

DESEMPENHO DO MILHO EM FUNÇÃO DO SOMBREAMENTO EM DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS

Maria Eduarda Coelho Amaral¹, Alexandre Faria Resende², Thadeu Teixeira Júnior³, Cibelle Christine Brito Ferreira⁴, Roberta Zani da Silva⁴, Gentil Cavalheiro Adorian⁴

RESUMO:

A cultura do milho apresenta elevada sensibilidade às variações de luminosidade durante seu desenvolvimento, especialmente nos estádios vegetativos iniciais. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomico de plantas de milho em função do sombreamento em diferentes estádios fenológicos. A pesquisa foi conduzida em delineamento de blocos casualizados, com cinco tratamentos de sombreamento (sem sombreamento, sombreamento em V5-V6, V6-V7, V8-V9 e VT) e cinco repetições. Foram avaliadas: altura de planta, número de folhas, diâmetro do colmo, altura de inserção da espiga, massa seca da parte aérea e índice SPAD. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados indicaram que o fator sombreamento influenciou estatisticamente apenas a altura de planta (AP) e a massa seca da parte aérea (MSPA). A análise de médias revelou que o sombreamento entre V5 – V6 resultou na maior MSPA, sugerindo que o sombreamento moderado em estádios vegetativos iniciais pode favorecer o acúmulo de biomassa. Enquanto, o sombreamento no estágio VT resultou nas menores médias de AP e MSPA, afetando negativamente o acúmulo de biomassa e o crescimento das plantas de milho.

Palavras-chave: *Zea mays* L., crescimento, biomassa, ecofisiologia.

CORN PERFORMANCE AS A FUNCTION OF SHADING AT DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES

ABSTRACT:

Maize (*Zea mays* L.) is highly sensitive to variations in light intensity, particularly during the early vegetative stages. This study aimed to evaluate the agronomic performance of maize plants subjected to different shading periods across their phenological cycle. The experiment was conducted using a completely randomized design with five shading treatments and five replicates. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and means were compared using Tukey's test ($p < 0.05$). The results indicated that shading significantly influenced only plant height (PH) and shoot dry matter (SDM); other parameters, such as stem diameter and chlorophyll index, were not significantly affected. Mean comparisons revealed that shading during the V5–V7 stages resulted in the highest SDM, suggesting that moderate light restriction in early vegetative stages may stimulate biomass accumulation. In contrast, shading at the VT stage resulted in the lowest means for both height and SDM, indicating that reduced luminosity during the tasseling stage severely compromises plant development. It is concluded that maize exhibits stage-specific responses to light stress, with shading at the VT stage being the most detrimental to height growth and biomass accumulation.

¹Mestranda em Agronomia (Ciência do Solo). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp, Jaboticabal-SP; mec.amaral@unesp.br, <https://orcid.org/0000-0003-3767-8977>. ²Bacharel em Agronomia pelo Centro Universitário Católica do Tocantins – Unicatólica. Palmas-TO; alexandre.resende@catolica-to.edu.br, <https://orcid.org/0009-0009-2576-8992>. ³Professor Mestre no Centro Universitário Católica do Tocantins – Unicatólica. Palmas-TO; thadeu.junior@p.catolica-to.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-6947-2386>. ⁴Professor (a) Doutor (a) no Centro Universitário Católica do Tocantins – Unicatólica. Palmas-TO, cibelle.ferreira@p.catolica-to.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-2658-3983>; roberta.silva@p.catolica-to.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-3817-8520>; gentil.cavalheiro@catolica-to.edu.br, <https://orcid.org/0000-0002-0648-9615>.

Keywords: *Zea mays* L., growth, biomass, ecophysiology.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) destaca-se como uma das mais importantes *commodities* agrícolas do mundo, desempenhando papel essencial na produção de alimentos, ração animal e matérias-primas industriais. No Brasil, o milho ocupa posição de destaque devido à sua elevada capacidade produtiva, adaptabilidade e relevância socioeconômica, além de ser base para sistemas intensivos de produção agrícola (Oliveira et al., 2025).

Segundo o 12º Levantamento da Safra de Grãos 2024/2025, em setembro de 2025, a cultura do milho no Brasil alcançou a produção total estimada em 137 milhões de toneladas, com a área plantada totalizando cerca de 21,68 milhões de hectares e produtividade média aproximada de 6.319 kg ha⁻¹ (Conab, 2025).

Entretanto, o desempenho agrônomico da cultura depende diretamente das condições ambientais, entre elas a luminosidade, a qual exerce influência decisiva sobre processos fisiológicos como fotossíntese, desenvolvimento vegetativo e partição de fotoassimilados (Taiz et al., 2017).

