

Recipientes e substratos na produção de mudas de *Melanoxylon brauna* Schott

Melanoxylon brauna é uma árvore nativa da Mata Atlântica brasileira, de significativa importância ecológica e econômica. Devido a atual ameaça de extinção da espécie e a escassez de estudos relacionados à sua silvicultura, o desenvolvimento de metodologia para a produção de mudas em projetos de reflorestamento e compensação ambiental é de extrema necessidade. Neste sentido, objetivou-se com este estudo avaliar a influência de diferentes substratos e recipientes na produção de mudas de *Melanoxylon brauna*. O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação coberta com tela de sombreamento de 70%, sob delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas os recipientes e as subparcelas os substratos. Os recipientes utilizados foram o tubete de polietileno rígido de 800 cm³ e o saco de polietileno com aproximadamente 2800 cm³. Os substratos consistiram em: substrato comercial Trimix[®]; 80% de terra de subsolo + 20% areia; 50% de terra de subsolo + 50% Trimix[®] e 80% de terra de subsolo + 20% Trimix[®]. Para a caracterização dos substratos, realizou-se análises química e física. Aos 240 dias após a semeadura, foram avaliadas a altura, o diâmetro do coleto, o peso de matéria seca da parte aérea, da raiz e total. O substrato 80% terra de subsolo + 20% areia, independentemente do recipiente, propiciou maior crescimento em altura das mudas de *Melanoxylon brauna* aos 240 dias, ao passo que o substrato Trimix[®] quando associado ao recipiente saco plástico, propiciou menor crescimento. Não houve efeito dos substratos e recipientes sobre o diâmetro, peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca total das mudas de *Melanoxylon brauna*, aos 240 dias de permanência em casa de vegetação. Para a variável peso de matéria seca de raízes, o recipiente tubete foi o mais adequado.

Palavras-chave: Viveiro florestal; Propagação seminal; Desenvolvimento inicial; Espécie ameaçada.

Containers and substrates in the production of *Melanoxylon brauna* Schott seedlings

Melanoxylon brauna is a native tree of the Brazilian Atlantic Forest, of significant ecological and economic importance. Due to the current threat of extinction of the species and the scarcity of studies related to its forestry, the development of a methodology for the production of seedlings in reforestation and environmental compensation projects is extremely necessary. In this sense, the aim of this study was to evaluate the influence of different substrates and containers on the production of *Melanoxylon brauna* seedlings. The experiment was installed and conducted in a greenhouse covered with 70% shading, under a completely randomized design in subdivided plots scheme, the plots being the containers and the subplots the substrates. The containers used were the rigid polyethylene tube of 800 cm³ and the polyethylene bag with approximately 2800 cm³. The substrates consisted of: commercial substrate Trimix[®]; 80% subsoil land + 20% sand; 50% subsoil land + 50% Trimix[®] and 80% subsoil land + 20% Trimix[®]. To characterize the substrates, chemical and physical analyzes were performed. At 240 days after sowing, height, stem diameter, shoot, root and total dry matter weight were evaluated. The substrate 80% subsoil land + 20% sand, regardless of the container, provided greater growth in height of the *Melanoxylon brauna* seedlings at 240 days, while the substrate Trimix[®], when associated with the plastic bag container, provided less growth. There was no effect of substrates and containers on diameter, shoot dry matter and total dry matter weight of *Melanoxylon brauna* seedlings, at 240 days of stay in the greenhouse. For the variable root dry matter weight, the tube container was the most suitable.


Keywords: Forest nursery; Seminal propagation; Initial development; Threatened species.


Topic: Ciências Florestais


Received: 06/11/2021


Approved: 27/11/2021


Reviewed anonymously in the process of blind peer.


