

QUALIDADE DE MUDAS DE *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. PRODUZIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Júlia Zamilute Paiva Silva¹; Pedro Henrique Santana Junqueira²; João Lucas Borges Lacerda³;
Gabriel Marinho da Costa⁴; Paulo Araquém Ramos Cairo⁵

¹Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (202011651@uesb.edu.br); ² Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (202010378@uesb.edu.br); ³Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (202010408@uesb.edu.br); ⁴Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (201810951@uesb.edu.br); ⁵ Professor, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA (pcairo@uol.com.br)

RESUMO

Neste estudo, foram avaliados os efeitos da utilização de diferentes substratos sobre a qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, com base na análise de atributos biométricos. O experimento foi realizado em um viveiro florestal, com mudas produzidas em tubetes, os quais foram preenchidos com os seguintes substratos: esterco bovino (EB), vermiculita (V) e os substratos agrícolas comerciais Bioplant® e Vivatto®. Esses substratos foram utilizados isoladamente e em misturas. Os resultados mostraram que os substratos não causaram variações significativas nos caracteres biométricos relacionados a dimensões lineares e número de folhas, assim como nas massas fresca e seca, quando avaliadas na parte aérea ou nas raízes, isoladamente. Contudo, o tratamento EB + Bioplant® promoveu a maior razão parte aérea / raízes, seguido dos tratamentos com substratos individualizados, como EB, Bioplant® e Vivatto®, e a mistura EB + V. A mistura EB + Vivatto® resultou na menor razão parte aérea / raízes. Os parâmetros avaliados não permitem avaliar em profundidade os motivos pelos quais os substratos não influenciaram os caracteres biométricos, a despeito de terem influenciado a razão parte aérea / raízes. Estima-se que estudos posteriores sobre a sua composição mineral poderão ajudar a elucidar o papel de cada um desses substratos sobre os parâmetros relacionados ao crescimento inicial desta espécie, antes que a sua utilização possa ser considerada para a produção de mudas.

Palavras-chave: Produção de mudas; Substratos; Crescimento inicial.

INTRODUÇÃO

Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong. é uma espécie da família Leguminosae Mimosoideae, comumente conhecida por nomes populares, como tamboril, orelha-de-macaco, orelha-de-negro, tamboril, timbaúba, timbó, tambaré, timbaúva, ximbó e pacará. Devido ao seu crescimento rápido, é uma opção para ser utilizada em projetos de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2008).

Dentre os fatores que influenciam a produção de mudas de espécies florestais, além da semente, destaca-se o substrato, influenciando diretamente a qualidade da muda (SANTOS et al., 2000). Substrato é o meio no qual as raízes se desenvolvem, fornecendo suporte físico à parte aérea das mudas, além de água, oxigênio e nutrientes (CARNEIRO, 1995). O substrato a ser utilizado

pode favorecer ou não a germinação das sementes e o desenvolvimento inicial da plântula (GONDIN et al., 2015). A escolha do substrato deve considerar algumas características, como o seu tamanho e formato, além de outros fatores (COELHO et al., 2006; BRASIL, 2009). Segundo Gonçalves et al. (2015), um bom substrato apresenta as seguintes características: boa estrutura e consistência, de forma a sustentar e acomodar as sementes durante a germinação e enraizamento; boa porosidade, de modo a permitir pronta drenagem do excesso de água durante as irrigações e chuvas, mantendo adequada aeração junto ao sistema radicular; e boa capacidade de retenção de água, de modo a evitar as irrigações muito frequentes. Além disso, o substrato não deve se contrair excessivamente após a secagem e deve ser isento de substâncias tóxicas, inóculos de doenças e de plantas invasoras, insetos e sais em excesso, e deve ser bem padronizado, com características químicas e físicas pouco variáveis de lote para lote.

São vários os substratos destinados à produção de mudas florestais, podendo-se destacar: vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, moinha de carvão, terra de subsolo, serragem, bagaço de cana, acículas de *Pinus*, húmus de minhoca e resíduos sólidos (CARNEIRO, 1995). Os substratos devem ser adubados com fertilizantes que contenham os elementos necessários ao desenvolvimento das mudas, tais como macro e micronutrientes (MUNIZ et al., 2020). Diferentes componentes podem ser utilizados isoladamente ou constituir combinações de vários substratos, como solos, areia, compostos orgânicos, vermiculita e outros (ALVES et al., 2017). Cada tipo de substrato possui uma composição nutricional variável e diferentes capacidades de aeração e retenção de água. A escolha de um substrato específico dependerá da finalidade do seu uso, uma vez que é raro encontrar um material que possua todas as características necessárias para promover o ótimo crescimento e desenvolvimento das plantas (SOUZA et al., 1995).

