

Crescimento de Mudanças de *Adenanthera pavonina* (L.) em Diferentes Doses de Hidrorretentor e Fertilizante de Liberação Lenta no Substrato

Growth of *Adenanthera pavonina* (L.) Seedlings in Different Doses of Hydro-retentive and Slow Release Fertilizer in the Substrate

Nellyssa Sonaque Rodrigues^a; Severino de Paiva Sobrinho^{*a}; Petterson Baptista da Luz^a

^aUniversidade do Estado de Mato Grosso, MT, Brasil.

*E-mail:paivasevero@unemat.br

Resumo

A utilização de hidrorretentor e fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de espécies florestais tem se mostrando interessante, uma vez que reduz gasto com fertilizantes e mantém maior disponibilidade de água. Este trabalho objetivou analisar o uso de hidrorretentor e fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de *Adenanthera pavonina*. O experimento foi conduzido em DIC, seguindo esquema fatorial 5 x 2 (cinco doses de Fertilizante de Liberação Lenta (FLL): 0, 2, 4, 6 e 8 g L⁻¹; e duas doses de hidrorretentor 0 e 6 g L⁻¹) e três repetições, totalizando 30 (trinta) parcelas, cada uma dessas continha três plantas. As variáveis analisadas foram: altura de planta; diâmetro do caule; comprimento radicular; relação altura e diâmetro do caule; massa fresca e seca da parte aérea, raiz e total e; índice de qualidade de Dickson. Ocorreu interação significativa para as variáveis: massa fresca da parte aérea, da raiz e total e, também, para massa seca da parte aérea e total. A utilização de 6,4 g L⁻¹ de FLL promoveu a maior altura de planta, enquanto o diâmetro do caule teve maior média com a dose de 4,8 g L⁻¹ de FLL. O comprimento da raiz teve maior média 13,72 cm utilizando a dose de 8,0 g L⁻¹ de FLL. Em substrato contendo hidrorretentor, o maior crescimento da muda ocorreu na dose de 6 g L⁻¹ de FLL, ao passo que, em sua ausência, o melhor resultado foi obtido na dose de 8 g L⁻¹ de FLL. Portanto, na produção de mudas de *Adenanthera pavonina* se recomenda a utilização de 6 g L⁻¹ de hidrorretentor associado com 6 g L⁻¹ de fertilizante de liberação lenta.

Palavras-chave: Hidrogel. Tenta Carolina. Espécies Florestais.

Abstract

The use of hydro-retentive and slow release fertilizer in the production of forest species seedlings has proven to be interesting as it reduces fertilizer expenditure and maintains greater water availability. This work aimed to analyze the use of hydro-retentive and slow release fertilizer in the production of *Adenanthera pavonina* seedlings. The experiment was conducted in DIC, following a 5 x 2 factorial scheme (five doses of slow release fertilizer (FLL): 0, 2, 4, 6 and 8 g L⁻¹; and two doses of hydro-retentive 0 and 6 g L⁻¹) and three replications, totaling 30 plots, each containing three plants. The variables analyzed were: plant height; stem diameter; root length; stem height and diameter ratio; fresh and dry mass of the aerial part, root and total; Dickson quality index. There was a significant interaction for the variables: fresh mass of the aerial part, root and total, and also for dry mass of the aerial part and total. The use of 6.4 g L⁻¹ of FLL promoted greater plant height, while the diameter of the stem had a higher average with a dose of 4.8 g L⁻¹ of FLL. The root length had the highest average of 13.72 cm using a dose of 8.0 g L⁻¹ of FLL was tested. In a substrate containing hydro-retentive, the greatest seedling growth occurred at a dose of 6 g L⁻¹ of FLL, whereas, in its absence, the best result was obtained at a dose of 8 g L⁻¹ of FLL. Therefore, in the production of *Adenanthera pavonina* seedlings, it is recommended to use 6 g L⁻¹ of hydro-retentive associated with 6 g L⁻¹ of slow-release fertilizer.

Keywords: Hydrogel. Tenta Carolina. Forest Species.

1 Introdução

Adenanthera pavonina é uma leguminosa de crescimento rápido, endêmica da Índia e Sudeste da China, pertence à subfamília Mimosoideae, e que foi introduzida nos trópicos, nos quais é popularmente conhecida como: olho de dragão, carolina, tenta carolina, tenta-vermelho, falso pau-brasil. É uma espécie arbórea utilizada para forragem e melhoria do solo, que pode atingir até 15 m de altura. Além disso, possui alto valor comercial e diversidade de uso da madeira, sendo utilizada em projetos ornamentais e de reflorestamento (Kissmann *et al.*, 2008; Freire *et al.*, 2019; Krishnan *et al.*, 2022).

Sua madeira rígida confere ótima qualidade e durabilidade,

podendo ter uso e aplicação na produção de móveis, em construções e artesanatos, mas também, em projetos de urbanização, pois suas raízes não afetam a estrutura de calçadas e pavimento (Kissmann *et al.*, 2008). O rápido crescimento e capacidade de adaptação da espécie a torna eficaz em sistemas de reflorestamentos e agroflorestais, já que reduz a incidência solar para plantas de menor porte, tem alta capacidade de fixação de nitrogênio (N₂), além de facilitar o processo de absorção de N₂ para outras espécies (Freire *et al.*, 2019; Gonçalves *et al.*, 2019). Porém, para que todas essas qualidades acima mencionadas se manifestem, é preciso que as mudas utilizadas sejam de boa qualidade e um dos fatores que contribui para isto é o substrato.

