

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA

USO DO *Azospirillum brasiliense* ASSOCIADO A COBERTURA
NITROGENADA NO MILHO

Camila Vitória de Paula Guimarães
Eduardo Gabriel Cotrim Machado

ANÁPOLIS-GO
2025

**CAMILA VITÓRIA DE PAULA GUIMARÃES
EDUARDO GABRIEL COTRIM MACHADO**

**USO DO *Azospirillum brasiliense* ASSOCIADO A COBERTURA
NITROGENADA NO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Evangélica de Goiás -
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Produção Vegetal

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cláudia Fabiana
Alves Rezende

**ANÁPOLIS-GO
2025**

Guimarães, Camila Vitória de Paula / Machado, Eduardo Gabriel Cotrim
Uso do *Azospirillum brasiliense* associado a cobertura nitrogenada no milho /Camila Vitória de Paula Guimarães; Eduardo Gabriel Cotrim Machado. – Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.
34 páginas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cláudia Fabiana Alves Rezende

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.

1. *Zea Mays*. 2. Adubação nitrogenada 3. Bactérias diazotróficas I Camila Vitória de Paula Guimarães/ Eduardo Gabriel Cotrim Machado. II. Uso do inoculante *Azospirillum brasiliense* associado a cobertura nitrogenada em diferentes estágios de desenvolvimento do milho.

CDU 504

**CAMILA VITÓRIA DE PAULA GUIMARÃES
EDUARDO GABRIEL COTRIM MACHADO**

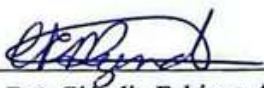
**USO DO *Azospirillum brasiliense* ASSOCIADO A COBERTURA
NITROGENADA NO MILHO**

Monografia apresentada à Universidade
Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA,
para obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Área de concentração: Produção Vegetal

Aprovada em: 24 de Novembro de 2025

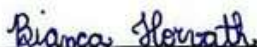
Banca examinadora



Prof^ª. Dr^ª. Cláudia Fabiana Alves Rezende
UniEvangélica
Presidente



Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza
UniEvangélica



Prof^ª. Dr^ª. Bianca de Oliveira Horvath Pereira
UniEvangélica

Dedicamos esse trabalho e qualquer outro sucesso a Deus e aos nossos pais, que, sob muito sol, nos fizeram chegar aqui pela sombra.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela oportunidade e por nos guiar, amparar e sustentar durante toda nossa vida. Obrigada Pai por todos os feitos que fez e faz por nós a todos os instantes.

Eu, Camila, não poderia deixar de agradecer a minha família por todo carinho, apoio e incentivo durante essa jornada. Agradeço especialmente ao meu pai Antônio que me mostrou o amor e respeito pela a terra e pela agricultura, agradeço a minha mãe Cleide por me ensinar a contar com Deus e agradeço a minha irmã Geovana pela parceria e por me fazer acreditar que no fim tudo vai dar certo, agradeço por acreditarem em mim mais que eu mesma e me acompanharem durante essa jornada.

Agradeço aos meus familiares e amigos de Vianópolis e da UniEvangélica por todo e qualquer incentivo, apoio e por deixarem meus dias mais leves durante esse processo, em especial aos da faculdade, Eduardo, Kammilla, Izabella, Nayara e Flavia que estiveram comigo nos momentos mais desafiadores, compartilhando risadas, duvidas e muitos sonhos. E em especial a minha amiga Tatiane, que esteve ao meu lado nessa jornada. Essas amizades fizeram total diferença e tornou esse caminho muito mais leve e especial. Obrigada por me ouvirem, me incentivar nos desafios e celebrar comigo cada pequena vitória.

Eu, Eduardo, agradeço primeiramente a Deus e a todos os que contribuíram junto a mim nessa caminhada em busca de novos conhecimentos tanto na vida profissional quanto pessoal. Agradeço especialmente aos meus pais Arnaldo e Elaine, em primeiro meu pai Arnaldo que com o trabalho arduo da vida de produtor rural, me ensinou a cultivar e a trabalhar a terra, agradeço a minha mãe Elaine por me fazer persistir na busca de um sonho, mesmo em meio as dificuldades não me deixou abrir mão. Agradeço também aos meus irmãos Alessandro e Maria Eduarda pelo apoio e união entre nós, agradeço minha namorada Layla por sempre me apoiar, por acreditar no meu potencial e deixar-me calmo em meio as tribulações dessa jornada.

Agradeço aos familiares, tios, avó e primos, aos amigos da minha cidade Vianópolis e aos que surgiram dentro da UniEvangélica pois foi de grande importância durante esses anos de formação, em especial a Camila, Kammilla, Izabella, Nayara e Flavia, que juntos enfrentamos barreiras nos fazendo pessoas mais fortes, agradeço pelas risadas e pelos momentos descontraídos que tivemos durante todos esses anos.

Agradecemos a todos os professores da instituição que nos ensinaram a sermos profissionais, agradecemos por toda aplicação, ensino e puxão de orelha que hoje nos torna capazes de exercer a nossa profissão. Agradecemos em especial a nossa orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Cláudia Fabiana Alves Rezende, por nos orientar, nos ensinar e por nos compreender durante a graduação e a escrita desse trabalho.

“A agricultura é a arte de saber esperar”

Riccardo Bacchelli

SUMÁRIO

RESUMO	ix
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1. A CULTURA DO MILHO	10
2.2. EXIGÊNCIAS DA CULTURA	11
2.3. ADUBAÇÃO NITROGENADA	12
2.4. <i>Azospirillum brasiliense</i>	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. TIPO DE PESQUISA E CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL.....	17
3.2. DELINEAMENTO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5. CONCLUSÃO	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

RESUMO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes no Brasil. O uso de bactérias promotoras de crescimento, como *Azospirillum brasilense*, tem se destacado como alternativa sustentável à adubação convencional, promovendo maior eficiência no uso do nitrogênio por meio da fixação biológica. Este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento morfológico e a produtividade do milho inoculado por *A. brasilense* em diferentes aplicações de N em cobertura. O experimento foi conduzido em Vianópolis (GO), em delineamento em blocos ao acaso com quatro tratamentos: testemunha, *A. brasilense* + ureia em V4, *A. brasilense* + ureia em V4 e V8 e apenas *A. brasilense* com quatro repetições cada. As doses de N foram de 222,2 kg ha⁻¹. As variáveis avaliadas incluíram altura de planta, diâmetro de colmo, massa verde, altura de inserção da espiga, produção. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F, se aplicou o teste de médias de Tukey. Conclui-se que a aplicação do inoculante não resultou em aumento significativo de produtividade, embora a combinação de *A. brasilense* com adubação parcelada tenha promovido melhorias no diâmetro do caule e na altura das plantas.

Palavras-chave: *Zea mays*, Adubação nitrogenada, Bactérias diazotróficas.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) se sobressai como um dos principais alimentos e uma das culturas de maior relevância no setor agrícola. Este grão é um alimento indispensável para comunidades de baixa renda. Em diversos países, além de ser comumente usados em distintos produtos industrializados, como óleo, bebidas e o amido. Também é usado como um recurso energético para a criação de animais (MARQUES et al., 2024).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025), a previsão da área de cultivo é de aproximadamente 21.192 milhões de hectares (ha), e uma produção de 122.016,8 mil toneladas (t), 5,5% maior que a safra 2023/24, sendo que o Brasil ocupa o terceiro lugar como maior produtor de milho. Apesar do atual potencial genético das plantas de milho, a produtividade média de grãos no Brasil ainda apresenta níveis relativamente baixos (HUNGRIA et al., 2022).

Diante desse cenário, a adequada nutrição da cultura é um fator essencial para maximizar a produtividade. O milho possui uma elevada necessidade de nutrientes, especialmente nitrogênio (N), cuja gestão eficiente pode trazer benefícios agronômicos, ambientais e econômicos. O N é um dos elementos essenciais para o crescimento da planta, mas também um dos mais complexos de manejar, devido às dificuldades em avaliar sua disponibilidade no solo e aos riscos de perdas por evaporação e lixiviação. Para minimizar esses problemas, sua aplicação deve ocorrer de forma fracionada nos períodos críticos da cultura (SILVA JUNIOR et al., 2021).

Nos períodos críticos da cultura, a recomendação de adubação de cobertura para plantações de sequeiro é de 60 a 100 kg N ha⁻¹. No caso de plantações irrigadas, esse valor aumenta para 120 a 160 kg N ha⁻¹, devido ao uso mais intenso de tecnologia. Uma das estratégias para reduzir a aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho é a inoculação com bactérias que estimulam o crescimento das plantas e a fixação biológica de nitrogênio (FBN) (SILVA JUNIOR et al., 2021).