A luminosidade atua como fator regulador do crescimento e da morfologia das plantas, afetando especialmente os estádios vegetativos iniciais, período em que ocorre intensa formação estrutural e acúmulo de biomassa. Reduções na radiação incidente podem gerar respostas como alongamento do colmo, maior distância entre entrenós, alteração no ângulo foliar e redistribuição de recursos metabólicos, fenômenos associados ao chamado estiolamento (Gouveia et al., 2020). Nesse contexto, compreender como o milho responde ao sombreamento nos estádios fenológicos torna-se fundamental para prever impactos no vigor inicial, na arquitetura da planta e, conseqüentemente, no desenvolvimento subseqüente até o início da fase reprodutiva.

Diversos estudos indicam que a sensibilidade do milho à limitação luminosa varia conforme o estádio fisiológico. Nos estádios V1 a V6, a planta concentra sua energia na expansão foliar e estabelecimento do sistema radicular (Sangoi et al., 2019). Em estádios mais avançados, como VT, o regime luminoso pode interferir no potencial produtivo final. Assim, pesquisas que avaliem a interação entre sombreamento e fases do desenvolvimento são essenciais para compreender

possíveis alterações no crescimento, no acúmulo de biomassa e nos parâmetros morfológicos da cultura.

A relevância deste estudo está associada à necessidade de compreender como ambientes sombreados naturais ou artificiais impactam culturas de importância econômica. Em regiões de alta insolação, como o Tocantins, condições de sombreamento podem representar estratégias de mitigação de estresse térmico e radiação excessiva. Por outro lado, em sistemas integrados, consorciados ou agroflorestais, o sombreamento é inevitável, tornando indispensável compreender como a cultura responde fisiologicamente a essas condições (Almeida et al., 2018).

Dessa forma, este trabalho contribui para ampliar o conhecimento sobre o comportamento da cultura do milho em ambientes com redução de luminosidade, fornecendo subsídios para o planejamento de práticas de manejo mais eficientes, para o ajuste em sistemas de cultivo sombreados e para futuras pesquisas relacionadas à ecofisiologia de culturas anuais sob modificações ambientais.

Diante disso, objetivou-se avaliar o desempenho agrônomico de plantas de milho (*Zea mays* L.) submetidas a diferentes períodos de sombreamento ao longo de seu ciclo fenológico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no segundo semestre de 2025, em vaso na casa de vegetação da Fazenda Escola do Centro Universitário Católica do Tocantins, localizada em Palmas-TO, nas coordenadas geográficas 10°32'45" S e 48°16'34" W, com altitude aproximada de 230 m. A casa de vegetação é coberta por plástico com proteção UV e possui sistema de irrigação com microaspersores tipo "bailarinas", que são acionados quatro vezes ao dia por 20 minutos.

O solo utilizado era de textura média, com pH (H₂O) de 6,11 e saturação por bases de 73,08%, caracterizando um solo de boa fertilidade, apresentou ausência de alumínio trocável e adequada disponibilidade de cálcio e magnésio. O teor de matéria orgânica foi de 5,34%, demonstrando boa atividade biológica e estrutura física favorável ao desenvolvimento radicular, entretanto, o teor de fósforo (3,98 mg dm⁻³) foi considerado baixo.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com cinco tratamentos com períodos deferentes de sombreamento e cinco

repetições, totalizando 25 unidades experimentais. Os tratamentos foram: T1 - sem sombreamento; T2 - sombreamento em V5 - V6; T3 - sombreamento em V6 - V7; T4 - sombreamento em V8 - V9; e T5 - sombreamento em VT.

A semeadura foi realizada em vasos contendo volume de 14 litros, utilizando cinco sementes por vaso do milho híbrido DM 2860 PRO4. Após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste quando as plantas apresentaram 2 folhas completamente desenvolvidas (contando com o coleóptilo) (estádio V2), deixando apenas uma planta por vaso.

A adubação de plantio foi realizada utilizando 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 40 kg ha⁻¹ de K₂O e 30 kg ha⁻¹ de N. Em cobertura, quando as plantas estavam em estágio V4, e posteriormente em V8, adubou-se com 40 kg ha⁻¹ de K₂O e 100 kg ha⁻¹ de N, em cada momento. O controle de plantas daninhas foi realizado de forma manual. Não foi constatada a presença de fungos ou insetos que causassem danos significativos para a necessidade de controle.

Para proporcionar o sombreamento, foi construída uma estrutura suspensa à 2,5 m de altura, coberta completamente com tela de polietileno sombrite com 70% de interceptação da luz. Ao atingirem o estágio determinado, as plantas eram postas sob o sombrite por quatro dias e retiradas posteriormente.