Os substratos a serem utilizados na produção de mudas devem ser de boa qualidade, pois essa condição é essencial para as fases iniciais da muda, quando apresenta maior necessidade de absorção de água, nutrientes e oxigênio para o sistema radicular (Dutra *et al.*, 2015). De acordo com Wendling e Dutra (2017), mudas de boa qualidade são influenciadas pela composição, manejos nutricionais, hídricos e tipo de substrato e respondem com sucesso na implantação florestal. Diversos materiais podem ser usados como substrato, devendo-se levar em conta a disponibilidade, custo e características físico-químicas desses. Na composição dos substratos podem ser utilizados polímeros hidrorretentores como condicionadores hídricos de substrato, visando aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes nos substratos (Marques; Bastos, 2010).

Polímeros hidrorretentores de água são produtos naturais (derivados do amido) ou sintéticos (derivados do petróleo) com consistência quebradiça quando secos, valorizados por sua capacidade de absorver e armazenar água (Navroski *et al.*, 2015), e que podem favorecer a redução de até 20% nos custos com adubação rotineira em algumas culturas como no eucalipto cheiroso (Bernardi *et al.*, 2012). Outro manejo empregado para acelerar o desenvolvimento das mudas é a fertilização do substrato em viveiros florestais utilizando fertilizantes de liberação lenta (FLL), que representam uma das mais viáveis e racionais alternativas.

A utilização de FLL reduz problemas da aplicação de doses excessivas, diminui a plasmólise dos tecidos da muda pelo efeito salino de determinados fertilizantes e as perdas de nutrientes por lixiviação, além de reduzir a mortalidade de plantas por choque de plantio (Rossa *et al.*, 2013). Como o nutriente fica disponível para a muda por um período bem maior, em comparação com a adubação convencional, isso permite a planta um ganho no crescimento e fitomassa (Rossa *et al.*, 2015; Thiesen *et al.*, 2020).

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo analisar o uso do hidrorretentor e fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de *Adenantha pavonina* (L.).

2 Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido na área experimental do curso de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, campus de Cáceres, município localizado na Região Sudoeste de Mato Grosso, integrante da mesorregião do Centro-Sul mato-grossense e da microrregião do Alto Pantanal. A região apresenta clima, segundo Köppen, do tipo tropical quente e úmido com inverno seco (Awa), com temperatura média de 26,24 °C, mas atingindo 28,01 °C no mês de outubro. A média para a precipitação pluviométrica é de 1.335 mm, com maior concentração entre os meses de outubro a março (Neves; Nunes; Neves, 2011).

As sementes de *A. pavonina* foram coletadas em várias matrizes da cidade de Cáceres e submetidas a escarificação mecânica com lixa de água nº 150 para superação da

dormência, realizando o procedimento do lado oposto ao hilo. Após esse processo, foram semeadas em bandeja plástica contendo areia lavada e mantidas para germinar em ambiente protegido com sombrite para absorção de 80% da luz. A irrigação por aspersão foi realizada seis vezes por dia, sendo quatro irrigações com um minuto de duração e duas com dois minutos. Nesse mesmo período, os tubetes com capacidade de 170 cm³ foram preenchidos com os substratos confeccionados de acordo com os tratamentos que foram testados e, em seguida, colocados no mesmo ambiente e condições das bandejas, para em seguida, serem utilizados no transplante.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2, sendo cinco doses de Fertilizante de Liberação Lenta (FLL) (0, 2, 4, 6 e 8 g L⁻¹ de solo) e duas doses de Hidrorretentor (0 e 6 g L⁻¹ de solo), totalizando dez tratamentos, com três repetições e três plantas por parcela.

O solo utilizado no experimento é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo e foi coletado da camada de 0-20 cm de profundidade em uma área de pastagem sem degradação do solo, com coleta de uma amostra para análise físico-química seguindo a metodologia proposta pela Embrapa (2009). A composição química do solo da área experimental se encontra no Quadro 1.

Quadro 1 - Atributos físico-químicos do solo utilizado no experimento, coletado na profundidade de 0-20 cm do perfil do solo. Extratores: ⁽¹⁾ Mehlich-1; ⁽²⁾ KCl 1 M; ⁽³⁾ Acetato de Cálcio 0,5M pH 7,0

Característica	Unidade	Valor
Análise Química		
pH (H ₂ O)	--	5,80
P ⁽¹⁾	mg dm ⁻³	4,31
K ⁺⁽¹⁾	cmol _c dm ⁻³	0,07
Ca ²⁺⁽²⁾	cmol _c dm ⁻³	0,84
Mg ²⁺⁽²⁾	cmol _c dm ⁻³	0,42
Al ³⁺⁽²⁾	cmol _c dm ⁻³	0,00
H + Al ⁽³⁾	cmol _c dm ⁻³	1,08
SB	cmol _c dm ⁻³	1,33
CTC	cmol _c dm ⁻³	2,41
V	%	55,19
M.O	g dm ⁻³	5,98
Análise Física		
Areia	g Kg ⁻¹	724,50
Silte	g Kg ⁻¹	59,50
Argila	g Kg ⁻¹	216,00
Classe Textural	--	Franco Argilo Arenoso

Extratores: ⁽¹⁾ Mehlich-1; ⁽²⁾ KCl 1 M; ⁽³⁾ Acetato de Cálcio 0,5M pH 7,0.