Ana Caroline Macedo de Castro 
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5454373355883843>
<https://orcid.org/0000-0002-8085-2320>
anacarolinemcastro@gmail.com


Luiz Filipe Maravilha 
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2433077687763878>
<https://orcid.org/0000-0001-5846-3516>
filipemaravilha@gmail.com

Miranda Títon 
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/388168523998904>
<https://orcid.org/0000-0002-5940-5390>
mirandatiton@gmail.com

André César Pinheiro 
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5640240115758381>
<https://orcid.org/0000-0002-5027-753X>
andrepesar@hotmail.com

Múcio Magno de Melo Farnezi 
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3632820037940391>
<https://orcid.org/0000-0002-2699-9487>
muciomagno@yahoo.com.br

Israel Marinho Pereira 
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4731214583033664>
<https://orcid.org/0000-0003-1035-1253>
imarinhopereira@gmail.com

Marcio Leles Romarco de Oliveira 
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1808132114787261>
<https://orcid.org/0000-0002-8097-1135>
marcioromarco@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.011.0002

Referencing this:

CASTRO, A. C. M.; MARAVILHA, L. F.; TITON, M.; PINHEIRO, A. C.; FARNEZI, M. M. M.; PEREIRA, I. M.; OLIVEIRA, M. L. R.. Recipientes e substratos na produção de mudas de *Melanoxylon brauna* Schott. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.11, p.11-19, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.011.0002>

INTRODUÇÃO

A exploração excessiva das florestas nativas para o sustento de atividades econômicas tem levado à degradação ambiental e, conseqüentemente, ao desequilíbrio de ecossistemas. Contudo, percebe-se como mecanismos de proteção à biodiversidade, o aumento das exigências sobre medidas compensatórias e de recuperação de áreas degradadas pelos órgãos fiscalizadores no domínio da Mata Atlântica (MIOLA et al., 2019). Assim sendo, a demanda por mudas de espécies nativas desse bioma, sobretudo as ameaçadas de extinção, também aumentou nos últimos anos para atender a essas exigências.

Dentre as espécies ameaçadas de extinção na Mata Atlântica, destaca-se a *Melanoxylon brauna* Schott, uma árvore da família Fabaceae, conhecida popularmente como braúna (LORENZI, 2009) e enquadrada no grupo ecológico das secundárias tardias (SILVA et al., 2017). Sua madeira possui alta qualidade e durabilidade, sendo considerada uma madeira de lei de grande valor econômico com potencial para reflorestamento e arborização urbana (CAMPOS et al., 2015; GIBSON et al., 2021). Devido à intensa exploração de sua madeira e a falta de replantios (FLORES et al., 2014) está classificada como vulnerável na “Lista de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção”, instituída pela Portaria Nº 443 de 17 de dezembro de 2014 (BRASIL, 2014).

O principal método de propagação da braúna é via seminal (FLORES et al., 2014). Contudo, o elevado índice de predação de suas sementes por insetos (SILVA et al., 2013), principalmente os da ordem Coleoptera (SANTOS et al., 1991), pode ocasionar restrições à sua propagação, visto que poucas sementes são viáveis. Além disso, estudos sobre estratégias de produção de mudas de *M. brauna* são escassos na literatura, o que dificulta a sua domesticação e posterior cultivo.

Dentre os fatores que exercem relevante influência na produção e no desenvolvimento de mudas em fase de viveiro estão o tipo de recipiente e o substrato. O tipo de recipiente influencia no acomodamento e crescimento do sistema radicular das plantas e tem relação direta no espaço a ser ocupado no viveiro, na mão de obra, na quantidade de insumos utilizados e no custo final da muda (GONZAGA et al., 2016; LIMA et al., 2019). Dessa forma, a escolha do recipiente dependerá da morfologia do sistema radicular da espécie e de aspectos econômicos (LUNA et al., 2009). Com relação aos substratos, recomenda-se a utilização daqueles com boas características físico-químicas e que estejam isentos de pragas e patógenos (GOMES et al., 2011). Uma prática muito comum em viveiros é a elaboração dos substratos a partir da mistura de diferentes componentes, visando melhoria das propriedades físicas do insumo. Independentemente da combinação de insumos utilizada, o objetivo final desse tipo de operação é produzir mudas de alta qualidade e, ao mesmo tempo, reduzir os custos de produção (GASPARIN et al., 2014).

Diante do exposto, é de extrema urgência conhecer os fatores que afetam a produção de mudas de braúna, para assim aprimorar o processo e, conseqüentemente, garantir a conservação dos recursos genéticos da espécie e o atendimento das exigências legais. Dessa forma, objetivou-se com este estudo avaliar a influência de diferentes substratos e recipientes sobre a produção de mudas de *Melanoxylon brauna*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e caracterização da área de estudo

O experimento foi instalado e conduzido em casa de vegetação coberta por filme de PVC de 150 micra de espessura e tela de sombreamento de 70%, com sistema de irrigação por nebulização com quatro irrigações diárias de 10 minutos cada, sendo a lâmina d'água aplicada de 13,61 L.m⁻². A casa de vegetação está localizada no Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF) do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), no município de Diamantina, Minas Gerais. O clima da região é do tipo Cwb (clima temperado úmido com inverno seco e verão moderadamente quente) de acordo com a classificação de Köppen (SÁ et al., 2012).

