



## Volume de recipientes e formulações de substrato na produção de mudas de *Adenanthera pavonina* L.

Type and volumes of substrate in the production of *Adenanthera pavonina* L. seedlings

E. A. Chaves Junior; S. de Paiva Sobrinho\*; P. B da Luz

Curso de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, 78211-350, Cáceres-Mato Grosso, Brasil

\*paivasevero@unemat.br

(Recebido em 04 de abril de 2022; aceito em 01 de novembro de 2022)

Apesar de diversos estudos e usos para a espécie *Adenanthera pavonina*, ainda há carência sobre o processo de produção de mudas da mesma. Em função disso, objetivou-se neste trabalho avaliar o crescimento de mudas de *A. pavonina* em diferentes tipos e volumes de substratos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 2 (seis substratos x dois volumes) com quatro repetições, onde cada parcela continha cinco mudas. Os substratos testados foram: substrato comercial (SC), terra de subsolo (TS) e as composições, TS (90%) + SC (10%), TS (80%) + SC (20%), TS (70%) + SC (30%), TS (60%) + SC (40%) e os volumes foram sacos plásticos (15 cm x 20 cm) 1,2 litros e (18 cm x 30 cm) 1,8 litros. As variáveis avaliadas foram: diâmetro do colo, número de folhas por planta, altura, comprimento da raiz, massa fresca da parte aérea e radicular, massa seca da parte aérea e radicular e índice de qualidade de Dickson. Verifica-se interação para todas as variáveis, e que as mudas de forma geral apresentaram melhor crescimento quando se utilizou apenas terra de subsolo em recipientes com menor capacidade, demonstrando que se pode utilizar o volume de 1,2 L sem que ocorra um comprometimento no desenvolvimento das mudas até 90 dias após a semeadura. Então para a produção de mudas dessa espécie deve-se utilizar substrato com características físico-químicas semelhantes as existentes ao solo utilizado no presente estudo em recipiente com volume de 1,2 L.

Palavras-chave: falso pau-brasil, silvicultura, tento carolina.

Despite several studies and uses for the species *Adenanthera pavonina*, there is still a lack of knowledge about the seedling production process. As a result, the objective of this work was to evaluate the growth of *A. pavonina* seedlings in different types and volumes of substrates. The design used was completely randomized in a 6 x 2 factorial scheme (six substrates x two volumes) with four replications, where each plot contained five seedlings. The substrates tested were: commercial substrate (SC), subsoil soil (TS), TS (90%) + SC (10%), TS (80%) + SC (20%), TS (70%) + SC (30%), TS (60%) + SC (40%) and the volumes were plastic bags (15 cm x 20 cm) 1.2 liters and (18 cm x 30 cm) 1.8 liters. The variables evaluated were: stem diameter, number of leaves per plant, height, root length, shoot and root fresh mass, shoot and root dry mass and Dickson quality index. There is interaction for all variables, and that the seedlings in general showed better growth when only subsoil soil was used in containers with lower capacity, demonstrating that the volume of 1.2 L can be used without compromising the seedling development up to 90 days after sowing. So, for the production of seedlings of this species, substrate with physicochemical characteristics similar to those existing in the soil used in the present study in a container with a volume of 1.2 L must be used.

Keywords: false brazilwood, forestry, tento Carolina.

### 1. INTRODUÇÃO

*Adenanthera pavonina* L. é uma espécie arbórea nativa da África e Ásia, pertencente à família Fabaceae, popularmente conhecida como tento-vermelho, tento-carolina e falso-pau-brasil, é uma leguminosa encontrada em todo o litoral brasileiro, e nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul [1]. Sua utilização estende-se desde fins ornamentais, arborização de ruas e praças, para sombreamento, artesanato e medicamentos, sendo suas sementes e madeira utilizadas como fitoterápicos, no tratamento de infecções pulmonares e da oftalmia crônica [2]. No estudo realizado por Sasaki et al. (2015) [3] se verificou o potencial de substâncias presentes nas sementes de *A. pavonina* serem utilizadas no controle das larvas do mosquito *Aedes aegypti*.

Apesar de prestar a diversas finalidades, poucos são os estudos científicos visando conhecer melhor o processo de produção de mudas dessa espécie.

Dentre os vários fatores que influenciam na qualidade de mudas encontra-se o substrato, pois o mesmo tem a função de sustentar a muda e ao mesmo tempo fornecer condições adequadas para o crescimento e funcionamento do sistema radicular, bem como os nutrientes necessários ao crescimento, porém, esse substrato deve ser isento de sementes de plantas daninhas, pragas e fungos patogênicos [4]. Além da qualidade, fatores econômicos, como a disponibilidade e custos, necessitam ser considerados na escolha do substrato [5]. Obter um substrato adequado à produção de mudas florestais não é tarefa fácil, pois é necessário que o substrato obtido da mistura de materiais seja o mais próximo possível dos atributos físico-químicos adequados [6]. Essa mistura de materiais para formular substratos pode ser feita utilizando solo, esterco, substratos comerciais e vermiculita [7].

Atualmente, o uso de substratos comerciais tem se tornado uma prática comum nos viveiros florestais e em muitos casos é adicionado ao substrato certo volume de um determinado material comum na região, visando atender as demandas da espécie e diminuir os custos de produção [8].

