



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
TOCANTINS**

**CAMPUS LAGOA DA CONFUSÃO**

**CURSO SUPERIOR ENGENHARIA AGRONÔMICA**

**SUANNY LETÍCIA MARINHO RIBEIRO**

**DESFOLHA ARTIFICIAL COMO SIMULAÇÃO DE ESTRESSES BIÓTICOS E  
ABIÓTICOS NA CULTURA DO MILHO E SEUS IMPACTOS NA  
PRODUTIVIDADE**

**LAGOA DA CONFUSÃO - TO**

**2025**



**SUANNY LETÍCIA MARINHO RIBEIRO**

**DESFOLHA ARTIFICIAL COMO SIMULAÇÃO DE ESTRESSES BIÓTICOS E  
ABIÓTICOS NA CULTURA DO MILHO E SEUS IMPACTOS NA  
PRODUTIVIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia  
Agrônômica da Unidade Lagoa da Confusão, do Instituto  
Federal do Tocantins, como exigência à obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Edmar Vinícius de Carvalho.  
Coorientadora: Dra. Patrícia Resplandes Rocha dos  
Santos.

**LAGOA DA CONFUSÃO - TO  
2025**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

---

R484d    Ribeiro, Suanny Letícia Marinho  
          DESFOLHA ARTIFICIAL COMO SIMULAÇÃO DE ESTRESSES  
          BIÓTICOS E ABIÓTICOS NA CULTURA DO MILHO E SEUS  
          IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE / Suanny Letícia Marinho Ribeiro. –  
          Lagoa da Confusão, TO, 2025.  
          26 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia  
Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do  
Tocantins, Campus Lagoa da Confusão, Lagoa da Confusão, TO, 2025.

Orientador: Dr. Edmar Vinícius de Carvalho  
Coorientadora: Dra. Patrícia Resplandes Rocha Dos Santos

1. Zea mays. 2. área foliar. 3. fonte-dreno. I. Carvalho, Edmar Vinícius  
de. II. Santos, Patrícia Resplandes Rocha Dos. III. Título.

**CDD 630**

---

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e  
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a).



Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins  
Reitoria  
Campus Lagoa da Confusão  
Coordenação do Curso Superior em Engenharia Agrônômica

### FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “DESFOLHA ARTIFICIAL COMO SIMULAÇÃO DE ESTRESSES BIÓTICOS E ABIÓTICOS NA CULTURA DO MILHO E SEUS IMPACTOS NA PRODUTIVIDADE”

AUTOR (A): **Suanny Letícia Marinho Ribeiro**  
ORIENTADOR (A): **Edmar Vinicius de Carvalho**  
CO-ORIENTADOR (A): **Patrícia Resplandes Rocha dos Santos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Lagoa da Confusão*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica.

---

Edmar Vinicius de Carvalho  
Orientador

---

Patrícia Resplandes da Rocha Santos  
Co-orientadora - Avaliadora 1

---

Joao Paulo de Oliveira Santos  
Avaliador 2

Aprovado em 27 de junho de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Edmar Vinicius de Carvalho, Servidor**, em 27/06/2025, às 15:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **João Paulo de Oliveira Santos, Usuário Externo**, em 27/06/2025, às 15:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Patrícia Resplandes Rocha dos Santos, Usuário Externo**, em 27/06/2025, às 15:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2819507** e o código CRC **129C2CCC**.

Dedico esse trabalho a Deus por ter permitido  
chegar até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me conduzido até aqui, pela força, saúde e sabedoria, sem a sua proteção não sei se conseguiria terminar.

A minha família que fizeram parte do meu incentivo cotidiano, me apoiando nas adversidades.

Não posso deixar de agradecer aos meus colegas de turma que de forma única conseguiram me auxiliar em muitos momentos da faculdade, oferecendo ajuda, conselhos e momentos únicos de distração.

Aos meus professores, em especial ao meu orientador Edmar, pela paciência e dedicação durante todo o curso, incluindo a oportunidade de ter feito parte do grupo de pesquisa GDSM o qual é responsável.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente contribuíram para minha formação acadêmica, o meu sincero agradecimento.

## RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas agrícolas cultivadas no Brasil e no mundo, sendo amplamente utilizado na alimentação humana, animal e na indústria. A produtividade é fortemente influenciada por fatores ambientais e fisiológicos, principalmente durante o período reprodutivo, quando a planta se torna altamente sensível a estresses. Entre esses fatores, destaca-se a importância da área foliar, responsável pela realização da fotossíntese e pelo fornecimento de fotoassimilados aos órgãos de reserva, especialmente às espigas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes de desfolha artificial como simulação de estresses bióticos e abióticos na cultura do milho e seus impactos na produtividade, avaliando características agronômicas do milho, no estágio R2, nos parâmetros de produção, na condição das várzeas tropicais do Tocantins. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos: testemunha (sem desfolha), desfolha do terço inferior, do terço intermediário, do terço superior e desfolha total. Foram avaliadas as variáveis: altura de inserção da espiga, comprimento e diâmetro da espiga, peso de mil grãos e produtividade. Os resultados indicaram que a desfolha total comprometeu completamente o desenvolvimento reprodutivo da planta, resultando em ausência de produção. As desfolhas no terço superior (3.488 kg/ha) e intermediário (2.925 kg/ha) também afetaram negativamente os componentes de rendimento com quedas de aproximadamente 45% e 53,8%. Por outro lado, a desfolha no terço inferior (5.940 kg/ha) não apresentou diferença estatística em relação à testemunha (6.330 kg/ha) com redução de apenas 6,16%, para a maioria dos parâmetros analisados. Conclui-se que a preservação da área foliar das partes superior e intermediária da planta é fundamental para o fornecimento de assimilados no enchimento dos grãos, assegurando assim maior produtividade.

Palavras-chave: *Zea mays*, área foliar, fonte-dreno.

## ABSTRACT

Maize (*Zea mays* L.) is one of the main agricultural crops grown in Brazil and worldwide, widely used for human and animal consumption as well as in industry. Its productivity is strongly influenced by environmental and physiological factors, especially during the reproductive period, when the plant becomes highly sensitive to stress. Among these factors, the importance of leaf area stands out, as it is responsible for photosynthesis and for supplying photoassimilates to the plant's storage organs, particularly the ears. This study aimed to evaluate different types of artificial defoliation as a simulation of biotic and abiotic stresses in maize and their impacts on productivity by assessing agronomic characteristics during the R2 stage under tropical lowland conditions in the state of Tocantins, Brazil. The experiment was conducted in a randomized block design with five treatments: control (no defoliation), defoliation of the lower third, middle third, upper third, and total defoliation. The evaluated variables were: ear insertion height, ear length and diameter, thousand grain weight (TGW), and grain yield. The results showed that total defoliation completely compromised the plant's reproductive development, resulting in no grain production. Defoliation of the upper (3,488 kg/ha) and middle thirds (2,925 kg/ha) also negatively affected yield components, with reductions of approximately 45% and 53.8%, respectively. On the other hand, defoliation of the lower third (5,940 kg/ha) did not differ statistically from the control (6,330 kg/ha), showing only a 6.16% reduction for most evaluated parameters. It is concluded that preserving the leaf area of the upper and middle parts of the plant is essential to ensure the supply of assimilates for grain filling, thus securing higher productivity.

Keywords: *Zea mays*, leaf area, source-sink.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Gráfico de temperatura e precipitação no período de desenvolvimento da cultura, 2024 e 2025.....                                                                                                                                                                                                                                            | 16 |
| Figura 2. Tratamentos aplicados após a polinização das espigas (2 – remoção de todas as folhas do terço superior, 3 – remoção de todas as folhas do terço superior, 4 – remoção de folhas intermediarias, 5 – remoção de todas as folhas da planta).....                                                                                              | 17 |
| Figura 3. Desfolha artificial do terço superior e do terço intermediário.....                                                                                                                                                                                                                                                                         | 21 |
| Figura 4. Produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes níveis de desfolha artificial no estágio R2 nos tratamentos (1- testemunha, 2 – remoção de todas as folhas do terço superior, 3 – remoção de todas as folhas do terço inferior, 4 – remoção de folhas intermediarias, 5 – remoção de todas as folhas da planta)..... | 24 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Atributos químicos de análise de solo do local do experimento.....                                                                                                                                                          | 13 |
| Tabela 2. Cronograma de atividades.....                                                                                                                                                                                               | 19 |
| Tabela 3. Altura de inserção de espiga (AIE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), peso de mil sementes (PMS) e produtividade, avaliados sob diferentes níveis de desfolha artificial na cultura do milho, em R2..... | 20 |

## SUMÁRIO

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO.....             | 13 |
| 2 METODOLOGIA.....            | 15 |
| 3 ORÇAMENTO.....              | 18 |
| 4 CRONOGRAMA.....             | 19 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 20 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....   | 24 |
| 7 REFERÊNCIAS.....            | 25 |

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), uma planta de grande relevância comercial originária das Américas, desempenha papel econômico significativo devido às diversas formas de sua utilização. A aplicação vai desde a alimentação animal até processos na indústria de alta tecnologia, o que o torna uma das principais commodities do setor agrícola no Brasil (Pereira *et al.*, 2012).