Na FBN, alguns organismos presentes na natureza têm a capacidade de absorver o N do ar e convertê-lo em amônia (NH₃), um processo que responde por aproximadamente 65% do N fixado na Terra, sendo considerado o segundo mais relevante, depois da fotossíntese (FREIRE et al., 2022). Dentre os microrganismos envolvidos nesse processo, destacam-se as bactérias do gênero *Azospirillum*, conhecidas por sua associação com diversas culturas agrícolas, incluindo

o milho, promovendo melhorias no desenvolvimento das plantas e na eficiência do uso do N (OLIVEIRA et al., 2021).

Diante disso, os inoculantes que contêm bactérias vêm ganhando espaço como alternativa parcial ou total aos fertilizantes químicos. No Brasil, por exemplo, duas cepas de *Azospirillum brasilense*, Ab-V5 e Ab-V6, são utilizadas comercialmente como inoculantes desde 2009, com um mercado que ultrapassa 10 milhões de doses por ano (HUNGRIA et al., 2022).

As bactérias do gênero *Azospirillum* têm a habilidade de quebrar a tripla ligação do N através da enzima dinitrogenase reduzindo o N_2 à amônia, além de produzir fitohormônios que promovem a expansão das raízes de várias espécies vegetais. Aumenta a absorção de água e minerais, aumentando a resistência a estresses como a salinidade e seca, o que leva a uma planta mais vigorosa e produtiva (SILVA et al., 2021). Além disso, são capazes de produzir auxinas, substâncias que promovem o crescimento das plantas, resultando em uma utilização reduzida de N nessas plantas (ALVES et al., 2021).

Segundo Duarte et al. (2021), a inoculação de sementes de milho com bactérias do gênero *Azospirillum* têm revelado avanços notáveis em diversos aspectos relacionados ao desenvolvimento inicial, final, acúmulo de biomassa e produção de grãos. Já Porto et al. (2020), observaram que a inoculação com *A. brasilense* impulsionou o crescimento do milho, o comprimento de raízes, diâmetro do colmo.

Pacheco et al. (2024), analisou o desempenho do milho inoculado com *A. brasilense*, e observaram aumento no peso de grãos por espiga e o diâmetro de espiga, mas não se ocorreu diferença estatística no rendimento dos grãos. Já Silva et al. (2020), observaram que a inoculação com *A. brasilense* proporcionou um aumento no comprimento de espiga e números de linhas de grão na espiga.

Pesquisas recentes mostram que a inoculação com *A. brasilense* pode reduzir em até 25% a necessidade de adubação nitrogenada no milho, sem comprometer a produtividade. Além disso, essa prática contribui para a redução de gases de efeito estufa, tornando-se uma alternativa sustentável (HUNGRIA et al., 2022).

Embora diversos estudos apontem benefícios da inoculação com *A. brasilense*, ainda há lacunas no conhecimento sobre sua interação com diferentes doses de N em cobertura e seus impactos na produtividade do milho (ALVES et al., 2021). Diante do exposto, o objetivo com este trabalho foi verificar o desenvolvimento morfológico e a produtividade do milho inoculado por *A. brasilense* em diferentes aplicações de N em cobertura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é uma monocotiledônea da família Poaceae, muito domesticada e com ciclo que depende do genótipo e do clima da região, podendo variar de 90 a mais de 180 dias. É uma espécie C4 sendo extremamente eficiente na assimilação de CO₂, com alta taxa de atividade fotossintética. As variedades melhoradas estão entre as espécies alimentares mais produtivas mundialmente. A taxa de multiplicação é uma das mais elevadas da produção vegetal, possibilitando produtividades superiores a 15 t ha⁻¹ com menos de 20 kg de sementes. O milho é uma planta milenar originada da planta teosinto na região do México (PATERNIANI et al., 2000; PARK et al., 2016).

Foi base para alimentação das civilizações maia, asteca e inca que reverenciavam o cereal na cultura, presente nas manifestações religiosas e artísticas desses povos. O milho já fazia parte da dieta indígena na época de descoberta do Brasil em 1500 (PATERNIANI et al., 2000).

O milho é cultivado em praticamente todos os continentes e desempenha um papel econômico significativo devido à variedade de suas aplicações, que vão desde a ração para animais até setores de alta tecnologia, como a fabricação de filmes e embalagens biodegradáveis. Aproximadamente 70% da produção global de milho é utilizada na alimentação de animais, com este número podendo alcançar até 85% em nações desenvolvidas. De modo geral, apenas 15% da produção total é direcionada ao consumo humano, seja de maneira direta ou indireta (CRUZ et al., 2008).

O cultivo do milho ocorre em quase todas as áreas do Brasil, apesar de a maior parte da colheita se encontrar nas regiões Centro-Oeste responsável por 54% da produção; Sul, 20% da produção e Sudeste, 9% da produção. Além do protagonismo do Centro-Oeste, que se destaca pelo cultivo da segunda safra, outras regiões também possuem papel relevante na produção de milho (BOSCHIERO, 2024).

No Sul, os Estados do Paraná e do Rio Grande do Sul se destacam com produção concentrada na primeira safra, impulsionada pelo clima mais ameno e pela forte presença de pequenas e médias propriedades. Já no Sudeste, Minas Gerais lidera a produção regional, beneficiando-se da integração entre lavoura e pecuária. O Nordeste, embora represente uma parcela menor da produção nacional, tem demonstrado avanços com o uso de irrigação e adaptação de cultivares resistentes à seca, especialmente nos estados da Bahia e Maranhão. Por

sua vez, a região Norte ainda tem baixa representatividade, mas apresenta potencial de crescimento, principalmente no Tocantins e no Pará (BOSCHIERO, 2024).

A colheita de grãos para a safra 2023/2024 está prevista para totalizar 298,41 milhões T⁻¹, o que representa uma diminuição de 21,4 milhões de T⁻¹ em comparação com o volume do ano anterior. Essa queda é atribuída, em grande parte, à lentidão no restabelecimento das chuvas no começo do período de plantio, juntamente com a baixa quantidade de chuvas ao longo de parte do ciclo de cultivo nas regiões do Centro-Oeste, em Matopiba, em São Paulo e no Paraná, além do excesso de chuvas que ocorreu no Rio Grande do Sul, especialmente nas áreas de primeira safra. Os Estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul também enfrentaram condições desfavoráveis durante o crescimento das culturas de segunda safra. Apesar disso, está ainda é a segunda maior produção a ser colhida na trajetória histórica da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2023).

2.2. EXIGENCIAS DA CULTURA

O amônio (NH₄) e o nitrato (NO₃) são as principais fontes de N para as plantas, representando menos de 2% do nitrogênio total do solo. Levando em conta que praticamente todo o mundo está envolvido, é quase impossível negar que a maioria dos indivíduos está envolvida. A presença de N no solo, na forma orgânica, também deve ser levada em conta durante o ciclo da cultura (COELHO, 2006). Durante a safra de verão, a orientação é de 20 a 40 kg ha⁻¹ de N no sulco de plantio e 60 a 120 kg ha⁻¹ em cobertura, conforme a cultura e a capacidade produtiva do solo (OLIVEIRA, 2003).

Embora as necessidades de fósforo (P) sejam inferiores às de N e potássio (K), as quantidades sugeridas costumam ser elevadas devido à baixa eficiência (20 a 30%) na utilização desse nutriente pelas plantas. Isso se deve à forte tendência do P adicionado ao solo de se fixar, por meio de processos de adsorção e precipitação, o que diminui sua acessibilidade para as plantas. Outro aspecto a ser considerado é a exigência de P pela cultura. Culturas de crescimento rápido e intenso, como o milho, necessitam de um maior teor de fósforo na solução e uma reposição mais ágil do P-adsorvido em comparação com plantas perenes (COELHO, 2006).

As orientações variam conforme a quantidade de P já presente no solo e a taxa de argila do solo. Para solos com um teor de argila inferior a 360 g kg⁻¹, a quantidade de P₂O₅ recomendada varia entre 30 e 90 kg ha⁻¹, dependendo da presença de P no solo. Em contrapartida, para solos que possuem um teor de argila superior a 360 g kg⁻¹, a recomendação de P₂O₅ muda de 30 a 120 kg ha⁻¹, baseado na quantidade já existente (OLIVEIRA, 2003).

O milho é a cultura que utiliza o K em maiores proporções, sendo que apenas uma fração de 30% é liberada nos grãos. Até recentemente, as reações do milho ao K em testes de campo eram geralmente menos comuns e mais discretas quando comparadas às observadas para fósforo e N, principalmente devido aos níveis reduzidos de produtividade alcançados (COELHO, 2006).

Em estudos, têm sido notadas reações favoráveis em experimentos que envolvem densidade de plantio; novos híbridos com maior rendimento; a prática da sucessão entre soja e milho, uma leguminosa que demanda muito e retira K do solo; a utilização frequente de fertilizantes que apresentam baixas concentrações de K; o aumento do cultivo de milho como forragem, que também tem alta exigência de K; e a ampliação de áreas irrigadas com uso intensivo do solo, resultando em um aumento do potencial produtivo (COELHO, 2006).