Assim como o substrato, a capacidade do recipiente também exerce influência sobre o crescimento das mudas, geralmente aqueles de maior volume proporcionam melhor crescimento do sistema radicular. De acordo com Gasparin et al. (2014) [8] o uso de recipientes de menor volume, principalmente tubetes, apresentam espaço limitado para o crescimento do sistema radicular comprometendo a qualidade da muda. Porém, estudo realizado por Almeida et al. (2021) [9] com mudas de *Handroanthus ochraceus* demonstrou que o menor volume do tubete e a menor oferta de nutrientes pode ser compensados através da adubação de base, sendo necessário o cuidado na manutenção do balanceamento químico do substrato [10]. Os estudos sobre o tamanho de recipientes são de grande importância, pois aqueles de maior capacidade geralmente favorecem um maior desenvolvimento da muda, mas por outro lado, provocam gastos excessivos, requer maior área no viveiro, aumentam os custos com insumos, transporte e manutenção [11]. No trabalho realizado por Almeida et al. (2021) [9], demonstrou-se que é possível associar uma redução do volume de substrato na produção de mudas mediante suplementação mineral ao substrato para atender as necessidades nutricionais durante o crescimento das mudas na fase de viveiro.

Quanto a isto, em *Spondia tuberosa* Cruz et al. (2016) [12], verificaram que o tamanho do recipiente não influenciou no desenvolvimento das mudas e que, portanto, poderia ser utilizado o de menor capacidade, tendo em vista que isto leva a uma menor quantidade de substrato. Por outro lado, em estudo realizado com *Schizolobium parahyba*, verificou-se que a utilização de tubetes plásticos com capacidade volumétrica maior corroborou para maior crescimento das mudas [13, 14]

Diante disso, objetivou-se neste trabalho avaliar o crescimento de mudas de *A. pavonina* em diferentes tipos e volumes de substratos a fim de se definir a melhor combinação.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no viveiro de mudas da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Cáceres, no município de Cáceres/MT. O mesmo está localizado na região Sudoeste do Estado do Mato Grosso e apresenta um clima, segundo Köppen, do tipo tropical quente e úmido com inverno seco (Awa), e temperatura média de 26,24 °C, com precipitação pluviométrica média anual de 1.335 mm concentrando-se no período de outubro a março [15].

As sementes foram coletadas no solo em baixo da copa das cinco plantas matrizes no município de Cáceres/MT separadas umas das outras por uma distância superior a 150 m e após a coleta as mesmas foram levadas para o laboratório de sementes. Foi realizada uma seleção e descarte das sementes que apresentavam sinais claros de predação, tegumento danificado ou má formação.

As composições de substratos avaliadas foram: S<sub>1</sub> - Substrato comercial (100%), S<sub>2</sub> - Terra de subsolo (100%), S<sub>3</sub> - Terra de subsolo (90%) + substrato comercial (10%), S<sub>4</sub> - Terra de subsolo (80%) + substrato comercial (20%), S<sub>5</sub> - Terra de subsolo (70%) + substrato comercial (30%), S<sub>6</sub>

- Terra de subsolo (60%) + substrato comercial (40%). Quanto ao volume dos recipientes, foram utilizados sacos plásticos de polietileno preto perfurados com as seguintes dimensões, 15 cm x 20 cm (capacidade de 1,2 L) e 18 cm x 30 cm (capacidade de 1,8 L).

Na elaboração dos substratos para o estudo foram utilizados dois elementos, sendo o primeiro, terra de subsolo a qual foi retirada de uma área não utilizada para cultivo de lavoura, cujo solo está classificado com classe Textural Franco argiloarenosa e o segundo foi o substrato comercial Plantmax®, indicado para produção de mudas de espécies florestais. De acordo com o fabricante, em sua composição constam: casca de pinus, vermiculita de granulometria fina e superfina e húmus. O solo apresentava as seguintes características físico-químicas:  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 5,80$ ;  $\text{P} = 0,82 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 0,03 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca} = 1,51 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg} = 0,43 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $\text{Al} = 0,0 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ;  $\text{M.O.} = 3,8 \text{ g dm}^{-3}$ ;  $\text{Areia} = 681 \text{ g Kg}^{-1}$ ;  $\text{Silte} = 62,5 \text{ g Kg}^{-1}$ ;  $\text{Argila} = 256,5 \text{ g Kg}^{-1}$ .

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x2 (seis substratos x dois volumes de substrato), com quatro repetições, sendo cada parcela constituída de cinco plantas totalizando 240 plantas.

Antes da semeadura realizou-se a quebra de dormência utilizando-se ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado durante 22 minutos seguindo metodologia de Rodrigues et al. (2009) [16] com posterior lavagem em água corrente por dois minutos para a total remoção de resíduos do ácido sobre o tegumento das sementes e na sequência foram semeadas diretamente nos substratos.

Na semeadura foram utilizadas duas sementes por recipientes, as quais foram semeadas a profundidade de 2,0 cm, e 15 dias após semeadura foi feito o desbaste deixando apenas a plântula mais vigorosa em cada recipiente. Os recipientes com as sementes foram colocados em viveiro de mudas coberto por tela com 50% de redução da luminosidade e recebiam três irrigações diárias com uso de regadores manuais sem controle do volume aplicado.

