

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JATAÍ (UFJ)
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS (ICA)
CURSO DE AGRONOMIA

MATEUS SOUZA SIMÕES

**Aplicação de Nitrogênio e uso de microorganismos no
desenvolvimento do milho segunda safra**

JATAÍ
2025

MATEUS SOUZA SIMÕES

Aplicação de Nitrogênio e uso de microorganismos no desenvolvimento do milho segunda safra

TCC apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia, do Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Jataí (UFJ), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Professor Dr. Claudio Hideo Martins da Costa

JATAÍ
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFJ.

Simões, Mateus Souza

Aplicação de Nitrogênio e uso de microorganismos no desenvolvimento do milho segunda safra / Mateus Souza Simões. - 2025.

26 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Hideo Martins da Costa

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Jataí, Instituto de Ciências Agrárias, Bacharelado em Agronomia, Jataí, 2025.

Inclui tabelas.

1. adubação nitrogenada. 2. fixação biológica de nitrogênio . 3. inoculante biológico . 4. milho safrinha . I. Costa, Claudio Hideo Martins da , orient. II. Título.

CDU 631/635



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JATAÍ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO DA VERSÃO FINAL

Declaro que o discente Mateus Souza Simões do Curso de Agronomia foi aprovado na defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) com o título final Aplicação de Nitrogênio e uso de microorganismos no desenvolvimento do milho segunda safra na data de 30/06/2025 e efetuou todas as correções pertinentes sugeridas pela banca examinadora, composta pelo seguintes membros:

Orientador(a)	Claudio Hideo Martins da Costa
Membro 1	Simerio Carlos Silva Cruz
Membro 2	Thiago Araújo Barbosa

Declaro ainda que a versão final anexada a este processo está adequada para ser devidamente depositada em repositório institucional.

Prof. Dr. Claudio Hideo Martins da Costa
Docente do Magistério Superior

Observação

Esta declaração deve ser assinada pelo(a) orientador(a)



Documento assinado eletronicamente por **CLAUDIO HIDEO MARTINS DA COSTA, Professor do Magistério Superior**, em 07/07/2025, às 09:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufj.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0408140** e o código CRC

60EAE55A.

Resumo – Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de nitrogênio associadas ao uso de *Methylobacterium symbioticum* no desenvolvimento do milho safrinha. O experimento foi conduzido em Jataí-GO, em Latossolo Vermelho distrófico, com delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 3, totalizando nove tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em três doses de nitrogênio (0, 70 e 100 kg ha⁻¹ de N) combinadas ou não a dois inoculantes biológicos distintos. Foram avaliadas características como estande de plantas, altura, índice de clorofila, número de grãos por espiga, peso de mil grãos e produtividade. A dose de 70 kg ha⁻¹ de nitrogênio associada ao uso de *M. symbioticum* proporcionou maior produtividade. A aplicação de nitrogênio promoveu efeitos positivos no desenvolvimento do milho, com destaque para a dose de 70 kg ha⁻¹ de N, que proporcionou maior altura de plantas e nas doses de 70 e 100 kg ha⁻¹ houve aumento no peso médio de mil grãos. Além disso, a resposta em produtividade à aplicação foliar de inoculantes variou conforme a dose de nitrogênio utilizada.

Palavras-chave: adubação nitrogenada, fixação biológica de nitrogênio, inoculante biológico, milho safrinha, produtividade

Dedico este trabalho aos meus pais, cujo apoio e incentivo constantes sempre me motivaram a buscar o melhor de mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Roberto e Virgínia que sempre me apoiaram e foram a base de tudo na minha vida para eu chegar até aqui.

Ao meu orientador Claudio que tornou essa jornada muito mais simples e por todos os seus ensinamentos.

À minha namorada Amanda que esteve ao meu lado por toda essa jornada na graduação e sempre me apoiou e incentivou a buscar sempre meu melhor.

Aos meus amigos e familiares que tornaram essa caminhada mais leve e alegre.

À universidade UFJ e todo o corpo docente que tornou possível todo meu aprendizado com as aulas e os campos experimentais para pesquisa.

