



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

BARBARA DA SILVA MOURA

LÁZARO DAS CHAGAS SILVA

**EFEITO DA INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* ASSOCIADO A
ADUBAÇÃO NITROGENADA NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO
MILHO (*Zea mays* L.)**

**ARAGUATINS-TO
2025**

BARBARA DA SILVA MOURA

LÁZARO DAS CHAGAS SILVA

**EFEITO DA INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* ASSOCIADO A
ADUBAÇÃO NITROGENADA NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO
MILHO (*Zea mays* L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Bacharelado em Engenharia Agrônômica do
Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia do Tocantins – IFTO/*Campus*
Araguatins, como exigência à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia
Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Laerton de
Lima Leite

**ARAGUATINS-TO
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

M929e Moura, Barbara da Silva
Efeito da inoculação com *Azospirillum* brasileiro associado a
adubação nitrogenada no desenvolvimento da cultura do milho (*Zea
mays* L.) / Barbara da Silva Moura, Lázaro Das Chagas Silva. –
Araguatins, TO, 2025.
34 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônoma) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Tocantins, Campus Araguaatins, Araguaatins, TO, 2025.

Orientador: Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite

1. Milho. 2. *Azospirillum* brasileiro. 3. Nitrogênio. I. Silva, Lázaro
Das Chagas. II. Leite, Raimundo Laerton de Lima III. , . IV. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é
autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.
Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “EFEITO DA INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasiliense* ASSOCIADO A ADUBAÇÃO NITROGENADA NO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.)”

AUTORES: Barbara da Silva Moura e Lázaro das Chagas Silva

ORIENTADOR: Raimundo Laerton de Lima Leite

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônoma.

Aprovado em 18 de novembro de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Raimundo Laerton de Lima Leite, Servidor**, em 18/11/2025, às 11:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edvar de Sousa da Silva, Servidor**, em 18/11/2025, às 11:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elias Mendes Costa, Servidor**, em 18/11/2025, às 11:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftoc.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2960057** e o código CRC **6B637635**.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, por nos conceder sabedoria, saúde e perseverança para superar os desafios e alcançar esta importante etapa de nossas vidas acadêmicas.

Eu, Bárbara, agradeço à minha mãe, Joana Barbosa, minha maior inspiração e fonte inesgotável de amor, paciência e força. Obrigada por todo o apoio, incentivo e pelas palavras de conforto nos momentos mais difíceis. Por acreditar em mim mesmo quando eu duvidava, por cada gesto de carinho e por todos os sacrifícios feitos para que eu pudesse chegar até aqui, meu mais sincero agradecimento.

Agradeço imensamente aos meus irmãos, Antônio Carlos, Fernanda Moura, Paulo Henrique e ao meu pai João Batista, pelo apoio, amor e presença constante em minha vida.

A pessoa que foi luz nos meus dias mais sombrios, Cássio Rangel, obrigada por tudo e por tanto, por ser apoio, incentivo e companhia em cada passo dessa caminhada.

A todos os meus amigos de faculdade, em especial Franciara Mota e Lázaro Chagas, minha dupla de TCC, pela parceria, compreensão, confiança, pelos momentos vividos, ensinamentos compartilhados e por toda ajuda ao longo dessa jornada, minha eterna gratidão, vocês foram e são incríveis.

Ao meu avô, Antônio Miranda, que hoje já não está entre nós, mas vive para sempre em meu coração. Seu amor foi e sempre será uma das minhas maiores forças. Este trabalho é uma conquista e uma homenagem à sua memória, ao seu amor e ao cuidado que sempre teve comigo. Meu eterno Vôquinha, a gente conseguiu.

Eu, Lázaro, agradeço profundamente à minha família, em especial aos meus pais João Queiroz e Luiza Chagas, pelo amor, apoio incondicional e por acreditarem em mim em todos os momentos, mesmo diante das dificuldades.

Aos meus irmãos Luana Chagas, Renato Chagas, Rosália Chagas e Rosely Chagas, pela compreensão, incentivo e por estarem sempre presentes com palavras de carinho e motivação. Aos meus cunhados Nilson, Wilson e Lazaro Silvino, que

também fizeram parte dessa caminhada, contribuindo com apoio e amizade ao longo dessa trajetória.

Agradeço de forma especial à minha colega de TCC, Bárbara Moura, pela parceria, dedicação e companheirismo durante todas as etapas deste trabalho. Sua colaboração, paciência e comprometimento foram essenciais para que pudéssemos superar os desafios e alcançar juntos este resultado.

Aos professores do Instituto Federal do Tocantins – Campus Araguatins, pela dedicação, paciência e pelos valiosos ensinamentos transmitidos ao longo da graduação, que foram fundamentais para minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Aos colegas e amigos de curso, pelo companheirismo, pelas experiências compartilhadas e por todos os momentos vividos durante essa jornada, que tornaram o percurso mais leve, divertido e enriquecedor.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e para a concretização de mais esta etapa da minha vida, deixo o meu sincero agradecimento.

Ao nosso professor e orientador Dr. Raimundo Laerton de Lima Leite, pela orientação, paciência, dedicação e ensinamentos que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho e para a nossa formação profissional nosso muito obrigada pela confiança.

RESUMO

O milho (*Zea mays L.*) é uma cultura de grande importância econômica e nutricional, demandando altas doses de nitrogênio para atingir seu potencial produtivo, especialmente em solos de Cerrado, naturalmente pobres em nutrientes. A deficiência desse elemento limita o crescimento vegetativo e o teor proteico da planta. A inoculação com *Azospirillum brasilense* surge como alternativa sustentável, promovendo fixação biológica de nitrogênio, produção de fitormônios e aumento da absorção de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento radicular e aéreo do milho. Este estudo avaliou os efeitos da inoculação com *A. brasilense* e da adubação nitrogenada sobre o crescimento vegetativo do milho em região de ecótono Cerrado-Amazônia. O experimento foi conduzido no IFTO – *Campus* Araguatins, utilizando delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, combinando com e sem inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio (0, 100 e 200 kg ha⁻¹), com quatro repetições. Foram avaliadas características agronômicas: altura da planta, diâmetro do colmo, índice de germinação e matéria seca da raiz. A inoculação com *Azospirillum brasilense* aumentou o crescimento do milho, principalmente altura, diâmetro do colmo e matéria seca da raiz, sendo mais eficaz com 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio; doses maiores reduziram seu efeito, mostrando que a combinação dessa bactéria com N moderado é a mais eficiente e sustentável.

Palavras-chave: Milho; *Azospirillum brasilense*; Nitrogênio.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays L.*) is a crop of great economic and nutritional importance, requiring high doses of nitrogen to reach its productive potential, especially in Cerrado soils, which are naturally poor in nutrients. Deficiency of this element limits vegetative growth and the protein content of the plant. Inoculation with *Azospirillum brasilense* emerges as a sustainable alternative, promoting biological nitrogen fixation, phytohormone production, and increased nutrient absorption, favoring root and aerial development of corn. This study evaluated the effects of inoculation with *A. brasilense* and nitrogen fertilization on the vegetative growth of corn in a Cerrado-Amazon ecotone region. The experiment was conducted at IFTO – Campus Araguatins, using a completely randomized design with six treatments, combining inoculation with and without *Azospirillum brasilense* bacteria and nitrogen doses (0, 100, and 200 kg ha⁻¹), with four replications. Agronomic characteristics were evaluated: plant height, stem diameter, germination index, and root dry matter. Inoculation with *Azospirillum brasilense* increased corn growth, mainly height, stem diameter, and root dry matter, being most effective with 100 kg ha⁻¹ of nitrogen; higher doses reduced its effect, showing that the combination of this bacteria with moderate N is the most efficient and sustainable.