Para avaliar os efeitos dos tratamentos na produção e qualidade das mudas aos 90 dias após a semeadura (DAS), foi analisado o diâmetro do colo (mm) utilizando paquímetro digital; número de folhas por planta fazendo-se a contagem das folhas existentes. Em seguida a planta foi retirada do substrato e separada em parte aérea e radicular para as demais avaliações, porém antes o sistema radicular foi lavado para remoção do resto de substrato que se encontrava aderido ao mesmo. Para a mensuração de comprimento foi utilizada régua graduada em milímetro e o resultado expresso em centímetro, sendo considerado altura da planta a distância entre a base do caule e a gema apical e para o comprimento radicular considerou-se a distância entre a base do caule e a extremidade da maior raiz. A massa fresca e seca da parte aérea e radicular, foi mensurada em balança de precisão igual a 0,001g e expressa em  $\text{g planta}^{-1}$ , na massa seca as partes da planta foram acondicionadas em sacos de papel kraft e levadas para a estufa de secagem à 65 °C e mantidas até atingirem massa constante. Para a obtenção do Índice de Qualidade de Dickson [17] foi utilizada a equação a seguir:

$$IQD = \frac{MST(g)}{\left[ \frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)} \right]}$$

Em que: IQD: Índice de qualidade de Dickson; MST: Massa seca total ( $\text{g planta}^{-1}$ ); H: altura da parte aérea da planta (cm); DC: diâmetro do caule (mm); MSPA: massa seca da parte aérea da planta ( $\text{g planta}^{-1}$ ); MSR: massa seca da raiz ( $\text{g planta}^{-1}$ ).

Os dados foram submetidos a análise de variância através do teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de probabilidade do erro. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R versão 3.0 [18].

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância houve efeito significativo da interação entre os fatores substrato e volume do recipiente para todas as características (Tabela 1). O mesmo ocorreu com o fator volume do recipiente. É interessante notar que o fator substrato, quando analisado isoladamente, não apresentou significância para as características diâmetro do colo (DC), altura (H), massa seca da raiz e índice de qualidade de Dickson (IQD).

Tabela 1: Quadrados médios das variáveis: diâmetro do colo (DC), altura (H), número de folhas por plantas (NFP), comprimento da raiz (CR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca radicular (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicular (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Adenantha pavonina* L. em função do tipo e volume de substrato aos 90 dias após a semeadura.

F.V.	GL	Quadrados médios								
		DC	H	NFP	CR	MFPA	MFR	MSPA	MSR	IQD
Sub (A)	5	0,053 <sup>NS</sup>	0,4937 <sup>NS</sup>	49,44**	22,33*	0,5867**	0,2616**	0,0766**	0,0084 <sup>NS</sup>	0,0018 <sup>NS</sup>
Vol (B)	1	0,5782**	4,4165**	756,44**	169,05**	1,8972**	0,6864**	0,1388**	0,2763**	0,0452**
A x B	5	0,092*	2,9607*	21,46*	37,52**	0,2952*	0,1312**	0,0623**	0,0335**	0,0056**
Resíduo	36	0,0273	0,2614	1,65	8,148	0,0953	0,0288	0,0097	0,0091	0,0014

\*,\*\* = significativo a 5 e 1% pelo teste F, respectivamente, e <sup>NS</sup> = não significativo.

Na avaliação do diâmetro de colo (DC) observou-se que no recipiente menor as mudas do substrato S<sub>6</sub> apresentaram valor inferior aos obtidos nos substratos S<sub>2</sub> e S<sub>4</sub>, porém não se diferenciou dos demais, enquanto que, para o maior volume não se verificou diferença entre os substratos. Ainda com relação o diâmetro do colo (DC), quando se compara essa variável dentro de cada substrato, as mudas produzidas em menores recipientes apresentaram média maior nos substratos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub> (Tabela 2).

Tabela 2: Diâmetro do colo (DC) e altura (H) de mudas de *Adenantha pavonina* L. em função do tipo e volume de substrato aos 90 dias após a semeadura.

Substrato	DC (mm)		H (cm)	
	Volume 1,2 L	Volume 1,8 L	Volume 1,2 L	Volume 1,8 L
S <sub>1</sub>	2,40±0,31 ab A	2,06±0,19 a B	9,58±1,11 ab A	8,20±0,42 a B
S <sub>2</sub>	2,56±0,13 a A	2,03±0,09 a B	10,54±0,61 a A	7,96±0,49 a B
S <sub>3</sub>	2,41±0,26 ab A	2,12±0,15 a B	9,16±0,22 b A	8,74±0,47 a A
S <sub>4</sub>	2,51±0,15 a A	2,31±0,11 a A	9,05±0,26 bc A	8,84±0,42 a A
S <sub>5</sub>	2,24±0,06 ab A	2,21±0,07 a A	8,84±0,52 bc A	8,87±0,20 a A
S <sub>6</sub>	2,14±0,07 b A	2,21±0,11 a A	8,02±0,39 c B	8,93±0,37 a A
C.V. (%)	7,28		5,75	

S<sub>1</sub>= substrato comercial; S<sub>2</sub>= terra de subsolo; S<sub>3</sub>= terra de subsolo (90%) + substrato comercial (10%); S<sub>4</sub>= terra de subsolo (80%) + substrato comercial (20%); S<sub>5</sub>= terra de subsolo (70%) + substrato comercial (30%); S<sub>6</sub>= terra de subsolo (60%) + substrato comercial (40%).

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Quando se compara os substratos em cada volume testado, o diâmetro do colo foi influenciado pelo tipo de substrato no recipiente menor (1,2 L), mas o mesmo não ocorreu no recipiente maior (1,8 L). Isso deve ter ocorrido em virtude de o recipiente maior não ter oferecido nenhuma restrição ao desenvolvimento da muda, de tal maneira que acabou não ocorrendo diferenças entre os tipos de substrato, recipiente de menor volume, apresentam espaço limitado para o crescimento da muda [8]. Vieira e Weber (2015) [19] verificaram que o uso de solo e da mistura deste com substrato comercial favoreceu o desenvolvimento do diâmetro do caule das mudas de *Copaifera langsdorffii* e *Genipa americana*; Araújo et al. (2017) [20] testando mistura de solo com material orgânico (material de compostagem oriundo da poda de árvores) em mudas de *Schizolobium*

*amazonicum*, verificaram que a adição deste na composição do substrato aumentou o diâmetro do caule das mudas. No estudo realizado por Faroqui et al. (2016) [21], com mudas de *A. pavonina*, esses autores verificaram que o conteúdo de matéria orgânica no solo   importante para o desenvolvimento das plantas.

