

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITO DA INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* NOS
COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE MILHO EM
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Isaac Petersen de Moura Fátima

Jaboticabal - SP
12/09/2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITO DA INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* NOS
COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE MILHO EM
DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Isaac Petersen de Moura Fátima

Orientador: Prof. Doutor Gustavo Vitti Moro

**Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias - UNESP, Câmpus de
Jaboticabal, para graduação em ENGENHARIA
AGRONÔMICA.**

Jaboticabal - SP
1 Semestre/2025

12/09/2025

F253e

Fátima, Isaac Petersen de Moura

Efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* nos componentes da produção de milho em diferentes sistemas de cultivo / Isaac Petersen de Moura Fátima. -- Jaboticabal, 2025

27 p. : tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Gustavo Vitti Moro

1. Agronomia. 2. Milho. 3. *Azospirillum brasilense*. 4. cultivo. 5. produção. I. Título.

Isaac Petersen de Moura Fátima

EFEITO DA INOCULAÇÃO COM *Azospirillum brasilense* NOS COMPONENTES DA PRODUÇÃO DE MILHO EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

Trabalho de Iniciação Científica apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Vitti Môro

Coorientadores: Ms Guilherme Amâncio Vieira Grunewald

Ms. Natáli Vidal do Carmo

Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Milho

Data da defesa: 12/09/2025

(X) Aprovado

() Reprovado

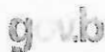
Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
GUSTAVO VITTI MORO
Data: 12/09/2025 15:38:07 0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gustavo Vitti Môro

UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal



Documento assinado digitalmente
FABIO LUIZ CHECCHIO MINGOTTE
Data: 15/09/2025 17:43:37 0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fábio Luiz Checchio Mingotte

UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal



Documento assinado digitalmente
EZEQUIEL SOARES DA SILVA
Data: 12/09/2025 09:40:32 0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ezequiel Soares da Silva

UFAM - Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – Campus de Humaitá

"ad referendum"

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em:

08/10/2025

Prof. Dr. Cibele Chalita Martins

Chefe do Departamento

DEDICO

Primeiramente a Deus por sempre me abençoar e estar ao meu lado independente da situação, e em segundo plano a minha família, que mesmo em momentos de dificuldade se transpareceram fortes e trabalharam para manter meu sonho vivo, “abrindo mão” dos próprios.

SUMÁRIO

1. RESUMO	III
2. ABSTRACT	IV
3. INTRODUÇÃO	1
4. REVISÃO DE LITERATURA	3
5. OBJETIVO	10
6. MATERIAIS E MÉTODOS	10
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
9. CONCLUSÃO	22
10. REFERÊNCIAS.	23

RESUMO

Cultivado a milhares de anos, o milho é o cereal mais cultivado do planeta, por conta de sua versatilidade e valor nutricional, sendo que o fertilizante mais requerido pela cultura é o nitrogênio (N). A fim de suprir essa necessidade de forma mais barata e ecológica, estão sendo utilizadas bactérias diazotróficas (fixadoras de nitrogênio), onde se destaca a *Azospirillum brasilense*. Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da inoculação com *Azospirillum brasilense* nos componentes de produção de milho, em diferentes sistemas de cultivo. Foram utilizados três híbridos comerciais de milho: AG871PRO4, SHU6211TRE e SYN7205. Para essa foi utilizado delineamento de blocos ao acaso (DBC) com cinco repetições esquematizados em parcelas sub-divididas. A partir de tal formação se estabeleceu seis sistemas de cultivo (parcela) para análise, que consistiram pela forma de aplicação de nitrogênio na base e em cobertura, tanto quanto, pela cultura de cobertura antecessora (milho e nabo forrageiro). Foram escolhidas 5 espigas em cada sub parcela para avaliação das seguintes variáveis: comprimento de espiga em centímetros (cm), diâmetro de espiga em milímetro (mm), número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira e peso de mil grãos, com os dados obtidos sendo submetidos à análise de variância (ANOVA), aplicando-se o teste F a 5% de probabilidade com o auxílio do programa estatístico “Genes”. Ao fim, de acordo com o resultado, conclui-se que a inoculação não afetou os componentes de produção do milho, independente dos sistemas de cultivos utilizados. O mesmo se aplica ao nabo- forrageiro (*Raphanus sativus* L.), o qual não apresentou resultados superiores aos demais.

ABSTRACT

Cultivated for thousands of years, maize is the most widely grown cereal crop on the planet due to its versatility and nutritional value. The most demanded fertilizer by this crop is nitrogen (N). In order to meet this requirement in a more cost-effective and environmentally friendly way, diazotrophic (nitrogen-fixing) bacteria are being used, among which *Azospirillum brasilense* stands out. Thus, this study aimed to evaluate the influence of inoculation with *Azospirillum brasilense* on maize yield components under different cropping systems. Three commercial maize hybrids were used: AG871PRO4, SHU6211TRE, and SYN7205. The experiment was conducted using a randomized block design (RBD) with five replications, arranged in split plots. Based on this structure, six cropping systems (plots) were established for analysis, which varied in terms of nitrogen application methods (at sowing and topdressing), as well as the previous cover crop (maize or forage radish). Five ears were selected in each subplot for the evaluation of the following variables: ear length (cm), ear diameter (mm), number of grain rows per ear, number of grains per row, and thousand grain weight. The data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA), using the F-test at a 5% probability level, with the aid of the statistical software "Genes." In conclusion, based on the results, it was found that inoculation did not affect the maize yield components, regardless of the cropping systems used. The same applies to forage radish (*Raphanus sativus* L.), which did not present superior results compared to the other treatments.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho apresenta importância econômica mundial, seu cultivo na safra 2023/24 ultrapassou 1,2 bilhões de toneladas na safra 2023/2024 (COELHO et al., 2024)., sendo o cereal mais cultivado do mundo. Além disso, possui diversas formas de utilização.