Keywords: Corn; *Azospirillum brasilense*; Nitrogen.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Altura de plantas(cm) de milho submetidas a diferentes doses de nitrogênio, com e sem inoculação com <i>Azospirillum brasiliense</i>	17
Figura 02 – Altura de plantas (cm) de milho submetidas a dose 0 (zero) de Nitrogênio.....	19
Figura 03 - Altura de plantas (cm) de milho submetidas a dose 100 (cem) de Nitrogênio.....	20
Figura 04 – Altura de plantas (cm) de milho submetidas a dose 200 (duzentos) de Nitrogênio.....	21
Figura 05 – Diâmetro do colmo das plantas(cm) de milho submetidas a diferentes doses de nitrogênio, com e sem inoculação com <i>Azospirillum brasiliense</i>	22
Figura 06 – Diâmetro do colmo (mm) de milho submetidas a dose 0 (zero) de Nitrogênio.....	24
Figura 07 – Diâmetro do colmo (mm) de milho submetidas a dose 100 (cem) de Nitrogênio.....	25
Figura 08 – Diâmetro do colmo (mm) de milho submetidas a dose 0 (zero) de Nitrogênio.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Análise de solo do estudo na camada de 0 a 20 centímetros.....	14
Tabela 02 - Valores médios da germinação submetidas a diferentes doses de nitrogênio e inoculação bacteriana aos 13 dias após a semeadura.....	16
Tabela 03 - Valores médios da altura (cm) de plantas de milho submetidas a diferentes doses de nitrogênio e inoculação bacteriana aos 58 dias após a semeadura.....	18
Tabela 04 - Valores médios do diâmetro do colmo (cm) de plantas de milho submetidas a diferentes doses de nitrogênio e inoculação bacteriana aos 58 dias após a semeadura.....	23
Tabela 05 - Valores médios da matéria seca da raiz submetidas a diferentes doses de nitrogênio e inoculação bacteriana aos 58 dias após a semeadura.....	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Nitrogênio	13
2.2 Inoculação com <i>Azospirillum brasilense</i>	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Localização do Experimento	15
3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos	15
4.3 Condução e Coleta de Dados do Experimento	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.2 Avaliação da altura de plantas (cm)	18
4.3 Avaliação do diâmetro do colmo (mm)	23
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo devido ao seu potencial produtivo e ao seu valor nutritivo, podendo ser usado tanto na alimentação humana, como animal (CUNHA et.al, 2014).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho. A produção brasileira tem crescido significativamente, atingindo um recorde de 139,7 milhões de toneladas na safra 2024/25, já o Tocantins com uma área plantada de aproximadamente de 405 mil hectares na safra 24/25 teve uma produção de 2,12 milhões de toneladas (CONAB 2025).

A expansão desta cultura tem ocorrido em solos de Cerrado, que são geralmente pobres em nutrientes e, portanto, exigem adição de quantidades elevadas de adubos, principalmente de fertilizantes nitrogenados.

O milho é uma das culturas mais exigentes em fertilizantes, principalmente os nitrogenados, apresentando incrementos em vários caracteres, influenciando na produção final. O nitrogênio é o elemento mineral mais importante e limitante na produtividade do milho, sendo requerida sua aplicação em grandes quantidades para suprir a demanda da cultura. A deficiência de nitrogênio na cultura pode afetar o rendimento de grãos entre 14% a 22%, além de diminuir o teor de proteína nos grãos (REPKE et.al., 2013).

Segundo Reis Junior et al. (2008), a identificação, a seleção e o uso de genótipos de milho mais tolerantes à deficiência de nitrogênio e eficientes na aquisição deste elemento constitui estratégia importante. Nesse sentido, deve ser considerada a busca por genótipos que formem associações mais eficientes com bactérias diazotróficas e/ou promotoras de crescimento. Sabe-se que existem interações entre o nitrogênio e essas bactérias na assimilação e na utilização desse nutriente pelas plantas (CUNHA et al., 2014).

Além do benefício da fixação biológica de nitrogênio em algumas culturas, a inoculação com *Azospirillum brasilense* impulsiona um crescimento melhor da parte aérea e do sistema radicular da planta, por meio da produção de hormônios promotores de crescimento, como as giberelinas, as auxinas e as citocininas (TAIZ;

ZEIGER, 2013). As bactérias promotoras de crescimento de plantas impulsionam o desenvolvimento das plantas por alguns mecanismos, estando incluída a síntese de fitormônios; além disso, promove melhoria da nutrição nitrogenada e de outros nutrientes, minimização de estresse e controle biológico da microbiota patogênica. Destaca-se que essas bactérias auxiliam no incremento da superfície de absorção das raízes da planta e, com isso, ocorre aumento considerável do volume de solo explorado (HUNGRIA et al., 2010). Este estudo avaliou os efeitos da inoculação com *A. brasilense* e da adubação nitrogenada sobre o crescimento vegetativo do milho em região de ecótono Cerrado-Amazônia.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O milho (*Zea mays L.*) é uma espécie que pertence à família Gramineae/Poaceae, sendo proveniente de seu ancestral selvagem chamado “teosinto” (ILTIS & DOEBLEY, 1980), dando origem a planta de milho primitivo e cujos primeiros registros ocorreram há mais de 9.000 anos, quando ainda possuíam espigas menores que 3 cm. Posteriormente, através da domesticação da espécie por seleção e cruzamentos, o tamanho das espigas do milho moderno convencional, atualmente é de aproximadamente 15 a 30 cm. Foi um cereal importante para a sobrevivência dos povos antigos, com registros desde as civilizações mexicanas, através das suas antigas culturas, até a tradicional cultura das civilizações mais recentes nas comunidades indígenas e hoje agricultura moderna (VILAR, 2016; DONEL, 2019).

2.1 Nitrogênio

O nitrogênio (N) é o elemento mais abundante na atmosfera terrestre (em torno de 70%). Nas plantas, é componente da estrutura da clorofila, de enzimas e de proteínas. Por ser elemento essencial, seu balanço afeta a formação de raízes, a fotossíntese, a produção e a translocação de fotoassimilados e a taxa de crescimento entre folhas e raízes, sendo o crescimento foliar primeiramente afetado (CUNHA et al., 2014).

O baixo teor de N presente nos solos de cultivo brasileiros é outro fator que

limita o alcance de altas produtividades na cultura do milho (PANDOLFO et al., 2015). O N é o nutriente mais requerido pelo milho e sua importância está ligada à síntese das moléculas de clorofila, aminoácidos, ácidos nucleicos, proteínas e enzimas importantes nas vias metabólicas (TAIZ et al., 2017). É também considerado o nutriente mais importante no rendimento e no teor proteico dos grãos, e o que mais onera a produção da cultura (NOVAKOWISKI et al., 2011).

O nitrogênio proveniente dos fertilizantes pode ter diferentes destinos: uma parte é absorvida e utilizada pelas plantas, enquanto o restante pode ser perdido por escoamento superficial, lixiviação no solo ou volatilização, seja na forma de amônia, gás nitrogênio ou óxidos de nitrogênio em processos de desnitrificação. As proporções dessas perdas variam bastante. Quando aplicado em grandes quantidades, esse nutriente pode provocar um consumo exagerado de outros elementos pelas plantas e aumentar a concentração de nutrientes no solo e na água, gerando desequilíbrios ambientais (DIAS, 2021).

No geral, recomenda-se para a cultura do milho a aplicação de 40 a 50 kg ha⁻¹ de N no plantio e o restante em cobertura, na fase de 3 a 8 folhas verdadeiras até somar aproximadamente de 120 kg ha⁻¹ a 150 kg ha⁻¹ (DIAS, 2021). Já para altas produtividades, em lavouras acima de 8t ha⁻¹, são recomendadas doses acima de 140 kg ha⁻¹ de nitrogênio (DIAS, 2021).

2.2 Inoculação com *Azospirillum brasilense*

As bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum* são capazes de fixar nitrogênio atmosférico e, quando associadas à rizosfera das plantas, podem contribuir significativamente para sua nutrição nitrogenada. Segundo Bartchechen et al 2010., os efeitos de *Azospirillum spp.* no desenvolvimento do milho e de outras gramíneas têm sido amplamente estudados nos últimos anos, não apenas em relação ao rendimento das culturas, mas também quanto aos mecanismos fisiológicos que podem explicar esse aumento na produtividade.

