

Germinação, crescimento e nodulação natural de *Enterolobium contortisiliquum* em substratos regionais

Regional substrates in germination, growth, and natural nodulation of *Enterolobium contortisiliquum*

SOUSA, Lusiene Barbosa¹, LUSTOSA FILHO, José Ferreira²; AMORIM, Sarah Priscila do Nascimento³, NÓBREGA, Rafaela Simão Abrahão⁴; NÓBREGA, Júlio César Azevedo⁴

¹Universidade Federal Rural do Pernambuco (UFRPE), Recife - PE, Brasil, lusienebarbosa@hotmail.com; ²Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras - MG, Brasil filhoze04@hotmail.com; ³Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus - PI, Brasil, amorim.spn@gmail.com; ⁴Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas - BA, Brasil, rafaela.nobrega@gmail.com; jnobrega@ufpi.br.

RESUMO: Objetivou-se avaliar a germinação de sementes, os índices biométricos e a nodulação de mudas de tamboril *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, cultivadas em diferentes substratos regionais acrescidos de amostras do 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 e dispostos em esquema fatorial (3 x 5), com dez repetições. Mudas de tamboril foram avaliadas pela porcentagem de emergência, índice de velocidade de germinação, índices biométricos, índice de qualidade de Dickson e nodulação das mudas. A adição de resíduos orgânicos na proporção 23:77 (resíduos: solo) proporcionou aumento de 97,92% na emergência de plântulas de tamboril. Mudas de tamboril cultivadas com substratos acrescidos de composto orgânico: solo (43:57) apresentam o maior Índice de qualidade de Dickson (2,36). A adição de resíduos orgânicos estimulou a nodulação natural de tamboril com substrato na proporção de 35:65 (resíduos orgânicos: solo).

PALAVRAS-CHAVE: bagana, composto orgânico, bactérias diazotróficas, palha de arroz.

ABSTRACT: The purpose of this study was to evaluate seed germination, biometric indexes and nodulation of *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong seedlings, that was grown with different regional substrates plus samples of the B horizon of a Yellow Latosol. The treatments constituted of the following proportions (v/v) of three residues (bagana of carnauba, organic compost, and rice straw): soil: 0:100; 20:80; 40:60; 60:40; 80:20 and arranged in a factorial scheme (3 x 5), with ten repetitions. Tamboril seedlings were evaluated by its emergence, germination speed index, biometric indexes, Dickson quality index, and seedling nodulation. The addition of organic residues in the ratio 23:77 (residues: soil) provided an increase of 97.92% in the emergence of tamboril seedlings. Tamboril seedlings grown with substrates plus organic compost: soil (43:57) showed the highest Dickson Quality index (2.36). The addition of organic residues stimulated the natural nodulation of tamboril with substrate in the proportion of 35:65 (organic residues: soil).

KEY WORDS: bagana, organic compost, diazotrophic bacteria, rice straw.

Introdução

O uso de resíduos orgânicos para compor substratos se intensificou nos últimos anos, o que tem permitido avanço na produção de mudas florestais no Brasil (FREITAS et al., 2014). Resíduos orgânicos são utilizados tanto na produção agrícola como florestal, proporcionando meio adequado para o crescimento radicular de mudas. O uso de resíduos, também, permite um adequado destino final aos mesmos, diminuindo sua deposição no meio ambiente e proporcionando uma produção economicamente viável (LUSTOSA FILHO et al., 2015).

Inúmeros materiais podem ser utilizados para compor substratos, tais como: palha de arroz carbonizada (CRUZ et al., 2013), pó de madeira (ALVES et al., 2015), bagana de carnaúba (LUSTOSA FILHO et al., 2015), dentre outros. Na região sudoeste do estado do Piauí, os resíduos mais utilizados são os provenientes do processamento do arroz e de podas de árvores (Sousa et al., 2015). Há, também, grande disponibilidade da bagana de carnaúba (LUSTOSA FILHO, et al., 2015). Estes autores verificaram que a adição de bagana de carnaúba ao substrato promoveu aumento na altura, peso seco total e índice de qualidade de Dickson de mudas de *Hymenaea stigonocarpa*, sendo a proporção estimada 48:52 (bagana de carnaúba: solo) a mais adequada para o cultivo desta espécie.

As espécies arbóreas de maior ocorrência no Piauí, inclui o tamboril, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. O tamboril é, também, conhecido como timbaúva, orelha-de-macaco, pau-de-sabão, entre outros, e vem se destacando, devido a seu potencial na recuperação de áreas degradadas. Essa espécie apresenta capacidade de nodular com bactérias diazotróficas e adquirir parte do nitrogênio via simbiose, o que permite uma vantagem de adaptação em relação às espécies não nodulíferas. Estudos realizados por Nóbrega et al. (2008a), em diferentes doses de biofóssido, indicaram incremento nos índices biométricos (diâmetro do colo, altura das plantas, produção de matéria seca e no índice de qualidade de Dickson) das mudas. Entretanto, em outro experimento não foi possível estimar a quantidade adequada de biofóssido para o máximo desenvolvimento das mudas (MAAS, 2010).