Aos meus colegas do GENAP pela parceria e a troca de conhecimento.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 MATERIAL E MÉTODOS	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4 CONCLUSÕES	20
REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é a cultura agrícola mais produzida no mundo, estima-se a produção total de 1,21 bilhões de toneladas no ano agrícola 2024/2025 de acordo com a USDA (Formigoni, 2025), tendo em vista o Brasil como o 3º maior produtor com a produção estimada em 126,9 milhões de toneladas, com crescimento de 9,9% (Conab, 2025). Dessa forma, nota-se que o motivo pelo qual o milho é uma das culturas mais produzidas e importante no mundo é devido à sua ampla aplicabilidade, que abrange desde a alimentação animal até setores de alta tecnologia. Destaca-se, em especial, o uso do grão na nutrição animal, responsável por aproximadamente 70% do consumo global do cereal. Nos Estados Unidos, cerca de 50% da produção é destinada a essa finalidade, enquanto no Brasil essa proporção varia entre 60% e 80%. Tais números evidenciam a centralidade do milho na estrutura produtiva do agronegócio, consolidando-o como um insumo estratégico para a cadeia agroindustrial e para a segurança alimentar (Duarte; Mattoso; Garcia, 2021).

Compreender os processos fisiológicos, os estágios fenológicos e o manejo adequado da cultura do milho é essencial para alcançar elevada eficiência produtiva. Dentre os elementos que influenciam diretamente o acúmulo de biomassa e a formação de grãos, o suprimento de nitrogênio se destaca como fator crítico, sendo apontado como o principal limitante ao rendimento da cultura (Eckhardt, 2019). O milho apresenta elevada demanda por esse macronutriente durante todo o ciclo, especialmente nas fases de crescimento vegetativo e enchimento de grãos, exigindo estratégias de manejo que assegurem sua disponibilidade em momentos-chave. Nesse sentido, a adubação em cobertura torna-se indispensável como forma de complementar a oferta do solo, otimizando a absorção e promovendo ganhos expressivos de produtividade, sobretudo em sistemas intensivos de produção (Coelho, 2008).

A adubação nitrogenada no cultivo do milho representa um dos maiores custos de produção, principalmente devido à elevada dependência externa: cerca de 70% dos fertilizantes nitrogenados utilizados no Brasil são importados, com preços fortemente influenciados pelas flutuações do mercado internacional de petróleo. Essa dependência torna a prática economicamente vulnerável e suscetível à instabilidade geopolítica. Além disso, o uso intensivo de

fertilizantes nitrogenados minerais está diretamente associado à emissão de gases de efeito estufa (GEE), como o óxido nitroso (N_2O) (Embrapa, 2025).

No contexto brasileiro, a ureia e o sulfato de amônio constituem as principais fontes de nitrogênio para a cultura do milho. No entanto, essas fontes apresentam elevado risco de perdas, seja por volatilização da amônia, lixiviação de nitrato em profundidade ou escoamento superficial, resultando em baixa eficiência de uso do nutriente (Oliveira et al., 2024). Diante dessas limitações técnicas e ambientais, o uso exclusivo de nitrogênio mineral impõe desafios significativos ao manejo nutricional da cultura. Nesse cenário, destaca-se a oportunidade de incorporar estratégias biológicas mais sustentáveis, como a utilização de microrganismos fixadores de nitrogênio, os quais podem contribuir para a redução da dependência de insumos externos e para o aumento da eficiência do uso do nitrogênio aplicado (Silva, 2025).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é realizada por determinados microrganismos que convertem o nitrogênio molecular (N_2) presente na atmosfera em formas nitrogenadas assimiláveis pelas plantas. Além de fornecer nitrogênio diretamente, esses microrganismos também podem aumentar a eficiência de uso dos fertilizantes nitrogenados, ao promover o crescimento radicular. As bactérias responsáveis por esse processo, conhecidas como diazotróficas, ocorrem naturalmente em diferentes formas: vida livre no solo, em associação com gramíneas ou em simbiose com plantas. O gênero *Azospirillum* é um dos mais estudados em gramíneas, com relatos de incrementos no rendimento de grãos de diversas espécies de cereais de até 30% em condições de campo. Entre as estratégias de FBN, destaca-se o uso de microrganismos endofíticos, que, por sofrerem menor competição em relação às bactérias do solo, podem disponibilizar parte do nitrogênio fixado diretamente para a planta. Diversos gêneros de bactérias endofíticas fixadoras de nitrogênio têm sido relatado, incluindo *Acetobacter*, *Azoarcus*, *Gluconacetobacter*, *Herbaspirillum*, *Methylobacterium*, *Klebsiella*, *Burkholderia* (Gomes et al., 2016).