Diversas evidências indicam que a inoculação de sementes de milho com *Azospirillum brasilense* promove um aumento na taxa de acúmulo de matéria seca, possivelmente associado à maior atividade de enzimas fotossintéticas e à maior

assimilação de nitrogênio. Além de influenciar positivamente o desempenho da cultura, essa bactéria apresenta várias características benéficas como inoculante: é endofítica (penetra no interior das raízes), possui ação antagonista contra patógenos, produz fitormônios, apresenta baixa sensibilidade a variações de temperatura e ocorre em diversos tipos de solo e clima (DIAS, 2021).

Consideradas bioestimulantes, essas bactérias atuam em múltiplos aspectos da fisiologia vegetal, como o crescimento, a nutrição, o desenvolvimento e a morfogênese. Elas também contribuem nas interações com outros microrganismos e nas respostas das plantas a estresses abióticos e bióticos. Além da fixação de nitrogênio, são responsáveis pela produção de diversos fitormônios, moléculas e enzimas, promovendo o crescimento do sistema radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes, mobilizando minerais e auxiliando no controle biológico direto ou indireto de patógenos (JALES et al., 2021).

O uso de inoculantes do gênero *Azospirillum* na cultura do milho tem mostrado benefícios como o aumento da produtividade de grãos, maior acúmulo de matéria seca, incremento no diâmetro do colmo, altura de inserção e comprimento da espiga, além de maior massa de espiga, sabugo e peso de mil grãos. Também se observa maior acúmulo de nitrogênio na parte aérea e possível aumento da atividade de enzimas fotossintéticas (DIAS, 2021).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do Experimento

O experimento foi conduzido no espaço pertencente ao viveiro de mudas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – *Campus* Araguatins, localizado nas coordenadas geográficas aproximadas de 05°38'35" latitude sul e 48°04'14" longitude oeste. A região apresenta precipitação média anual que varia de 1.600 a 1.680 mm, temperatura média de 26.8°C e altitude de 103 metros, segundo dados do INMET (2024).

3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial 3×2 , composto por três níveis de nitrogênio (0, 100 e 200 kg/ha⁻¹) e dois níveis de inoculação com e sem *Azospirillum brasiliense*, totalizando seis tratamentos. Cada tratamento contou com quatro repetições, perfazendo 24 unidades experimentais. A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software R 4.5.1.

Os tratamentos foram distribuídos conforme descritos abaixo:

Tratamento 1: 0 ml de *Azospirillum brasiliense* e 0 kg de N;

Tratamento 2: 0 ml de *Azospirillum brasiliense* e 100 kg de N;

Tratamento 3: 0 ml de *Azospirillum brasiliense* e 200 kg de N;

Tratamento 4: 4 ml de *Azospirillum brasiliense* e 0 kg de N;

Tratamento 5: 4 ml de *Azospirillum brasiliense* e 100 kg de N;

Tratamento 6: 4 ml de *Azospirillum brasiliense* e 200 kg de N.

4.3 Condução e Coleta de Dados do Experimento

Para a caracterização inicial do material experimental, o solo foi amostrado na camada de 0–20 cm e posteriormente encaminhado ao Laboratório de Solos do IFTO – Campus Araguatins para a determinação dos atributos químicos. As análises revelaram as seguintes características:

Tabela 01: Análise de solo do estudo na camada de 0 a 20 centímetros

Amostr a	pH em H ₂ O	P	K	Ca	Mg	A I	H+A I	S	T	V%	M. O.
N°		mg/dm ³		cmolc/dm ³							%
39	5,76	0,4 6	38,86	9,55	5,2 4	0	2,6	14,89	17,49	85,14	1,3 7

Análise física

Amostra	Areia	Argila	Silte
N° 39	%		
	51,34	36	12,66

Fonte: Laboratório de Solos, IFTO- Campus Araguatins. pH - em resultados em água destilada, g/100 cm³ de terra; P - Fósforo extraído do solo através de Mellich trocadora de íons (equivalente a mg/dm³); Ca - cálcio trocável; H + Al - Hidrogênio + alumínio ou acidez potencial; S - Soma das bases ou Ca + Mg + K; T - Capacidade de troca de cátions ou S + H + Al; V - porcentagem de saturação de bases ou $V = 100 S/T$

Em seguida, procedeu-se ao enchimento dos vasos de 25 L previamente caracterizados com solo coletado em uma área próximo ao experimento. A inoculação das sementes foi realizada, na proporção de 0,4 ml de inoculante de *Azospirillum brasiliense* para cada 100g de sementes. Para a adubação de plantio, foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (18% de P₂O₅), 60 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (K₂O) e 100 kg ha⁻¹ de ureia (45% de N). No dia 13 de agosto foi realizado a adubação de plantio e, em seguida, procedeu-se à semeadura. Foram utilizadas seis sementes de milho do híbrido AG 1051 em cada vaso de 25 litros, a uma profundidade média de 4 a 5 cm.

Para o índice de germinação, efetuou-se a contagem das plântulas, sendo realizado o desbaste aos 13 dias após a semeadura mantendo-se apenas uma planta por vaso. Aos 23 dias após o plantio, realizou-se a primeira avaliação, utilizando trena para mensuração da altura da planta e paquímetro para determinação do diâmetro do colmo.

Com a realização da primeira medição, as avaliações subsequentes foram conduzidas em intervalos regulares de sete dias totalizando seis semanas, garantindo o acompanhamento contínuo do desenvolvimento das plantas. Decorridos 30 dias do início do experimento, procedeu-se à adubação de cobertura utilizando ureia, de acordo com os tratamentos estabelecidos.

Após a última medição de altura e diâmetro, procedeu-se à coleta das raízes para determinação da matéria seca. As plantas de milho foram cortadas rente à superfície do solo, na base do colmo, separando a parte aérea do sistema radicular. Em seguida, o solo contido nos vasos foi cuidadosamente colocado em bandejas plásticas, realizando-se a lavagem das raízes em água corrente, com o auxílio de peneiras de malha fina, a fim de eliminar totalmente as partículas de solo aderidas, evitando a perda de raízes finas.

As raízes limpas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 65 a 70 °C (EMBRAPA, 2000), permanecendo até atingirem massa constante, com duração de 48 horas. Após a secagem, as amostras foram resfriadas, posteriormente, pesadas em balança de precisão (0,01 g) para obtenção da matéria seca de raízes (g planta⁻¹).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado na tabela 02, os valores de germinação permaneceram estáveis entre as doses e os tratamentos de inoculação, variando entre 5,75 e 6,00, sem diferenças estatísticas significativa. Assim, como Silva et al. (2021) verificaram que a germinação do milho não é significativamente influenciada por inoculação ou adubação nitrogenada, corroborando os resultados encontrados nesta pesquisa.

4.1 Germinação

Tabela 02 - Valores médios da germinação submetidas a diferentes doses de nitrogênio e inoculação bacteriana aos 13 dias após a semeadura

Doses	Sem Inoculação	Com. Inoculação
0	6,00aA	5,75aA
100	5,75aA	5,75aA
200	5,75aA	6,00aA
S	0,00	
B	0,00	
CV	7,00	