Para a sugestão de K, o critério que deve ser utilizado é praticamente o mesmo que o do fósforo, levando em conta o nível de K já existente no solo e a quantidade de argila. Em solos cujos teores de argila são inferiores a 360 g kg^{-1} , a dosagem de K_2O oscila entre 40 a 70 kg ha^{-1} , dependendo da concentração de K no solo. Por outro lado, em solos com teor de argila superior a 360 g kg^{-1} , a quantidade recomendada de K_2O varia de 30 a 70 kg ha^{-1} , também conforme a quantidade disponível no solo (OLIVEIRA, 2003).

2.3. ADUBAÇÃO NITROGENADA

O milho é uma planta que absorve grandes volumes de N, sendo que 70 a 90% dos experimentos conduzidos em campo apresentaram respostas à aplicação de N. Há diversos elementos a serem levados em conta ao decidir sobre a necessidade de adubação, tais como: condições edafoclimáticas, métodos de plantio (plantio direto e convencional), período de cultivo, épocas de plantio (normal e safrinha), resposta do material genético, rotação de culturas, época e a forma de aplicação, as fontes de N, os aspectos econômicos e operacionais são discutidos. Isso destaca a exigência de que as orientações sobre N devem se tornar cada vez mais precisas e não de forma ampla (COELHO, 2006).

A cultura passa por diferentes momentos de absorção intensa: o primeiro ocorre durante a etapa de assimilação, crescimento vegetativo, de V4 a V12 folhas, período em que o número potencial de grãos está sendo estabelecido. E o segundo, na fase de reprodução ou desenvolvimento da espiga, quando o potencial de produção é alcançado (CRUZ et al., 2011).

A aplicação de 200 kg ha^{-1} de N resultou em um aumento na quantidade de grãos por fileira, aumentando assim o rendimento de grãos. No entanto, o número de fileiras por espiga

não variou estatisticamente (TOMAZELA, 2005). Debastiani (2016) notou que nos tratamentos com fertilização nitrogenada houve um aumento na altura das plantas, na altura de inserção da espiga, no número de fileiras por espiga, no número de grãos por espiga e no número de grãos por fileira. No entanto, o diâmetro do colmo não variou. Estatisticamente, ao contrário de Soratto et al. (2010), que notaram um crescimento no diâmetro do colmo com adubação nitrogenada.

O N é um nutriente em constante transformação, que pode ser perdido através de lixiviação, volatilização em amoníaco (N-NH_3), nitrificação, desnitrificação, mineralização, imobilização e mobilização. Isso sugere que o parcelamento do N pode ser uma opção para tentar reduzir as perdas e otimizar a disponibilidade do nutriente para a plantação (RAMBO et al., 2004).

A ureia é a fonte nitrogenada mais utilizada na cultura do milho, porém também é a que apresenta maior potencial de perda por volatilização. Após a aplicação, a ureia sofre hidrólise pela ação da enzima urease, processo que é acelerado em solos quentes e com baixa umidade. Nessas condições, a ureia permanece mais tempo na superfície do solo, favorecendo a formação de amônia (NH_3) e sua posterior volatilização para a atmosfera (FERNANDES; LIBARDI, 2007). A ausência de chuvas ou irrigação logo após a aplicação intensifica esse processo, pois não ocorre a incorporação do fertilizante ao solo, mantendo o N exposto e altamente suscetível à perda. Temperaturas elevadas, típicas do período de safrinha, também aumentam a taxa de hidrólise e ampliam as perdas, reduzindo a eficiência de uso do nitrogênio e comprometendo a resposta da cultura (COELHO, 2014).

Gomes et al. (2007) observaram que a aplicação de N em cobertura com dose total (30 dias após a emergência das plantas) e o parcelamento (antecipada, no plantio e 30 dias após a emergência das plantas) foram os períodos que geraram a maior quantidade de grãos por espiga. Da mesma forma que Mascarello; Zanão Junior (2015), Sangoi et al. (2015) e Debastiani (2016), observaram um crescimento na massa de grãos e na produtividade com a aplicação de N.

Além das perdas inerentes ao manejo, o déficit hídrico exerce influência direta sobre a eficiência da adubação nitrogenada. Em condições de baixa umidade, a ureia aplicada permanece mais tempo na superfície do solo, favorecendo as perdas por volatilização de amônia (N-NH_3). Esse processo é intensificado porque a hidrólise da ureia é rápida na presença da enzima urease, e, sem água suficiente para promover a incorporação do fertilizante ao solo, grande parte do N pode ser perdida para a atmosfera (FERNANDES; LIBARDI, 2007; COELHO, 2014).

A limitação hídrica também reduz a difusão do N na solução do solo, dificultando seu deslocamento até a zona de maior densidade radicular, o que compromete a absorção do nutriente mesmo quando este está disponível. Sob estresse hídrico, ocorre redução do crescimento das

raízes, fechamento estomático e menor atividade metabólica, diminuindo a capacidade da planta em assimilar o nitrogênio aplicado (ANDRADE et al., 2006; CRUZ et al., 2011).

Estudos mostram que aplicações de N em períodos secos podem reduzir significativamente a eficiência de uso do nitrogênio, com perdas que podem superar 40%, especialmente em solos de textura média a arenosa, onde a umidade disponível no perfil é mais limitada (COELHO, 2014; BERGAMASCHI et al., 2004). Dessa forma, a sincronização entre momento de aplicação, forma de aplicação e condições hídricas é fundamental para minimizar perdas e maximizar a eficiência da adubação nitrogenada no milho.

No estudo de Gross et al. (2006), estes observaram que no método de semeadura direta, a aplicação de N em cobertura, seja em uma única dose ou em parcelas, afetou a altura das plantas e aumentou consideravelmente a produtividade do milho. Bortolini et al. (2002) também chegaram à conclusão de que a adição de 150 kg ha⁻¹ de N em cobertura resultou em um aumento de 3.030 kg ha⁻¹ na produção de grãos em comparação com a testemunha.

A aplicação de N deve ser feita corretamente para assegurar a produtividade da plantação, já que o excesso pode resultar em perdas e poluição do meio ambiente, além de representar um gasto desnecessário (FERNANDES; LIBARDI, 2007). Portanto, é necessário ajustar a dose, o momento de aplicação e as condições do solo para fornecer à planta nas fases críticas, reduzindo as perdas de N e reduzindo os gastos com adubação (HOEFT, 2003). Há a necessidade de procurar métodos para reduzir as perdas por meio do parcelamento da adubação de cobertura, bem como procurar métodos de suplementação de N. A FBN é uma opção para aumentar a produtividade da cultura do milho sem comprometer os recursos naturais (BASI, 2013).

2.4. *Azospirillum brasiliense*

As bactérias do gênero *Azospirillum* ganharam relevância global a partir dos anos 70, quando se descobriu sua capacidade de FBN em parceria com gramíneas (DÖBEREINER, 1976). Apesar de o N gasoso (N₂) representar 78% dos gases na atmosfera, nenhum organismo, seja animal ou vegetal, consegue utilizá-lo diretamente como nutriente. Os gases atmosféricos se infiltram nos espaços porosos do solo, onde alguns microrganismos têm a capacidade de aproveitar o N₂, graças à enzima denominada dinitrogenase, que quebra a ligação tripla do N₂, convertendo-o em amônia (HUNGRIA et al., 2007).

Nas bactérias que estabelecem associações, esse mesmo complexo enzimático transforma o N₂ atmosférico em amônia. Entretanto, as bactérias associativas apenas excretam uma quantidade limitada do N que fixaram para a planta com a qual estão conectadas. Portanto,

é importante notar que, ao contrário das leguminosas, a inoculação de plantas não leguminosas com essas bactérias, mesmo que sejam capazes de fixar N, não é suficiente para atender integralmente as exigências das plantas por esse nutriente (HUNGRIA et al., 2007).

Em ensaios laboratoriais e testes de eficiência agronômica do *A. brasilense* em campo, foram obtidos resultados que levaram à aprovação, pelo MAPA, das cepas Ab-V4, Ab-V5, Ab-V6 e Ab-V7 para a fabricação de inoculantes destinados à cultura do milho, já que essas cepas proporcionaram aumentos na produção de grãos que variaram de 662 a 823 kg ha⁻¹, correspondendo a incrementos médios de 24% a 30% em comparação ao controle sem inoculação (HUNGRIA, 2010). Na Argentina, 85% dos casos apresentaram respostas positivas, com um incremento médio de 472 kg ha⁻¹ (DÍAZ-ZORITA et al., 2008).