Pesquisas recentes têm inovado com a utilização de uma bactéria recém-identificada, *Methylobacterium symbioticum*, isolada a partir de esporos do fungo simbionte *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* (Vera et al., 2023). Trata-se de uma bactéria Gram-negativa, endofítica e fotossintética, capaz de

penetrar nos tecidos vegetais e se deslocar pelo xilema, onde atua fixando o nitrogênio atmosférico (N_2) e convertendo-o em amônio (NH_4^+) por meio do complexo enzimático nitrogenase, fornecendo assim uma fonte natural de nitrogênio às plantas hospedeiras. Essa atividade biológica permite sua rápida colonização da filosfera, especialmente nos estágios iniciais de desenvolvimento, onde se instala no interior das células fotossintéticas (Silva, 2024).

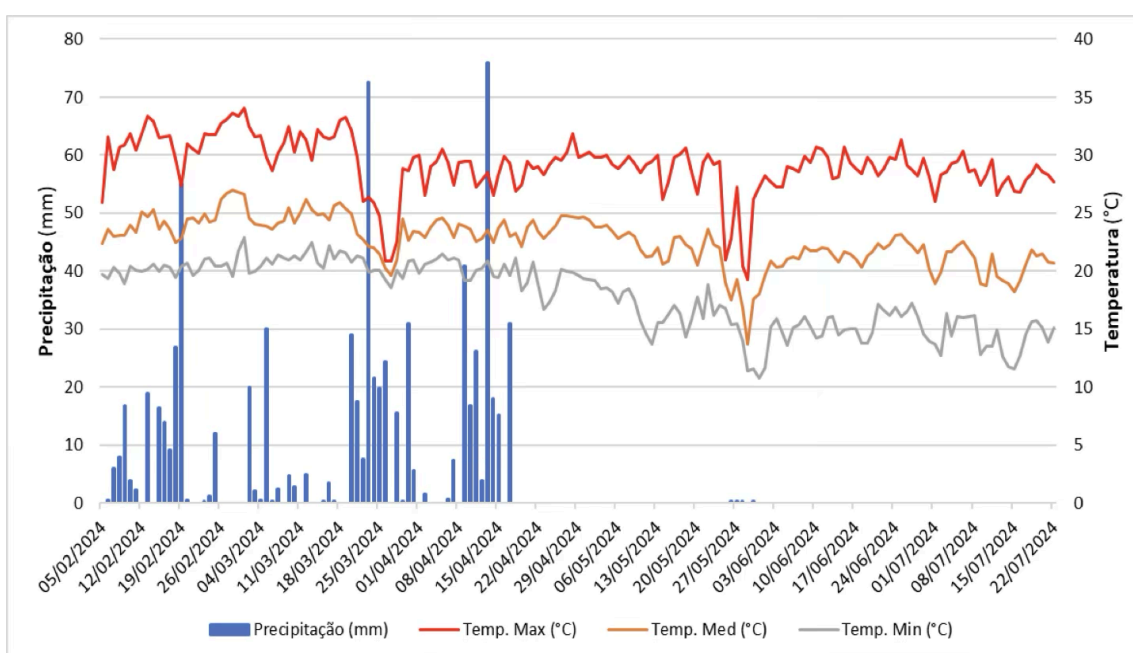
Os estudos conduzidos por Pascual et al. (2020) demonstraram que a aplicação de *M. symbioticum* possibilitou a redução no uso de fertilizantes nitrogenados químicos, sem prejuízo ao crescimento ou à produtividade de culturas como arroz, milho e videira. Na maioria dos casos, a produtividade das plantas tratadas superou a das não tratadas, resultado atribuído à capacidade da bactéria de fixar o nitrogênio atmosférico. Essa atividade enzimática ocorre graças à presença de um complexo nitrogenase composto por redutases de clorofilídeo e ferredoxina: protochlorofilídeo redutases, as quais viabilizam a compensação da redução na adubação nitrogenada sintética. Embora a forma convencional da enzima contenha molibdênio como íon metálico central, em *M. symbioticum* esse elemento pode ser substituído por vanádio, característica específica da espécie.