S - Shapiro-Wilk test B - Bartlett test CV - coefficient of variation

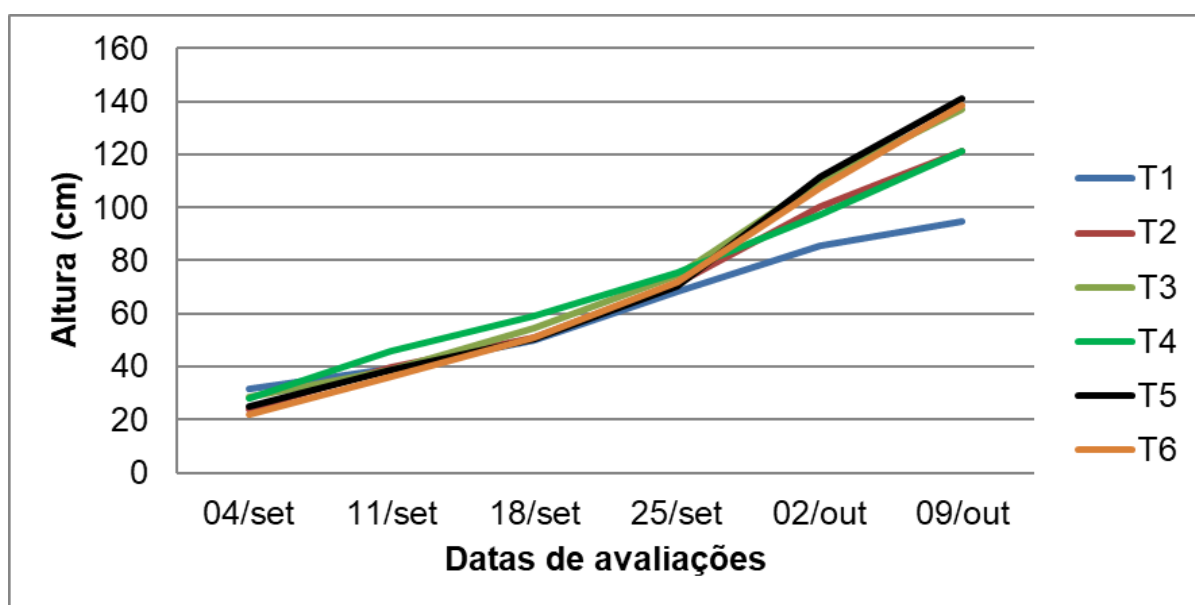
As letras minúsculas comparam médias dentro de cada coluna (entre doses de N), enquanto as letras maiúsculas comparam médias dentro de cada linha (entre inoculações), conforme o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.2 Avaliação da altura de plantas (cm)

A figura 01 apresenta a evolução da altura das plantas, compreendido entre 04 de setembro e 09 de outubro, sob diferentes doses de nitrogênio (0, 100 e 200 kg ha⁻¹

¹ de N), com ou sem inoculação do *Azospirillum brasilense*. Observa-se um crescimento contínuo da altura das plantas em todas as condições. As plantas com doses de 100 e 200 kg ha⁻¹ de N e com inoculação apresentaram maiores alturas finais, chegando próximas ou acima de 140 cm. Já as plantas sem adubação nitrogenada (0 N) tiveram crescimento mais lento, especialmente sem inoculação, atingindo cerca de 100 cm no final do período. Isso indica que tanto a inoculação com microrganismos quanto o uso de nitrogênio favorecem o desenvolvimento da planta, mostrando efeito positivo na altura.

Figura 01 - Altura de plantas(cm) de milho submetidas a diferentes doses de nitrogênio, com e sem inoculação com *Azospirillum brasilense*



Tratamento 1: 0 ml de *Azospirillum brasilense* e 0 kg de N; tratamento 2: 0 ml de *Azospirillum brasilense* e 100 kg de N; tratamento 3: 0 ml de *Azospirillum brasilense* e 200 kg de N; tratamento 4: 4 ml de *Azospirillum brasilense* e 0 kg de N; tratamento 5: 4 ml de *Azospirillum brasilense* e 100 kg de N; tratamento 6: 4 ml de *Azospirillum brasilense* e 200 kg de N.

Na tabela 03 observa-se que nos tratamentos sem inoculação, a adubação nitrogenada influenciou a altura de plantas, variando de 94,75 cm na ausência de nitrogênio para 136,75 cm na dose de 200 kg ha⁻¹. Nos tratamentos inoculados, percebe-se que na dose 100 kg ha⁻¹, a altura de plantas obteve o melhor resultado,

Ao comparar os tratamentos com e sem inoculação dentro de cada dose, verifica-se que a inoculação promoveu aumento significativo da altura nas doses de 0

e 100 kg ha⁻¹ de N, evidenciando um efeito positivo do *Azospirillum brasiliense* quando o fornecimento de nitrogênio é limitado ou intermediário. Já na dose de 200 kg ha⁻¹, não houve diferença entre os tratamentos, o que sugere que o nitrogênio em quantidade elevada já é suficiente para atender às necessidades da cultura, não sendo observados ganhos adicionais com a inoculação. Esses resultados indicam que a inoculação bacteriana pode atuar como uma estratégia complementar à adubação nitrogenada, sobretudo em condições de menor disponibilidade de N. Marques et al. (2024), com trabalho conduzido a campo, observaram que a inoculação com *A. brasiliense* aumentou significativamente a altura e a área foliar de milho tanto em solo com baixa disponibilidade de N (20 kg ha⁻¹) quanto em nível elevado de N (120 kg ha⁻¹), embora não tenha reduzido completamente a necessidade de adubação nitrogenada.

Tabela 03- Valores médios da altura (cm) de plantas de milho submetidas a diferentes doses de nitrogênio e inoculação bacteriana aos 58 dias após a semeadura

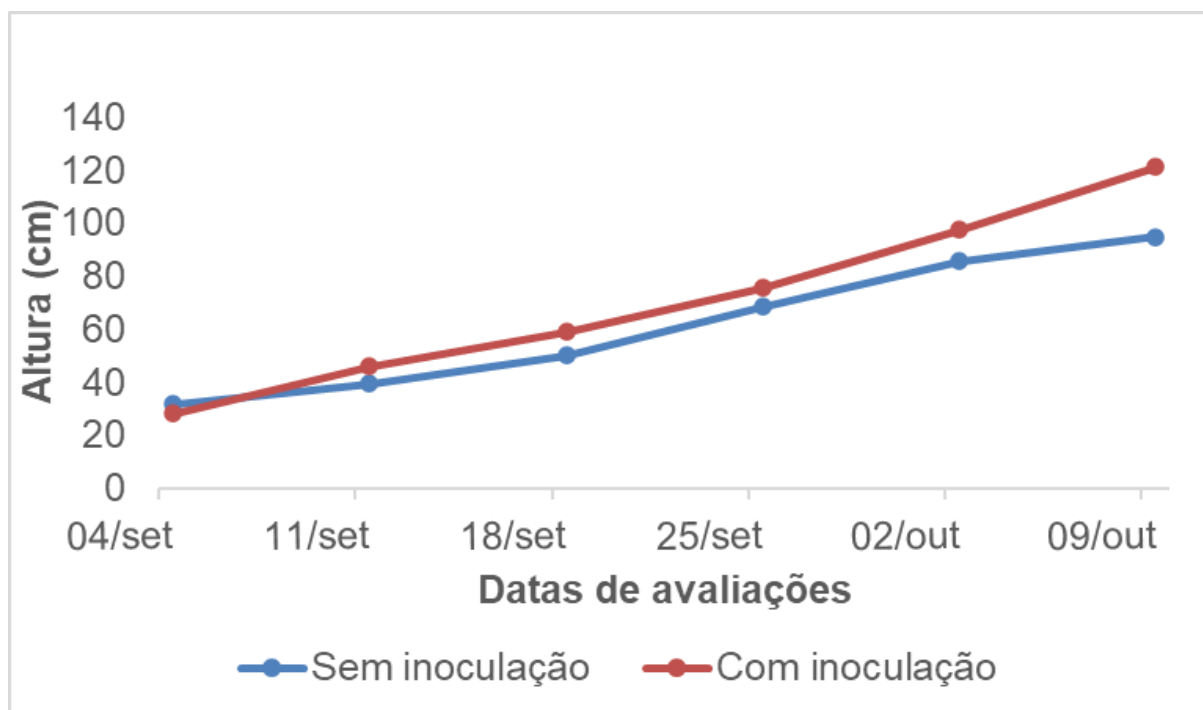
Doses	Sem Inoculação	Com Inoculação
0	94,75bB	121,25bA
100	121,00aB	141,00aA
200	136,75aA	138,75abA
S		0,99
B		0,16
CV		8,00

S - Shapiro-Wilk test B - Bartlett test CV - coefficient of variation

As letras minúsculas comparam médias dentro de cada coluna (entre doses de N), enquanto as letras maiúsculas comparam médias dentro de cada linha (entre inoculações), conforme o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