Coleta e beneficiamento das sementes

Os frutos foram coletados no município de Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais, em agosto de 2016. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cwa, temperado úmido com inverno seco e verão quente (SÁ et al., 2012). Após a coleta, foi realizado o beneficiamento que consistiu na retirada da membrana alada que cobria as sementes, sendo eliminadas aquelas deterioradas, chochas ou danificadas por insetos.

Para confirmar a identificação botânica da espécie em estudo, utilizou-se material coletado em Conceição do Mato Dentro - MG e disponível no Herbário Dendrológico Jeanine Felfili (HDJF), localizado no CIPEF, sob o número de registro HDJF – 3935.

Caracterização dos substratos e recipientes

Para a semeadura, foram utilizados como recipientes o tubete de polietileno rígido com volume de 800 cm³ e o saco de polietileno com aproximadamente 2800 cm³. Foram utilizados substratos com as seguintes composições: Trimix[®]; 80% terra de subsolo + 20% areia; 50% terra de subsolo + 50% Trimix[®]; e 80% terra de subsolo + 20% Trimix[®]. O substrato comercial Trimix[®] é composto por vermiculita, casca de arroz carbonizada e fibra de coco (AZEVEDO et al., 2016). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo as parcelas os recipientes e as subparcelas os tipos de substratos. Cada repetição foi composta por doze recipientes.

A terra de subsolo e a areia foram peneiradas e em todos os substratos foram adicionados 5 g.L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada (Osmocote[®]), de formulação NPK (15-9-12), com liberação entre 5 e 6 meses, seguindo recomendação do fabricante para desenvolvimento de mudas nativas.

Para a caracterização dos substratos, realizou-se análises química e física no Laboratório de Caracterização de Substratos do Departamento de Engenharia Florestal da UFVJM. Para a análise química, utilizou-se a metodologia proposta pela Embrapa (2009). As análises de densidade seca e densidade de partículas foram realizadas conforme a metodologia estabelecida pelo Manual de Métodos de Análise de Solo Embrapa (2011) e as demais análises físicas foram realizadas conforme Boodt et al. (1972) e Wilson

(1983).

Semeadura e obtenção dos dados

A semeadura foi realizada 70 dias após a coleta das sementes. Foram semeadas duas sementes em cada recipiente. Após 30 dias, realizou-se o raleio das plântulas germinadas, deixando no recipiente apenas a plântula mais vigorosa. Aos 240 dias após a semeadura, foi obtida a altura da parte aérea, utilizando-se uma régua milimetrada posicionada no nível do substrato até a gema apical. A avaliação do diâmetro se deu por meio da mensuração dos coletos das mudas com o auxílio de um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm posicionado no nível do substrato.

Aos 240 dias após a semeadura, as mudas foram retiradas dos recipientes, destorroadas e lavadas em água corrente, e separadas em parte aérea e raízes. Em seguida, foram armazenadas em sacos de papel kraft e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir peso constante. Após a secagem, foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g para determinação do peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA) e peso de matéria seca de raízes (PMSR). O peso de matéria seca total (PMST) foi obtido por meio do somatório destes dois pesos (PMSPA + PMSR).

Análise dos dados

As variáveis avaliadas aos 240 dias de permanência em viveiro foram submetidas à análise de variância (ANOVA) após terem atendido as pressuposições de normalidade (Teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Teste de Bartlett). Quando significativo, realizou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o *software* R (R CORE TEAM, 2021) e o pacote ExpDes.pt, versão 1.2.1 (FERREIRA et al., 2021).