De acordo com o 8º Levantamento da Safra de Grãos 2024/2025, a produção de milho no Brasil está estimada em 24,688 milhões de toneladas, com produtividade média de 5.933 kg/ha, enquanto no estado do Tocantins a estimativa é de 395,8 mil, representando um aumento de 13,09% em relação à safra anterior, com produtividade média de 5.453 kg/ha (CONAB 2025).

Pertencente à família Gramineae/Poaceae, o milho é uma das mais eficientes plantas armazenadoras de energia que existe (Vaz *et al.*, 2016), devido a ser uma planta C4 altamente eficiente na utilização da luz (Cruz *et al.*, 2008). As plantas de metabolismo C3 perdem de 20 a 25% do carbono fixado devido à fotorrespiração, um processo que consome energia e reduz a eficiência fotossintética, em contraste, as plantas C4, como o milho, minimizam a fotorrespiração, aumentando sua eficiência (EMBRAPA, 2002). Segundo Medeiros *et al.* (2009), os fenômenos bioquímicos da fixação de CO<sub>2</sub> através da fotossíntese são afetados por fatores como temperatura do ar, diminuição de área foliar, influenciando o acúmulo de matéria seca pela planta.

Por outro lado, o rendimento do milho pode ser comprometido pelo déficit hídrico no período crítico, da pré-floração ao início do enchimento dos grãos, prejudicando o crescimento da planta, com redução na área foliar e na biomassa (Medeiros *et al.*, 2009). De acordo com Bergamaschi *et al.* (2006), o estresse hídrico nesse período pode causar perdas superiores a 50% na produtividade, dependendo da intensidade e duração do estresse.

A área foliar de uma planta representa o número e o tamanho das folhas e, por decorrência do estágio que a planta se encontra (Manfron *et al.*, 2003). Além disso, ela é responsável pela captação de luz solar para a realização da fotossíntese, influenciando diretamente a produção de fotoassimilados e, consequentemente, o crescimento e a produtividade da planta (Taiz *et al.*, 2017).

Neste ponto, o estresse causado pela diminuição da área foliar modifica a relação fonte-dreno nas plantas, resultando em uma redução na produtividade vegetal e, consequentemente, impacto negativo no rendimento econômico (Daros *et al.*, 2000). A perda da área foliar, causada por fatores como doenças, insetos, geadas, granizo, vento e déficit hídrico, interfere na produtividade biológica do milho ao alterar suas características fisiológicas, enquanto os estresses na cultura são estudados para compreender as alterações morfológicas das plantas que responsáveis pela perda de rendimento (Pereira *et al.*, 2012).

Quando a perda de área foliar ocorre próximo ao período de florescimento, pode causar significativa queda no desenvolvimento da cultura, encontrando anormalidades que poderão resultar na redução do comprimento de espiga, redução do número e peso de grãos, consequentemente o poder germinativo comprometido (Fancelli, 1988). Estudos realizados por Vaz *et al.* (2016) demonstraram que a desfolha artificial no terço superior da planta, realizada no estágio R2, reduziu a produtividade do milho em até 44%, evidenciando a importância da manutenção da área foliar para o enchimento de grãos. Por outro lado, danos naturais à folha, como os causados por granizo, também têm efeitos semelhantes. Segundo Cruz *et al.* (2008), perdas de até 30% na produtividade foram observadas após episódios de desfolha natural em fase reprodutiva.

Neste sentido, este trabalho teve como intuito avaliar diferentes de desfolha artificial como simulação de estresses bióticos e abióticos na cultura do milho e seus impactos na produtividade, avaliando características agrônômicas do milho, no estágio R2, nos parâmetros de produção, na condição das várzeas tropicais do Tocantins.

2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado na safra de 2024/2025 em propriedade rural no município de Lagoa da Confusão, em regiões de várzeas tropicais do Tocantins (10°50'09.6"S 49°33'22.0"W) e em sucessão ao cultivo de feijão-caupi. O clima da região é do tipo C2wA'a'' – úmido subúmido com moderada deficiência hídrica, segundo a classificação de Köppen (SEFAZ, 2019).

