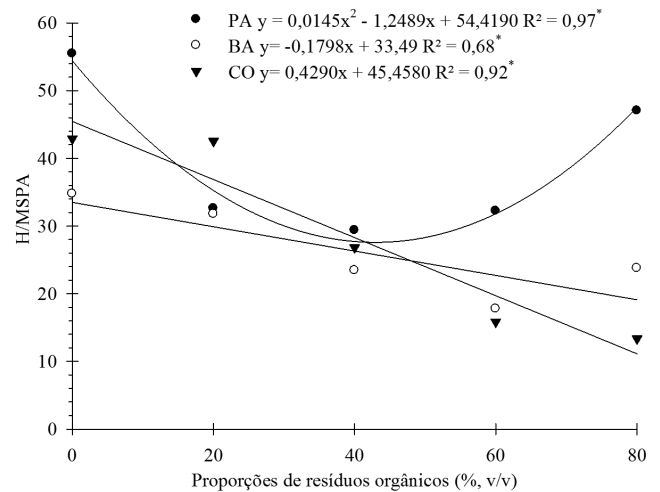


Figura 4. Relação da altura por massa seca da parte aérea (H/MSPA) em mudas de *Sesbania virgata* produzidas com diferentes composições de substratos. (●PA: Palha de arroz; ○BA: Bagana de carnaúba; ▼CO: Composto orgânico). *Significativo a 5%.

Figure 4. Relation of height and aerial part dry mass (H/APDM) in *Sesbania virgata* seedlings produced with different substrate compounds. (●RH: Rice husk; ○LD: leave dust from carnauba; ▼OC: Organic Compound). *Significance level at 5%.

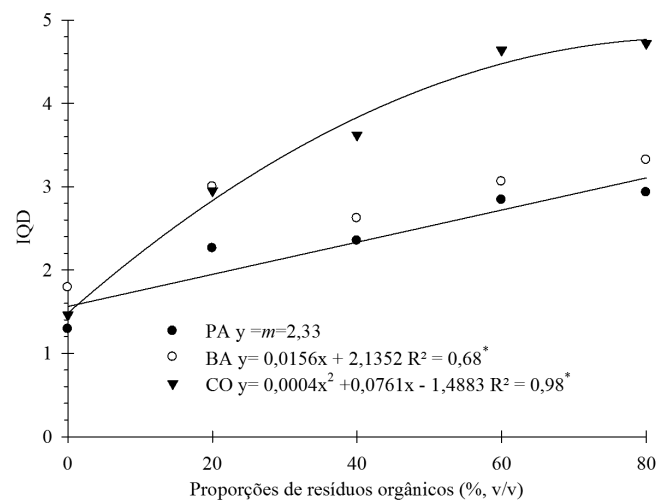


Figura 5. Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Sesbania virgata* produzidas com diferentes composições de substratos. (●PA: Palha de arroz; ○BA: Bagana de carnaúba; ▼CO: Composto orgânico). *Significativo a 5%.

Figure 5. Dickson quality index (DQI) in *Sesbania virgata* seedlings produced with different substrate composition. (●RH: Rice husk; ○LD: leave dust from carnauba; ▼OC: Organic Compound). *Significance level at 5%.

4 Conclusões

A adição de palha de arroz ao substrato reduz a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência de *Sesbania virgata*. As mudas cultivadas nos substratos constituídos de composto orgânico na proporção 88,48: 11,52 (composto orgânico:solo) apresentam maior índice de qualidade de Dickson, sendo, portanto, esta a proporção recomendada para a produção de mudas.