No estudo realizado por Debastiani (2016), verificou-se que tanto a altura das plantas quanto a altura de inserção das espigas nos tratamentos com inoculação foram superiores aos tratamentos sem inoculação. Contudo, não houve diferença significativa no diâmetro do colmo das plantas de milho. Por outro lado, Verona et al. (2010) observaram que a inoculação resultou em aumento no diâmetro do caule. Sangoi et al. (2015) relataram que não houve diferença estatística na produtividade e na massa de mil grãos, independentemente do uso de inoculantes, resultado semelhante ao encontrado por Debastiani (2016).

De acordo com Cavallet et al. (2000), a inoculação com *Azospirillum* spp. levou a um aumento significativo na produtividade de grãos de milho, passando de 5.211 kg ha⁻¹ para 6.067 kg ha⁻¹, representando incremento médio de 17%. Também observaram aumento no comprimento médio das espigas de milho, sem, no entanto, alterar a altura das plantas ou o número de fileiras de grãos por espiga. Dörr et al. (2014) relataram que a inoculação de *A. brasilense* no milho levou a um aumento no peso de 1.000 grãos e na altura de algumas variedades testadas. Em contraste, Campos et al. (2000) não observaram melhorias agronômicas significativas relacionadas ao número de espigas, altura das plantas e produtividade.

Além desses resultados, vale destacar que o desempenho do *Azospirillum brasilense* é fortemente influenciado pela umidade do solo, especialmente em sistemas de sequeiro. Em ambientes com déficit hídrico, a atividade metabólica da bactéria e sua capacidade de promover o desenvolvimento vegetal são reduzidas, uma vez que processos essenciais como emissão de exsudatos radiculares, crescimento de raízes e disponibilidade de carbono para o microrganismo são limitados (DÖBEREINER, 1992; COELHO et al., 2017). A baixa umidade também diminui a difusão de nutrientes no solo e restringe o transporte de N, o que compromete a assimilação do nitrogênio fixado. Vasconcelos et al. (2016) destacam que a eficiência do *A.*

brasiliense é menor em ambientes não irrigados ou sob estresse hídrico durante fases críticas da cultura, reduzindo o potencial de resposta das plantas. Assim, embora a inoculação apresente potencial para melhorar o desenvolvimento do milho em condições adequadas de umidade, os resultados em sequeiro tendem a ser mais variáveis e dependem fortemente das condições climáticas e do manejo do N.

Döbereiner (1992) menciona que a inoculação não fornece toda a quantidade de N necessária para o milho, sendo uma estratégia complementar que pode reduzir a utilização de fertilizantes nitrogenados. Dessa forma, apesar de contribuir para maior eficiência no uso do N, a tecnologia não substitui totalmente a adubação mineral, especialmente sob condições de estresse hídrico, em que sua eficiência é reduzida.

3. MATERIAL E METÓDOS

3.1. TIPO DE PESQUISA E CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

A pesquisa de campo foi realizada na fazenda Extrema, no município de Vianópolis, em Goiás (16°44'20,64" S e 48°24'15,54" W). Em Vianópolis a variação sazonal é baixa a moderada, a temperatura mínima média é de 14°C e máxima média de 30°C. Segundo Köppen, o clima característico da região é tropical, com estação seca no inverno e chuvosa no verão. A pluviosidade média anual é 1.500 a 1.700 mm.

O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho, de textura franco argilo arenosa, de acordo com a análise de solo com o percentual de 55,1% de areia, 33,3% de argila e 11,6% de silte. A Tabela 1 apresenta o resultado da análise de solo do local da realização do experimento antes da instalação.

TABELA 1 – Análise de solo na camada de 00-0,20 m, na fazenda Extrema no município de Vianópolis- GO

Prof.	Argila	Silte	Areia	M.O.	V	pH	P(Mehl)	K	CTC	Ca	Mg	H+Al	Al
m	----- % -----			-----		(CaCl ₂)	--- mg dm ⁻³ ---	---	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----
00-0,20	33,3	11,6	55,1	2,91	54,7	5,40	7,45	66,47	7,07	2,4	1,3	3,2	0,0

3.2. DELINEAMENTO E CONDUÇÃO EXPERIMENTAL

Na execução do experimento foi utilizado o híbrido comercial GNZ 7720 VIP3 desenvolvido pela Geneze semente®, sementes de milho que garantem 3.600 kg ha⁻¹ de rendimento, sanidade foliar equilibrada e ótima qualidade de grãos, sendo o híbrido recomendado para a região.

Durante a realização do experimento os dados da precipitação pluvial foram obtidos no Centro de Informações Meteorológicas e Hidrológicas de Goiás – CIMEHGO no período de 28/02/2025 à 26/07/2025. A figura 1 apresenta os dados de observados.

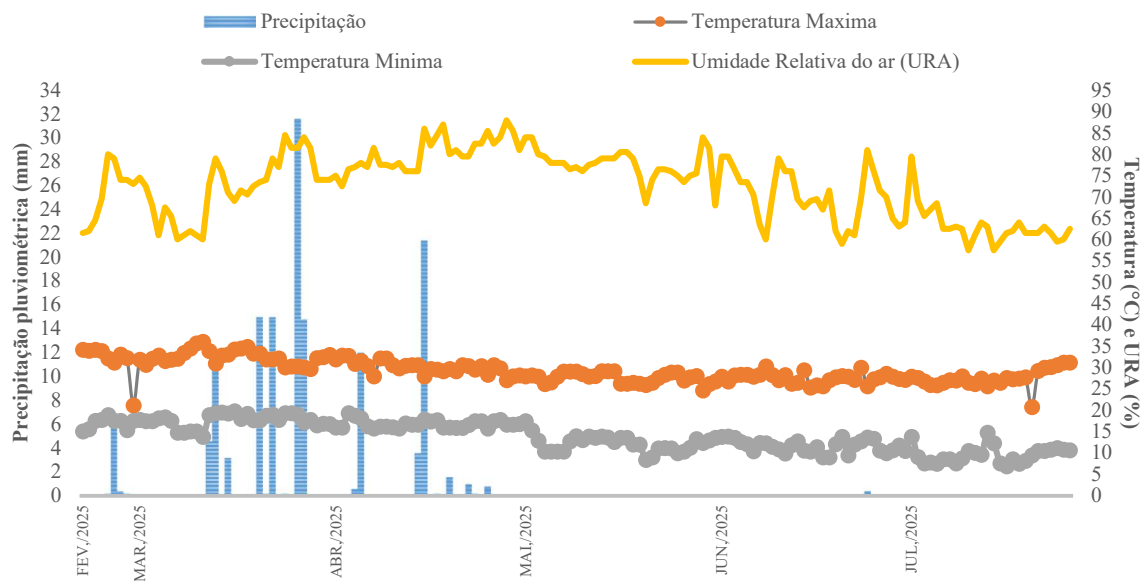


FIGURA 1 - Dados diários de precipitação pluviométrica, temperaturas máxima e mínima do ar e umidade relativa do ar (URA) durante a condução do experimento com a cultura do milho safrinha, Vianópolis, GO, Brasil (2025)

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições, cada repetição com oito linhas de plantas, espaçadas 0,50 m. Os tratamentos foram assim divididos: T1 – Testemunha; T2 – *Azospirillum brasilense* + ureia em V4; T3 – *A. brasilense* + ureia em V4 e V8; T4 – *A. brasilense*.

A área onde foi implantado o experimento havia sido cultivada anteriormente com a cultura da soja (*Glycine max*), sendo realizada a dessecação com Roundup® (Glifosato – 48%) na dosagem de 2,5 L ha⁻¹ para posterior plantio direto do milho e amostragem do solo para análise química (00-0,20 m). A semeadura e adubação de plantio foram realizadas no dia 28 de fevereiro de 2025, onde utilizou-se uma plantadeira de oito linhas adotando o espaçamento entre as linhas de 0,50 m. Foram semeadas 3 sementes m⁻¹ linear. A adubação de plantio utilizada foi com 100 kg ha⁻¹ de MAP (10-46) aplicados na área, 160 kg ha⁻¹ de KCL jogados a lanço antes do plantio da soja. A correção do solo foi feita com calcário dolomítico, 1,5 t/ha⁻¹ 63 dias antes do plantio da soja.

A adubação de cobertura foi realizada no dia 20 de março de 2025, onde foram realizadas as primeiras aplicações de ureia no estágio V4 do milho, sendo aplicadas no T1, T2 e T3 (Figura 2). A ureia utilizada contém 45% N. De acordo com a análise do solo e a demanda nutricional da cultura foi estabelecido a dose de N em cobertura de 222,2 kg ha⁻¹. A segunda

aplicação de ureia foi realizada no dia 06 de abril de 2025, no estágio V8 no Tratamento 3, com a aplicação de 222,2 kg ha⁻¹ de ureia.



