

# MANEJO BIOLÓGICO DE NITROGÊNIO NOS COMPONENTES PRODUTIVOS DA CULTURA DO MILHO

Antônio Júnior Dorta Costa<sup>1</sup>, Gabriel Luz Coelho<sup>2</sup>, Eduarda Gomes da Silva<sup>3</sup>, Patrícia Ferreira Putencio<sup>4</sup>, Patrícia Resplandes Rocha dos Santos<sup>5</sup>, Edmar Vinícius De Carvalho<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Estudante do Curso Superior de Engenharia Agrônômica – IFTO. Bolsista da FAPT. e-mail: <antonio.costa10@estudante.ifto.edu.br>

<sup>2,3,4</sup>Estudantes do Curso Superior de Engenharia Agrônômica – IFTO. e-mail: <gabriel.coelho4@estudante.ifto.edu.br>; <eduarda.silva9@estudante.ifto.edu.br>; <patricia.putencio@estudante.ifto.edu.br>

<sup>5,6</sup>Docente do Curso Superior de Engenharia Agrônômica – IFTO. Orientador(a). e-mail: <patricia.santos@ifto.edu.br>; <edmar.carvalho@ifto.edu.br>

## 1 INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o nutriente mais vital e exigido pela cultura do milho, desempenhando um papel insubstituível em seu desenvolvimento (ROMZI et al., 2024). Sua importância está na participação em moléculas essenciais como proteínas, ácidos nucleicos e clorofila, o que permite a fotossíntese (TAIZ et al., 2022). Em adição, a ausência ou deficiência de nitrogênio leva a sintomas visíveis de amarelecimento e mal desenvolvimento de seus componentes produtivos (VALDERRAMA et al., 2007)

A fixação biológica de nitrogênio é o processo mais conhecido e amplamente estudado de manejo biológico de nitrogênio (EMBRAPA, 2021). Na cultura do milho, microrganismos como o *Azospirillum* são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico no solo ou em associação com raízes de gramíneas, e embora menor quantidade, contribuem para a ciclagem do nitrogênio no solo e podem ser benéficos para culturas não leguminosas como o milho (HUNGRIA et al., 2010). De maneira mais recente, os produtores possuem à disposição produtos a base de *Methylobacterium symbioticum* que é capaz de fixar nitrogênio convertendo o gás nitrogênio em uma forma que as plantas podem absorver e utilizar. Esse processo ocorre dentro da planta, no tecido foliar, após a bactéria colonizar a folha através dos estômatos. Após, ela utiliza o complexo enzimático chamado nitrogenase para realizar a fixação. Essa forma de fixação foliar permite que a planta tenha um suprimento constante de nitrogênio, complementando a nutrição obtida do solo (FEITOZA et al., 2025).

Apesar da disponibilidade de produtos biológicos para o fornecimento de nitrogênio na cultura do milho, a uréia é a forma mais comum de fornecer nitrogênio à planta com diversos estudos revelando resultados positivos (*i.e.* CRUZ et al., 2012; CARNEIRO et al., 2014). De toda a forma, a busca de práticas mais sustentáveis vem avançado ano após ano na agricultura (PEREIRA et al., 2022).

## 2 OBJETIVO

Avaliar os componentes produtivos da cultura do milho em sucessão ao feijão nas várzeas tropicais, em função do uso de microrganismos fixadores de nitrogênio.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, na safra 2024/2025, em propriedade rural na região das várzeas tropicais do sudeste do Tocantins e em sucessão ao cultivo de feijão. 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 cloreto de potássio e 100 kg/ha de fosfato monoamônico.

Os demais tratamentos culturais (manejo de pragas, doenças e plantas daninhas) foram efetuados assim que necessários, seguindo as recomendações técnicas da cultura do milho (FANCELLI; DOURADO-NETO, 2000). Durante todo o período dos experimentos foram coletados dados de

temperatura e precipitação por meio de consulta à base de dados do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (AGRITEMPO), que revelaram temperaturas máximas e mínimas 34,5 °C e 23,4 °C respectivamente; enquanto a precipitação foi de 1.347 mm.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com oito tratamentos e quatro repetições, sendo a parcela constituída por quatro linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,50 m. Para a área útil da parcela foram desconsiderados 0,50 m de cada extremidade e as duas linhas extremas, adotando uma população de 55 mil plantas ha<sup>-1</sup>, de acordo com o cultivar comercial.