Este estudo teve o objetivo de avaliar a germinação, velocidade de emergência, crescimento inicial e nodulação natural de mudas de tamboril cultivadas em substratos regionais para revegetação de áreas degradadas na região do sudoeste do estado do Piauí.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em viveiro com tela de 50% de sombra na Universidade Federal do Piauí, 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. As sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong foram obtidas de diferentes matrizes localizadas em Bom Jesus. Antes da semeadura realizou-se a quebra de dormência, segundo recomendado por Scalon et al. (2006).

Os tratamentos foram compostos de três resíduos orgânicos: (a) bagana de carnaúba – BA (resíduo da extração de cera de carnaúba), oriunda da cidade de Batalha, PI; (b) composto orgânico- CO, produzido pela Usina de Compostagem da Prefeitura de Teresina a partir da mistura da poda de árvores, principalmente *Ficus* sp., acácia, oiti e caneleiro, esterco bovino, fibra da casca de coco e (c) palha de arroz – PA. Os substratos, considerados resíduos, foram acrescidos de amostras de solo proveniente do horizonte B (> 0,50 cm) de um Latossolo Amarelo tamizado em peneira (malha 2 mm), com as seguintes características químicas: 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 e matéria orgânica: 1,2 g kg⁻¹, segundo Embrapa (1997).

As proporções de cada resíduo orgânico e solo foram misturadas, após a secagem das mesmas ao sol, considerando 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 x 5) com 10 repetições. Utilizou-se também um tratamento adicional, constituído da seguinte adubação, 700 L de solo sub-superficial corrigido para elevar a saturação por bases a 60%; 300 L de esterco bovino curtido; 5 kg de superfosfato simples mais 0,5 kg de KCl.

Semeou-se cinco sementes em sacos plásticos com capacidade de 1 kg, de cor preta, perfurados. Para avaliação da porcentagem de emergência (% E) e velocidade de emergência (IVE) das sementes, utilizou-se metodologia descrita por Maguire (1962). Aos 62 dias após a emergência, avaliou-se a altura (H) com régua milimetrada, considerando-se como padrão a gema terminal (meristema apical), diâmetro do colo (D), medido com um paquímetro de precisão de 0,05 cm, e a relação entre diâmetro do colo e altura da parte aérea

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

Nutrientes	Resíduos utilizados na confecção dos substratos ⁽¹⁾			
	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

⁽¹⁾A caracterização desses substratos também foi utilizado no trabalho intitulado “cultivo de *Sesbania virgata* (Cav. Pers) em diferentes substratos” em avaliação no periódico com ISSN: 2177-8760.

(MSPA), massa seca da raiz (MSR) e massa seca total (MST) mensuradas após a secagem em estufa a 65 °C por 72 h até obter o peso constante. Calculou-se a relação entre altura da parte aérea e massa seca da parte aérea (H/MSPA) e relação entre o peso de massa seca da parte aérea com peso da massa seca da raiz (MSPA/MSR). O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi calculado pela fórmula: $MST/(H/D) + (MSPA/MSR)$, sendo H em cm e D em mm (DICKSON et al., 1960). Avaliou-se, também, a ocorrência natural de bactérias diazotróficas simbióticas: número de nódulos (NN), peso fresco de nódulos (PFN) e peso seco de nódulos (PSN).

Dados foram submetidos ao teste de normalidade e em seguida às análises de variância, teste de média, Tukey a 5% de probabilidade, e regressão polinomial, utilizando o programa estatístico SISVAR 4.2 (FERREIRA, 2014). Para as variáveis de nodulação os dados foram transformados pela raiz quadrada de $Y + 0,5$.

Resultados e Discussões

Não houve interação ($P > 0,05$) entre as fontes de resíduos orgânicos e as diferentes proporções de solo utilizadas na porcentagem de emergência (%E) de mudas de tamboril. Para as diferentes proporções de resíduos orgânicos, houve efeito individual quadrático, em que a maior média (97,92 %) foi obtida na proporção

estimada 23:77 (resíduo orgânico: solo), sendo superior as mudas cultivadas com adubação padrão (Figura 1a). Este resultado corrobora aos de Araújo e Paiva Sobrinho (2011), que verificaram germinação de 90,0%, quando as sementes de tamboril foram semeadas em diferentes compostos orgânicos (solo + palha de arroz carbonizado) na proporção 1:1 (v:v). É justificável que as sementes de tamboril respondam positivamente quando semeadas em resíduos orgânicos, pois, segundo Araújo e Paiva Sobrinho (2011), o uso de substratos constituídos de resíduos orgânicos permite uma capacidade de retenção de água dentro da faixa adequada para emergência, o que contribuiu para maior uniformidade na oferta de água para as sementes no período de pré-emergência. Neste sentido, Gonçalves et al. (2013), também, avaliando a germinação do tamboril em diferentes substratos, observaram que nos tratamentos com serragem de madeira, a alta drenagem reduziu a disponibilidade de água necessária, comprometendo a germinação. Já nos tratamentos em que o subsolo foi misturado com vermiculita ou serragem de madeira, a emergência de plântulas foi maior. Segundo esses autores, isso se deve ser aquele substrato mais poroso, porém, com maior capacidade de retenção de umidade, o que fez que não houvesse perda de água, rapidamente.

