

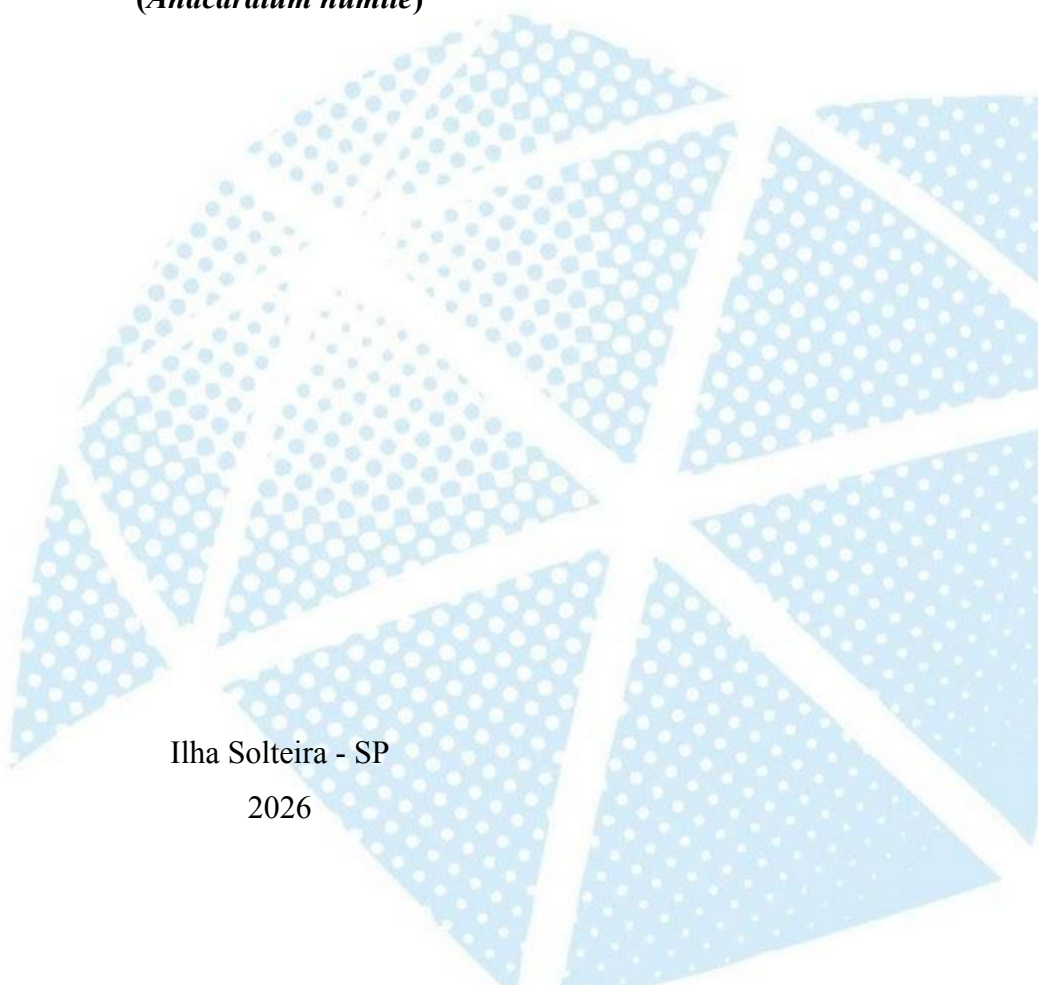
**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

HENRIQUE DE SOUZA NOGARA

**TELAS DE SOMBREAMENTO E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES MOLDAM
O CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAJUZINHO-DO-CERRADO
(*Anacardium humile*)**

Ilha Solteira - SP

2026



HENRIQUE DE SOUZA NOGARA

**TELAS DE SOMBREAMENTO E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES MOLDAM
O CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAJUZINHO-DO-CERRADO
(*Anacardium humile*)**

TCC apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP) 'Júlio de Mesquita Filho', Ilha Solteira, para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Flávio Arruda Ferreira

Ilha Solteira - SP

2026

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

N774t Nogara, Henrique de Souza.
Telas de sombreamento e disponibilidade de nutrientes moldam o
crescimento de mudas de cajuzinho-do-Cerrado (*Anacardium humile*) /
Henrique de Souza Nogara. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2026
30 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira,
2026

Orientador: Antonio Flávio Arruda Ferreira

Inclui bibliografia

1. Espécies nativas. 2. Fertilizantes de liberação lenta. 3. Qualidade da luz. 4.
Qualidade de mudas.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

O entendimento de como a qualidade da luz e a disponibilidade nutricional influenciam no crescimento inicial de plantas de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*) é fundamental para a domesticação e superação de gargalos ecofisiológicos na produção de mudas dessa espécie. Do ponto de vista agrônomo e econômico, ao estudar a inter-relação entre o fornecimento de fertilizantes de liberação lenta e o ambiente luminoso, a pesquisa traz subsídios importantes para a otimização do manejo em viveiros, permitindo ajustes da adubação e telas de sombreamento. Sob a perspectiva ambiental e social, a produção de mudas de alto padrão morfofisiológico fortalece a restauração ecológica e recomposição de áreas degradadas do Cerrado brasileiro. Além disso, o estudo valoriza o conhecimento sobre o uso do cajuzinho-do-cerrado, estimulando a bioeconomia regional e inclusão socioeconômica de pequenos produtores.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

Understanding how light quality and nutrient availability influence the initial growth of *cajuzinho-do-cerrado* (*Anacardium humile*) plants is fundamental for domestication and for overcoming ecophysiological bottlenecks in seedling production. From an agronomic and economic standpoint, by studying the interaction between slow-release fertilizer application and the light environment, this research provides key insights for optimizing nursery management, enabling precise adjustments in fertilization and shading nets. From an environmental and social perspective, producing high-standard morphophysiological seedlings strengthens ecological restoration and the rehabilitation of degraded Brazilian Cerrado areas. Furthermore, the study adds value to knowledge regarding the use of *cajuzinho-do-cerrado*, stimulating the regional bioeconomy and the socioeconomic inclusion of smallholder farmers.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA – UNESP – CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: TELAS DE SOMBREAMENTO E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES MOLDAM O CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAJUZINHO-DO-CERRADO (*Anacardium humile*)

ALUNO: HENRIQUE DE SOUZA NOGARA - RA: 221051431

ORIENTADOR: PROF. DR. ANTONIO FLÁVIO ARRUDA FERREIRA

Aprovado (X) Reprovado () pela Comissão Examinadora com nota obtida: Dez

Comissão Examinadora:

Antonio Flávio Arruda Ferreira

Prof. Dr. Antonio Flávio Arruda Ferreira

1º EXAMINADOR (Orientador-Presidente)

Silvelise Pupin

Profa. Dra. Silvelise Pupin

2ª EXAMINADORA

Karina da Silva Souza

Profa. Dra. Karina da Silva Souza

3ª EXAMINADORA

Henrique de Souza Nogara

Henrique de Souza Nogara

Aluno

Ilha Solteira (SP), 9 de setembro de 2026.

Dedico este trabalho a Deus e a Nossa Senhora
Aparecida, que guiaram meus passos e
iluminaram meu caminho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, por estarem sempre presentes em minha vida, iluminando meus passos e concedendo-me as melhores oportunidades ao longo desta vida.

Aos meus pais, José Antônio e Lucimar, por serem tudo o que tenho e meu porto seguro. Obrigado por realizarem até o impossível para me verem feliz e por nunca medirem esforços para apoiar meus sonhos.

Aos meus avós, por serem meu alicerce.

Aos meus familiares e amigos, pelo apoio, carinho, momentos de descontração e compreensão ao longo desta caminhada.

Ao Prof. Dr. Antonio Flávio Arruda Ferreira, por ser mais do que um orientador. Obrigado por compartilhar conhecimento, por se preocupar com seus orientados e por sempre incentivar nosso crescimento pessoal e profissional.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/FEIS), por proporcionar o espaço, a estrutura e os recursos necessários para a realização deste trabalho. Agradeço também à Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPe UNESP) pela concessão da bolsa de iniciação científica (Projeto: 21120 - Edital 8/2025 - PIBIC), cujo apoio foi essencial para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Parque Nacional das Emas, nesse caso representado pela guia e bióloga Ercilene Freitas Valentim (Nena), que nos auxiliou e acompanhou em todo processo de identificação, coleta do material e as atividades de campo.