A espécie *Methylobacterium symbioticum* pode ser uma ferramenta biotecnológica promissora como inoculante biológico na agricultura, justificando a necessidade de investigações mais aprofundadas sobre sua aplicação. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso dessa bactéria na produtividade do milho safrinha associado com a adubação nitrogenada em cobertura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Ariranha, localizada no município de Jataí - GO, talhão Bom Jardim. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, a cidade está localizada em uma região de clima tipo Aw – Tropical sazonal ou Tropical com estação seca no inverno. A temperatura média anual fica geralmente entre 21°C e 25°C, verões quentes e chuvosos, invernos secos e uma precipitação anual com média em torno de 1.400 a 1.700 mm. Na Figura 1 está apresentada a temperatura máxima, mínima e média e a precipitação diária coletada na estação meteorológica da Fazenda.

Figura 1 - Variação da temperatura e da pluviosidade ao longo do ciclo da cultura do milho, do plantio (05/02/2024) à colheita (27/06/2024).



Fonte: Estação meteorológica da Fazenda Ariranha, Jataí – GO.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (Santos et al., 2018). Na camada de 0-20 cm o solo continha 540, 17, 443 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente. Os atributos químicos antes da instalação do experimento está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química do solo na área experimental antes da implantação do experimento na camada de 0-20 cm.

Prof.	pH	M.O	P*	S	K	Ca	Mg	Al	SB	CTC	V
(cm)	CaCl ₂	g.dm ⁻³	--mg dm ⁻³ --	-----cmol _c dm ⁻³ -----							%
0-20	5,53	28	17,8	12,1	0,2	4,0	1,2	0,1	5,5	9,4	58,6
20-40	5,13		11,7	65,8	0,1	2,2	0,8	0,1	3,1	7,6	40,5

*Resina; Prof.: Profundidade; M.O: Matéria orgânica; SB: Soma de bases trocáveis; CTC: Capacidade de troca catiônica a pH 7; V: Saturação por bases. Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 3 x 3, com quatro repetições. Os tratamentos conduzidos no experimento foram de 3 diferentes doses de nitrogênio, sendo 0, 70 e 100 kg ha⁻¹ respectivamente, associadas com os inoculantes *Azospirillum brasilense*, *Methylobacterium symbioticum* e um controle sem inoculante, como descritos no Quadro 1. Cabe ressaltar que as aplicações dos microrganismos foram realizadas via foliar, por ser uma bactéria endofítica que age nas células fotossintéticas, e a adubação nitrogenada foi realizada em cobertura, ambas no estágio V4, quando o estande de plantas já estava definido. A unidade experimental consistiu em parcelas com 8 linhas de 6 metros cada, de modo a considerar como área útil as 6 linhas centrais, descartando a primeira e a última linha de cada parcela.

A semeadura do milho foi realizada em 18 de fevereiro de 2024, no sistema de plantio direto, em sucessão à cultura da soja. Foi utilizada a variedade AS1820PRO4, levando-se em consideração o manejo prévio da área experimental, que incluiu a aplicação de 127 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico em cobertura antes do plantio do milho. A correção do solo foi realizada em setembro de 2023, com a aplicação de 3 t ha⁻¹ de calcário e 1 t ha⁻¹ de gesso agrícola não incorporado, ainda antes da implantação da safra de soja.

Foram realizadas 3 aplicações no manejo fitossanitário da área experimental, a primeira sendo no dia 20/02/24 logo após o plantio na qual foram utilizados os herbicidas glifosato (3,0 L ha⁻¹), terbutilazina (2,0 L ha⁻¹), o fungicida protioconazol, tebuconazol (1,0 L ha⁻¹) e o inseticida acefato (1,0 kg ha⁻¹). Na segunda aplicação do manejo realizada no dia 10/03/24 foram utilizados os herbicidas terbutilazina (2,5 L ha⁻¹) e nicossulfurom (0,01 L ha⁻¹), e o inseticida acetamiprido, alfa-cipermetrina (0,5 L ha⁻¹). Por fim, a última aplicação foi realizada no dia 02/04/24 utilizando o fungicida piraclostrobina, epoxiconazol (0,0075 L ha⁻¹) e o inseticida imidacloprido, bifentrina (0,5 L ha⁻¹).