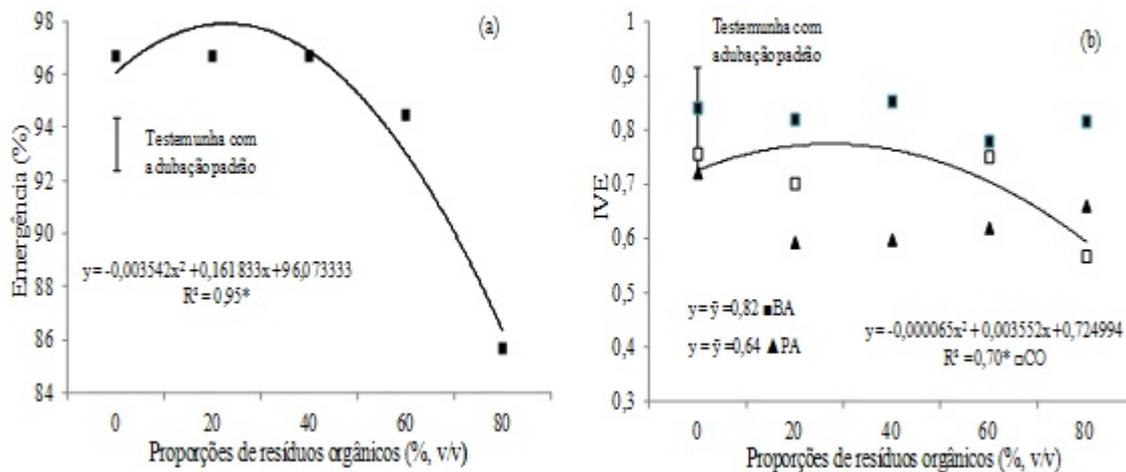


Figura 1. Porcentagem de emergência (a) e de índice de velocidade de emergência (IVE) (b) de mudas de tamboril cultivadas em resíduos orgânicos e diferentes proporções de solo; ■BA=bagana de carnaúba; □CO= composto orgânico e ▲PA= palha de arroz.

Para a velocidade de emergência (IVE), houve interação entre as fontes de resíduos orgânicos e as proporções de solo ($P < 0,05$). O maior valor de IVE foi obtido no composto orgânico, 0,77 na proporção estimada 27:73 (composto orgânico: solo), com comportamento quadrático (Figura 1b). A disponibilidade de água fornecida pelos substratos na fase de germinação, associada com a qualidade do mesmo, garantem a germinação das sementes com posterior emergência das plântulas (GRAVE et al., 2007). Considerando o IVE, os substratos constituídos de composto orgânico foram os que possibilitaram maior incremento para essa variável.

Houve interação ($P < 0,05$) entre as diferentes fontes de resíduos orgânicos e as proporções de solo, para o diâmetro do colo (D) (Figura 2a). A bagana, composto orgânico e palha de arroz, influenciou, positivamente, o diâmetro do colo, com comportamento linear crescente para doses de bagana e composto orgânico. Já as mudas cultivadas com palha de arroz apresentaram efeito quadrático com média de 3,61 mm planta⁻¹, na proporção estimada de 38:62 (palha de arroz: solo). As mudas cultivadas com os substratos, contendo adubação padrão obtiveram 3,93 mm planta⁻¹. No entanto, estas foram inferiores às cultivadas com bagana que apresentaram 5,98 mm planta⁻¹. Caldeira et al. (2008), no entanto, constataram que mudas produzidas com 100% de composto orgânico não tiveram bom desenvolvimento. Segundo esses autores, o uso de compostos orgânicos, esterco bovino, casca de eucalipto, pinus, bagaço de cana, lixo urbano, dentre outros resíduos, apresenta como desvantagens o

predomínio da microporosidade nos substratos. Isto pode reduzir a aeração e, por apresentar alta atividade microbológica, necessita de adubações balanceadas de N e S, principalmente, em cobertura.

Interação significativa foi verificada entre as fontes de resíduos orgânicos e as proporções de solo para a altura (H) das plantas. Os resíduos orgânicos bagana e composto orgânico proporcionaram maior crescimento em H (Figura 2b). As mudas cultivadas com bagana apresentaram as maiores alturas, com comportamento quadrático, com máxima H de 60,86 cm planta⁻¹, na proporção estimada 69:31 (bagana: solo), inclusive superior ao substrato padrão 29,4 cm planta⁻¹. Nóbrega et al. (2008a) não constataram diferença em relação a altura, quando cultivou mudas de tamboril em composto de lixo urbano e solo, aos 60 dias após a emergência. Já as mudas cultivadas com o composto orgânico, apresentaram altura máxima de 34,29 cm planta⁻¹, com comportamento linear crescente. Entretanto, os substratos constituídos de palha de arroz adicionada ao solo não apresentaram efeito significativo para esta variável (Figura 2b). Isto é explicável, uma vez que este material é pobre em nutrientes (Tabela 1), proporcionando baixa fertilidade ao meio de cultivo (GUERRINI e TRIGUEIRO 2004). Saidelles et al. (2009) indicaram que, quando se utiliza mais de 50% de palha de arroz carbonizada ao solo as mudas de tamboril não responderam de forma positiva, quanto aos parâmetros avaliados.