Ao Grupo Pé de Fruta, em especial a José Roberto, Douglas, Júlia, pela ajuda.

A cada um de vocês, muito obrigado.

“É justo que muito custe o que muito vale.”

(Santa Teresa de Ávila)

RESUMO

O Cerrado brasileiro é reconhecido como um dos principais *hotspots* mundiais de biodiversidade, abrigando inúmeras espécies frutíferas nativas com potencial ecológico, econômico e social. Dentre elas, destaca-se o cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* A. St.-Hil.), espécie que apresenta elevado potencial alimentício, farmacêutico e nutracêutico. No entanto, informações relacionadas à produção de mudas de qualidade ainda são limitadas, dificultando sua domesticação e cultivo em escala comercial. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da qualidade da luz e da disponibilidade de nutrientes sobre o crescimento de mudas de cajuzinho-do-cerrado. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×6 (telas de sombreamento $\times$ doses de fertilizante de liberação lenta), com oito repetições. Os tratamentos consistiram em três ambientes de cultivo com 35% de sombreamento (tela fotoconversora vermelha, tela termorrefletora e tela de monofilamento preto), combinados com seis doses de fertilizante de liberação lenta Forth Cote® (15-09-12): 0, 2, 4, 6, 8 e 10 g L⁻¹ de substrato. As sementes foram coletadas no Parque Nacional das Emas, semeadas em bandejas contendo substrato comercial e conduzidas sob irrigação automatizada. Aos 120 dias após a semeadura, foram avaliadas variáveis de crescimento, biomassa e qualidade das mudas. Os resultados demonstraram efeitos significativos dos ambientes de cultivo e das doses de fertilizante sobre o desenvolvimento das plantas. As telas de monofilamento preto e termorrefletora proporcionaram os maiores incrementos no número de folhas, diâmetro do caule, massa seca total e índice de qualidade de Dickson. A maioria das variáveis apresentou resposta quadrática à adubação, com máxima eficiência técnica entre 5,46 e 6,45 g L⁻¹ de fertilizante. Além disso, foram observadas interações significativas entre os fatores para comprimento da parte aérea, área foliar e massa seca das folhas, evidenciando que a qualidade da luz influencia diretamente o aproveitamento dos nutrientes pelas mudas. Recomenda-se a utilização de telas de monofilamento preto ou termorrefletora associadas a doses entre 5,5 e 6,5 g L⁻¹ de fertilizante de liberação lenta para a produção de mudas de alta qualidade. Os resultados contribuem para o desenvolvimento de protocolos eficientes de propagação, favorecendo a conservação, domesticação e exploração sustentável dessa importante espécie nativa do Cerrado.

Palavras-chave: espécies nativas; fertilizantes de liberação lenta; qualidade da luz; qualidade de mudas.

ABSTRACT

The Brazilian Cerrado is recognized as one of the world's main biodiversity hotspots, harboring numerous native fruit species with ecological, economic, and social potential. Among them, *Anacardium humile* A. St.-Hil. stands out as a species with high food, pharmaceutical, and nutraceutical potential. However, information regarding the production of high-quality seedlings remains limited, hindering its domestication and commercial-scale cultivation. The objective of this study was to evaluate the influence of light quality and nutrient availability on the growth of *Anacardium humile* seedlings. The experiment was conducted in a completely randomized design in a 3×6 factorial scheme (shading nets $\times$ slow-release fertilizer doses), with eight replications. The treatments consisted of three cultivation environments with 35% shading (red photoconverting net, thermo-reflective net, and black monofilament net), combined with six doses of Forth Cote® slow-release fertilizer (15-09-12): 0, 2, 4, 6, 8, and 10 g L⁻¹ of substrate. Seeds were collected in the Emas National Park, sown in trays containing commercial substrate, and grown under automated irrigation. At 120 days after sowing, growth, biomass, and seedling quality variables were evaluated. The results showed significant effects of cultivation environments and fertilizer doses on plant development. The black monofilament and thermo-reflective nets provided the highest increases in leaf number, stem diameter, total dry mass, and Dickson quality index. Most variables showed a quadratic response to fertilization, reaching maximum technical efficiency between 5.46 and 6.45 g L⁻¹ of fertilizer. In addition, significant interactions between factors were observed for shoot length, leaf area, and leaf dry mass, demonstrating that light quality directly influences nutrient utilization by seedlings. The use of black monofilament or thermo-reflective nets associated with slow-release fertilizer doses between 5.5 and 6.5 g L⁻¹ is recommended for producing high-quality seedlings. These results contribute to the development of efficient propagation protocols, favoring the conservation, domestication, and sustainable exploitation of this important native Cerrado species.

Keywords: native fruit species; controlled-release fertilizers; light quality; seedling quality.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo geral:	12
2.2 Objetivos específicos:	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado ocupa uma extensa área do território brasileiro, destacando-se por sua localização central e por sua rica biodiversidade, com características próprias de vegetação e detendo de 5% da diversidade mundial de vegetais (Rabeschini *et al.*, 2025).

Segundo Spadoni *et al.* (2025) e Araújo *et al.* (2022), esse bioma está entre os maiores da América do Sul, correspondendo a cerca de 20-24% do território brasileiro, com alta concentração de espécies endêmicas para exploração e caracterização. No entanto, diante de toda essa diversidade vem se observando o risco de extinção dessas espécies em meio à intensa expansão da fronteira agrícola, aliada às práticas extrativistas predatórias e à recorrência de queimadas antrópicas (Spadoni *et al.*, 2025).

Apesar dos impactos ambientais, o Cerrado abriga um elevado número de espécies frutíferas nativas com alta relevância para o ecossistema e com características sensoriais e nutracêuticas promissoras, representando uma importante fonte de renda para comunidades extrativistas (Reis; Schmiele, 2019). Entre essas espécies, destaca-se o cajuí ou cajuzinho-do cerrado (*Anacardium humile* A. St. Hil), pertencente à família Anacardiaceae, cujos frutos são utilizados tanto para consumo *in natura* quanto na indústria alimentícia e farmacêutica (Souza *et al.*, 2023; Santos *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2023; Lima Junior *et al.*, 2021).

Além do consumo *in natura* e da utilização na elaboração de doces, sucos e geleias, o cajuzinho-do-cerrado tem despertado crescente interesse científico devido à presença de compostos bioativos, como fenólicos, flavonoides, taninos, carotenoides e vitamina C em seus frutos, folhas e cascas, substâncias essas associadas à atividade antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória e hipoglicemiante (Morgado *et al.*, 2024; Lima Junior *et al.*, 2021; Ferreira *et al.*, 2012). Extratos de *A. humile* também demonstraram potencial na inibição da enzima α -amilase e ação contra microrganismos patogênicos, indicando perspectivas de aplicação nas indústrias farmacêutica, cosmética e de alimentos funcionais (Morgado *et al.*, 2024; Lima Junior *et al.*, 2021).

Embora existam pesquisas envolvendo o gênero *Anacardium*, ainda são escassos os estudos voltados especificamente para *A. humile*, sobretudo no que diz respeito a sua adaptação, crescimento e multiplicação (Gomes *et al.*, 2020). Sendo assim, pesquisas relacionadas a técnicas de produção de mudas e suas respostas fotossintéticas perante as condições ambientais de cultivo, devem ser encorajadas.

Dessa forma, o conhecimento da influência do sombreamento e doses de adubação pode favorecer a produção de mudas com maior qualidade (Cruz *et al.*, 2024; Melo *et al.*,

2021). Entre as tecnologias utilizadas em sistemas agrícolas, destacam-se as telas de sombreamento coloridas, que vêm sendo incorporadas devido a alteração das condições ambientais e criação de microclimas desejáveis, visto que, reduzem a temperatura, controlam a intensidade da radiação solar, o impacto de ventos fortes e a incidência de doenças e pragas (Cruz *et al.*, 2024).

A utilização de telas coloridas se tornou uma alternativa para a otimização do cultivo de plantas, havendo diferentes tramas, adição de aditivos cromáticos ou elementos refletivos e/ou dispersores de luz (Jokar *et al.*, 2021; Abade *et al.*, 2021). As telas de sombreamento estão disponíveis em diversas cores e níveis de sombreamento, sendo mais comuns as de coloração vermelha, preta, branca e prata, onde cada tipo de cor modifica a transmissão de luz, levando a efeitos diferentes nas plantas (Oliveira *et al.*, 2021).