Quadro 1 - Descrição dos tratamentos propostos.

Tratamento	Fonte	Dose de nitrogênio (Kg ha ⁻¹)	Inoculante
1	-	0	-
2	Ureia	70	-
3	Ureia	100	-
4	-	0	<i>A. brasilense</i> (400 ml ha ⁻¹)
5	Ureia	70	<i>A. brasilense</i> (400 ml ha ⁻¹)
6	Ureia	100	<i>A. brasilense</i> (400 ml ha ⁻¹)
7	-	0	<i>M. symbioticum</i> (333 g ha ⁻¹)
8	Ureia	70	<i>M. symbioticum</i> (333 g ha ⁻¹)
9	Ureia	100	<i>M. symbioticum</i> (333 g ha ⁻¹)

A. brasilense: *Azospirillum brasilense*; *M. symbioticum*: *Methylobacterium symbioticum*.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A colheita das unidades experimentais foi realizada no dia 27 de junho de 2024, feita manualmente, colhendo 4 metros nas 6 linhas centrais de cada tratamento. Para em seguida, avaliar os resultados dos seguintes componentes produtivos:

- Estande de plantas - Contagem do número de plantas em 4 m em quatro linhas no momento da colheita.

- Número de fileiras por espiga - contagem do número de fileiras de 6 espigas amostradas aleatoriamente na área útil da parcela.

- Números de grãos por fileira - contagem do número de grãos de duas fileiras de cada espiga amostrada.

- Número de grãos por espiga - multiplicação do número de grãos médio por fileira pelo número de fileiras.

- Peso de mil grãos (PMG) - Peso médio em gramas de 8 repetições de cem grãos selecionados aleatoriamente das plantas coletadas no momento da colheita.

- Produtividade de grãos - Produtividade obtida em quilogramas colhidos em 4 metros de 6 linhas, convertida para sacas por hectare.

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) e, quando o teste F apresentou significância ($p < 0,10$), foi realizado o teste LSD ($p < 0,10$) para comparar as variáveis qualitativas (inoculante).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os dados de estande de plantas e altura de plantas em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e da aplicação de microrganismos via foliar na cultura do milho. Para o estande de plantas observa-se que não houve interação significativa entre os fatores, bem como diferença isolada dos mesmos ($p > 0,10$), apresentando média geral de 57.167 plantas ha^{-1} .

A altura de plantas também não apresentou interação significativa entre os fatores, porém houve diferença para o fator dose de N ($p = 0,0473$). A maior altura média foi observada na dose de 70 kg ha^{-1} de N (1,21 m), sugerindo resposta moderada à adubação nitrogenada nesta variável. O aumento na altura de plantas pode ser explicado por este nutriente participar da estrutura a ser depositada nos tecidos da planta, influenciando diretamente a divisão celular (Luo; Zhang, 2020). Okumura et al. (2011) verificaram efeito similar no crescimento de plantas de milho, especialmente nos estádios iniciais, pelo fato de o sistema radicular estar pouco desenvolvido, com baixa exploração do solo, tendo assim uma maior exigência nutricional de N nestes períodos.

Tabela 2 - Estande de plantas e altura de plantas em função da adubação nitrogenada de cobertura e da aplicação de microrganismos via foliar na cultura do milho, Jataí – GO, 2025.

Dose de N (Kg ha ⁻¹)	Estande (plantas ha ⁻¹)				Altura de Plantas (m)			
	S.I.	A.B.	M.S.	Média	S.I.	A.B.	M.S.	Média
0	55625	58125	58750	57500	1,16	1,17	1,17	1,16 b
70	58750	55000	59375	57708	1,21	1,17	1,22	1,21 a
100	53750	56875	59375	56667	1,18	1,18	1,16	1,18 b
Média	56042	56667	59167		1,18	1,17	1,18	1,18
p Dose (D)			ns				*	
p Inoculante (I)			ns				ns	
p D*I			ns				ns	