Em três substratos ( $S_1$ ,  $S_2$  e  $S_3$ ) o diâmetro do colo das mudas de *A. pavonina* foi maior para aquelas produzidas em menor recipiente, e nos demais substratos essa diferença deixou de existir, porém, de Oliveira et al. (2014) [22] verificaram que para mudas de *Hymenaea courbaril* os melhores resultados ocorreram para aquelas produzidas em recipientes maiores. Esses resultados demonstram que existe uma intera o entre substrato e volume e que a espécie e o tempo de permanência da muda em viveiro também possuem influência no crescimento. Plantas do grupo das pioneiras tem crescimento rápido em viveiro quando comparadas com as do grupo Clímax ou tardia que possuem crescimento lento [8], e isto, pode gerar uma demanda maior de nutrientes por parte das plantas pioneiras quando se compara esses dois grupos durante um mesmo período no viveiro. Então, o tempo de produ o das mudas   uma importante variável a ser considerada nesse processo [11].

A altura (H) de mudas produzidas no substrato  $S_2$  apresentou maior média em rela o aos demais, exceto em rela o ao substrato  $S_1$  quando se utilizou um recipiente menor (1,2 L), entretanto, para o recipiente maior (1,8 L) não se verificou diferença entre os substratos. Os dados de altura (H) das mudas no presente estudo ficaram abaixo dos 20,78 cm obtidos por Faroqui et al. (2016) [21]. Ao comparar os volumes em cada substrato, observou-se que as mudas do recipiente menor (1,2 L) foram maiores nos substratos  $S_1$  e  $S_2$ , mas, o oposto ocorreu no substrato  $S_6$  (Tabela 2). Pereira et al. (2010) [23] verificaram que o volume de substrato não influenciou o crescimento da parte aérea das mudas de *Tamarindus indica*.

Aos 90 dias após a sementeira as mudas de *A. pavonina* não apresentaram diferença entre os substratos comercial ( $S_1$ ) e terra de subsolo ( $S_2$ ) para a variável altura da planta. Isso pode ter ocorrido em virtude do tempo de forma o das mudas, pois de acordo com Fanti et al. (2003) [24] até os 120 dias após a emergência as mudas de *A. pavonina* não apresentaram diferenças de altura nas diferentes doses de aduba o.

O número de folhas por planta (NFP) apresentado na Tabela 3 indica que a maior média no volume menor (1,2 L) foi com o substrato  $S_2$ , enquanto que no volume maior (1,8 L) o substrato  $S_2$  teve média maior apenas em rela o ao substrato  $S_1$ , não diferindo o mesmo dos demais. Na compara o do NFP entre volumes em cada substrato, observou-se que as mudas do volume menor apresentaram média maior em todos os substratos avaliados. Porém, os valores mais elevados ficaram abaixo do maior resultado obtido no trabalho de Faroqui et al. (2016) [21], que foi de 44 folhas.

Tabela 3: Número de folhas por planta (NFP) e comprimento da raiz (CR) de mudas de *Adenanthera pavonina* L. em fun o do tipo e volume de substrato aos 90 dias após a sementeira.

Substrato	NFP		CR (cm)	
	Volume 1,2 L	Volume 1,8 L	Volume 1,2 L	Volume 1,8 L
<b>S1</b>	10,25±2,90 d A	6,15±0,60 b B	21,92±1,07 b A	24,17±3,76 a A
<b>S2</b>	22,55±1,53 a A	9,31±0,47 a B	28,10±1,02 a A	17,97±3,60 b B
<b>S3</b>	17,65±0,96 b A	8,05±0,89 ab B	29,08±4,17 a A	22,85±2,91 ab B
<b>S4</b>	16,60±0,59 bc A	8,00±0,52 ab B	29,26±0,92 a A	24,25±3,66 a B
<b>S5</b>	14,95±1,79 bc A	8,40±0,99 ab B	25,91±3,04 ab A	23,55±1,57 ab A
<b>S6</b>	14,40±1,28 c A	8,85±0,25 ab B	27,00±2,66 ab A	25,97±1,97 a A
C.V. (%)	5,75		11,42	

$S_1$ = substrato comercial;  $S_2$ = terra de subsolo;  $S_3$ = terra de subsolo (90%) + substrato comercial (10%);  $S_4$ = terra de subsolo (80%) + substrato comercial (20%);  $S_5$ = terra de subsolo (70%) + substrato comercial (30%);  $S_6$ = terra de subsolo (60%) + substrato comercial (40%);

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O recipiente menor promoveu maior número de folhas por planta em todos os substratos, mas outros estudos com outras espécies demonstraram que o maior volume de substrato influencia de forma positiva o número de folhas por planta, como foi o caso de *Bauhinia forficata* [25] e *Hymenaea courbaril* [22].

Em *Spondia tuberosa* Cruz et al. (2016) [12], verificaram que o tamanho do recipiente não influenciou no desenvolvimento das mudas e que, portanto, poderia ser utilizado o de menor capacidade, tendo em vista que isto leva a uma menor quantidade de substrato e dessa forma reduziria gastos excessivos, área no viveiro, custos com insumos, transporte e manutenção [11].