Essas telas influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, afetando seus fotorreceptores, pois aumentam a quantidade relativa de luz dispersa, podendo absorver diversas bandas espectrais e modificando a luminosidade, proporcionando assim, o aumento do uso eficiente da água e o crescimento vegetativo (Honorato *et al.*, 2023; Mohawesh *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2020).

De acordo com Shahak *et al.* (2004) as telas de monofilamento preto tendem a proporcionar uma menor transmitância de luz total e um maior comprimento de luz direta, além de proporcionar menores valores de temperatura. Já as telas fotoconversoras vermelhas, possuem maior transmitância em comprimentos de onda acima de 590 nm podendo favorecer alterações no processo de fotomorfogênese e capacidade fotossintética (Oliveira *et al.*, 2021). Por sua vez, segundo Singh *et al.* (2023), as telas termorrefletoras distinguem-se pela elevada capacidade de refletir parte da radiação solar incidente, entre 40% e 70%, e difundir a luz no interior do ambiente protegido, reduzindo o aquecimento excessivo e promovendo maior uniformidade da luz.

Combinado aos ambientes de cultivo e telas de sombreamento, o uso de fertilizantes de liberação lenta vem sendo utilizado na produção de frutíferas, pois propiciam mudas de alto vigor e padrão (Almeida *et al.*, 2018). Esse tipo de fertilizante tem sido indicado pois são solúveis e agrupados em grânulos recobertos por uma resina orgânica ou elástica, que libera de modo contínuo os nutrientes (Geromel *et al.*, 2019), proporcionando desta forma, um bom crescimento das mudas durante os períodos de demanda nutricional (Almeida *et al.*, 2018) e aumentando a eficiência do manejo em viveiros, uma vez que reduzem a necessidade de aplicações frequentes de fertilizantes, contribuindo para a redução dos custos operacionais e para a otimização da mão de obra empregada na produção de mudas (Almeida *et al.*, 2018).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

Comparar o crescimento de mudas de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* A. St. Hil), sob diferentes telas de sombreamento e doses de fertilizantes de liberação lenta, visando contribuir para os estudos de multiplicação desta espécie.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1 - Avaliar o efeito da tela fotosseletiva vermelha, termorrefletora e monofilamento preto no crescimento de mudas de cajuzinho-do-cerrado; 2 - Avaliar o efeito das doses de fertilizante de liberação lenta no crescimento das mudas; 3 - Avaliar a interação entre os fatores testados para as variáveis de crescimento; e 4 - Determinar o melhor tratamento que proporciona, nos aspectos morfofisiológicos, a melhor qualidade das mudas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), situada no município de Ilha Solteira/SP, com altitude de 347 metros, em latitude 20°25'58" sul e longitude de 51°20'33" oeste.

Para realização, foi coletado de maneira aleatória, aproximadamente 500 frutos de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* A. St.-Hil). Como critério de seleção, descartou-se frutos visualmente infestados por pragas, com sintomas de doenças e imaturos. A coleta foi realizada no Parque Nacional das Emas, localizado entre os municípios de Mineiros e Chapadão do Céu/GO, e parte de Costa Rica/MS, situado nas coordenadas 18°6'23" S e 52°55'40" O, com altitude variando entre 797 e 833 metros. Durante a coleta foram registrados os pontos geográficos das plantas (Figura 1).

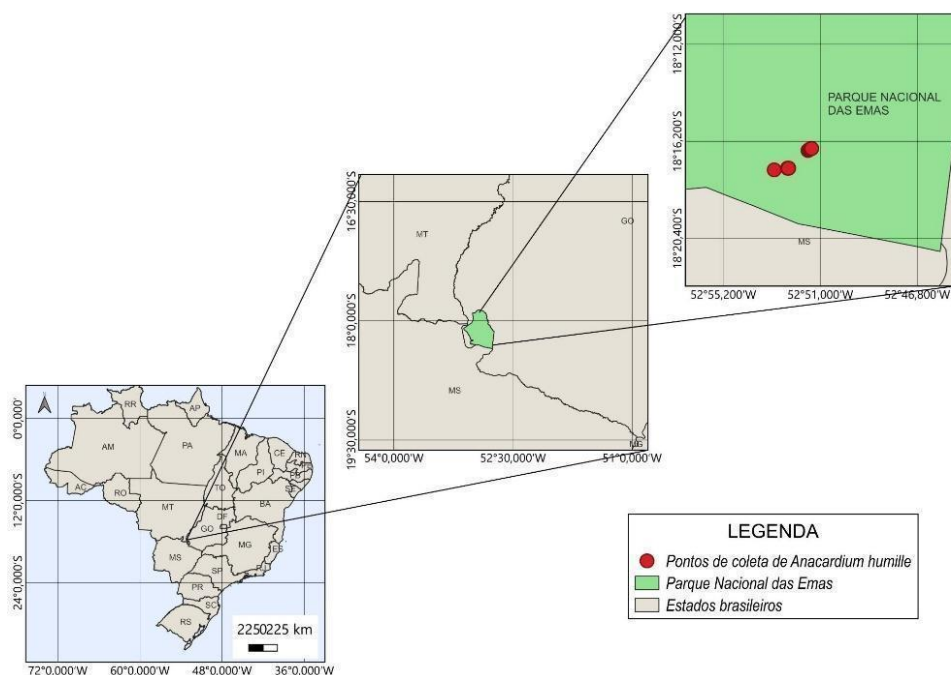


Figura 1 - Localização do Parque Nacional das Emas e Pontos de Coleta (19 de outubro de 2025).
Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Depois de coletados, os frutos foram acondicionados em sacos plásticos e levados para o Laboratório de Avaliação de Plantas e Frutos, onde foram separados do pseudofruto, lavados e colocados a secar, sobre papel absorvente, por 48 horas e em temperatura ambiente ($23 \pm 2^{\circ}\text{C}$).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3×6 (telas de sombreamento $\times$ dose de fertilizante) com 8 repetições, sendo cada unidade experimental composta por uma planta.

Bandejas plásticas de 32 células, com volume de 0,136 litros cada célula, foram preenchidas com substrato comercial (Tropstrato®) (Figura 2A e 2B) à base de casca de pinus, turfa, vermiculita expandida (Figura 2A e 2B). 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).

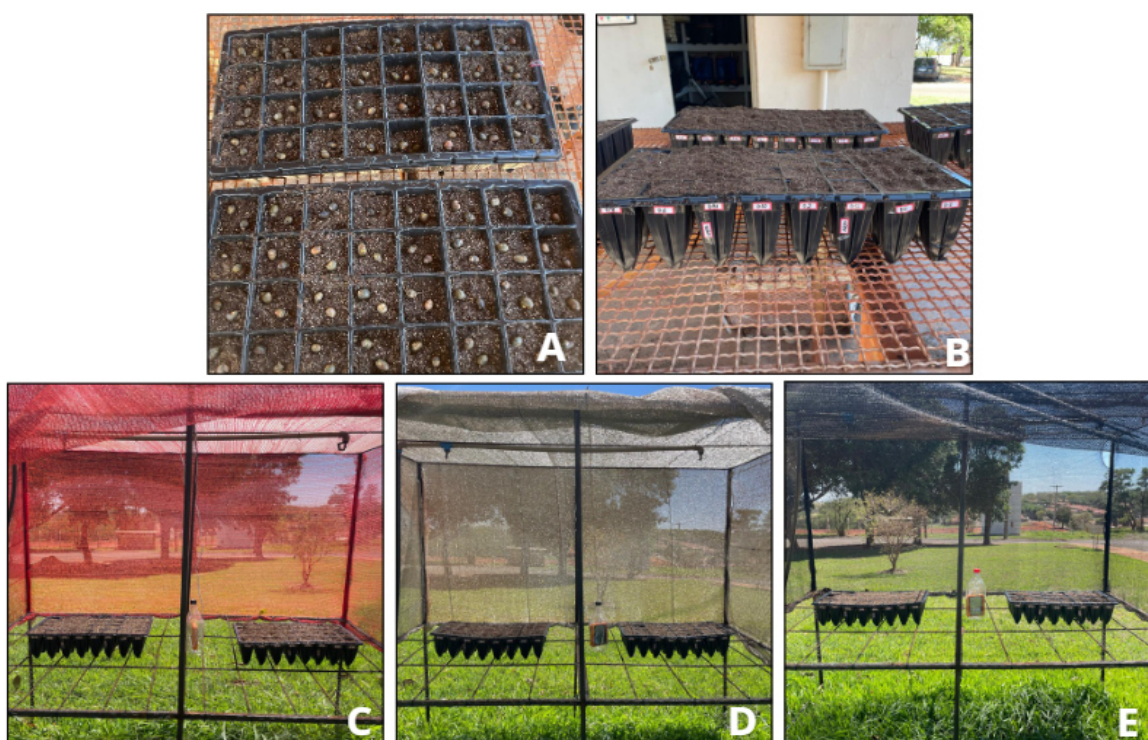


Figura 2 - Semeadura (A) e (B); Viveiro com sombreamento de tela fotoconversora vermelha (C), termorrefletora (D) e monofilamento preto (E). Fonte: Próprio autor (2026).