No Brasil, essa cultura faz parte de porcentagem significativa do Produto Interno Bruto (PIB), tendo cerca de um milhão de produtores no território nacional (IBGE, 2024). No Brasil, essa cultura está com uma produção total estimada de 128,3 milhões de toneladas na safra 24/25 (CONAB 2024)

Tal importância, juntamente com o aumento da população mundial, implica a necessidade de um constante acréscimo da produção do grão, visando ultrapassar a produtividade obtida ao final da última safra, que teve médias por hectare de 5.683 kg. ha⁻¹ (CONAB 2023). Para se alcançar esse acréscimo, algumas estratégias são utilizadas, principalmente envolvendo a ação de manejo da adubação nitrogenada, pois o nitrogênio tem um papel fundamental na cultura, sendo o nutriente mais requerido, pelo fato de ajudar no crescimento e no desenvolvimento da planta, auxiliando desse modo na produtividade (PEREIRA et al., 2017).

De acordo com KLIMASMITH E KENT (2022), estima-se que, aproximadamente, 60% de todo nitrogênio é perdido no agrossistema ao assumir a forma de Nitrato (NO₃⁻) e óxido nitroso (N₂O), causando baixo aproveitamento do nutriente pelas plantas.

Segundo RIBEIRO E DE ALMEIDA (2012), os componentes da produção do milho são os caracteres que estão diretamente associados à produtividade de grãos, devido à existência de uma hierarquia na influência dos caracteres do milho na sua produtividade, onde o número de grãos por planta (NGP) e o peso de 100 grãos (P100) são denominados componentes primários da produção, conforme LOPES *et al.* (2007), teoria esta que foi comprovada por MOHAMMADI, PRASANNA e SINGH (2003), ao observar que o peso do grão e o número de grãos por espiga foram os componentes mais importantes na predição do rendimento de grãos.

De acordo com KLIMASMITH E KENT (2022), estima-se que, aproximadamente, 60% de todo nitrogênio é perdido no agrossistema ao assumir a forma de Nitrato (NO_3^-) e óxido nitroso (N_2O), causando baixo aproveitamento do nutriente pelas plantas.

Assim, faz-se necessário o estudo de métodos para aumentar a eficiência da adubação visando a melhoria dos componentes de produção.

Segundo RIBEIRO E DE ALMEIDA (2012), os componentes da produção do milho são os caracteres que estão diretamente associados à produtividade de grãos, devido à existência de uma hierarquia na influência dos caracteres do milho na sua produtividade, onde o número de grãos por planta (NGP) e o peso de 100 grãos (P100) são denominados componentes primários da produção, conforme LOPES *et al.* (2007), teoria esta que foi comprovada por MOHAMMADI, PRASANNA e SINGH (2003), ao observar que o peso do grão e o número de grãos por espiga foram os componentes mais importantes na predição do rendimento de grãos.

Componentes de produção esses que são avaliados por uma série de fatores e métricas. Apresentando grande importância para a estimativa de produtividade do milho, fato que possibilita o conhecimento dos meios de cultivo, localidade, cultivar e janelas temporais que resultam em um maior rendimento para o seu cultivo. A fim de realizar a avaliação citada, foram analisadas características como comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos de espiga e peso dos grãos.

Por fim, a utilização de *Azospirillum* spp tem demonstrado resultados substanciais no que diz respeito ao aumento dos índices de produtividade no milho, ocasionando o aumento de renda do produtor, economia com a utilização de fertilizantes nitrogenados, tanto quanto, um menor impacto ambiental. Diante disso, é importante verificar como a inoculação afeta os componentes de produção, o que possibilitará determinar como esses componentes irão afetar a produtividade da cultura.

REVISÃO DE LITERATURA

Cultura do Milho

O milho (*Zea mays L.*) é uma planta monocotiledônea da família Poaceae, com ciclo anual, sistema radicular fasciculado e metabolismo C4, o que lhe confere alta eficiência fotossintética e boa adaptação a climas tropicais. Possui caule ereto, folhas alternadas e inflorescências distintas: pendão na parte superior e espiga nos nós intermediários. A espécie apresenta fecundação cruzada, com polinização anemófila, favorecendo a variabilidade genética e o desenvolvimento de híbridos produtivos (LIMA;BORÉM, 2016)

Com ampla distribuição no território nacional, o milho tem importância econômica e social, sendo utilizado na alimentação humana, na nutrição animal e como matéria-prima para a indústria. A cultura é cultivada em propriedades de diferentes perfis e tem contribuído para o crescimento do agronegócio, impulsionada pela alta demanda e pela disponibilidade de cultivares adaptadas a distintas condições ambientais (FORNASIERI FILHO, 2007).

A cultura se adapta bem a diferentes tipos de solo e clima, desde que haja disponibilidade hídrica e temperatura média entre 20 °C e 30 °C. Solos com boa drenagem, textura média e fertilidade são os mais indicados, mas é possível cultivá-la em condições menos ideais mediante correções. O zoneamento agrícola, baseado em dados regionais, orienta o plantio em épocas que minimizam riscos climáticos e favorecem a produtividade (LIMA;BORÉM, 2018)

Boas práticas de manejo do solo, como o plantio direto, rotação de culturas e cobertura com espécies como nabo-forrageiro, favorecem a estrutura

física do solo, reduzem perdas por erosão e aumentam a matéria orgânica. Essas estratégias também contribuem para o aproveitamento da água e dos nutrientes, além de melhorar o ambiente radicular e reduzir a compactação (SANTOS et al., 2021).