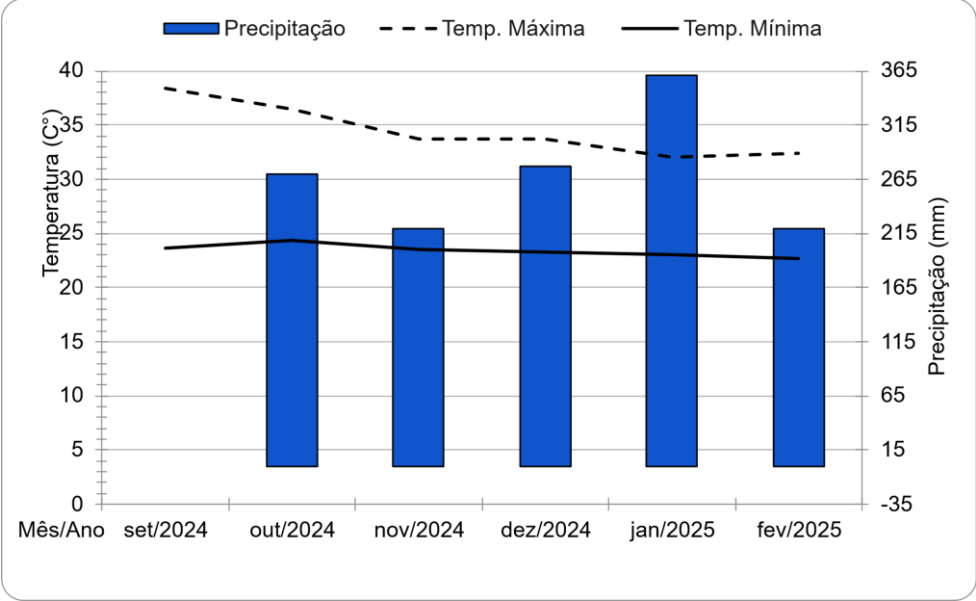
Os resultados da análise de solo do local do experimento, na camada 0-20 cm, estão representados na tabela 1. Ainda, na figura 1 estão expostos os dados de temperatura e precipitação registradas durante todo o período do (AGRITEMPO).

Tabela 1 – Atributos químicos de análise de solo do local do experimento.

| Parâmetro        | Valor                    | Classificação |
|------------------|--------------------------|---------------|
| CTC              | 40 mmolc/dm <sup>3</sup> | Médio         |
| pH               | 5,2                      | Ácido         |
| MO               | 18 g/kg                  | Baixa         |
| V (%)            | 45%                      | Baixa         |
| P (Mehlich)      | 6 mg/dm <sup>3</sup>     | Muito baixo   |
| K                | 1,2 mmol/dm <sup>3</sup> | Baixo         |
| Ca               | 15 mmol/dm <sup>3</sup>  | Médio         |
| Mg               | 5 mmol/dm <sup>3</sup>   | Médio         |
| Al               | 2 mmol/dm <sup>3</sup>   | Alto          |
| Saturação por Al | 25%                      | Alto          |

\*CTC – capacidade de troca de cátions; pH – medida de grau de acidez; V% - saturação por bases; P – fósforo; K – potássio; Ca – cálcio; Mg – magnésio; Al – alumínio; MO – matéria orgânica.

Figura 1 - Gráfico de temperatura e precipitação no período de desenvolvimento da cultura, 2024 e 2025.



Fonte: Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (AGRITEMPO).

A semeadura do híbrido XB6444 VT PRO4, com densidade populacional de 46.000 plantas por hectare, foi realizada em 29 de outubro de 2024, de acordo com o adotado com a

região em plantio convencional, após a colheita do feijão. Como adubação de base, foram aplicados 100 kg/ha de fosfato monoamônico (MAP) contendo 9% de nitrogênio na forma amoniacal e 48% de fósforo e 100 kg/ha cloreto de potássio (KCL) a lanço, contém cerca de 60% de óxido de potássio ( $K_2O$ ) e 46% de cloro (Cl). Adicionalmente foram aplicados 120 kg/ha de nitrogênio, usando ureia protegida (46%) como fonte, em cobertura nos estádios V9 – V10.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram representados pelo nível de desfolha artificial no estágio R2, sendo: 1 - testemunha sem desfolha; 2 - remoção de todas as folhas do terço superior; 3 - remoção de todas as folhas do terço inferior; 4 - remoção de folhas intermediárias (três folhas acima e três folhas abaixo da espiga); e 5 - remoção de todas as folhas da planta.

Os tratamentos foram aplicados logo após polinização das espigas quando as plantas se encontravam no estágio R2 e que estão ilustrados na figura 2. As folhas foram removidas manualmente, retirando-as de maneira a preservar as bainhas e evitar maiores danos.