FIGURA 2 - Planta de milho aos 16 dias após emergência (DAE) na Fazenda Extrema, no município de Vianópolis, em Goiás

Após 23 dias após a emergência (DAE) foram utilizados o inseticida Metomy® (Metomil 90%), na dosagem de 350g ha⁻¹, o herbicida Glyphotal® (Sal de Isopropilamina 64,8% + Glifosato 48%) na dosagem de 2,0L ha⁻¹, o fungicida Blavitya® (Fluxapiroxade 20% e Protoconazol 28%) a fim de controlar a incidência de pragas, plantas invasoras indesejadas e doenças. Aos 49 DAE foi aplicado o inseticida Metomy® (Metomil 90%), na dosagem de 350g ha⁻¹.

Foram utilizados como parâmetros de avaliações a altura da planta (m) (AP), e o diâmetro de colmo (DC) em mm. A altura de planta e diâmetro de colmo foram avaliados em três momentos, 16, 45 e 75 DAE. Também foi avaliada a massa verde (g) (MV) aos 75 DAE. A altura da inserção da espiga (m) e a produtividade (Pr), no final do experimento, aos 130 DAE.

Eliminando as plantas de bordadura para avaliação, a altura de planta (m) foi avaliada com o auxílio de uma trena, foi medida da base (solo) até o ápice da planta (inserção da última folha). O diâmetro de colmo (mm) foi avaliado com o auxílio de um paquímetro, medido acima do nível do solo no segundo nó do colmo. A massa verde foi estabelecida pela produção de

matéria fresca da parte aérea. A altura da inserção da espiga (m) foi avaliada com o auxílio de uma trena, foi medida da base (solo) até o ponto de inserção da primeira espiga.

A colheita foi realizada 130 DAE, no ponto de colheita (umidade do grão de 13%) e foi realizada a avaliação de população final de plantas, onde contou-se o número de plantas e o número de espigas por planta em 4,0 m lineares; comprimento de espiga (base ao ápice) (cm); diâmetro de espiga (porção mediana da espiga) (mm); número de fileiras de grãos e número de grãos por fileira e massa de 1.000 grãos (pesagem de uma sub amostra de 100 grãos por parcela) (g).

A determinação da produtividade foi realizada contando o número de plantas em 4,0 m lineares e coleta-se três espigas aleatórias para determinação da média do peso dos grãos das três espigas. Sendo realizadas quatro repetições por parcela.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), se aplicou o teste de médias de Tukey, utilizando-se programa estatístico Sisvar, versão 5.6 (FERREIRA, 2014)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluvial durante a condução do experimento (Figura 1) indicam precipitação total de aproximadamente 144,40 mm, esse valor caracteriza um ambiente com déficit hídrico, pois a precipitação acumulada foi baixa para o ciclo do milho. A cultura do milho exige de 400-600 mm de precipitação durante o seu ciclo (ANDRADE et al., 2006). Além da baixa precipitação total, a distribuição irregular das chuvas intensifica os efeitos negativos do estresse hídrico, reduzindo a eficiência dos insumos aplicados e comprometendo processos fisiológicos essenciais da planta. A aplicação de cobertura em V4 (21 de março de 2025) foi realizada sem ocorrência de chuvas subsequentes, o que pode ter reduzido a eficiência da adubação nitrogenada. Este fato pode favorecer a redução de rendimento mesmo em anos climaticamente favoráveis, se o déficit hídrico ocorrer no período crítico, ou seja, da pré-floração ao início de enchimento de grãos (BERGAMASCHI et al., 2004). A ausência de chuva após a adubação em cobertura também favorece significativamente as perdas de N por volatilização de amônia (NH_3), pois a ureia permanece na superfície do solo e sofre hidrólise acelerada pela urease em condições de baixa umidade e temperaturas elevadas (FERNANDES; LIBARDI, 2007; COELHO, 2014).

O consumo de água pela planta, nos estádios iniciais de crescimento, num clima quente e seco, raramente excede 2,5 mm dia⁻¹. Durante o período compreendido entre o espigamento e a maturação, o consumo pode se elevar para 5,0 a 7,5 mm diários. Mas se a temperatura estiver muito elevada e a umidade do ar muito baixa, o consumo poderá chegar até 10 mm dia⁻¹ (AGEITEC, 2011). Com baixa umidade no solo, o processo de difusão do nitrogênio na solução é reduzido, dificultando seu deslocamento até as raízes e agravando a limitação nutricional mesmo quando o fertilizante foi aplicado.

Os valores médios de altura da planta, diâmetro do colmo nos diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 2. Segundo Besen et al. (2019), a produtividade de uma safra está correlaciona não somente com componentes do rendimento, mas também com os parâmetros morfológicos, para tanto, sua investigação é primordial. Neste trabalho, a avaliação morfológica indicou variações ao longo do desenvolvimento da planta para os tratamentos que utilizaram A. brasilense e as aplicações de N por cobertura.

TABELA 2 - Altura da planta (m) e diâmetro do colmo (mm), aos 16 (I), 45 (II) e 75 (III) dias após a emergência (DAE) com e sem inoculação com *Azospirillum brasilense* e parcelamento de ureia, no município de Vianópolis, em Goiás

Tratamentos (g ha ⁻¹)	Alt. I (m)	Diâm. I (mm)	Alt. II (m)	Diâm. II (mm)	Alt. III (m)	Diâm. III (mm)
Testemunha	0,20 a*	4,95 a	1,63 a	27,58 ab	2,70 a	25,79 b
Azosp. + ureia V4	0,19 a	4,62 a	1,67 a	28,75 a	2,54 ab	28,45 ab
Azosp. + ureia V4 e V8	0,21 a	4,83 a	1,68 a	26,70 b	2,75 a	29,12 a
Azosp.	0,20 a	4,75 a	1,63 a	26,33 b	2,47 b	28,20 ab
Teste F	0,52 ns	0,34 ns	0,10 ns	0,00 **	0,00 **	0,01 **
CV (%)	16,86	13,52	5,18	8,83	11,28	13,51

* médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo

Aos 16 e 45 DAE não ocorre diferenças entre tratamentos para altura e aos 16 DAE para o diâmetro de colmo indicando que o parcelamento de N e a inoculação não alteraram o arranque inicial da planta. Aos 45 DAE, observou-se diferenças estatísticas para o diâmetro, onde o tratamento com inoculação e ureia em V4, apresentaram melhor desempenho, mas não sobressaiu a testemunha.

Aos 75 DAE, a altura final de plantas foi maior para o tratamento inoculado e com adubação de cobertura parcelada, sendo estatisticamente igual a testemunha. Raspe et al. (2021) observaram um aumento de 6% na altura de plantas para a inoculação com *A. brasilense*, chegando a 2,94 m, enquanto Lopes et al. (2016), observaram um aumento de 14%, com altura final de 2,36 m, o que não foi observado neste trabalho.

A testemunha (sem inoculação) chegou a 2,70 m, sendo 1,8% menor que o melhor desempenho para as plantas inoculadas. E somente a inoculação, sem N suplementar, apresentou plantas com 10,18% menores que o inoculação e a adubação nitrogenada parcelada. O comportamento da testemunha pode estar relacionado a disponibilidade de N no solo, visto que a MO inicial da área se encontrava em 2,91%, valor considerado adequado por Souza; Lobato (2004), servindo como base para o fornecimento de N as plantas não suplementadas.

Bueno et al. (2025) destacam que o *Azospirillum* apresenta efeito dinâmico sobre o diâmetro do colmo, podendo variar conforme o estágio de desenvolvimento da planta, o que corrobora o observado neste trabalho (Tabela 2). Para o diâmetro final de planta o pior desempenho foi observado na testemunha, sendo este 11,4% menor que o desempenho apresentado pela inoculação e parcelamento do N. Raspe et al. (2021) observaram desempenho superior com a inoculação, porém, não sendo estatisticamente superior as plantas sem a presença da bactéria, o que também foi observado por Rockenbach et al. (2017).

Não ocorreu diferenças estatísticas para a altura de inserção da espiga, o que não está de acordo com Debastiani (2016), que verificou uma altura de inserção de espiga maior nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada, assim como nos tratamentos inoculados em comparação aos não inoculados. Segundo Kappes et al. (2014), plantas de maior porte e com maior altura de inserção de espiga tendem a ser mais produtivas.

Segundo Coelho et al. (2017) e Oliveira et al. (2018), a inoculação de *A. brasiliense* resulta na produção de substâncias promotoras de crescimento (auxinas, giberelinas, citocininas), solubilização de fosfatos e no aumento da resistência da planta ao estresse, isso ocorre para os plantios onde não há o aporte de fertilizantes nitrogenados, tanto quanto nos que recebem o N na adubação de cobertura. Entretanto, a eficiência desses processos depende diretamente da disponibilidade de água no solo, pois o metabolismo bacteriano é sensível ao estresse hídrico. A baixa umidade reduz a emissão de exsudatos radiculares, a colonização das raízes e a transferência de nitrogênio fixado, diminuindo a atuação do *Azospirillum* (VASCONCELOS et al., 2016).