O melhoramento genético do milho permitiu avanços importantes no rendimento e na resistência das cultivares. A alta variabilidade genética da espécie, favorecida pela polinização cruzada, possibilita a criação de híbridos adaptados a diferentes regiões e sistemas de cultivo. A introdução de tecnologias como seleção assistida por marcadores e transgenia também tem contribuído para o avanço da cultura (LIMA;BORÉM, 2018).

O sucesso da lavoura depende de práticas de cultivo como a escolha do híbrido, o espaçamento entre linhas, a densidade de plantas e a época de plantio. A população ideal varia entre 55.000 e 75.000 plantas por hectare, dependendo do híbrido e das condições locais. O plantio direto sobre palhada de nabo-forrageiro tem se mostrado eficiente na conservação da umidade do solo, na reciclagem de nutrientes e no controle de plantas daninhas (FORNASIERI FILHO, 2007; SANTOS et al., 2021).

Entre os nutrientes exigidos pela cultura, o nitrogênio é o mais importante, sendo fundamental para o crescimento vegetativo e o enchimento de grãos. Sua deficiência compromete a produtividade, enquanto a adubação correta permite que a planta expresse seu potencial genético (BORÉM, 2005). No entanto, o custo elevado dos fertilizantes nitrogenados é um desafio, levando à busca por estratégias complementares, como o uso de inoculantes e plantas de cobertura (SILVA et al., 2022).

Bactérias Diazotróficas

As bactérias diazotróficas formam um grupo altamente diverso do ponto de vista genético, fisiológico e morfológico, estando presentes em diferentes tipos de ambientes, inclusive em regiões agrícolas. Essa diversidade, aliada à capacidade de realizar a fixação biológica de nitrogênio (FBN), confere a essas bactérias um papel importante no contexto da agricultura sustentável (DUARTE et al., 2020). O processo de FBN ocorre por meio da ação da enzima nitrogenase, responsável pela conversão do nitrogênio atmosférico em formas assimiláveis pelas plantas, sendo, no entanto, uma enzima sensível à presença de oxigênio e amônio.

Além da fixação de nitrogênio, muitas bactérias diazotróficas também atuam na produção de substâncias que promovem o crescimento vegetal, como fitormônios do tipo auxinas, citocininas e giberelinas, contribuindo para o desenvolvimento das plantas mesmo em condições limitantes (GALINDO et al., 2020).

No Brasil, as pesquisas com essas bactérias ganharam destaque a partir dos estudos conduzidos por JOHANNA DÖBEREINER, que identificou microrganismos do gênero *Azotobacter* em solos ácidos. Posteriormente, a pesquisadora, em parceria com RUSCHEL, isolou a bactéria *beijerinckia fluminensis* da rizosfera da cana-de-açúcar cultivada em solos tropicais (DÖBEREINER; BALDANI; BALDANI, 1995). Os resultados iniciais mostraram alta frequência dessa bactéria em áreas de canavial, com ocorrência em até 95% das amostras avaliadas.

A partir dessas descobertas, diversas espécies de bactérias fixadoras

passaram a ser isoladas e testadas em culturas agrícolas tropicais de interesse econômico, como gramíneas (MAGALHÃES & DÖBEREINER, 1984; BALDANI et al., 1997; SALA et al., 2005), café (JIMÉNEZ-SALGADO et al., 1997; SANTOS et al., 2001) e frutíferas (RAO, 1983; WEBER et al., 1999). Dentre as espécies mais estudadas, destacam-se *Azotobacter vinelandii*, *Azotobacter chroococcum* e *Azospirillum paspali*, sendo esta última considerada uma das mais eficazes em ambientes tropicais (DÖBEREINER et al., 1995).

Mais recentemente, o uso de *Azospirillum brasilense* tem sido objeto de atenção por parte de pesquisadores brasileiros, especialmente em instituições como a Universidade Federal do Paraná. Essa espécie tem mostrado bons resultados em culturas como trigo e milho, promovendo aumentos na produtividade e melhorias nos componentes de produção (ARAÚJO et al., 2014; ANDRADE et al., 2016; MORENO et al., 2019; OLIVEIRA & PICAZEVICZ, 2021; SILVA JUNIOR et al., 2021).

Dessa forma, fica evidente a relevância do uso de bactérias diazotróficas como ferramenta no manejo biológico da fertilidade do solo, favorecendo práticas mais sustentáveis e eficientes para o aumento da produtividade agrícola.

Leguminosas e bactérias na fixação biológica de nitrogênio.

Representantes da família Fabaceae e com grande importância econômica, as leguminosas são uma alternativa comprovada para o fornecimento de nutrientes para a planta, especialmente na fixação de nitrogênio, através da fixação biológica de nitrogênio (TEIXEIRA et al., 2011). Tal eficiência se dá pela simbiose das leguminosas com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, fator que concede a característica de incorporar o nutriente ao solo (HUNGRIA; NOGUEIRA, 2016).

Outro método para aproveitamento do nitrogênio é o uso de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Entre elas, o gênero mais estudado pela ciência é o *Azospirillum*, que possui características endofíticas, pois colonizam tanto o interior, quanto a parte externa das raízes. São conhecidas por serem associativas, auxiliam no processo de fixação biológica de nitrogênio atmosférico, mas também são consideradas bactérias promotoras de crescimento vegetal (SANTOS et al., 2018).

Essas bactérias possuem a função de estimular o crescimento das plantas por meio de uma série de fatores, além da fixação biológica de nitrogênio, podendo atuar também no aumento da disponibilidade de nutrientes e na produção de fitormônios, como as auxinas, giberelinas e citocininas (GALINDO et al., 2020).

Essas ações fazem da *Azospirillum brasilense* uma grande aliada visando um melhor aproveitamento e redução da adubação nitrogenada utilizada no milho, trazendo vantagens tanto para o produtor como para o meio ambiente

(BARBOSA et al., 2012). Essa eficiência é comprovada em diversos trabalhos, com resultados satisfatórios no aumento dos componentes de produção do milho (ARAÚJO et al., 2014; ANDRADE et al., 2016; MO-RENO et al., 2019; OLIVEIRA & PICAZEVICZ, 2021; SILVA JUNIOR et al., 2021).