Na avaliação do comprimento radicular (CR), para o recipiente menor as maiores médias foram obtidas com os substratos S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> e S<sub>4</sub>, porém, estes não diferiram do S<sub>5</sub> e S<sub>6</sub>. Na utilização do recipiente maior observa-se que as maiores médias foram obtidas com os substratos S<sub>1</sub>, S<sub>4</sub> e S<sub>6</sub>. Na avaliação dos volumes em cada substrato, observou-se que o menor volume apresentou melhor resultado nos substratos S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> e S<sub>4</sub> e que para os demais substratos não há diferença entre os volumes (Tabela 3).

No presente estudo o comprimento radicular alcançou o valor máximo de 29,08 cm (Tabela 3), esse resultado ficou acima do maior valor (15,46 cm) obtido por Faroqui et al. (2016) [21] com mudas de *A. pavonina* produzidas em cinco condições diferentes de substrato.

Esse resultado demonstra que a espécie em estudo (*A. pavonina*) apresentou melhor crescimento nos substratos que não apresentavam maiores conteúdos de substrato comercial associado ao menor volume de substrato. Porém, Gonzaga et al. (2016) [26], afirmam que os recipientes com maior capacidade de substrato, também apresentam maiores quantidade de nutrientes disponíveis favorecendo maior desenvolvimento radicular. Entretanto, deve-se ressaltar que dentro de um determinado período em que a muda encontra-se em formação no viveiro, ela precisará de certa quantidade de nutrientes e volume de substrato, de tal maneira que se for oferecido uma maior quantidade de substrato pode ser que isto não se traduza em maior crescimento do sistema radicular. De Melo et al. (2018) [27] observaram que as mudas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth aos 120 dias de idade produzidas nos recipientes maiores não diferiam entre si. Outro aspecto importante nesse contexto é que, o tipo de recipiente tem influência sobre o crescimento radicular das mudas [8, 28].

Na análise da massa fresca da parte aérea (MFPA), verificou-se que a maior média foi obtida no substrato S<sub>2</sub> com recipiente menor, e não houve diferenças significativas entre os substratos quando se utilizou o recipiente maior. Analisando o feito dos volumes nos substratos para a mesma variável acima, observou-se que o volume menor teve média maior apenas nos substratos S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub> (Tabela 4).

Tabela 4: Massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca radicular (MFR) de mudas de *Adenanthera pavonina* L. em função do tipo e volume de substrato aos 90 dias após a semeadura.

Substrato	MFPA (g planta <sup>-1</sup> ).		MFR (g planta <sup>-1</sup> ).	
	Volume 1,2 L	Volume 1,8 L	Volume 1,2 L	Volume 1,8 L
S <sub>1</sub>	1,46±0,90 b A	0,72±0,06 a B	1,07±0,39 ab A	1,10±0,18 a A
S <sub>2</sub>	2,29±0,47 a A	1,29±0,07 a B	1,09±0,29 a A	0,41±0,06 b B
S <sub>3</sub>	1,24±0,12 b A	1,08±0,07 a A	0,74±0,13 abc A	0,47±0,06 b B
S <sub>4</sub>	1,32±0,08 b A	1,04±0,14 a A	0,84±0,13 abc A	0,51±0,03 b B
S <sub>5</sub>	1,17±0,14 b A	0,99±0,06 a A	0,65±0,08 c A	0,63±0,13 b A
S <sub>6</sub>	1,21±0,18 b A	1,18±0,04 a A	0,73±0,05 bc A	0,57±0,04 b A
C.V. (%)	24,63		22,96	

S<sub>1</sub>= substrato comercial; S<sub>2</sub>= terra de subsolo; S<sub>3</sub>= terra de subsolo (90%) + substrato comercial (10%); S<sub>4</sub>= terra de subsolo (80%) + substrato comercial (20%); S<sub>5</sub>= terra de subsolo (70%) + substrato comercial (30%); S<sub>6</sub>= terra de subsolo (60%) + substrato comercial (40%);

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

No estudo de massa fresca, a parte aérea apresentou melhor resultado para as mudas do substrato S<sub>2</sub> em recipiente menor, tendo esse mesmo resultado ocorrido para número de folhas por planta e comprimento da parte aérea. Resultados semelhantes foram encontrados por Paiva Sobrinho et al. (2010) [29] avaliando a produção de mudas de espécies do cerrado com diferentes substratos, também verificou melhores resultados quando utilizado apenas solo como substrato.

Na avaliação da massa fresca radicular (MFR), observou-se que no recipiente menor o melhor desempenho ocorreu quando se utilizou o substrato S<sub>2</sub>, sendo este superior aos substratos S<sub>4</sub> e S<sub>6</sub>, enquanto que no recipiente maior a maior média ocorreu com o substrato S<sub>1</sub>. Com relação aos volumes dos recipientes, verificou-se que o menor foi superior nos substratos S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> e S<sub>4</sub>, e que não houve diferença entre os volumes nos demais substratos (Tabela 4), esse mesmo resultado também foi observado para variável comprimento radicular (Tabela 3). O recipiente maior não apresentou resultados superiores para os dados obtidos do sistema radicular das mudas de *A. pavonina*, isto pode ter ocorrido em virtude de o recipiente maior ter ofertado uma condição além do que seria necessário para o crescimento da muda durante os 90 dias em que esteve no viveiro.

Outro aspecto importante que se pode observar no presente estudo é o fato da interação entre volume e substrato, pois é possível verificar que entre os substratos testado no recipiente maior o uso de substrato comercial foi superior aos demais, mas o mesmo não se observou quando se utilizou um volume menor de substrato (Tabela 4).

