

MANEJO BIOLÓGICO DE NITROGÊNIO NOS TEORES DE CLOROFILA A E CLOROFILA B DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.) NA VÁRZEA

Gabriel Luz Coelho¹, Edmar Vinícius de Carvalho², Patrícia Resplandes Rocha dos Santos³, Álvaro Santos⁴, Antônio Júnior Dorta Costa⁵, João Antônio de Sá Abreu⁶

^{1,4,5,6}Estudante do Curso Superior em Engenharia Agrônoma – IFTO. e-mail: <gabriel.coelho4@estudante.ifto.edu.br>; <alvaro.santos2@estudante.ifto.edu.br>; <antonio.costa10@estudante.ifto.edu.br>; <joao.abreu@estudante.ifto.edu.br>

^{2,3}Docente do Curso Superior de Engenharia Agrônoma – IFTO. e-mail: <edmar.carvalho@ifto.edu.br>; <patriciarresplandes.agro@gmail.com>

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata de produtividade, o nutriente mais limitante à cultura do milho (*Zea mays* L.) é o Nitrogênio (N), sendo requerido em grandes quantidades para suprir a demanda vegetal (Biesdorf *et al.*, 2016). O N está diretamente ligado ao desenvolvimento da planta (França, 2011), tendo em vista que a sua deficiência pode acarretar redução de altura e de área foliar, impactando diretamente na taxa fotossintética e, conseqüentemente, na produtividade da lavoura.

Ultimamente, uma ferramenta utilizada para auxiliar a adubação nitrogenada é a leitura do teor de clorofila nas folhas, levando em conta que a clorofila está diretamente associada à atividade fotossintética da planta. Essa leitura se torna uma ferramenta de grande importância pois torna possível a identificação da deficiência de N na planta, possibilitando uma adubação de correção (Sousa *et al.*, 2016).

Outra tecnologia que está contribuindo significativamente no aumento da produtividade nas lavouras é o uso de microrganismos promotores de crescimento de plantas. Eles possuem o papel de estimular o desenvolvimento saudável das plantas, facilitando a absorção de nutrientes, incentivando o crescimento radicular, aumentando a resistência a estresses bióticos e abióticos e induzindo a produção de hormônios vegetais (Valente, 2024).

2 OBJETIVO

Avaliar a influência de Microrganismos Promotores de Crescimento de Plantas (MPCPs) e adubação nitrogenada nos teores de clorofila na cultura do milho, nas várzeas do Tocantins.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, na safra 2024/2025, em propriedade rural na região das várzeas tropicais do Tocantins e em sucessão ao cultivo de feijão. A análise de solo, na camada de 0-20 cm, foi realizada e seus resultados foram classificados quanto a médio ou adequado para a cultura do milho. O clima da região é do tipo C2wA'a'' - úmido subúmido com moderada deficiência hídrica, segundo a classificação de Köppen (SEFAZ, 2020).

A semeadura foi realizada em 29 de outubro de 2024, com uso do híbrido XB6444 VTPRO4 e de acordo com o adotado na região e após a colheita de feijão. A adubação de base foi feita com

100 kg/ha de KCl e 100 kg/ha de MAP. O estudo foi conduzido sob delineamento de blocos ao acaso (DBC), com 8 tratamentos e 4 repetições em parcelas de 10 m².

Os tratamentos foram representados pelos seguintes manejos de microorganismos e N na cultura do milho: 1 – Testemunha (T), sem a utilização de nenhum dos produtos ou N; 2 - Aplicação de *Azospirillum*, via sulco e após a semeadura, na dose de 200 mL/ha do produto comercial; 3 - Aplicação de *Methylobacterium symbioticum*, via foliar no estágio V4, na dose de 0,333 kg/ha do produto comercial; 4 - Aplicação de 120 kg de N/ha, em cobertura e entre os estágios V4-V6; 5 - Aplicação dos produtos descritos nos tratamentos 2 e 3; 6 - Aplicação dos produtos descritos nos tratamentos 2 e 4; 7 - Aplicação dos produtos descritos nos tratamentos 3 e 4; e, 8 - Aplicação dos produtos descritos nos tratamentos 2, 3 e 4.