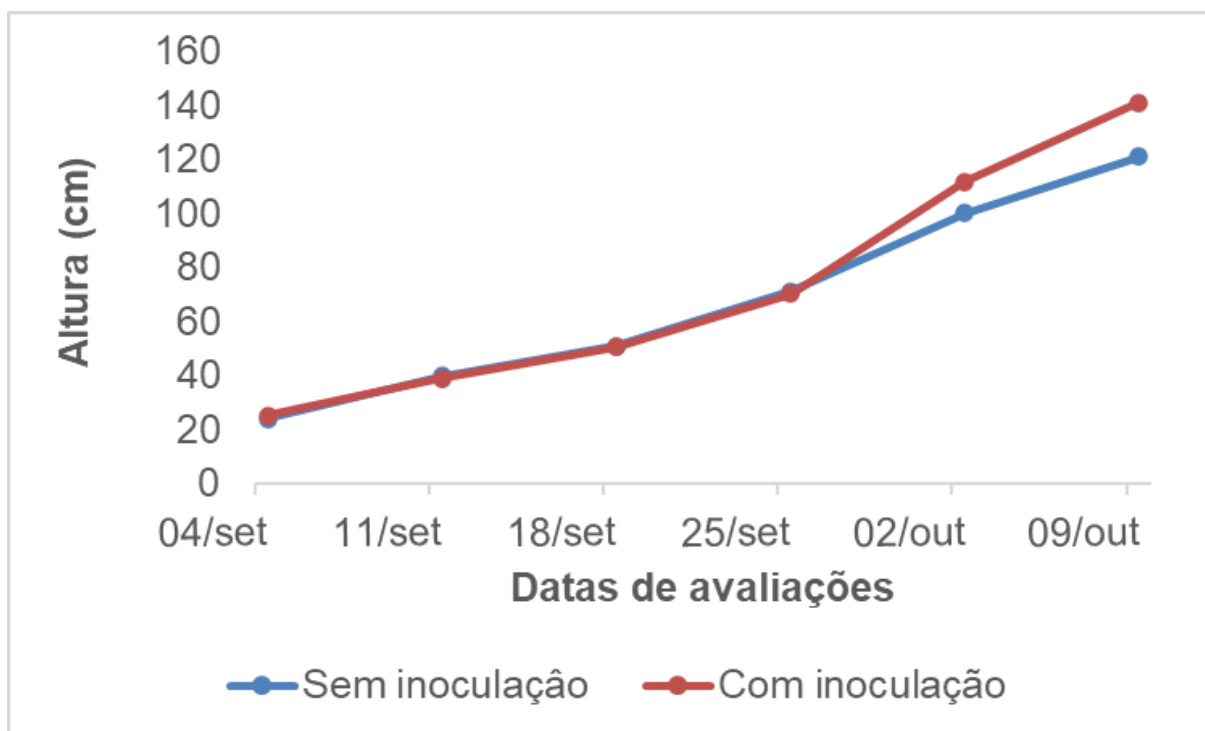
A figura 02, detalha o comportamento das plantas sem adubação nitrogenada, comparando apenas o efeito da inoculação ao longo do tempo. As plantas com inoculação mostraram crescimento mais rápido e constante, atingindo cerca de 120 cm no final do experimento. Já as sem inoculação ficaram próximas de 100 cm. A diferença aumenta com o tempo, sobretudo na fase final de desenvolvimento da planta.

Figura 02 – Altura de plantas (cm) de milho submetidas a dose 0 (zero) de Nitrogênio



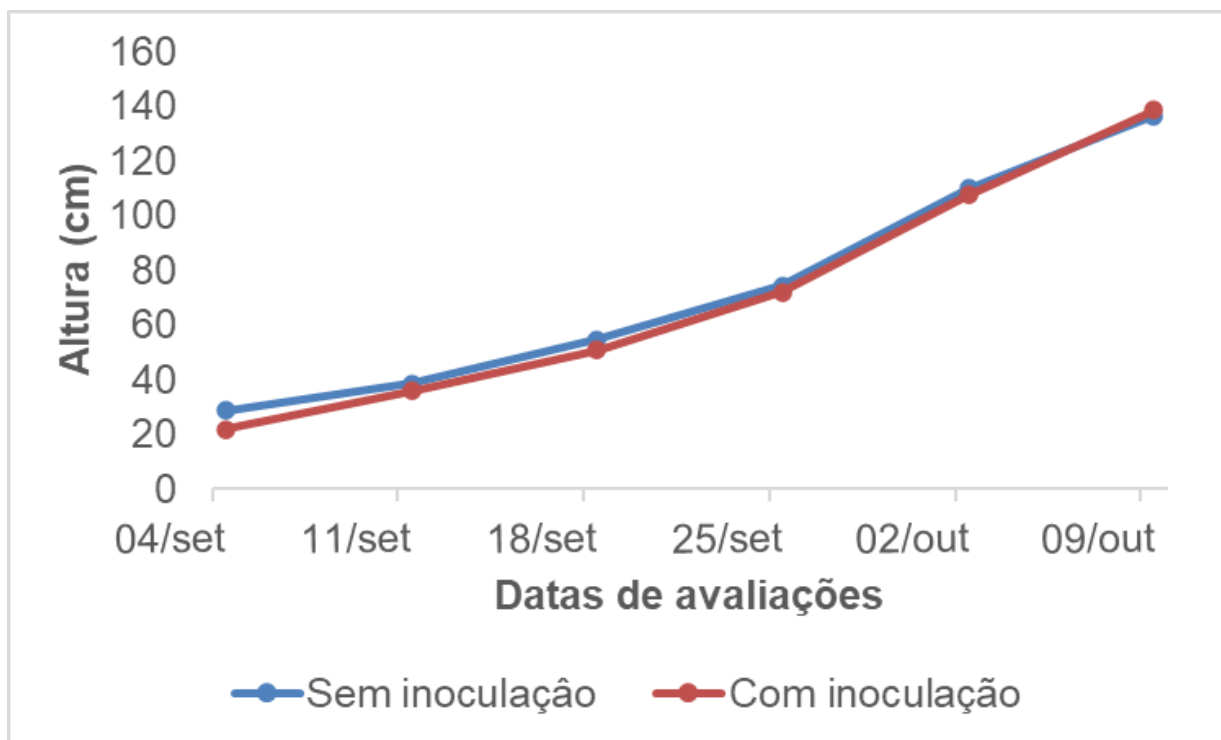
De acordo com a figura 03, verifica-se a variação da altura das plantas de milho ao longo do período experimental sob a dose de 100 kg ha^{-1} de nitrogênio, com e sem inoculação com *Azospirillum brasilense*. Observa-se que o crescimento foi em ambas as condições, com incremento expressivo a partir da quarta semana de avaliação. No entanto, as plantas inoculadas, teve diferença mais evidente a partir do dia 02/10, quando a altura superou em aproximadamente 10 a 15 cm as plantas sem inoculação. Esse resultado evidencia o efeito positivo da inoculação bacteriana, possivelmente associado à maior eficiência na assimilação de nitrogênio e à síntese de fito hormônios promotores de crescimento, como relatado por Hungria et al. (2010) e Quadros et al. (2020).

Figura 03– Altura de plantas (cm) de milho submetidas a dose 100 (cem) de Nitrogênio



Na figura 04 a aplicação de 200 kg ha^{-1} de N não proporcionou bom crescimento do milho, e embora a inoculação com *Azospirillum brasilense* tenha mostrado tendência de aumento na altura das plantas na última semana, a diferença não foi expressiva, sugerindo que, nessa dose elevada de nitrogênio, o efeito adicional da bactéria foi limitado. Isso ocorre porque o excesso de nitrogênio mineral pode limitar a atividade das bactérias diazotróficas e a fixação biológica, conforme descrito por Okon e Labandera-Gonzales (1994) e Cassán et al. (2015).