Os tratamentos foram representados pelos seguintes manejos de microorganismos e nitrogênio na cultura do milho: 1 – Testemunha (T), sem a utilização de nenhum dos produtos ou Nitrogênio; 2 - Aplicação de *Azospirillum*, via sulco e após a semeadura, na dose de 200 mL por hectare do produto comercial; 3 - Aplicação de *Methylobacterium symbioticum*, via foliar e entre estádios V4-V8, na dose de 0,333 kg/ha do produto comercial; 4 - Aplicação de 120 kg de N por hectare, em cobertura e entre os estágios V4-V6; 5 - aplicação dos produtos mencionados nos tratamentos 2 e 3, conforme descrição acima; 6 - aplicação dos produtos mencionados nos tratamentos 2 e 4, conforme descrição acima; 7 - aplicação dos produtos mencionados nos tratamentos 3 e 4, conforme descrição acima; e 8 - aplicação dos produtos mencionados nos tratamentos 2, 3 e 4, conforme descrição acima.

No estágio R6 de desenvolvimento (maturação fisiológica), foi realizada a colheita de plantas da área útil da parcela, com avaliação das seguintes características: altura das plantas (AP); altura de inserção da primeira espiga (AE); comprimento da espiga (CE); diâmetro da espiga (DE). Em sequência, as espigas foram trilhadas para obtenção do peso de mil grãos (PMG), em gramas. 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 ( $p \leq 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão os resultados das características agronômicas altura de plantas (208 cm), altura de inserção da primeira espiga (108 cm), comprimento de espiga (16,9 cm), diâmetro de espiga (5,00 cm) e peso de mil grãos (342 g), e que revelam que não houve diferença entre os tratamentos avaliados. Isso sugere que, sob as condições de várzea tropical do Tocantins, o manejo com bioinsumos e adubação nitrogenada não promoveram alterações morfológicas expressivas na planta.

Tabela 1: Componentes produtivos da cultura do milho avaliada sob diferentes manejos de nitrogênio e de bioinsumos em condições de várzea tropical, safra 24/25

Tratamentos	AP - cm	AE - cm	CE - cm	DE - cm	PMG - g
Controle	207 a	110 a	16,4 a	4,97 a	327 a
Az	210 a	110 a	17,1 a	4,92 a	347 a
Ms	201 a	104 a	16,5 a	4,90 a	341 a
N	208 a	107 a	17,0 a	5,00 a	334 a
Az. Ms	208 a	112 a	16,8 a	4,95 a	357 a
Az. N	210 a	105 a	17,0 a	5,00 a	342 a
Ms. N	214 a	112 a	17,2 a	4,97 a	335 a
Az. Ms. N	208 a	103 a	17,3 a	5,00 a	356 a
Média	208	108	16,9	5,00	342
CV%	3,79	5,79	2,46	4,27	6,84

Az (*Azospirillum brasilense*): aplicado logo após o plantio na dose de 0,2 L/ha; Ms (*Methylobacterium symbioticu*): aplicado no estágio V4 na dose de 0,333 kg/ha; N = adubação nitrogenada aplicada no estágio V4 na dose de 120 kg/ha. CV: coeficiente de variação; AP: altura de plantas; AE:

altura de inserção da primeira espiga; CE: comprimento de espiga; DE: diâmetro de espiga; PMG: peso de mil grãos. Letras distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

A avaliação de componentes produtivos é crucial para o melhoramento genético e a validação do desempenho dos híbridos. Essas medições não são apenas dados isolados; elas são componentes diretos da arquitetura da planta e do rendimento final (BORGES et al., 2010). A AP e a AE fornecem informações sobre a suscetibilidade ao acamamento e quebramento, que impactam diretamente a colheita, enquanto o CE, o DE e o PMG são parâmetros essenciais para estimar e compreender a produtividade (SCHWEITZER et al., 2021).

