

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

TALITA GIOVANA MENDES DA SILVA

**EXPLORANDO O EFEITO DE TELAS E DOSES DE ADUBAÇÃO NO
CRESCIMENTO DE MUDAS DE JATOBÁ (*Hymenaea courbaril L.*).**

Ilha Solteira - SP

2025



TALITA GIOVANA MENDES DA SILVA

**EXPLORANDO O EFEITO DE TELAS E DOSES DE ADUBAÇÃO NO
CRESCIMENTO DE MUDAS DE JATOBÁ (*Hymenaea courbaril L.*).**

TCC apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP) 'Júlio de Mesquita Filho', Ilha Solteira, para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Prof. Dr. Antonio Flávio Arruda Ferreira

Ilha Solteira - SP

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S586e Silva, Talita Giovana Mendes da.
Explorando o efeito de telas e doses de adubação no crescimento de mudas de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). / Talita Giovana Mendes da Silva. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2025
25 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2024

Orientador: Antônio Flávio Arruda Ferreira

Inclui bibliografia

1. *Hymenaea courbaril* L. 2. Sombreamento. 3. Reflorestamento. 4. Cerrado.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Um dos grandes desafios na recomposição de florestas nativas é a produção de mudas de espécies que atendam às exigências de programas de reflorestamento, especialmente em larga escala. Nesse contexto, a utilização de espécies nativas como o jatobá, reconhecido por seu alto potencial na recuperação de áreas degradadas, apresenta-se como uma alternativa promissora. Ao desenvolver métodos mais eficientes para o cultivo de mudas de jatobá, é possível promover avanços científicos e técnicos que possam contribuir para produção em grande escala, caso seja viável. Essa abordagem facilita a aplicação em projetos de restauração ecológica e contribui significativamente para a geração de renda, especialmente em comunidades locais que podem se beneficiar economicamente do cultivo sustentável dessa espécie. Além de seus benefícios ambientais e econômicos, o jatobá possui um forte valor cultural, sendo amplamente reconhecido e utilizado em práticas tradicionais. Sua propagação não apenas contribui para a restauração ambiental, mas também fortalece a preservação de saberes tradicionais, promovendo um desenvolvimento que integra conservação ambiental, valorização cultural e inclusão social.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

One of the major challenges in the restoration of native forests is the production of seedlings from species that meet the requirements of reforestation programs, especially on a large scale. In this context, the use of native species such as jatobá, known for its high potential in the recovery of degraded areas, emerges as a promising alternative. By developing more efficient methods for cultivating jatobá seedlings, it is possible to advance scientific and technical progress, enabling large-scale production if feasible. This approach facilitates implementation in ecological restoration projects and significantly contributes to income generation, especially for local communities that can economically benefit from the sustainable cultivation of this species. In addition to its environmental and economic benefits, jatobá holds strong cultural value, being widely recognized and used in traditional practices. Its propagation not only supports environmental restoration but also strengthens the preservation of traditional knowledge, fostering development that integrates environmental conservation, cultural appreciation, and social inclusion.

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

EXPLORANDO O EFEITO DE TELAS E DOSES DE ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE JATOBÁ (*Hymenaea courbaril* L.)

TALITA GEOVANA MENDES DA SILVA

REGULAMENTO SOBRE A AVALIAÇÃO:

ARTIGO 25° - § 2° A apresentação pública do trabalho de TCC deverá ser de no mínimo 20 (vinte) minutos e máximo de 40 (quarenta) minutos. Após um intervalo de 5 (cinco) minutos, haverá a arguição do Trabalho pelos examinadores. O tempo de arguição, será de até 15 (quinze) minutos para cada examinador, e até 15 (quinze) minutos o tempo para a resposta do(a) aluno(a) a cada examinador ou no caso de se optar pelo diálogo, o tempo conjunto entre examinador e acadêmico(a) será de no máximo 30 (trinta) minutos.

ARTIGO 24° - No julgamento do TCC, a banca examinadora deverá avaliar a apresentação oral, escrita e a defesa do trabalho durante a arguição. O conceito final será APROVADO ou REPROVADO.

COMISSÃO EXAMINADORA

1º EXAMINADOR (Orientador-Presidente)

Nome: Dr. Antonio Flávio Arruda Ferreira _____

2º EXAMINADOR

Nome: Dra. Dayane Bortolotto da Silva _____

3º EXAMINADOR

Nome: Dra. Débora Ribeiro Antunes _____

CONCEITO



APROVADO

REPROVADO

Ilha Solteira/SP, 6 de janeiro de 2025.

Dedico este trabalho à minha família, por sua
força e inspiração, e aos que me ensinaram a
perseverar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força e sabedoria ao longo dessa caminhada.

À minha família, meu maior alicerce, que esteve comigo em todos os momentos, oferecendo amor e apoio incondicionais, especialmente à minha mãe, a quem dedico este trabalho com todo meu coração.

Aos meus irmãos, Caio e Diego, por todo apoio e compreensão.

Ao Prof. Dr. Antônio Flávio por sua paciência, orientação e dedicação indispensáveis para a concretização deste projeto. Ao Laboratório de Conservação de Frutíferas Nativas, pelo compartilhamento de conhecimento e pelo suporte técnico essencial.