Figura 2 – Tratamentos aplicados após a polinização das espigas (2 – remoção de todas as folhas do terço superior, 3 – remoção de todas as folhas do terço inferior, 4 – remoção de folhas intermediárias, 5 – remoção de todas as folhas da planta).



Fonte – Autoria própria.

A parcela experimental foi constituída por quatro linhas de quatro metros de comprimento, com espaçamento de 0,50 metros com a área útil sendo representada pelas duas linhas centrais desprezando 0,5 metro de cada extremidade Além disso, as plantas daninhas, as doenças e as pragas foram controladas adequadamente durante todo o período, de modo que nenhum fator, além da remoção de folhas, afetasse o crescimento das plantas.

Foi realizada a colheita no estágio R6 de desenvolvimento, com avaliação das seguintes características:

- altura de inserção da primeira espiga (AIE) – medida, em centímetros, da base do solo até o ponto de inserção da primeira espiga. A avaliação foi realizada em 10 plantas por parcela, utilizando uma régua;

- comprimento da espiga (CE) – distância da base até a ponta da espiga, considerando 10 espigas da área útil da parcela, medida em centímetros;

- diâmetro da espiga (DE) – aferido com um paquímetro na região central da espiga, em centímetros, considerando 10 espigas da área útil da parcela;

- peso de mil grãos (PMG) – peso, em gramas, de uma amostra de mil sementes colhidas da parcela;

- produtividade de grãos (PROD) – peso dos grãos da parcela como um todo convertendo em kg/ha, corrigidos a 13% de umidade.

Após, foi realizada análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) em blocos ao acaso, cinco tratamentos e quatro repetições com posterior aplicação do teste de médias Tukey ( $p \leq 0,05$ ), com uso do software R (R CORE TEAM, 2024).

### **3 ORÇAMENTO**

Para implantação do experimento, foi considerado um custo médio para contratação de protocolos de campo na região. O valor médio por tratamento é de R\$ 2.000,00 e considerando um total de 5 tratamentos (vide metodologia), o custo total é de R\$ 10.000,00.

O valor total considera os gastos com: Sacos de papel kraft, saco plástico, bandeirinhas, garrafas, caneta, pincéis, pranchetas, sementes, ureia, produtos químicos, adjuvantes, barbantes, trenas, gasolina, MAP, KCL, e estagiário para a realização das seguintes atividades: delineamento experimental, plantio do experimento, adubação, controle de plantas daninhas, pragas e doenças, avaliação da planta e espiga e transporte, onde demais itens foram utilizados em todas as etapas citadas acima.

## 4 CRONOGRAMA

Tabela 2 – Cronograma de atividades.

| Atividades                       | Meses* |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|----------------------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
|                                  | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Planejamento                     | X      | X |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| Revisão bibliográfica            |        |   | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  |
| Semeadura                        |        | X |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
| Condução do experimento          |        | X | X | X | X | X |   |   |   |    |    |
| Colheita e avaliações da cultura |        |   |   |   |   | X | X |   |   |    |    |
| Tabulação e análise de dados     |        |   |   |   |   | X | X |   |   |    |    |
| Escrita do TCC                   |        |   |   |   |   |   | X | X | X | X  | X  |

\*considerando o início da execução no mês de setembro.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das características agrônômicas avaliadas na cultura do milho estão representados na tabela 3. Observa-se que a desfolha não influenciou significativamente a AIE, não apresentando variações e mantendo-se próxima aos valores da testemunha, e que tem relação em função de ser uma característica ligada a fatores genéticos da planta e pela época de realização da desfolha artificial (após o aparecimento das espigas). Esse resultado era esperado, pois a altura de inserção da espiga é determinada nos estágios vegetativos iniciais, sendo que entre V6 e V12 ocorre a definição do comprimento de espiga (EMBRAPA 2006).