Nos estágios V6, R1 e R4 de desenvolvimento da cultura, foram coletados os dados de índice de clorofila foliar com o uso de clorofilômetro eletrônico portátil clorofiLOG (Falker) com leituras realizadas na última folha expandida (V6) ou na folha abaixo e oposta à espiga (R1 e R4) de três plantas por parcela e com uma leitura por planta (adaptado de Hurtado et al., 2011). Na análise estatística, foi realizada análise de variância ($p \leq 0,05$) em blocos ao acaso com oito tratamentos, com posterior aplicação de teste de médias Tukey.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão os resultados dos teores de clorofila A e B, medidos no estágio V6, R1 e R4 na cultura do milho avaliada com diferentes manejos de N e microorganismos em condições de várzea tropical, na safra 2024/2025.

Tabela 1 - Índice de clorofila foliar (clorofila A e clorofila B) medido na cultura do milho em diferentes estágios, sob diferentes manejos de Nitrogênio e de microorganismos em condições de várzea tropical, safra 24/25.

Tratamentos	Clorofila A V6	Clorofila B V6	Clorofila A R1	Clorofila B R1	Clorofila A R4	Clorofila B R4
Controle	45,8 ab	26,4 ab	43,5 a	25,7 b	43,2 a	33,0 a
Az	44,6 ab	26,1 ab	43,2 a	26,8 ab	42,7 a	30,8 a
Ms	44,8 ab	26,3 ab	43,7 a	27,2 ab	43,0 a	31,0 a
N	46,8 ab	31,1 ab	45,0 a	31,1 ab	43,8 a	34,6 a
Az + Ms	43,6 b	24,3 b	43,3 a	37,9 ab	42,2 a	29,3 a
Az + N	45,8 ab	29,7 ab	46,0 a	33,3 a	43,7 a	34,8 a
Ms + N	47,1 a	32,9 a	45,1 a	32,3 ab	43,0 a	34,1 a
Az + Ms + N	47,3 a	32,9 a	44,8 a	32,2 ab	43,7 a	35,4 a
Média	45,8	28,7	44,35	29,6	43,2	32,9
CV%	2,98	11,58	3,05	10,09	2,28	11,6

Az (*Azospirillum brasilense*): aplicado logo após o plantio na dose 0,2 L/ha; Ms (*Methylobacterium symbioticum*): aplicado em V4 na dose de 0,333 kg/ha. N: nitrogênio aplicado em V4 na 120 kg/ha. CV: coeficiente de variação; letras distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os resultados demonstram que os tratamentos com *Methylobacterium symbioticum* e N (clorofila A = 47,1; clorofila B = 32,9) e com *Azospirillum*, *Methylobacterium symbioticum* e N (clorofila A = 47,3; clorofila B = 32,9) potencializaram o índice de clorofila em V6, sendo

superiores ao tratamento com *Azospirillum* e *Methylobacterium symbioticum* (clorofila A = 43,6; clorofila B = 24,3).

Segundo Magalhães (2002), no estágio V6, o sistema radicular fasciculado está em pleno funcionamento, o que resulta em uma maior absorção de nutrientes e, conseqüentemente, maiores teores de clorofila na planta. Por outro lado, o milho não é capaz de fixar o nitrogênio atmosférico, o que torna necessária a adubação com fertilizantes químicos para atender às exigências nutricionais da cultura nos estágios iniciais. Cabe destacar que existem métodos alternativos para suprir a demanda de nitrogênio do milho, como o uso de bactérias capazes de realizar a fixação biológica desse nutriente (Zocoloto *et al.*, 2022). Ainda, a indiferença em V6, entre o controle e os demais tratamentos pode estar relacionada à presença de matéria orgânica no solo viabilizada pela cultura anterior que disponibilizou N necessário para o desenvolvimento inicial da cultura (Bertin, 2005).