Aos meus amigos, pelo companheirismo constante, pelas palavras de incentivo e por acreditarem em mim, mesmo nos momentos mais desafiadores, em especial à Thaina Aparecida Zanqueta, pelo apoio inestimável e pela contribuição direta em todas as etapas deste projeto.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/FEIS), por proporcionar o espaço e os recursos necessários para a realização deste trabalho. A cada um de vocês, minha gratidão eterna.

“Que ninguém se engane, só consigo a simplicidade através de muito trabalho.” (Lispector, 1977, p. 1).

RESUMO

O Cerrado, considerado um dos maiores hotspots de biodiversidade, enfrenta desafios devido à perda e fragmentação de sua vegetação nativa. Espécies arbóreas endêmicas, como o Jatobá (*Hymenaea courbaril L.*), têm sido investigadas para a recuperação de áreas degradadas devido à sua adaptabilidade e alto potencial econômico e medicinal. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, organizado em esquema fatorial 4 x 4 (tipos de tela de sombreamento x doses de adubo de liberação lenta), com 15 repetições. As sementes de jatobá utilizadas foram obtidas do banco de germoplasma da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE). Antes do plantio, as sementes passaram por escarificação com ácido sulfúrico por 5 minutos e foram semeadas a 1 cm de profundidade em bandejas plásticas com 15 células, preenchidas com substrato comercial à base de composto orgânico. O adubo de liberação lenta (15-09-12) foi incorporado ao substrato nas doses de 0, 2, 4 e 6 g L⁻¹. As mudas foram cultivadas em pleno sol e em viveiros agrícolas cobertos com telas de sombreamento de 35%, incluindo os tipos termo refletora, monofilamento preto e fotoconversora vermelha. Aos 50 dias após a semeadura, foram realizadas medições do número de folhas, diâmetro do caule, comprimento da parte aérea e do sistema radicular, além da matéria seca da parte aérea e das raízes. O objetivo deste estudo foi avaliar estratégias para a produção de mudas de Jatobá, focando nas combinações de diferentes níveis de sombreamento e no uso de adubos de liberação lenta. Os resultados indicaram que o viveiro vermelho, com doses de 5,26 g L⁻¹ de adubação, e o viveiro prata para o desenvolvimento do sistema radicular são as combinações mais promissoras para a produção de mudas de Jatobá. Esses achados contribuem para práticas sustentáveis de recuperação do Cerrado, promovendo o desenvolvimento robusto e a adaptação das mudas em campo.

Palavras-chave: Fabaceae; sombreamento; reflorestamento; Cerrado.

ABSTRACT

The Cerrado, considered one of the largest biodiversity hotspots, faces challenges due to the loss and fragmentation of its native vegetation. Endemic tree species, such as Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), have been studied for the restoration of degraded areas due to their adaptability and high economic and medicinal potential. The experiment was conducted in a completely randomized design, organized in a 4 x 4 factorial scheme (types of shading nets x doses of slow-release fertilizer), with 15 repetitions. The Jatobá seeds used were obtained from the germplasm bank of the Teaching, Research, and Extension Farm (FEPE). Prior to planting, the seeds were scarified with sulfuric acid for 5 minutes and were sown at a depth of 1 cm in plastic trays with 15 cells, filled with a commercial substrate based on organic compost. The slow-release fertilizer (15-09-12) was incorporated into the substrate at doses of 0, 2, 4, and 6 g L⁻¹. The seedlings were grown in full sun and in agricultural nurseries covered with shading nets of 35%, including the types: thermo-reflective, black monofilament, and red photoconverter. At 50 days after sowing, measurements were taken for the number of leaves, stem diameter, shoot length, root system length, and dry matter of the aerial part and roots. The objective of this study was to evaluate strategies for Jatobá seedling production, focusing on the combinations of different shading levels and the use of slow-release fertilizers. The results indicated that the red nursery, with doses of 5.26 g L⁻¹ of fertilization, and the silver nursery for root system development are the most promising combinations for Jatobá seedling production. These findings contribute to sustainable practices for the restoration of the Cerrado, promoting robust development and adaptation of seedlings in the field.

Keywords: Fabaceae; shading; reforestation; Cerrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	MATERIAIS E MÉTODOS	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4	CONCLUSÃO.....	20
	REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

Ocupando cerca de 21% do território nacional, o Cerrado é reconhecido como um dos maiores hotspots de biodiversidade do planeta e uma das savanas biologicamente mais ricas. Seus diversos ecossistemas abrigam uma ampla variedade de espécies, incluindo muitas endêmicas da região. Em termos de território é considerado o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado em área apenas pela Amazônia (Borlaug, 2002; Klink, 2005).

O clima da região apresenta uma marcada sazonalidade, com uma estação chuvosa que se estende de outubro a março, seguida por um período seco, de abril a setembro. A precipitação média anual alcança cerca de 1.500 mm, enquanto as temperaturas mantêm-se moderadas ao longo do ano, variando entre 22°C e 27°C, em média (Klink, 2005).

Apesar de desempenhar um papel essencial na conservação da biodiversidade, garantia de serviços sistêmicos e no abastecimento de água doce no Brasil, o bioma enfrenta uma intensa perda e fragmentação de sua vegetação nativa, restando apenas 52% de sua extensão original (INPE, 2018; Grande, 2019).