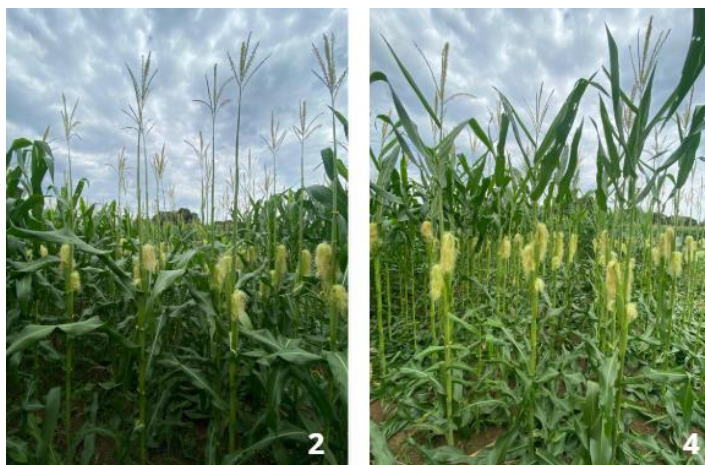
Tabela 3 – Altura de inserção de espiga (AIE), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE), peso de mil sementes (PMS) e produtividade, avaliados sob diferentes níveis de desfolha artificial na cultura do milho, em R2.

| Tratamento                   | AIE (m) | CE (m) | DE (m) | PMG (g) |
|------------------------------|---------|--------|--------|---------|
| 1 - Testemunha               | 115 a   | 17,7 a | 5,0 a  | 330 a   |
| 2 - Folhas do terço superior | 114 a   | 13,9 b | 4,3 b  | 248 b   |
| 3 - Folhas do terço inferior | 116 a   | 16,7 a | 4,5 ab | 324 a   |
| 4 - Folhas intermediárias    | 119 a   | 14,0 b | 4,3 b  | 244 b   |
| 5 - Todas as folhas          | 114 a   | 0,0 c  | 0,0 c  | 0 c     |
| CV (%)                       | 4,27    | 6,82   | 7,64   | 11,33   |

\*CV: Coeficiente de variação.

Em relação ao comprimento e diâmetro de espiga, a testemunha e o tratamento com desfolha do terço inferior se sobressaíram aos demais tratamentos com valores de 17,7 e 16,7 cm e 5,0 e 4,5 cm, respectivamente. Os maiores impactos negativos apresentaram-se no tratamento da desfolha do terço superior (2), e das folhas intermediárias (4) (figura 3) sobre esses parâmetros, indicando que as folhas superiores ou intermediárias possuem maior contribuição para o desenvolvimento e enchimento de grãos, principalmente no comprimento de espiga.

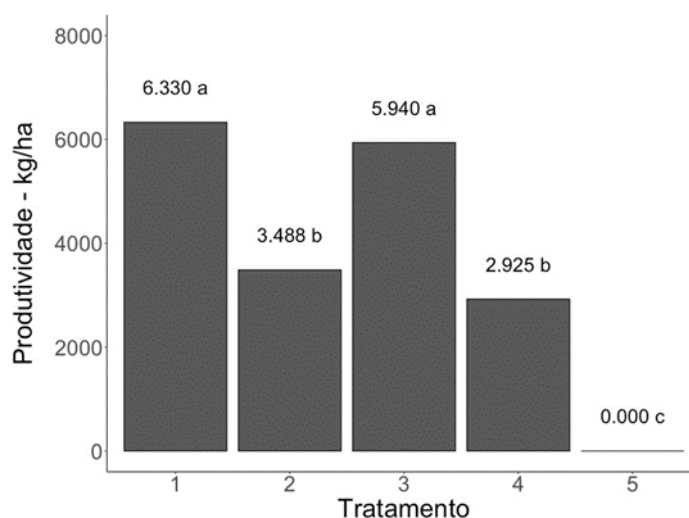
Figura 3. Desfolha artificial do terço superior e do terço intermediário.



Fonte: Autoria própria.

Além disso, a figura 4 apresenta os dados de produtividade de grãos com a testemunha tendo maior média (6.330 kg/ha), não diferindo estatisticamente do tratamento com desfolha no terço inferior (5.940 kg/ha), com redução de apenas 6,16%. Por consequência desses resultados, a remoção de folhas inferiores não apresentou impacto diretamente da produtividade, pois uma característica que diminui o potencial da eficiência das folhas considerado a mais limitante é o hábito de crescimento que proporciona o auto-sombreamento das folhas inferiores (EMBRAPA, 2002). Logo, essas folhas baixas por não ter disponibilidade de luz, poderá não ter o potencial fotossintético que nessa fase da planta a espiga precisa. Nos tratamentos com remoção de folhas do terço superior e da parte intermediária, houve reduções significativas na produtividade (3.488 kg/ha; 2.925 kg/ha, respectivamente), correspondendo a quedas de aproximadamente 45% e 53,8%.

Figura 4. Produtividade de grãos de milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) sob diferentes níveis de desfolha artificial no estágio R2 nos tratamentos (1- testemunha, 2 – remoção de todas as folhas do terço superior, 3 – remoção de todas as folhas do terço inferior, 4 – remoção de folhas intermediárias, 5 – remoção de todas as folhas da planta).



