

MANEJO DE NITROGÊNIO NOS TEORES DE CLOROFILA DA CULTURA DO MILHO, SOB CONDIÇÕES DE VÁRZEA

Arthur Américo Carvalho¹, Grazielle Pereira Mascarenhas², Edmar Vinicius de Carvalho³, Patrícia Resplandes Rocha dos Santos⁴, Álvaro Santos⁵, Marcelo Carvalho da Silva⁶

¹Estudante do Curso Superior de Engenharia Agrônômica – IFTO. e-mail: <arthur.carvalho2@estudante.ifto.edu.br>

^{2,6}Estudante do Curso Superior de Engenharia Agrônômica – IFTO. Bolsista do CNPq. e-mail: <grazielle.mascarenhas@estudante.ifto.edu.br>, <marcelo.silva10@estudante.ifto.edu.br>

^{3,4}Docente do Curso Superior de Engenharia Agrônômica – IFTO. e-mail: <edmar.carvalho@ifto.edu.br>; <patricia.santos@ifto.edu.br>

⁵Estudante do Curso Superior de Engenharia Agrônômica – IFTO. e-mail: <alvaro.santos2@estudante.ifto.edu.br>

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é uma das principais culturas no Brasil, sendo cultivado em mais de 20 milhões de hectares na safra 2024/2025 (CONAB, 2025), com destaque ao cultivo de safrinha (2ª safra) em sucessão ao cultivo da soja. No Tocantins, de maneira específica, o cultivo de milho nas várzeas tropicais do estado, após a colheita dos campos de sementes de soja na entressafra (que ocorre entre agosto e setembro), é uma alternativa ao cultivo do arroz no período das chuvas.

Um dos fatores chave para o sucesso do cultivo do milho é a adubação nitrogenada, devido a relação do nutriente com o crescimento vegetal, a fotossíntese e estar presente na estrutura de diversas moléculas (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000). Neste ponto, a determinação do teor de clorofila nas folhas é indicativo importante do status nutricional, uma vez que o principal sintoma associado à deficiência de N é o amarelamento das folhas (DEON *et al.*, 2013).

Em números, doses entre 161 a 188 kg ha⁻¹ de N promoveram máximo retorno econômico, segundo trabalhos realizados por LYRA *et al.* (2014) e MARESMA *et al.* (2020). Por outro lado, RAMBO *et al.* (2010) verificaram que doses inferiores a 80 kg ha⁻¹ de N proporcionaram produtividade similar às obtidas com doses superiores a 225 kg ha⁻¹ de N. Em específico aos teores de clorofila, KAPPES *et al.* (2013) revelam influência direta do manejo de nitrogênio (doses ou formas de aplicação) em avaliações realizadas em diferentes estágios de desenvolvimento da planta.

2 OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes formas e doses de nitrogênio nos teores de clorofila foliar, sob condições de várzea tropical.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Lagoa da Confusão, na região das várzeas tropicais no sul do Tocantins (10° 50' 11" S, 49° 33' 21" W, 187 m), em sucessão ao cultivo de feijão caupi branco. Durante todo o período do experimento, os dados do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (AGRITEMPO), revelaram temperaturas máximas e mínimas de 34,5 °C e 23,4 °C respectivamente; e total de precipitação de 1.347 mm.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 5x4 (dose de nitrogênio em cobertura; forma de aplicação) e quatro repetições. A parcela experimental foi constituída por quatro linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,50 m, com uso do híbrido XB 6444 VTPRO4. Para a área útil da parcela foram desconsiderados 0,50 m de cada extremidade e as duas linhas extremas, adotando uma população de 60.000 plantas ha⁻¹.

O experimento foi instalado em 29 de outubro de 2024, de acordo com o adotado na região e após a colheita do feijão, com adubação de base de 100 kg ha⁻¹ de MAP e KCL. Os demais tratamentos culturais (manejo de pragas, doenças e plantas daninhas) foram realizados assim que se fizeram necessários, seguindo as recomendações técnicas (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000).