Este fato pode ter influenciado o desempenho do tratamento que recebeu somente inoculação, visto que este não recebeu adubação nitrogenada e ainda apresentou parâmetros morfológicos estatisticamente semelhantes aos tratamentos com suplementação de N em cobertura. Segundo Martinez et al. (2016), a simples inoculação resulta na obtenção de ganhos em crescimento e consequentemente bons rendimentos. Já Valderrama et al. (2011) destacam que uma planta de maior estatura é decorrente de uma nutrição adequada, principalmente de N, que incide diretamente em uma maior produtividade.

Em relação à massa verde, o tratamento que recebeu *A. brasiliense* e N em dosagem única, apresentou índices superiores (Tabela 3), indicando um acúmulo de biomassa maior em relação aos outros tratamentos. Esse achado sugere que a combinação da bactéria e do N beneficiou a produção de matéria verde, refletindo uma maior capacidade de absorção de nutrientes e eficiência de crescimento. Estudos de Cassán et al. (2009) indicam que a associação de *Azospirillum* + N pode incrementar em até 20% a biomassa aérea do milho. No entanto, esse potencial também depende da disponibilidade hídrica, sendo frequentemente reduzido em ambientes de sequeiro, como observado neste experimento.

TABELA 3. Massa verde da folha, espiga e colmo (g) com e sem inoculação com *Azospirillum brasilense* e parcelamento de ureia, no município de Vianópolis, em Goiás

Tratamentos (g ha ⁻¹)	MV folha		MV esp		MV colmo	
	g		g		g	
Testemunha	313,91	ab*	414,08	a	293,33	a
Azosp. + ureia V4	364,83	a	385,91	ab	300,33	a
Azosp. + ureia V4 e V8	319,66	b	352,58	bc	284,50	a
Azosp.	283,08	b	302,75	c	239,83	b
Teste F	0,00	**	0,00	**	0,00	
CV (%)	14,64		21,35		15,70	

* médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo

Essa grande disparidade observada com relação ao acúmulo de massa verde pode estar associada a disponibilidade hídrica durante o desenvolvimento da planta (Figura 1). Vasconcelos et al. (2016) destacam que em regimes adequados de água e principalmente ambientes irrigados, o fluxo de massa ajuda muito na absorção de N no sistema, sendo que o efeito benéfico da bactéria se dilui de forma considerável. Mas o desempenho da bactéria é menor em um ambiente com menor disponibilidade hídrica. O que pode justificar o desempenho da testemunha frente aos tratamentos que receberam a bactéria e/ou a adubação com N.

Os componentes de produção e produtividade são apresentados na Tabela 4. Para os componentes de rendimento observou-se interação entre o *A. brasilense* e N fornecidos as plantas para o número de fileiras, massa de 1.000 grãos, número de espigas m⁻¹, número de grãos por fileira e produtividade.

TABELA 4 - Componentes de produção e produtividade do milho em função da inoculação com *Azospirillum brasilense* e parcelamento de ureia, no município de Vianópolis, em Goiás

Tratamentos	Comp Espiga (mm)		Diâm Espiga (mm)		Número Fileiras		Grãos Fileira		Massa de 1.000 grãos (g)	
Testemunha	252,50	a*	43,00	a	13,37	a	37,62	a	329,37	b
Azosp. + ureia V4	250,50	a	42,31	a	13,00	ab	37,31	a	371,87	a
Azosp. + ureia V4 e V8	246,87	a	42,62	a	12,62	b	37,25	a	345,62	ab
Azosp.	255,62	a	42,75	a	13,00	ab	38,43	a	356,87	ab
Teste F	0,23	ns	0,39	ns	0,05	*	0,10	ns	0,10	ns
CV (%)	5,87		3,27		7,18		4,92		13,35	

Tratamentos	Núm. Espigas 4,0m		Núm. Grãos Espiga		Peso médio três espigas		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
Testemunha	17,75	a	502,00	a	164,20	a	5.861,27	a
Azosp. + ureia V4	16,00	b	484,87	ab	180,16	a	5.787,25	a
Azosp. + ureia V4 e V8	15,00	bc	470,25	b	162,11	a	4.839,79	b
Azosp.	14,62	c	498,62	a	178,27	a	5.206,23	ab
Teste F	0,00	**	0,01	*	0,02	ns	0,00	**
CV (%)	11,25		7,43		14,39		18,85	

* médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo

A avaliação dos fatores de rendimento indicou que a testemunha obteve um desempenho semelhante estatisticamente igual ou maior que alguns dos tratamentos empregados, evidenciando que a reação do milho à inoculação com *A. brasilense* e à aplicação de N pode ser influenciada pelas condições do ambiente e do solo. Segundo Skonieski et al. (2017), a ausência de resposta à inoculação de bactérias diazotróficas em gramíneas tem sido atribuída a fatores relacionados ao solo, tais como a textura, matéria orgânica e a comunidade bacteriana nativa, além da disponibilidade hídrica após aplicação de N.

Neste trabalho observou-se uma baixa precipitação durante o ciclo e a ausência de chuvas após a cobertura nitrogenada, podendo-se destacar que o estresse hídrico foi determinante para os resultados observados. Em condições de seca, a eficiência do parcelamento de N diminui drasticamente, e a inoculação com *A. brasilense* não consegue compensar a limitação ambiental, reduzindo sua capacidade de promover crescimento ou aumentar o rendimento (HUNGRIA et al., 2022). Isso explica o desempenho abaixo das expectativas para o número de fileiras, número de espigas m⁻¹, número de grãos por espiga e produtividade (Tabela 4).

Quanto à massa de mil grãos, foi observado o melhor desempenho para a inoculação e o uso de N em dose única. Destaca-se que o tratamento que recebeu somente a inoculação com *A. brasilense*, apresentou desempenho estatisticamente semelhante ao melhor tratamento, sendo 4,03% menor o acúmulo de massa nos mil grãos. O efeito benéfico da bactéria nesse aspecto, pode estar relacionado a uma maior eficiência na utilização de nutrientes e ao estímulo ao crescimento das raízes, o que beneficia o enchimento dos grãos (CASSÁN, 2009; MOTA et al., 2015; BRITO et al., 2025), favorecendo a massa de mil grãos.

Para a produtividade observou-se que o melhor desempenho foi observado para o tratamento testemunha, sendo este 1,26% maior que o uso da inoculação e dose única de N em cobertura, 17,4% superior a inoculação e parcelamento do N e 11,2% maior que o uso da bactéria isolada. Apesar deste melhor desempenho, a testemunha só não é estatisticamente igual à inoculação e parcelamento do N (Tabela 4). Segundo Coelho (2014), o N disponibilizado pela mineralização da MO, é suficiente para sustentar a produtividade. Enquanto o uso de *Azospirillum*, embora beneficie em condições normais de umidade, não compensou a limitação hídrica.

Resultados semelhantes foram relatados por Galindo et al. (2019), que observaram a falta de resposta ou até mesmo produtividade equivalente do controle em condições de solo com alta fertilidade. Fukami et al. (2016), em contra partida, cita que a adubação nitrogenada

se faz indispensável, uma vez que a fixação biológica fornece apenas parte do N necessário. Repke et al. (2013), por sua vez, afirma que não há qualquer ganho pela inoculação.

Os resultados obtidos nestes trabalhos demonstram que embora a inoculação e a fertilização com N sejam estratégias comprovadamente eficazes para aumentar a produtividade do milho, em ambientes com maior disponibilidade de nutrientes, o controle pode apresentar desempenho comparável, reduzindo as discrepâncias entre os tratamentos. Entretanto, no presente estudo, a limitação hídrica atuou como a variável oculta dominante, impedindo que os tratamentos manifestassem seu potencial produtivo real. Assim, é provável que a ausência de resposta produtiva tenha sido consequência da condição ambiental e não da ineficácia dos tratamentos avaliados.

5. CONCLUSÃO

Observou-se que a aplicação do inoculante não resultou em aumento significativo de produtividade devido condições de déficit hídrico durante o ciclo da cultura que limitaram o desenvolvimento das plantas e comprometeram a eficiência tanto da adubação nitrogenada quanto da inoculação com *Azospirillum brasilense*.

A combinação de *A. brasilense* com adubação parcelada promove melhorias no diâmetro do caule e na altura das plantas.