As folhas do terço superior da planta apresentam maior potencial energético e capacidade fotossintética, porém, devido à sua posição mais ereta, interceptam menos radiação solar diretamente. De acordo com Taiz *et al.* (2017), a posição e a anatomia das folhas são fatores determinantes para a eficiência na captação de luz. As folhas localizadas no topo do dossel interceptam a maior parte da radiação solar, reduzindo a quantidade e a qualidade da luz que chega às folhas inferiores. Nesse sentido, Alvim *et al.* (2010) reforçam que as folhas superiores desempenham um papel fundamental na produção, sendo responsáveis por fornecer grande parte dos fotoassimilados utilizados no enchimento dos grãos.

Fancelli (1988) afirma que a remoção de folhas superiores em plantas em estágio de pré-floração afeta drasticamente a disponibilidade de energia e fotoassimilados, com eventuais implicações em alguns componentes da produção e atributos de qualidades de sementes. Essa observação é compatível com esse estudo, os dados evidenciam que as folhas superiores têm alta atividade fotossintética e são responsáveis por fornecer parte expressiva dos assimilados necessários ao desenvolvimento da espiga. A remoção dessas folhas, portanto, reduz drasticamente a capacidade da planta de sustentar o enchimento dos grãos.

Em adição, o tratamento que se submeteu a retirada de todas as folhas da planta teve como resultado nulo para as variáveis CE, DE, PMG e PROD, considerando que a desfolha total na fase reprodutiva da planta, o colmo se fragiliza reduzindo significativamente o acúmulo de reservas. Blum *et al.* (2003) ressaltaram que a desfolha provoca menor resistência na relação fonte e dreno, podendo favorecer o tombamento e ainda influenciar no surgimento de doenças de colmo. Pereira *et al.* (2012) corroboram que as relações fonte-dreno são prejudicadas e a desfolha de mais de 80% da planta é a que mais afeta todas as variáveis agrônômicas. Neste ponto, ao término das avaliações do experimento, observou-se, em plantas submetidas à desfolha total o acamamento devido à fragilidade do colmo a esse tipo de estresse. Além disso, Alvim *et al.* (2010) relatam que o acamamento pode estar relacionado com a ausência de produção de fotoassimilados em desfolha total, na fase reprodutiva, considerando menor resistência das raízes ao acamamento.

O resultado da característica do peso de mil grãos reforça que, enquanto a testemunha atingiu 330 g, o tratamento com desfolha no terço inferior apresentou resultado estatisticamente similar (324 g), indicando menor importância das folhas nessa região para o enchimento de grãos. A desfolha do terço superior e das folhas intermediárias reduziu o PMG para 248 g e 244 g, respectivamente.

A desfolha artificial realizada neste estudo foi empregada como uma simulação de estresses que ocorrem com frequência no campo, ocasionando em desfolha que ocorre em consequência de fatores bióticos e abióticos, como por exemplo lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), como doenças foliares do baixeiro, granizo, déficit hídrico. Isso reforça a observação de que a remoção das folhas do terço inferior, como demonstrado neste trabalho, resultou em menor impacto sobre a produtividade e o peso de mil grãos (PMG), indicando que danos causados por doenças do baixeiro, por exemplo, podem comprometer menos a produção que aqueles que ocorrem nas folhas superiores ou intermediárias.

Essa modificação também foi observada por Fancelli (1988), que atribui a perda de folhas intermediárias à redução na disponibilidade de fotoassimilados destinados ao colmo e, conseqüentemente, ao enchimento dos grãos, em decorrência da demanda energética da planta para a recomposição de seu aparato fotossintético após a desfolha.

Alvim *et al.* (2010) asseguram que a reserva de fotoassimilados existentes no colmo, acumulados durante a fase vegetativa da planta de milho e sua translocação permitiram que o grão finalizasse sua formação, condizendo com o relatado por Brito *et al.* (2011) que observaram que, em situações de desfolha total, o colmo provavelmente atuou como órgão equilibrador da limitação da fonte, promovendo a remobilização dos carboidratos de reserva acumulados para o enchimento de grãos. Nesse estudo, ainda que de forma reduzida, a desfolha comprometeu o completo desenvolvimento da espiga, limitando o enchimento dos grãos e a formação de um maior número de fileiras. Por outro lado, Fornasieri Filho (2007) afirma que os carboidratos existentes nos grãos de milho, cerca de 50% deles, são distribuídos nas folhas do terço superior do colmo, 30% são provenientes do terço médio e os outros 20% advêm das folhas distribuídas na parte basal da planta.