As áreas impactadas pela intervenção humana são, em sua maioria, destinadas a pastagens, que ocupam 29,4% do território, seguidas pelo cultivo de lavouras anuais, responsável por 8,5% da superfície total (Brasil 2015; Strassburg et al. 2017; Grande, 2019). Assim a preservação do bioma Cerrado é imprescindível, pois sua degradação ameaçaria uma vasta diversidade de espécies e seus habitats, colocando em risco a biodiversidade e o equilíbrio ambiental.

Com o aumento da conscientização ambiental, cresce também o interesse pelo uso de espécies arbóreas nativas na recuperação de áreas degradadas. Neste contexto, espécies arbóreas endêmicas têm atraído a atenção de pesquisadores por suas habilidades adaptativas, que permitem seu desenvolvimento em condições consideradas inóspitas para outras espécies. Dentre as espécies endêmicas, o Jatobá (*Hymenaea courbaril L.*) destaca-se como um exemplo proeminente, apresentando ampla distribuição geográfica e elevada plasticidade adaptativa em diferentes condições edafoclimáticas (Carvalho, 1994; Paiva, 2003; Nascimento, 2011) e elevado potencial nutricional, econômico e medicinal (Boniface, 2017).

Segundo Santos e Coelho (2013), a etapa inicial do cultivo de espécies arbóreas envolve a produção de mudas saudáveis, livres de pragas e doenças. Compreender as condições ideais de sombreamento e os tipos de substratos adequados é fundamental para garantir a obtenção de mudas de alta qualidade. Neste sentido, o estudo da luminosidade é fundamental para avaliar o

desempenho das espécies em programas de revegetação, onde a disponibilidade de luz é crucial para o desenvolvimento das plantas (Scalon e Alvarenga, 1993; Santos e Coelho, 2013).

Ambientes protegidos são amplamente utilizados na propagação de plantas, sendo comum o uso de coberturas feitas com filmes de polietileno de baixa densidade. No entanto, uma alternativa que tem se destacado é a aplicação de telas fotoconversoras com diferentes cores e níveis de sombreamento, como telas de tonalidade prata e vermelha, além de telas de monofilamento de cor preta. (Costa et al., 2011), ao alterar a quantidade e a qualidade da radiação solar que é transmitida, essas telas influenciam a dispersão e a reflexão da luz, impactando diretamente as variações morfológicas e produtivas das plantas (Chagas et al., 2013).

Outro aspecto fundamental para a produção em larga escala de mudas é o uso de adubos e substratos de boa qualidade. Entre os fertilizantes, os adubos de liberação lenta (ALL) ganham destaque por sua tecnologia avançada e pelo potencial de aprimorar a fertilidade do solo (FU, J. et al 2018; Cunha 2023).

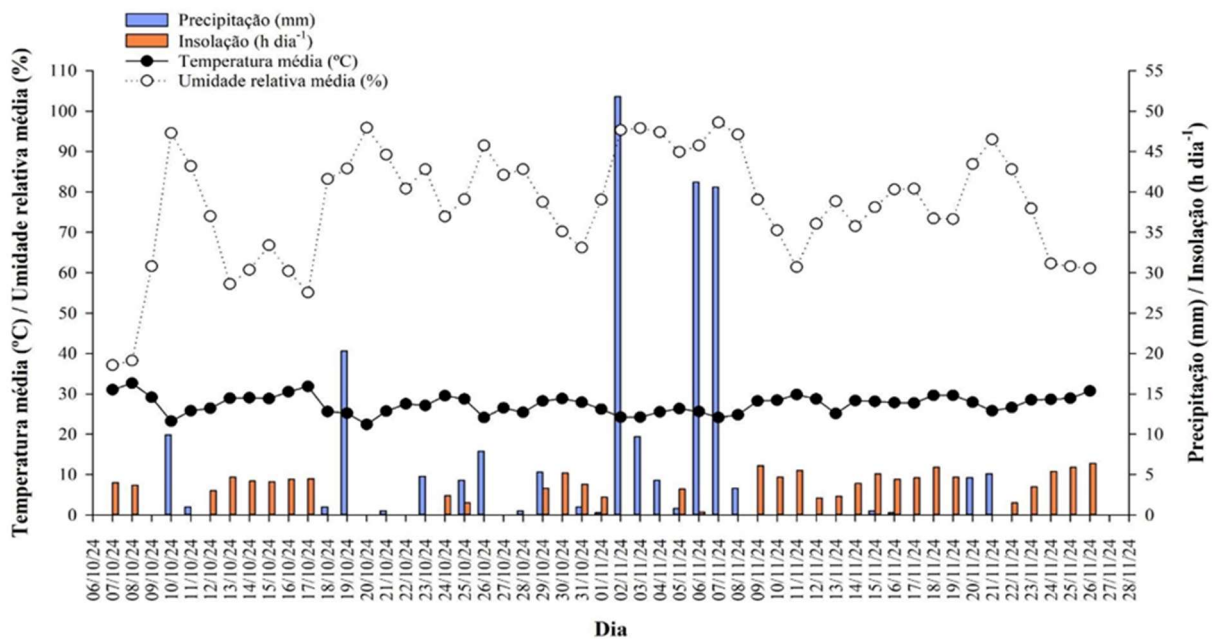
O objetivo deste trabalho é investigar estratégias eficientes para a produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), com foco na combinação de diferentes níveis de sombreamento proporcionados por telas fotoconversoras e no uso de adubos de liberação lenta. Pretende-se avaliar como essas variáveis influenciam o desenvolvimento e a qualidade das mudas, contribuindo para a aplicação de práticas sustentáveis e tecnicamente aprimoradas na recuperação de áreas degradadas e na conservação do bioma Cerrado.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’ - UNESP, localizada no município de Ilha Solteira/SP, com altitude de 347 metros, em latitude 20°25'58" sul e a uma longitude 51°20'33" oeste.