RESULTADOS

Caracterização dos substratos

Os resultados obtidos nas análises química e física dos substratos estão apresentados nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1: Análise química dos substratos utilizados para o cultivo de mudas de *Melanoxylon brauna* em viveiro

Variáveis	Substratos			
	1	2	3	4
pH (água)	4,85	4,37	4,8	4,43
P (mg/dm ³)	66,05	52,57	43,72	83,76
K (mg/dm ³)	594,92	72,71	118,98	105,76
Ca (Cmolc/dm ³)	0,81	0,46	0,84	0,72
Mg (Cmolc/dm ³)	6,75	0,48	1,63	1,15
Al (Cmolc/dm ³)	0,3	0,45	0,4	0,71
H+Al (Cmolc/dm ³)	2	2,11	2,31	2,67
SB (Cmolc/dm ³)	9,09	1,14	2,78	2,14
t (Cmolc/dm ³)	9,39	1,59	3,18	2,85
T (Cmolc/dm ³)	11,09	3,25	5,09	4,81
m (%)	3,22	28,54	12,68	24,79
V (%)	81,98	34,97	54,61	44,52
M.O (dag/kg)	5,8	0,36	2,26	1,38

Em que: pH em água = Relação 1:2,5. P e K = Extrator Mehlich – 1. Ca, Mg e Al = Extrator KCL 1 mol/L. H + Al (acidez potencial) = Extrator acetato de

cálculo 0,5 mol/L. SB = Soma de Bases. t = Capacidade de troca de cátion efetiva. T = Capacidade de troca de cátions a pH 7,0. m = Saturação por Alumínio. V = Saturação por bases. M. O = Matéria orgânica = C. org x 1,724. cmolc/dm³ = Meq/ 100 cm³, mg/dm³ = ppm e dag/kg = % . 1 = Trimix[®]; 2 = 80% de terra de subsolo + 20% areia; 3 = 50% de terra de subsolo + 50% de Trimix[®]; 4 = 80% de terra de subsolo + 20% Trimix[®].

Tabela 2: Análise física dos substratos utilizados para o cultivo de mudas de *Melanoxylon brauna* em viveiro

Variáveis	Substratos			
	1	2	3	4
Ds (g/cm ³)	0,11	1,07	0,61	0,81
Dp (g/cm ³)	1,47	2,51	2,28	2,39
PT (m ³ /m ³)	0,6	0,3	0,31	0,33
Ma (m ³ /m ³)	0,39	0,12	0,15	0,15
Mic (m ³ /m ³)	0,21	0,17	0,16	0,18
EA (m ³ /m ³)	0,27	0,05	0,05	0,06
AD (m ³ /m ³)	0,13	0,09	0,11	0,09
AFD (m ³ /m ³)	0,11	0,07	0,08	0,07
AT (m ³ /m ³)	0,02	0,02	0,02	0,02
AR (m ³ /m ³)	0,2	0,16	0,16	0,17

Em que: Ds = Densidade seca. Dp = Densidade de partículas. PT = Porosidade Total. Ma = Macroporosidade. Mic = Microporosidade. EA = Espaço de Aeração. AD = Água Disponível. AFD = Água Facilmente Disponível. AT = Água Tamponante. AR = Água Remanescente. 1 = Trimix[®]; 2 = 80% de terra de subsolo + 20% areia; 3 = 50% de terra de subsolo + 50% de Trimix[®]; 4 = 80% de terra de subsolo + 20% Trimix[®].

Crescimento em altura de mudas de *Melanoxylon brauna*

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a variável altura em função da interação recipientes x substratos. Analisando-se a variável altura nos substratos dentro dos recipientes, observa-se que os substratos 80% terra de subsolo + 20 % areia e Trimix[®] apresentaram maior (14,61 cm) e menor (9,25 cm) médias, respectivamente, para o recipiente saco plástico (Tabela 3). Em relação ao tubete, o substrato 80% terra de subsolo + 20 % areia apresentou maior altura média, cujo valor foi de 13,38 cm (Tabela 3).

Tabela 3: Altura média (cm) de mudas de *Melanoxylon brauna*, aos 240 dias, em função dos recipientes e substratos

Recipientes	Substratos			
	Trimix [®]	80% terra de subsolo + 20% areia	50% terra de subsolo + 50% Trimix [®]	80% terra de subsolo + 20% Trimix [®]
Saco plástico	9,25 Cb	14,61 A "n.s."	11,41 B "n.s."	12,28 Ba
Tubete	11,52 ABa	13,38 A "n.s."	10,68 B "n.s."	10,67 Bb

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e "n.s." na coluna indica diferença não significativa.