ns = não significativo; * = significativo a 10% de probabilidade; S.I.: Sem inoculante; A.B.: *Azospirillum brasilense*; M.S.: *Methylobacterium symbioticum*; Teste LSD: Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa pelo teste LSD a 10% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na Tabela 3, os dados referentes ao índice de clorofila (SPAD) e o número de grãos por espiga não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos ($p > 0,10$). Já para o número de grãos por espiga é provável que o solo continha teores suficientes de N no momento da definição do número de fileiras e grãos por fileira, que compreende o estágio V4. Tomazela et al. (2006) encontraram resultados semelhantes trabalhando

com híbrido de milho e doses da adubação nitrogenada. Schiavinatti et al. (2011) avaliaram a influência de fontes e modos da adubação nitrogenada, e observaram efeito semelhante ao do presente trabalho.

Tabela 3 - Índice de clorofila (SPAD) e número de grãos por espiga em função da adubação nitrogenada de cobertura e da aplicação de microrganismos via foliar na cultura do milho, Jataí – GO, 2025.

Dose de N (Kg ha ⁻¹)	Índice de clorofila (SPAD)				N ° de grãos (por espiga)			
	S.I.	A.B.	M.S.	Média	S.I.	A.B.	M.S.	Média
0	44,6	41,6	42,7	43,0	616	581	609	602
70	46,2	44,9	44,5	45,2	643	634	635	638
100	45,2	43,8	45,3	44,8	621	657	634	637
Média	45,4	43,5	44,2		627	624	626	
p Dose (D)	ns				ns			
p Inoculante (I)	ns				ns			
p D*I	ns				ns			

ns = não significativo; SPAD: Soil Plant Analysis Development; S.I.: Sem inoculante; A.B.: *Azospirillum brasilense*; M.S.: *Methylobacterium symbioticum*.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A Tabela 4 demonstra os efeitos das doses de nitrogênio e inoculantes sobre o peso de mil grãos (PMG) e produtividade. Houve diferença significativa para o peso de mil grãos para as doses de N, e para produtividade ($p < 0,10$) em função das doses de N e dos inoculantes, bem como para a interação entre esses fatores ($p = 0,0001$). A massa de grãos é um importante parâmetro

ligado a produtividade de grãos, e que conforme a literatura pode ser influenciado por doses de N (Veloso et al., 2006), sistemas de produção (Castoldi et al., 2011), anos agrícolas (Shiavinatti et al., 2011) e pelas condições climáticas na fase de enchimento dos grãos.

Tabela 4 - Efeitos das doses de nitrogênio e inoculantes sobre o peso de mil grãos (PMG) e produtividade, Jataí – GO, 2025.

Dose de N (Kg ha ⁻¹)	PMG (g)				Produtividade (sacas ha ⁻¹)			
	S.I.	A.B.	M.S.	Média	S.I.	A.B.	M.S.	Média
0	239	244	255	246 b	138 Ab	114 Bb	141 Ab	131
70	265	253	256	258 a	147 Bab	141 Ba	157 Aa	148
100	270	273	252	265 a	153 Aa	136 Ba	124 Cc	137
Média	258	257	254		146	130	141	
p Dose (D)			*				*	
p Inoculante (I)			ns				*	
p D*I			ns				*	

ns = não significativo; * = significativo a 10% de probabilidade; PMG: Peso de mil grãos; S.I.: Sem inoculante; A.B.: *Azospirillum brasilense*; M.S.: *Methylobacterium symbioticum*; Teste LSD: Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa pelo teste LSD a 10% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A maior produtividade foi observada na dose de 70 kg ha⁻¹ de N com o inoculante *M. symbioticum*, atingindo 156,7 sacos ha⁻¹. Entretanto, na dose de 100 kg ha⁻¹ de N houve redução da produtividade em relação ao controle, o que

indica que em doses mais elevadas de N associadas ao *M. symbioticum* a assimilação do N via solo pela planta pode ser prejudicado.