Logo é importante que se utilize substrato adequado e volume suficiente para o bom desenvolvimento do sistema radicular, isso porque as mudas que venham a apresentar maior desempenho têm melhores condições de sobrevivência no campo, pois de acordo com Caldeira et al. (2012) [30] os substratos poderão melhorar a qualidade das mudas produzidas resultando em plantas mais uniformes, vigorosas, de maior pegamento e, portanto, mais resistentes às adversidades ambientais após o plantio.

Os resultados referentes à massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR) são apresentados na Tabela 5. Inicialmente, verificou-se o efeito significativo dos substratos sobre a massa seca da parte aérea, e que o substrato S<sub>2</sub> no recipiente menor apresentou a maior média, enquanto para o maior recipiente os substratos S<sub>2</sub> e S<sub>6</sub> apresentaram as maiores médias, diferindo estatisticamente apenas do substrato S<sub>1</sub>. Na avaliação dos volumes em cada substrato observou-se que a MSPA apresentou maior média apenas nos substratos S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub> e que o volume do substrato não teve influência nos demais (Tabela 5).

Tabela 5: Massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca radicular (MSR) de mudas de *Adenantha pavonina* L. em função do tipo e volume de substrato aos 90 dias após a semeadura.

Substrato	MSPA (g planta <sup>-1</sup> )		MSR (g planta <sup>-1</sup> )	
	Volume 1,2 L	Volume 1,8 L	Volume 1,2 L	Volume 1,8 L
S1	0,43±0,28 b A	0,17±0,04 b B	0,38±0,18 ab A	0,25±0,05 a A
S2	0,7±0,11 a A	0,38±0,03 a B	0,53±0,22 a A	0,13±0,04 a B
S3	0,39±0,04 b A	0,36±0,03 ab A	0,31±0,06 ab A	0,18±0,05 a A
S4	0,38±0,04 b A	0,35±0,10 ab A	0,34±0,06 b A	0,20±0,07 a B
S5	0,33±0,06 b A	0,31±0,03 ab A	0,27±0,03 b A	0,26±0,07 a A
S6	0,32±0,09 b A	0,40±0,02 a A	0,30±0,07 b A	0,21±0,02a A
C.V. (%)	25,61		33,28	

S<sub>1</sub>= substrato comercial; S<sub>2</sub>= terra de subsolo; S<sub>3</sub>= terra de subsolo (90%) + substrato comercial (10%); S<sub>4</sub>= terra de subsolo (80%) + substrato comercial (20%); S<sub>5</sub>= terra de subsolo (70%) + substrato comercial (30%); S<sub>6</sub>= terra de subsolo (60%) + substrato comercial (40%);

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Avaliando a massa seca radicular (MSR) pode-se observar que o substrato S<sub>2</sub> teve a maior média, porém não diferiu estatisticamente dos substratos S<sub>1</sub> e S<sub>3</sub> no recipiente menor, e no maior, as médias obtidas foram iguais entre si. Analisando os volumes em cada substrato observou-se

que, o recipiente menor proporcionou resultados superiores somente nos substratos S<sub>2</sub> e S<sub>4</sub> (Tabela 5), e que nos demais substratos não se verificou efeito do volume.

Tanto massa seca da parte aérea como da raiz apresentaram melhor desempenho quando as mudas foram produzidas no substrato S<sub>2</sub> e em recipiente menor, demonstrando que a espécie não responde quando se adiciona substrato comercial ao subsolo para formulação de substratos. Quanto ao melhor desempenho ter ocorrido quando foi utilizado recipiente menor, isso contradiz a afirmação de que um maior volume de substrato proporciona maior crescimento radicular e por uma questão de balanceamento também maior crescimento da parte aérea [31]. Isso pode ter ocorrido em virtude do tempo de formação das mudas, pois de acordo com Fanti et al. (2003) [24] até os 120 dias após a emergência as mudas de *A. pavonina* não apresentaram diferenças de altura nas diferentes doses de adubação. Esses mesmos autores verificaram que mudas de *Enterolobium contortisiliquum* apresentavam os maiores valores de massa seca quando produzidas em maior volume de substrato. Porém deve-se observar que o recipiente menor (1,2 L) utilizado no presente estudo é praticamente igual ao que foi considerado como maior volume no estudo desenvolvido pelos autores citados anteriormente.

Na avaliação do IQD, quando as mudas foram produzidas no recipiente menor, o substrato S<sub>2</sub> foi o que apresentou maior índice, porém o mesmo não diferiu dos substratos S<sub>1</sub> e S<sub>4</sub>, enquanto que as mudas produzidas no recipiente maior não sofreram influência significativa dos substratos utilizados no presente estudo. Na utilização de volumes diferentes de substratos, verificou-se que as mudas produzidas no recipiente menor apresentaram médias maiores nos substratos S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> e S<sub>4</sub> (Tabela 6). Para a produção de mudas *Copaifera langsdorffii* e *Genipa americana*, Vieira e Weber (2015) [19] observaram que o substrato composto somente por solo não se diferenciou dos demais, o que não ocorreu no presente estudo.

Tabela 6: Índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Adenanthera pavonina* L. em função do tipo e volume de substrato aos 90 dias após a semeadura.