Figura 04 – Altura de plantas (cm) de milho submetidas a dose 200 (duzentos) de Nitrogênio

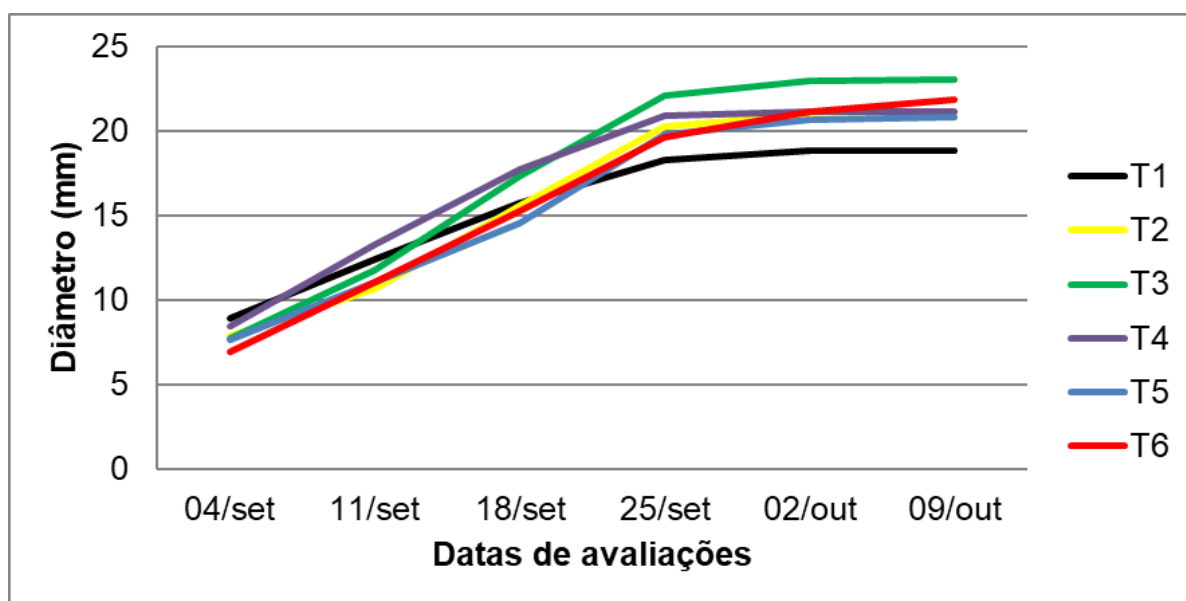


4.3 Avaliação do diâmetro do colmo (mm)

Observa-se na figura 05 a evolução do diâmetro médio do colmo do milho, compreendido entre 04 de setembro a 09 de outubro. Mostra que o diâmetro do colmo aumentou continuamente ao longo das avaliações, onde as maiores diferenças aparecem a partir de 25 de setembro, quando os tratamentos com doses mais altas de nitrogênio, especialmente o T3 (0 ml + 200 kg ha⁻¹ de N) e o T5 (4 ml + 100 kg ha⁻¹ de N), passam a apresentar os maiores diâmetros. O T3 se destaca como o tratamento com maior diâmetro final, seguido de perto pelo T5 e T6. Os tratamentos sem nitrogênio (T1 e T4) apresentaram os menores valores ao final do período, embora o T4, que recebeu inoculação, tenha ficado acima do T1, mostrando um pequeno efeito positivo da bactéria.

De forma geral, o diâmetro do colmo foi mais influenciado pelas doses de nitrogênio, com a inoculação contribuindo principalmente quando associada ao N, mas com menor impacto isolado.

Figura 05 – Diâmetro do colmo das plantas(mm) de milho submetidas a diferentes doses de nitrogênio, com e sem inoculação com *Azospirillum brasilense*



Tratamento 1: 0 ml de *Azospirillum brasilense* e 0 kg de N; tratamento 2: 0 ml de *Azospirillum brasilense* e 100 kg de N; tratamento 3: 0 ml de *Azospirillum brasilense* e 200 kg de N; tratamento 4: 4 ml de *Azospirillum brasilense* e 0 kg de N; tratamento 5: 4 ml de *Azospirillum brasilense* e 100 kg de N; tratamento 6: 4 ml de *Azospirillum brasilense* e 200 kg de N.

Na tabela 04, observa-se que na condição sem inoculação a aplicação de nitrogênio elevou o diâmetro do colmo, não sendo observado diferenças entre as doses de 100 e 200 kg ha⁻¹ de N. Na condição com inoculação não houve diferença entre as doses e o controle. Quando se compara os tratamentos com e sem inoculação percebe-se diferença significativa apenas na dose 0 kg ha⁻¹ de N, enfatizando o efeito positivo do uso da bactéria *Azospirillum brasilense*.

Esses resultados são coerentes com o de Hungria et al. (2010) que relata que a inoculação com *Azospirillum brasilense* tende a promover maior crescimento radicular e engrossamento do colmo, sobretudo em condições de baixa disponibilidade de nitrogênio. Segundo Cavallet et al. (2000), em doses mais altas de

N, a resposta à inoculação tende a diminuir, pois a planta passa a depender mais do N mineral do que da fixação biológica.

Tabela 04 - Valores médios do diâmetro do colmo (mm) de plantas de milho submetidas a diferentes doses de nitrogênio e inoculação bacteriana aos 58 dias após a semeadura

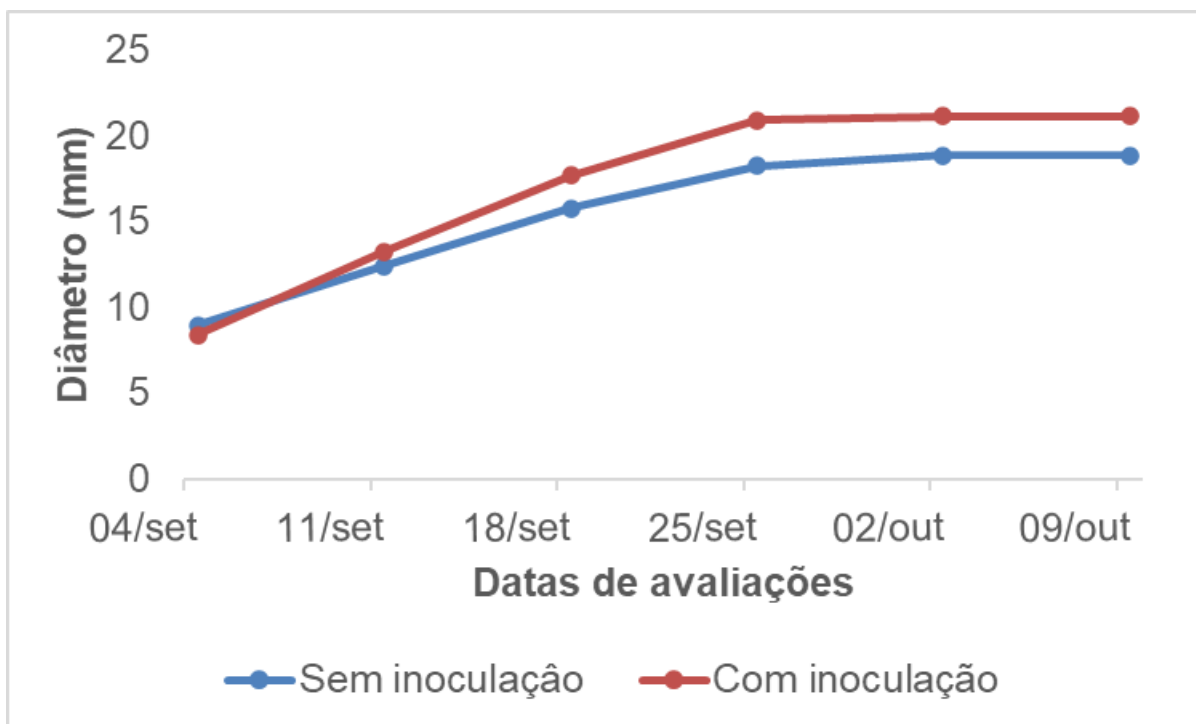
Doses	Sem Inoculação	Com. Inoculação
0	18,85bB	21,15aA
100	21,13aA	20,82aA
200	23,07aA	21,86aA
S		0,78
B		0,32
CV		5,74

S - Shapiro-Wilk test B - Bartlett test CV - coefficient of variation

As letras minúsculas comparam médias dentro de cada coluna (entre doses de N), enquanto as letras maiúsculas comparam médias dentro de cada linha (entre inoculações), conforme o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