Estudos futuros, conduzidos sob irrigação ou em safras com distribuição pluviométrica mais favorável, são recomendados para validar os efeitos positivos observados nos parâmetros morfológicos e determinar o real potencial produtivo da inoculação associada à adubação nitrogenada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGEITEC - Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Milho: Relações com o clima**. 2011.
- AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Requisitos hídricos do milho**. Brasília: Embrapa, 2011.
- ALVES, M, V.; NESI, C, N.; NAIBO G.; BARRETA, M, H.; LAZZARI, M.; JÚNIOR, F, A.; SKORONSKI, E. **Inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* em diferentes manejos de adubação nitrogenada**. Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias, [S. l.], v. 15, n. 3, p. 1-6, 2021.
- ANDRADE, C. L. T.; PEREIRA, P. E.; BRITO, R. A. L.; RESENDE, M. **Viabilidade e manejo da irrigação da cultura do milho**. 1.ed. Sete Lagoas. EMBRAPA, 2006. 12p Acesso em: 04 set. 2025.
- BASI, S. **Associação de *Azospirillum brasilense* e de N em cobertura na cultura do milho**. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Produção Vegetal, Universidade Estadual do Centro-oeste, Unicentro-PR, Guarapuava-PR.2013.
- BERGAMASCHI, H. et al. **Distribuição hídrica no período crítico do milho e produtividade**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n. 9, p. 831-839, 2004.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. **Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, p.831-839, set. 2004.
- BESSEN, M. R., RIBEIRO, R. H., FIGUEROA, L. V., PIVA, J. T. **Produtividade do milho em resposta à inoculação com *Azospirillum brasilense* adubação nitrogenada em clima subtropical**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 18, n. 2, p.257-268, 2019.
- BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L. **Sistemas de aplicação de N e seus efeitos sobre o acúmulo de N na planta de milho**. Seção IV – Fertilidade do Solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, p.361-366, 2002.
- BOSCHIERO, B.N. Revista Agro advance, **produção de milho no Brasil: números, desafios, oportunidades e inovações**. (2024).
- BRITO, A. DE M., LIMA, J. J. P., JÚNIOR, J. B. A. G., COSTA, E. M. DA, ROCHA, L. B., SILVA, G. F. DA, MACHADO, T. DE L. (2025). **Adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de milho**. *Observatório de la economía latino-americana*, 23(9), e11422.
- BUENO, M. L. M.; ANDRADE, P. P.; SILVA, T. P. da. **Doses de *Azospirillum brasilense* na produtividade do milho safrinha**. REVISTA DELOS, [S. l.], v. 18, n. 66, p. e4644, 2025.
- CAMPOS, B. H. C.; THEISEN, G.; VARGAS, L. K.; SILVA, R. T. **Resposta do milho à inoculação com *Azospirillum spp.* e adubação nitrogenada**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 35, n. 4, p. 801-807, 2000.

CAMPOS, B.H.C.; THEISEN, S.; GNATTA, V. **Avaliação do inoculante “graminante” na cultura de milho.** Ciência Rural, Santa Maria, v.3, n.4, p.713-715, 2000.

CASSÁN, F. D.; PERRIG, D.; SGROY, V.; MASCIARELLI, O.; PENNA, C.; LUNA, V. ***Azospirillum brasilense* Az39 and Bradyrhizobium japonicum E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.).** European Journal of Soil Biology, v. 45, p. 28–35, 2009.

CASSÁN, F.; VANDERLEYDEN, J.; SPAEPEN, S. **Physiological and agronomic effects of inoculation with *Azospirillum* spp.** Plant and Soil, v. 356, p. 1-15, 2009.

CAVALLET, L. E.; REZENDE, P. M.; NOGUEIRA, A. P.; CARVALHO, E. R.; PEREIRA, P. H. M. **Influência da inoculação com *Azospirillum* spp. na produtividade do milho.** Revista Brasileira de Agrociência, v. 6, n. 2, p. 147-150, 2000.

CAVALLET, L.E.; PESSOA, A.C.S.; HELMICH, J.J.; HELMICH, P.R. **Produtividade do milho em resposta à aplicação de N e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

CIMEHGO – Centro de informações meteorológicas e hidrológicas de Goiás. **Tempo e clima.** 2021.

COELHO A, M. **Manejo da adubação nitrogenada no milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo,** 2014.

COELHO, A. E. TUREK, T, L. MICHELON, L, H. TOCHETTO, C. **Inoculação de Sementes com *Azospirillum brasilense* em Plantas de Milho Submetidas à Restrição Hídrica.** Scientia Agraria Paranaensis, v, v. 16, n.2, p. 186-192,2017.

COELHO, A. M. **Adubação nitrogenada do milho: eficiência e manejo das fontes de N.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 23 p.

COELHO, A.M. **Nutrição e adubação do milho.** In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2006. p. 01-10. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira de grãos V. 12 - SAFRA 2024/25- N. 5 - Quinta levantamento,** p. 83 - 84, fevereiro 2025.

CRUZ, J. C., KARAM, D., MONTEIRO, M. A. R., MAGALHÃES, P. C. **A cultura do milho.** sete lagoas: Embrapa milho e sorgo, 2008. 517 p.

CRUZ, J. C.; MAGALHAES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. (ed.) Embrapa milho e sorgo. **Milho - O produtor pergunta, a Embrapa responde.** editores técnicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 338 p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

DEBASTIANI, R. S. **Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* associado à adubação nitrogenada na cultura do milho**. 2016. 22 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2016.

DÍAZ-ZORITA, M.; FERNANDEZ CANIGIA, M.V. **Análisis de la producción de cereales inoculados con *Azospirillum brasilense* en la República Argentina**. In: CASSÁN, F.D.; GARCIA DE SALAMONE, I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: Asociación Argentina de Microbiología, 2008. p.155-166.

DÍAZ-ZORITA, M.; FERNÁNDEZ-CANIGIA, M. V. **Field performance of a liquid formulation of *Azospirillum brasilense* on dryland wheat productivity**. *European Journal of Soil Biology*, v. 44, n. 1, p. 70-75, 2008.

DÖBEREINER, J. **Fixação de N em associação com gramíneas**. In.: CARDOSO, E.J.B.N., TSAI, S.M., NEVES, M.C.P. *Microbiologia do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 173-180, 1992.

DÖBEREINER, J.; DAY, J.M. **Associative symbiosis in tropical grasses: characterization of microorganisms and dinitrogen-fixing sites**. In: newton w.e.; nyman, c.t. (ed.) *international symposium on nitrogen fixation*, vol. 2. proceedings... pullman, usa: washington state university press, 1976. p.518-538.

DÖRR DE QUADROS, P.; ROESCH, L. F. W.; SILVA, R. F. da, P., VIEIRA, V. M.; ROEHRS, D. D.; CAMARGO, F. A. de O. **Desempenho agrônômico a campo de híbridos de milho inoculados com *Azospirillum***. *Revista Ceres*, v. 61, n. 2, 2014.

DÖRR, S.; ZANATTA, J. A.; TURRA, C.; FALBO, M. K.; JACQUES, R. A. **Inoculação com *Azospirillum brasilense* em híbridos de milho cultivados em sistema de plantio direto**. *Revista Ceres*, v. 61, n. 2, p. 209-217, 2014.

DUARTE, J. P., RUFF, O. J., & SANTOS, C. L. R. dos. (2021). **Inoculação de milho com inoculante à base de *Azospirillum brasilense* sob doses de N em solo arenoso**. *Scientific Electronic Archives*, 14(8).

FERNANDES, C.; LIBARDI, P. L. **Dinâmica do nitrogênio no solo e perdas por volatilização de amônia**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 5, p. 1231-1240, 2007.

FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L. **Hidrólise da ureia no solo: influência da umidade, temperatura e urease**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 4, p. 1441-1448, 2007.

FERNANDES, F. C. S.; LIBARDI, P. L. **Percentagem de recuperação de N pelo milho, para diferentes doses e parcelamentos do fertilizante nitrogenado**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas*, v.6, n. 3, p. 285-296, 2007.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons**. *Ciência e agrotecnologia*, v. 38, p. 109-112, 2014.

FREIRE L, E.; LEONEL A, T.; REYES, M, R, A. P.; **Doses e modo de aplicação de inoculante com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho.** Ciência ET Praxis, [S. l.], v. 13, n. 26, p. 83–94, 2022.

FUKAMI J., NOGUEIRA M A, ARAUJO R. S., HUNGRIA M. **Accessing inoculation methods of maize and wheat with *Azospirillum brasilense*.** AMB Express. 2016 Mar;6(1):3. FUKAMI, J. et al. **Azospirillum: benefícios, limitações e avanços no uso agrícola.** Plant and Soil, v. 410, p. 1-22, 2016.

GALINDO, F. S. et al. **Resposta do milho à inoculação com *Azospirillum brasilense* em ambiente de alta fertilidade.** Revista de Agricultura Neotropical, v. 6, n. 2, p. 60-68, 2019.

GALINDO, F. S., TEIXEIRA FILHO, M. C. M., BUZZETTI, S., PAGLIARI, P. H., SANTINI, J. M. K., ALVES, C. J., et al. **Maize yield response to nitrogen rates and sources associated with *Azospirillum brasilense*.** Agronomy Journal, v. 111, n. 4, p. 1985–1997, 2019.

GOMES, R. F. SILVA, A. G. ASSIS, R. L. PIRES, F. R. **Efeito de doses e da época de aplicação de N nos caracteres agronômicos da cultura do milho sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, p. 931-938, 2007.

GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. de. **Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto.** Revista Ciência Agrotecnologia, Lavras, v. 30, n. 3, p.387-393, jun. 2006.

HOEFT, R. G. **Desafios para a obtenção de altas produtividades de milho e de soja nos EUA.** Piracicaba, p. 1-4, dezembro 2003 (Informações Agronômicas, 104).

HUNGRIA, M. et al. **Efeito do estresse hídrico na fixação biológica de nitrogênio e na eficiência de inoculantes comerciais.** Embrapa Soja, Documentos 441, 2022.

HUNGRIA, M. **Inoculação do milho com as estirpes Ab-V5 e Ab-V6 DE *Azospirillum brasilense*: redução na adubação nitrogenada de cobertura e mitigação na emissão de gases de efeito estufa** / Mariângela Hungria, Marco Antônio Nogueira – Londrina: Embrapa Soja, 2022. 36 p. (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 2176-2937; n. 450).

HUNGRIA, M., BARBOSA, J. Z., RONDINA, A. B. L., NOGUEIRA, M. A. **Melhoraria da sustentabilidade do milho com a substituição parcial de fertilizantes nitrogenados por inoculação com *Azospirillum brasilense*.** Revista de Agronomia, 114,2969–2980.2022.

HUNGRIA, M., CAMPO, R.J., SOUZA, E.M. PEDROSA, F. O. **Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil.** Plant Soil 331, 413–425 (2010).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do N para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo.** Londrina: Embrapa Soja, 2011.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A. **Inoculação do milho com estirpes de *Azospirillum brasilense* Ab-V5 e Ab-V6.** Londrina: Embrapa Soja, 2022.

KAPPES, C. ARF, O. PORTUGAL, J. R. DAL BEM, E. A. **Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 13, n.2, p. 201-217, 2014.

LOPES, M. PES, L. Z. AMARAL, L. P. CASTRO, B. **Altura de plantas de milho em diferentes métodos de inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense*.** Anais do XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Inovações, Mercados e Segurança Alimentar. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, 2016.

MARQUES, D. M.; MAGALHAES, P. C.; MARRIEL, I. E.; SILVA, A. B.; ALMEIDA, L. G.; SOUZA, T. C. ***Azospirillum brasilense* inoculation improves the morphophysiological aspects of maize in soils with high and low nitrogen contents.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 23, e1356.2024.

MARTINEZ, S. B. POMÉS, J. MASI, M. A. CHALE, W. BENEDETTO, J. P. GARBI, M. **Production and response to *Azospirillum brasilense* inoculation in two globeartichokehybrids.** Acta Horticulturae, v. 1147, p.213-216, 2016.

MASCARELLO, G.; ZANÃO JUNIOR, L. A. **Produtividade de milho em resposta a doses de N e inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense*.** Revista Cultivando o Saber, Paraná, Ed. Especial, p. 46-55, 2015.

MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; DALL'IGNA, L. **Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 512-522, 2015.

OLIVEIRA, D. R.; SOARES, L. H.; **Métodos de inoculação de *Azospirillum brasilense* (Rhodospirillaceae) associado à adubação nitrogenada na cultura do milho.** Perquirere, v. 2, n. 18, p. 66-81, 2021.

OLIVEIRA, E. L. de. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no estado do Paraná.** Londrina-PR: Instituto Agronômico do Paraná, 2003. 30 p.
OLIVEIRA, I. J., FONTES, J. R. A., PEREIRA, B. F. F., & MUNIZ, A. W. **Inoculation with *Azospirillum brasiliense* increases maize yield.** Chemical and Biological Technologies in Agriculture, 5(1), 1-9, 2018.

PACHECO, D, S.; GIACOMIN, E, L.; CAMPOS, T, K.; BARRETO, C, F.; UBESSI, C.; SILVEIRA, D, C. **Desempenho de milho inoculado com *Azospirillum brasilense*.** Ramvi-Revista de Agronomia e Medicina Veterinária IDEAU, [S. l.], v. 11, n. 2, p. e200, 2024.

PARK, S.; ARAYA, J. G. **Açúcares e minerais no milho doce.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 20, n. 2, p. 123-134, 2016.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SOUZA, J. T.; SILVA, J. A. A. DA; VIANA, J. A.; SOUZA, J. A. de. **Milho: melhoramento e produção.** Brasília: EMBRAPA, 2000.

RAMBO, L.; SILVA, P.R.F., ARGENTA, G.; SANGOI, L. **Parâmetros de planta para aprimorar o manejo da adubação nitrogenada de cobertura em milho.** Revista Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 5, p.1637-1645, out. 2004.

RASPE, C. R., RASPE, D. T. **Inoculation and application of different doses of *Azospirillum brasilense* and its influence on the development of corn culture.** *Uningá Review*, v. 36, eURJ3638, 2021.

REPKE, R. A., CRUZ, S. J. S., SILVA, C. J., FIGUEREDO, P. G. BICUDO, S.J. **Eficiência da *Azospirillum brasilense* combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 12, n. 3, p. 214-226, 2013.

REPKE, R. A. et al. **Inoculação com *Azospirillum brasilense* no milho cultivado em sequeiro.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 6, p. 604-610, 2013.

ROCKENBACH, M. D. A., ÁLVAREZ, J. W. R., FOIS, D. A. F., TIECHER, T., KARAJALLO, J. C., TRINIDAD, S. A. **Eficiência da aplicação de *Azospirillum brasilense* associado ao nitrogênio ao nitrogênio.** 6, n. 1, p. 33-44, 2017.

SANGOI, L.; SILVA, L. M. M.; MOTA, M. R.; PANISON, F.; SCHMITT, A.; SOUZA, N. M.; GIORDANI, W.; SCHENATTO, D. E. **Desempenho agrônômico do milho em razão do tratamento de sementes com *Azospirillum* sp. e da aplicação de doses de N mineral.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 1, n. 39, p. 1141-1150, mar. 2015

SILVA JUNIOR, J. A. M.; FREITAS, J. M. de; REZENDE, C. F. A. **Corn productivity associated with inoculation with *Azospirillum brasilense* and different doses of nitrogen fertilization.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 2, p. e42810212711, 2021.

SILVA, A, A.; ANDRADE, E, L, G.; Silva, T, R.; MELID, R. **Produtividade de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* sob diferentes doses de n.** Anais do 3º Simpósio de TCC, das faculdades FINOM e Tecsoma. 2020.

SILVA, D, C.; ARAÚJO N.; SILVA, J. XAVIER A.; FERREIRA, G.; OLIVEIRA, J.; L.; Alves, L.; (2021). **Avaliação da adubação nitrogenada associada à inoculação com bactérias *Azospirillum brasilense* na cultura do milho/** Brazilian Journal of Development.

SKONIESKI, F. R. et al. **Fatores edáficos associados à ausência de resposta à inoculação de gramíneas com bactérias diazotróficas.** Revista Ceres, v. 64, n. 4, p. 375-383, 2017.

SKONIESKI, F. R.; VIÉGAS, J.; MARTIN, T. N.; NÖRNBERG, J. L.; MEINERZ, G. R.; TONIN, T. J.; BERNHARD, P.; FRATA, M. T. **Effect of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and nitrogen fertilization rates on maize plant yield and silage quality.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 46, n. 9, p. 722-730, 2017.

SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M. da; LAMPERT, V. do N. **Fontes alternativas e doses de N no milho safrinha em sucessão à soja.** Revista Ciência Agrônômica, Fortaleza, v. 41, n. 4, p.511-518, 20 out. 2010.

SOUSA, D. M. G., LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

TOMAZELA, A. L. **Adubação nitrogenada e de micronutrientes na produtividade e incidência de doenças foliares em milho**. 2005. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

VALDERRAMA, M., BUZETTI, S., BENETT, C. G. S., ANDREOTTI, M., TEIXEIRA FILHO, M. C. M. **Fontes e doses de npk em milho irrigado sob plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254–263, 2011.

VASCONCELOS, A. C. P. D., SIQUEIRA, T. P., LANA, R. M. Q., FARIA, M. V. D., NUNES, A. A., LANA, Â. M. Q. **Seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and N fertilization of corn in the Cerrado biome**. *Revista Ceres*, 2016.

VASCONCELOS, R. L. et al. **Eficiência de *Azospirillum brasilense* em ambientes irrigados e não irrigados**. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 15, n. 2, p. 210-223, 2016.

VERONA, D.A.; DUARTE JUNIOR, J.B.; ROSSOL, C.D.; ZOZ, T.; COSTA, A.C.T. **Tratamento de Sementes de Milho com Zeavit®, Stimulate® e Inoculação com *Azospirillum* sp.** In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. Resumos... Goiânia: ABMS, 2010. p. 3731 - 3737.

VERONA, L. A. F.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; RECH, J. L.; MORAES, A. **Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho**. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 1, p. 34-43, 2010.