Estudos realizados por Vaz *et al.* (2016) demonstraram que a desfolha artificial no terço superior da planta, realizada no estádio R2, pode reduzir a produtividade do milho em até 44%, o que reforça os resultados obtidos neste trabalho, evidenciando a importância da manutenção da área foliar para o enchimento de grãos. De forma semelhante, Cruz *et al.* (2008) relatam que perdas de até 30% na produtividade podem ocorrer em situações de desfolha natural, como as provocadas por granizo durante a fase reprodutiva.

Para acrescentar, Sangoi *et al.* (2002) relatam que dois fatores podem alterar drasticamente as relações fonte e dreno e interferir na distribuição e acúmulo de matéria seca da planta são a densidade de semeadura e a desfolha durante a fase de florescimento.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados demonstram a importância das folhas nas diferentes regiões da planta. A retirada das folhas superiores e folhas intermediárias em estágio R2 causaram reduções drásticas na produtividade correspondendo a quedas de aproximadamente 45% e 53,8% e nos componentes agronômicos. Por outro lado, a desfolha do terço inferior não comprometeu significativamente a produtividade, apresentando desempenho semelhante ao da testemunha.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALVIM, Karen Rodrigues de Toledo. *et al.* Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.5, p.1017-1022, mai, 2010.v.40, n.5, mai, 2010.
- BARBOSA, André Prechlak. *et al.* Reaplicação de nitrogênio na mitigação do efeito da desfolha em diferentes fases fenológicas do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Castro PR, v.18, n.1, p. 30-46, 2019.
- BERGAMASCHI, Homero. *et al.* Déficit hídrico no milho e a produtividade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, 2006.
- BLUM, Luiz Eduardo Bassay. *et al.* Desfolha, população de plantas e precocidade do milho afetam a incidência e a severidade de podridões de colmo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.805-811, set-out, 2003v. 33, n. 5, set-out, 2003.
- BRITO, Césio Humberto. *et al.* Redução de área foliar em milho em região tropical no Brasil e os efeitos em caracteres agrônômicos. Caracas, Venezuela. **Interciencia**, vol. 36, núm. 4, pp. 291-295, abril, 2011.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 8º Levantamento da Safra de Grãos 2024/25. Brasília: **Conab**, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/8o-levantamento-safra-2024-25>.
- CRUZ, José Carlos. *et al.* A cultura do milho. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, MG, 2008.
- DAROS, Edelclaiton. *et al.* Estresses por sombreamento e desfolhamento no rendimento e seus componentes da variedade de feijão “carioca”. **Scientia Agraria**, Pinhais PR, v.1, n. 1-2, p. 55-61, 2000.
- FANCELLI, Antonio Luiz. Influência do desfolhamento no desempenho de plantas e de sementes de milho. **Tese de Doutorado**. São Paulo, junho de 1988.
- FORNASIERI Filho D. Manual da Cultura do Milho. **Funep**. Jaboticabal, Brasil. 547 pp. 2007.
- MAGALHÃES, Paulo César. *et al.* Fisiologia do Milho. **Embrapa**. Sete Lagoas, MG. Dez. 2002.
- MAGALHÃES, Paulo César; DURÃES, Frederico O. M. *et al.* Fisiologia da Produção de Milho. **Embrapa**. Sete Lagoas, MG. Dez. 2006.
- MANFRON, P. A. *et al.* Modelo do índice de área foliar da cultura de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 333-342, 2003.

MEDEIROS, Rui Palmeira. **Componentes do balanço de água e de radiação solar no desenvolvimento do milho, em quatro épocas de semeadura, no Agreste de Alagoas.** Rio Largo AL, 2009.

PEREIRA, Marcel José Roma. *et al.* Características morfoagronômicas do milho submetido a diferentes níveis de desfolha manual. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.2, p. 200-205, mar/abr, 2012.

SANGOI, Luís. *et al.* Acúmulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 3, n. 3, p. 259-267, mar. 2002.

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO - SEFAZ. **Regionalização Climática.** Governo do Tocantins, 2019.

TAIZ, Lincoln. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VAZ, Paulo Fernando Tavares; SIMONETTI, Ana Paula Moraes Mourão; MONTIEL, Caroline Beal. Efeito da desfolha de plantas de milho sobre parâmetros produtivos. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.5, n.2, p. 94-101, 2016.