Substrato	IDQ	
	Volume 1,2 L	Volume 1,8 L
S1	0,16±0,08 ab A	0,09±0,02 a B
S2	0,23±0,08 a A	0,07±0,01 a B
S3	0,14±0,02 b A	0,09±0,02 a A
S4	0,15±0,03 ab A	0,09±0,02 a B
S5	0,11±0,01 b A	0,11±0,02 a A
S6	0,13±0,01 b A	0,10±0,01 a A
C.V. (%)	29,45	

S<sub>1</sub>= substrato comercial; S<sub>2</sub>= terra de subsolo; S<sub>3</sub>= terra de subsolo (90%) + substrato comercial (10%); S<sub>4</sub>= terra de subsolo (80%) + substrato comercial (20%); S<sub>5</sub>= terra de subsolo (70%) + substrato comercial (30%); S<sub>6</sub>= terra de subsolo (60%) + substrato comercial (40%); Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Alguns autores argumentam que o IQD pode variar conforme a espécie, o tipo e proporção do substrato, o volume do recipiente utilizado, o manejo das mudas no viveiro e, principalmente, a idade em que a muda foi avaliada [30, 32]. Os resultados relatados na literatura para o IQD são muito variáveis. Por exemplo, Leles et al. (2006) [28], reportaram valores de IQD variando entre 0,78 para *Anadenanthera macrocarpa*, até 4,05, para *Chorisia speciosa*. Alonso et al. (2018) [33], obtiveram valores de IQD variando entre 0,62 e 1,25 para mudas de *Ceiba speciosa* (sinonímia *Chorisia speciosa*). Avelino et al. (2021) [34], estudando a qualidade de mudas de espécies florestais nativas, obtiveram 0,12 para *Sloanea obtusifolia* e 1,26 para *Eriotheca macrophylla* como valores de IQD.

Neste estudo, as variáveis estudadas responderam de melhor forma ao recipiente menor, entretanto, estudos realizados com espécies florestais demonstraram o oposto. De Melo et al. (2018) [27], verificaram que as mudas produzidas nos recipientes de maior volume apresentaram maiores valores morfológicos de qualidade na fase de produção quando comparadas às mudas

produzidas em recipientes de menor volume. Para Vieira et al. (2019) [35], o tipo e o tamanho do recipiente influenciam o crescimento e qualidade de mudas de *Araucaria angustifolia*, e que, no geral, quanto maior o volume, maior o crescimento das mudas.

Do ponto de vista prático, o melhor resultado obtido com o substrato terra de subsolo com classe textural Franco Argiloarenosa foi importante uma vez que, é de fácil disponibilidade e baixo custo. Quanto a questão do menor volume de substrato utilizado para produzir mudas de *A. pavonina* ter apresentado melhor desempenho, é uma informação relevante visto que, o uso de volumes menores repercute em menor gasto para aquisição de substrato, redução de custos com transporte e de espaço no viveiro.

#### 4. CONCLUSÃO

Existe interação entre o tipo de substrato e o tamanho do recipiente na produção de mudas de *Adenanthera pavonina*. Quando produzidas em sacos plásticos, as mudas de *Adenanthera pavonina* devem usar recipientes de 15 cm x 20 cm de dimensão (1,2 L de volume) e substrato com características físico-químicas semelhantes as existentes ao solo utilizado no presente estudo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fonseca EP, Valéri AS, Miglioranza E, Fonseca NAN, Couto L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. Rev Árvore. 2002;26(4):515-23. doi: 10.1590/S0100-67622002000400015
2. Kissmann C, Scalon SPQ, Scalon Filho H, Ribeiro N. Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação de *Adenanthera pavonina* L. Ciênc Agrotec. 2008;32(2):668-74. doi: 10.1590/S1413-70542008000200051
3. Ssaki DY, Jacobowski AC, Souza AP, Cardoso MH, Franco OL, Macedo MLR. Effects of proteinase inhibitor from *Adenanthera pavonina* seeds on short and long term larval development of *Aedes aegypti*. Biochimie. 2015;112:172-86. doi: 10.1016/j.biochi.2015.03.011
4. Hartmann HT, Kester DE, Davies Junior FT, Geneve R. Plant propagation: principles and practices. 8th. ed. Boston: Prentice-Hall; 2011. 915 p.
5. Dutra TR, Massad MD, Santana RC. Parâmetros fisiológicos de mudas de copaíba sob diferentes substratos e condições de sombreamento. Ciênc Rural. 2012;42(7):1212-8. doi: 10.1590/S0103-84782012005000048
6. Dias DR, Faria IKB, Vale BSC, Santana JAV, Salles Junior JR. Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes níveis de irrigação e formulações de substrato. Nativa. 2022;10(1):102-8. doi: 10.31413/nativa.v10i1.12330
7. Santos CB, Longhi SJ, Hoppe JM, Moscovich FA. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.f.) d. don. Ciênc Florest. 2000;10(2):1-15. doi: 10.5902/19805098466
8. Gasparin E, Ávila AL, Araújo MM, Cargnelutti Filho A, Dorneles DU, Foltz DRB. Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. Ciênc Florest. 2014;24(3):553-63. doi: 10.5902/1980509815731
9. Almeida RS, Vaz TAA, Ventura MJS, Davide AC, Melo LA, Assis-Pereira G. Base fertilization compensation as a methodology for comparison of containers volumes. Floresta. 2021;51(4):1046-52. doi: 10.5380/rf.v51 i4. 76200
10. Vieira CR, Weber OLS, Hongyu K, Scaramuzza JF. Canonical Correlation Analysis between growth and nutrition in teak seedlings. Floresta Ambient. 2019;26(2):e20170814. doi: 10.1590/2179-8087.081417
11. Correia ACG, Santana RC, de Oliveira MLR, Titon M, Ataíde GM, Leite FP. Volume de substrato e idade: influência no desempenho de mudas clonais de eucalipto após replantio. Cerne. 2013;19(2):185-91. doi: 10.1590/S0104-77602013000200002
12. Cruz FRS, de Andrade LA, Feitosa RC. Produção de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) em diferentes substratos e tamanho de recipientes. Ciênc Florest. 2016;26(1):69-80. doi: 10.5902/1980509821092
13. Figueiró C, Macedo F, Fialho L, Silva CM, Cândido W. Efeito do recipiente e do método de superação de dormência no crescimento de mudas de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake. Encicl Biosfera. 2017;14(25):490-7.