Diâmetro de mudas de *Melanoxylon brauna*

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os substratos e recipientes, bem como não houve interação recipientes x substratos para o diâmetro das mudas, aos 240 dias. As médias de diâmetro obtidas para os recipientes saco plástico e tubete foram de 3,47 e 3,80 mm, respectivamente. Para os substratos, as médias foram de 3,18 mm para Trimix[®], 3,66 mm para 80% de terra de subsolo + 20% areia, 3,40 mm para 50% de terra de subsolo + 50% de Trimix[®] e 3,46 mm para 80% de terra de subsolo + 20% Trimix[®].

Peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), Peso de matéria seca de raízes (PMSR) e Peso de matéria seca total (PMST)

Não houve interação recipientes x substratos para nenhuma das variáveis avaliadas. Analisando os efeitos isoladamente (Tabela 4), observou-se que o peso de matéria seca das raízes (PMSR) foi influenciado significativamente ($p < 0,05$) pelo recipiente, sendo a média do tubete superior à do saco plástico. Para as demais variáveis (PMSPA e PMST) os recipientes não proporcionaram diferenças significativas. Com relação aos substratos, não houve diferença significativa entre as médias de nenhuma variável.

Tabela 4: Valores médios das variáveis peso de matéria seca da parte aérea (PMSPA), peso de matéria seca da raiz (PMSR) e peso de matéria seca total (PMST) de mudas de *Melanoxylon brauna*, aos 240 dias, em função dos recipientes e dos substratos

Variáveis	Recipientes		Substratos			
	Saco plástico	Tubete	1	2	3	4
PMSPA (g)	1,80 "n.s."	1,79 "n.s."	1,39 "n.s."	2,22 "n.s."	1,64 "n.s."	1,91 "n.s."
PMSR (g)	0,69 b	0,96 a	0,73 "n.s."	0,87 "n.s."	0,84 "n.s."	0,84 "n.s."
PMST (g)	2,74 "n.s."	2,49 "n.s."	2,13 "n.s."	3,09 "n.s."	2,48 "n.s."	2,75 "n.s."

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e "n.s." na linha indica diferença não significativa. Em que: 1 = Trimix[®]; 2 = 80% de terra de subsolo + 20% areia; 3 = 50% de terra de subsolo + 50% de Trimix[®]; 4 = 80% de terra de subsolo + 20% Trimix[®].

É importante ressaltar que, embora não tenha apresentado diferença significativa, o substrato 80% de terra de subsolo + 20% de areia apresentou maior média numérica para peso de matéria seca da parte aérea, peso de matéria seca da raiz e peso de matéria seca total, enquanto o substrato Trimix[®] apresentou menor média numérica para estas mesmas variáveis, corroborando os resultados observados para altura.

DISCUSSÃO

Para conhecer a capacidade de um determinado substrato suprir nutrientes para as plantas é imprescindível a caracterização das suas propriedades físicas e químicas. De acordo com os resultados obtidos na análise química, o substrato Trimix[®] apresentou maior disponibilidade de nutrientes, além de níveis mais adequados de matéria orgânica e saturação por bases, conforme Alvaréz et al. (1999). Entretanto, não proporcionou as maiores médias de altura, diâmetro e pesos de matéria seca das mudas de *brauna*. Esse fato pode estar relacionado às exigências nutricionais e ao ritmo de crescimento da espécie em estudo, pois, espécies que apresentam crescimento lento demonstram menor requerimento de nutrientes e menor responsividade à fertilização (SANTOS et al., 2008), devido à produção demorada dos tecidos e à baixa perda de nutrientes por meio da lixiviação e senescência das folhas (BOEGER et al., 2005).

Embora as limitações na disponibilidade de fósforo (P) possam resultar em restrições no crescimento vegetativo, sobretudo na fase de muda (GONÇALVES et al., 2013; DIAS et al., 2016), há evidências de que espécies como *M. brauna*, considerada uma espécie secundária tardia, são menos responsivas à inoculação e fertilização com esse nutriente (GOETTEN et al., 2016; PRATES et al., 2021).

Quanto ao tipo de recipiente e seus determinados volumes, vários autores observaram que recipientes com menor capacidade volumétrica apresentam redução nos valores de alguns parâmetros importantes na avaliação da qualidade de mudas, como altura, diâmetro e produção de biomassa, devido à restrição radicular ocasionada pelo menor volume e pelas paredes do recipiente (MELO et al., 2018; ZUFFO et al., 2018; CABREIRA et al., 2019). Entretanto, alguns resultados encontrados no presente estudo não corroboraram a grande maioria dos trabalhos em que são testados recipientes com diferentes volumes, e isto pode ser devido a ambos os recipientes apresentarem grande capacidade volumétrica, não constituindo, portanto, um fator limitante para o desenvolvimento das mudas.