Ao entrar em estágio reprodutivo R1, em cada planta foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta (m) – determinada do nível do solo até a extremidade do pendão; número de folhas - obtido pela contagem das folhas ativas presentes; diâmetro de colmo (mm) - foi mensurado com auxílio de um

paquímetro digital, posicionado no primeiro entrenó acima do solo; a altura de inserção da espiga (m) - determinada do nível do solo até o ponto de fixação da espiga principal; índice SPAD – através da leitura de três pontos na folha oposta imediatamente abaixo da inserção da espiga, utilizando um medidor de clorofila portátil; massa seca da parte aérea (g) - obtida após a coleta das plantas, cortadas rente ao solo, e encaminhadas para a secagem em estufa de circulação forçada a 65 °C até atingir peso constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SISVAR – A Computer Statistical Analysis System 5.0 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que o fator sombreamento apresentou efeito significativo ($p < 0,05$) apenas sobre a altura de planta (AP) e sobre a massa seca da parte aérea (MSPA), indicando que essas variáveis responderam de forma sensível às condições diferenciadas de luminosidade. Para as demais características, altura de inserção da espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF) e índice SPAD, o sombreamento não proporcionou diferenças estatísticas entre os tratamentos, sugerindo que esses atributos se mantiveram estáveis mesmo sob diferentes níveis de luz (Tabela 1).

Os valores do coeficiente de variação (CV) mostram precisão adequada do experimento, com variações baixas a moderadas para a maioria das variáveis.

Tabela 1. Resultado da análise de variância com valores de quadrado médio das variáveis altura de planta (AP), altura de inserção da espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), número de folhas (NF), índice SPAD e massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de milho submetidas ao sombreamento em diferentes estádios fenológicos.

FV	GL	AP	AE	DC	NF	CLOR	MSPA
SOMBREAMENTO	4	0,1093*	0,0695 ^{ns}	9,19 ^{ns}	1,10 ^{ns}	17,76 ^{ns}	0,0045*
REPETIÇÃO	4	0,2058	0,0517	13,88	11,30	12,43	0,0018
ERRO	16	0,021	0,0301	3,06	0,40	18,63	0,0004
CV (%)		7,97	14,62	10,20	5,02	11,47	9,68
MÉDIA		1,82	1,19	17,44	12,600	38	0,2181

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

Observa-se que para a variável altura de planta, o sombreamento ocorrido no estágio VT ocasionou o menor valor (1,63 m) diferenciando-o significativamente dos tratamentos sem sombreamento e com sombreamento em V5 - V6 (Tabela 2). Para a variável massa seca da parte aérea, o sombreamento ocorrido em V5-V6 proporcionou

maior valor (261,4 g) quando comparado com o tratamento sem sombreamento (214,8 g) e o sombreamento ocorrido em VT (187,0 g), que apresentou menor valor, diferindo significativamente somente dos sombreamentos ocorridos em V5-V6 e V6 - V7.

Tabela 2. Valores médios de altura de planta (AP, m) e massa seca da parte aérea (MSPA, g) de plantas de milho submetidas ao sombreamento em diferentes estádios fenológicos.

TRATAMENTO	AP	MSPA
Sem sombreamento	1,94 a	214,8 bc
Sombreamento em V5 - V6	1,99 a	261,4 a
Sombreamento em V6 - V7	1,79 ab	233,0 ab
Sombreamento em V8 - V9	1,74 ab	194,6 bc
Sombreamento em VT	1,63 b	187,0 c

Médias seguidas por mesma letra não diferem entre ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os estádios fenológicos V5 - V6 da cultura do milho representam um marco decisivo em seu desenvolvimento, pois, a partir desse período, a planta intensifica o crescimento vegetativo, com alongamento dos entrenós e rápida expansão da parte aérea. Nessa fase, o milho apresenta elevada plasticidade morfofisiológica, sendo capaz de ajustar seu padrão de crescimento em resposta às condições

ambientais (Vian et al., 2021). O sombreamento nesse momento pode ter desencadeado respostas adaptativas, como maior alongação do colmo, expansão foliar e redirecionamento de fotoassimilados para a parte aérea, que possivelmente resultou em incremento da matéria seca na parte aérea (Galon et al., 2010).



Figura 1. Plantas no estágio fenológico V5 iniciando o teste de sombreamento.