Fonte: dados da pesquisa.

A germinação iniciou a partir do oitavo dia após a semeadura (DAS) e aos 22 DAS foi realizado o transplante das mudas para os tubetes sendo colocada uma planta por recipiente. As mudas foram mantidas em casa de vegetação até 70 dias após a semeadura.

Para avaliar o efeito dos fatores: presença e ausência do

hidrorretentor e as doses de FLL, foram mensuradas as seguintes variáveis: altura da planta (H) (considerada a distância do solo até a gema apical) expresso em centímetros (cm), sendo medida com auxílio de uma régua; diâmetro do caule (DC) – mensurado na base do caule por meio de paquímetro digital e o resultado expresso em milímetro (mm). Na sequência, as mudas foram removidas do substrato e separadas em parte aérea e radicular e, então, mensuradas as medidas do comprimento radicular (CR) – considerando-se a maior raiz, e para a sua obtenção, utilizou-se régua, sendo seu valor expresso em centímetro (cm); relação altura/diâmetro do caule (H/DC).

As mudas foram separadas em parte aérea e raiz e pesadas separadamente em balança digital e determinada a massa fresca da parte aérea (MFPA), da raiz (MFR) e total (MFT); posteriormente, colocadas em sacos de papel kraft e levadas para estufa a 65 °C por 72 horas. A partir disso, foi determinada a massa seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e total (MST), com os resultados das massas expressos em gramas por planta (g. planta⁻¹). Com os dados de massa, diâmetro de caule e altura foi determinado o índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme equação proposta por Dickson; Leaf e Hosner (1960).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (p<0,05) e, os dados foram comparados pelo teste de Tukey (p< 0,05) e os tratamentos quantitativos foram submetidos a análise de regressão polinomial (p<0,05). Para tanto, foi utilizado o Software R versão 4.0.5 (R CORE TEAM, 2021) e o pacote estatístico ExpDes versão 1.2.1 (Ferreira; Cavalcanti;

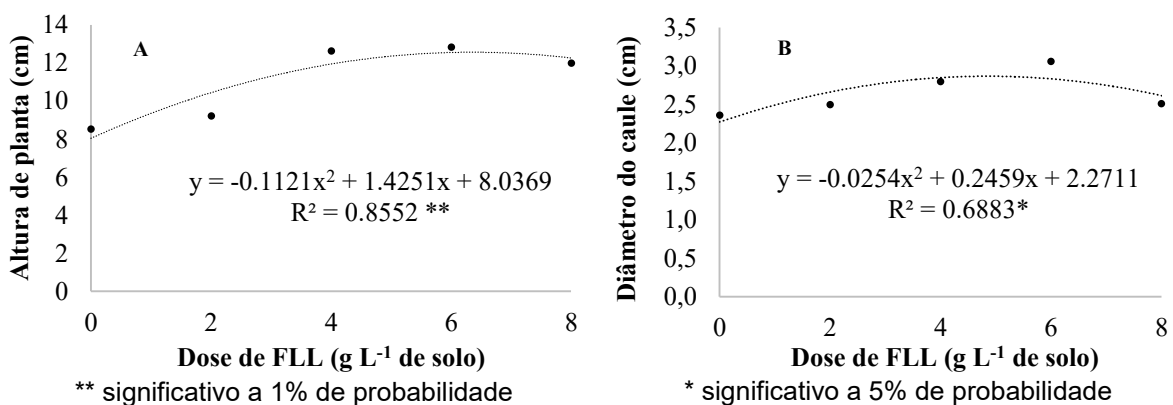
Nogueira, 2014).

3 Resultados e Discussão

Observou-se que não houve interação significativa entre os fatores hidrorretentor e doses de fertilizantes de liberação lenta (FLL) para as variáveis: altura de planta, diâmetro do caule, altura de planta/diâmetro do caule, comprimento da raiz, massa seca da raiz e índice de qualidade de Dickson. Para as demais variáveis ocorreu interação entre os fatores. Estes resultados demonstram que, mudas de *A. pavonina* produzidas em substrato contendo hidrorretentor e FLL têm crescimento e incremento de biomassa favorecidos.

A variável altura de planta e diâmetro do caule se ajustaram ao modelo quadrático (Figuras 1A e 1B, respectivamente), significando que até uma determinada quantidade de FLL, sua adição ao substrato produz incremento na variável, e que doses acima desse patamar passam a promover redução nos valores da variável. Para altura de planta se verificou que a dose máxima de eficiência técnica (DMET) foi de 6,4 g de FFL por litro de solo, a qual produz muda com média de 12,57 cm de altura; o diâmetro do caule máximo estimado foi de 2,9 mm, sendo o mesmo obtido com a aplicação da dose máxima de eficiência técnica de 4,8 g L⁻¹ do FLL. A utilização da DMET do FLL produziu aumento de 4,04 cm em altura quando comparado com as mudas em substrato que não continham o FLL, o que corresponde a 47%; para o diâmetro do caule esse aumento foi de 0,54 mm, ou seja, acréscimo de 23%.