Nóbrega et al. (2008a), trabalhando com mudas de tamboril aos 120 dias após emergência, relataram alturas inferiores à nossa pesquisa, para as mudas

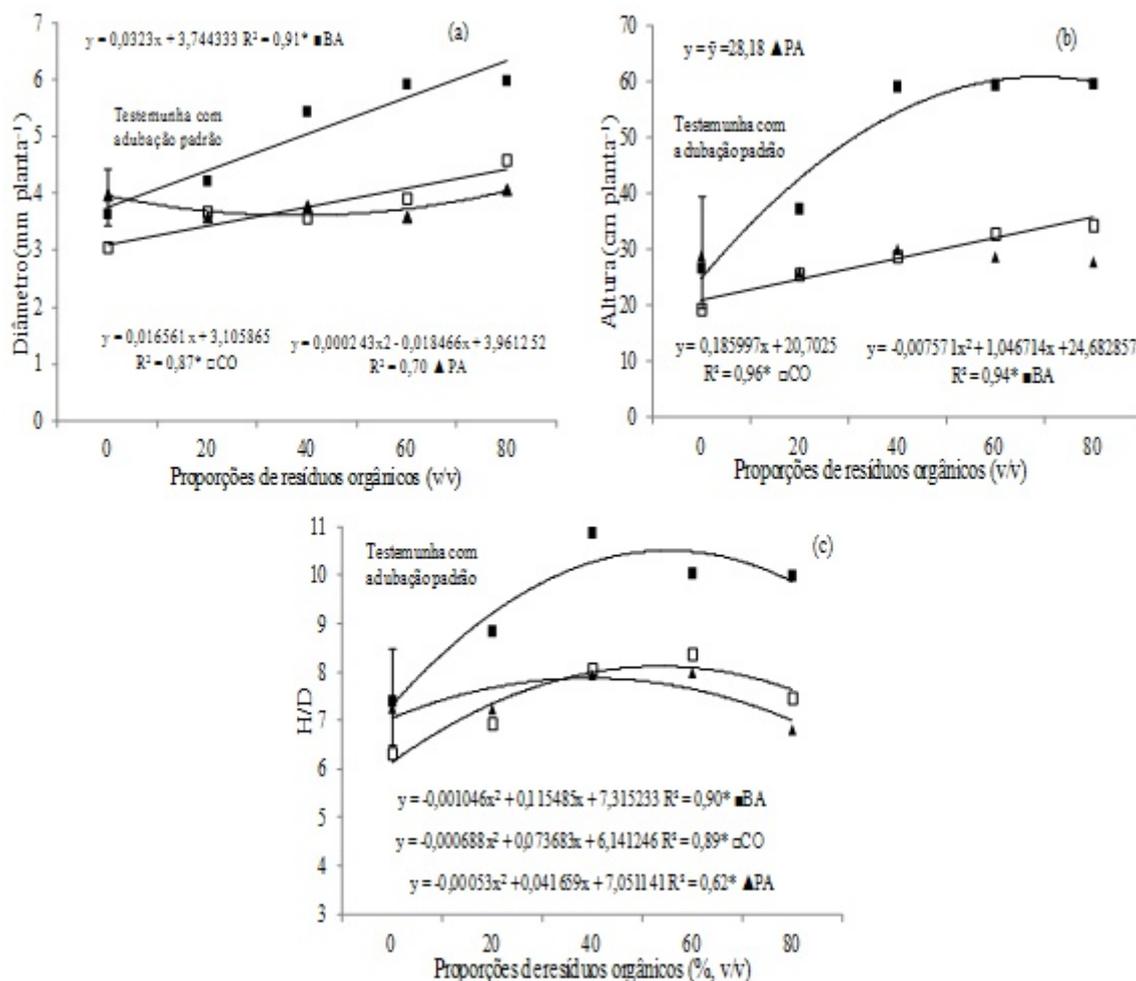


Figura 2. Diâmetro (a), altura (b), relação entre altura da parte aérea e diâmetro (c) de mudas de tamboril cultivadas em resíduos orgânicos e diferentes proporções de solo; ■BA=bagana de carnaúba; □CO= composto orgânico e ▲PA= palha de arroz.

cultivadas com composto de lixo: solo, com médias variando entre de 10,4 a 28,0 cm planta⁻¹. Esse resultado indica que os substratos utilizados na presente pesquisa, proporcionaram melhores condições químicas, disponibilizando nutrientes para as mudas, uma vez que possibilitou maior incremento nessa variável, em relação ao substrato (0:100) e também evidencia que o tamboril é responsivo a disponibilidade de nutrientes no meio.

Os substratos constituídos de bagana proporcionaram maiores médias da relação H/D (Figura 2c), com efeito quadrático, e máxima estimada de 10,6 na proporção 55: 45, sendo superiores as médias obtidas das mudas cultivadas com composto orgânico e palha de arroz. Considerando que menores valores entre H/D indicam mudas mais aptas para resistirem as condições adversas de campo, as mudas cultivadas com o substrato constituído de palha de arroz se sobressaíram em relação as demais (CARNEIRO et al., 1995).

Para massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e MSPA/MRS

houve interações significativas, entre as fontes de resíduos orgânicos e as proporções de solo utilizadas para compor substratos de cultivo. A MSPA (Figura 3a) foi influenciada pela adição de composto orgânico com efeito linear crescente, com máxima produção de 9,9 g planta⁻¹. Resultado diferente foi observado no cultivo de tamboril, em que o aumento da produção de MSPA foi alcançado com a adição de 50% de casca de arroz carbonizado ao solo (SAIDELLES et al., 2009). Nóbrega et al. (2008a) encontraram valor inferior ao da presente pesquisa, com produção de 2,28 g planta⁻¹, em mudas de tamboril cultivadas em diferentes proporções de compostos de lixo urbano e solo, aos 60 dias após a emergência. As mudas cultivadas com adubação padrão apresentaram menores médias.