As doses de nitrogênio em cobertura utilizadas foram: 50, 90, 130, 170, 210, kg de N por hectare. Em relação às formas de aplicação, estas foram: 1 – 100% na semeadura e incorporado; 2 – 100% em cobertura e em dose única no estádio V4; 3 – 100% em cobertura e em dose única no estádio V8; e 4 - 100% em cobertura e parcelado (50% da dose em V4 e 50% em V8). Em todas as situações foi utilizada como fonte de nitrogênio a uréia protegida (46% de N).

As avaliações do índice de clorofila foliar foram realizadas nos estágios V6, V8, Vt, R1, e R3, com o uso de clorofilômetro eletrônico portátil clorofiLOG (Falker) com leituras realizadas no terço superior da última folha expandida ou na folha abaixo e oposta à espiga (após R1) de três plantas por parcela e com uma leitura por planta (adaptado de HURTADO *et al.*, 2011). Foi realizada análise de variância ($p \leq 0,05$) em blocos ao acaso e no esquema fatorial 5x4. Em sequência, os efeitos das doses de nitrogênio em cobertura foram estudados por análise de regressão e a diferença entre as demais fontes de variação avaliadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o software R (R CORE Team, 2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos teores de Clorofila A, foram observadas diferenças significativas quanto ao fornecimento de nitrogênio, obtendo menores valores no estágio V4 (43,64) quando na medição em Vt, e no estágio V8 (42,09; 43,10), com base nas análises entre V6 e Vt (Tabela 1). Resultado semelhante foi observado para os índices de Clorofila B, com destaque para as diferenças registradas na avaliação realizada no estágio V8, cujo valor foi de 29,14 (Tabela 2).

Tabela 1 - Níveis de clorofila A em diferentes estágios fenológicos da cultura do milho associados a diferentes doses e formas de nitrogênio.

Forma	CA.V6	CA.V8	CA.Vt	CA.R1	CA. R3
Semeadura	43,76 a	46,62 a	44,43 a	43,46 a	43,20 a
V4	44,32 a	46,54 a	43,64 b	42,73 a	42,83 a
V8	42,09 b	45,77 a	43,10 b	43,11 a	42,97 a
V4-V8	43,83 a	46,72 a	44,13 a	43,50 a	43,21 a
Doses kg/ha	CA.V6	CA.V8	CA.Vt	CA.R1	CA. R3
50	43,13 a	46,38 a	44,13 a	42,74 a	43,46 a

90	43,28 a	45,98 a	43,91 a	42,96 a	42,33 a
130	43,51 a	46,76 a	43,50 a	43,29 a	43,19 a
170	43,91 a	46,49 a	44,24 a	43,53 a	42,97 a
210	43,66 a	46,43 a	43,84 a	43,48 a	43,31 a
CV	4,29	2,71	2,98	2,71	3,18

CA = Clorofila A; V6 = Estágio vegetativo 6; V8 = Estágio vegetativo 8; Vt = Estágio vegetativo de pendoamento; R1 = Estágio reprodutivo 1; R3 = Estágio reprodutivo 3; CV = Coeficiente de variação; Letras distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Autoria própria.

Tabela 2 - Níveis de clorofila B em diferentes estágios fenológicos da cultura do milho associados a diferentes doses e formas de nitrogênio.

Forma	CB.V6	CB.V8	CB.Vt	CB.R1	CB. R3
Semeadura	27,30 a	31,51 a	32,02 a	33,69 a	33,59 a
V4	27,48 a	31,58 a	30,07 b	31,68 a	31,69 a
V8	22,60 b	29,14 b	28,60 b	32,62 a	33,25 a
V4-V8	26,92 a	32,03 a	32,40 a	34,19 a	33,73 a
Doses kg/ha	CB.V6	CB.V8	CB.Vt	CB.R1	CB. R3
50	25,61 a	31,02 a	31,68 a	32,41 a	34,50 a
90	25,81 a	30,41 a	30,52 a	31,56 a	30,23 a
130	25,54 a	31,19 a	29,46 a	32,98 a	33,79 a
170	26,94 a	31,19 a	31,75 a	34,35 a	33,29 a
210	26,46 a	31,50 a	30,44 a	33,92 a	33,15 a
CV	13,36	9,96	12,69 a	10,93	12,68

CB = Clorofila B; V6 = Estágio Vegetativo 6; V8 = Estágio vegetativo 8; Vt = Estágio vegetativo de pendoamento; R1 = Estágio reprodutivo 1; R3 = Estágio reprodutivo 3; CV = Coeficiente de variação; Letras distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Fonte: Autoria própria.