O clima da região é classificado segundo Köppen, como tipo Aw, clima tropical com estação seca de Inverno, apresentando temperatura média anual de $\pm 24,5^{\circ}\text{C}$, precipitação pluvial anual média de $\pm 1.232\text{mm}$ e umidade relativa do ar média de $\pm 64,8\%$ (Hernandez et al., 1995). Os dados climáticos referentes ao período de execução encontram-se apresentados na Figura 1.

Figura 1 - Dados climáticos de Ilha Solteira/SP durante o período de execução do experimento



Fonte: Canal CLIMA da UNESP de Ilha Solteira - Faculdade de Engenharia – UNESP Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos - Área de Hidráulica e Irrigação

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 (telas de sombreamento X dose de adubo de liberação lenta) com 15 repetições, sendo cada unidade experimental composta por uma planta.

As vagens de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) utilizadas foram coletadas no dia 22 de agosto de 2024, no banco de germoplasma da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão – FEPE,

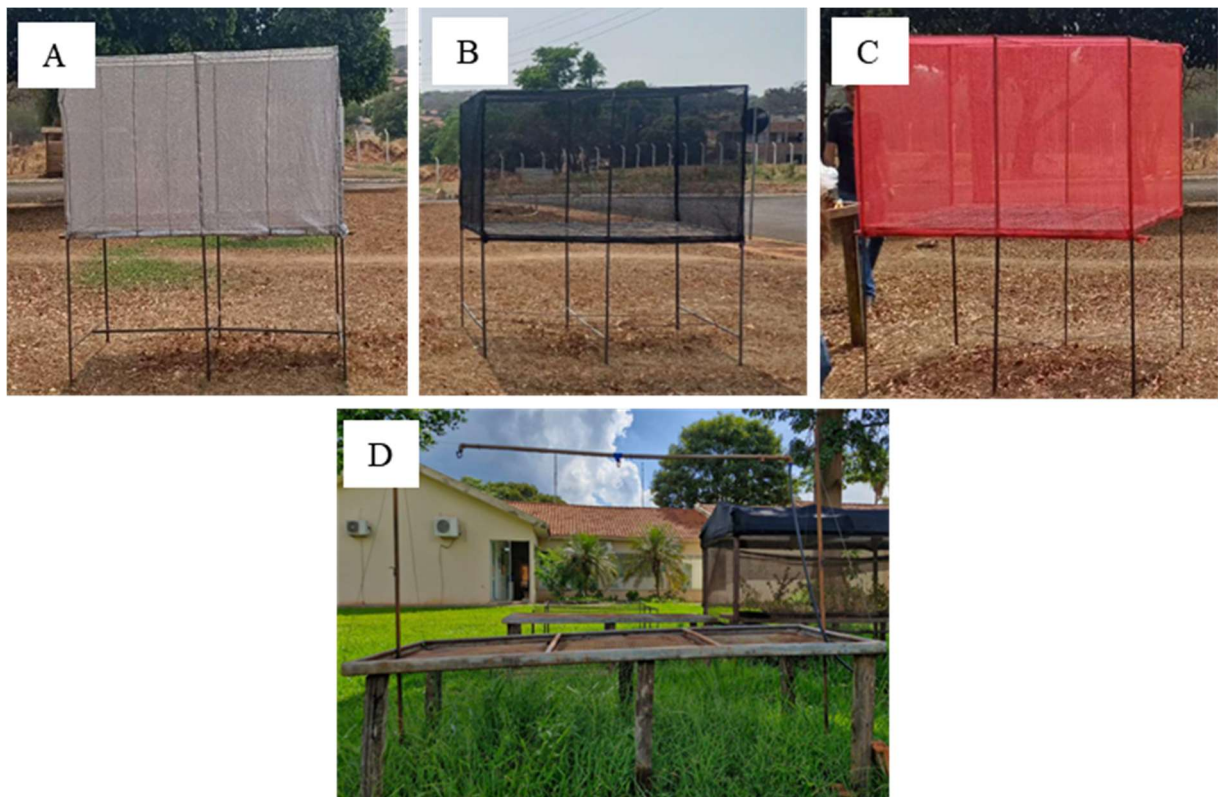
pertencente à Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira – UNESP. O critério adotado para a coleta das vagens foi o sorteio aleatório.