O fato de não ter sido identificado diferença significativa entre os tratamentos utilizados, pode revelar a não ocorrência de deficiência de nitrogênio durante o ciclo da cultura, pois os solos de várzea tropical são frequentemente caracterizados por um elevado teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, por uma alta capacidade de mineralização de nitrogênio (SOUSA et al., 2004). Por outro lado, existem outros fatores que afetam a absorção de nitrogênio e desempenho dos microrganismos, tanto em solo quanto foliar, e que podem ser resumidos em pH do solo, temperatura, umidade do solo e luminosidade (MOREIRA et al., 2006; BOSCHIERO et al., 2023). Em adição, tais características possuem relação direta com o genótipo utilizado e pouca influência do ambiente, como demonstrado por WENDT et al. (2021) e MAGALHÃES et al. (2016).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo dos microrganismos utilizados não influenciou significativamente nos componentes produtivos da cultura do milho, em condições de várzea tropical.

## 6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Federal Tocantins (IFTO) e à Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPT) pelo apoio e fomento que viabilizaram esta pesquisa, incluindo a concessão da bolsa de Iniciação Científica. Estendemos nossos agradecimentos à Fazenda Carolina pela cessão da área e pelo suporte na condução do experimento em campo.

## REFERÊNCIAS

**BORGES, G. A. B.** et al. Relações entre componentes de rendimento e características morfológicas de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 45, n. 11, p. 1381-1388, nov. 2010.

**BOSCHIERO, B. N.** et al. Absorção de nitrogênio pelas plantas: NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. *Agroadvance*, 19 set. 2023.

**CARNEIRO, M. A. C.** et al. Adubação nitrogenada na cultura do milho com ureia revestida por diferentes fontes de polímeros. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 2, p. 659-670, abr./jun. 2014.

**CRUZ, S. F.** et al. Recomendações de nitrogênio para a cultura do milho nos Tabuleiros Costeiros: desempenho produtivo e econômico. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 23 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 109).

**EMBRAPA.** Fixação biológica de nitrogênio (FBN). Brasília, DF: Embrapa, 2021.

**FEITOZA DE JESUS SANTOS, A.; DA CAS BUNDT, A.** A inoculação foliar com *Methylobacterium symbioticum* SB23 melhora a fixação de nitrogênio e a produtividade do milho em diferentes condições edafoclimáticas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, [S. l.], v. 20, n. 2, p. e 4182, 2025.

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

**HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.** Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja: benefícios, desafios e perspectivas. Londrina: Embrapa Soja, 2012.

**HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S.** Inoculação com *Azospirillum brasilense*: uma nova alternativa para o aumento da produtividade de cereais no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2010. (Comunicado Técnico, 108).

**MAGALHÃES, M. P. S.** et al. Performance of tropical maize hybrids expressing stacked traits in a multi-environment trial. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 51, n. 6, p. 777-785, jun. 2016.

**MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.** O ciclo do nitrogênio no solo. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e Bioquímica do Solo*. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. p. 25-50.

**PEREIRA, R. M. P.** et al. Fixação biológica de nitrogênio na produção sustentável de forragem. *Revista Edutec*, v. 3, n. 1, p. 101-114, 2022.

**ROMZI, N. A. I.; SUHAILI, A. Z. M.; NGAH, N.; BAKAR, M. F. A.** The nitrogen effect on plant growth and protein production in maize. *Sarhad Journal of Agriculture*, v. 40, edição especial 1, p. 50-60, 2024.

**SCHWEITZER, C.** et al. Avaliação de caracteres agronômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 68, n. 4, p. 306-313, jul./ago. 2021.

**SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.** Cerrado: correção do solo e adubação. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

**TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A.** *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2022.

**VALDERRAMA, M.; VALDERRAMA, L. A.** Nutrição e adubação do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (Circular Técnica, 102).

**WENDT, R. C.** et al. Performance of Bt maize hybrids expressing resistance to *Spodoptera frugiperda* and *Diabrotica speciosa* in different sowing seasons. *Bragantia*, Campinas, v. 80, 2021