Incorporou-se ao substrato o fertilizante de liberação lenta Forth Cote® 15-09-12, nas dosagens de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 g L^{-1} de substrato (Figura B). O fertilizante apresenta os seguintes níveis de garantia de nutrientes: Cobre (Cu) de 0,05%; Enxofre (S) de 6%; Ferro (Fe) de 0,46%; Magnésio (Mg) de 1,3%; Manganês (Mn) de 0,06%; Nitrogênio (N) de 15%; Fósforo (P_2O_5) de 9%; e Potássio (K_2O) de 12%.

A semeadura foi realizada no dia 23 de outubro de 2025, com duas sementes por repetição, a uma profundidade de 1 cm. Após 28 dias foi realizado o desbaste, deixando uma

planta por célula. O experimento foi alocado em viveiros agrícolas com telas de 35% de sombreamento do tipo fotoconversora vermelha (Figura 2C), termorrefletora (Figura 2D) e monofilamento preto (Figura 2E).

A irrigação foi efetuada por microaspersão de forma automática, ocorrendo três vezes ao dia (09h00, 12h00 e 15h00) com duração de 15 minutos e vazão de 120 L h⁻¹. Durante a condução do experimento, os dados climáticos de temperatura (máxima, média e mínima) e umidade relativa dos ambientes foram monitorados e registrados continuamente por meio do termo higrômetro digital (Elitech BT-3) (Figura 3).

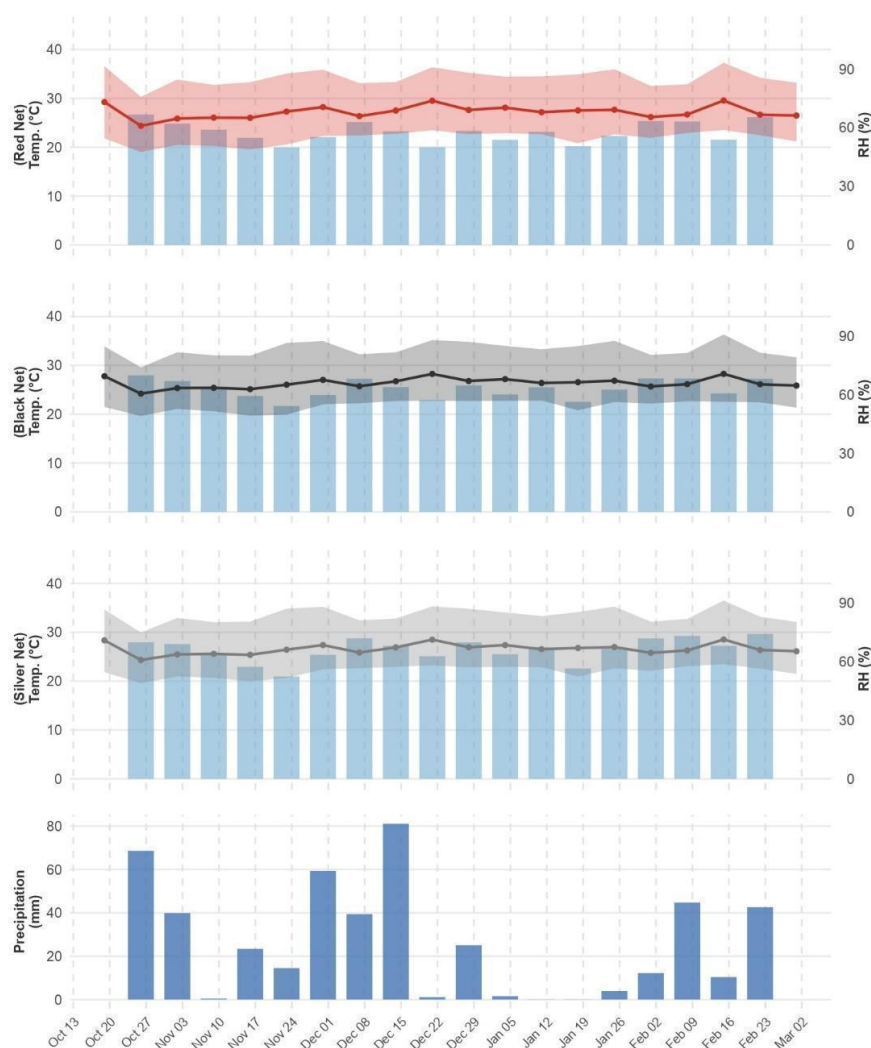


Figura 3 - Dados climáticos semanais de temperatura e umidade dos ambientes e precipitação total.
Fonte: Estação Agrometeorológica de Ilha Solteira/SP (2026)

Os dados de precipitação foram coletados da Estação Agrometeorológica de Ilha Solteira/SP, com altitude de 337 m (Latitude: 20.0° 25.0' 24.4" Longitude: 51.0° 21.0' 13.1")

pertencente a Área de Hidráulica e Irrigação da Faculdade de Engenharia, Câmpus de Ilha Solteira.

Avaliou-se aos 120 dias após a semeadura, as seguintes variáveis: número de folhas (NF) - contabilizando as folhas totalmente expandidas; diâmetro do caule (mm) (DC) - mensurado ao nível do solo com auxílio de paquímetro digital (0,01 mm); comprimento da parte aérea (cm) (CPA) - mensurando da base do caule ao ápice caulinar com régua milimetrada; comprimento do sistema radicular (cm) (CSR) - mensurando da base do caule até o ápice radicular com régua milimetrada; área foliar (cm²) (AF) - as folhas de cada repetição foram escaneadas e posteriormente mensuradas a área foliar pelo programa ImageJ®; massa seca do caule (g) (MSCA), das folhas (g) (MSFO), da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (g) (MSSR); bem como o índice de qualidade de Dickson (Dickson; Leaf; Hosner, 1960), calculado pela fórmula:

$$IQD = \frac{MST}{\left(\frac{CPA}{DC}\right) + \left(\frac{MSPA}{MSSR}\right)}$$

Para obtenção da massa seca as plantas foram colocadas em sacos de papel, secas 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).

Em posse dos dados, as pressuposições de normalidade dos resíduos e de homogeneidade de variâncias foram verificadas pelos testes Shapiro-Wilk (Shapiro; Wilk, 1965) e Levene (Levene, 1960), respectivamente. Uma vez comprovadas as pressuposições, foi realizada a análise de variância (ANOVA) pelo teste F à 5% de probabilidade.

Quando constatada diferença significativa, para o fator com três níveis (telas de sombreamento), as médias foram comparadas pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. Para o fator com seis níveis (concentrações de fertilizante), quando observada significância, realizou-se a análise de regressão, sendo o modelo ajustado com base na significância do desvio da regressão (não significativo) e na escolha de modelos de regressão polinomial com maiores coeficientes de determinação (R²), dentre aqueles significativos pelo teste F. Todas as análises estatísticas foram realizadas ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR 5.6 (Ferreira, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação combinada de doses de adubação de liberação lenta e telas de sombreamento, associada às análises de variância e regressão, teve como objetivo promover uma caracterização detalhada das respostas das plantas aos fatores estudados, permitindo a identificação de interações e ajustes de modelos que subsidiem a otimização do manejo nutricional e ambientes de cultivo.

Sendo assim, a análise de variância revelou efeito significativo das telas de sombreamento sobre a maioria das características avaliadas, evidenciando a influência direta das diferentes condições luminosas no crescimento inicial das mudas de cajuzinho-do-cerrado (Tabela 1).