As vagens selecionadas foram aquelas maduras, já desprendidas da árvore e caídas no solo, enquanto as vagens deterioradas ou visivelmente comprometidas foram descartadas. As vagens foram quebradas com a ajuda de um martelo e as sementes de jatobá foram escarificadas em ácido sulfúrico por 5 minutos.

A semeadura foi realizada no dia 7 de outubro de 2024, com uma semente por repetição, a uma profundidade de 1 cm. O material seminífero foi disposto em bandejas plásticas de 15 células, preenchidas com composto orgânico comercial (Tropstrato – Tubete Florestal). O substrato utilizado apresentava pH de $5,8 \pm 0,3$, condutividade elétrica de $1,2 \pm 0,3 \text{ mS cm}^{-1}$ e capacidade de retenção de água de 130% (p:p).

Ao substrato foi incorporado o adubo de liberação lenta (Forth Cote[®] 15-09-12) nas quantidades de 0, 2, 4 e 6 g L⁻¹ de substrato. As mudas foram produzidas em viveiros agrícolas com telas de 35% de sombreamento do tipo termorrefletora (PRATA) (Figura 2A), monofilamento preto (PRETO) (Figura 2B) e fotoconversora vermelha (VERM) (Figura 2C) e a pleno sol (SOL) (Figura 2D). A irrigação por microaspersão foi realizada de forma automática três vezes ao dia (06h, 12h e 18h) por 15 minutos e vazão de 120 L h⁻¹.

Figura 2 - Viveiro com sombreamento termorrefletora (prata) (A), monofilamento preto (B), fotoconversora vermelha (C) e pleno sol (D)



Fonte: arquivo do autor (2024)

A avaliação foi realizada aos 50 dias após a semeadura, onde foi avaliado: número de folhas; diâmetro do caule (mm); comprimento da parte aérea e do sistema radicular (cm); matéria seca da parte aérea e do sistema radicular (g). Para obtenção da matéria seca as plantas foram colocadas em sacos de papel, secos em estufa com circulação de ar a 65°C por 72 horas e quando atingiram a massa constante foram pesadas em balança analítica de precisão (0,0001 g).

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) pelo teste F a fim de detectar as possíveis diferenças entre os tratamentos, quando encontrada diferença significativa realizou-se o teste Scott-Knott para o fator qualitativo (telas de sombreamento) e análise de variância na regressão para o fator quantitativo (doses de adubo).

Na análise de regressão o modelo foi verificado a partir do *p-valor* do desvio da regressão (não significativo) e os modelos de regressão polinomial selecionados baseados nos coeficientes de determinação (R^2) superiores, dentre as regressões significativas pelo teste F. Os dados foram analisados utilizando o software SISVAR 5.6 (Ferreira, 2011) a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

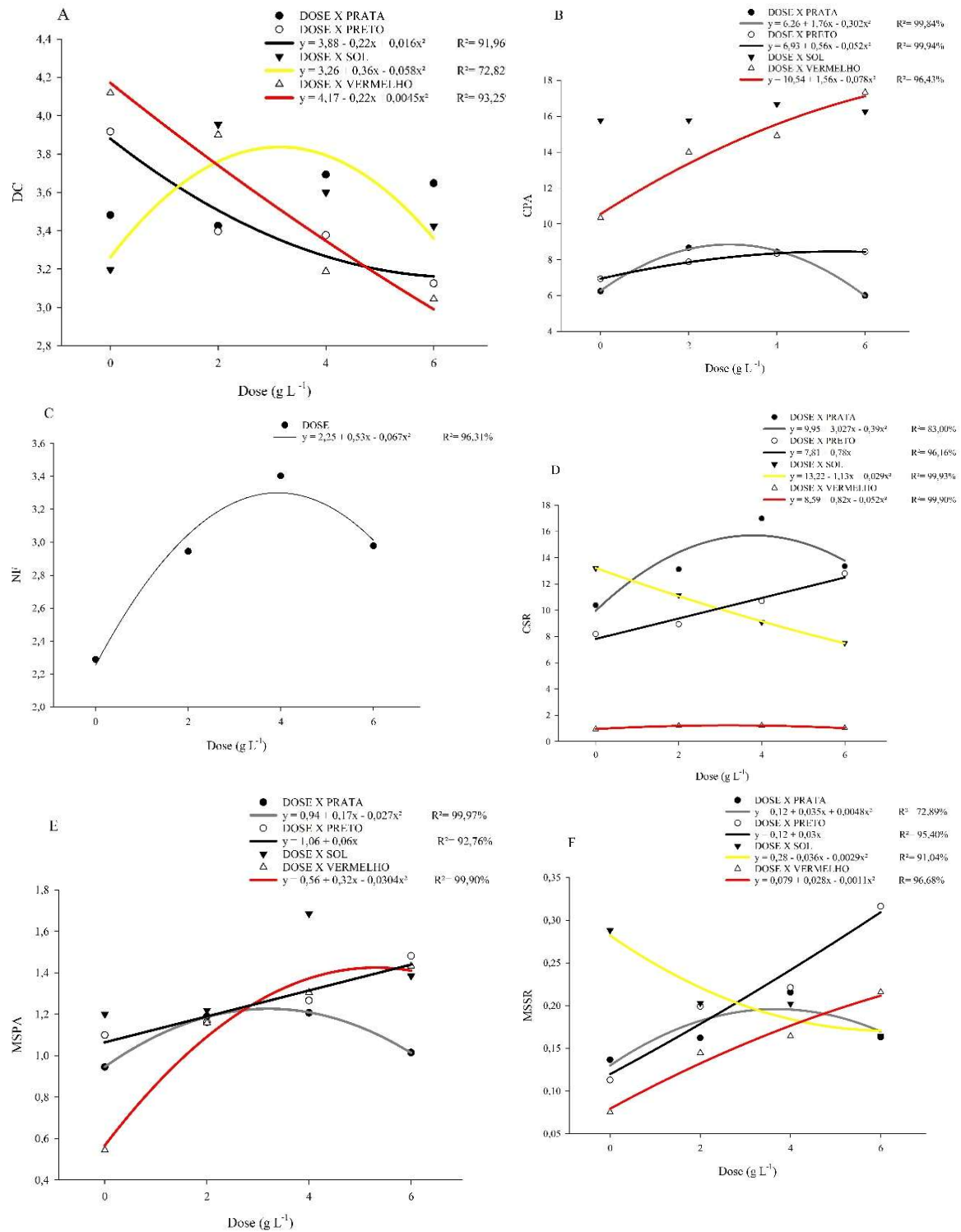
A partir dos dados obtidos na experimentação, foi possível analisar e comparar seis variáveis: diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento do sistema radicular (CSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR). Essas análises levaram em conta tanto as diferentes concentrações de adubação, expressas em gramas por litro (g L^{-1}), quanto os tipos de viveiros utilizados no experimento (prata, preto, pleno sol e vermelho).