Figura 1 - Altura de planta (A) e diâmetro do caule (B) de plantas de *Adenanthera pavonina* L. em função das doses de fertilizante de liberação lenta (FLL) aplicadas ao solo



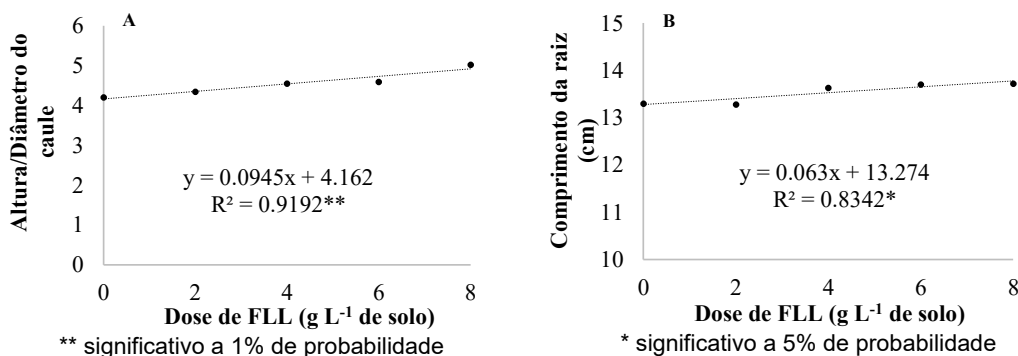
Fonte: dados da pesquisa.

Esse aumento no crescimento em altura e diâmetro da muda ocorre em virtude de o FLL liberar nutrientes para suprir a necessidade da planta ao longo do período em que se encontra no viveiro (Guelfi, 2017), e como a liberação é lenta, isso evita o excesso de nutrientes na solução do solo, o que pode provocar mudanças nesta solução como surgimento de salinidade e, também, que ocorra lixiviação desses nutrientes (Elli *et al.*, 2013; Hawerth *et al.*, 2013).

A relação H/DC se ajustou ao modelo linear de regressão com correlação positiva entre a variável e as doses de FLL

(Figura 2A), tendo como resultado média de 4,2 na ausência do FLL e chegando a 5,02 na dose máxima utilizada, esse aumento corresponde a 20%, demonstrando que doses maiores de FLL provocam desequilíbrio entre altura e diâmetro do colo, pois se sabe que mudas altas com diâmetro pequeno poderão ter mais problemas no transplante para o local definitivo. O comprimento da raiz apresentou correlação linear com o aumento das doses de FLL, porém, manteve as médias de crescimento da raiz entre 13 e 14 cm (Figura 2B).

Figura 2 - Relação altura e diâmetro do caule (A) e comprimento da raiz (B) de plantas de *Adenanthera pavonina* L. em função das doses de fertilizante de liberação lenta (FLL) aplicadas ao solo



Fonte: dados da pesquisa.

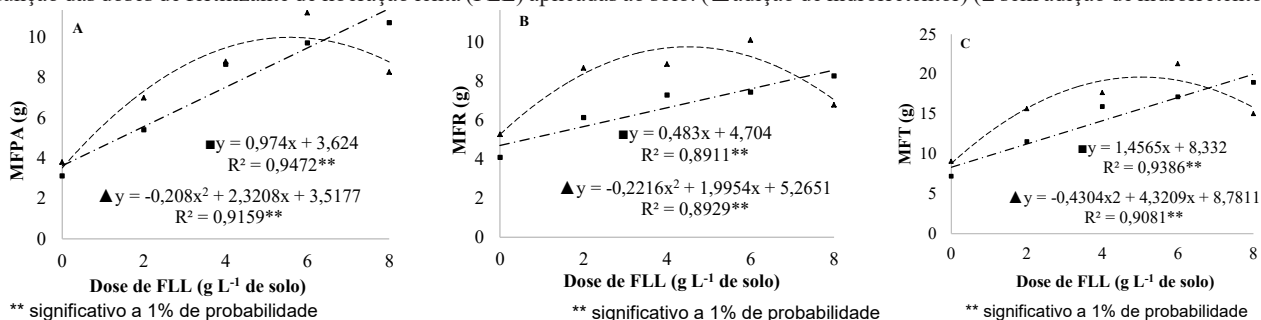
Sabe-se que mudas com maior crescimento do sistema radicular apresentam maiores chances de sobreviverem no campo após o plantio. Este maior crescimento ocorre quando a muda, ao longo do seu desenvolvimento, tem à sua disponibilidade nutrientes ofertados na quantidade necessária e, isto acontece quando se adiciona ao substrato o FLL. Quando se utiliza adubação convencional, normalmente, é aplicada de uma única vez uma quantidade elevada de adubo no substrato, nessas condições é possível que parte do adubo nitrogenado seja perdido por volatilização e/ou lixiviação, o que desfavorece o crescimento em altura e radicular da muda. A falta de Nitrogênio (N) no substrato ocasiona redução no crescimento das mudas, pois esse é requerido em maior quantidade, principalmente, pelo fato de controlar a taxa de crescimento, tamanho e vigor, em diversos processos fisiológicos nas plantas (Malavolta, 1980; Xu; Fan; Miller, 2012).