Foi observado diferenças estatísticas significativas para todas as variáveis sob influência do fator ambiente. Para o fator doses de fertilizantes, as variáveis significativas foram: número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA), área foliar (AF), massa seca do caule (MSCA), massa seca das folhas (MSFO), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca total (N) (Tabela 1). Além disso, para comprimento da parte aérea (CPA), área foliar (AF) e massa seca das folhas (MSFO) constatou-se influência para a interação entre as fontes de variação (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento da parte aérea (CPA), área foliar (AF), comprimento do sistema radicular (CSR), massa seca do sistema radicular (MSSR), massa seca do caule (MSCA), massa seca das folhas (MSFO), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de cajuzinho-do-cerrado submetidas a diferentes ambientes de cultivo e doses de fertilizante de liberação lenta. Ilha Solteira/SP, 2026.

Fonte de variação	NF	DC	CPA	AF
Quadrado Médio				
TELAS	28,99*	21,73*	135,68*	131,55*
DOSE	62,16*	2,93 ^{ns}	13,78*	52,21*
TELAS*DOSE	9,87 ^{ns}	0,51 ^{ns}	9,07*	27,36*
C.V. (%)	23,12	24,48	38,39	28,66
Média Geral	11,01	5,43	5,03	12,02
Fonte de variação	CSR	MSSR	MSCA	MSFO
Quadrado Médio				
TELAS	107,42*	0,79*	0,20*	2,11*
DOSE	12,04 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,10*	2,17*
TELAS*DOSE	9,33 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,40*
C.V. (%)	25,51	55,12	43,03	33,22
Média Geral	10,99	0,72	0,38	1,20
Fonte de variação	MSPA	MST	IQD	
Quadrado Médio				
TELAS	3,60*	7,21*	1,14*	
DOSE	3,09*	4,99*	0,21 ^{ns}	
TELAS*DOSE	0,39 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,15 ^{ns}	
C.V. (%)	31,47	33,24	60,25	
Média Geral	1,57	2,29	0,74	

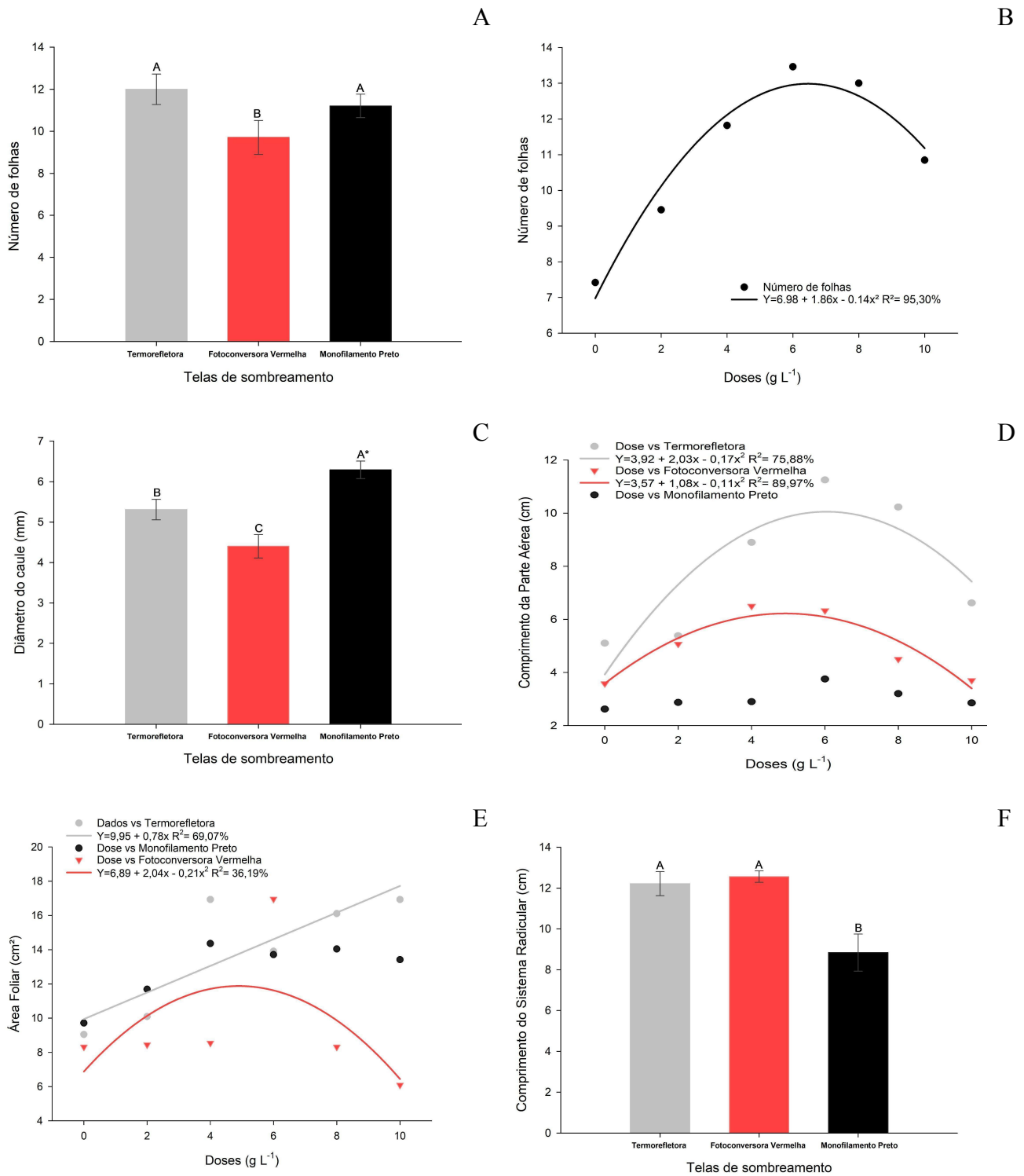
*Significativo pelo teste F à 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo pelo teste F à 5% de probabilidade.

As doses de adubação de liberação lenta influenciaram significativamente o número de folhas, o comprimento da parte aérea, área foliar, massa seca do caule, a massa seca das folhas, a massa seca da parte aérea e a massa seca total. Adicionalmente, constatou-se interação significativa entre os fatores ambiente e dose para o comprimento da parte aérea, massa seca das folhas e área foliar (Tabela 1).

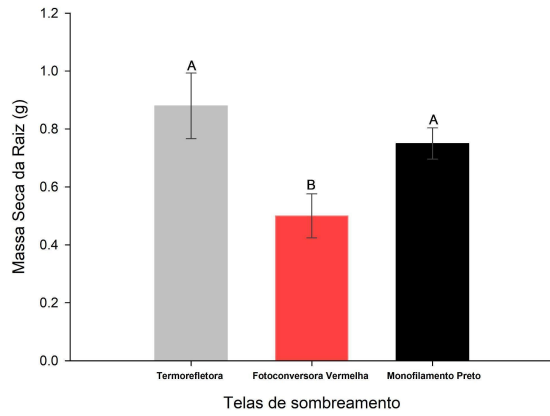
Pode-se observar na Figura 4A, para a variável NF que os ambientes com tela de monofilamento preto e termorreletor, apresentaram as maiores médias, com valores de 11,21 e 12,00 folhas, respectivamente, não diferindo entre si.

Figura 4 - Número de folhas (A e B), diâmetro do caule (C), comprimento da parte aérea (D), área foliar (E), comprimento do sistema radicular (F), massa seca do sistema radicular (G), do caule (H e I), das folhas (J), da parte aérea (K e L) e total (M e N), e índice de qualidade de Dickson (O) de mudas

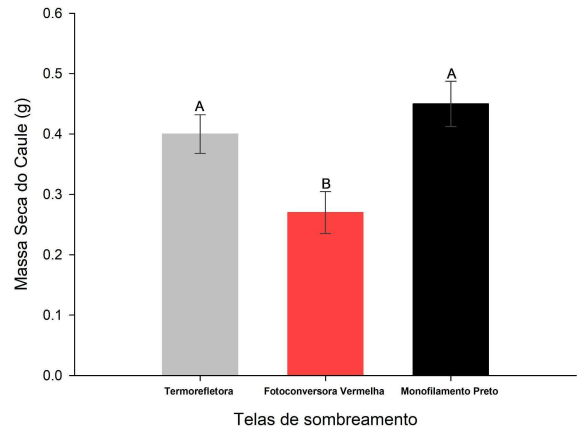
de cajuzinho-do-cerrado submetidas a diferentes ambientes de cultivo e doses de fertilizante de liberação lenta. Ilha Solteira/SP, 2026.