Segundo Carneiro (1995), os parâmetros estudados pelos pesquisadores para conceituar a qualidade das mudas são de duas naturezas: os parâmetros morfológicos, que se baseiam nas características fenotípicas, e os parâmetros fisiológicos, os quais têm como base os aspectos internos das mudas. Considera-se a hipótese de que a qualidade das mudas pode ser influenciada pela utilização de diferentes substratos. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de diferentes substratos sobre altura de plantas, diâmetro de caule, número de folhas, comprimento da raiz principal e massas fresca e seca de parte aérea e de raízes de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em um viveiro florestal, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), no município de Vitória da Conquista – BA (14°53'08" S e 40°48'02" W, altitude 881 m). As mudas de *Enterolobium contortisiliquum* foram produzidas via seminal, a partir de sementes obtidas de frutos de coloração escura (maduros), localizados na extremidade de galhos e da copa de árvores distribuídas aleatoriamente no Campo Agropecuário da UESB. Para a produção de mudas, utilizou-se uma bandeja com capacidade para 54 células. Cada célula era ocupada por um tubete com capacidade volumétrica de 290 cm³. Esses recipientes foram preenchidos com os seguintes substratos: esterco bovino, vermiculita e dois substratos agrícolas: Bioplant® e Vivatto®.

O Bioplant® é um produto constituído de casca de *Pinus*, turfa de Sphagnum, fibra de coco, casca de arroz carbonizada, vermiculita e nutrientes. Já o Vivatto® é composto por moinha de carvão vegetal, casca de *Pinus* e turfa, que possui características e propriedades físico-químicas balanceadas. Esses substratos foram adicionados aos tubetes, isoladamente e em misturas variáveis (Tabela 1), compondo seis tratamentos, adotando-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com cinco repetições, totalizando 30 unidades experimentais.

Realizou-se a semeadura com duas sementes em cada recipiente, seguida de raleio após a germinação, preservando-se a plântula mais centralizada e com melhor aspecto vegetativo. Durante o período experimental, as mudas foram regadas quatro vezes ao dia, com intervalos de três horas.

Tabela 1. Caracterização dos substratos utilizados nos tubetes, isoladamente e em misturas, visando à produção de mudas de *Enterolobium contortisiliquum*.

Tipo de substrato	Proporção (v/v)
Esterco bovino	100%
Bioplant®	100%
Vivatto®	100%
Esterco bovino + Bioplant®	50% + 50%
Esterco bovino + Vivatto®	50% + 50%
Esterco bovino + vermiculita	50% + 50%

Para a mensuração dos atributos biométricos, as mudas foram retiradas dos tubetes aos 30 dias após o início visível do aparecimento das folhas cotiledonares, o qual ocorreu aos oito dias após a semeadura. Este procedimento foi feito cuidadosamente, de maneira a não danificar o sistema radicial. A remoção de resíduos de substratos foi feita logo após a retirada das mudas dos tubetes, utilizando-se água corrente, seguida de breve escoamento da água superficial das mudas em folhas de papel toalha. Sobre esse material vegetal, mediram-se: altura de plantas (H) usando régua graduada, diâmetro de colo (D) usando paquímetro digital, razão H/D, comprimento da raiz principal (R) usando régua graduada, número de folhas (NF), baseada na contagem de folhas visíveis, massas frescas de parte aérea (MFPA) e de raízes (MFR) e razão MFPA/MFR. Para a obtenção de massas secas de parte aérea (MSPA) e de raízes (MSR), e razão MSPA/MSR, o material vegetal foi acondicionado em sacos de papel e submetido à secagem em estufa com circulação de ar, a ± 70 °C por 48 h.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), usando o programa estatístico University Statistical Analysis System (SAS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância revelaram que os substratos utilizados, isoladamente e em misturas, não causaram variações significativas em atributos biométricos associados a dimensões lineares, como altura de plantas, diâmetro de colo, razão altura/diâmetro e comprimento da raiz principal, assim como ao número de folhas (Tabela 2).

Tabela 2. Altura de planta (H), diâmetro de colo (D), razão H/D, comprimento de raiz principal (R) e número de folhas (NF) em mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong produzidas sob substratos esterco bovino (EB), vermiculita (V), Bioplant® e Vivatto®, isoladamente ou em misturas variáveis, 38 dias após a semeadura.