Vale ressaltar que, ao analisar o crescimento em altura juntamente com o diâmetro e os pesos de matéria seca da parte aérea, da raiz e total no saco plástico, o substrato Trimix[®] apresentou resultados inferiores quando comparado aos demais substratos, enquanto no tubete o mesmo substrato apresentou melhores resultados. De acordo com Pagliarini et al. (2012), quanto menor o recipiente utilizado, menor deve

ser a densidade do substrato nele disposto, devido a limitação do espaço para o desenvolvimento do sistema radicular. Isso porque a densidade exerce efeito sobre a porosidade, espaço de aeração e disponibilidade da água. José et al. (2005) afirmam que recipientes com maior volume retêm maior quantidade de água. Sendo assim, possivelmente, o substrato Trimix® seja mais indicado para recipientes com menor tamanho devido à sua baixa densidade, que está relacionada à presença da fibra de coco em sua composição, um material orgânico que apresenta alta capacidade de retenção de água (CALDEIRA et al., 2013; FREIRE et al., 2019).

Com base nessas informações, sugere-se que a baixa densidade do Trimix® associada ao grande volume do saco plástico, podem ter acarretado retenção elevada na quantidade de água, ocasionando a redução da quantidade de oxigênio disponível para as mudas (BASTOS et al., 2007). Como consequência da falta de oxigênio disponível, a respiração é dificultada, há redução na fotossíntese e a atividade de microrganismos na conversão da matéria orgânica em formas solúveis para a planta é prejudicada (NAVROSKI et al., 2015).

Com relação à variável diâmetro do coleto, quanto maior o seu valor melhor será o equilíbrio do crescimento da parte aérea (CARNEIRO, 1995). Diferentemente dos resultados obtidos neste estudo, Gonzaga et al. (2016) ao testar diferentes substratos para a produção de mudas de *Hymenaea courbaril* L., observaram menor diâmetro médio no substrato composto por solo e areia. Entretanto, neste mesmo estudo, o peso de matéria seca total obtido no substrato composto por solo e areia foi superior ao dos demais substratos, assim como observado numericamente para o presente estudo.

O peso de matéria seca das raízes tem sido reconhecido por diferentes autores como um importante indicativo da qualidade de mudas (JOSÉ et al., 2009). Nesse sentido, vale salientar que, para a espécie em estudo, o maior valor observado foi para a combinação entre substrato 80% de terra de subsolo + 20% de areia e tubete, tratamento em que as mudas foram cultivadas em menor densidade, resultado semelhante ao observado por José et al. (2005) para mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi.

Considerando que para a variável peso de matéria seca de raízes o recipiente tubete foi superior ao saco plástico e nas demais variáveis avaliadas não houve diferença significativa entre os recipientes para a maioria dos substratos, o uso do tubete se mostra mais vantajoso em razão do menor volume em relação ao saco plástico. Isso, pois, em consequência do menor volume, a quantidade necessária de substrato será menor, o que pode acarretar menor custo na produção das mudas (FERRAZ et al., 2011), além do fato de poder ser reutilizado.

Tendo em vista a importância ecológica e a atual situação de vulnerabilidade em que se encontra a espécie *M. brauna*, as descobertas deste estudo contribuem substancialmente para a redução de uma lacuna no conhecimento científico sobre o aprimoramento das técnicas de produção de mudas dessa espécie. Além disso, tem implicações positivas na conservação dos recursos genéticos e no sucesso de programas de recuperação e restauração de ecossistemas degradados.

CONCLUSÕES

O substrato 80% terra de subsolo + 20 % areia, independentemente do recipiente, propicia maior

crescimento em altura das mudas de *Melanoxylon brauna* aos 240 dias, ao passo que substrato Trimix[®] quando associado ao recipiente saco plástico, propicia menor crescimento.

Não há efeito dos substratos e recipientes sobre o diâmetro, peso de matéria seca da parte aérea e peso de matéria seca total das mudas de *Melanoxylon brauna*, aos 240 dias de permanência em casa de vegetação. Para a variável peso de matéria seca de raízes, o recipiente tubete é o mais adequado.