Estas diferenças, podem ser atribuídas à época de aplicação e a medição dos teores de clorofila. Por exemplo, o adubo aplicado na semeadura foi incorporado ao solo diminuindo as perdas por volatilização (SILVA *et al.*, 2022), e aplicação parcelada proporcionou disponibilidade do nitrogênio de acordo com a necessidade da cultura (REN *et al.*, 2022).

Partindo do ponto de vista das doses, os teores de clorofila não apresentaram diferença significativa tanto na Clorofila A quanto na Clorofila B, que pode ser observado nas Tabelas 1 e 2. Tais resultados podem ter relação com o histórico da área, presença de leguminosas e teor de matéria orgânica (DA SILVA *et al.*, 2020) que afetam a disponibilidade do nitrogênio na cultura do milho, como observado por (BAYER; MIELNICZUK, 1999). Por outro lado, KAPPES *et al.* (2013) encontraram incremento do índice de clorofila foliar em função das doses de nitrogênio e que demonstram a influência do ambiente na resposta do teor de clorofila ao manejo da adubação nitrogenada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As doses de nitrogênio utilizadas não influenciaram os teores de clorofila foliar no período vegetativo ou reprodutivo da cultura do milho. Por outro lado, as formas de aplicação na semeadura ou parcelada em V4-V8 proporcionaram maiores teores de clorofila quando da avaliação em V6 e Vt.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq e ao IFTO pelo fomento e apoio na execução do projeto, que viabilizou a realização desta pesquisa, bem como pela concessão da bolsa de Iniciação Científica, e à Fazenda Dona Carolina pela disponibilização da área e dos insumos.

REFERÊNCIAS

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Acúmulo de resíduos culturais na superfície do solo, nutrição e rendimento do milho afetados por métodos de preparo e sistemas de cultura. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 331–339, 1999.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira**, 2025. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>.>

DA SILVA, E.C. *et al.* Nitrogen recovery from fertilizers and cover crops by maize crop under no-tillage system. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 5, p. 766-774, 2020.

DEON, M. D.; LOPES, P.R.C.; SIGNOR, D. Efeito de doses de nitrogênio sobre os teores de clorofila e nitrogênio foliar na pereira, cv. Princesinha, cultivada no Vale do São Francisco. **Reunião Nordestina de Ciência do Solo**, v. 1, 2013.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho. Guaíba: Agropecuária**, 2000. 360p.

HURTADO, S. M. C. *et al.* Clorofilômetro no ajuste da adubação nitrogenada em cobertura para o milho de alta produtividade. **Revista Ciência Rural**, v.41, n.6, p.1011-1017, 2011.

KAPPES, C.; ARF O.; ANDRADE, J. A. da C. Produtividade do milho em condições de diferentes manejos do solo e de doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1310-1321, 2013.

LYRA, G.B. *et al.* Crescimento e produtividade do milho, submetido a dose de nitrogênio nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Revista Ceres**, v. 61, p.578-586, 2014.

MARESMA, A. *et al.* Accuracy of NDVI-derived corn yield predictions is impacted by time of sensing. **Computers and electronics in agriculture**, v. 169, p.105236, 2020.

RAMBO, L. *et al.* Leaf and canopy optical characteristics as crop-N-status indicators for field nitrogen management in corn. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 173, p. 434-443, 2010.

R CORE Team. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2023. <https://www.R-project.org/>.

REN, B. *et al.* Influences of split application and nitrification inhibitor on nitrogen losses, grain yield, and net income for summer maize production. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, p. 982373, 2022.

SILVA, B.T.C da. Desempenho agrônômico do milho e volatilização de amônia: incorporação da ureia comum na semeadura e uso de inibidor da urease na aplicação em cobertura. **Dissertação PPG Fitotecnia UFRGS**, 2022. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/293171>.>