Para MSR e MST houve comportamentos quadráticos e lineares, quando as mudas foram cultivadas com composto orgânico e bagana, respectivamente (Figura 3b e c). A bagana se destacou com maior produção de MSR, 14,76 g planta⁻¹, e de MST, 21,94 g planta⁻¹ na proporção 80:20, em comparação ao composto orgânico

e palha de arroz. Os valores médios das produções de MST, MSPA, MSR das mudas cultivadas com proporções de resíduos orgânicos foram superiores aos das mudas testemunha com adubação padrão e também as das cultivadas somente com o solo. Constatou-se ainda que, as médias encontradas foram superiores as citadas na literatura (NÓBREGA et al., 2008a; MAAS, 2010)

A adição de composto orgânico ao substrato proporcionou efeito quadrático para a relação MSPA/MSR, com maior média 0,26 na proporção estimada 25:75 (composto orgânico: solo) (Figura 3d). Já os substratos acrescidos com bagana e palha de arroz não apresentaram efeito significativo. O aumento no valor da relação MSPA/MSR pode ser prejudicial a muda, visto que ocorre à tendência de desequilíbrio no desenvolvimento, podendo ocorrer tombamento da muda quando transportada para o campo, pois com raízes menores ocorre maior dificuldade de sustentação da parte aérea (MAAS, 2010). Assim, mudas que apresentaram melhor equilíbrio entre MSPA e MSR foram as cultivadas com os substratos constituídos de

composto orgânico.

Para a relação H/MSPA houve efeito quadrático em relação à adição de palha de arroz e solo ao substrato, sendo que a proporção máxima estimada foi de 33:67 (palha de arroz:solo) para a obtenção de 10,13 (Figura 4a). Os substratos acrescidos com composto orgânico apresentaram efeito linear decrescente. Já as mudas cultivadas em substratos contendo bagana não obtiveram efeito significativo. Esse decréscimo da H/MSPA à medida que se adicionou composto orgânico é positivo, visto que, 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. Sousa et al. (2013), ao avaliarem a adição caule decomposto de *Mauritia flexuosa* no crescimento de *Enterolobium contortisiliquum* encontraram média mínima estimada de 9,54 na proporção estimada de 58:42 (caule decomposto de buritizeiro:solo).

Para o índice de qualidade de Dickson (IQD) (Figura 4b), mudas cultivadas nos substratos acrescidos de composto orgânico apresentaram maior IQD, com