Quanto aos teores de clorofila A em R1 (44,35), não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém nos índices de clorofila B houve diferença significativa entre dois tratamentos, sendo o tratamento com *Azospirillum* e N (33,3) superior ao tratamento Controle (25,7). No estágio R4, os teores de clorofila A e B (43,2; 32,9, respectivamente) não apresentaram diferença significativa, pertencendo todos ao mesmo grupo de médias de acordo com o teste de Tukey.

Estes resultados podem estar relacionados à translocação de N das partes vegetativas para a formação de grãos, conforme relato de Sousa *et al.* (2016). No milho, entre os estádios de seis a sete folhas, estudos indicam que grande parte do nitrogênio absorvido é provavelmente direcionada para a formação de outras estruturas da planta, e não para a síntese de clorofila. Por esse motivo, as leituras realizadas com medidores portáteis de clorofila, visando avaliar os níveis de nitrogênio na planta, não são muito precisas nos estádios iniciais de desenvolvimento (Argenta *et al.*, 2001).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso dos microrganismos e da adubação N apresentou influência nos teores de clorofila A e B, nos estágios V6 e R1. Os melhores resultados foram encontrados onde foi feita a associação entre microrganismos (*Azospirillum* ssp. ou *Methylobacterium symbioticum*) com a adubação nitrogenada.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelo apoio financeiro, ao IFTO pela infraestrutura e suporte técnico, e à Fazenda Carolina pela disponibilização da área experimental e colaboração prática no estudo.

REFERÊNCIAS

- ARGENTA, G. *et al.* Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, p. 158-167, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-31312001000200005>. Acesso em: 24 set. 2025.
- BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 3, p. 379-386, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3030/303026559001.pdf>. Acesso em: 24 set. 2025.
- BIESDORF, E. M. *et al.* Métodos de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em solo de cerrado. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 1, p. 44–50, 2016. Disponível em: 10.32404/rean.v3i1.805. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/agrineo/article/view/805>. Acesso em: 11 jul. 2025.
- FRANÇA, S. *et al.* Nitrogênio disponível ao milho: crescimento, absorção e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 1143-1151, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1415-43662011001100006>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- HURTADO, S. M. C. *et al.* Clorofilômetro no ajuste da adubação nitrogenada em cobertura para o milho de alta produtividade. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1011-1017, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782011005000074>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- MAGALHAES, P.C. *et al.* Fisiologia do milho. **Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica**, v. 22, 2002. Disponível em: <https://agris.fao.org/search/en/providers/122419/records/6473560753aa8c8963067486>. Acesso em: 08 ago. 2025.
- SEFAZ. Elaboração das cartas climáticas do estado do Tocantins. **Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins**, Palmas (TO), v. 1, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Patricia-Cruz-20/publication/349117710_ELABORACAO_DAS_CARTAS_CLIMATICAS_DO_ESTADO_DO_TOCANTINS/links/60214dcc92851c4ed55a21af/ELABORACAO-DAS-CARTAS-CLIMATICAS-DO-ESTADO-DO-TOCANTINS.pdf. Acesso em: 15 jul. 2025.
- SOUSA, R. *et al.* Leituras de clorofila e teores de n em fases fenológicas do milho. **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 57–63, 2016. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/1272>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- VALENTE, F. Insumos biológicos no Brasil. **Agroanalysis**, v. 44, n. 03, p. 33-37, 2024. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/agroanalysis/article/view/90936/85458>. Acesso em: 15 jul. 2025.
- ZOCOLOTTO, G. *et al.* **Adubação nitrogenada na cultura do milho: aspectos importantes e associação com substâncias biológicas**. TCC (Bacharel em Agronomia) - ICAA/CUS/UFMT, Sinop, 2022. Disponível em: https://bdm.ufmt.br/bitstream/1/4070/1/TCC_2021_Gustavo%20Zocolotto.pdf. Acesso em: 24 set. 2025.