Na cultura do milho, constatou-se que o *Azospirillum brasilense* tem efeitos no aumento da taxa de acúmulo de matéria seca, principalmente na presença de elevadas dosagens de nitrogênio, o que parece estar relacionado com o aumento da atividade das enzimas fotossintéticas e de assimilação de nitrogênio (DIDONET et al, 1996). Sendo assim, os efeitos dessa bactéria no desenvolvimento de milho e outras gramíneas têm sido estudados não somente quanto ao rendimento das culturas, mas, também, com relação às causas fisiológicas que, possivelmente, aumentam esse rendimento a exemplo dos componentes de produção. MUÑOZ-GARCÍA, CABALLERO-MELLADO e VALDÉS (1991) comprovaram ao verificarem que a inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasiliense* cepa UAP 77 provocou aumento na matéria seca de raízes, da ordem de 54 a 86% e de 23 a 64% no peso seco da parte aérea, bem como, a constatação feita por SALOMONE e DÖBEREINER (1996, p. 193), na qual houve aumento de peso de grãos, variando em diferentes genótipos, da ordem de 1.700 a 7.300 kg ha.

De acordo com CVALET et al. (2000, p. 130), a aplicação de produtos à base de *Azospirillum* spp. causou aumento significativo nos componentes de produtividade do milho, pois a produtividade de grãos foi de 5.211 kg ha para 6.067 kg ha, ou seja, um aumento médio de 17%, bem como, aumentou o comprimento médio das espigas de milho, de 13,6 para 14,4 cm, um aumento médio de 6%.

OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da inoculação com *Azospirillum brasilense* nos componentes de produção de milho, em diferentes sistemas de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área Experimental

O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), localizada no município de Jaboticabal, SP. A área experimental situa-se na Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, a uma altitude média de 615,01 metros. O relevo da região é classificado como suave ondulado, com coordenadas geográficas de 21°14'05" de latitude sul e 48°17'09" de longitude oeste (Estação Agroclimatológica - UNESP, Câmpus de Jaboticabal).

O clima da região é caracterizado como tropical com estação seca no inverno, sendo classificado como Aw segundo a classificação climática de KÖPPEN (1931). A temperatura média anual é de 23,7 °C, e a precipitação média é de aproximadamente 1.340 mm, com maior concentração de chuvas no período de verão. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (SANTOS et al., 2018).

Durante a condução do experimento, a precipitação total foi de 470,9 mm (Gráfico 1) de acordo com a Estação Agroclimatológica do departamento de Ciências exatas da Fcav/Unesp - Câmpus de Jaboticabal.

Dados climáticos (dezembro a abril)

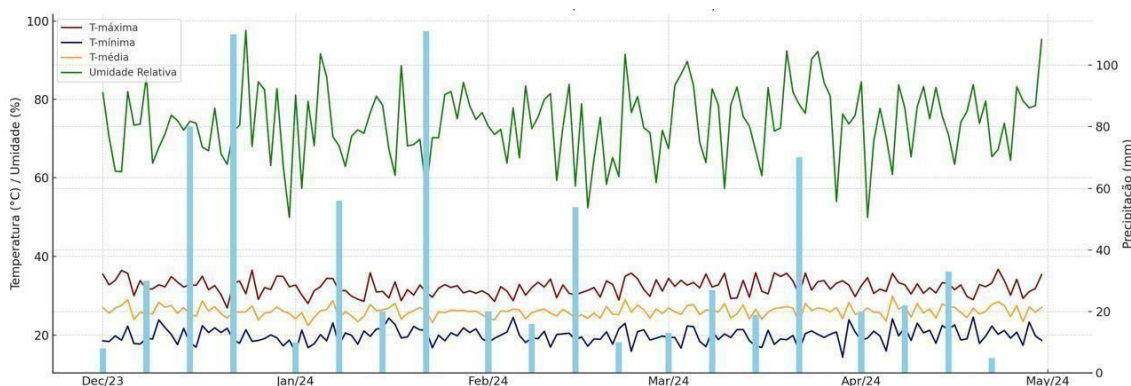


Figura 1. Precipitação, temperaturas máximas ($T_{\text{máxima}}$), temperaturas médias ($T_{\text{média}}$), temperatura mínimas ($T_{\text{mínima}}$) e umidade relativa do ar (Umidade Relativa), informações coletadas durante o período experimental da safra 2023/2024.

A área experimental apresenta histórico de cultivo sob sistema de plantio direto desde 1990, com a cultura do milho sendo conduzida como safra de verão, geralmente semeada na segunda quinzena de novembro. Até o ano de 1998, a cobertura do solo era composta predominantemente por vegetação espontânea. A partir desse período, passaram a ser utilizadas culturas como milho e soja também durante a estação de inverno, representando um sistema de produção milho após gramínea e outro milho após leguminosa.

As espécies utilizadas como plantas de cobertura, milho e nabo-forrageiro, foram semeadas em agosto de 2023. No mês de dezembro, ambas foram dessecadas por meio da aplicação de atrazina, na dose de 1,5 kg de ingrediente ativo por hectare, associada ao glifosato potássico, aplicado na quantidade de 1,3 kg ha⁻¹ de ingrediente ativo. A dessecação foi realizada quando o milho se encontrava no estágio fenológico v6 e o nabo-forrageiro já havia atingido a fase de florescimento. Em seguida, o material vegetal foi picado com o auxílio de um cortador mecânico e distribuído de maneira uniforme sobre a área de cultivo.