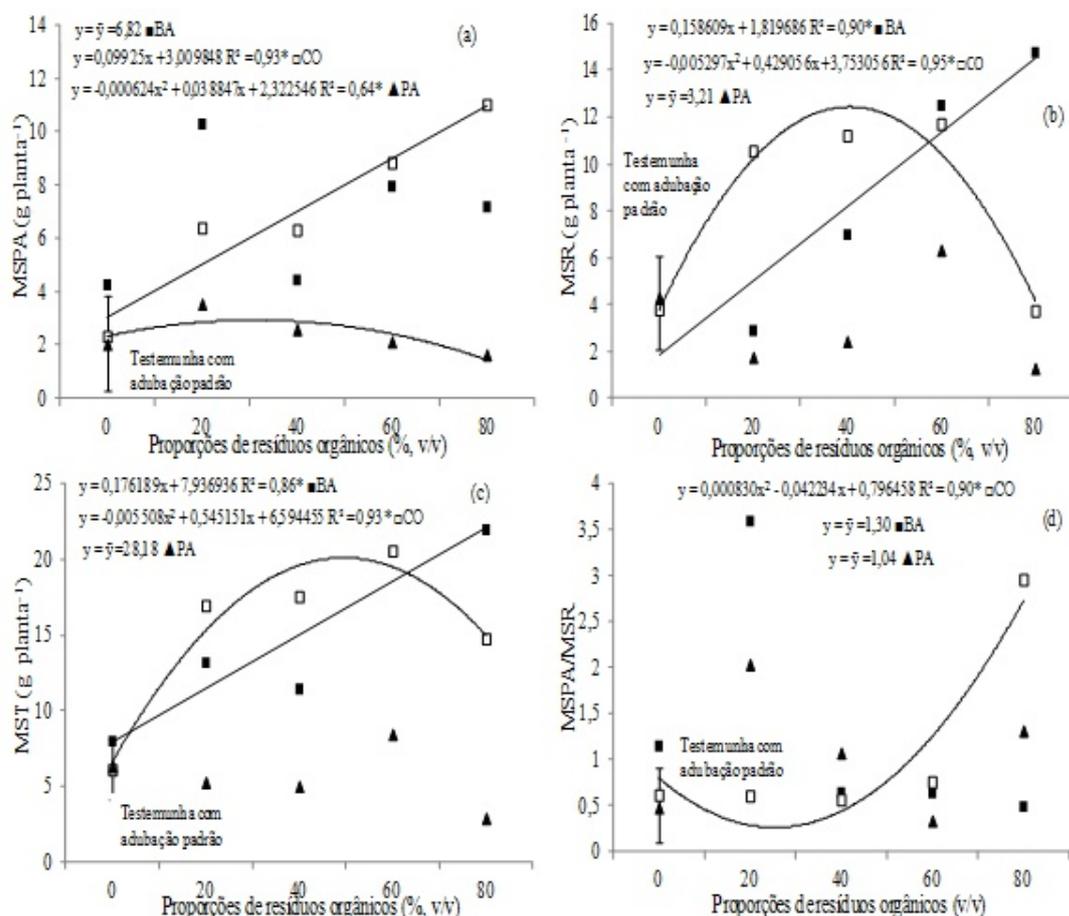


Figura 3. Massa seca da parte aérea (MSPA) (a), massa seca da raiz (MSR) (b), massa seca total (MST) (c), e a relação massa seca da parte aérea por massa seca da raiz (MSPA/MSR) (d) de mudas de tamboril cultivadas em resíduos orgânicos e diferentes proporções de solo ■BA= bagana de carnaúba □CO=composto orgânico, ▲PA= palha de arroz.

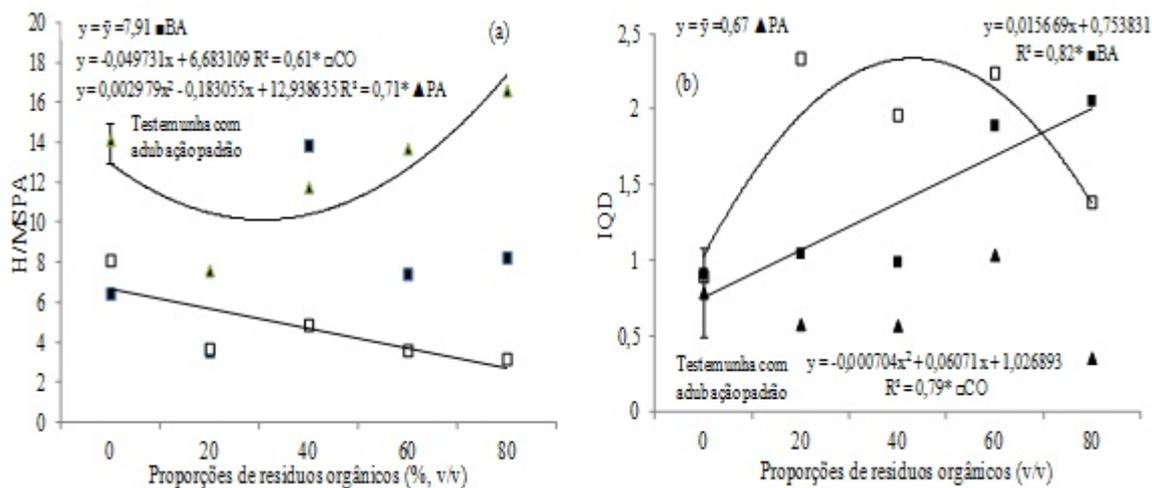


Figura 4. Índice de qualidade de Dickson de mudas de tamboril cultivadas em resíduos orgânicos e diferentes proporções de solo; ■BA= bagana de carnaúba □CO=composto orgânico, ▲PA= palha de arroz.

média de 2,36 na proporção 43:57 (composto orgânico: solo), inclusive maiores em relação às mudas cultivadas com a adubação padrão. As mudas cultivadas com bagana responderam linearmente a adição de bagana ao substrato. Enquanto as cultivadas com palha de arroz não apresentaram efeito significativo. Hunt (1990) avaliando mudas de coníferas produzidas em recipientes de 50 ou 60 mL estabeleceu como padrão o valor mínimo de IQD em 0,2, tendo as mudas atingidas o referido valor a partir dos 120 dias após a emergência. Neste estudo, todos os tratamentos apresentaram resultados superiores a 0,2. Neste sentido, Afonso et al. (2012), ao avaliarem a composição do substrato, vigor e parâmetros fisiológicos de mudas de tamboril, observaram que aos 180 dias após a emergência as mudas não atingiram o IQD de 0,20. Já Nóbrega et al. (2008a), avaliando o efeito do composto de lixo urbano e calagem no crescimento inicial de mudas de tamboril, verificaram que, na proporção 80:20 (composto de lixo:solo), as mudas obtiveram IQD de 2,24. Afonso et al. (2012), salientam que o IQD é variável entre genótipos, logo é ótimo para determinado genótipo e pode não ser necessariamente ideal para outros.