O diâmetro do caule foi significativamente influenciado pelas condições de sombreamento e doses de adubo. Ao analisar a Figura 3A, observa-se que no viveiro prata não foi realizado ajuste de regressão, sendo apresentados apenas os dados das médias observadas. A maior média foi registrada no viveiro vermelho, na ausência de adubação, com um valor máximo de $1,48 \text{ g L}^{-1}$ de adubação), o que sugere que a qualidade espectral da luz transmitida por essa tela não foi adequada para o acúmulo de fotoassimilados necessários ao crescimento em diâmetro em maiores concentrações de adubação.

Esse resultado é coerente com a observação de Boyer e South (1984), que notaram que ambientes sombreados podem promover o crescimento em altura, mas com caules mais delgados, devido à modificação no espectro de luz. No viveiro preto, o resultado foi semelhante, com uma diminuição do tamanho do diâmetro do caule (DC) à medida que a dose de adubação aumentou. No viveiro a pleno sol, a máxima foi de $3,81 \text{ g L}^{-1}$, com DC de 3,10 mm.

De acordo com Knapik (2005) e Junior (2013), o diâmetro do caule é considerado a característica morfológica que melhor se ajusta aos modelos de predição de sobrevivência das mudas em campo. Sendo assim, os resultados observados neste estudo, que destacam o desempenho superior do DC sob tela vermelha em doses baixas de adubo, indicam que esta combinação é promissora para a produção de mudas com maior potencial de sobrevivência e adaptação no campo.

Figura 3 – Regressão para as variáveis diâmetro do caule (A), comprimento da parte aérea (B), número de folhas (C), comprimento do sistema radicular (D), massa seca da parte aérea (E) e do sistema radicular (F)



Ao analisar o gráfico do comprimento da parte aérea (Figura 3B), observa-se que no viveiro a pleno sol não houve ajuste de regressão. Independentemente da adubação, o comprimento da parte aérea (CPA) não apresentou grandes variações. O viveiro vermelho, por outro lado, apresentou a maior média, com 18,34 cm, nas doses mais elevadas de adubação.

O número de folhas foi avaliado exclusivamente em função das doses de adubo. Observou-se que o NF aumentou progressivamente até doses intermediárias, alcançando um pico próximo a 4 g L⁻¹ de adubo, seguido por uma redução nas doses mais altas. (Figura 3C).

Esse comportamento sugere que doses excessivas de adubo podem induzir estresse nutricional, prejudicando a formação de novas folhas Segundo Dantas et al. (2012), concentrações ideais de nutrientes promovem incrementos significativos em variáveis como altura e massa seca, enquanto concentrações excessivas podem ser prejudiciais, corroborando os resultados encontrados neste estudo.

No comprimento do sistema radicular (Figura 3D), observa-se que o viveiro prata proporcionou o maior crescimento das raízes, com uma média de 15,85 cm, atingindo o valor máximo com 3,88 g L⁻¹ de dose de adubação. O viveiro preto apresentou um comportamento linear, com o comprimento do sistema radicular (CSR) aumentando conforme o aumento da dose de adubação.

O viveiro a pleno sol atingiu seu ponto máximo com dose zero de adubação, e o CSR diminuiu conforme o aumento das doses de adubação. Independentemente das doses de adubação, o viveiro vermelho não apresentou grandes variações no comprimento do sistema radicular, com uma máxima de 1,4 cm na dose de 5,26 g L⁻¹ de adubação.