O plantio do experimento foi realizado mecanicamente, no dia 13 de dezembro de 2023, com o uso de uma semeadora-adubadora, aplicando-se 300 kg ha⁻¹ de adubo na formulação 0-20-20 em toda a área. A inoculação com *Azospirillum brasilense* foi feita no mesmo dia, via solo, utilizando bomba costal e o produto comercial QualyFix Gramíneas®, na dose de 600 mL ha⁻¹ (5×10^6 bactérias mL⁻¹), contendo as estirpes AbV5 + AbV6, seguindo as recomendações

do fabricante. No dia seguinte, foi realizada a adubação de base com ureia, fornecendo 40 kg de N ha⁻¹ nas parcelas que receberam nitrogênio.

O controle de plantas daninhas e pragas foi realizado no dia 08 de janeiro de 2024, com base nas recomendações técnicas para a cultura do milho (EMBRAPA, 2015). Nas parcelas em que foi realizada a cobertura, foi aplicada ureia na dose de 140 kg de N ha⁻¹, 26 dias após a semeadura, quando as plantas se encontravam no estágio de desenvolvimento V6.

No dia 10 de janeiro de 2024, foi realizada a segunda inoculação com *Azospirillum brasilense* nas mesmas parcelas que haviam recebido a primeira aplicação, utilizando-se uma bomba costal para aplicação via solo, com a mesma dosagem do produto comercial QualyFix Gramíneas® utilizada anteriormente.

A colheita manual das espigas, para avaliação dos componentes de produção foi realizada no dia 4 de maio de 2024.

Tratamentos e Delineamento Experimental

Foram utilizados três híbridos comerciais de milho: AG871PRO4, SHU6211TRE e SYN7205 (Tabela 1). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC) com cinco repetições, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas experimentais formadas por seis blocos com cinco linhas de quatro metros de comprimento, apresentando espaçamento de 0,45 metros entre linhas e 0,33 metros entre plantas na linha, representando uma população aproximada de 67 mil plantas por hectare. Para as avaliações, foram consideradas como parcela útil apenas duas linhas da parcela.

Para avaliar a resposta à inoculação com *Azospirillum brasilense*, foram utilizados seis sistemas de cultivo (parcela), obtidos pela combinação de diferentes formas de aplicação de nitrogênio (N), sendo elas: sem aplicação de N, com aplicação de N apenas na semeadura (base) e aplicação de N na semeadura e em cobertura, associadas a duas espécies utilizadas como cobertura antecessora, sendo elas milho e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L.) (Tabela 2). Em relação ao fator inoculação com *Azospirillum brasilense* (subparcelas), os tratamentos consistiram em: testemunha (sem inoculação) e inoculação via solo (Tabela 3).

Em cada parcela do experimento foram avaliados os componentes de produtividade do milho.

Foram colhidas cinco espigas em cada parcela, para avaliação das seguintes variáveis: comprimento de espiga (C) em (cm), com o auxílio de uma régua graduada, diâmetro de espiga (D) em (mm), utilizando um paquímetro, número de fileiras de grãos por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG) e

peso de mil grãos (PMG), medido com balança de precisão.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), aplicando-se o teste F a 5% de probabilidade com o auxílio do programa estatístico Genes. Contudo, pelo fato de não terem sido observadas diferenças significativas na análise de variância, não foi necessária a realização do teste de comparação de médias.

Tabela 1. Características dos híbridos

Híbridos	Característica	População (pl.ha)	Sanidade
AG871PRO4	Precoce	45 – 50.000	Alta
SHU6211TRE	Superprecoce	55 – 65.000	Alta
SYN7205	Precoce	65 – 70.000	Alta

Tabela 2. Fator e Níveis da Parcela

Níveis	Fator parcela: Sistemas de Cultivo
1	Nabo-forrageiro - 0 nitrogênio
2	Nabo-forrageiro - 40kg ha ⁻¹ nitrogênio (base)
3	Nabo-forrageiro - 40 e 140 kg ha ⁻¹ nitrogênio (base e cobertura)
4	Milho - 0 nitrogênio (base)
5	Milho - 40 kg ha ⁻¹ nitrogênio (base)
6	Milho - 40 e 140 kg ha ⁻¹ nitrogênio (base e cobertura)

Tabela 3. Fator e níveis da subparcela

Níveis	Fator subparcela: Inoculação
1	Sem <i>Azospirillum brasilense</i>
2	Com <i>Azospirillum brasilense</i>

Tabela 1. Características dos híbridos

Híbridos	Característica	População (pl.ha)	Sanidade
AG871PRO4	Precoce	45 - 50.000	Alta
SHU6211TRE	Superprecoces	55 - 65.000	Alta
SYN7205	Precoces	65 - 70.000	Alta

Em cada parcela do experimento foram avaliados os componentes de produtividade do milho.

Foram colhidas cinco espigas em cada parcela, para avaliação das seguintes variáveis: comprimento de espiga (C) em (cm), com o auxílio de uma régua graduada, diâmetro de espiga (D) em (mm), utilizando um paquímetro, número de fileiras de grãos por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG) e peso de mil grãos (PMG), medido com balança de precisão.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), aplicando-se o teste F a 5% de probabilidade com o auxílio do programa estatístico Genes. Contudo, pelo fato de não terem sido observadas diferenças significativas na análise de variância, não foi necessária a realização do teste de comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) para a maioria das variáveis analisadas, tanto para o efeito da inoculação, quanto para os diferentes sistemas de cultivo. Os resultados são apresentados na Tabela 4

Tabela 4 - Análise de variância, considerando efeitos do sistema de cultivo (SC), da inoculação com *Azospirillum brasilense* (IA) e da interação entre ambos (SC × IA)