As menores médias de massa seca da parte aérea e altura de planta observadas quando o sombreamento ocorreu no estágio VT refletem a alta sensibilidade das plantas de milho durante a transição para a fase reprodutiva. Nos estádios de VT a R1, a planta de milho é mais vulnerável às intempéries da natureza que qualquer outro período, devido ao

pendão e todas as folhas estarem completamente expostas (Borghi, Magalhães e Pereira Filho, 2023). A menor atividade fotossintética devido ao sombreamento, reduziu a produção de fotoassimilados com consequência na altura de planta e produção de biomassa (Taiz et al., 2017).



Figura 2. Parcelas experimentais representando a testemunha e os tratamentos de sombreamento aplicados do estágio V5 ao VT.

Estresses abióticos, como a restrição luminosa, ocorridos entre o pré-pendoamento e o início do enchimento de grãos são os que causam os danos mais irreversíveis à cultura. Isso ocorre porque a falta de fotoassimilados neste período afeta diretamente a fixação das estruturas reprodutivas e a definição do 'peso' final da planta, impedindo a recuperação do crescimento vegetativo e o acúmulo de biomassa (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

Avaliando a influência do sombreamento no desenvolvimento inicial da cultura do milho, do Carmo et al. (2013) observaram que o sombreamento ocorrendo até os 21 dias após a emergência não interferiu no crescimento das plantas de milho, porém, constataram que a menor luminosidade a partir dos 28 dias após a emergência proporcionou menor altura de plantas, área foliar e massa verde e seca de folhas e caule.

Em síntese, os resultados deste estudo evidenciam que o desenvolvimento vegetativo do milho responde de maneira distinta entre os estádios fenológicos avaliados. Esse conjunto de informações reforça a importância de compreender profundamente as necessidades da planta ao longo de seu ciclo, contribuindo para o aprimoramento de práticas de manejo e para a construção de modelos experimentais mais consistentes em pesquisas agrônomicas.

CONCLUSÃO

Conforme as condições deste experimento, o sombreamento ocorrido no estágio VT afetou de

forma negativa o desempenho da cultura do milho, reduzindo sua altura e acúmulo de biomassa da parte aérea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, G. D., Souza, C. F., & Pereira, M. B. (2018). Efeitos do sombreamento no desenvolvimento de culturas agrícolas. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 13(2), 45–52.
- Borghini, E., Magalhães, P. C., Pereira Filho, I. A. (2023). **Ecofisiologia do milho segunda safra para alta produtividade**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo.
- Companhia Nacional de Abastecimento. (2026). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2024/25 – 12º levantamento** (Vol. 12, No. 12). Conab. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safra/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/12o-levantamento-safra-2024-25>. Acesso em: 16 abr. 2026
- do Carmo, E. L., Júnior, D. G., da Silva, T. R., Mirmes, M., Goulart, P., Santos, C. B., & da Silva, V. R. (2013). Desenvolvimento de plantas de milho sobre condições de sombreamento. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.14688/1984-3801.v06n02a16>

- Fancelli, A. L., & Dourado Neto, D. (2000). Produção de milho. **Agropecuária**. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001078278> Acesso em: 5 maio 2026.
- Galon, L., Tironi, S. P., Rocha, A. D., Soares, E. R., Concenço, G., & Alberto, C. M. (2010). Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Tropica-Ciências Agrárias e Biológicas**, 4(3), 18.
- Gouveia, B. T., Lima, G. S., & Alves, A. N. (2020). Respostas morfofisiológicas de plantas submetidas ao sombreamento. **Scientia Agraria**, 21(4), 125–134.
- Lunz, A. M. P., Silva Júnior, E. C., & Oliveira, L. C. (2014). Efeito de diferentes níveis de sombreamento no crescimento inicial de unha-de-gato (*Uncaria tomentosa* Willd.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, 16(4), 866–873. https://doi.org/10.1590/1983-084X/11_216
- Oliveira, Z. B. de, Knies, A. E., Bottega, E. L., Maffini, L. B., & Schüller, R. I. (2025). Recomendações de práticas de manejo para a elevação da produtividade do milho na região central do RS. **Brazilian Journal of Development**, 11(3), e78308. <https://doi.org/10.34117/bjdv11n3-019>
- Sangoi, L., Almeida, M. L., & Silva, P. R. F. (2019). Fisiologia do desenvolvimento do milho e implicações no manejo. **Revista Plantio Direto**, 10(1), 32–40.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2017). **Fisiologia e desenvolvimento vegetal** (6ª ed.). Artmed Editora. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=PpO4DQAAQBAJ>. Acesso em: 5 maio 2026.
- Vian, A. L., Bredemeier, C., Drum, M. A., Pires, J. L. F., & Fochesatto, E. . (2021). Sensores de vegetação como ferramenta para identificação de população de plantas e estimativa de produtividade de grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 51, e66926. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/66926>. Acesso em: 15 dez. 2025.