Referências

- ALMEIDA, F. S. *A alelopatia e as plantas*. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1988. 60 p.
- ARAÚJO, A. P.; PAIVA SOBRINHO, S. P. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. *Revista Árvore*, v. 35, n. 3, p. 581-588, 2011.
- BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. *Revista Árvore*, v. 29, n. 6, p. 863-870, 2005.
- CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agrária*, v. 9, n. 1, p. 27-33, 2008.
- CALDEIRA, M. V. W.; ROSAPERONI, L.; GOMES, D. R.; DELARMELINA, W. M.; TRAZZI, P. A. Diferentes proporções de biossólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioveana* Baill). *Scientia Forestalis*, v. 40, n. 93, p. 15-22, 2012.
- COUTINHO, M. P.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; RODRIGUES, L. A.; SIQUEIRA, J. Substrato de cavas de extração de argila enriquecido com subprodutos agroindustriais e urbanos para produção de mudas de sesbânia. *Revista Árvore*, v. 30, n. 1, p. 147-153, 2006.
- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; CUNHA, A. C. M. C. M.; NEVES, J. C. L. Produção de mudas de canafistula cultivadas em Latossolo Vermelho amarelo álico em resposta a macronutrientes. *Cerne*, v. 18, n. 1, p. 87-98, 2012.
- DELARMELINA, W. M.; CALDEIRA, M. V. W.; FARIA, J. C. T.; GONÇALVES, E. O.; ROCHA, F. L. F. Diferentes substratos na produção de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers. *Floresta e Ambiente*, v. 21, n. 2, p. 224-233, 2014.
- DIAS, P. C.; OLIVEIRA, L. S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 32, n. 7 2, p. 453-462, 2012.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FLORENTINO, L. A.; GUIMARÃES, A. P.; RUFINI, M.; SILVA, K.; MOREIRA, F. M. S. *Sesbania virgata* stimulates the occurrence of its microsymbiont in soils but does not inhibit microsymbionts of other species. *Scientia Agrícola*, v. 66, p. 667-676, 2009.
- FLORENTINO, L. A.; MOREIRA, F. M. S. Características simbióticas e fenotípicas de *Azorhizobium doebereinae*, microsimbiote de *Sesbania virgata*. *Revista Árvore*, v. 33, p. 215-226, 2009.
- GOMES, J. L.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
- GRAVE, F.; FRANCO, E. T. H.; PACHECO, J. P.; SANTOS, S. R. Crescimento de plantas jovens de açoita-cavalo em quatro diferentes substratos. *Ciência Florestal*, v. 17, n. 4, p. 289-298, 2007.
- MACEDO, A. C.; ROSA, Y. B. C. J.; ROSA JUNIOR, E. J.; SCALON, S. P. Q.; TATARA, M. B. Produção de mudas de ipê-branco em diferentes substratos. *Cerne*, v. 17, n. 1, p. 95-102, 2011.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection aid evolution for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- NÓBREGA, R. S. A.; FERREIRA, P. A. A.; SANTOS, J. G. D.; VILAS BOAS, R. C. V.; NÓBREGA, J. C. S.; MOREIRA, F. M. S. Substratos para o crescimento de mudas de *Trema micrantha* (L.) blumes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 5, n. 3, p. 392-397, 2010.
- NÓBREGA, R. S. A.; PAULA, A. M.; BOAS, R. C. V.; NÓBREGA, J. C. A.; MOREIRA, F. M. S. Parâmetros morfológicos de mudas de *Sesbania virgata* (Cav.) Pers e de *Anadenanthera peregrina* (L.) cultivadas em substrato fertilizado com composto de lixo urbano. *Revista Árvore*, v. 32, n. 3, p. 597-607, 2008.
- OLIVEIRA, R. N.; LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; MARTINS FILHO, S. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 1, p. 122-128, 2008.
- SAIDELLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHIMER, W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 30, n. 1, p. 1173-1186, 2009.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; WATHIER, F.; FILHO, H. S. germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco [*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong]: efeito de tratamentos químicos e luminosidade. *Revista Árvore*, v. 30, n. 4, p. 529-536, 2006.
- SOUSA, W. C. E.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C. A.; BRITO, D. R. S.; MOREIRA, F. M. S. Fontes de nitrogênio e caule decomposto de *Mauritia flexuosa* na nodulação e crescimento de *Enterolobium contortisiliquum*. *Revista Árvore*, v. 37, p. 969-979, 2013.
- VALERI, S. V.; CORRADINI, L. Fertilização em viveiros para a produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais; 2005. p. 167-190.
- VIANA, T. V. A.; VASCONCELOS, D. V.; AZEVEDO, B. M.; SOUZA, V. F. Estudo da aptidão agroclimática do Estado do Piauí para o cultivo da aceroleira. *Ciência Agrônoma*, v. 33, n. 2, p. 5-12, 2002.

Contribuição dos autores: Lusiene Barbosa Sousa realizou o experimento e a escrita científica; José Ferreira contribuiu com o experimento e a escrita científica do trabalho; Sarah Priscilla do Nascimento Amorim contribuiu com a revisão bibliográfica do trabalho; Rafaela Simão Abrahão Nóbrega participou da realização do experimento e da escrita científica; Linnajara de Vasconcelos Martins Ferreira contribuiu com a escrita científica do trabalho; Júlio César Azevedo Nóbrega participou da escrita científica do trabalho.

Agradecimentos: Ao CNPq-CAPES (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de estudo e à FAPEPI (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí) pelo apoio financeiro para a realização do trabalho.

Fonte de financiamento: CNPq-CAPES, programa federal de bolsas e FAPEPI (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí).

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.