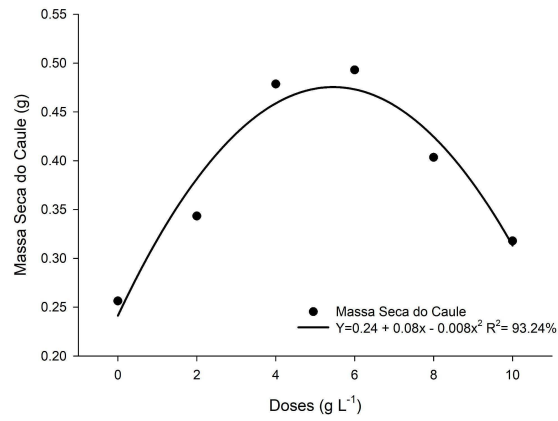
G



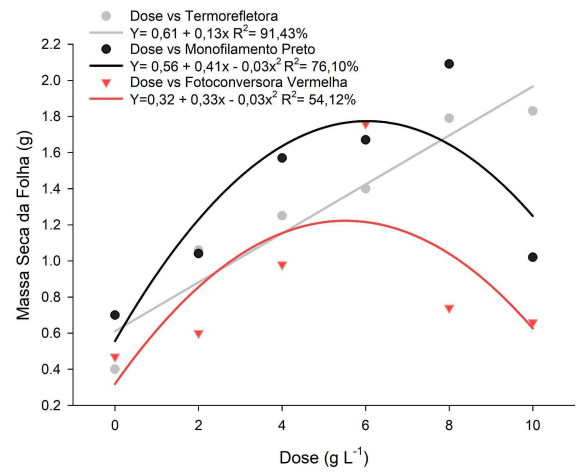
H



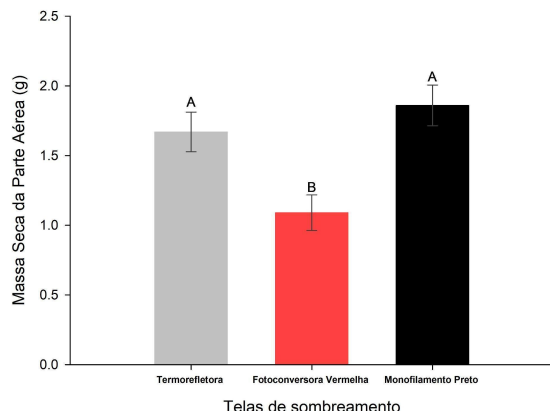
I



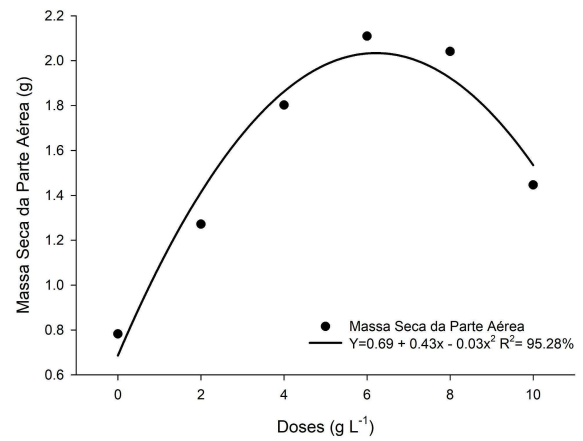
J

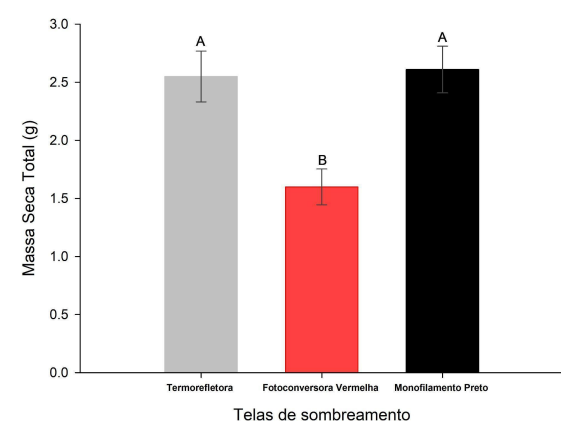


K



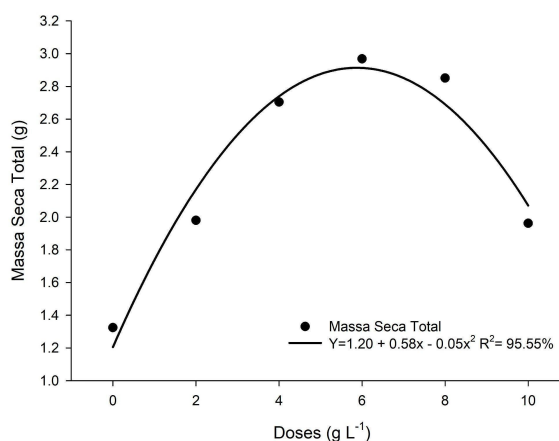
L



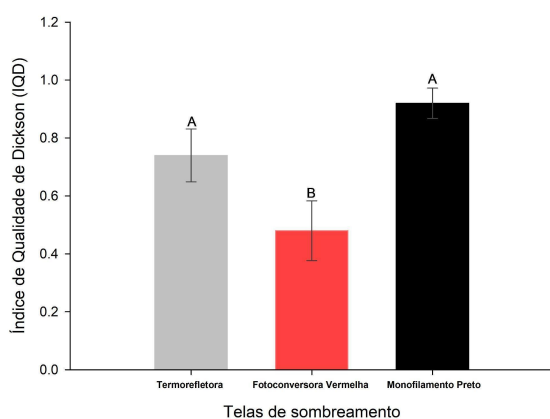


M

N



O



Para a análise do fator isolado das doses de fertilizante com relação ao número de folhas (NF), nota-se um ajuste à regressão quadrática (Figura 4B) com R^2 de 95,30%, representando assim, um elevado ajuste matemático, alcançando ponto de máxima em 6,45 g L⁻¹ de fertilizante e um valor estimado de 12,99 folhas. Esse resultado infere que as plantas de cajuzinho-do-cerrado tendem a responder positivamente ao incremento das doses de fertilizante até um ponto máximo, e, após isso, o excesso de nutrientes no substrato começa a apresentar efeito nocivo nas plantas.

O diâmetro do caule foi significativamente influenciado pelo fator isolado ambiente. Ao analisar a Figura 4C, observa-se os maiores valores nas médias do telado monofilamento preto (6,29 mm) e termorreletor (5,31 mm). Esse resultado assemelha-se aos achados de Kadjo *et al.* (2025), os quais relataram que mudas de híbridos de *A. occidentale* L. com maior diâmetro do caule relacionam-se com maior vigor vegetativo em viveiros. Assim, tendendo a maior capacidade de sobrevivência e estabelecimento de mudas após o transplântio (Al Pavel *et al.*, 2024).

Para o comprimento da parte aérea (Figura 4D), o viveiro com tela monofilamento preto não apresentou ajuste de regressão significativo. Em contrapartida, para o ambiente sob tela termorrefletora, nota-se o ponto de máxima em $6,05 \text{ g L}^{-1}$ de fertilizante e uma estimativa de 10 cm de CPA. A tela fotoconversora vermelha apresentou valores de máxima dosagem em $4,92 \text{ g L}^{-1}$ de fertilizante e 6,22 cm de CPA.

Esses resultados indicaram que embora tenha ocorrido a interação, o ambiente modulou a eficiência da adubação sobre o crescimento da parte aérea, colocando a tela termorrefletora como destaque para expressar o ganho. Contudo, essa variável deve ser interpretada em conjunto com o diâmetro do caule, uma vez que mudas mais altas somente representam vantagem quando possuem o espessamento do caule proporcional, prevenindo o estiolamento e garantindo maior sustentação à muda (Al Pavel *et al.*, 2024). Nesse sentido, a tela termorrefletora proporcionou um crescimento aéreo mais equilibrado, pois reuniu, simultaneamente, elevados valores de CPA e DC.

Verifica-se na Figura 4E, interação entre ambiente e dose para a variável área foliar (AF), onde o ambiente com tela monofilamento preto não apresentou ajuste de regressão. No ambiente com tela termorrefletora os dados obtidos se comportaram de forma linear, com AF aumentando conforme o incremento da adubação. Observa-se ainda, que o modelo quadrático foi significativo na tela fotoconversora vermelha, com ponto máximo de fertilizante em $4,89 \text{ g L}^{-1}$ e $11,88 \text{ cm}^2$ de AF ($R^2 = 36,19\%$), permitindo inferir a existência de resposta ao fertilizante, mas não oferecendo predição confiável da área foliar devido ao baixo R^2 .