O *A. brasilense* em relação ao controle obteve as menores médias nas doses de 0 e 100 kg de N ha⁻¹. Silva Junior, Freitas e Rezende (2021) também não observaram efeito da inoculação com *A. brasilense*, o que difere de Sangoi et al. (2015), independente do sistema de manejo e da dose de adubação a inoculação contribuiu para aumento da produtividade de grãos. As bactérias diazotróficas, por estarem associadas livremente as plantas, na rizosfera ou no interior dos tecidos vegetais, podem se tornar vulneráveis às intempéries climáticas, o que pode proporcionar uma menor eficiência (Gyaneshwar et al., 2002); além de que as características do solo (Dobbelaere et al., 2002), temperatura, umidade e a presença de outros microrganismos que podem estar associados baixa resposta da inoculação.

4 CONCLUSÕES

1 - A aplicação de 70% da dose recomendada de N resulta em maior altura das plantas do milho;

2 - A aplicação de nitrogênio resulta em incremento do peso médio de mil grãos (PMG);

3 - A resposta das plantas em função da aplicação de *Methylobacterium symbioticum*, com a dose de 70 kg ha⁻¹ de N, proporciona maior produtividade.

REFERÊNCIAS

CASTOLDI, G.; COSTA, S. S. M.; COSTA, L. M.; PIVETTA, L. A.; STEINER, F. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**. (Online) vol. 33 n.1 Maringá Jan./Mar. 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-6212011000100020&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 02 mai. 2025.

COELHO, A.M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Sete Lagoas: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007. 11 p. (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Circular técnica, 96).

COELHO, A.M. Nutrição e Adubação do Milho. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. **A cultura do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2024/25 8º levantamento**, v. 12, n.8, 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/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 23 mai. 2025.

CONTINI, E.; MOTA, M.M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R.A.; DA SILVA, A.F.; DA SILVA, D.D.; MACHADO, J.R.A.; COTA, L.V.; DA COSTA, R.V.; MENDES, S.M. **Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rubens-Miranda-2/publication/342476155_SERIE_DESAFIOS_DO_AGRONEGOCIO_BRASILEIRO_NT2_Milho_-_aracterizacao_e_Desafios_Tecnologicos/links/5ef5f8a1a6fdcc4ca4313222/SERIE-DESAFIOS-DO-AGRONEGOCIO-BRASILEIRO-NT2-Milho-Characterizacao-e-Desafios-Tecnologicos.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

DOBBELAERE, S.; CROONENBORGHS, A.; THYS, A.; PTACEK, D.; OKON, Y.; VANDERLEYDEN, J. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. iraquense* strains on development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. **Biology and Fertility of Soils**, v. 36, n. 4, p. 284-297. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00374-002-0534-9>. Acesso em: 21 abr. 2025.

DUARTE, J.O.; MATTOSO, M.J.; GARCIA, J.C. Milho: Importância Socioeconômica. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica>. Acesso em: 28 mai. 2025.

ECKHARDT, O. O nitrogênio na cultura do milho. **UFSM: Programa de Educação Tutorial**, 2019. Disponível em: <https://www.ufsm.br/pet/agronomia/2019/09/10/o-nitrogenio-na-cultura-do-milho>. Acesso em: 19 mai. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Fixação biológica de Nitrogênio**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-fixacao-biologica-de-nitrogenio/nota-tecnica>. Acesso em 15 mai. 2025.

FORMIGONI, I. **Estoque mundial de milho: nova revisão de queda em abril de 2025**. 10 abr. 2025. Disponível em: <https://www.farmnews.com.br/mercado/estoque-mundial-de-milho-nova-revisao-de-queda-em-abril-de-2025/>. Acesso em: 20 mai. 2025.

GOMES, E.A.; SILVA, U.C.; PAIVA, C.A.O.; LANA, U.G.P.; MARRIEL, I.E.; SANTOS, V.L. Microorganismos Promotores do Crescimento de Plantas. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, v. 208, 2016. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1063799/1/doc208.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2025.

GUIMARÃES, L.J.M. **Dia Nacional do Milho - A Importância do Milho para o Agronegócio Brasileiro**. 24 mai. 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/89583335/artigo-dia-nacional-do-milho---a-importancia-do-milho-para-o-agronegocio-brasileiro#:~:text=Em%20suma%2C%20o%20milho%20j%C3%A1,da%20matriz%20energ%C3%A9tica%20do%20Pa%C3%ADs>. Acesso em: 02 abr. 2025.

GYANESHWAR, P.; KUMAR, G.N.; PAREKH, L.J.; POOLE, P.S. (2002). Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. **Plant and soil**, v. 245, n.1, p. 83-93, 2002. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1020663916259>. Acesso em: 16 abr. 2025.