REFERÊNCIAS

- ALVARÉZ, V. V. H.; NOVAIS, R. D.; BARROS, N. D.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S.. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H.. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.
- AZEVEDO, G. T. D. O. S.; AZEVEDO, G. B.; SOUZA, A. M.; MEWS, C. L.; SOUSA, J. R. L.. Effect of hydrogel doses in the quality of *Corymbia citriodora* Hill & Johnson seedlings. **Nativa**, Sinop, v.4, n.4, p.244-248, 2016. DOI: <http://doi.org/10.14583/2318-7670.v04n04a10>
- BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; ENTELMANN, F. A.. Diferentes substratos na produção de porta-enxertos de caramboleira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p.312-316, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000200007>
- BOEGER, M. R. T.; WISNIEWSKI, C., & REISSMANN, C. B.. Nutrientes foliares de espécies arbóreas de três estádios sucessionais de floresta ombrófila densa no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.19, n.1, p.167-181, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000100017>
- BOODT, M.; VERDONCK, O.. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, v.26, p.37-44, 1972. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1972.26.5>
- BRASIL. **Portaria n.º 443, de 17 de dezembro de 2014 do Ministério do Meio Ambiente**. Reconhece como espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da “Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção”. Brasília: DOU, 2014.
- CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; ABREU, A. H. M.; ARTHUR, J. C.; VIEIRA, A. V. G.; LOPES, N. F.. Fertilização e recipientes na produção de mudas e sobrevivência pós plantio de *Schizolobium parahyba*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.29, n.4, p.1644-1657, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509833261>
- CALDEIRA, M. V. W.; GONÇALVES, E. O.; TRAZZI, P. A.; DELARMELINA, W. M.; ROCHA, R. L. F.. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando lodo de esgoto, fibra de coco e palha de café in natura. **Revista Floresta**, Curitiba, v.44, n.2, p.195-206, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v44i2.30170>
- CAMPOS, E. M.; SARTORELLI, P. A. R.. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroicone, 2015.
- CARNEIRO, J. G. A.. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995.
- DIAS, I. M.; BARRETO, I. D. C.; FERREIRA, R. A.. Efeito de dosagens de fertilizantes fosfatado na determinação de volume ótimo de produção de mudas de espécies florestais nativas. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.15, n.14, p.471-475, 2016. DOI: <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v15n4p471-475>
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2011.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.
- FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L.. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang.), ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex Dc.) Sandl.) e guarucaia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.413-423, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000300005>
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A.. **ExpDes.pt: Experimental Designs package (Portuguese)**. R package version 1.2.1. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2021.
- FLORES, A. V.; BORGES, E. E. D. L.; GUIMARÃES, V. M.; ATAÍDE, G. D. M.; CASTRO, R. V. O.. Germinação de sementes de *Melanoxylon brauna* Schott em diferentes temperaturas. **Árvore**, Viçosa, v.38, n.6, p.1147-1154, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000600019>
- FREIRE, J. L. O.; DIAS, C. S.; ARRUDA, J. A.; NASCIMENTO, G. S.. Produção de mudas de icozeiro (*capparys yco*) irrigadas com águas salinas e cobertura do substrato com fibra de coco. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.1, p.10-20, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.001.0002>
- GASPARIN, E.; AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; CARGNELUTTI, A.; DORNELES, D. U.; FOLTZ, D. R. B.. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.24, n.3, p.553-563, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509815731>
- GIBSON, E. L.; GONÇALVES, E. O.; SANTOS, A. R.; ARAÚJO, E. F.; WENDLING, I.; ALEXANDRE, R. S.; CALDEIRA, M. V. W.. Responsiveness of *Melanoxylon brauna* to mini-cuttings technique. **Rhizosphere**, v.17, 100303, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100303>

GOETTEN, L. C.; MORETTO, G.; STÜRMER, S. L.. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi inoculum produced on-farm and phosphorus on growth and nutrition of native woody plant species from Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v.30, n.1, p.9-16, 2016. DOI:

<https://doi.org/10.1590/0102-33062015abb0175>

GOMES, J. M.; PAIVA, H, N.. **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa: UFV, 2011.