Os resultados obtidos no presente estudo e os encontrados para outras espécies demonstram que a resposta ao uso de FLL na produção de mudas está em função da espécie ser mais ou menos exigente em função da demanda nutricional de cada uma. Foi observado, nesta pesquisa, que a maior média de altura de planta foi obtida com a dose de 6,4 g de FLL por

litro de substrato, enquanto Elli *et al.* (2013) verificaram que em mudas de *Eugenia uniflora* a dose adequada foi de 3 g L⁻¹, já Hawerth *et al.* (2013) em mudas de *Annona squamosa* a melhor dose de FLL é 9,2 g L⁻¹, Rossa *et al.* (2013) em mudas de *Sebastiania commersoniana* e *Schinus terebinthifolius* a dose de 10 g L⁻¹ e Paim *et al.* (2022) trabalhando com mudas de *Lupinus albus* a dose de 8,0 g L⁻¹.

As produções de massa fresca das partes aérea, raiz e total, de plantas de *A. pavonina* apresentaram interação significativa entre FLL e hidrorretentor, sendo que na presença de hidrorretentor se ajustaram ao modelo quadrático de regressão e, em sua ausência as variáveis se ajustaram ao modelo linear (Figuras 3A, 3B e 3C). A produção máxima de massa fresca da parte aérea, raiz e total foram obtidas com as seguintes doses máximas de eficiência técnica de FLL: 5,6; 4,5 e 5,0 g por litro de substrato, respectivamente, e alcançaram as seguintes produções: respectivamente 10,0; 9,8 e 19,6 gramas por plantas, nos substratos com hidrorretentor. Quando o substrato não recebeu o hidrorretentor, as variáveis responderam linearmente, tendo as três variáveis respondido positivamente ao aumento das doses de FLL, atingindo o máximo de produção com as doses máximas testadas.

Figura 3 - Massa fresca da parte aérea (A), massa fresca da raiz (B) e massa fresca total (C) de plantas de *Adenanthera pavonina* L. em função das doses de fertilizante de liberação lenta (FLL) aplicadas ao solo. (▲ adição de hidrorretentor) (■ sem adição de hidrorretentor)



Fonte: dados da pesquisa.

Para o substrato com hidrorretentor, a massa fresca da parte aérea estimada teve sua maior média igual a 10 g por planta, esta foi inferior ao máximo obtido quando o substrato não continha hidrorretentor, que foi em média 11,1 g por planta. Para a massa fresca da raiz e massa fresca total

ocorreu o contrário, a maior massa foi obtida para o substrato que continha hidrorretentor. O uso do hidrorretentor reduz a perda de água e mantém o substrato úmido por mais tempo, permitindo que a planta realize seus processos metabólicos ao longo do dia, ficando menos suscetível à falta de água

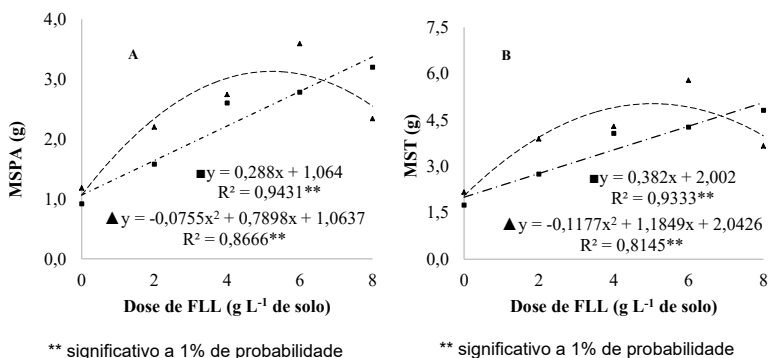
entre uma irrigação e outra, conseguindo obter um melhor aproveitamento dos nutrientes disponibilizados pela FLL.

De acordo com Almeida *et al.* (2021), substratos compostos por matéria orgânica e ricos em nutrientes favorecem a produção de mudas de *A. pavonina*, e ainda a utilização de FLL auxilia na absorção de nutrientes nas fases iniciais de crescimento da muda e controla a perda de nutrientes por processos de lixiviação (Guo *et al.*, 2017), podendo, assim, proporcionar melhor desempenho nas fases iniciais da espécie.

Para os dados da massa seca da parte aérea e da massa total também foram ajustados modelos de regressão do tipo

quadrático para os substratos com adição de hidrorretentor e, modelo linear quando o substrato não conteve o hidrorretentor (Figuras 4A e 4B). Os resultados da produção de massa seca aérea e total mostraram que o aumento das doses de FLL foi positivo, até a dose máxima de eficiência técnica que foi de 5,2 e 5,0 gramas por litro de solo nos modelos quadráticos, com as respectivas produções de massa de 3,1 e 8,0 gramas por plantas. Esse rápido ganho de massa seca significa que aos 70 (setenta) dias de vida as mudas possuem massa considerável acumulada permitindo sua ida para o campo mais cedo e reduzindo seu tempo de permanência no viveiro.