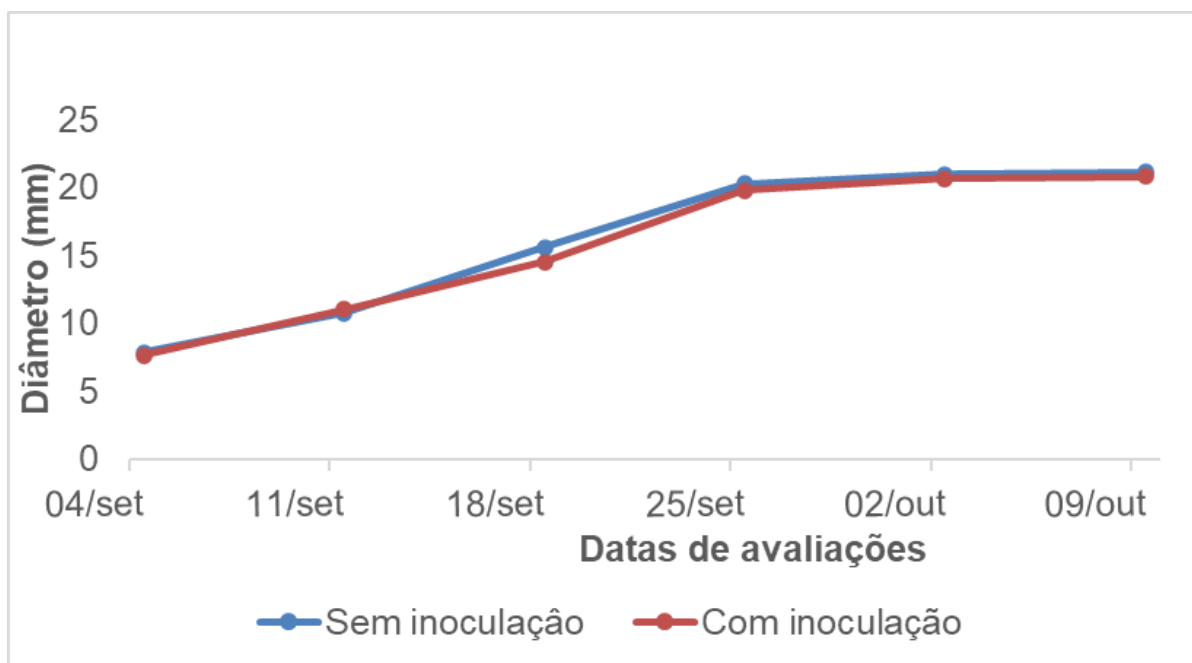
Na figura 06, sem adubação nitrogenada, o diâmetro médio do colmo variou de 8,97 mm (4/09) a 18,85 mm (9/10) nas plantas sem inoculação e de 8,39 mm a 21,15 mm nas plantas inoculadas. A diferença positiva de aproximadamente 2,3 mm ao final do período demonstra que o uso do *Azospirillum brasilense* favoreceu o desenvolvimento do colmo mesmo na ausência de nitrogênio mineral. Esse resultado confirma a capacidade do microrganismo de fixar nitrogênio atmosférico e disponibilizá-lo à planta, suprimindo parcialmente a deficiência nutricional e resultando em maior espessura de colmo.

Figura 06 – Diâmetro do colmo (mm) de milho submetidas a dose 0 (zero) de Nitrogênio



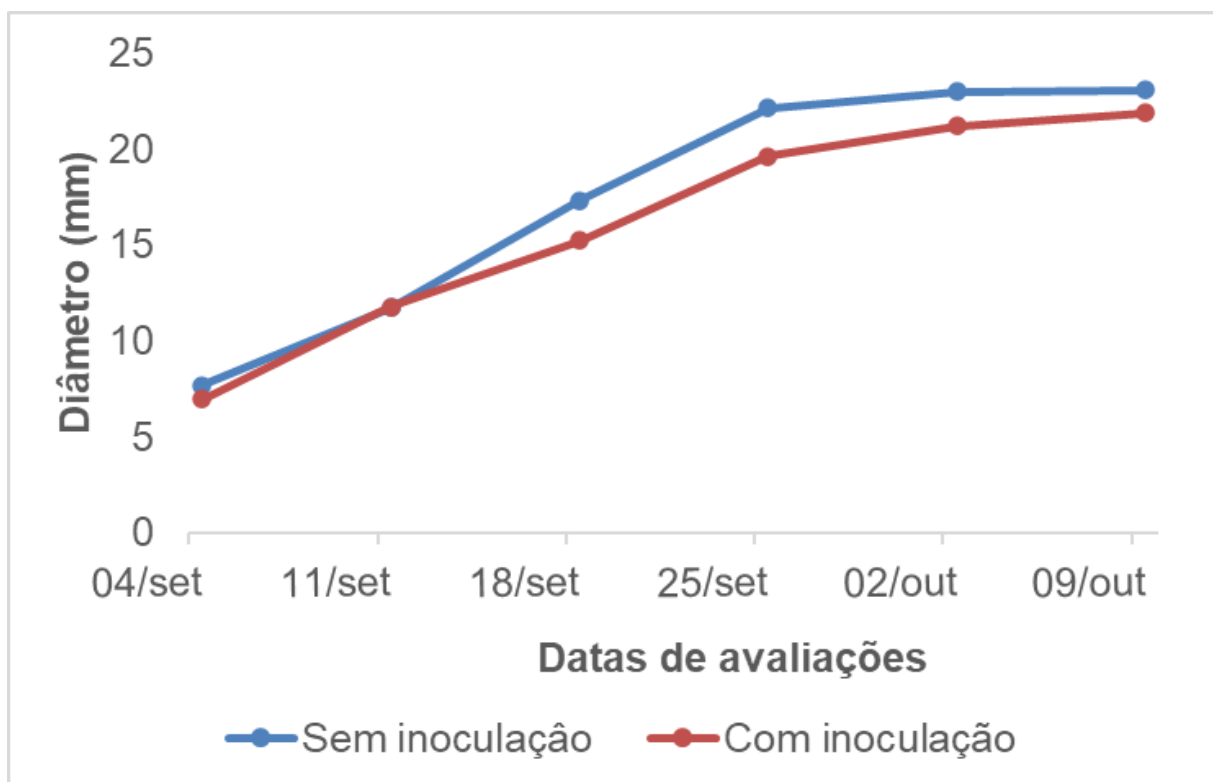
Na figura 07, os valores médios de diâmetro aumentaram progressivamente de 7,80 mm (04/09) para 21,13 mm (09/10) nas plantas sem inoculação e de 7,66 mm para 21,82 mm nas plantas inoculadas. Observa-se que ambas as curvas apresentaram comportamento semelhante, com pequeno destaque para a inoculação no período intermediário (18/09 e 25/09). Na dose de 100 kg ha⁻¹ de N, o efeito do *Azospirillum brasilense* foi limitado, possivelmente porque o fornecimento de nitrogênio já supria adequadamente as exigências nutricionais da cultura, reduzindo o benefício adicional da fixação biológica.

Figura 07 – Diâmetro do colmo (mm) de milho submetidas a dose 100 (cem) de Nitrogênio



Na figura 08, para a dose de 200 kg ha^{-1} de nitrogênio, o diâmetro do colmo variou de 7,68 mm a 23,07 mm nas plantas sem inoculação e de 6,95 mm a 21,86 mm nas plantas inoculadas. Nesse caso, o tratamento sem inoculação apresentou ligeira vantagem em relação ao inoculado, porém não teve diferença significativa, mais indicando que o alto nível de nitrogênio mineral pode inibir parcialmente a colonização ou a atividade das bactérias promotoras de crescimento. Esse comportamento é coerente com estudos de Repke et al., 2013, que relatam redução das bactérias associativas de *A. brasilense* em ambientes com excesso de nitrogênio disponível.

Figura 08 – Diâmetro do colmo (mm) de milho submetidas a dose 200 (duzentos) de Nitrogênio



4.4 Matéria seca da raiz

Na tabela 05, verifica-se que a inoculação promoveu aumento expressivo na matéria seca das raízes na dose zero de nitrogênio, passando de 16,68 g (sem inoculação) para 33,00 g (com inoculação), evidenciando o efeito positivo da bactéria na ausência da adubação nitrogenada.