Esse comportamento sugere que a melhoria da qualidade nutricional reflete em um maior desenvolvimento foliar e, conseqüentemente, maior captação de luz e aumento do potencial produtivo (Barroso *et al.*, 2025).

No comprimento do sistema radicular (Figura 4F), observa-se que no viveiro com tela termorrefletora, as mudas apresentaram 12,22 cm e com tela fotoconversora vermelha, plantas com CSR de 12,56 cm, sem diferença estatisticamente significativa entre si. A semelhança entre esses viveiros sugere que ambos os ambientes forneceram condições adequadas de luminosidade e microclima para o desenvolvimento das raízes, favorecendo a exploração do substrato, absorção de água e nutrientes (Wang *et al.*, 2021).

Comportamento análogo entre esses dois ambientes foi verificado para a massa seca da raiz (Figura 4G), na qual a tela termorrefletora propiciou média de 0,88 g, enquanto a tela fotoconversora vermelha, conferiu mudas de cajuzinho-do-cerrado com valores médios de 0,50 g. Esse desempenho comprova que ambos viveiros oferecem condições para o aumento do comprimento do sistema radicular, com vantagem de 76% em acréscimo de massa seca da

raiz, das mudas obtidas em viveiros com tela termorrefletora em comparação à tela fotoconversora vermelha.

Estudos realizados por Liu *et al.* (2022) e Wang *et al.* (2024) revelaram que mudanças na qualidade de luz influenciam no crescimento de mudas e promovem modificações na morfologia radicular e distribuição de biomassa entre os órgãos vegetais.

Para o fator isolado ambiente, a massa seca do caule resultou em maiores médias no viveiro com tela de monofilamento preto e termorrefletora, alcançando 0,45 g e 0,40 g, respectivamente, sem diferença entre si (Figura 4H).

Analizando a Figura 4I, no fator isolado dose, tem-se um ajuste à regressão quadrática com R^2 de 93,24%, onde a máxima de 5,46 g L⁻¹ de fertilizante proporciona um valor estimado de 0,48 g de MSCA. O comportamento quadrático observado sugere que doses intermediárias de fertilizantes de liberação lenta otimizam o desenvolvimento das mudas de cajuzinho-do-cerrado, enquanto doses superiores saturam a capacidade de absorção da planta (Smiderle; Souza; Menegatti, 2020).

A massa seca do caule é um indicador para a qualidade das mudas, uma vez que compõe diretamente a biomassa total da parte aérea, variável central no cálculo do Índice de Qualidade de Dickson (IQD), amplamente utilizado para predizer a qualidade e o desempenho de mudas (Smiderle; Souza; Menegatti, 2020). Além da função estrutural, caules com maior biomassa seca apresentam maior armazenamento de reservas, que são mobilizadas para sustentar o crescimento inicial (Herrera-Ramírez *et al.*, 2021).

Contudo, para a massa seca da folha, nota-se influência pela interação dos dois fatores, ambiente e dose, destacando ajuste da regressão quadrática ($R^2 = 76,10\%$) no telado de monofilamento preto, com ponto de máxima na dose estimada de 6 g L⁻¹ e valor de 1,78 g (Figura 4J). Ainda, para o telado fotoconversor vermelho, repete-se o ajuste à regressão quadrática, alcançando valores de ponto de máxima de 5,52 g L⁻¹ de dose de fertilizante e 1,22 g de MSFO.

Na tela termorefletora, observou-se ajuste à regressão linear crescente, com a massa seca das folhas aumentando continuamente com o fornecimento de nutrientes (Figura 4J). Assim, evidenciando um comportamento semelhante da biomassa foliar à disponibilidade de fertilizante em mudas de *Euterpe precatoria* submetidas a diferentes níveis de sombreamento, sem que houvesse indícios de saturação da resposta dentro da faixa de doses estudada (Almeida *et al.*, 2018).

Pode-se observar na Figura 4K que os ambientes com tela de monofilamento preto e termorrefletor apresentaram as maiores médias para massa seca da parte aérea, com médias de 1,86 e 1,67 g, respectivamente.

Além disso, analisando o fator isolado das doses de fertilizante para essa mesma variável (Figura 4L), nota-se o comportamento quadrático, com R^2 de 95,28% e ponto máximo de eficiência técnica na dose estimada de $6,22 \text{ g L}^{-1}$, proporcionando 2,0 g de MSPA. O papel do fornecimento inicial de nutrientes por meio do fertilizante de liberação lenta reflete no resultado positivo da variável analisada, uma vez que, nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio desempenham funções importantes na síntese de clorofila, produção, transferência de energia e formação de novos tecidos (Cunha *et al.*, 2021; Tong *et al.*, 2026). Assim, tem-se o favorecimento da fotossíntese e a expansão celular, contribuindo para o maior acúmulo de biomassa na parte aérea das mudas (Tong *et al.*, 2026; Meng *et al.*, 2024).

Os telados monofilamento preto e termorrefletor apresentaram as maiores médias de massa seca total, sendo 2,61 g e 2,55 g, respectivamente, sem diferenças estatísticas entre elas (Figura 4M). Esses resultados indicam que esses ambientes provavelmente otimizaram as condições de radiação e microclimáticas para o desenvolvimento das mudas de cajuzinho-do-cerrado, uma vez que, o telado monofilamento preto atua na absorção da radiação, logo, tem-se, diminuição da temperatura e luminosidade interna (Bedoya-Ramírez *et al.*, 2024), e o telado termorrefletor reflete a radiação infravermelha, contribuindo para a redução da temperatura do ambiente (Mahmood *et al.*, 2018).

Notou-se ainda, um ajuste à regressão quadrática (Figura 4N) para MST, para o efeito das doses de fertilizante, onde o valor da máxima curvatura ficou em $5,87 \text{ g L}^{-1}$ de fertilizante e estimativa de 2,81 g de massa total das mudas. Este comportamento assemelha-se ao relatado por Silva *et al.* (2019), em que o fornecimento controlado de fertilizantes favorece processos fisiológicos como a expansão foliar e acúmulo de fotoassimilados até uma dose máxima, sendo reduzido com o excesso de fertilizante.

Por fim, para o índice de qualidade de Dickson (Figura 4O), obteve-se valores de 0,92 para a tela monofilamento preto e 0,74 para a tela termorrefletora, não diferindo entre si. A tela monofilamento preto proporciona maior sombreamento, logo, reduz o excesso de radiação solar e a demanda evaporativa, favorecendo o balanço hídrico e o acúmulo de biomassa. Em contrapartida, a tela termorrefletora promove a difusão da luz no interior do ambiente protegido e a amenização das oscilações térmicas, contribuindo para uma distribuição mais uniforme da radiação sobre o dossel das mudas (Mahmood *et al.*, 2018).

Assim, embora atuem por vias microclimáticas diferentes, ambos telados favoreceram o desenvolvimento equilibrado das mudas de cajuzinho-do-cerrado, dado que o IQD considera características de crescimento em altura, diâmetro do caule e acúmulo de biomassa fatores importantes para o vigor das mudas (Soares *et al.*, 2020).

E, apesar das contribuições, o estudo apresenta limitações por restringir-se à fase inicial em ambiente protegido e não avaliar parâmetros fisiológicos avançados, como trocas gasosas e fluorescência. Portanto, pesquisas futuras devem investigar o comportamento fisiológico, a taxa de sobrevivência e o estabelecimento dessas mudas no campo após o transplântio, além de avaliar a viabilidade econômica do sistema em escala comercial.

5 CONCLUSÃO

Os resultados demonstram a interação entre os recursos luminosos e nutricionais e como o microclima altera os pontos de saturação e a resposta fisiológica à adubação, exercendo uma influência sobre os parâmetros de crescimento e o acúmulo de biomassa das plantas.

Do ponto de vista prático, recomenda-se o uso de telas de monofilamento preto ou termorrefletora associadas a doses de fertilizante de liberação lenta ajustadas em torno de 5,5 g L⁻¹ a 6,5 g L⁻¹. Essa recomendação otimiza o uso de fertilizante, previne danos por fitotoxicidade, além de maximizar a qualidade morfológica das mudas produzidas.