JUNIOR, J.A.M.S.; FREITAS J.M.; REZENDE, C.F.A. Produtividade do milho associado a inoculação com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de adubação nitrogenada. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, 202. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349495882_Produtividade_do_milho_associado_a_inoculacao_com_Azospirillum_brasilense_e_diferentes_doses_de_adubacao_nitrogenada. Acesso em: 14 mar. 2025.

LUO, L.; ZHANG, Y.X.G. How does nitrogen shape plant architecture. **Journal of Experimental Botany**, v. 71, p.4415-4427, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32279073>. Acesso em: 06 mai. 2025.

MAGALHÃES, D.L.; MATOS R.S.; SOUZA A.O.; NEVES R.F.; COSTA M.M.B.; RODRIGUES A.A.; SOUZA C.L. Acesso à saúde e qualidade de vida na zona rural. **Research, Society and Development**, v. 11, n.3, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26906/23482>. Acesso em: 24 mai. 2025.

OKUMURA R. S.; MARIANO, D. C; ZACCHEO, P.V.C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v. 4, n. 2, p. 226-244, 2011. Disponível em: <http://200.201.10.18/index.php/repaa/article/view/1337/1456>. Acesso em: 23 mar. 2025.

PAIVA, C.A.O.; MATTOS, B.B.; GOMES, E.A.; MARRIEL, I.E.; SILVA, U.C.; SANTOS, V.L. Inoculantes de Microrganismos Promotores de Crescimento em Milho: Transferindo a Diversidade do Laboratório para o Campo. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, v. 227, 2018. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1099689/1/doc227.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2025.

PASCUAL, J.A.; ROS, M.; MARTÍNEZ, J.; CARMONA, F.; BERNABÉ, A.; TORRES, R.; LUCENA, T.; AZNAR, R.; ARAHAL, D.R.; FERNÁNDEZ, F. *Methylobacterium symbioticum* sp. nov., a new species isolated from spores of *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*. **Current Microbiology**, v. 77, p. 2031–2041, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32594222/>. Acesso em: 18 abr. 2025.

SANGOI, L.; SILVA, L.M.M.D.; MOTA, MR.R.; PANISON, F.; SCHMITT, A.; SOUZA N.M.D.; SCHENATTO, D.E. Desempenho agrônômico do milho em razão do tratamento de sementes com *Azospirillum* sp. e da aplicação de doses de nitrogênio mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 4, p. 1141-1150, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/wzPz8szHhW4XSLBnpMnFMRh/?lang=pt>. Acesso em: 12 mar. 2025.

SCHIAVINATTI, A. F.; ANDREOTTI, M.; BENETT, C. G. S.; PARIZ, C. M.; LODO, B. N.; BUZETTI, S. Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio nos componentes da produção e produtividade do milho irrigado no cerrado. **Bragantia, Campinas**, v. 70, n. 4, p.925-930, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/brag/v70n4/27.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2025.

TOMAZELA, A. L.; FAVARIN, J. L.; FANCELLI, A. L.; MARTIN, T. N.; DOURADO NETO, D.; REIS, A. R. Doses de nitrogênio e fontes de Cu e Mn suplementar sobre a severidade da ferrugem e atributos morfológicos do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas. v.5, p.192-201. 2006. Disponível em: <https://rbms.sede.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/182>. Acesso em: 22 abr. 2025.

VELOSO, M. E. C.; DUARTE, S. N.; NETO, D. D.; MIRANDA, J. H.; SILVA, E. C.; SOUSA, V. F. Doses de nitrogênio na cultura do milho, em solos de várzea, sob sistema de drenagem subterrânea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 3, p. 382-394, 2006. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/200/200>. Acesso em: 14 abr. 2025.

VERA, R.T.; GARCÍA, A.J.B.; ÁLVAREZ, F.J.C.; RUIZ, J.M.; MARTÍN, F.F. Application and effectiveness of *Methylobacterium symbioticum* as a biological inoculant in maize and strawberry crops. **Folia Microbiologica**, v. 69, p. 121–131, 2024. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12223-023-01078-4>. Acesso em: 26 mai. 2025.