Isso é consistente com os resultados de outros estudos que indicam que o sombreamento adequado pode promover o crescimento do sistema radicular, facilitando a absorção de nutrientes (Kozlowski, 1962).

Nos dados obtidos da massa seca da parte aérea (MSPA) (Figura 3E), observa-se que o viveiro vermelho apresentou o melhor resultado, com uma média de 1,4 g de MSPA na dose máxima de 5,26 g L⁻¹ de adubação. O viveiro prata atingiu sua máxima de 1,20 g de MSPA com 3,14 g L⁻¹ de adubação. No viveiro preto, não houve ajuste da regressão. Nota-se que, com o aumento da adubação, ocorre também o aumento da MSPA para quase todos os tratamentos.

Isso está em consonância com os estudos de Kozlowski (1962), que sugerem que a fotossíntese, quando não comprometida pelo excesso de sombreamento, é eficaz no acúmulo de biomassa

Ao analisar a massa seca do sistema radicular (MSSR) (Figura 3F), nota-se o aumento da MSSR com o aumento da adubação em quase todos os viveiros, sendo o viveiro preto o que apresentou a maior massa, com 0,34 g na maior concentração de adubo. O viveiro prata atingiu sua máxima de 0,18 g com 3,64 g L⁻¹ de adubação. A MSSR do viveiro a pleno sol diminuiu conforme o aumento da adubação.

Esses resultados reforçam a importância de um bom desenvolvimento do sistema radicular para o sucesso das mudas no transplante em campo, como destacado por Franco et al. (2005) e Ferraz (2016).

Segundo os autores, o maior volume de raízes está diretamente relacionado à taxa de sobrevivência das plantas, uma vez que favorece a absorção de água e nutrientes em condições adversas no campo.

Para isso, torna-se essencial buscar combinações mais eficazes de reguladores vegetais que promovam o crescimento equilibrado entre a parte aérea e o sistema radicular, assegurando maior robustez às mudas no processo de adaptação pós-transplante.

O sombreamento adequado desempenha um papel crucial no crescimento e desenvolvimento das mudas de jatobá, conforme evidenciado neste estudo. Com base nos dados apresentados e nas análises realizadas, podemos concluir que o viveiro vermelho mostrou os melhores resultados em várias variáveis, incluindo o diâmetro do caule (DC) e a massa seca da parte aérea (MSPA), especialmente em doses mais elevadas de adubação. A maior média de DC foi observada nesse viveiro na ausência de adubação, mas ele apresentou o melhor desempenho na massa seca da parte aérea com 5,26 g L⁻¹ de adubação.

Em relação à dose de adubação mais eficiente, a dose de 5,26 g L⁻¹ de adubação foi a mais eficaz no viveiro vermelho, promovendo o melhor crescimento no comprimento da parte aérea (CPA) e na massa seca da parte aérea (MSPA). No entanto, para o comprimento do sistema radicular (CSR), a dose ideal variou conforme o viveiro, sendo mais eficaz para o viveiro prata com 3,88 g L⁻¹ de adubação.

Esses achados corroboram estudos prévios que indicam que a modulação do sombreamento e o ajuste das doses de adubo são cruciais para o sucesso no cultivo de mudas para reflorestamento e recuperação ambiental.

A combinação de sombreamento moderado e doses equilibradas de adubo mostrou-se essencial para maximizar o desenvolvimento das mudas de jatobá, destacando-se como uma estratégia eficaz para promover o crescimento robusto e saudável das plantas.

Ademais, o uso de adubos de liberação lenta demonstrou ser uma solução eficiente, garantindo a liberação gradual dos nutrientes em sincronia com a demanda das mudas, como sugerido por Zheng et al. (2016) e Cunha (2023).

4 CONCLUSÃO

Esses resultados indicam que, para otimizar a produção de mudas de jatobá, é necessário considerar tanto o tipo de viveiro quanto a dose de adubação, buscando um equilíbrio que favoreça o crescimento robusto das plantas, o que é fundamental para sua adaptação e sobrevivência em campo. Dessa forma, o viveiro vermelho com doses de $5,26 \text{ g L}^{-1}$ de adubação e o viveiro prata para o crescimento do sistema radicular são as combinações mais promissoras para o desenvolvimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril L.*).

REFERÊNCIAS

BONIFACE, P. K.; BAPTISTA, S. F.; KAISER, C. Current state of knowledge on the traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of the genus *Hymenaea*. **Journal of Ethnopharmacology**, 2017.

BORLAUG, N. E. Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead. In: BAILEY, R. (ed.). *Global warming and other eco-myths*. Roseville: Competitive Enterprise Institute, 2002. p. 29-60.

BOYER, J. N.; SOUTH, D. B. Explaining first-year seedling survival from quality distributions of bare-root seedlings and microsites in industrial plantations. **Southern Journal of Applied Forestry**, v. 8, p. 67-75, 1984.

BRASIL. Decreto nº 8.447, de 6 de maio de 2015. Plano de Desenvolvimento Agropecuário do MATOPIBA e criação de seu Comitê Gestor. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Decreto/D8447.htm.

CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: Embrapa/CNPQ, 1994. 640p.

CHAGAS, J. H. et al. Produção, teor e composição química do óleo essencial de hortelã-japonesa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 297-303, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000200020>.