Em suma, este trabalho fornece estratégias importantes para a produção eficiente de mudas de cajuzinho-do-cerrado, preenchendo lacunas científicas fundamentais sobre a espécie e impulsionando tanto a conservação de recursos genéticos nativos quanto o desenvolvimento da fruticultura sustentável.

REFERÊNCIAS

- ABADE, M. T. R. *et al.* Agronomic performance of arugula in winter cultivation under full sun and red, silver and black shade screens. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 10, p. 100-117, 2021.
- AL PAVEL, M. A. *et al.* Linking the effects of nursery light and fertilization and post-transplant first summer irrigation on the field survival and growth of *Pinus pinaster* seedlings. **New Forests**, v. 55, n. 2, p. 251–271, 1 mar. 2024.
- ALMEIDA, U. O. de *et al.* Environment and slow-release fertilizer in the production of *Euterpe precatoria* seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, p. 382–389, 2018.
- ARAÚJO, K. *et al.* Structural Characterization and Bioactivity of Humic and Fulvic Acids Extracted from Preserved and Degraded Brazilian Cerrado Biomes Soils. **Eurasian Soil Science**, v. 54, n. 10, p. 16-25, 2022.
- BARROSO, J. R. *et al.* Growth, nutritional and physiological responses of clonal dwarf cashew seedlings with foliar fertilization. **Journal of Plant Nutrition**, v. 48, n. 18, p. 3248–3259, 8 nov. 2025.
- BEDOYA-RAMÍREZ, S. I. *et al.* Impact of colored shade netting on growth and physiological traits in avocado creole rootstock seedling. **Revista de Ciencias Agrícolas**, v. 41, n. 3, p. e3242–e3242, 28 dez. 2024.
- CRUZ, R. R. P. *et al.* An Approach of Colored Shade Nets on Photosynthetic Efficiency of *Capsicum chinense* and *Capsicum frutescens*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 67, p. e24231077, 2024.
- CUNHA, F. L. *et al.* Efficiency of SlowRelease Fertilizers in The Production of *Eucalyptus grandis* Seedlings. **Floresta e Ambiente**, v. 28, p. e20210059, 2021.
- DICKSON, A. *et al.* Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, P. R. B. *et al.* Antibacterial activity tannin-rich fraction from leaves of *Anacardium humile*. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1861–1864, 2012.
- GEROMEL, M. E. *et al.* adubos de liberação lenta em cana-de-açúcar. **Scientia Plena**, v. 15, n. 6, 2019.

GOMES, F. R. *et al.* Leaf area estimation of *Anacardium humile*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n. 5, p. 1-8, 2020.

HERRERA-RAMÍREZ, D. *et al.* Starch and lipid storage strategies in tropical trees relate to growth and mortality. **New Phytologist**, v. 230, n. 1, p. 139–154, 2021.

HONORATO, A. da C. *et al.* Colored shade nets and different harvest times alter the growth, antioxidant status, and quantitative attributes of glandular trichomes and essential oil of *Thymus vulgaris* L. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 35, p. 100474, 2023.

JOKAR, A. *et al.* Effects of Shade Net Colors on Mineral Elements and Postharvest Shelf Life and Quality of Fresh Fig (*Ficus carica* L.) under Rain-Fed Condition. **Horticulturae**, v. 7, 93, 2021.

KADJO, S. R. *et al.* Evaluation of growth performance of cashew (*Anacardium occidentale* L.) hybrid seedlings using vegetative traits. **Australian Journal of Crop Science**, v. 19, n. 9, p. 917-927, 2025.

LEVENE, H. Robust tests for equality of variances. In: OLKIN, I. *et al.* (ed.). Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling. Palo Alto: Stanford University Press, 1960. p. 278-292.

LIMA-JÚNIOR, J. P. *et al.* *Anacardium humile* St. Hil as a novel source of antioxidant, antiglycation and α -amylase inhibitors molecules with potential for management of oxidative stress and diabetes. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 268, p. 1-12, 2021.

LIU, Qingqing *et al.* Phenotypic Plasticity of *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook. Seedlings in Response to Varied Light Quality Treatments. **Forests**, v. 13, n. 2, p. 201, fev. 2022.

MAHMOOD, A. *et al.* Effects of shading and insect-proof screens on crop microclimate and production: A review of recent advances. **Scientia Horticulturae**, v. 241, p. 241–251, 2018.

MELO, M. S. **Ambientes e recipientes na produção e qualidade de mudas de baruzeiros**. 2018. 53 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Unidade Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, Ipameri, GO, 2021.

MENG, C. *et al.* Slow-release fertilisers increased microflora and nitrogen use efficiency and thus promoted peanut growth and yield. **Plant, Soil and Environment**, v. 70, n. 2, p. 61–71, 2024.

MOHAWESH, O. *et al.* Effect of Colored Shading Nets on the Growth and Water Use Efficiency of Sweet Pepper Grown under Semi-arid Conditions. **HortTechnology**, v. 32, n. 1, p. 21–27, fev. 2021.

MORGADO, C. M. A. *et al.* Physicochemical and centesimal characterization, bioactive compounds, and medicinal potential of *Anacardium humile* A.St.-Hil.: A comprehensive review. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 13, p. e11550–e11550, 5 dez. 2024.

OLIVEIRA, B. R. de *et al.* Diferentes substratos e ambientes na produção de mudas de maracujazeiro. **Revista Científica**, v. 48, n. 2, p. 154–159, 2020.

OLIVEIRA, C. B. *et al.* Application of response surface methodology in the characterization and sensorial analysis of *Anacardium humile* liqueur. **Food Chemistry Advances**, v. 3, p. 1-7, 2023.

OLIVEIRA, L. G. C. *et al.* Malhas de sombreamento e concentrações de ácido salicílico no cultivo de cenoura em sistema orgânico de produção. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 22, n. 1, 2021.

RABESCHINI, G. *et al.* Choosing fit-for-purpose biodiversity impact indicators for agriculture in the Brazilian Cerrado ecoregion. **Nature Communications**, v. 16, 1799, 2025.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. 1-12, 2019.

SANTOS, G. F. *et al.* Mass spectrometry-based untargeted metabolomics approaches for comprehensive structural annotation of bioactive metabolites from bushy cashew (*Anacardium humile*) fruits. **South African Journal of Botany**, v. 163, p. 121-134, 2023.

SHAHAK, Y. *et al.* ColorNets: a new approach for light manipulation in fruit trees. **Acta Horticulturae**, v. 636, p. 609-616, 2004.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, 1965.

SILVA, E. J. S. da *et al.* Growth and Quality of *Inga heterophylla* Willd Seedlings According to the Slow Release Fertilizer. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 5, p. 479, 15 abr. 2019.

SINGH, H. *et al.* Colored shade nets affect growth, nutrition, and sugar accumulation of hydroponically grown lettuce and basil. **Hortscience**, v. 58, n. 11, p. 1383–1392, 2023.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. das G.; MENEGATTI, R. D. Controlled-Release Fertilizer in the Production of Seedlings of *Annona cacans* Warm. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, n. 3, p. 125–133, 2 mar. 2020.

SOARES, A. G. A. *et al.* Water-retaining polymers on the early growth and quality of bushy cashew (*Anacardium humile* A. St. Hill) seedlings. *Comunicata Scientiae*, [S. l.], v. 11, p. e3277, 2020.

SOUZA, J. M. *et al.* Genetic diversity and structure of *Anacardium humile* (Anacardiaceae) populations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 58, p. 1-7, 2023.

SPADONI, G. L. *et al.* Devegetation is a widespread driver of fire in the Brazilian Cerrado. **Journal of Environmental Management**, v. 385, p. 125637, 2025.

TONG, H. *et al.* Effects of Controlled-Release Fertilizer Application Rate on Growth, Physiological Traits, and Chlorophyll Fluorescence Responses of *Paeonia delavayi* Seedlings. **Plants**, v. 15, n. 10, p. 1525.

WANG, Y. *et al.* Root Architecture, Growth and Photon Yield of Cucumber Seedlings as Influenced by Daily Light Integral at Different Stages in the Closed Transplant Production System. *Horticulturae*, v. 7, n. 9, p. 328, set. 2021.

WANG, Z. *et al.* Response of Morphological Plasticity of *Quercus variabilis* Seedlings to Different Light Quality. **Forests**, v. 15, n. 12, p. 2153, dez. 2024.