Para as variáveis número de nódulos (NN) e peso seco de nódulos (PSN), verificou-se efeito individual para as proporções de resíduos orgânicos ($P < 0,05$), conforme mostra as Figura 5a e 5c, respectivamente. O NN e PSN responderam quadraticamente às proporções de resíduos orgânicos presentes nos substratos de cultivo das plantas. Os máximos valores destas variáveis foram 55,01 nódulos planta⁻¹ e 0,23 g planta⁻¹ na dose estimada 35:65 (resíduo:solo), para ambas as variáveis. De acordo com Nóbrega et al. (2008b), o NN é consequência da densidade de bactérias que se

estabeleceram nos substratos, representando medida semiquantitativa do número de células presentes. Essa variável representa um importante índice biométrico, sendo que mudas que apresentarem um número significativo de nódulos, poderão ter mais tolerância as condições edafoclimáticas do campo, já que possuem vantagem de adquirir o N₂ via FBN. No presente estudo, verificou-se que a densidade de bactérias diazotróficas que formam simbiose com o tamboril, foi reduzida quando foram adicionadas doses acima da máxima estimada de resíduos orgânicos. Resultados semelhantes foram obtidos por Nóbrega et al., (2008b), ao avaliarem a nodulação em mudas de *Sesbania virgata* (Caz.) Pers cultivadas de diferentes proporções de composto de lixo e solo. Estes autores observaram que o maior NN foi obtido na proporção de 47:53 (composto de lixo:solo).

O PSN representa uma variável importante para determinação da eficiência simbiótica entre rizóbio e leguminosa, constituindo um dos parâmetros mínimos a serem avaliados no processo de recomendação de inoculantes (MAPA, 2006). Assim, a adição de resíduos em quantidades elevadas desfavoreceu o potencial do tamboril nodular com as populações nativas de bactérias diazotróficas presentes no solo. Esses dados evidenciam que quando há um grande aumento de resíduo orgânico na composição do substrato ocasiona redução da densidade de bactérias diazotróficas. Isto porque, a aplicação de adubos ricos em matérias orgânicos desfavorecem a simbiose entre o macro e microsimbionte. Porém, quando resíduos orgânicos são utilizados em pequenas proporções podem estimular a nodulação de mudas de espécies arbóreas cultivadas em substratos.

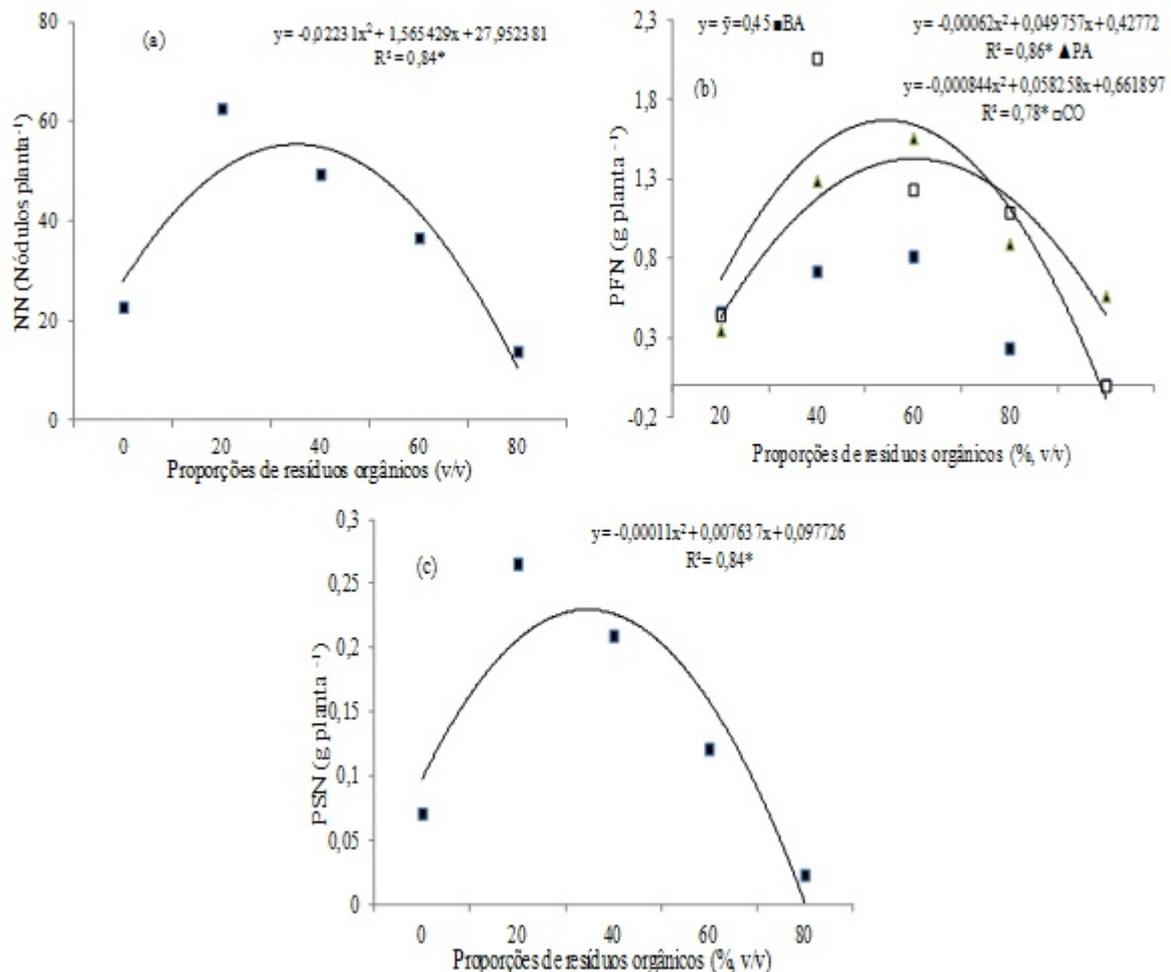


Figura 5. Número de nódulos (a) e peso seca de nódulos (b) de mudas de tamboril cultivadas em resíduos orgânicos e diferentes proporções de solo, ■BA= bagana de carnaúba □CO=composto orgânico, ▲PA=palha de arroz.

Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre as fontes de resíduos orgânicos, com comportamento quadrático para a variável peso fresco de nódulos (PFN) (Figura 5b). Os máximos valores obtidos foram 1,67 e 1,43 g planta⁻¹, nas proporções estimadas de 35:65 (palha de arroz: solo) e 40:60 (composto orgânico: solo), respectivamente. Sousa et al. (2013), cultivando mudas de tamboril em substratos constituídos de caule decomposto de buritizeiro e solo no estado do Piauí, verificaram efeito linear da adição de resíduo orgânico ao substrato para o PFN com maior média na dose 80:20 (caule decomposto de buritizeiro:solo). Segundo estes autores, as populações nativas de bactérias diazotróficas presentes no substrato que não recebeu N-mineral e nem inoculação foram capazes de nodular eficientemente o tamboril.

Pode-se destacar que a palha de arroz (PA) foi o resíduo que menos promoveu acréscimos nos índices biométricos das mudas de tamboril. Em relação às proporções de solo no substrato, pode se constatar que as mudas de tamboril cultivadas na proporção 0:100 (resíduo orgânico: solo), obtiveram-se menores índices

biométricos, o que indica que a adição de resíduos orgânicos no substrato para tamboril, possibilitou a produção de mudas com melhor qualidade para recuperação de áreas degradadas, assim como verificado por Nóbrega et al. (2008b) e Maas (2010). *Enterolobium* foi responsivo a adição de resíduos orgânicos ao substrato de cultivo.

Conclusões

A adição de resíduos orgânicos na proporção 23:77 (resíduos: solo) proporciona maior porcentagem de emergência plântulas de tamboril. As mudas de tamboril cultivadas com os substratos acrescidos de 43:57 (composto orgânico: solo) apresentam maior índice de qualidade de Dickson. A adição de resíduos orgânicos estimula a nodulação natural de tamboril na proporção de 35:65 (resíduos orgânicos: solo).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e pela concessão de bolsas.

Referências Bibliográficas

- AFONSO, M.V. et al. Composição do substrato, vigor e parâmetros fisiológicos de mudas de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong). **Revista Árvore**, v.36, n.6, p.1019-1026, 2012.
- ALVES, M.M. et al. Crescimento inicial de plântulas de *Adenanthera pavonina* L. em função de diferentes substratos. **Revista Ciência Agrônômica**, v.46, n.2, p.352-357, 2015.
- ARAÚJO, A.P.; PAIVA SOBRINHO, S. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.35, n.3, p.581-588, 2011.
- CALDEIRA, M.V.W.; et al. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agrária**, v.9, n.1, p.27-33, 2008.
- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF/ UENF, 1995. 451p.
- CRUZ, F.R.S. et al. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong em diferentes substratos. **Scientia Plena**, v.9, n.12, p.1-9, 2013.
- DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The 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. 212p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- FREITAS, A.F. et al. Feno de carvão vegetal em substrato para produção de mudas de *Dipteryx odorata*. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.9, n.3, p.31-40, 2014.
- GONÇALVES, F.G. et al. Emergência e qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) morong (fabaceae) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v.37, n.6, p.1125-1133, 2013.
- GRAVE, F. et al. Crescimento de plantas jovens de açoita-cavalo em quatro diferentes substratos. **Ciência Florestal**, v.17, n.4, p.289-298, 2007.
- GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.26, n.6, p.655-664, 2002.
- GUERRINI, I.A.; TRIGUEIRO, R.M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência, do Solo**, v.28, p.1069-1076, 2004.
- HUNT, G.A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLIN ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200. **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222.
- LUSTOSA FILHO, J.F. et al. Influence of organic substrates on growth and nutrient contents of jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*). **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n. 26, p. 2544-2552, 2015.
- MAAS, K.D.B. **Biossólido como substrato na produção de mudas de timburi**. 2010. 46p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais)- Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2004.
- 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.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA. **Instrução normativa DAS art. 2º**. Do decreto no. 5741 de 30 de março de 2006.
- NÓBREGA, R.S.A. et al. Efeito do composto de lixo urbano e calagem no crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. **Scientia Forestalis**, v.36, n.79, p.181-189, 2008a.
- NÓBREGA, R.S.A.; et al. Parâmetros Morfológicos de Mudas de *Sesbania virgata* (Caz.) Pers e de *Anadenanthera peregrina* (L.) cutivadas em substrato fertilizado com composto de lixo urbano. **Revista Árvore**, v.32, n.3, p.597-607, 2008b.
- SAIDELLES, F.L.F. et al. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Ciências Agrárias**, v.30, n.1, p.1173-1186, 2009.
- SCALON, S.P.Q. et al. 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. Fontes de nitrogênio e caule decomposto de *Mauritia flexuosa* na nodulação e crescimento de *Enterolobium contortisiliquum*. **Revista Árvore**, v.37, n.5, p.969-979, 2013.
- SOUSA, L.B. et al. Cultivo de *Sesbania virgata* (Cav. Pers) em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 3, p. 240-247, 2015.