Tratamentos	H (cm)	D (mm)	H/D	R (cm)	NF
EB	8,8 a	2,1 a	4,31 a	12,0 a	7,2 a
Bioplant®	8,6 a	2,2 a	4,22 a	9,4 a	7,0 a
Vivatto®	8,6 a	2,2 a	4,01 a	9,4 a	7,0 a
EB + Bioplant®	8,2 a	2,0 a	4,11 a	11,8 a	6,6 a
EB + Vivatto®	8,4 a	2,0 a	4,25 a	14,0 a	8,2 a
EB + V	9,2 a	2,2 a	4,15 a	14,8 a	8,8 a

Letras minúsculas iguais, em cada coluna, indicam que não houve diferenças significativas entre os tratamentos, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

Avaliações de caracteres biométricos de plantas cultivadas em diferentes substratos, em geral, permitem conhecer melhor as influências de características físicas e químicas proporcionadas por cada substrato (VIEIRA e GUSMÃO, 2008). Entretanto, os resultados obtidos no presente estudo demonstram que nem sempre os efeitos dos substratos se manifestam em todos os caracteres biométricos. Esses efeitos somente se tornarão perceptíveis depois de uma alocação consistente de matéria seca em cada órgão da planta (LLORET et al., 1999). Entretanto, as mudas não conseguem obter rapidamente todos os recursos necessários do ambiente (NADEEM et al., 2013), e os recursos armazenados nas sementes são, portanto, a força motriz de seu crescimento inicial (LIU et al, 2010).

Em relação aos caracteres biométricos associados às massas fresca e seca, de acordo com a análise de variância, não houve diferença entre os tratamentos quanto à sua influência sobre essas características, se avaliadas parte aérea e raízes, separadamente. No entanto, observaram-se diferenças entre os tratamentos sobre a razão parte aérea / raízes, tanto referentes à massa fresca, como massa seca. O tratamento EB + Bioplant® promoveu a maior razão parte aérea / raízes, seguido dos tratamentos com substratos individualizados, como EB, Bioplant® e Vivatto®, e a mistura EB + V. A mistura EB + Vivatto® resultou na menor razão parte aérea / raízes (Tabela 3).

Tabela 3. Atributos biométricos relacionados a massas frescas de parte aérea (MFPA) e de raízes (MFR), razão MFPA/MFR, e massas secas de parte aérea (MSPA) e de raízes (MSR) e razão MSPA/MSR, em mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong produzidas sob substratos esterco bovino (EB), vermiculita (V), Bioplant® e Vivatto®, isoladamente ou em misturas variáveis, 38 dias após a semeadura.

Tratamentos	MFPA (g)	MFR (g)	MFPA/MFR	MSPA (g)	MSR (g)	MSPA/MSR
EB	0,62 a	0,40 a	1,55 b	0,128 a	0,05 a	2,56 b
Bioplant®	0,62 a	0,40 a	1,55 b	0,110 a	0,04 a	2,75 b
Vivatto®	0,57 a	0,40 a	1,43 b	0,115 a	0,04 a	2,88 b
EB + Bioplant®	0,65 a	0,30 a	2,17 a	0,114 a	0,03 a	3,80 a
EB + Vivatto®	0,62 a	0,50 a	1,24 c	0,141 a	0,06 a	2,35 c
EB + V	0,74 a	0,50 a	1,48 b	0,138 a	0,05 a	2,76 b

Letras minúsculas iguais, em cada coluna, indicam que não houve diferenças significativas entre os tratamentos, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).

A razão parte aérea / raízes, seja referente às massas fresca ou seca, varia amplamente entre as espécies, durante a ontogênese das plantas, e pode ser modificada por uma variedade de fatores externos (RENGEL et al., 2023). Esse parâmetro é tido como um indicador da partição de massa na planta, isto é, permite avaliar a alocação de massa, preferencialmente em uma parte da planta, em detrimento de outra parte, quase sempre sob controle hormonal (SRIVASTAVA, 2002). Estudos prévios encontraram correlação entre alterações na razão parte aérea / raiz, induzida por alocação de massa, e a composição mineral do solo ou substrato, particularmente em relação à fração nitrogenada, que interage com as vias respiratórias e de sinalização do ácido giberélico para regular a partição de massa entre parte aérea e raízes (PELLNY et al., 2008; MARSCHNER, 2023). Embora esse controle hormonal nem sempre se traduza em alterações nas dimensões lineares, como altura de planta ou comprimento de raízes, o aumento da razão de massa seca parte aérea / raízes sinaliza maior alocação de massa seca na parte aérea do que nas raízes. Assim, um aumento na razão parte aérea / raízes pode resultar em maior consistência das estruturas da planta responsáveis pela captação de luz e síntese de fotoassimilados, como as folhas, e menor consistência das estruturas de sustentação física da planta, como as raízes, que também são responsáveis pela absorção de água e nutrientes (MASKOVÁ e HERBEN, 2018).