		C	D	NF	NG	PMG
FV		QM				
AG871PRO	SC	0,89 ^{NS}	0,01 ^{NS}	1,64 ^{NS}	10,07*	4,39 ^{NS}
	IA	2,24 ^{NS}	0,59 ^{NS}	1,60 ^{NS}	0,63 ^{NS}	0,40 ^{NS}
	SCXIA	1,02 ^{NS}	1,35 ^{NS}	1,27 ^{NS}	0,98 ^{NS}	0,68 ^{NS}
SHU6211TRE	SC	0,13 ^{NS}	0,72 ^{NS}	2,66 ^{NS}	0,00 ^{NS}	0,08 ^{NS}
	IA	1,35 ^{NS}	1,06 ^{NS}	0,98 ^{NS}	0,68 ^{NS}	1,20 ^{NS}
	SCXIA	0,72 ^{NS}	1,77 ^{NS}	0,89 ^{NS}	0,38 ^{NS}	1,61 ^{NS}
SYN7205	SC	0,01 ^{NS}	0,26 ^{NS}	3,12 ^{NS}	0,71 ^{NS}	1,20 ^{NS}
	IA	0,60 ^{NS}	0,66 ^{NS}	0,40 ^{NS}	0,37 ^{NS}	0,85 ^{NS}
	SCXIA	1,31 ^{NS}	0,93 ^{NS}	1,03 ^{NS}	0,63 ^{NS}	1,30 ^{NS}
CV (%) parcela		26,32	25,17	9,60	27,86	16,43

Comprimento de espiga (C), diâmetro de espiga (D), número de fileiras de grãos por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG) e peso de mil grãos foram as variáveis avaliadas e submetidas à análise de variância (ANOVA).

A única exceção foi observada na variável número de grãos por fileira (NG), no híbrido AG871PRO4, para o sistema de cultivo (SC). Contudo, como não houve interação com os demais fatores, este resultado permite atribuir efeitos diretos somente a esse híbrido, quando referido a esse fator para esta variável.

No caso do comprimento (C) e diâmetro de espiga (D), variáveis que geralmente refletem o vigor da planta e a eficiência no enchimento de grãos, os valores médios não apresentaram alterações significativas entre os tratamentos.

O mesmo ocorreu para o número de fileiras (NF) e para o número de grãos por fileira (NG), que são considerados componentes primários de produtividade. Já o peso de mil grãos (PMG), uma variável sensível à disponibilidade de nutrientes e à sanidade da planta durante o enchimento dos grãos, também se manteve estável entre os tratamentos, indicando que tanto a inoculação com *A. brasilense* quanto o sistema de produção não tiveram influência determinante nessas condições.

A inoculação também não representou expressividade nas sub-parcelas dos híbridos comerciais que foram inoculados (C AZOS), em comparação dos não inoculados (S AZOS), como mostram as tabelas 5 e 6. Dados que evidenciam o fato de que embora o uso do *A. Brasilense* seja associado a benefícios no crescimento das plantas de milho, seu efeito positivo também depende das características genéticas de cada híbrido (LANA et al., 2012).

Tabela 5- Valores médios do comprimento de espiga (C), diâmetro de espiga (D) e número de fileiras de grãos por espiga (NF) de três híbridos de milho cultivados com e sem *A. brasilense*

	C (cm)		D (mm)		NF	
HÍRIDOS	C AZOS	S AZOS	C AZOS	S AZOS	C AZOS	S AZOS
G871PRO4	15,26	13,50	35,63	34,47	15,11	14,63
SHU6211TRE	12,31	13,01	33,31	35,94	15,26	15,36
SYN7205	11,09	9,87	29,94	26,88	15,53	14,01

o de espiga (C); diâmetro de espiga (D); número de fileiras de grãos por espiga (NF). Inoculado com *Azospirillum* (C AZOS); Sem inoculação *Azospirillum* (S AZOS). Teste de médias - Tukey ao nível 5%(p<0,05).

C
o
m
p
r
i
m
e
n
t

Tabela 6- Valores médios do número de grãos por fileira (NG) e peso de mil grãos de três híbridos de milho cultivados com e sem *A. brasilense*

	NG		PMG	
	C AZOS	S AZOS	C AZOS	S AZOS
G871PRO4	26,15	25,31	57,97	156,96
SHU6211TRE	26,25	27,32	48,66	150,86
SYN7205	25,06	23,43	40,34C	139,19

Número de grãos por fileira (NG); peso de mil grãos (PMG); Inoculado com *Azospirillum* (C AZOS); Sem inoculação *Azospirillum* (S AZOS). Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Teste de médias - Tukey ao nível 5%(p<0,05).

Esses resultados são compatíveis com diversos estudos da literatura que relatam ausência de resposta significativa à inoculação com *A. brasilenses* especialmente em solos com boa fertilidade e sob condições ambientais favoráveis como foi o caso deste experimento, como exemplo o estudo conduzido pela EMBRAPA (2013), no qual diferentes genótipos de milho foram avaliados com e sem inoculação, combinados com adubação nitrogenada em cobertura. Assim como no presente trabalho, não foram observados ganhos produtivos relevantes.

Na mesma linha, uma pesquisa realizada na Universidade Federal de Viçosa (GIEHL, 2017) com 20 híbridos comerciais também não detectou efeitos significativos da inoculação sobre os principais parâmetros agronômicos do milho, reforçando a ideia de que a eficiência da inoculação é condicionada ao fenótipo, manejo e ambiente.

Já AOSANI (2018), embora tenha detectado incremento na massa seca da parte aérea, semelhante ao que foi observado neste experimento.

Além da inoculação, o experimento avaliou o uso do nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*) como planta de cobertura, visando comparar com o cultivo sucessivo de milho. Ainda que o nabo seja reconhecido pela sua capacidade de promover descompactação do solo, ciclagem de nutrientes e cobertura eficiente, os sistemas de cultivo com essa espécie não apresentaram resultados superiores aos demais. Esse comportamento está de acordo com os achados de BONJORNIO et al. (2010), que apontam que os efeitos das plantas de cobertura sobre a produtividade de culturas subsequentes podem ser mais indiretos e se manifestar apenas em médio ou longo prazo, especialmente em áreas bem manejadas.