Figura 4 - Massa seca da parte aérea (A) e massa seca total (B) de plantas de *Adenanthera pavonina* L. em função das doses de fertilizante de liberação lenta (FLL) aplicadas ao solo. (▲ adição de hidrorretentor) (■ sem adição de hidrorretentor)



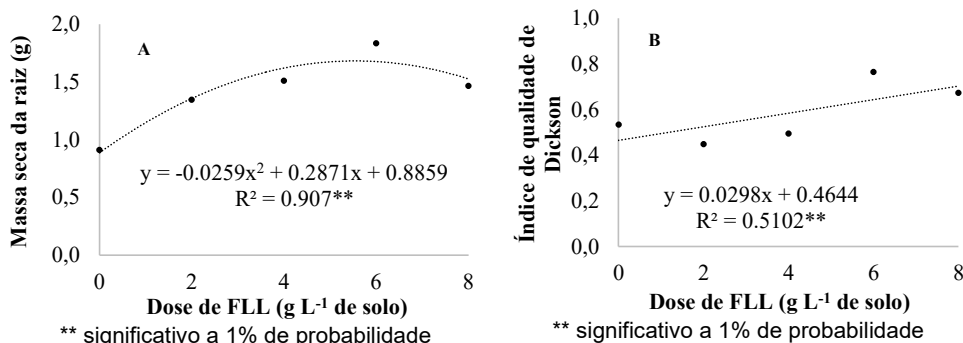
Fonte: dados da pesquisa.

Nos substratos que não continham hidrorretentor se observou que a massa da parte aérea da planta na dose máxima utilizada foi superior em 3,5 vezes (em média) se comparado ao resultado obtido para as mudas submetidas à dose zero e; de 2,75 vezes para a massa seca total. Verifica-se, também, que até a dose de 6 g L⁻¹ de FLL, os resultados de massa seca da parte aérea e total são maiores para as plantas no substrato que continha hidrorretentor e este comportamento se inverte na dose máxima testada. De acordo com Gomes e Paiva (2011), quando as mudas apresentam maior produção de massa seca aérea, isso significa que essas mudas receberam os nutrientes nos teores adequados e necessários para o seu desenvolvimento, sobrevivência e desempenho inicial em campo.

A variável MSR se ajustou ao modelo de regressão

quadrático (Figura 5A), enquanto o índice de qualidade de Dickson se ajustou ao modelo linear (Figura 5B), independente de se adicionar ou não o hidrorretentor. Essas variáveis responderam, positivamente, ao aumento das doses do FLL no substrato, contudo, para a massa seca da raiz, a dose máxima de eficiência técnica foi de 5,5 g L⁻¹ de FLL no solo, correspondendo a produção de 1,7 g por planta. O uso de quantidade de FFL acima da indicada como a DMET pode gerar um excesso de liberação de macro e micronutrientes na região radicular e afetar a relação de nutrientes na solução do solo e, assim, provocar desequilíbrio ou até toxicidade para as raízes, refletindo em menor massa radicular. Raízes bem desenvolvidas aumentam a resistência das plantas, assim como o potencial produtivo e a capacidade de adaptação às condições adversas do ambiente (Behling *et al.*, 2014).

Figura 5 - Massa seca da raiz (A) e índice de qualidade de Dickson (B) de plantas de *Adenanthera pavonina* L. em função das doses de fertilizante de liberação lenta (FLL) aplicadas ao solo.



Fonte: dados da pesquisa.

Davide e Melo (2012) afirmam que a taxa fotossintética de espécies florestais está diretamente relacionada com a massa seca da parte aérea, assim como a maior produção de massa seca radicular representa melhor desenvolvimento e capacidade de absorção de água e nutrientes em campo, sendo estes parâmetros essenciais para avaliar a qualidade das mudas. No presente estudo, essas melhores mudas em função da massa seca da raiz são obtidas com a dose 5,5 g de FLL por litro de substrato (Figura 5A).

Quanto ao índice de qualidade de Dickson (Figura 5B), observa-se que os valores estimados variaram de 0,46 (sem FLL) a 0,70 (dose de 8 g L⁻¹ de FLL no solo), em que a dose máxima utilizada resultou em um aumento de 52% na mesma. Segundo Gomes e Paiva (2011), quanto maior o valor obtido, melhor será o padrão de qualidade das mudas, proporcionando maior taxa de sucesso no plantio dessas mudas em local

definitivo, o que no presente estudo se obteve com a dose máxima utilizada, ou seja, 8 g de FLL por litro de substrato.

Os resultados da aplicação do hidrorretentor revelaram que não houve interação entre os fatores, apenas a altura de planta (H) teve influência da presença do hidrorretentor no substrato (Quadro 2). Em mudas de eucalipto também ocorreu comportamento similar, em que a altura foi positivamente influenciada pela presença e as diferentes doses do hidrorretentor, e o comprimento da raiz não apresentou efeito significativo (Tatagiba *et al.*, 2019). Esses resultados evidenciam que a presença do polímero favorece o crescimento aéreo, mas não o desenvolvimento radicular, isto acontece em virtude de o tamanho do recipiente ser um limitador para o desenvolvimento do sistema radicular, enquanto na parte aérea não há limitação para o crescimento.