CIPRIANO, J.; MARTINS, L.; DEUS, M. S. M.; PERON, A. P. O gênero *Hymenaea* e suas espécies mais importantes do ponto de vista econômico e medicinal para o Brasil. **Caderno de Pesquisa**, v. 26, n. 2, p. 41-51, 2014. (Série Biologia).

COSTA, E. et al. Desenvolvimento inicial de mudas de jatobazeiro do cerrado em Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 215–226, mar. 2011.

CUNHA, F. L. et al. Uso de adubos de liberação lenta no crescimento inicial de clones de eucalipto. **Ciência Florestal**, v. 33, n. 2, p. e69118, 2023.

CUNHA, F. L. et al. Uso dos adubos de liberação lenta no setor florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 41, 2021. DOI: 10.4336/2021.pfb.41e201902063. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/2063>. Acesso em: 13 dez. 2024.

DANTAS, A. C. V. L. et al. Effect of gibberellic acid and the bioestimulant Stimulate® on the initial growth of tamarind. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 8-14, 2012

FERRAZ, R. A. et al. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro BRS Rubi do Cerrado com a utilização de ácido giberélico. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 25, n. 2, p. 167-174, 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FRANCO, C. F.; PRADO, R. M.; BRAGHIROLI, L. F.; LEAL, R. M.; PEREZ, E. G.; ROMUALDO, L. M. Uso da poda e de diferentes diâmetros de alporques sobre o desenvolvimento e acúmulo de nutrientes de mudas de lichieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 491-494, 2005.

FU, J. et al. Classification research and types of slow controlled release fertilizers (SRFs) used - a review. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 49, n. 17, p. 219-2230, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2018.1499757>.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação de qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655–664, nov. 2002.

GRANDE, T. O. de. Desmatamentos no Cerrado na última década: perda de hábitat, de conectividade e estagnação socioeconômica. 2019. 153 f., il. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

HERNANDEZ, F.B.T., LEMOS FILHO, M.A.F., BUZETTI, S. Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira. Ilha Solteira, UNESP / FEIS / Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (UNESP / FEIS / Área de Hidráulica e Irrigação. Série Irrigação, 1).

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Projeto Prodes Cerrado: Mapeamento do desmatamento do Cerrado com imagens de satélite. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/fipcerrado/>. Acesso em: 25 fev. 2018.

JÚNIOR, M. D.; TRAZZI, P. A.; HIGA, A. R.; SEITZ, R. A. Influência do volume do tubete e do método de plantio no crescimento de um povoamento de *Pinus taeda* aos nove anos de idade. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 007-014, mar. 2013.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 147-155, jul. 2005.

KNAPIK, G.J. Utilização do pó de basalto como alternativa à adubação convencional na produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth e *Prunus sellowii* Koehne. 2005. 163 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

KOZLOWSKI, T.T. *Tree Growth*. New York: The Ronald Press, 1962. p.149-170.

MELO, A. A. M.; ALVARENGA, A. A. DE. Sombreamento de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don 'Pacífica White' por malhas coloridas: desenvolvimento vegetativo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 2, p. 514–520, mar. 2009.

NASCIMENTO, H. H. C. DO et al. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 617–626, maio 2011.

PAIVA, H. N.; VITAL, B. R. Escolha da espécie florestal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 42 p. (Cadernos Didáticos, n. 93).

SANTOS, L. W. DOS ; COELHO, M. DE F. B.. SOMBREAMENTO E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Erythrina velutina* Willd.. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 571–577, out. 2013.

SAWYER, Donald et al. (Dir.). Perfil do ecossistema: hotspot de biodiversidade do Cerrado. 1. ed. SuperNova, 2018. 280 p. ISBN 9788593661150. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/ffhalshs-02870718f>. Acesso em: 3 jan. 2025.

SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Efeito do sombreamento sobre a formação de mudas de Pau-pereira (*Platycomus regnelli* Benth). **Revista Árvore**, v. 17, n. 3, p. 265-270, 1993.

SERRANO, L. A. L.; CATTANEO, L. F.; FERREGUETTI, G. A. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 874–883, set. 2010.

SOARES, J. M.; SANTOS, M. M. R.; CANDIDO, C. J.; SANTOS, E. F.; NOVELLO, D. Cookies adicionados de farinha de jatobá: composição química e análise sensorial entre crianças. **Rev. Bras. Pesq. Saúde**. Vitória, v. 18, n. 3, p. 74-82. 2016.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, p. 0099, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0099>.

SANTOS, L. W. DOS ; COELHO, M. DE F. B.. SOMBREAMENTO E SUBSTRATOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Erythrina velutina* Willd.. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 4, p. 571–577, out. 2013.

SILVEIRA, A. B. M.; LUZ, P. B. da; SILVEIRA, T. L. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Rev. Brasileira Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 238–243, 2022.

VIANA, E. DE O. et al. Crescimento e qualidade de mudas de três espécies de Copernicia sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 4, p. 2094–2112, out. 2022.

ZHENG, W. et al. Combining controlled-release urea and normal urea to improve the nitrogen use efficiency and yield under wheat-maize double cropping system. *Field Crops Research*, v. 197, p. 52-62, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.08.004>.