A maior razão parte aérea / raízes foi obtida com EB + Bioplant®, ao passo que a menor razão foi obtida com EB + Vivatto®. Esses resultados sugerem que os efeitos de um substrato como o esterco bovino sobre a razão parte aérea / raízes podem ser variáveis, a depender da sua utilização de forma individual ou em mistura com outros substratos. Por outro lado, a mistura EB + V não alterou os efeitos do esterco bovino utilizado de forma individual. Considera-se, aqui, que esses efeitos variáveis podem ter sido resultantes das diferentes composições minerais de cada substrato, porém o presente estudo não reúne avaliações que permitam confirmar esta hipótese. Estudos posteriores poderão analisar a composição mineral desses substratos, especialmente a fração nitrogenada, e investigar em profundidade a sua possível influências sobre a razão parte aérea / raízes durante o crescimento inicial de mudas dessa espécie.

CONCLUSÃO

O estudo mostrou que os diferentes substratos não causaram variações significativas nos caracteres biométricos relacionados a dimensões lineares e número de folhas. Os substratos também não causaram variações nas massas fresca e seca, quando avaliadas na parte aérea ou nas raízes, isoladamente. Contudo, o tratamento EB + Bioplant® promoveu a maior razão parte aérea / raízes, seguido dos tratamentos com substratos individualizados, como EB, Bioplant® e Vivatto®, e a mistura EB + V. A mistura EB + Vivatto® resultou na menor razão parte aérea / raízes.

O limitado alcance dos parâmetros avaliados neste estudo preliminar ainda não permite avaliar em profundidade os motivos pelos quais os substratos não influenciaram os caracteres biométricos, a despeito de terem influenciado a razão parte aérea / raízes. Estudos posteriores sobre a sua composição mineral, entretanto, poderão ajudar a elucidar o papel de cada um desses substratos sobre os parâmetros relacionados ao crescimento inicial de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, antes que a sua utilização possa ser considerada para a produção de mudas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. M. *et al.* Substrate in the emergence and initial growth of seedlings of *Caesalpinia pulcherrima*. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 47, n. 3, e20150433, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para a análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 399 p.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba. UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

COELHO, R. R. P. *et al.* Influência de substratos na formação de mudas de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake). **Revista Ciência Agrônômica**. Fortaleza, v. 37, n. 2, p. 149–152, 2006.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P K**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GONÇALVES, J. L. M. *et al.* Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; BENEDETTI, Vanderlei. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2015. p. 247–259.

GONDIN, J. C. *et al.* Emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (Caesalpinaceae) em diferentes substratos e sombreamento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 2, p. 329–338, 2015.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 5. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. 384 p.

LIU, S. *et al.* Changing sink demand of developing shoot affects transitory starch biosynthesis in embryonic tissues of germinating rice seeds. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 20, p. 137–144, 2010.

LLORET, F. *et al.* Seedling survival of Mediterranean shrubland species in relation to root:shoot ratio, seed size and water and nitrogen use. **Functional Ecology**, New Jersey, v. 13, p. 210–216, 1999.

MASKOVÁ, T.; HERBEN, T. Root:shoot ratio in developing seedlings: How seedlings change their allocation in response to seed mass and ambient nutrient supply. **Ecology and Evolution**, New Jersey, v. 8, n. 14, p. 7143–7150. 2018.

MUNIZ, P. S. B. *et al.* Alternative substrates and controlled-release fertilizer in the production of yellow passion fruit seedlings. **Comunicata Scientiae – Horticultural Journal**. Bom Jesus, v. 11, e3292, 2020.

NADEEM, M. *et al.* Maize seedling phosphorus nutrition: Allocation of remobilized seed phosphorus reserves and external phosphorus uptake to seedling roots and shoots during early growth stages. **Plant and Soil**, Amsterdam, v. 371, p. 327–338, 2013.

RENGEL, Z. *et al.* **Marschner's mineral nutrition of plants**. 4. Ed. London: Academic Press, 2023. 816 p.

SANTOS, C. B. *et al.* Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 1–15, 2000.

SOUZA, M. M. *et al.* Avaliação de substratos para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) 'White Polaris' em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 1, n. 2, p. 71–77, 1995.

SRIVASTAVA, L. M. **Plant growth and development: Hormones and environment**. London: Academic Press, 2002. 772 p.

VIEIRA, F. A.; GUSMÃO, E. Biometria, armazenamento de semente e emergência de plântulas de *Talisia esculenta* Radlk. (Sapindaceae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1073–1079, 2008.