Quadro 2 - Comparações de médias para altura de planta (H), comprimento da raiz (CR), diâmetro do caule (DC), relação altura e diâmetro do caule (H/DC), massa seca da raiz (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de *Adenantha pavonina* L. em função de hidrorretentor

Hidrorretentor g L ⁻¹ de solo	H (cm)	CR (cm)	DC (mm)	H/DC (cm mm ⁻¹)	MSR (g)	IQD ---
0	10,12 b	13,52 a	2,61 a	3,88 a	1,31 a	0,56 a
6	11,97 a	13,53 a	2,68 a	4,50 a	1,41 a	0,60 a
CV (%)	20,35	9,32	16,16	19,39	27,54	25,03

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa.

Não houve diferença estatística para o índice de qualidade de Dickson ao se compararem as doses de hidrorretentor, porém as médias oscilaram entre 0,56 a 0,60, que são superiores ao mínimo indicado para que mudas sejam levadas a campo. Segundo Hunt (1990), para espécies florestais, o IQD deve ser maior que 0,2 para que a muda seja considerada de melhor qualidade, desempenho e sobrevivência no transplante.

Na avaliação do uso ou não de hidrorretentor em cada nível do FLL, observou-se que, nas doses de 0, 2 e 4 g L⁻¹

de FLL, não houve efeito do hidrorretentor (Quadro 3). Para a dose de 6 g L⁻¹ de FLL verificou-se que a utilização do hidrorretentor favoreceu a produção de massa fresca da raiz, de massa fresca total, de massa seca da parte aérea e de massa seca total. No substrato, que continha 8 g L⁻¹ de FLL, as variáveis massa fresca da parte aérea, massa fresca total e massa seca da parte aérea apresentaram médias superiores em relação às mudas produzidas no substrato, que não continha hidrorretentor.

Quadro 3 - Comparações de médias para massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz, massa fresca total, massa seca da parte aérea e massa seca total de plantas de *Adenantha pavonina* L. em função do hidrorretentor e doses de fertilizantes de liberação lenta

Hidrorretentor g L ⁻¹ de solo	Doses de fertilizantes de liberação lenta – FLL (g L ⁻¹ de solo)				
	0	2	4	6	8
Massa fresca da parte aérea – MFPA (g) CV=15,40%					
0	3,12 a	5,41 a	8,65 a	9,71 a	10,71 a
6	3,80 a	3,80 a	8,80 a	11,20 a	8,26 b
Massa fresca da raiz – MFR (g) CV=15,79%					
0	4,08 a	6,13 a	7,28 a	7,43 b	8,26 a
6	5,26 a	5,26 a	8,86 a	10,09 a	6,76 a
Massa fresca total – MFT (g) CV=14,37%					
0	7,20 a	11,55 a	15,93 a	17,14 b	18,98 a
6	9,06 a	9,06 a	17,66 a	21,29 a	15,02 b
Massa seca da parte aérea – MSPA (g) CV=16,73%					
0	0,92 a	1,58 a	2,60 a	2,78 b	3,20 a
6	1,18 a	1,18 a	2,74 a	3,59 a	2,34 b
Massa seca total – MST (g) CV=19,20%					
0	1,75 a	2,75 a	4,02 a	4,27 b	4,81 a
6	2,17 a	2,17 a	4,29 a	5,78 a	3,66 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: dados da pesquisa.

As doses mais elevadas foram as que apresentaram melhores resultados, no caso em estudo, foi de 6 g de hidrorretentor por litro de solo, permitindo que houvesse uma maior manutenção de água disponível para as raízes, o que favorece de maneira geral para o crescimento da muda.

Conhecer a dose adequada de adubo para a produção de mudas é de suma importância, pois dessa forma se pode economizar com o uso de fertilizantes evitando-se doses excessivas ou o uso de quantidades abaixo do suficiente para seu desenvolvimento. O que é reiterado por Paim *et al.* (2022), quando enfatizam que o uso adequado de adubos proporciona produção de mudas mais robustas e vigorosas, principalmente, quando se visa o plantio a campo.

4 Conclusão

Quando os substratos contêm hidrorretentor, o maior crescimento das mudas de *A. pavonina* ocorre na dose de 6 g de fertilizante de liberação lenta por litro de substrato.

Na ausência do hidrorretentor, as mudas de melhor qualidade são as produzidas em fertilizante de liberação lenta na dose de 8 g por litro de substrato.

Referências

ALMEIDA, L.S. *et al.* Uso de inoculante *Azospirillum brasilense* na produção de mudas de Tenta Carolina. *Res., Soc. Dev.*, v.10, n.1, 2021. doi: 10.33448/rsd-v10i1.11469.

BEHLING, M. *et al.* Eficiência de utilização de nutrientes para formação de raízes finas e médias em povoamento de teca. *Rev. Arvore*, v.38, p.837-846, 2014. doi: 10.1590/S0100-67622014000500008.