14. Cabreira GV, Leles PS S, Alonso JM, de Abreu AHM, Arthur Junior JC, Vieira AVG, et al. Fertilização e recipientes na produção de mudas e sobrevivência pós plantio de *Schizolobium parahyba*. Ciênc Florest. (2019);29(4):1644-57. doi: 10.5902/1980509833261
15. Neves SMAS, Nunes MCM, Neves RJ. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MTBrasil no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. Bol Goiano Geogr. 2011;31(2):55-68. doi: 10.5216/bgg.V31i2.16845
16. Rodrigues APDC, Oliveira AKM, Laura VA, Yamamoto CR, Chermouth KS, de Freitas MH. Tratamentos para superação da dormência de sementes de *Adenanthera pavonina* L. Rev Árvore. 2009;33(4):617-23. doi: 10.1590/S0100-67622009000400004
17. Dickson A, Leaf AL, Hosner JF. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. For Chron. 1960;36:10-3. doi: 10.5558/tfc36010-1
18. R Core TN. R: A language and environment for statistical computing. Vienna (AT): R Foundation for Statistical Computing; 2015. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.
19. Vieira CR, Weber OLS. Influência do substrato na produção de mudas de espécies medicinais. Nativa. 2015;3(2):135-42. doi: 10.31413/nativa.v3i2.2106
20. Araújo EF, Aguiar AS, Araújo AMS, Gonçalves EO, de Almeida KNS. Crescimento e qualidade de mudas de paricá produzidas em substratos à base de resíduos orgânicos. Nativa. 2017;5(1):16-23. doi: 10.31413/nativa.v5i1.3701
21. Farooqi ZR, Iqbal MZ, Kabir M, Shafiq M, Athar M. Seedling growth of *Adenanthera pavonina* L. in polluted soils of Karachi railway track. J Appl Sci Environ Manage. 2016;20(2):463-9. doi: 10.4314/jasem.v20i2.29
22. de Oliveira LSB, de Andrade LA, Alves AS, Gonçalves GS. Substrato e volume de recipiente na produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). Nativa. 2014;2(2):103-7. doi: 10.31413/nativa.v2i2.1303
23. Pereira PC, de Melo B, de Freitas RS, Tomaz MA, Teixeira IR. Tamanho do recipiente e tipo de substrato na qualidade de mudas de tamarindeiro. Rev Verde Agroecologia Desenvol Sustent. 2010;5(3):136-42.
24. Fanti SC, Perez SCJAA. Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenanthera pavonina* L. Ciênc Florest. 2003;13(1):49-56.
25. Viana JS, Gonçalves EP, de Andrade LA, de Oliveira LSB, Silva EO. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* link. em diferentes tamanhos de recipientes. Floresta. 2008;38(4):663-71. doi: 10.5380/ufv.v38i4.13161
26. Gonzaga LM, da Silva SS, Campos SA, Ferreira RP, Campos ANR, da Cunha ACMCM. Recipientes e substratos para a produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). Rev Bras Agropecu Sustent. 2016;6(1):64-73. doi: 10.21206/rbas.v6i1.309
27. de Melo LA, de Abreu AHM, Leles PSS, de Oliveira RR, da Silva DT. Qualidade e crescimento inicial de mudas de *Mimosa Caesalpinifolia* Benth. produzidas em diferentes volumes de recipientes. Ciênc Florest. 2018;28(1):47-55. doi: 10.5902/1980509831574
28. Leles PSS, Lisboa AC, de Oliveira Neto SN, Grugiki MA, Ferreira MA. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. Floresta Ambient. 2006;13(1):69-78.
29. Paiva Sobrinho S, da Luz PB, Silveira TLS, Ramos DT, Neves LG, Barelli MAA. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. Rev Bras Ciênc Agrár. 2010;5(2):238-43. doi: 10.5039/agraria.v5i2a741
30. Caldeira MVW, Peroni L, Gomes DR, Delarmelina WM, Trazzi PA. Diferentes proporções de biossólido na composição de substratos para a produção de mudas de timbó (*Ateleia glazioviana* Baill). Sci For. 2012;40(93):15-22.
31. de Abreu AHM, Leles PSS, de Melo LA, Ferreira DHAA, Monteiro FAS. Produção de mudas e crescimento inicial em campo de *Enterolobium contortisiliquum* produzidas em diferentes recipientes. Floresta. 2015;45(1):141-50. doi: 10.5380/ufv.v45i1.28931
32. Kratz D, Wendling I. Produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* em substratos renováveis. Floresta. 2013;43(1):125-36. doi: 10.5380/ufv.v43i1.25989
33. Alonso JK, de Abreu AHM, de Melo LA, Santos OS, Leles PSS, Cabreira GV. Biosolids as substrate for the production of *Ceiba speciosa* seedlings. Cerne. 2018;24(4):420-9. doi: 10.1590/01047760201824042568
34. Avelino NR, SchillingI AC, Dalmolin AC, dos Santos MS, Mielkel MS. Alocação de biomassa e indicadores de crescimento para a avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas. Ciênc Florest. 2021;31(4):1733-50. doi: 10.5902/1980509843229
35. Vieira LM, Gomes EM, Brown TA, Constantino V, Zanette F. Growth and quality of Brazilian pine tree seedlings as affected by container type and volume. Ornament Horticult. 2019;25(3):276-86. doi: 10.1590/2447-536X.v25i3.2059