Entretanto, nas doses de 100 e 200 kg ha⁻¹ de N, as médias com inoculação (29,92 g e 24,80 g, respectivamente) não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram tendência de redução em relação à dose zero, indicando que o efeito do *Azospirillum brasilense* pode ser mais expressivo em condições de menor disponibilidade de nitrogênio mineral.

Resultados semelhantes foram relatados por Santos et al. (2019), que observaram aumento da biomassa radicular com doses crescentes de nitrogênio em plantas sem inoculação, enquanto plantas inoculadas apresentaram menor resposta à adubação, devido à fixação biológica de N suprir parte das necessidades nutricionais.

Tabela 05 - Valores médios da matéria seca da raiz submetidas a diferentes doses de nitrogênio e inoculação bacteriana aos 58 dias após a semeadura

Doses	Sem Inoculação	Com Inoculação
0	16,68bB	33,00aA
100	30,10aA	29,92aA
200	33,11aA	24,80aA
S		0,41
B		0,71
CV		21,40

S - Shapiro-Wilk test B - Bartlett test CV - coefficient of variation

As letras minúsculas comparam médias dentro de cada coluna (entre doses de N), enquanto as letras maiúsculas comparam médias dentro de cada linha (entre inoculações), conforme o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que a inoculação com *Azospirillum brasilense* e a adubação nitrogenada a germinação não foi influenciada pelos tratamentos.

A altura das plantas respondeu melhor à combinação 100 kg ha⁻¹ de N + inoculação, que apresentou o maior crescimento.

O diâmetro do colmo foi mais determinado pelas doses de nitrogênio, com destaque para 200 kg ha⁻¹ sem inoculação, embora a inoculação tenha ajudado apenas na ausência de N.

A matéria seca da raiz teve seu melhor desempenho em 0 kg ha⁻¹ + inoculação, mostrando forte efeito da bactéria em condições de baixo nitrogênio.

De modo geral, a inoculação foi mais eficiente quando o N era limitado, e o tratamento mais equilibrado e produtivo foi 4 mL de inoculante + 100 kg ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

- BARTCHECHEN, A. et al. Efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* na produtividade da cultura do milho (*Zea mays* L). **Campo Digital**, v. 5, n. 1, p. 1-4, 2010. Disponível em: <https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/982/353>. Acesso em: 26 abr. 2025.
- CARMO, C. A. F. S. do; ARAÚJO, W. S. de; BERNARDI, A. C. de C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41 p. (Circular Técnica, 6). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/337672/1/metododeanalisadetecido.pdf>. Acesso em: 15 out. 2025.
- CASSÁN, F.; VANDERLEYDEN, J.; SPAEPEN, S. **Physiological and agronomical aspects of the use of *Azospirillum* spp. in cereals**. *Plant and Soil*, v. 356, p. 1–10, 2012. Acesso em: 29 out. 2025.
- CAVALLET, L. E. et al. Resposta do milho à inoculação com *Azospirillum* spp. e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 199–205, 2000. Acesso em: 23 out. 2025.
- CUNHA, F. et al. Efeito da *Azospirillum brasilense* na produtividade de milho no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 3, p. 2-12, 2014. Disponível em: https://rbms.sede.embrapa.br/ojs/article/view/501/pdf_89. Acesso em: 26 abr. 2025.
- DIAS, V. C. **Bactéria *Azospirillum brasilense* e seus efeitos na eficiência da adubação nitrogenada, em cultivares convencionais de milho verde**. 2021. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte, Palmas, 2021. Disponível em:

<https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/3291/1/Vanderlan%20Carneiro%20Dias%20-%20Dissertação.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2025.

DONEL, J. F. W. **Influência do fenômeno ENOS sobre a cultura do milho no Brasil**. 2018. Disponível em:

<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/2369/1/DONEL.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2025.

FERREIRA, A. S. et al. Efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* no desenvolvimento e produtividade do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 42, p. e0170321, 2018. Acesso em: 29 abr. 2025.

HUNGRIA, M. et al. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant and Soil**, v. 331, n. 1-2, p. 413-425, 2010. Acesso em: 7 ago. 2025.

ILTIS, H. H.; DOEBLEY, J. F. **Taxonomy of Zea (Gramineae). II. Subspecific categories in the Zea mays complex and generic synopsis**. American Journal of Botany, v. 67, p. 994-1004, 1980. Acesso em: 7 ago. 2025.

MARQUES, D. M. et al. *Azospirillum brasilense* inoculation improves the morphophysiological aspects of maize in soils with high and low nitrogen contents. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 23, e1356, 2024. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1165142/1/Azospirillum-brasilense-inoculation-improves-the-morphophysiological-aspects-of-maize.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2025.

NOVAKOWISKI, J. et al. **Efeito residual da adubação nitrogenada e inoculação de *Azospirillum brasilense* na cultura do milho**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, supl. 1, p. 2-12, 2011. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/4400/9128>. Acesso em: 26 abr. 2025.

OKON, Y.; LABANDERA-GONZÁLEZ, C. A. **Agronomic applications of *Azospirillum*: an evaluation of 20 years worldwide field inoculation**. Soil Biology and Biochemistry, v. 26, p. 1591–1601, 1994. Acesso em: 29 out. 2025.

OLIVEIRA, J. F.; LIMA, C. S.; MOURA, E. R. Resposta fisiológica e produtiva de plantas sob inoculação com microrganismos promotores de crescimento. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 7, n. 4, p. 45-53, 2020. Acesso em: 23 out. 2025.

PANDOLFO, C. et al. **Desempenho de milho inoculado com *Azospirillum brasilense* associado a doses de nitrogênio em cobertura**. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 27, n. 3, p. 1-6, 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1001931/1/desempenhodemi lhoinoculadocomazospirillumbrasilenseassociadoadosedenitrogenioemcobertura.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2025.

QUADROS, P. D. **Inoculação de *Azospirillum* spp. em sementes de genótipos de milho cultivados no Rio Grande do Sul. 2009**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/17076>. Acesso em: 26 abr. 2025.

REPKE, R. et al. 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. 2-12, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104518/1/eficiencia-azospirillum.pdf>. Acesso em: 7 maio 2025.

ROSA, M. G. **Acúmulo de matéria seca e extração de nutrientes em híbridos de milho inoculados com *Azospirillum brasilense***. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017. Disponível em:

https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/brcris_60dd1cfd0290997b9d0159e8cb3b7b54/Details. Acesso em: 22 out. 2025.

SANTOS, D. A.; BARBOSA, J. R.; COSTA, E. M. Desempenho de plantas inoculadas com rizobactérias em diferentes estádios de crescimento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 2, p. 412-420, 2019. Acesso em: 7 ago. 2025.

SANTOS, L. P. et al. Doses de nitrogênio na cultura do milho para altas produtividades de grãos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 3, p. 2-10, 2013. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104525/1/doses%20nitrogenio.pdf>. Acesso em: 7 maio 2025.

SILVA JUNIOR, J. et al. Produtividade do milho associado à inoculação com *Azospirillum brasilense* e diferentes doses de adubação nitrogenada. **Research, Society and Development**, Anápolis, v. 10, n. 2, e42810212711, p. 2–8, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/12711/11438/167500>. Acesso em: 26 abr. 2025.

SILVA, R. P. da; SOUZA, L. M.; FREITAS, G. A. de. Efeito da inoculação de rizóbios no crescimento e na produtividade de leguminosas em solos tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 45, e0210023, 2021. Disponível em: <https://www.ijedr.org/papers/IJEDR2201031.pdf>. Acesso em: 23 out. 2025.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. Acesso em: 7 ago. 2025.

VILAR, L. **Sementes douradas: uma história sobre o milho**. Seguindo os passos da história, 2016. Acesso em: 7 ago. 2025.

WRIGHT, S. **Correlation and causation**. Journal of Agricultural Research, Washington, v. 20, p. 557-585, 1921. Acesso em: 7 ago. 2025.