BERNARDI, M.R. *et al.* Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrorretentor e adubação. *Cerne*, v.18, p.67-74, 2012. doi: 10.1590/S0104-77602012000100009.

DAVIDE, A.C.; MELO, L.A. Produção de mudas de candeia. In: SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; DAVIDE, A.C. (Org). *O manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais*. Lavras: UFLA; 2012. p.43-60.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *For. Chron.*, v.36, p.10-13, 1960.

DUTRA, T.R. *et al.* Qualidade de mudas de copaíba produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento. *Rev. Flor.*, v.54, n.3, p.635-644, 2015. doi: 10.5380/rev.v45i3.35686.

ELLI, E.F. *et al.* Osmocote® no desenvolvimento e comportamento fisiológico de mudas de pitangueira. *Comun. Sci.*, v.4, n.4, p.377-384, 2013. doi: 10.14295/cs.v4i4.257.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. *Appl. Math.*, v.5, n.19, p.2952-2958, 2014. doi: 10.4236/am.2014.519280.

FREIRE, F.C.J. *et al.* Estudo da germinação e de alguns fatores condicionantes de semente de *Adenantha pavonina* L. e sua importância para a recuperação de áreas degradadas. *Braz. J. Dev.*, v.5, n.11, p.25958-25971, 2019. doi: 10.34117/bjdv5n11-243.

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

GONÇALVES, R.H. *et al.* Desenvolvimento inicial de *Adenantha pavonina* L. submetida a diferentes doses de nitrogênio e fósforo. In: SANTOS, C.A. (Org). *Grandes Temas em Agronomia*. Maringá: Uniedusul. 2019. p.20-28.

GUELFÍ, D. *Fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação lenta ou controlada*. Belo Horizonte: International Plant Nutrition Institute, 2017.

GUO, C. *et al.* Application of controlled-release urea in rice: Reducing environmental risk while increasing grain yield and improving nitrogen use efficiency. *Commun Soil Sci Plant Anal.*, v.47, n.9, p.1176-1183, 2017. doi: 10.1016/S1002-0160(15)60030-3.

HAWERROTH, F.J. *et al.* *Doses de adubo de liberação lenta na produção de mudas de pinheira em tubetes*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013.

HUNT, G. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: *Target seedlings symposium, meeting of the western forest nursery associations, Roseburg, 1990*. Proceedings. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. (RM-GTR-200). p. 218-222.

KISSMANN, C. *et al.* Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação de *Adenantha pavonina* L. *Ciênc. Agrotec.*, v.32, p.668-674, 2008. doi: 10.1590/S1413-70542008000200051.

KRISHNAN, H.B. *et al.* *Adenantha pavonina*, a potential plant-based protein resource: Seed protein composition and immunohistochemical localization of trypsin inhibitors. *Food Chem.*, v.10, n.13, p.10253, 2022. doi: 10.1016/j.fochx.2022.100253.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 1980.

MARQUES, P.A.A.; BASTOS, R.O. Uso de diferentes doses de hidrorretentor para produção de mudas de pimentão. *Pesq. Apl. Agrotec.*, v.3, n.2, p.53-57, 2010.

NAVROSKI, M. *et al.* Influência do hidrorretentor no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. *Floresta*, v.45, n.2, p.315-328, 2015. doi: 10.5380/rev.v45i2.34411.

NEVES, S.M.A.S.; NUNES, M.C.M.; NEVES, R.J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MTBrasil no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. *Bol. Goiano Geogr.*, v.31, n.2, p.55-68, 2011. doi: 10.5216/bgg.v31i2.16845.

PAIM, L.P. *et al.* Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento inicial de *Lupinus albus* Hook. & Arn. *SAJ Basic. Educ. Tech. Technol.*, v.9, n.1, p.185-197, 2022.

R CORE TEAM. R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2021. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

ROSSA, U.B. *et al.* Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*. *Floresta*, v.43, n.1, p.93-104, 2013. doi: 10.5380/rev.v43i1.25690.

ROSSA, U.B. *et al.* Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. (angico-vermelho) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-vermelha). *Ciênc. Florest.*, v.25, n.4, p.841-852, 2015. doi: 10.5902/1980509820582.

TATAGIBA, S.D. Disponibilidade hídrica e doses de polímero hidrorretentor na produção de mudas clonais de eucalipto. *R. Eng. Agríc.*, v.27, n.4, p.359-369, 2019. doi: 10.13083/reveng.v27i4.938.

THIESEN, L.A. *et al.* Desenvolvimento inicial de mudas de *Eugenia involucrata* DC. sob diferentes substratos. *J. Env. Anal. Progr.*, v.5, n.4, p.391-397, 2020. doi: 10.24221/jeap.5.4.2020.3235.391-397.

XU, G.; FAN, X.; MILLER, A.J. Plant nitrogen assimilation and

use efficiency. *Ann. Rev. Plant Biol.*, v.63, p.153-182, 2012. doi: 10.1146/annurev-arplant-042811-105532.

WENDLING, I.; DUTRA, L.F. *Produção de mudas de eucalipto*. Brasília: Embrapa, 2017.