A ausência de diferenças significativas neste experimento pode estar relacionada às boas condições da área experimental, como histórico de plantio direto desde 1990, correções de solo adequadas e boa disponibilidade hídrica durante o ciclo da cultura.

No presente experimento, nenhum dos híbridos comerciais apresentou desempenho superior com inoculação, mesmo em combinação com diferentes doses de nitrogênio ou diferentes plantas de cobertura.

Apesar da ausência de resposta imediata em termos dos componentes da produção, é importante ressaltar que o uso de *Azospirillum brasilense* e de plantas de cobertura como o nabo-forrageiro ainda é considerado estratégico dentro de sistemas

sustentáveis de produção, especialmente quando se busca redução no uso de fertilizantes nitrogenados e melhoria gradual da qualidade do solo. Estratégias desse tipo devem continuar sendo exploradas, principalmente em sistemas de baixo uso de insumos e em ambientes menos favoráveis ao milho.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos no trabalho, pode-se concluir que a inoculação com *Azospirillum brasilense* não apresentou resultados satisfatórios nos componentes da produção de milho nos diferentes sistemas de cultivo apresentados, chegando a ser inexpressivo quando a área já proporciona os fatores adequados para uma alta produtividade. O mesmo quadro negativo se expande as plantas de cobertura utilizadas, visto que não apresentaram resultados expressivos nos componentes de produção avaliados.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. B. N.; COIMBRA, R. R.; AFERRI, F. S.; PAULA, M. J.; FREITAS, M. K. C.; OLIVEIRA, R. J. Desempenho agronômico de híbridos de milho verde em função da adubação nitrogenada de cobertura. *Revista Ciências Agrárias*, v. 55, n. 1, p. 11-16, 2012.

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. Quantities of plant nutrients in the microbial biomass of selected soils. *Soil Science*, v. 130, p. 211-216, 1980.

AOSANI, A.; DEGASPERI, E.; MARKUS, M.; KLEIN, C.; BERWANGER, A. L. Eficiência da inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho e adubação nitrogenada. *Unoesc & Ciência - ACET*, [S. I.], v. 9, n. 2, p. 137-146, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/16743>. Acesso em: 26 maio. 2025.

ARAÚJO, R. M.; ARAÚJO, A. S. F. D.; NUNES, L. A. P. L.; FIGUEIREDO, M. D. V. B. Resposta do milho verde à inoculação com *Azospirillum brasilense* e níveis de nitrogênio. *Ciência Rural*, v. 44, n. 9, p. 1556-1560, 2014.

BARBOSA, J. Z.; CONSALTER, R.; MOTTA, A. C. V. Fixação biológica de nitrogênio em Poaceae. *Evidência*, v. 12, n. 1, p. 7-18, 2012.

BONJORNO, I. I.; Martins, L. A. O.; Lana, M. A.; Wildner, L. do P.; Bittencourt, H. von H.; Parizotto, C.; Fayad, J. A.; Comin, J. J.; Altieri, M. A.; Lovato, P. E. Efeito de plantas de cobertura de inverno sobre cultivo de milho em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Agroecologia*, [S. I.], v. 5, n. 2, p. 99-108, 2010. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rbagroecologia/article/view/49106>. Acesso em: 26 maio. 2025.

BORÉM, A. (Org.). *Melhoramento de espécies cultivadas*. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 523 p.

BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 set. 2024.

CANTARELLA H, RAIJ B VAN, CAMARGO CEO (1997) Cereais. In: RAIJ B VAN; CANTARELLA H, QUAGGIO JÁ (Eds.) *Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: IAC, p. 45-71. (Boletim técnico, 100).

CAVALLET, L. E.; PESSOA, A. C. S.; HELMICH, J. J.; HELMICH, P. R.; OST, C. F. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação

das sementes com *Azospirillum* spp. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 129-132, 2000.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Com alta de 13%, produção de grãos é estimada em 336,1 milhões de toneladas na safra 2024/25. Brasília, 12 jun. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/com-alta-de-13-producao-de-graos-e-estimada-em-336-1-milhoes-de-toneladas-na-safra-2024-25>. Acesso em: 9 jul. 2025. CONAB.

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE GRÃOS: SAFRA 2022/23, v. 10, n. 7, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 25 set. 2024.

CONAB. produção de grãos 2024/25 é estimada em 322,3 milhões de toneladas com clima favorável para as culturas de 1ª safra. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5895-producao-de-graos-2024-25-e-estimada-em-322-3-milhoes-de-toneladas-com-clima-favoravel-para-as-culturas-de-1-safra>. Acesso em: 21 jan. 2025.

COÊLHO, JACKSON DANTAS. *MILHO*. Fortaleza: BNB, ano 9, n. 330, mar. 2024. (Caderno Setorial Etene).

DIDONET, A. D.; RODRIGUES, O.; KENNER, M. H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 16, n. 9, p. 645-651, 1996.

DIAS, M. A. M. Fixação Biológica de Nitrogênio: características moleculares e simbióticas de bactérias nativas do Semiárido Brasileiro. São Paulo: Dialética, 2020. 100 p.

DÖBEREINER, J., BALDANI, V.L.D., BALDANI, J.I. 1995. Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas. Brasília, EMBRAPA-SPI; Seropédica, EMBRAPA-CNPAB. 60 p

DUARTE, C. F. D. et al. Inoculation of plant growth-promoting bacteria in *Urochloa ruziziensis*. *Research, Society and Development*, v.9,n.8,p.e630985978,2020

EMBRAPA. Efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* na produtividade do milho. Circular Técnica, 2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/994884>. Acesso em: 20 maio 2025.