GONÇALVES, F. G.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, A. G.; LEMES, E. Q.; ROCHA, A. P.; RIBEIRO, M. P. A.. Emergência e qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.6, p.1125-1133, 2013. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000600014>

GONZAGA, L. M.; SILVA, S. S.; CAMPOS, A. S.; FERREIRA, R. P.; CAMPOS, A. N. R.; CUNHA, A. C. M. C. M.. Recipientes e substratos para a produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v.6, n.1, p.64-73, 2016. DOI:

<https://doi.org/10.21206/rbas.v6i1.309>

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L.. Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v.11, n.2, p.187-196, 2005.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L.. Efeito do volume do tubete, tipo e dosagem de adubo na produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolia* Raddi). **Agrarian**, v.2, n.3, p.73-86, 2009.

LIMA, P.; LELES, P. S. S.; ABREU, A. H. M.; SILVA, E. V.; FONSECA, A. C.. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o biossólido como substrato. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.29, n.1, p.27-39, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509819340>

LORENZI, H.. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2009.

LUNA, T.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.. Containers. In: DUMROESE, R. K.; LUNA, T.; LANDIS, T. D.. **Nursery manual for native plants: a guide for tribal nurseries**. Washington: Department of Agriculture, , 2009.

MELO, L. A.; ABREU, A. H. M.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA, R. R.; SILVA, D. T.. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.28, n.1, p.47-55, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.5902/1980509831574>

MIOLA, D. T. B.; MARINHO, A. P.; DAYRELL, R. L. C.; SILVEIRA, F. A. O.. Silent loss: misapplication of an environmental law compromises conservation in a Brazilian biodiversity hotspot. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v.17, n.2, p.84-89, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.04.001>

NAVROSKI, M. C.; ARAUJO, M. M.; FIOR, C. S.; CUNHA, F. S.;

BERGHETTI, A. L. P.; PEREIRA, M. O.. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.43, n.106, p.467-476, 2015.

PAGLIARINI, M. K.; CASTILHO, R. M. M.; ALVES, M. C.. Caracterização físico-química de misturas de componentes de substrato com resíduo de celulose para fins de produção de mudas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.7, n.2, p.160-169, 2012.

PRATES, P.; MOREIRA, B. C.; SILVA, M. C. S.; DIOGO, N. V.; LUZ, J. M. R.; JORDÃO, T. C.; PAIVA, H. N.; KASUYA, M. C. M.. Mycorrhizal inoculation and phosphorus fertilization show contrasts on native species of the Brazilian Atlantic Forest and Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v.45, e0210013, 2021. DOI:

<https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20210013>

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation, 2021.

SÁ, A.; CARVALHO, L. G.; SILVA, F. F.; ALVES, M. C.. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v.108, n.1, p.1-7, 2012. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s00704-011-0507-8>

SANTOS, G. P.; ZANUNCIO, J. C.; ANJOS, N.; SILVA, J. C.; ALVES, J. B.. Danos causados por *Sennius cupreatus* e *S. spodiogaster* (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de *Melanoxylon braunea*. **Ceres**, Viçosa, v.38, n.218, p.315-322, 1991.

SANTOS, J. Z. L.; RESENDE, A. V.; FURTINI, A. E.; CORTE, E. F.. Crescimento, acúmulo de fósforo e frações fosfatadas em mudas de sete espécies arbóreas nativas. **Árvore**, Viçosa, v.32, n.5, p.799-807, 2008. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000500003>

SILVA, M. S.; BORGES, E. E. L.; LEITE, H. G.; CORTE, V. B.. Biometria de frutos e sementes de *Melanoxylon brauna* Schott. (Fabaceae-Caesalpinioideae). **Cerne**, Lavras, v.19, n.3, p.517-524, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000300020>

SILVA, W. M.; ZORZANELLI, J. P. F.; MOREAU, J. S.; ABREU, K. M. P.. Estrutura e sucessão ecológica de uma comunidade florestal urbana no sul do Espírito Santo. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.68, n.2, p.301-314, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768202>

WILSON, G. C. S.. The physico-chemical and physical properties of horticultural substrates. **Acta Horticulturae**, v.150, p.19-33, 1983. DOI:

<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1984.150.16>

ZUFFO, A. M.; STEINER, F.; BUSH, A.; ZUFFO, J. M.; SILVA SANTOS, D. M.. Tamanho de recipientes na formação de mudas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert (Fabaceae). **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.26, n.3, p.258-268, 2018. DOI:

<https://doi.org/10.13083/reveng.v26i3.840>