EMBRAPA - Empresa brasileira de pesquisa agropecuária (2015) Cultivo do milho. 9ª ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. (Sistemas de Produção, 1).

ROMERO, E., CABALLERO-MELLADO, J. 2001. Novel nitrogen-fixing acetic acid bacteria, *Gluconacetobacter johannae* sp. nov. and *Gluconacetobacter azotocaptans* sp. nov., associated with coffee plants. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 51: 1305-1314.

FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 273 p.

GIEHL, JEFERSON. Inoculação de *Azospirillum brasilense* em híbridos comerciais de milho. 2017. 24 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2017. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/18703>. Acesso em: 26 maio 2025.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAUJO, R. S. Inoculation of *Brachiaria* spp. with the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum brasilense*: An environment-friendly component in the reclamation of degraded pastures in the tropics. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 221, p. 125-131, 2016.

KLIMASMITH, I. M.; KENT, A. D. Micromanaging the nitrogen cycle in agroecosystems. *Trends in Microbiology*, v. 30, p. 1045-1055, 2022.

LANA, M. C.; DARTORA, J.; MARINI, D.; HANN, J. E. Inoculation with *Azospirillum*, associated with nitrogen fertilization in maize. *Revista Ceres*, v.59, p.399-405, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000300016>

LIMA, R. R.; BORÉM, A. Melhoramento de milho. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. 608 p.

LOPES, S. J. et al. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1536-1542, 2007.

MAGALHÃES, F.M.M., DÖBEREINER, J. 1984. Ocorrência de *Azospirillum amazonense* em alguns ecossistemas da Amazônia. *Revista de Microbiologia* 15: 246-252

MOHAMMADI, S. A.; PRASANNA, B. M.; SINGH, N. N. Sequential path model for determining interrelationship among grain yield related characters in maize. *Crop Science*, Madison, v. 43, n. 5, p. 1690-1697, 2003.

MORENO, A. L.; KUSDRA, J. F.; PICAZEVICZ, A. A. C. Crescimento do milho em resposta a *Azospirillum brasilense* e nitrogênio. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 10, n. 5, p. 287-294, 2019. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.005.0025>.

MOREIRA, F.M.S., SIQUEIRA, J.O. 2006. Microbiologia e bioquímica do solo. 2a ed. UFLA, Lavras, Brasil. 729 p

MUÑOZ-GARCÍA, A.; CABALLERO-MELLADO, J.; VALDÉS, M. Promoción del crecimiento del maíz por cepas productoras de sideróforos de *Azospirillum* y *Pseudomonas fluorescences*. In: *CONGRESO NACIONAL DE LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DEL NITRÓGENO Y I ENCUENTRO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN SOBRE FIJACIÓN DE NITRÓGENO*, 3., 1991, Cuernavaca. Anais... Cuernavaca, México, p. 61, 1991.

OLIVEIRA, R. A.; PICAZEVICZ, D. M. Efeito da inoculação com *Azospirillum brasilense* sobre componentes de produção de milho em diferentes doses de nitrogênio. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 44, n. 2, p. 1-9, 2021.

PEREIRA, L. C.; MARTELI, D. C. V.; BRACCINI, A.; MATERA, T. C.; SUZUKAWA, A. K.; LARA, L. M. Produtividade do milho em resposta a doses de *Azospirillum brasilense* aplicado na caixa de semeadura. 2017. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/1294/1/epcc--79666.pdf>. Acesso em: 27 set. 2024.

RAO, N.S.S. 1983. Nitrogen-fixing bacteria associated with plantation and orchard plants. *Canadian Journal of Microbiology* 29: 863-866.

RIBEIRO, J. Z.; DE ALMEIDA, M. I. M. Estratificação ambiental pela análise da interação genótipo x ambiente em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 8, p. 875-883, 2012.

RUDNIK, P., MELETZUS, D., GREEN, A., HE, L. KENNEDY, C. 1997. Regulation of nitrogen fixation by ammonium in diazotrophic species of proteobacteria. *Soil Biology Biochemistry* 29: 831-841

SALOMONE, G.; DÖBEREINER, J. Maize genotypes effects on the response to *Azospirillum* inoculation. *Biology Fertilizer Soils*, Oxford, v. 21, p. 193-196, 1996.

SANTOS, A. D. A.; SILVEIRA, J. A. G. D.; BONIFÁCIO, A.; RODRIGUES, A. C.; FIGUEIREDO, M. D. V. B. Antioxidant response of cowpea co-inoculated with plant growth-promoting bacteria under salt stress. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 49, n. 3, p. 513-521, 2018.

SANTOS, D. V. S. et al. Estratégias de manejo do solo e água para culturas de alto rendimento. *Revista Cultivar Grandes Culturas*, n. 244, p. 24-28, 2021.

SANTOS HG, JACOMINE PKT, ANJOS LHC, OLIVEIRA VA, LUMBRERAS JF, COELHO MR, CUNHA TJF (2018) *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 5 ed. Brasília, DF: Embrapa. 356 p.

SANTOS, J. P.; LIMA, R. A. Nutrição e saúde: a importância do feijão e do milho na alimentação. *Jornal de Nutrição e Saúde*, v. 7, n. 3, p. 45-58, 2019.

SILVA, G. M. et al. Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho: eficiência e alternativas sustentáveis. *Revista Campo & Ciência*, v. 12, n. 1, p. 45-52, 2022.

TEIXEIRA, P. A. et al. Produção anual e qualidade de pastagem de *Brachiaria decumbens* diferida e estratégias de adubação nitrogenada. *Maringá*, v. 33, n. 3, p. 241-248, 2011.

5 MAIORES PRODUTORES DE MILHO DO MUNDO NA SAFRA 2022/2023. Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-5-maiores-produtores-de-milho-do-mundo/>. Acesso em: 21 jan. 2025.